目 录

表 1 项目基本情况

建设项目名称	河南省人民医院南院区（“两院一中心”二期项目（东侧院区））新增放射治疗和介入放射学应用项目				
建设单位	河南省人民医院				
法人代表	郝**	联系人	杨**	联系电话	138*****298
注册地址	河南省郑州市金水区纬五路 7 号				
项目建设地点	郑州航空港经济综合实验区黄海路以南、华佗中路以北、鹤园东街以西、彩鹤街以东（“两院一中心”二期项目（东侧院区））				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	16500	项目环保投资（万元）	759	投资比例（环保投资/总投资）	4.60%
项目性质	■新建（迁建）□改建□扩建□其它			建筑面积（m^2）	**2512**
应用类型	放射源	□销售	□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类		
		■使用	□I类（医疗使用） □II类 ■III类 □IV类 □V类		
	非密封放射性物质	□生产	□制备 PET 用放射性药物		
		□销售	/		
		□使用	□乙 □丙		
	射线装置	□生产	□II类 □III类		
		□销售	□II类 □III类		
		■使用	■II类 ■III类		
	其他	/			

1.1 建设单位简介

河南省人民医院（以下简称“医院”）本部位于郑州市金水区纬五路 7 号，前身是中华基督教内地会 1904 年创办的开封“福音医院”，1950 年更名为“河南省人民医院”，1955 年随省政府迁址郑州，1993 年获批全国首批“三级甲等医院”，2010 年增名“郑州大学人民医院”，2012 年被确定为“部省共建”医院，2016 年与河南大学合作共建河南大学医学院，2017 年一次跨越 55 个位次，跻身中国最佳医院排行榜 100 强，2019 年纳入郑州大学直属附属医院体系，2020 年国家心血管病区域医疗中心正式授牌，2022 年入选全国首批研究型医院，2023 年被确定为郑州大学省医临床医学院、成为河南省医学科学院附属人民医院。

医院学科实力突出，拥有国家区域医疗中心 1 个，国家临床重点专科建设项目 14 个，省医学重点学科 57 个，省级医学中心 4 个，省级质控中心 14 个，国家疑难病症诊治能力提升工程项目 1 个，河南省医疗服务能力提升工程建设项目 14 个。医院科研平台一流，有院士工作站 3 个，国家卫健委重点实验室 3 个，省级重点实验室 7 个，省工程技术研究中心 17 个，省临床医学研究中心 5 个，省发改委工程实验室（研究中心）28 个，国际联合实验室 16 个，省卫健委医学重点实验室 38 个，市厅级重点实验室 23 个。医院人才梯队完整，拥有高级职称专家 1789 人，博士、硕士 3749 人，博/硕士研究生导师 641 人；有中原学者 2 人，“百千万人才工程”2 人，特聘院士 3 人，国家优青 1 人，中原名医、中原科技创新及基础研究领军、青年拔尖人才等 23 人，享受国务院政府特殊津贴专家 52 人、省政府特殊津贴专家 14 人，省优秀专家 20 人，省学术技术带头人 49 人，省卫生健康中青年学科带头人 16 人，省高层次人才 26 人。

近年来，医院坚持以人民健康为中心，确立了“建设国内一流、国际知名的高水平研究型医院和高质量国家区域医疗中心”的“双高”发展目标，在学科实力、科技创新、服务形象、品牌声誉等多个方面都迈上新的高度，实现了新突破。一院多区发展格局基本形成。阜外华中心血管病医院历经 5 年推动、2 年 9 个月的辛勤筹建，顺利开诊投用，2020 年成为首批国家区域医疗中心建设试点单位；北院区 2023 年 12 月 10 日正式开诊，服务和融入省委科技创新“三足鼎立”战略，立足中原农谷，打造豫北医疗高地；豫东北医院 2024 年 9 月 2 日开诊投用，着力打造立足台前县，辐射豫东北的区域医疗中心；全面托管河南省生殖妇产医院（经五路院区），探索构建全方位、全过程、全生命周期的女性健康服务模式；南院区立足中原医学科学城，瞄准生物医药大健康产业，以医为核心，依托“医研、医教、医疗、医工、医药”于一体的“五医”循环发展模式，实现医、教、研三者链接，满足区域医疗服务功能的同时，打造医学教育实践基地。

目前，医院在用医用射线装置有：直线加速器、TOMO、术中放疗机、128 排 CT、64 排 CT、16 排 CT、宝石 CT、口腔 CT、CT 模拟机、高端 CT、双排 CT、北斗 CT、X 射线模拟机、C 臂、回旋加速器、双源 CT、ECT 机、PET-CT、DSA、数字胃肠机、移动 DR、移动 X 光机、乳腺机、骨密度仪、牙片机等放射诊疗设备。涉及使用 ^{131}I、$^{99}Tc^m$、^{68}Ga、^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{177}Lu、^{223}Ra 等非密封性核素和 ^{125}I 密封性粒子源。

1.2 建设内容及规模

本项目拟在医院南院区新购 11 台数字减影血管造影机（以下简称“DSA”）、2 台医用电子直线加速器（加速器 01、加速器 02）、1 台后装治疗机、1 台 CT 模拟定位。6 台 DSA（DSA01~DSA06）拟安装于 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心 DSA01~06 手术室，3 台 DSA（DSA07~DSA09）拟安装于 10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科 07~09 手术室，1 台 DSA（DSA10）拟安装于 10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心，1 台 DSA（DSA11）拟安装于公卫中心 4 层 DSA 手术室，2 台医用电子直线加速器、1 台后装治疗机以及 1 台 CT 模拟定位均拟安装于地下一层 A 区东北部放疗科**（位于院区内 7 号科研楼和 10 号医疗综合楼中间）**，本项目放射源使用情况见表 1-1，射线装置使用情况见表 1-2。

表 1-1　　本项目放射源使用情况及特性一览表

核素名称	活度（Bq）×枚数	类别	半衰期	平均能量	辐射类型	使用场所
^{192}Ir	3.7E+11Bq×2 枚	III 类	74d	0.37MeV	β 射线、γ 射线	地下一层放疗科后装治疗机房内

表 1-2　　本项目射线装置情况

序号	装置名称	型号	类别	数量	参数	用途	工作场所名称
1	数字减影血管造影机（DSA01~06）	待定	II类	6 台	最大管电压：150kV 最大管电流：1250mA	介入诊断治疗	10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心（DSA01~06 手术室）
2	数字减影血管造影机（DSA07~09）	待定	II类	3 台	最大管电压：150kV 最大管电流：1250mA	介入诊断治疗	10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科（DSA07~09 手术室）
3	数字减影血管造影机（DSA10）	待定	II类	1 台	最大管电压：150kV 最大管电流：1250mA	介入诊断治疗	10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心（DSA10 手术室）
4	数字减影血管造影机（DSA11）	待定	II类	1 台	最大管电压：150kV 最大管电流：1250mA	介入诊断治疗	12 号公卫中心 4 层（DSA11 手术室）

续表 1-2　　本项目射线装置情况

序号	装置名称	型号	类别	数量	参数	用途	工作场所名称
5	医用电子直线加速器（加速器 01、02）	待定	II类	2 台	X 射线能量：10MV（最高）； X 射线等中心最高剂量率：2400cGy/min（FFF 模式）、600cGy/min（普通模式）； 电子线：22MeV（最高）； 电子线等中心最高剂量率：1000cGy/min； 等中心最大照射野：40cm×40cm； 靶到等中心的距离：1000mm； 等中心距地面的距离：1300mm； 主射束夹角：28°； X 射线泄漏辐射：机头泄漏率 0.1%； 治疗头转动范围：360°。	放射治疗	地下一层放疗科直线加速器 01、02 机房
6	CT 模拟定位	待定	III类	1 台	最大管电压：150kV	放射治疗	地下一层放疗科 CT 模拟定位机房

1.3 项目劳动定员与工作制度

1.3.1 劳动定员

根据医院提供资料，项目运营人员为医院专职人员，采取老带新模式，具体人员待定，部分人员拟在项目建成后社会招聘。建设单位拟新增的辐射工作人员应在生态环境部辐射与防护培训平台进行培训，考核合格后方可上岗。项目人员配备情况见表 1-3 所示。

表 1-3　　人员配备情况

工作场所	职位	人员数量（名）	工作内容	备注
放射治疗工作场所	医师	3	患者接诊、出具治疗方案，并在治疗过程中配合技师操作	拟配备，人员仅从事放射治疗工作
	技师	8	设备操作	
	物理师	3	设备质控和维护	

续表 1-3　　人员配备情况

工作场所	职位	人员数量（名）	工作内容	备注
放射治疗工作场所	护士	3	患者摆位	拟配备，人员仅从事放射治疗工作
DSA 工作场所	医师	44	介入手术操作	拟配备，人员仅从事介入诊疗工作
	技师	11	设备操作、维护	
	护士	11	辅助介入手术操作	

1.3.2 工作制度

根据建设单位提供资料，本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。该**项目直线加速器预计每台最大工作量情况：90 人次/天，均为精确放射治疗，每周工作 5 天，每年工作 50 周，摆位时间约 1.5min，平均每人照射 4min，则周出束时间约 30h，年出束时间约 1500h。后装治疗机预计最大工作量情况：30 人次/天，150 人次/周，7500 人次/年，每人次平均照射时间约 10min，周出源时间约 25h，年出源时间约 1250h；每名患者连接和去除施源器约为 1min，则年连接和去除施源器时间约为 250h，治疗室拟配备 2 名技师，平均每名技师为患者年连接和去除施源器时间约为 125h。DSA 预计最大工作量情况：1500 台手术/年，每台手术透视时间约 8min，摄影时间约 2min，则年照射时间透视 200h，摄影 50h；由于介入手术量较多，拟为介入手术配备两组医师，每间手术室每组 2 名手术医师。**

本项目放疗科工作人员与介入工作人员不交叉，医院合理安排手术时间，做好不同类型手术前后的监测、废物处理及交接工作。

1.4 任务由来和目的

1.4.1 任务由来

“两院一中心”立足中原医学科学城，瞄准生物医药大健康产业，按照“一院一城一产业集群”协同发展目标，以医为核心，依托“医研、医教、医疗、医工、医药”于一体的“五医”循环发展模式，围绕以河南省人民医院南院区、河南省肿瘤医院南院区、省红十字血液中心“两院一中心”打造“医疗”基地，实现医、教、研三者链接，满足区域医疗服务功能的同时，打造医学教育实践基地。

“两院一中心”坚持高起点规划、高标准设计、高质量建设，实行统一规划、统一布局、统一设计，实行“交钥匙工程”。“两院一中心”项目共分两期建设；一期项

目建设河南省红十字血液中心，位于实验区爱莲东路以北，轩鹤北街以东，目前项目正在建设中，由郑州航空港区豫泰建设发展有限公司投资建设，项目建设完成后由河南省红十字血液中心租赁使用。二期项目建设河南省人民医院南院区、河南省肿瘤医院南院区，位于实验区黄海路以南、蓝莲中路以北、鹤园东街以西、彩鹤街以东，由郑州航空港区豫创建设发展有限公司投资建设，项目建设完成后分别由河南省人民医院、河南省肿瘤医院租赁使用。

本次项目为“两院一中心”二期项目中的东侧院区即河南省人民医院南院区的部分内容，该院区占地约 273 亩，地上建筑面积约 36 万平方米，地下建筑面积约 23 万平方米，基本建设投资约 46 亿元。规划床位 2000 张，其中综合 1000 张、公卫 1000 张，功能定位为综合性研究型医院，主要建设内容有科研办公楼、医疗综合楼（包含住院、门诊、医技等）、污水处理机房、液氧站、公卫中心综合楼、实验动物中心、值班楼、及地下室等。项目建成后，涉及使用I类、II 类、III类射线装置，III类放射源，使用甲级、乙级非密封放射性物质工作场所等诊疗及相关科研工作。其中III类射线装置部分后期由建设单位进行环境影响备案登记；甲级、乙级非密封放射性物质工作场所部分已另外委托编制环境影响报告书。

本项目仅涉及使用 II 类、III类射线装置、III类放射源的部分，拟在地下室放疗科配置 2 台医用电子直线加速器（属II类射线装置）、1 台 CT 模拟定位（属III类射线装置）、1 台后装治疗机（使用 2 枚 ^{192}Ir 放射源，1 用 1 备，属 III 类放射源）开展放射治疗工作；拟在 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心配置 6 台 DSA（属II类射线装置）、10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科配置 3 台 DSA（属II类射线装置）、10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心配置 1 台 DSA（属II类射线装置）、公卫中心楼 4 层手术室配置 1 台 DSA（属II类射线装置），共计配置 11 台 DSA 开展介入诊疗工作。其中建设单位拟为南院区新配备具有相关资质的辐射工作人员以满足工作需求，并与现有院区辐射工作人员进行统一管理。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规对辐射建设项目环境管理的规定，对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）的要求，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III类放射源、使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。因

此，河南省人民医院委托河南鑫安利职业健康科技有限公司（以下简称“评价单位”）开展本项目的环境影响评价工作。评价单位接受委托后，在进行现场调查与核实、收集和分析有关资料、实地辐射环境检测和预测分析等基础上，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》（HJ 10.1-2016）的规定要求编制完成了本项目的环境影响报告表。

1.4.2 评价目的

对项目拟建地及周围进行辐射环境质量现状监测，了解辐射环境现状水平，并对拟开展的核技术应用项目运行后的环境影响进行预测评价，掌握其运行后项目周围的辐射水平，对不利影响和存在的问题提出防治措施，把环境影响减少到“可合理达到的尽可能低水平”，为该项目的辐射环境管理提供科学依据，最终满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求。

1.5 项目选址及周边环境概述

1.5.1 地理位置、周边关系

河南省人民医院南院区位于郑州航空港经济综合实验区黄海路以南、蓝莲中路以北、鹤园东街以西、彩鹤街以东。医院西侧为“两院一中心”二期项目**河南省肿瘤医院南院区**（在建）；北侧为黄海路，隔路为废品站、东南调压站；东侧为鹤园东街，隔路为绿化带；南侧为蓝莲中路，隔路为瑞贝塔医疗器械产业园（在建）、大桥石化加油站。

本项目拟建介入手术室、放疗科涉及 10 号医疗综合楼、12 号公卫中心综合楼以及地下一层 A 区东北部区域。其中，10 号医疗综合楼地下共 2 层，地上共分 4 部分（各部分以连廊相通）：西侧为临床研究中心地上最高共 9 层，北侧为住院楼地上共 18 层，东侧为门诊医技楼地上共 5 层，东北侧为健康管理中心地上共 4 层；12 号公卫中心综合楼地下共 2 层，地上共分 2 部分（各部分以连廊相通）：北侧为公卫中心地上共 5 层，南侧为公卫住院楼地上共 18 层；医院地下部分共 2 层。

本项目介入手术室分别位于 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心、10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科、10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心以及 12 号公卫中心综合楼 4 层东侧；放疗机房位于南院区地下一层 A 区东北部放疗科**（7#科研中心楼南侧与 10#医疗综合楼北侧中间地下一层）**。本项目医院地理位置见图 1-1，医院效果图见图 1-2，医院周边关系见图 1-3，医院总平面布置见图 1-4。

商登高速
S60
郑许线
二甲张村
陈楼村
郭李东部安置区
梅河
郭家
X033
雍州路
小左
中原医学科学城医工园
郑州临空生物医药园
建设单位地理位置
苗庄比亚迪中转库
黄海路
龙王南
两院一中心二期项目部
绿地香湖湾
黄海医院
绿地·香湖湾4号块地
仁弘嘉园
仁和嘉园
孙庄
绿地香湖湾六号院
绿地香湖湾
仁厚嘉园
梁州大道
新园博园垂钓中心
梅河路
梁州大道跨梅河干流桥
双鹤湖北
仁政嘉园
仁兴嘉园
郑州中医骨伤病医院港区医院
Y020
淮海路
淮海路跨梅河干流桥
莲鹤苑
建业云境
招商公园与湖北苑
200 米

图 1-1　　医院地理位置图

图1-2　　医院效果图

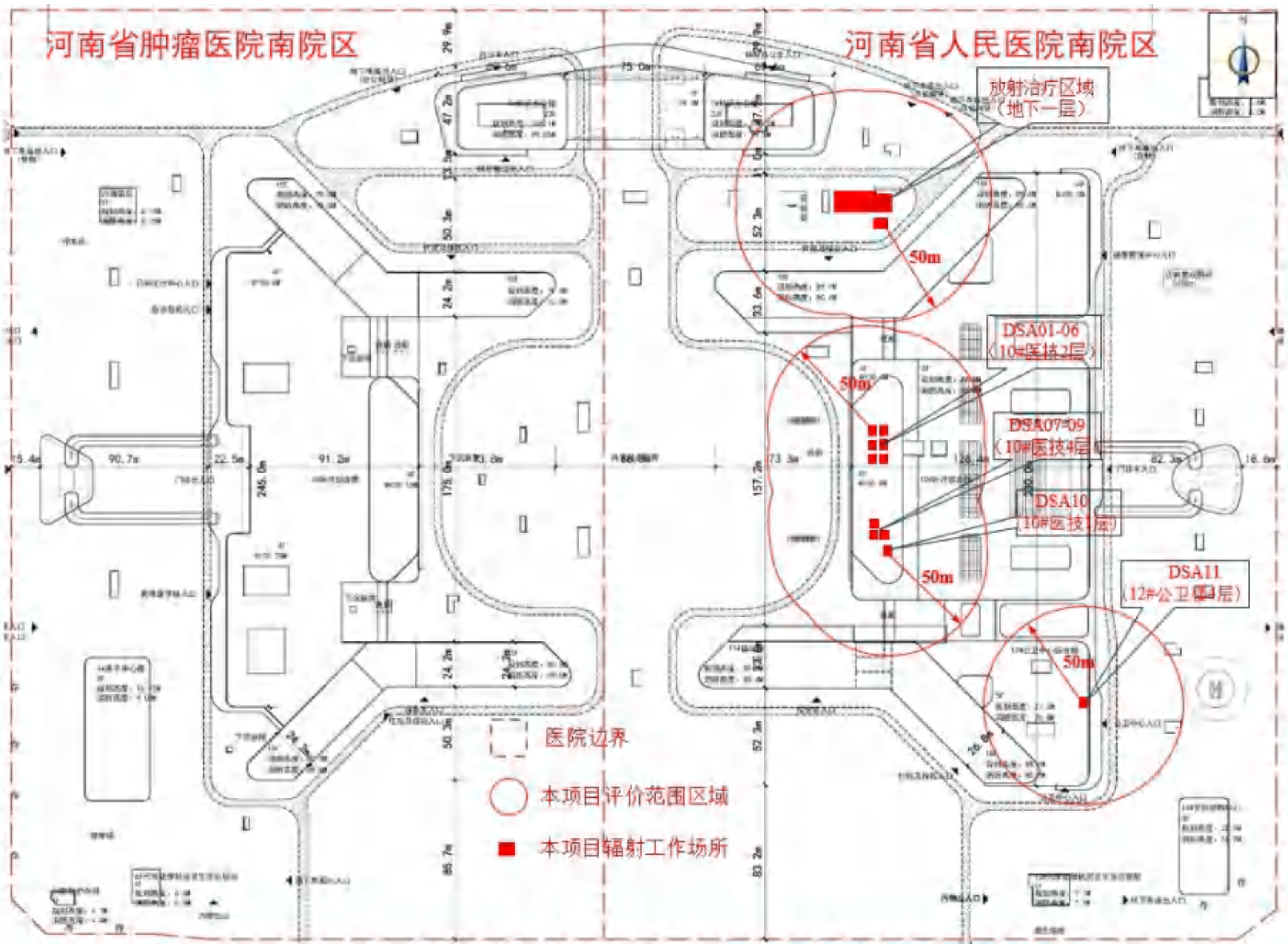

河南省肿瘤医院南院区
河南省人民医院南院区
放射治疗区域
（地下一层）
DSA01-06
（10#医技2层）
DSA07-09
（10#医技4层）
DSA10
（10#医技1层）
DSA11
（12#公卫楼4层）
50m
50m
50m
50m
医院边界
本项目评价范围区域
本项目辐射工作场所

图 1-3　　周边关系图

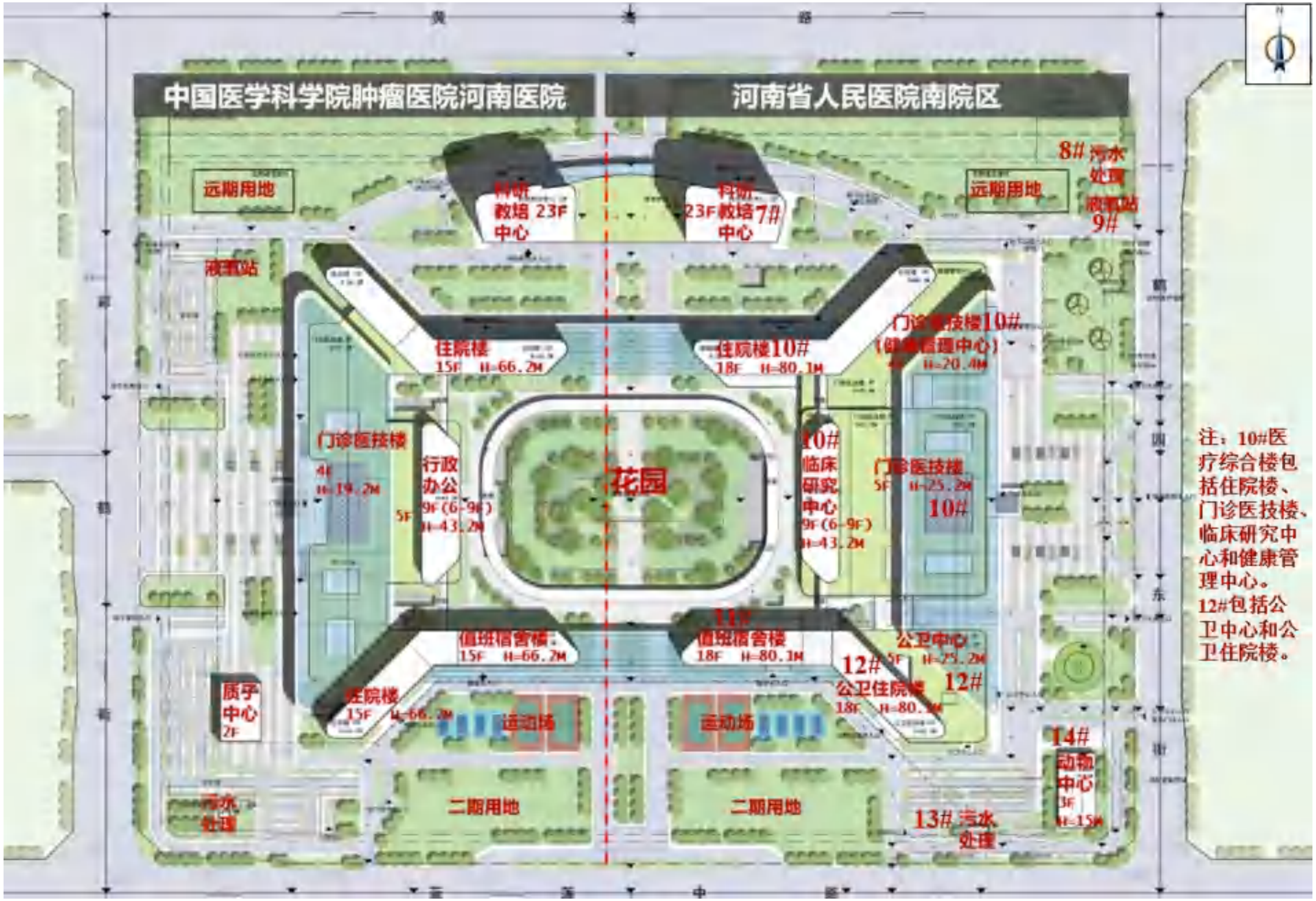

中国医学科学院肿瘤医院河南医院
河南省人民医院南院区
远期用地
远期用地
8# 污水处理
液氧站 9#
科研教培中心 23F
23F 科研教培中心 7#
液氧站
住院楼 15F H=66.2M
住院楼10# 18F H=80.1M
门诊医技楼10# (健康管理中心) 4F H=20.4M
门诊医技楼 4F H=19.2M
行政办公 5F 9F(6-9F) H=43.2M
花园
10# 临床研究中心 9F(6-9F) H=43.2M
门诊医技楼 5F H=25.2M 10#
值班宿舍楼 15F H=66.2M
11# 值班宿舍楼 18F H=80.1M
公卫中心 5F H=25.2M
12# 公卫住院楼 18F H=80.1M 12#
住院楼 15F H=66.2M
运动场
运动场
质子中心 2F
14# 动物中心 3F H=15M
污水处理
二期用地
二期用地
13# 污水处理
注：10#医疗综合楼包括住院楼、门诊医技楼、临床研究中心和健康管理中心。12#包括公卫中心和公卫住院楼。

图 1-4　总平面布置图

1.5.2 平面布局

本项目拟购 4 台放射治疗设备，其中，2 间直线加速器（加速器 01、02）机房、1 间后装治疗机房及 1 间 CT 模拟定位机房均位于地下一层放疗科。放疗科位于地下一层西北侧（10 号医疗综合楼住院楼北侧与 7 号科研办公楼科研教培中心南侧中间的地下区域），放疗科上方为院内绿地，下方为地下二层车库、人防工程。拟购 11 台 DSA 设备，其中 6 台 DSA 在 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心（DSA01~06 手术室）；3 台 DSA 在 10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科（DSA07~09 手术室）；1 台 DSA 在 10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心（DSA10 手术室）；1 台 DSA 在公卫中心 4 层 DSA 手术室（DSA11 手术室）。各机房四邻关系见表 1-4 及**图 1-5~图 1-18**。

表 1-4　　本项目各机房规划四周情况

机房名称	上层	下层	西侧	南侧	东侧	北侧	迷路情况	主屏蔽墙
直线加速器 01 机房	院内空地及道路	结构空腔（下方土层）	核医学放废暂存库房、污染被服存放间、配电间	水冷机房、控制室、等候区	加速器 02 机房	核医学空调机房、停车场	南侧“L”型迷路	西墙、东墙、顶棚
直线加速器 02 机房	院内空地及道路	结构空腔（下方土层）	加速器 01 机房	水冷机房、控制室、等候区、步梯间	步梯间、后装治疗机房、排风井	停车场	南侧“L”型迷路	西墙、东墙、顶棚
后装治疗机房	院内空地及道路	停车场	加速器 02 机房	步梯间、电梯间、排烟排风机房	控制室、污物间、缓冲走廊	步梯间	南侧直迷路	--
CT 模拟定位机房	院内空地及道路	停车场	更衣室、制模室	走廊	控制室	走廊	--	--
DSA 01 手术室	接种及培养间、真菌室、HIV 间、缓冲区、污物通道	控制廊、CT 机房、医患通道	控制室、洁具间	污物通道	无菌库、配电间、设备间	医患通道	--	--

续表 1-4　　本项目各机房规划四周情况

机房名称	上层	下层	西侧	南侧	东侧	北侧	迷路情况	主屏蔽墙
DSA 02 手术室	血清室、流式细胞实验室	控制廊、CT 预留设备机房、医患走廊	医患通道	污物通道	控制室、设备间	医患通道	--	--
DSA 03 手术室	取材室、污物通道	MRI 机房、控制廊、数字胃肠机房	医患通道	医患通道	设备间、控制室	污物通道	--	--
DSA 04 手术室	扩增间、产物分析间、测序间、缓冲区、PCR 分子实验区、污物走廊	MRI 机房、控制廊、DR 机房	设备间、控制室	医患通道	洁具间、耗材库、铅衣存放间	污物通道	--	--
DSA 05 手术室	污染区、细胞沉渣标本处理间、冰冻及细胞诊断间、综合实验室	设备间、注射/抢救室、配电间、女更衣室、MRI 机房、控制室、医患走廊	医患通道	污物通道	控制室、设备间	医患通道	--	--
DSA 06 手术室	综合制片室（常规、分子、免疫、特染）、综合染色室（HE、IHC、HC）、污染区、分子结果及实验数据处理间、预留实验室、FISH 实验室	MRI 机房、设备间、控制室、医患走廊	控制室、设备间	污物通道	无菌库、污物暂存间	医患通道	--	--
DSA 07 手术室	医患通道、楼梯间、净化机房	检查包装灭菌区	控制室、设备间	洁净走廊	无菌库、仪器库	医患通道	--	--
DSA 08 手术室	净化机房	男淋卫间、洁具间、男更值班室、女值班室、更鞋区、检查包装灭菌区	医患通道	洁净走廊	控制室、设备间	医患通道	--	--
DSA 09 手术室	净化机房	护士长办/中控室、一次性物品库、检查包装灭菌区	医患通道	医患通道	MRI 检查室、控制室	洁净走廊	--	--

续表 1-4　　本项目各机房规划四周情况

机房名称	上层	下层	西侧	南侧	东侧	北侧	迷路情况	主屏蔽墙
DSA 10 手术室	办公室、检查室、医患通道、护士长办、主任办	停车场	控制室、设备间、就餐休息室	导诊、保洁更衣间	患者缓冲区、准备复苏区、污物暂存间、女护士更衣间	医患通道	--	--
DSA 11 手术室	ICU-6 病房、医患通道、储镜室	ICU-3 病房、医患通道、储镜室	缓冲区、医患通道	医患通道、控制室	医患通道	污物通道	--	--

图 1-5　　南院区地下一层 A 区平面布局示意图

图 1-6　　南院区放疗科下方地下二层平面布局示意图

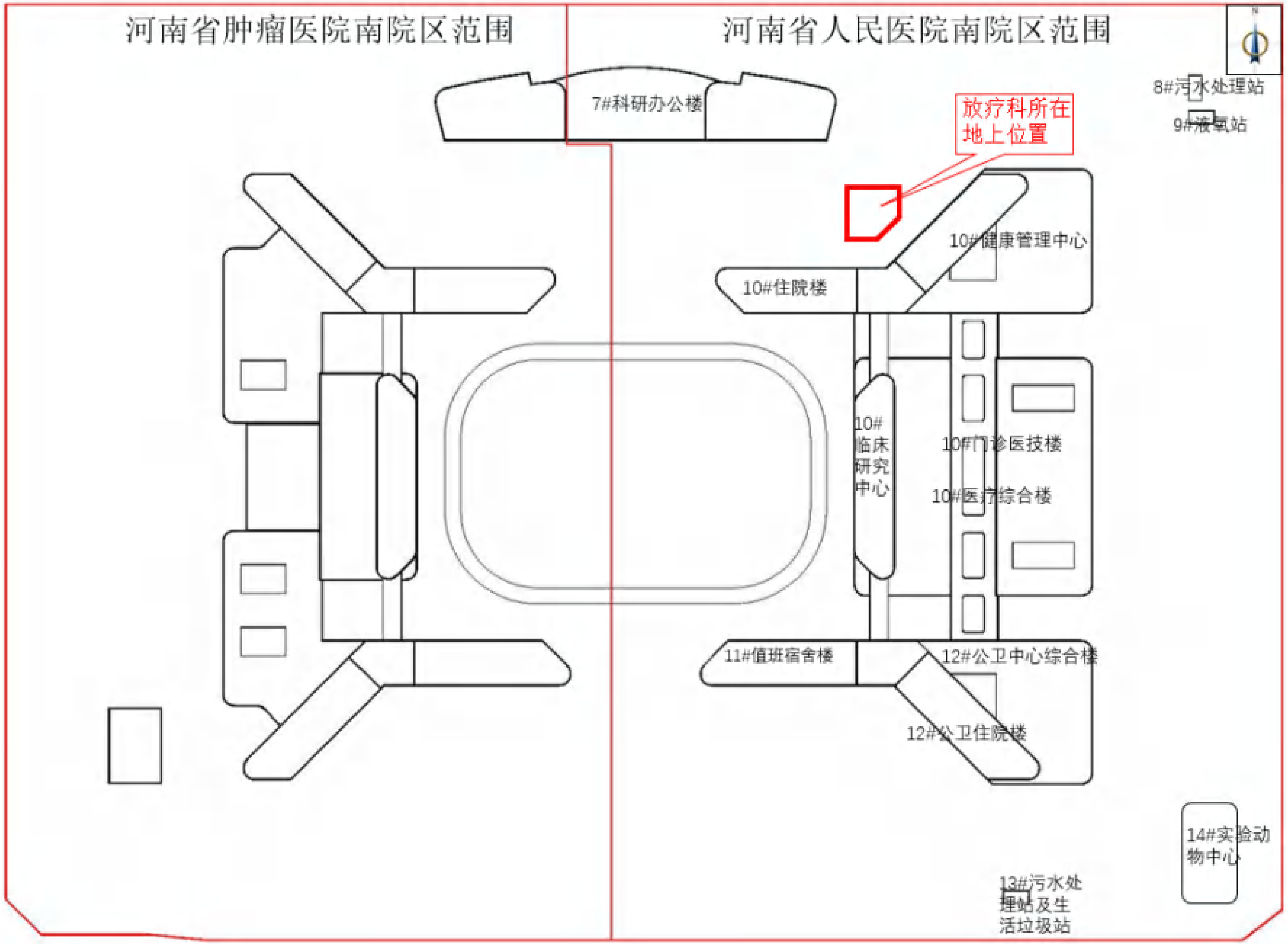


图 1-7　　南院区地面平面布局示意图

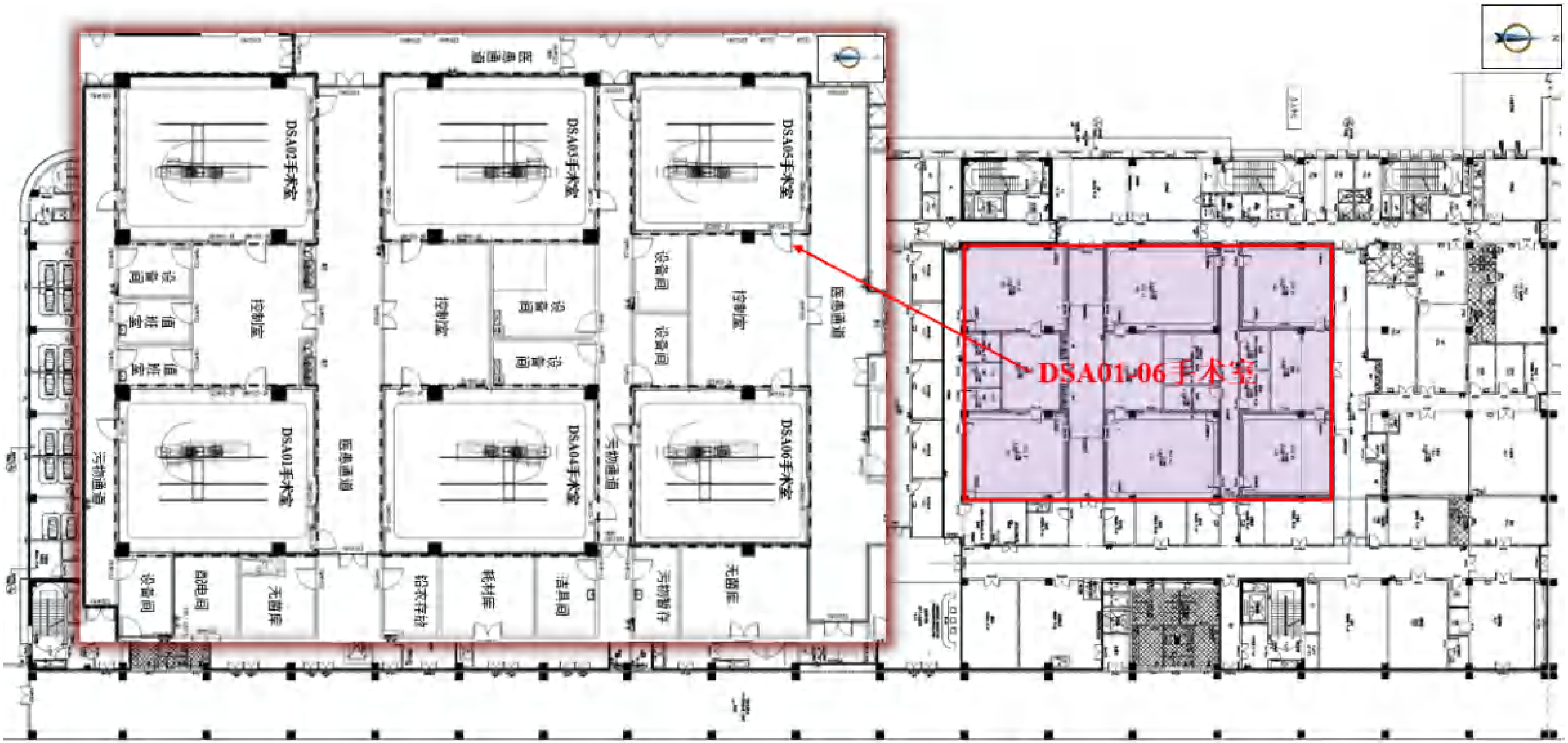


图 1-8　　10 号医疗综合楼二层 DSA01-06 手术室平面布局图示意图

图 1-9　　10 号医疗综合楼一层平面布局示意图（DSA01-06 手术室下层）

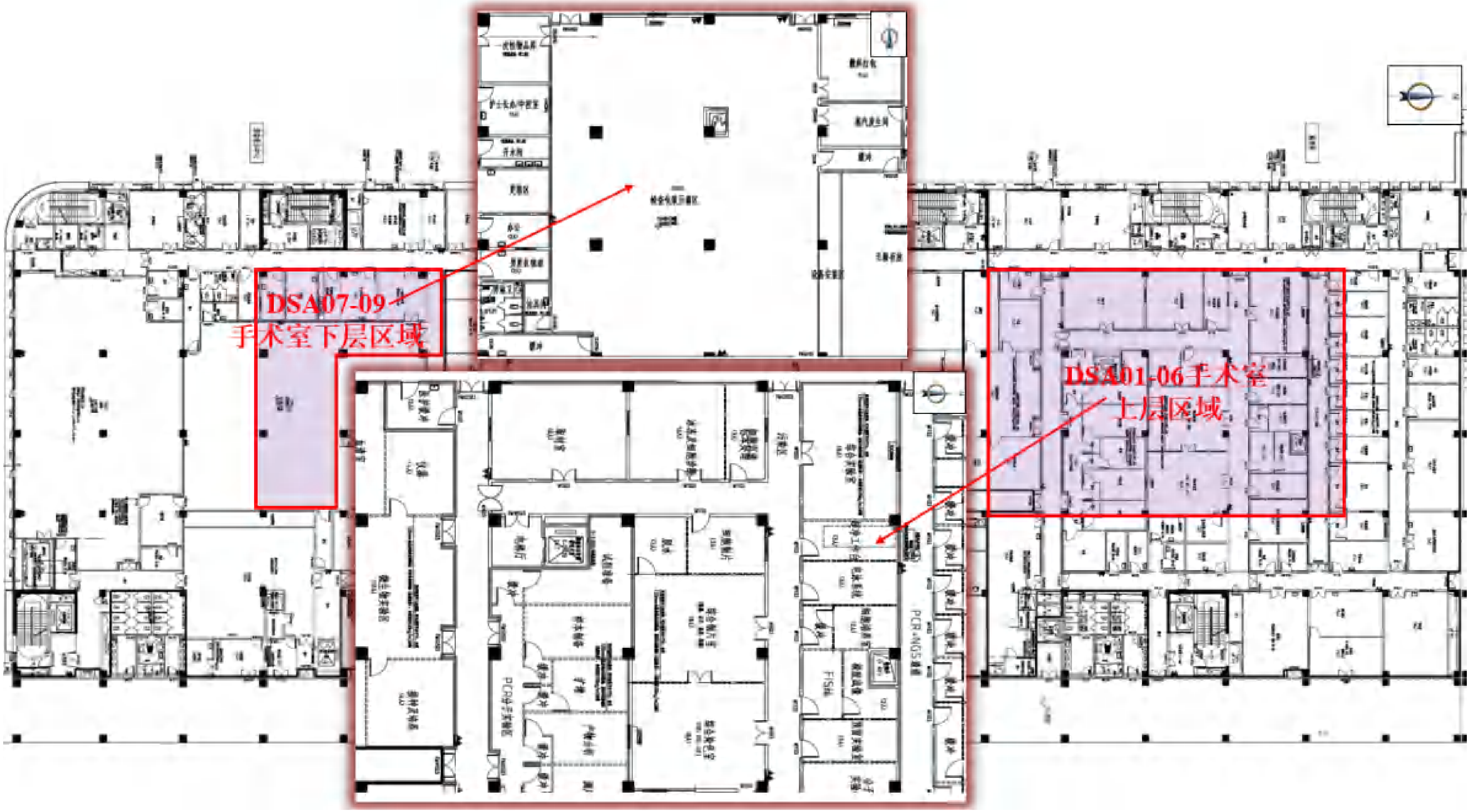


图 1-10　　10 号医疗综合楼三层平面布局示意图（DSA01-06 手术室上层、DSA07-09 手术室下层）

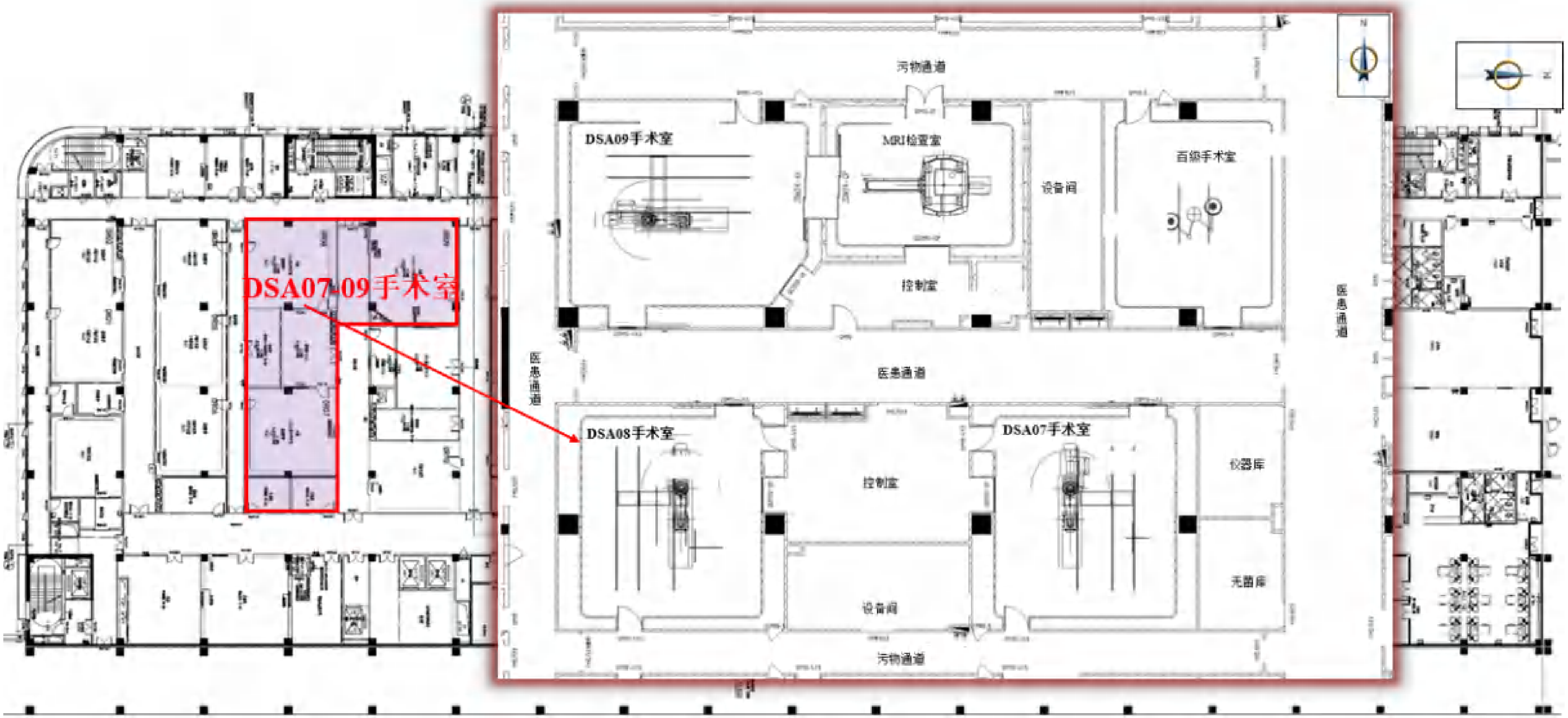


图 1-11　　10 号医疗综合楼四层 DSA07-09 手术室平面布局示意图

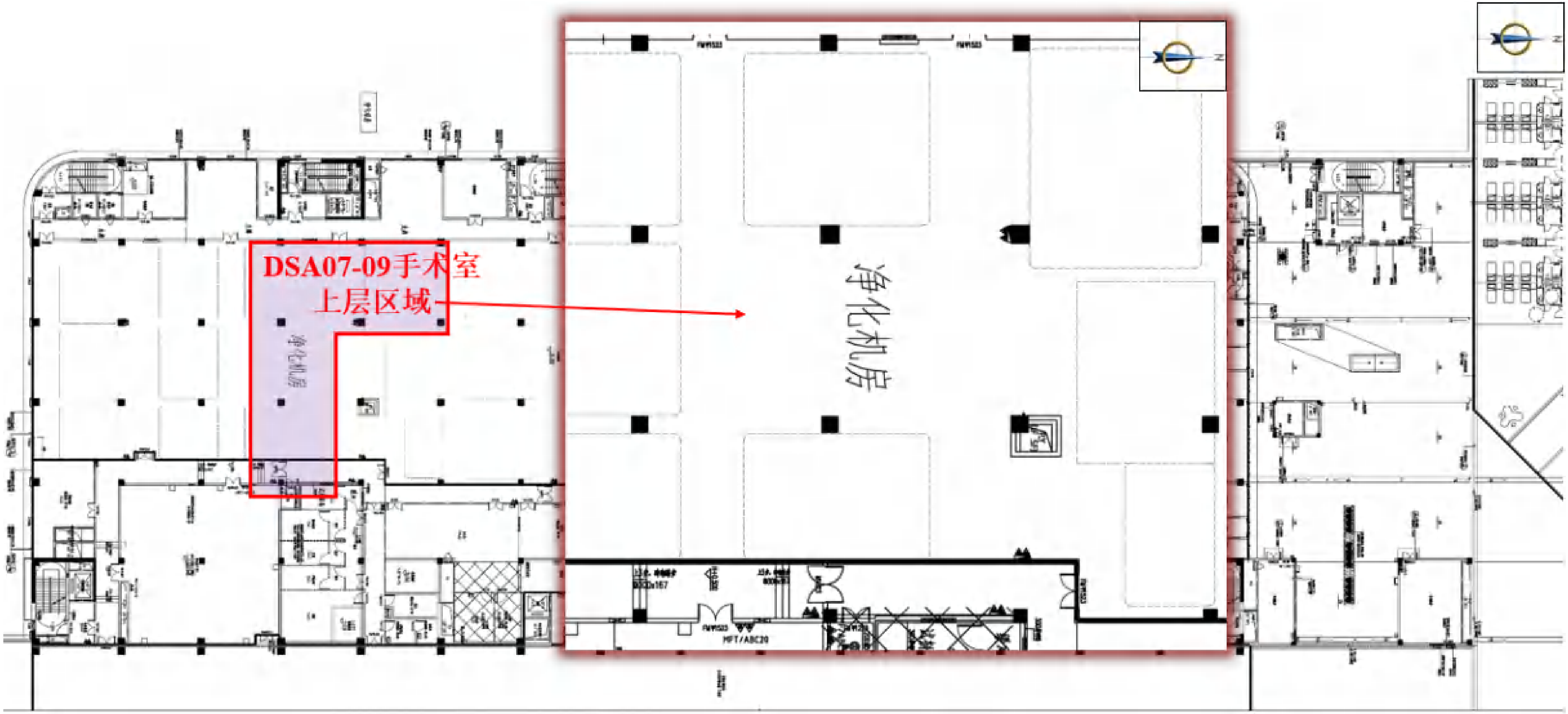


图 1-12　　10 号医疗综合楼五层平面布局示意图（DSA07-09 手术室上层）

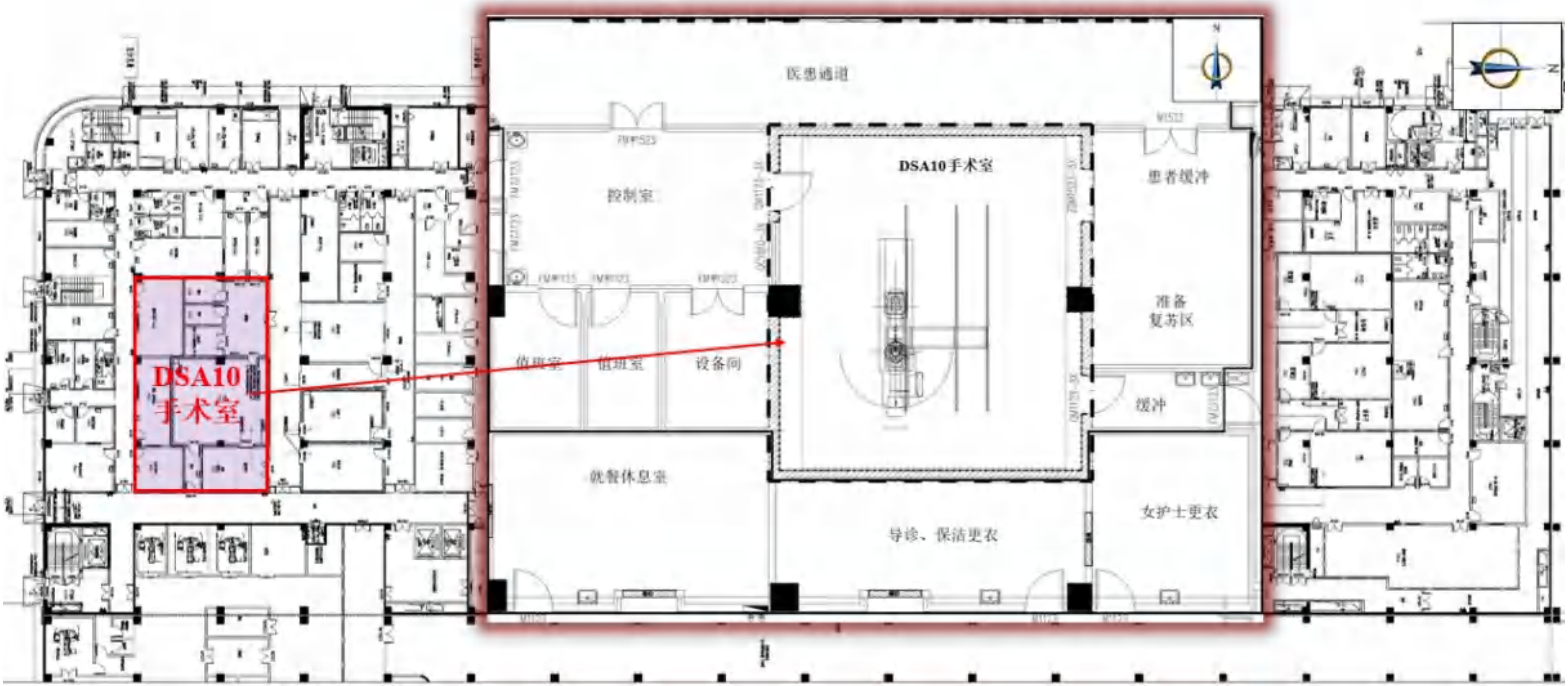


图 1-13　　10 号医疗综合楼一层平面布局图示意图

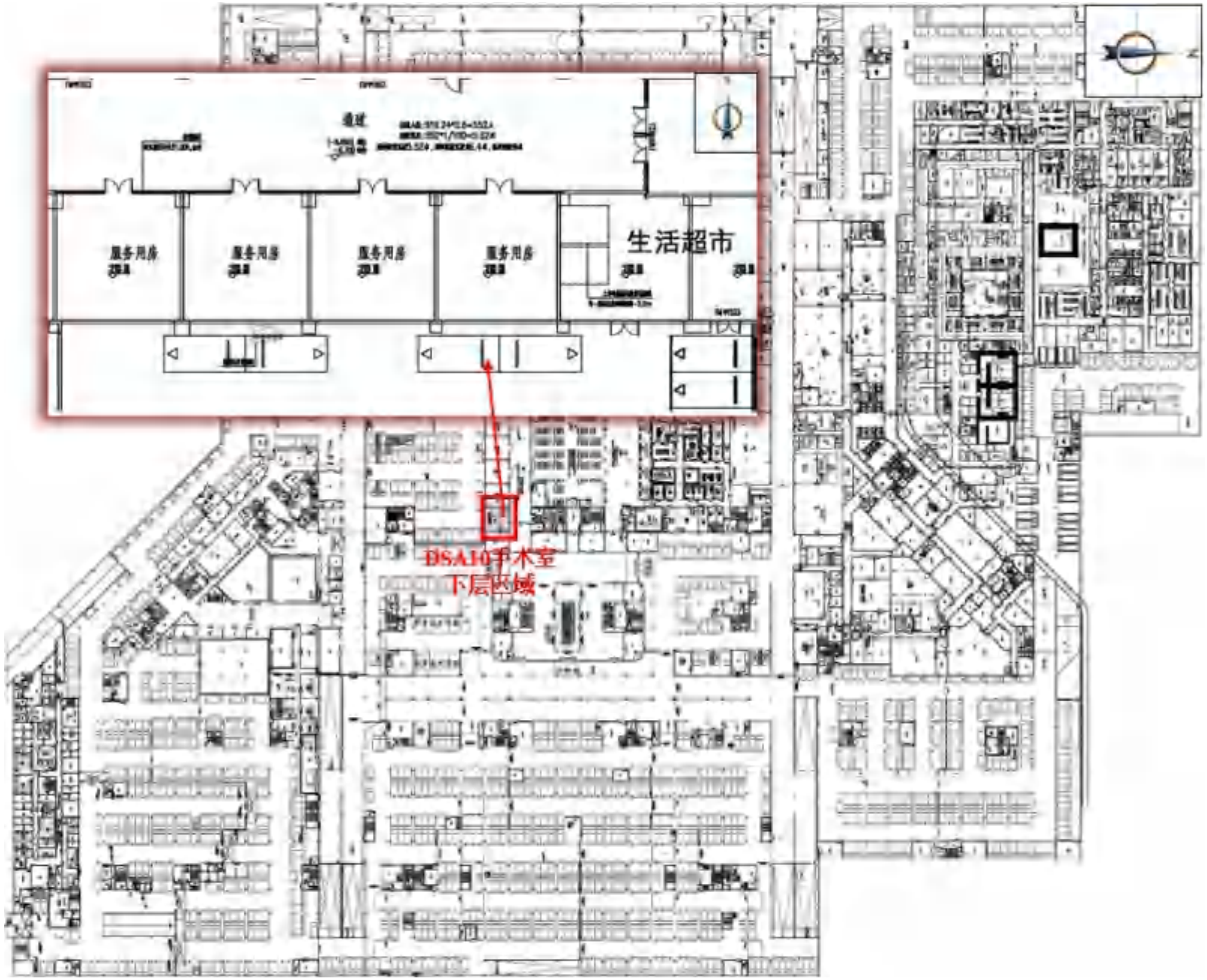


图 1-14　　医院地下一层平面布局示意图（DSA10 手术室下层）

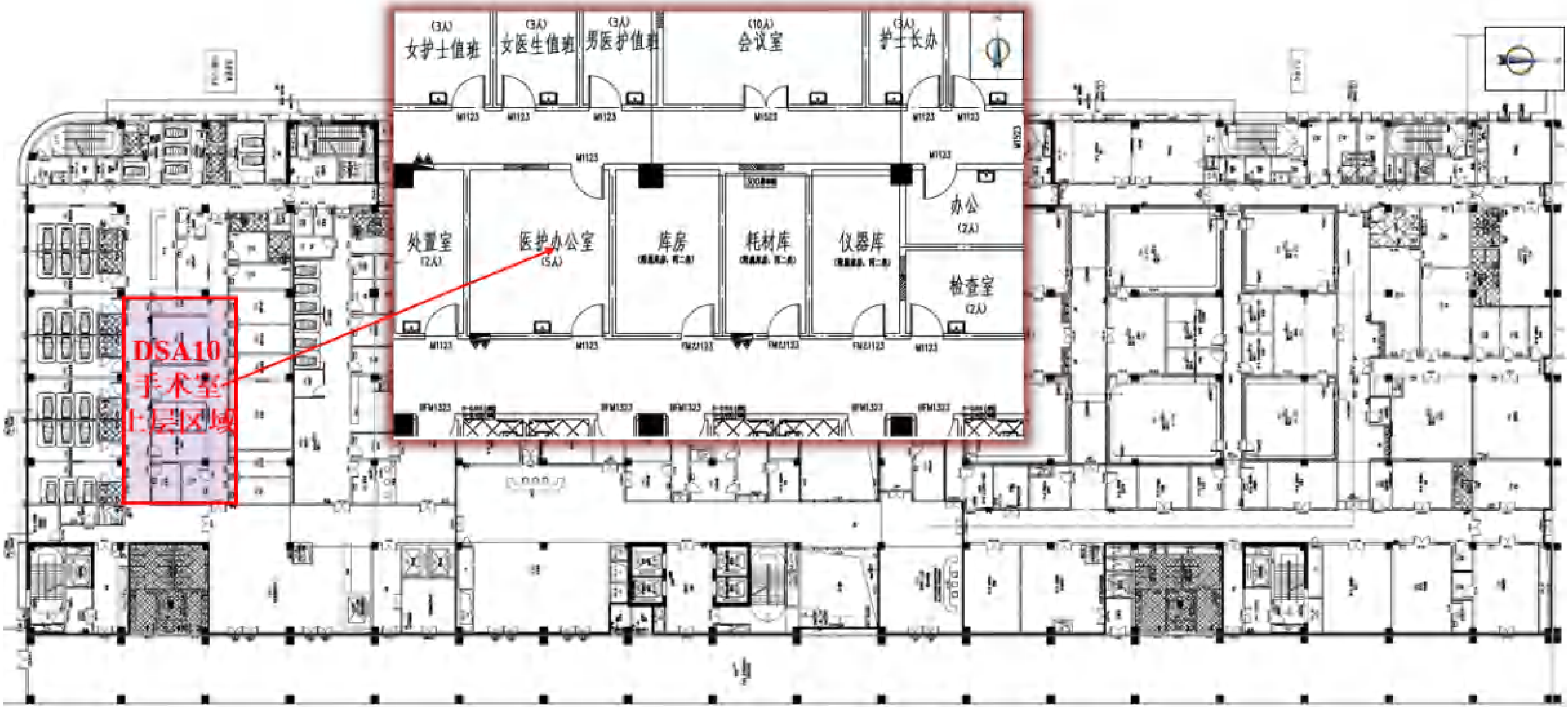


图 1-15　　10 号医疗综合楼二层平面布局示意图（DSA10 手术室上层）

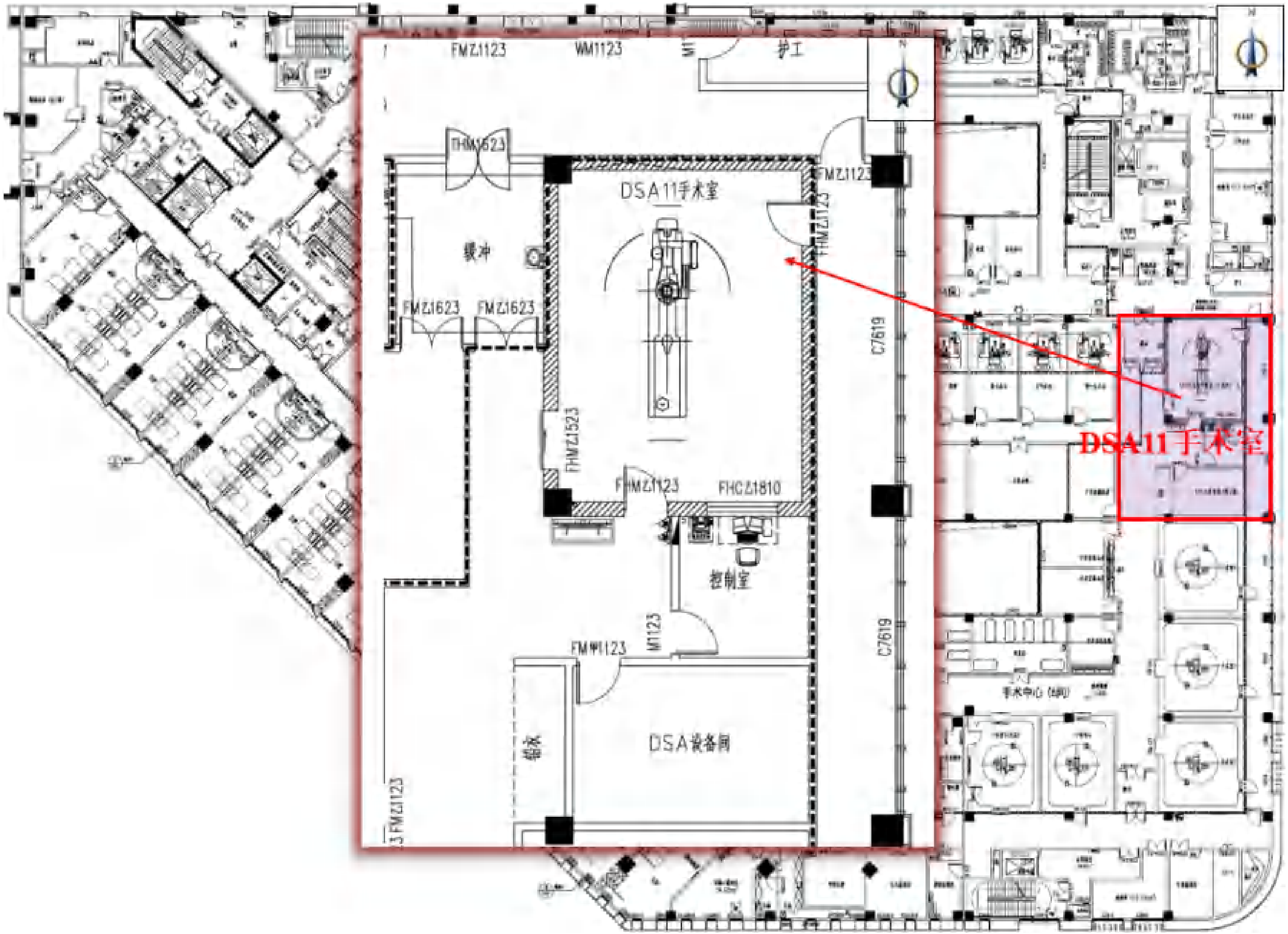


图 1-16　　12 号公卫楼四层平面布局图示意图

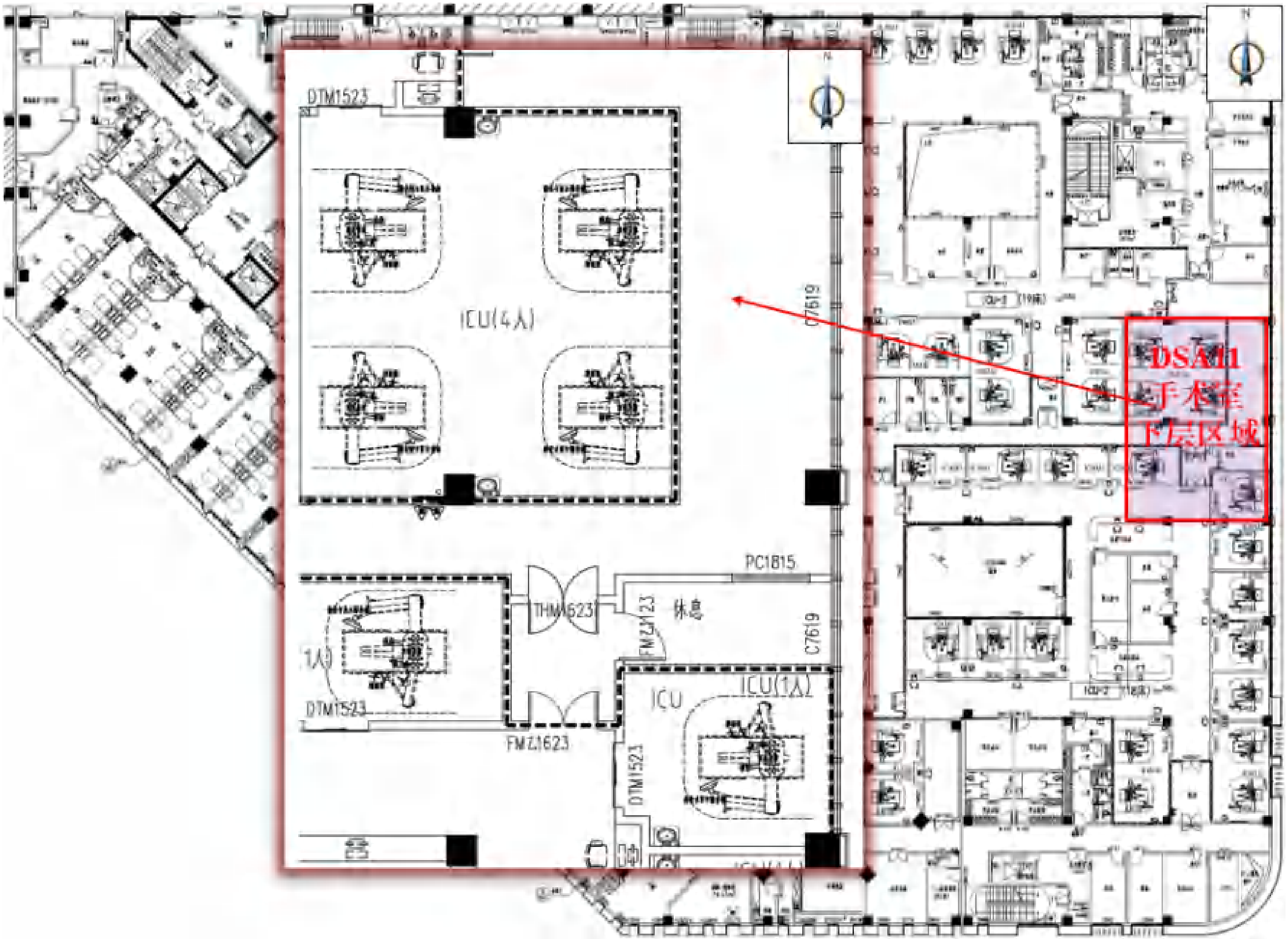


图 1-17　　12 号公卫楼三层平面布局示意图（DSA11 手术室下层）

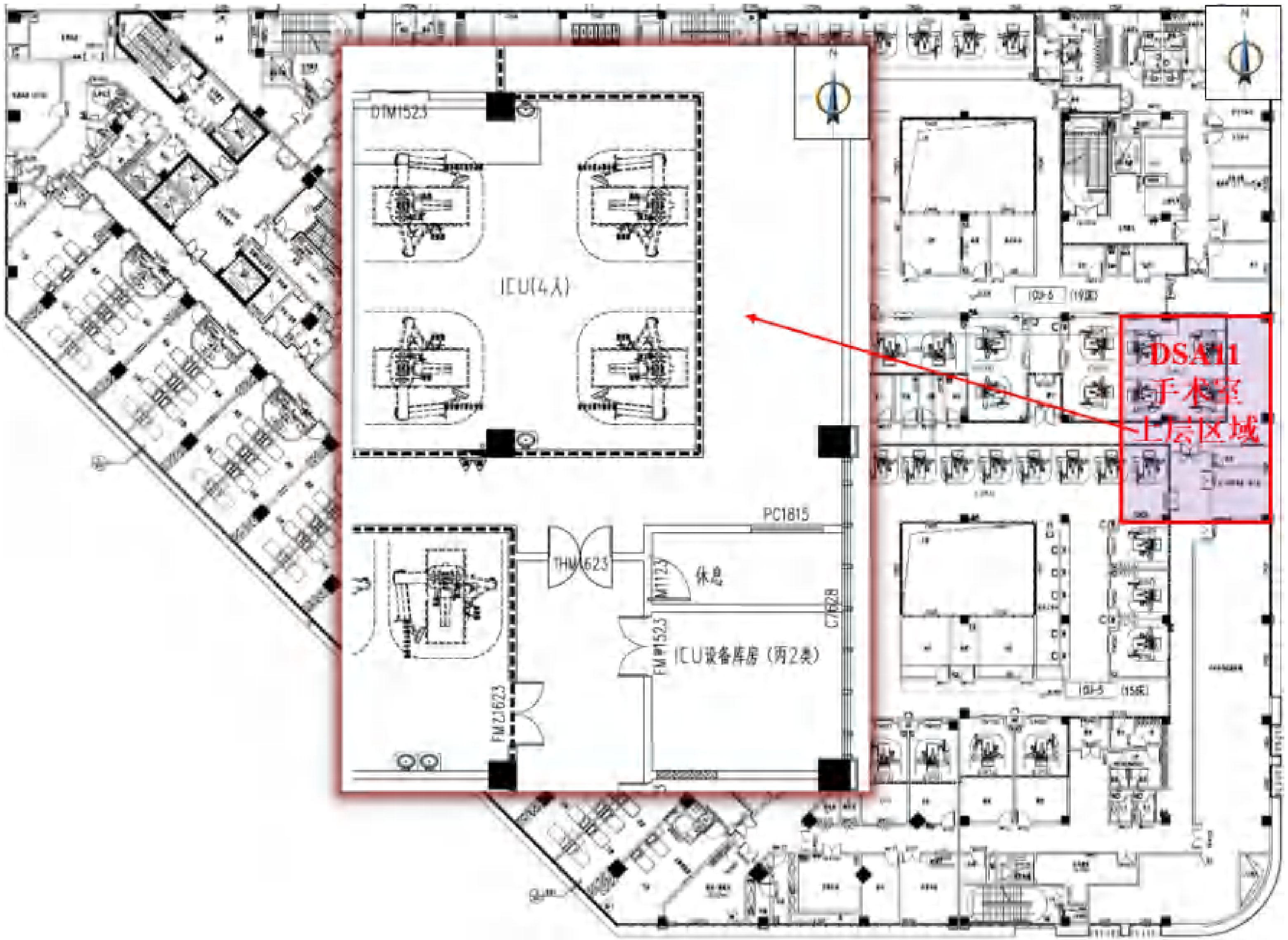


图 1-18　　12 号公卫楼五层平面布局示意图（DSA11 手术室上层）

1.5.3 项目选址合理性分析

（1）放射治疗工作场所选址合理性分析

本项目 2 间加速器机房、1 间后装治疗机房及 1 间 CT 模拟定位机房均位于南院区地下一层，辐射工作场所周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，对照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），本项目放射诊疗工作场所选址合理性分析见表 1-5。

表 1-5　　本项目放射治疗场所选址合理性分析一览表

标准名称	标准要求	本项目情况	是否合理
《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）	5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。	本项目放射治疗各机房均集中布置在地下一层 A 区东北部放疗科（位于院区内 7 号科研楼和 10 号医疗综合楼中间），设计充分考虑了相邻用房及周围场所人员防护与安全。	合理
	5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。		合理

综上所述，本项目放射治疗工作场所选址合理。

（2）介入诊疗工作场所选址合理性分析

本项目拟安装 11 台 DSA，1 台 DSA 安装于公卫中心 4 层 DSA 手术室，1 台 DSA 安装于 10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心，3 台 DSA 安装于 10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科，6 台 DSA 安装于 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心。**各 DSA 手术室均采取了有效的屏蔽措施，充分考虑了周围场所的人员辐射安全与防护。**对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），本项目介入诊疗工作场所选址合理分析见表 1-6。

表 1-6　　本项目介入诊疗场所选址合理性分析一览表

标准名称	标准要求	本项目情况	是否合理
《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）	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。	本项目各 DSA 工作场所均采取了有效的屏蔽措施，设计充分考虑了相邻用房及周围场所人员防护与安全。	合理
	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。		合理

综上分析，本项目介入诊疗工作场所选址合理。

1.5.4 平面布局合理性分析

（1）放射治疗工作场所

本项目放射治疗工作场所平面布局合理性分析见表 1-7。

表 1-7　　本项目放射治疗场所平面布局合理性分析一览表

标准名称	标准要求	本项目情况	是否合理
《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）	**6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端。**	**本项目拟建 2 间加速器机房和 1 间后装治疗机房位于南院区地下一层 A 区东北部。加速器机房上方为院内空地，下方为结构空腔；后装治疗机房上方为院内空地，下方为地下停车场。**	合理
	6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。	**本项目拟将 2 间直线加速器机房和 1 间后装治疗机房包括治疗室和迷路设为控制区，其余相邻的区域设为监督区。**	合理
	6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。	本项目各放射治疗机房控制室与治疗机房分开设置，辅助机房也设置于治疗机房外。	合理
	6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。	本项目 2 间加速器机房有用线束的朝向均为朝东、朝西、朝上和朝下，控制室等居留因子较大的房间位于加速器机房南侧，未与加速器机房直接毗邻，中间隔有迷道，未处于被有用线束直接照射区域。	合理
	6.1.6 X 射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路；γ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。	本项目 2 间加速器机房、1 间后装治疗机房均设置有迷路。	合理

综上分析，本项目放射治疗工作场所平面布局合理。

（2）介入诊疗工作场所

本项目介入诊疗工作场所平面布局合理性分析见表 1-8。

表 1-8　　本项目放射治疗场所平面布局合理性分析一览表

<table>
<tr><th>标准名称</th><th>标准要求</th><th>本项目情况</th><th>是否合理</th></tr>
<tr><td rowspan="2">《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020）</td><td>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。</td><td rowspan="2">本项目各 DSA 均设置单独的检查室，配套有相应的控制室，控制室与检查室之间设有观察窗，工作人员可在控制室通过观察窗观察受检者状态。</td><td>合理</td></tr>
<tr><td>6.1.4 移动式 X 射线机（不含床旁摄影机和急救车配备设备）在使用时，机房应满足相应布局要求。</td><td>合理</td></tr>
</table>

综上分析，本项目介入诊疗工作场所平面布局合理。

1.5.5 项目环境保护目标

根据项目周边环境关系情况可见，拟建辐射工作场所周边 50m 范围内为医院内部区域（见图 1-3），因此，本项目环境保护目标主要为评价范围内的辐射工作人员、医院内活动的医患人员等，具体见表 7-1。

1.6 产业政策符合性分析

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目的建设属于其中第一类“鼓励类”第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”。本项目建设符合国家产业政策。

1.7 实践的正当性

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“4.3辐射防护要求”“4.3.1实践的正当性”“4.3.1.1对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。”

河南省人民医院南院区地理位置优越，病人能够就近治疗；核技术的应用，有其他技术无法替代的特点，在缓解病情、保证病人健康、挽救病人生命方面能起到十分重要的作用。本项目的应用将为病人提供一个优越的诊疗环境，提高人民生活质量，具有明显的社会效益；同时将提高医院的档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，在保证病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

本项目符合国家及地方产业政策要求，在落实项目实施方案和本报告中提出的辐射安全防护措施及管理要求后，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小，且能够满足相关标准要求。因此，本项目的应用对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益要远大于其可能引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“医疗实践正当性”的要求。

1.8 原有核技术应用项目许可情况

河南省人民医院现已取得河南省生态环境厅换发的《辐射安全许可证》，证书编号：豫环辐证[10381]，种类和范围：使用 III 类、V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。发证日期为 2024 年 12 月 11 日，有效期至 2028 年 04 月 05 日。建设单位辐射安全许可证详见附件 2，已许可的内容见表 1-9、1-10、1-11。

表 1-9　　已获许可的放射源一览表

序号	核素	类别	总活度（贝可）/活度（贝可）×枚数	活动种类	场所名称	环评批复情况	验收批复情况
1	Ir-192	III类	3.7E+11×4	使用	2 号楼负二楼放疗科机房	郑环审[2023]19 号	自主验收（2024 年 8 月）
2	Ge-68	V 类	6.29E+7×4	使用	5 号楼负一楼核医学科	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
3	Gd-153	V 类	3.7E+8×1	使用		备案号 201941010500000081	
4	Co-57	V 类	1.36E+8×1	使用			
5	Co-57	V 类	1.85E+6×1	使用			

注：上述放射源辐射活动场所均在河南省郑州市金水区河南省人民医院。

表 1-10　　已获许可的非密封放射性物质一览表

序号	核素	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	活动种类	工作场所名称	场所等级	环评批复情况	验收批复情况
1	I-123	7.4E+7	1.5E+11	使用	5 号楼负一楼核医学科	乙级	豫环辐表（2008）187 号	豫环辐验[2014]35 号
2	I-131	4.0E+7	9.33E+10	使用				
3	Sr-89	7.4E+6	1.33E+10	使用				
4	P-32	1.37E+7	8.8E+9	使用				
5	Sm-153	9.3E+6	2.22E+11	使用				

续表 1-10　　已获许可的非密封放射性物质一览表

序号	核素	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	活动种类	**工作场所名称**	场所等级	环评批复情况	验收批复情况
6	I-125（粒子源）	1.18E+7	1.78E+12	使用	**5 号楼负一楼核医学科**	乙级	豫环辐表（2008）187 号	豫环辐验[2014]35 号
7	Tc-99m	1.11E+8	3.33E+13	使用				
8	Lu-177	2.22E+9	5.55E+11	使用			辐射安全分析（2019 年 1 月）	
9	Ra-223	1.11E+8	2.22E+9	使用			辐射安全分析（2023 年 4 月）	
10	F-18	1.48E+7	3.7E+11	使用	**影像中心负一楼 PET-CT 中心**	丙级	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
11	Ga-68	3.7E+6	9.25E+10	使用			辐射安全分析（2019 年 1 月）	
12	**Ge-68（Ga-68）**	**1.48E+6**	**2.96E+9**	**使用**				
13	**Ge-68（Ga-68）**	**3.7E+6**	**3.7E+9**	**使用**	**5 号楼三层 PET-MR**	**乙级**	**郑环审[2024]54 号**	**自主验收（2025 年 5 月）**
14	**N-13**	**2.22E+7**	**5.55E+11**	**使用**		**乙级**		
15	**F-18**	**2.96E+7**	**7.4E+12**	**使用**		**乙级**		
16	**Ga-68**	**2.96E+7**	**7.4E+11**	**使用**		**乙级**		
17	**C-11**	**6.66E+7**	**1.67E+12**	**使用**		**乙级**		

注：上述非密封放射性物质工作场所均在河南省郑州市金水区河南省人民医院。

表 1-11　　已获许可的射线装置一览表（豫环辐证[10381]）

序号	装置名称	规格型号	类别	场所	环评批复情况	验收批复情况
1	CT 模拟机	uCT820	III类	2 号楼负二楼放疗科机房	备案号 202341010500000198	
2	术中放疗机	INTRABEAMPRS500	II类	2 号楼三楼手术室	豫环审[2019]9 号	自主验收（2023 年 6 月）
3	术中 CT	Definitlon AS64slice	III类	2 号楼三楼手术室		
4	ECT	Intevo16	III类	5 号楼负一楼核医学科	备案号 201941010500000081	
5	C 臂	Ziehm8000	III类	2 号楼三楼手术室	备案号 201941010500000010	
6	C 臂	Compact L	III类	2 号楼三楼手术室		

续表 1-11　　已获许可的射线装置一览表（豫环辐证[10381]）

序号	装置名称	规格型号	类别	场所	环评批复情况	验收批复情况
7	C 臂	ARCADIS Varic	III类	2 号楼三楼手术室	备案号 201941010500000010	
8	O 形臂	O-arm1000	III类	2 号楼三楼手术室		
9	C 臂	Compact L	III类	2 号楼三楼手术室		
10	高端 CT	Revolution	III类	7 号楼一楼国际诊疗中心		
11	DR	YsioMax	III类	7 号楼一楼国际诊疗中心		
12	牙片机	ExpertDC	III类	15 号楼二楼口腔内科		
13	C 臂	Ziehm8000	III类	3 号楼三楼内镜中心（新）		
14	C 臂	MultiDiagnostEleva	III类	3 号楼三楼内镜中心		
15	DR	uDR780i	III类	5 号楼负一楼放射科		
16	口腔 CT	CS9300CSelect	III类	5 号楼负一楼放射科	备案号 202241010500000010	
17	数字胃肠机	LuminosFusion	III类	5 号楼负一楼放射科		
18	C 臂	uMC560i	III类	2 号楼三楼手术室		
19	64 排 CT	ScintCare CT128	III类	3 号楼负一楼	备案号 202441010500000241	
20	移动 DR	UDR380i Pro	III类	12 号楼 8 楼感染科 ICU	备案号 202441010500000129	
21	移动 DR	UDR380i Pro	III类	7 号楼 4 楼呼吸重症 ICU		
22	16 排 CT	Brilliance	III类	3 号楼负一楼	备案号 202441010500000128	
23	北斗 CT	UCT780	III类	5 号楼一楼	备案号 202241010500000001	
24	128 排 CT	IQon spectral CT	III类	北院区 3 号楼 1 楼东	备案号 2024410700010000038	
25	飞利浦 CT	Spectral CT	III类	7 号楼一楼体检中心	备案号 202341010500000098	
26	移动 DR	UDR370i	III类	7 号楼 4 楼呼吸亚重症 ICU	备案号 201941010500000087	
27	DR	RAD Speed	III类	7 号楼一楼体检中心		

续表 1-11　　已获许可的射线装置一览表（豫环辐证[10381]）

<table>
<tr><th>序号</th><th>装置名称</th><th>规格型号</th><th>类别</th><th>场所</th><th>环评批复情况</th><th>验收批复情况</th></tr>
<tr><td>28</td><td>宝石 CT</td><td>GEDiscoveryCT750HD</td><td>III类</td><td>影像中心二楼</td><td colspan="2" rowspan="7">备案号
201941010500000087</td></tr>
<tr><td>29</td><td>16 排 CT</td><td>Brilliance</td><td>III类</td><td>5 号楼负一楼放射科</td></tr>
<tr><td>30</td><td>64 排 CT</td><td>Ingenuity CT</td><td>III类</td><td>5 号楼负一楼放射科</td></tr>
<tr><td>31</td><td>移动 DR</td><td>UDR370i</td><td>III类</td><td>1 号楼 8 楼儿童重症 ICU</td></tr>
<tr><td>32</td><td>移动 CT</td><td>NL3000</td><td>III类</td><td>救护车</td></tr>
<tr><td>33</td><td>DR</td><td>MULITIX SELECT</td><td>III类</td><td>13 号楼一楼眼科</td></tr>
<tr><td>34</td><td>移动 DR</td><td>Sirius 130HP</td><td>III类</td><td>12 号楼 8 楼感染科 ICU</td></tr>
<tr><td>35</td><td>乳腺机</td><td>Hologic</td><td>III类</td><td>5 号楼负一楼放射科</td><td colspan="2" rowspan="3">豫环辐表（2008）187（以评代验）</td></tr>
<tr><td>36</td><td>ECT</td><td>GEDiscoveryNM/CT670</td><td>III类</td><td>5 号楼负一楼核医学科</td></tr>
<tr><td>37</td><td>ECT</td><td>GEInfinia Hawkeye4</td><td>III类</td><td>5 号楼负一楼核医学科</td></tr>
<tr><td>38</td><td>DSA</td><td>Artis zee III Biplane</td><td>II类</td><td>2 号楼二楼第九导管室</td><td colspan="2" rowspan="2">辐射安全分析报告（2023 年 10 月）</td></tr>
<tr><td>39</td><td>DSA</td><td>Azurion3 M15</td><td>II类</td><td>2 号楼二楼第一导管室</td></tr>
<tr><td>40</td><td>CT</td><td>SOMATOM Definition AS64</td><td>III类</td><td>1 号楼一楼一站式 CT 机房</td><td colspan="2" rowspan="5">备案号
201941010500001163</td></tr>
<tr><td>41</td><td>移动 CT</td><td>NL3000</td><td>III类</td><td>2 号楼六楼</td></tr>
<tr><td>42</td><td>碎石机</td><td>Dornier Compact Delta II</td><td>III类</td><td>5 号楼负一楼碎石机机房</td></tr>
<tr><td>43</td><td>DR</td><td>DRX-Evolution Plus</td><td>III类</td><td>5 号楼一楼</td></tr>
<tr><td>44</td><td>PET-CT</td><td>uEXPLOPER</td><td>III类</td><td>影像中心负一楼 PET-CT 中心</td></tr>
<tr><td>45</td><td>3 号直线加速器</td><td>uRT-lianc 506c</td><td>II类</td><td>2 号楼负二楼放疗科机房</td><td>郑环审[2021]9 号</td><td>自主验收（2023 年 8 月）</td></tr>
<tr><td>46</td><td>骨密度仪</td><td>GELunar iDXA</td><td>III类</td><td>2 号楼一楼放射科</td><td rowspan="2">豫环辐表（2011）45 号</td><td rowspan="2">豫环辐验[2014]35 号</td></tr>
<tr><td>47</td><td>数字胃肠机</td><td>SONIAL VISION safire17</td><td>III类</td><td>2 号楼一楼放射科</td></tr>
</table>

续表 1-11　　已获许可的射线装置一览表（豫环辐证[10381]）

序号	装置名称	规格型号	类别	场所	环评批复情况	验收批复情况
48	DR	SEDECA LNOVAFA	III类	2 号楼一楼放射科	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
49	DR	Yiso	III类	2 号楼一楼放射科	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
50	双源 CT	SIENENS SOMATON 双源 CT	III类	2 号楼一楼放射科	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
51	回旋加速器	GEMINItrace	II类	影像中心负一楼 PET-CT 中心	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
52	PET-CT	Discovery VCT64	III类	影像中心负一楼 PET-CT 中心	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
53	2 号直线加速器	ElektaSynergy	II类	2 号楼负二楼放疗科机房	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
54	1 号直线加速器	Varian23EX	II类	2 号楼负二楼放疗科机房	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
55	DSA	GE Innova3100-IQ	II类	2 号楼二楼第二导管室	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
56	DSA	PHILIPS AlluraXperFD20	II类	2 号楼二楼第三导管室	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
57	DSA	SIEMENS Artis zeebiplane	II类	2 号楼二楼第五导管室	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
58	DSA	PHILIPS AlluraXperFD10	II类	2 号楼二楼第七导管室	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
59	DSA	PHILIPS AllureXperFD20	II类	2 号楼二楼第八导管室	豫环辐表（2011）45 号	豫环辐验[2014]35 号
60	DSA	PHILIPS AlluraXperFD10	II类	2 号楼二楼第六导管室	豫环辐表（2011）45 号	自主验收（2024 年 11 月）
61	DSA	Discoumcvey IGS 730	II类	7 号楼三楼手术室	郑环审[2020]95 号	自主验收（2023 年 8 月）
62	DSA	Artis Q biplane	II类	1 号楼一楼一站式 DSA 机房	郑环审[2020]95 号	自主验收（2023 年 8 月）
63	DSA	AllURA XPER FD20	II类	2 号楼三楼手术室	郑环审[2020]95 号	自主验收（2023 年 8 月）
64	16 排 CT	PHILIPS INGENUITY FLEX	III类	5 号楼负一楼放射科	备案号 202041010500001082	

续表 1-11　　已获许可的射线装置一览表（豫环辐证[10381]）

序号	装置名称	规格型号	类别	场所	环评批复情况	验收批复情况
65	CT	SOMATOM Force	III类	18 号楼一楼	备案号 202041010500001082	
66	C 臂	Cios Fusion	III类	2 号楼三楼手术室		
67	明峰 CT	ScintCare CT 128	III类	7 号楼一楼体检中心		
68	乳腺机	Selenia Dimensions	III类	7 号楼一楼体检中心		
69	双 96 排 CT	SOMATOM Force	III类	2 号楼负二楼 02 地块	备案号 202041010500002428	
70	320 排 CT	uCT960+	III类	2 号楼负二楼 02 地块		
71	64 排 CT	SOMATOM go.top	III类	2 号楼负二楼 02 地块		
72	DR	uDR780i	III类	5 号楼负一楼放射科		
73	C 臂	uMC560i	III类	2 号楼三楼手术室		
74	术中 DSA	Azurion 7M20	II类	北院区 6 号楼 2 楼手术室	新平环辐表[2024]1 号	自主验收（2025 年 4 月）
75	X 线模拟机	VarianAcuity	III类	2 号楼负二楼放疗科机房	备案号 202341010500000080	
76	CT 模拟机	GEDiscoveryGT590 RT	III类	2 号楼负二楼放疗科机房		
77	移动 DR	UDR370i	III类	2 号楼 7 楼新生儿 ICU		
78	移动 DR	MobiEye700	III类	5 号楼三楼		
79	C 臂	uMC560i	III类	7 号楼三楼手术室		
80	牙科全景机	RTHOPHOS XG 3	III类	口腔移动诊疗车	备案号 202441010500000177	
81	口内牙片机	RAY68（W）	III类	口腔移动诊疗车		
82	车载 DR	DR1100RF	III类	应急诊断车		
83	手术室移动 C 型臂	uMC 560i	III类	1 号楼 3 楼手术室		
84	手术室移动 C 型臂	uMC 560i	III类	1 号楼 3 楼手术室		
85	双 288 排 CT	NAEOTOM Alpha	III类	7 号楼一楼体检中心	备案号 202441010500000102	
86	急诊 DR	UDR780i PRO	III类	北院区 1 号楼 1 楼北	备案号 2023410700100000030	

续表 1-11　　已获许可的射线装置一览表（豫环辐证[10381]）

序号	装置名称	规格型号	类别	场所	环评批复情况	验收批复情况
87	门诊 DR	UDR780i PRO	III类	北院区 3 号楼 1 楼东	备案号 202341070001000000030	
88	病房 DR	UDR780i PRO	III类	北院区 6 号楼一楼东		
89	急诊 CT	uCT960+	III类	北院区 1 号楼 1 楼北		
90	医技楼数字胃肠机	LUMINOS Impulse 琥珀	III类	北院区 3 号楼 1 楼东		
91	移动 DR	UDR380i PRO	III类	北院区 6 号楼 3 楼东		
92	病房 CT	SOMATOM Force	III类	北院区 6 号楼一楼东		
93	医技楼乳腺机	UMammo890i	III类	北院区 3 号楼 1 楼东		
94	牙片机	YOU（MG）	III类	北院区 2 号楼 2 楼东口腔科	备案号 202341070001000000032	
95	手术室移动 C 臂	UMC560i	III类	北院区 6 号楼 2 楼手术室		
96	口腔 CT	APSARAS 3D	III类	北院区 3 号楼 1 楼东		
97	移动 DR	UDR380i PRO	III类	北院区 1 号楼 3 楼南	备案号 202341070001000000037	
98	移动 DR	UDR380i PRO	III类	北院区 3 号楼 3 楼西		
99	手术室移动 C 臂	uMC560i	III类	北院区 6 号楼 2 楼手术室		
100	手术室移动 C 臂	uMC560i	III类	北院区 6 号楼 2 楼手术室		
101	导管室 DSA	uAngio960	II类	北院区 3 号楼 3 楼东	新环辐[2023]15 号	自主验收（2024 年 5 月）
102	导管室 DSA	Azurion 7B20	II类	北院区 3 号楼 3 楼东		
103	急诊 DSA	uAngio960	II类	北院区 1 号楼 1 楼南		
104	5 号直线加速器	TOMO Radixact X5	II类	2 号楼负二楼放疗科机房	郑环审[2023]19 号	自主验收（2024 年 8 月）
105	6 号机房直线加速器	Infinity	II类	2 号楼负二楼放疗科机房		
106	7 号机房直线加速器	TrueBeam	II类	2 号楼负二楼放疗科机房		

续表 1-11　　已获许可的射线装置一览表（豫环辐证[10381]）

序号	装置名称	规格型号	类别	场所	环评批复情况	验收批复情况
107	16 排 CT	Revolution ACT	III类	经五路 26 号院 2 号楼 1 楼 CT 室	备案号 202141010500000150	
108	医用数字 X 射线机	新东方 1000UB	III类	经五路 26 号院 2 号楼 1 楼 DR 室		
109	C 型臂	Cios Spin	III类	北院区 2 号楼 2 楼东呼吸内镜	备案号 202441070001000000001	
110	ERCP	Luminos Agile Max	III类	北院区 2 号楼 3 楼东	备案号 202441070001000000001	
111	术中 CT	SOMATOM Confidence	III类	北院区 6 号楼 2 楼手术室		
112	移动 DR	M40-1A	III类	经五路 20 号院	备案号 202441010500000038	
113	64 排 CT	Incisive CT	III类	经五路 20 号院 7 号楼 1 楼 CT 室		
114	数字胃肠机	DRF-5C	III类	经五路 20 号院 9 号楼 2 楼数字胃肠室		
115	DSA	OptimaIGS 330	II类	经五路 20 号院 7 号楼 1 楼介入室	郑环审[2021]51 号	自主验收（2021 年 12 月）

注：上述射线装置工作场所注明北院区的均在河南省新乡市原阳县淮河路 6 号，注明经五路 20 号院的均在河南省郑州市金水区经五路 20 号，注明经五路 26 号院的均在河南省郑州市金水区经五路 26 号，未注明院区的均在河南省郑州市金水区河南省人民医院。

1.9 现有核技术应用项目管理情况

建设单位现有核技术利用项目分别位于河南省人民医院本部、河南省人民医院北院区等，现有核技术利用项目管理情况如下：

（1）建设单位各辐射场所均采取了相应的辐射屏蔽墙体、铅防护门、铅玻璃窗等，根据建设单位现有监测结果，各辐射工作场所屏蔽措施的屏蔽效果均可满足相关要求。

（2）建设单位已成立了辐射安全与环境保护管理委员会，并制定了一系列的辐射工作管理制度如下：《辐射安全与防护管理规定》、《辐射安全防护设施维护管理制度》、《场所分区管理规定》、《辐射环境检测计划与方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《放射源或射线装置管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《放疗科放射性废物管理规定》、《设备维护检修制度》、《放射源或射线装置管理制度》、《X 射线

受检者防护规定》、《直线加速器安全操作规程》、《后装治疗机操作规程》、《CT 模拟定位机操作规程》、《DSA 操作规程》、《射线装置安全操作规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《防止误操作和受到意外照射的安全措施》、《河南省人民医院辐射事故（件）应急处理预案》， 经分析，建设单位现有规章制度能满足建设单位现有核技术利用项目管理需要。建设单位应严格落实各项规章制度，目前各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好。

（3）建设单位**现有辐射工作人员 444 名，均已进行辐射安全与防护培训，其中通过国家培训的 233 人，医院自主考核的 211 人；**工作人员佩戴有个人剂量计，定期进行了检测，建立有个人剂量档案；定期进行了体检，并建立了职业健康档案；**根据国家法律、法规和标准要求，建设单位已委托有资质单位定期为全院辐射工作人员 X、γ 外照射个人剂量监测。**

（4）现有辐射工作场所均设置有电离辐射警示牌、警示线和工作状态指示灯等。根据不同项目实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。

（5）建设单位每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，建设单位现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求。

（6）建设单位开展核技术利用项目至今，未发生过辐射安全事故（件），也无环保投诉情况。

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
1	^{192}Ir	7.4E+11/（3.7E+11）×2	III类	使用	后装机治疗	地下一层放疗科后装治疗机房	放射源贮存于设备自带贮源罐内	拟购，预计年使用量 2 枚（**1 枚正常使用，1 枚替换指标**）
2	--	--	--	--	--	--	--	--

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量(Bq)	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	装置名称	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
1	医用电子直线加速器 01	II	1 台	待定	电子	X 射线：10MV 电子线：22MeV	X 射线：等中心最高剂量率：600cGy/min（普通模式）、2400cGy/min（FFF 模式） 电子线：等中心最高剂量率：1000cGy/min	放射治疗	地下一层放疗科直线加速器 01 机房	新增
2	医用电子直线加速器 02	II	1 台	待定	电子	X 射线：10MV 电子线：22MeV	X 射线：等中心最高剂量率：600cGy/min（普通模式）、2400cGy/min（FFF 模式） 电子线：等中心最高剂量率：1000cGy/min	放射治疗	地下一层放疗科直线加速器 02 机房	新增
3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

（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	装置名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	数字减影血管造影机（DSA01~06）	II 类	6 台	待定	150	1250	介入诊断治疗	10 号医疗综合楼 2 层北侧介入中心（DSA01~06 手术室）	新增
2	数字减影血管造影机（DSA07~09）	II 类	3 台	待定	150	1250	介入诊断治疗	10 号医疗综合楼 4 层麻醉科（DSA07~09 手术室）	新增
3	数字减影血管造影机（DSA10）	II 类	1 台	待定	150	1250	介入诊断治疗	10 号医疗综合楼 1 层南侧急诊影像中心（DSA10 手术室）	新增
4	数字减影血管造影机（DSA11）	II 类	1 台	待定	150	1250	介入诊断治疗	12 号公卫中心 4 层（DSA11 手术室）	新增
5	CT 模拟定位	III类	1 台	待定	150	--	模拟定位	地下一层放疗科 CT 模拟定位机房	新增
6	--	--	--	--	--	--	--	--	--

（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（μA）	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	
1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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	通过排风系统排入外环境，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。
加速器废靶	固态	--	--	--	一个靶通常使用5~7 年更换一次	--	不暂存	交生产厂家回收
退役放射源	固态	^{192}Ir	9.25E+10Bq	--	每年产生不超过 **2 枚**	--	不暂存	交生产厂家回收
医疗废物	固态	--	--	0.75t	8.25t	--	医疗废物暂存间	委托有资质单位处理
--	--	--	--	--	--	--	--	--

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/m^3；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m^3）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日起施行）； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日起施行）； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日起施行）； （4）《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）； （5）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）； （6）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号，2019 年 3 月 2 日根据国务院令第 709 号第二次修改）； （7）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行）； （8）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（**环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日根据生态环境部令第 20 号第四次修正**）； （9）《突发环境事件应急管理办法》（原环境保护部令第 34 号，2015 年 6 月 5 日起施行）； （10）《突发事件应急预案管理办法》（国办发[2024]5 号，2024 年 1 月 31 日起施行）； （11）《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 5 日起施行）； （12）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日）； （13）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（中华人民共和国环境保护部，环办辐射函[2016]430 号）； （14）《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 24 日）； （15）《河南省辐射污染防治条例》（2016 年 3 月 1 日起施行）； （16）《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 日起施行；

	（17）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 2023 年第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行； （18）《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》（生态环境部公告 2019 年第 38 号），2019 年 11 月 1 日起施行； （19）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，自 2021 年 3 月 15 日起实施。
技术标准	（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （2）《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）； （3）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （4）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （5）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）； （6）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）； （7）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）； （8）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：γ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T 201.3-2014）； （9）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； （10）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）； （11）《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）； （12）《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）； （13）《后装 γ 源近距离治疗质量控制检测规范》（WS 262-2017）； （14）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； （15）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）。
其他	（1）《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（2020 年版）》； （2）环境影响评价委托书； （3）建设单位提供的与本项目有关的各种资料和图纸； （4）其他技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

参考《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）中对于报告书项目的评价范围规定“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，结合本项目特点，确定评价范围为本项目各辐射工作场所实体屏蔽体外周围 50m 的区域，具体评价范围示意图见图 1-3。

7.2 保护目标

根据现场踏勘及项目周边环境调查分析，本项目辐射场所周边 50m 范围内为医院内部区域。因此，本项目环境保护目标主要为评价范围内的医院职工及流动人员等。本项目辐射环境保护目标信息详见表 7-1。

表7-1　　辐射环境保护目标一览表

<table>
<tr><th>类别</th><th>辐射工作场所</th><th>位置描述</th><th>保护目标</th><th>方位及距离</th><th>规模</th><th>剂量约束值/管理目标值</th></tr>
<tr><td rowspan="4">放射治疗</td><td rowspan="4">直线加速器01、02机房、后装治疗机房、CT 模拟定位机房</td><td>控制室及机房内</td><td>职业人员</td><td>--</td><td>17 人</td><td>5mSv/a</td></tr>
<tr><td>地下一层内各功能区（核素病房、污物暂存间、放废暂存间、疏散楼梯间、电梯厅、救援通道、配电间、抢救室、库房、护士站、治疗计划室、值班室、会议室、办公室、车库、医患走廊等）</td><td>公众人员</td><td>周边 50m 范围内</td><td>医院南院区职工及流动人员</td><td>0.1mSv/a</td></tr>
<tr><td>地下二层内各功能区（地下车库、结构空腔等）</td><td>公众人员</td><td>楼下 50m 范围内</td><td>医院南院区职工及流动人员</td><td>0.1mSv/a</td></tr>
<tr><td>地上院内道路、空地等</td><td>公众人员</td><td>楼上 50m 范围内</td><td>医院南院区职工及流动人员</td><td>0.1mSv/a</td></tr>
<tr><td>介入类</td><td>DSA01~06 手术室</td><td>控制室及机房内</td><td>职业人员</td><td>--</td><td>36 人</td><td>5mSv/a</td></tr>
</table>

续表7-1　　辐射环境保护目标一览表

类别	辐射工作场所	位置描述	保护目标	方位及距离	规模	剂量约束值/管理目标值
介入类	DSA01~06手术室	10号医疗综合楼二层内（介入中心、超声科）各功能区（办公室、淋卫间、更衣室、卫生间、值班室、资料室、家属等候区、休息就餐区、库房、工具间、医患通道等）	公众人员	周边50m范围内	医院南院区职工及流动人员	0.1mSv/a
		10号医疗综合楼一层内（放射影像）各功能区（数字胃肠机机房、DR机房、CT机房、MRI机房、控制室、设备间、更衣室、抢救注射室、库房、医患通道等）	公众人员	楼下50m范围内	医院南院区职工及流动人员	0.1mSv/a
		10号医疗综合楼三层内（病理科、检验科）各功能区（综合制片室、综合染色室、细胞培养室、更衣室、办公用品库、会议室、污物暂存间、检验大厅、资料室、电梯厅、医患通道等）	公众人员	楼上50m范围内	医院南院区职工及流动人员	0.1mSv/a
	DSA07~09手术室	控制室及机房内	职业人员	--	18人	5mSv/a
		10号医疗综合楼四层内（麻醉科、围术期医学科）各功能区（日间手术室、隔离手术室、污物暂存间、库房、无菌库、一次性物品库、外用液体间、万级手术室、百级手术室、护士站、中控室、术中休息区、洁净走廊等）	公众人员	周边50m范围内	医院南院区职工及流动人员	0.1mSv/a
		10号医疗综合楼三层内（检验科、消毒供应中心）各功能区（检验大厅、资料室、电梯厅、值班室、更衣间、淋卫间、会议室、蒸汽发生间、检查包装灭菌区、急诊检验区、常温库、冷库、医患通道等）	公众人员	楼下50m范围内	医院南院区职工及流动人员	0.1mSv/a
		10号医疗综合楼五层内（输血科、净化机房）各功能区（卫生间、值班室、质控室、库房、储血室、合血室、净化机房、配电间、试剂准备间、标本制备间、电梯厅、医患通道等）	公众人员	楼上50m范围内	医院南院区职工及流动人员	0.1mSv/a
	DSA10手术室	控制室及机房内	职业人员	--	6人	5mSv/a

续表7-1　　辐射环境保护目标一览表

类别	辐射工作场所	位置描述	保护目标	方位及距离	规模	剂量约束值/管理目标值
介入类	DSA10手术室	10号医疗综合楼一层内（急诊影像、急诊急救）各功能区（办公室、休息室、会议室、抢救室、更衣室、设备间、库房、急诊DR、急诊CT、医患通道等）	公众人员	周边50m范围内	医院南院区职工及流动人员	0.1mSv/a
		地下一层内各功能区（地下一层车库、电梯厅、送风机房、排烟机房、服务用房等）	公众人员	楼下50m范围内	流动人员	0.1mSv/a
		10号医疗综合楼二层内（超声科、急诊留观）各功能区（护士站、值班室、办公室、处置室、库房、耗材库、仪器库、检查室、会议室、注射室、穿刺室、医患通道等）	公众人员	楼上50m范围内	医院南院区职工及流动人员	0.1mSv/a
	DSA11手术室	控制室及机房内	职业人员	--	6人	5mSv/a
		12号公卫中心综合楼四层内（手术中心、ICU-4）各功能区（办公室、电梯厅、库房、清洁室、污物暂存间、会议室、更衣室、手术室、药品库、处置室、治疗室、病房、医患走廊等）	公众人员	周边50m范围内	医院南院区职工及流动人员	0.1mSv/a
		12号公卫中心综合楼3层内（ICU-2、ICU-3）各功能区（会议室、办公室、电梯厅、库房、更衣室、淋浴间、仪器室、治疗室、处置室、病房、医患走廊等）	公众人员	楼下50m范围内	医院南院区职工及流动人员	0.1mSv/a
		12号公卫中心综合楼五层内（ICU-5、ICU-6）各功能区（办公室、电梯厅、库房、清洁室、处置室、治疗室、会议室、储镜室、洗镜室、设备间、病房、医患走廊等）	公众人员	楼上50m范围内	医院南院区职工及流动人员	0.1mSv/a

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值和剂量约束值

（1）剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），本项目实践所引起的职业及公众照射剂量限值见表7-2。

表 7-2　　剂量限值相关要求一览表

序号	相关条款	具体内容
1	B1.1 职业照射	B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，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（但不可作任何追溯性平均），20mSv； b）任何一年中的有效剂量，50mSv。
2	B1.2 公众照射	B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值： a）年有效剂量，1mSv； b）特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

（2）剂量约束值

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），本项目职业人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a，公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

（3）管理及控制目标值

根据相关标准要求，结合医院实际，**建设单位制定了相应的辐射工作场所管理及控制目标值，见附件 8。**

1）剂量率控制水平目标值

①控制室周围剂量当量率控制水平目标值设定为 0.5μSv/h。

②机房外其他区域周围剂量当量率控制水平目标值设定为 2.5μSv/h。

2）管理目标值

①针对放射治疗项目，根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），本项目职业人员职业照射的剂量不超过 5mSv/a，公众照射的剂量不超过 0.1mSv/a。

②针对介入诊疗项目，**根据医院管理目标值（详见附件 8），**对于职业人员，本项目取不超过 5mSv 作为年有效剂量管理目标值；对于公众，本项目取不超过 0.1mSv 作为年有效剂量管理目标值。

7.3.2 放射治疗评价标准

7.3.2.1 一般要求

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），放射治疗一般要求如下：

4.1 从事放射治疗的医疗机构应对放射治疗活动的辐射安全与防护全面负责，实现保护从事放射治疗相关辐射工作人员、公众健康与环境安全的目标。

4.2 从事放射治疗的医疗机构应建立健全辐射安全与防护管理体系，制定辐射安全与防护大纲，落实岗位职责及操作规程等管理制度。

4.3 从事放射治疗的医疗机构在规划、设计、建设放射治疗工作场所和开展放射治疗活动的过程中，应遵循实践的正当性、安全与防护的最优化、剂量限制和潜在照射危险限制，确保放射治疗涉及的辐射工作人员和公众受照剂量处于安全合理的水平。

4.4 从事放射治疗的医疗机构应根据放射治疗活动的潜在照射危害水平，根据纵深防御原则，设置相适应的多层防护与安全措施，确保当某一层次的防御措施失效时，可由下一层次的防御措施予以弥补或纠正，达到：

a）防止可能引起误照射的事故；

b）减轻事故的放射性后果；

c）将放射治疗设备恢复到安全状态。

4.5 构成放射治疗相关辐射工作场所安全联锁系统的物项应满足以下要求：

a）应满足冗余性要求，采用的物项应为完成某一安全功能所必须的最少数目的物项，保证运行过程中某物项失效或不起作用的情况下可使其整体不丧失功能；

b）应满足多元性要求，包括系统多元性和多重剂量监测，采用不同的运行原理、不同的物理变量、不同的运行工况、不同的元器件等；

c）应满足独立性要求，当某一安全部件发生故障时，不会造成其它安全部件的功能出现故障或失去作用；

d）应满足失效安全的要求，当某一安全物项或部件出现故障时，应确保放射治疗装置重新回到安全状态。

4.6 从事放射治疗的医疗机构应规范收集、妥善暂存和处理放射治疗活动中产生的放射性废物。

4.7 从事放射治疗的医疗机构应对放射治疗场所和周围环境进行定期的辐射监测和评估，证明采取的辐射安全与防护措施的有效性。

4.10 开展放射治疗活动的医疗机构应制定相应的辐射事故应急预案，做好辐射事故应急准备、应急演练和应急响应，确保有效防范辐射事故或缓解辐射事故的后果。

7.3.2.2 选址、布局

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），放射治疗机房选址与布局要求如下：

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。

5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。

根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020），放射治疗机房布局要求如下：

6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。

6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。

6.1.6 X 射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路；γ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。

7.3.2.3 辐射工作场所分区

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），控制区和监督区分区原则如下：

5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时，术中放射治疗室应确定为临时控制区。

5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。

7.3.2.4 屏蔽要求

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）相关规定，本项目放射治疗工作场所机房屏蔽要求如下：

6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。

6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。

使用中子源放射治疗设备、质子/重离子加速器或大于10MV的X射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。

6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。

7.3.2.5 工作场所屏蔽体外剂量率控制水平

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）相关规定，本项目放射治疗工作场所机房屏蔽体外剂量率控制水平要求如下：

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

a）治疗室墙和入口门外表面30cm处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面30cm处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列1）和2）所确定的剂量率参考控制水平 $\dot{H}c$：

1）使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（本报告按顺序标为表11-10），由以下周剂量参考控制水平（$\dot{H}c$）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}c,d$（μSv/h）：

机房外辐射工作人员：$\dot{H}c \leq 100$μSv/周；

机房外非辐射工作人员：$\dot{H}c \leq 5$μSv/周。

2）按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}c_{,max}$（μSv/h）：

人员居留因子T＞1/2的场所：$\dot{H}c,max \leq 2.5$μSv/h；

人员居留因子T≤1/2的场所：$\dot{H}c,max \leq 10$μSv/h。

b）穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量250μSv加以控制。

c）对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平可按100μSv/h加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。

引用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）附录A.2导出剂量率参考控制水平（$\dot{H}_{c,d}$）：

a）有用线束

有用线束在关注点的周参考控制水平为H_c时，该关注点的导出剂量率参考控制水平$\dot{H}_{c,d}$（μSv/h）见（式 7-1）：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c \ / （t \cdot U \cdot T） \qquad （式 7-1）$$

式中：

H_c——周参考剂量控制水平（μSv/周）；

t——治疗装置周治疗照射时间，h；

U——有用线束向关注位置的方向照射的使用因子；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子。

b）单一泄漏辐射

泄漏辐射 关注点的周剂量参考控制水平为H_c时，该关注点的导出剂量率参考控制水平$\dot{H}_{c,d}$（μSv/h）见（式 7-2）：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / （N \cdot t \cdot T） \qquad （式 7-2）$$

式中：

H_c——周参考剂量控制水平（μSv/周）；

N——调强治疗时用于泄漏辐射的调强因子，通常 N=5；

t——治疗装置周治疗照射时间，h；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子。

7.3.2.6 辐射工作场所安全防护要求

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），放射治疗机房安全设施和措施要求如下：

6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：

a）放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；

b）放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；

c）控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。

6.2.2 质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况

下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：

a）放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门一机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置；

b）放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；

c）应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

d）质子/重离子治疗室、加速器大厅和束流输运通道应建立分区清场巡检和束流控制的逻辑关系，清场巡检系统应考虑清场巡检的最长响应时间和分区调试情况的联锁设置。日常清场巡检时，如超出设定的清场巡检响应时间，需重新进行清场巡检；

f）安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

6.2.4 后装治疗室内应配备合适的应急贮源容器和长柄镊子等应急工具。

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第一部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007），放射治疗机房防护门安全设施和措施要求如下：

4.8.8 防护门应尽可能减小缝隙泄漏辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。

7.3.2.7 气态废物管理要求

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），放射治疗机房通风要求如下：

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于4次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

8.4.2 质子/重离子加速器停机后，加速器大厅应加强通风排气，采取措施使人员延时进入，以降低活化空气的感生放射性水平，减少人员受照剂量。

7.3.2.8 放射性废物管理要求

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），放射治疗机构放射性废物管理要求如下：

8.2.1 废旧放射源应按法律法规要求返回放射源生产厂家或原出口方。确定无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交有相应资质的单位收贮，并承担相关费用。

8.2.2.1 质子/重离子加速器、直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固态废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。

8.2.2.3 建立放射性固态废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固态废物处置，并做好存档记录。

7.3.2.9 辐射监测

（1）放射治疗工作场所监测

9.2.1 应根据使用放射治疗设备种类、能量和使用方式配备相应的辐射监测设备，对辐射工作场所的辐射水平（X-γ 辐射周围剂量当量率、中子辐射周围剂量当量率等）进行监测。

9.2.2 应对放射治疗工作场所机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、操作位、观察窗、防护门，以及其他关注处点开展 X-γ 辐射周围剂量当量率监测；中子源治疗装置、质子/重离子加速器治疗装置、大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备还应对前述位置开展中子剂量当量率监测。

9.2.3 放射治疗设备安装调试阶段，应在最大工况下，由辐射工作人员进行全面的辐射监测，评估辐射安全状况，确保辐射水平达标。

（2）环境监测

9.3.1 开展放射治疗相关活动的机构应自行或委托有能力的监测机构对工作场所运行工况下周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于 1 次/年。

（3）个人剂量监测

9.4.1 放射治疗工作场所的工作人员应佩戴个人剂量计，对个人外照射剂量进行监测。同时应根据射线类型选择合适的个人剂量计。临时工作人员、实习人员应纳入个人

剂量监测范围。

9.4.2 个人剂量档案应妥善保存，监测数据异常时，应及时查明原因并报告生态环境主管部门。

7.3.3 介入诊断治疗及 CT 模拟定位标准

介入诊断治疗执行《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），该标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学，本次摘录以下条款：

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。

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

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式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 2（本报告按顺序标为表 7-3）的规定。

表 7-3　射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求（节选介入有关）

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
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
单管头 X 射线设备 （含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5
注：①机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积； ②机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。		

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3（本报告按顺序标为表 7-4）的规定。

表 7-4　　不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求（节选介入有关）

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
CT 机房（不含头颅移动 CT） CT 模拟定位机房	2.5	

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（本报告按顺序标为表 7-4）的要求。

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 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

c）具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。

6.4 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。

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 4（本报告按顺序标为

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，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 7-5　　个人防护用品和辅助防护设施配置要求（节选介入相关）

放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描	--	--	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	--
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	--

注：①“--”标识不作要求；

②各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。

8 X 射线设备机房防护检测要求

8.1 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。

8.2 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。

8.3 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。

7.3.4《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）

本次环评引用以下条款：

4.3 监测周期或频次

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。

5.3 剂量计的佩戴

5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前，当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

8.1 记录

8.1.1 一般要求如下：

a）记录包括：预处理、测量、校准、个人监测结果、质量保证和剂量评价等内容，必要时包括工作场所监测的结果；

b）清楚、扼要、准确地记录完整监测过程；

c）采用多种方式备份监测记录，妥善保存原始记录数据。便于在剂量估算方法变化时，对剂量数据的复核；

d）准许放射工作人员查询本人职业照射记录；职业健康管理人员查询相关职业照射记录及有关资料。

8.1.2 外照射个人监测结果记录在统一的表格上：

8.1.3 异常结果调查：当工作人员职业外照射个人监测结果超过调查水平时，按附录 C 的 C.4 所示的内容进行调查。

8.2 档案

8.2.1 个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录，调查登记参见附录 C 的 C.4。

8.2.2 职业照射个人剂量档案终生保存。

7.3.5 本次核技术利用项目引用标准主要条款及限值要求汇总

本次核技术利用项目引用标准主要条款情况见表 7-6，限值要求汇总见表 7-7。

表 7-6　　本项目引用标准主要条款汇总情况一览表

序号	引用标准名称	引用条款	引用条款名称
1	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）	4.3.2.1	剂量限值

续表 7-6　　本项目引用标准主要条款汇总情况一览表

序号	引用标准名称	引用条款	引用条款名称
2	《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）	4.8、4.9	剂量限值与剂量约束值
3		5.1	选址与布局
4		5.2	分区原则
5		6.1	工作场所屏蔽要求
6		6.2	安全防护设施和措施要求
7		8.2	固态废物管理要求
8		8.4	气态废物管理要求
9		9.2	放射治疗工作场所监测
10		9.3	环境监测
11		9.4	个人剂量监测
12	《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）	6.1.4、6.1.5、6.1.6	工作场所布局要求
13		6.4.5.1	γ 源后装治疗设施应配备应急储源器
14	《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第一部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）	4.8.8	防护门应尽可能减小缝隙泄漏辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。
15	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）	6.1	X 射线设备机房布局
16		6.2	X 射线设备机房屏蔽
17		6.3	X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平
18		6.4	X 射线设备工作场所防护
19		6.5	X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求
20		8	X 射线设备机房防护检测要求
21	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）	4.2	监测类型
22		4.3	监测周期或频次
23		5.3	剂量计的佩戴
24		8.1	记录
25		8.2	档案

表 7-7　　本项目辐射工作场所受照剂量限值要求汇总

<table>
<tr><th>序号</th><th colspan="2">限值分类</th><th>限值要求</th><th>标准依据</th></tr>
<tr><td colspan="5">放射治疗、介入诊断治疗区域</td></tr>
<tr><td>1</td><td>剂量限值</td><td>职业人员</td><td>应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv。</td><td rowspan="2">《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</td></tr>
<tr><td>2</td><td>剂量限值</td><td>公众人员</td><td>实践使公众中有关关键人群的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。</td></tr>
<tr><td colspan="5">放射治疗区域</td></tr>
<tr><td>3</td><td rowspan="2">剂量约束值</td><td>职业人员</td><td>不大于 5mSv/a</td><td rowspan="3">《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）</td></tr>
<tr><td>4</td><td>公众人员</td><td>不大于 0.1mSv/a</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">剂量率参考控制水平</td><td>详见表 11-2、11-8</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">控制目标值</td><td>①控制室周围剂量当量率控制水平目标值不大于 0.5μSv/h。
②机房外其他区域周围剂量当量率控制水平目标值不大于 2.5μSv/h。</td><td>建设单位制定的控制目标值</td></tr>
<tr><td colspan="5">介入诊断治疗区域</td></tr>
<tr><td>7</td><td rowspan="2">管理目标值</td><td>职业人员</td><td>不大于 5mSv/a</td><td rowspan="2">建设单位制定的管理目标值</td></tr>
<tr><td>8</td><td>公众人员</td><td>不大于 0.1mSv/a</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2">机房屏蔽体外剂量水平</td><td>透视模式下，机房外周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h；摄影模式下，机房外周围剂量当量率应不大于 25μSv/h。</td><td>《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="2">控制目标值</td><td>介入诊断治疗工作场所机房外周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。</td><td>建设单位制定的控制目标值</td></tr>
</table>

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和辐射工作场所概况

河南省人民医院南院区位于郑州航空港经济综合实验区黄海路以南、蓝莲中路以北、鹤园东街以西、彩鹤街以东（“两院一中心”二期项目（东侧院区）），医院西侧为“两院一中心”二期项目中国医学科学院肿瘤医院河南医院南院区（在建）；北侧为黄海路，隔路为废品站、东南调压站；东侧为鹤园东街，隔路为绿化带；南侧为蓝莲中路，隔路为瑞贝塔医疗器械产业园（在建）、大桥石化加油站。

本项目拟购 4 台放射治疗设备、11 台 DSA 设备，其中 2 间直线加速器（加速器 01、加速器 02）机房、1 间后装治疗机房及 1 间 CT 模拟定位机房均位于地下一层 A 区东北部放疗科，6 台 DSA（DSA01~06）位于 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心，3 台 DSA（DSA07~09）在 10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科，1 台 DSA（DSA10）位于 10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心，1 台 DSA（DSA11）位于公卫中心 4 层。

8.2 辐射环境现状评价

为了解项目拟建位置周围的 X-γ 辐射环境现状水平，河南鑫安利职业健康科技有限公司于 2025 年 1 月 18 日对拟建地的辐射环境本底进行了监测。

（1）监测目的

本次监测目的为了解项目拟建地周围辐射环境背景水平。

（2）监测项目

环境 X-γ 辐射剂量率。

（3）监测方法

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）。

（4）监测点位

根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况共布设监测点位 16 个，监测点位主要为拟建各辐射工作场所、四周及上层、下层人员能达到的区域，各监测点距地面 100cm，监测点采用定点的方式进行监测。点位布设情况见图 8-1。

（5）监测仪器

监测仪器的参数详见表 8-1。

表 8-1　　监测仪器参数

检测项目	环境 γ 辐射剂量率
仪器名称	环境监测用 X、γ 辐射空气比释动能率仪
生产厂家	上海仁机仪器仪表有限公司
仪器型号	RJ32-3202
相对固有误差	13.5%（使用 ^{137}Cs γ 辐射源）
仪器编号	210116E002
量程范围	1nGy/h~150μGy/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定证书编号	2024H21-20-5408729001
有效期限	2024.08.06~2025.08.05

（6）监测单位

河南鑫安利职业健康科技有限公司（检验检测机构资质认定证书编号：231603100216，有效期至 2029 年 4 月 12 日）。

（7）监测时间

2025 年 1 月 18 日。

（8）监测环境

天气	多云
温度	4~15℃
湿度	18%RH

（9）质量保证措施

1）合理布设检测点位，检测方法按照国家有关规定规范执行。

2）每次测量前后均检查仪器的工作状态是否正常。

3）检测仪器经计量部门检定合格，确保在证书有效期内使用。

4）检测人员均通过相关的检测培训考核，并持证上岗。

5）现场检测记录及数据分析结果均经过严格的三级审核。

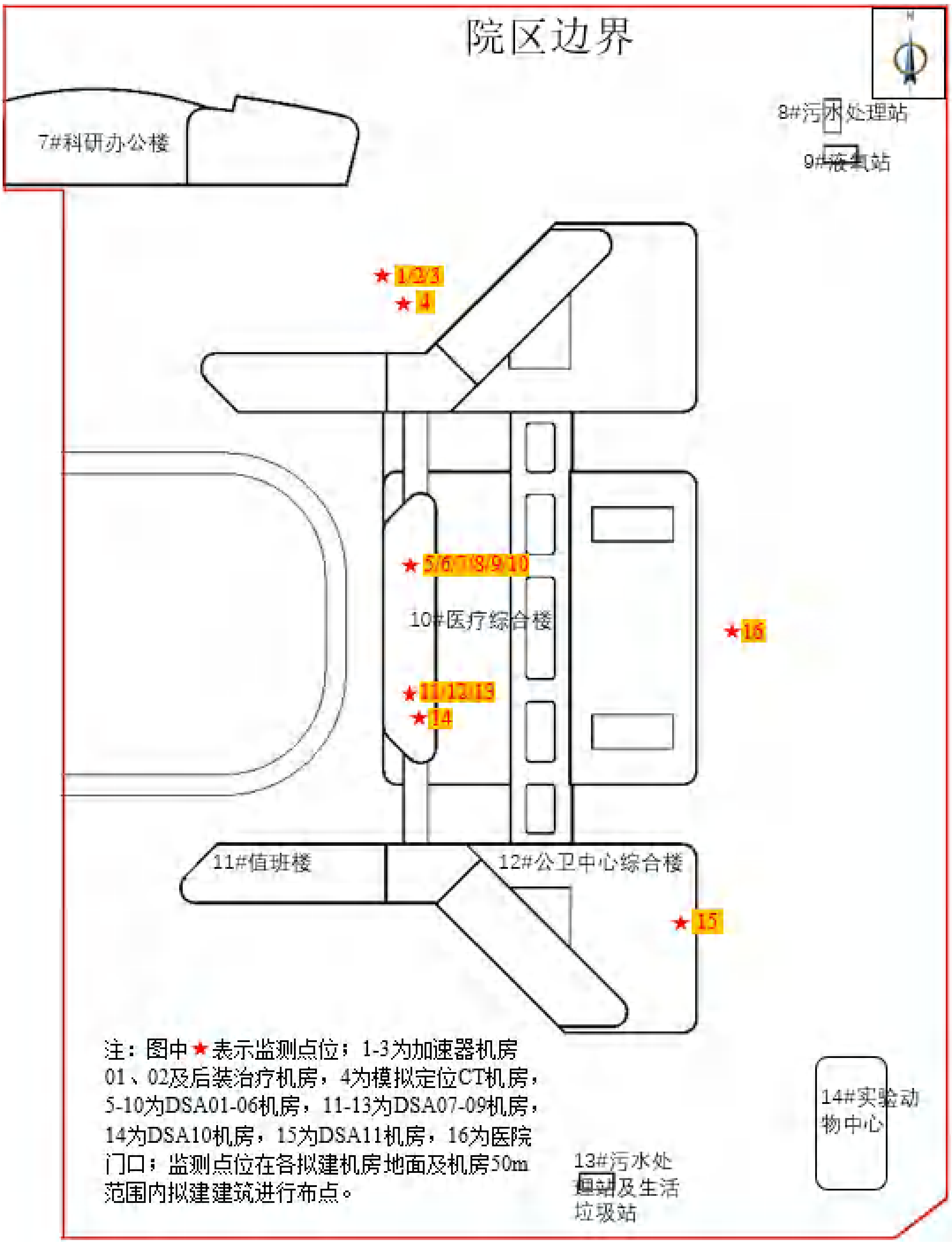


图 8-1　　拟建 DSA 手术室周边监测点位示意图

（9）监测结果

本项目辐射环境现状监测结果详见表 8-2。

表 8-2　　本项目辐射环境现状监测结果

序号	检测地点描述	检测结果（nGy/h）	标准偏差（nGy/h）	地面材质
1	拟建直线加速器 1 机房所在地面位置	72	±3	泥土地

续表 8-2　　本项目辐射环境现状监测结果

序号	检测地点描述	检测结果（nGy/h）	标准偏差（nGy/h）	地面材质
2	拟建直线加速器 2 机房所在地面位置	68	±1	泥土地
3	拟建后装治疗机房所在地面位置	76	±2	泥土地
4	拟建 CT 模拟定位机房所在地面位置	60	±2	泥土地
5	拟建 DSA01 机房（10 号医疗综合楼）所在地面位置	66	±1	水泥地
6	拟建 DSA02 机房（10 号医疗综合楼）所在地面位置	65	±2	水泥地
7	拟建 DSA03 机房（10 号医疗综合楼）所在地面位置	69	±1	水泥地
8	拟建 DSA04 机房（10 号医疗综合楼）所在地面位置	59	±2	水泥地
9	拟建 DSA05 机房（10 号医疗综合楼）所在地面位置	62	±1	水泥地
10	拟建 DSA06 机房（10 号医疗综合楼）所在地面位置	78	±2	水泥地
11	拟建 DSA07 机房（10 号医疗综合楼）所在地面位置	75	±2	水泥地
12	拟建 DSA08 机房（10 号医疗综合楼）所在地面位置	68	±1	水泥地
13	拟建 DSA09 机房（10 号医疗综合楼）所在地面位置	72	±2	水泥地
14	拟建 DSA10 机房（10 号医疗综合楼）所在地面位置	71	±1	水泥地
15	拟建 DSA11 机房（12 号公卫中心综合楼）所在地面位置	65	±2	水泥地
16	医院东大门门口所在地面位置	70	±2	泥土地

注：1）本项目各检测点结果已扣除宇宙射线响应值 11nGy/h；

2）现场检测所有点位探头离地面 1m。

（10）监测结果

根据对河南省人民医院南院区（“两院一中心”二期项目（东侧院区））监测结果，该场所周围相关监测点位环境 X-γ 辐射剂量率监测值在 59～78nGy/h 之间，辐射水平相差不大，在当地本底范围内，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工艺设备和工艺分析

9.1.1 放射治疗

9.1.1.1 医用电子直线加速器

（1）设备组成

医用直线加速器主要由三大部分组成：电子发射单元，电子加速单元和电子束引出单元。它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。

电子治疗子系统基本组成部件主要包括初级准直器、散射箔、托盘、均整器、电离室、光阑、附件接口、限光筒。

典型直线加速器外部结构示意如 9-1 所示，内部结构示意图如 9-2 所示。本项目直线加速器有电子束和 X 射线两种治疗模式，示意图如 9-3 所示。

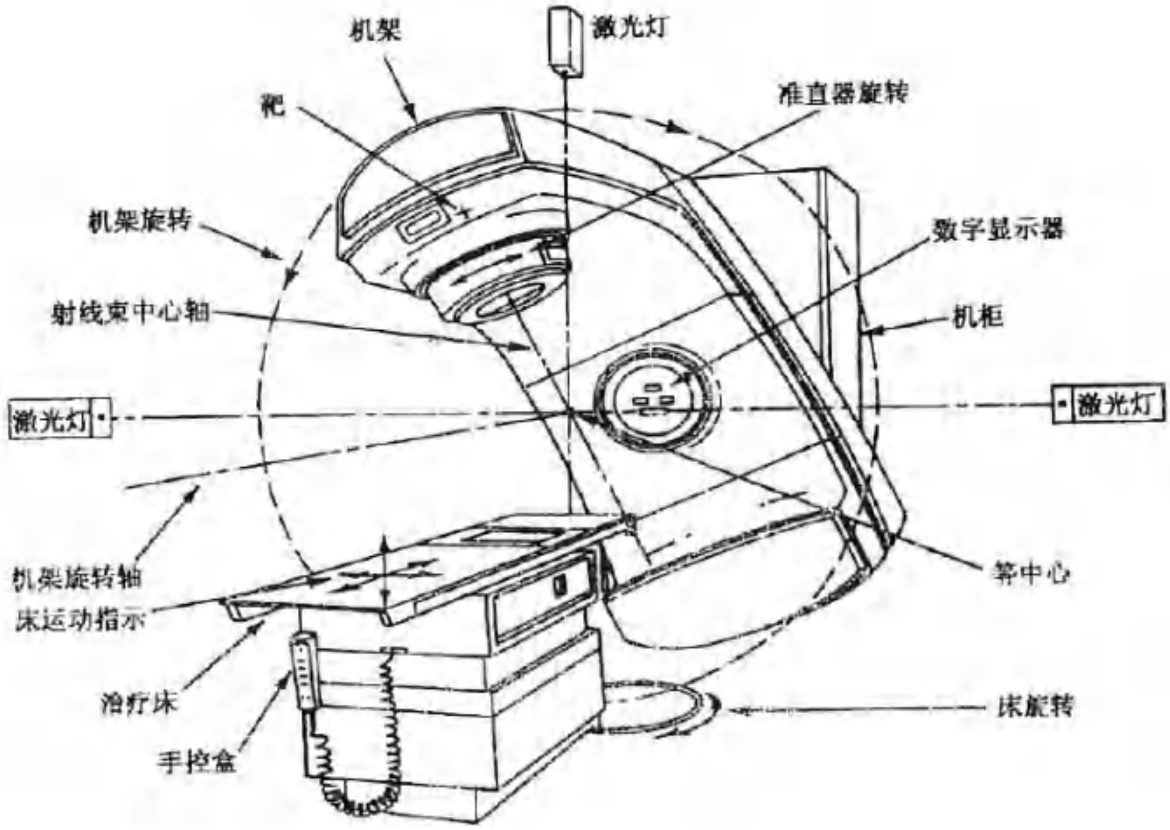


图 9-1　　典型医用直线加速器机外部结构示意图

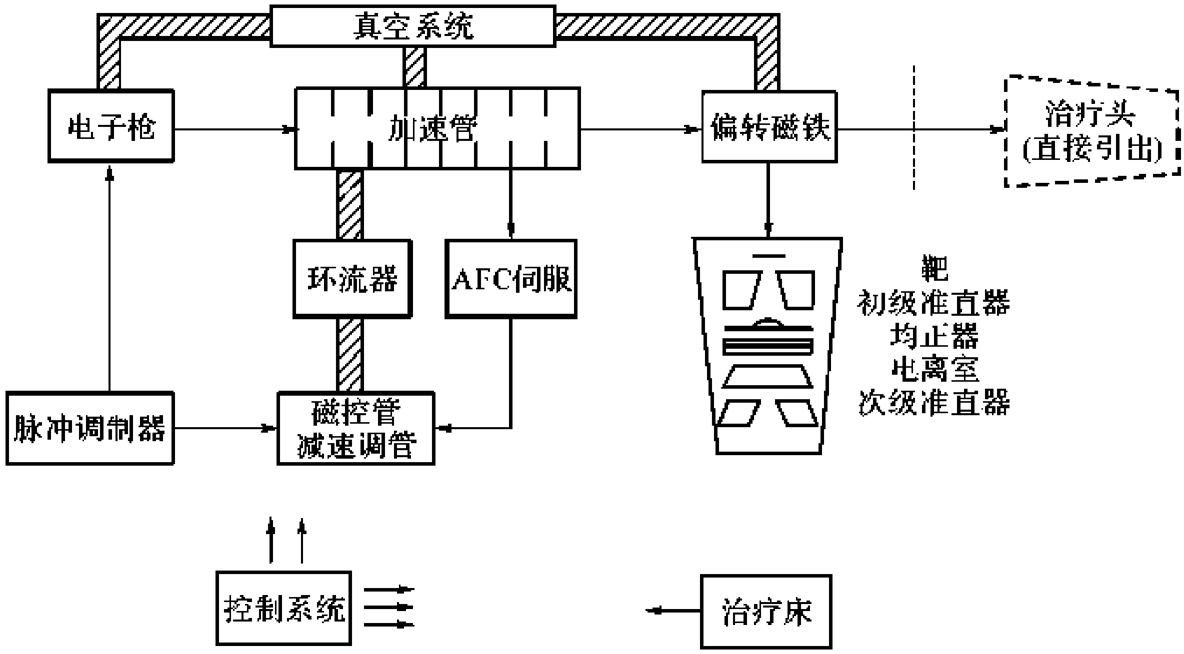


图 9-2　　典型医用直线加速器机内部结构示意图

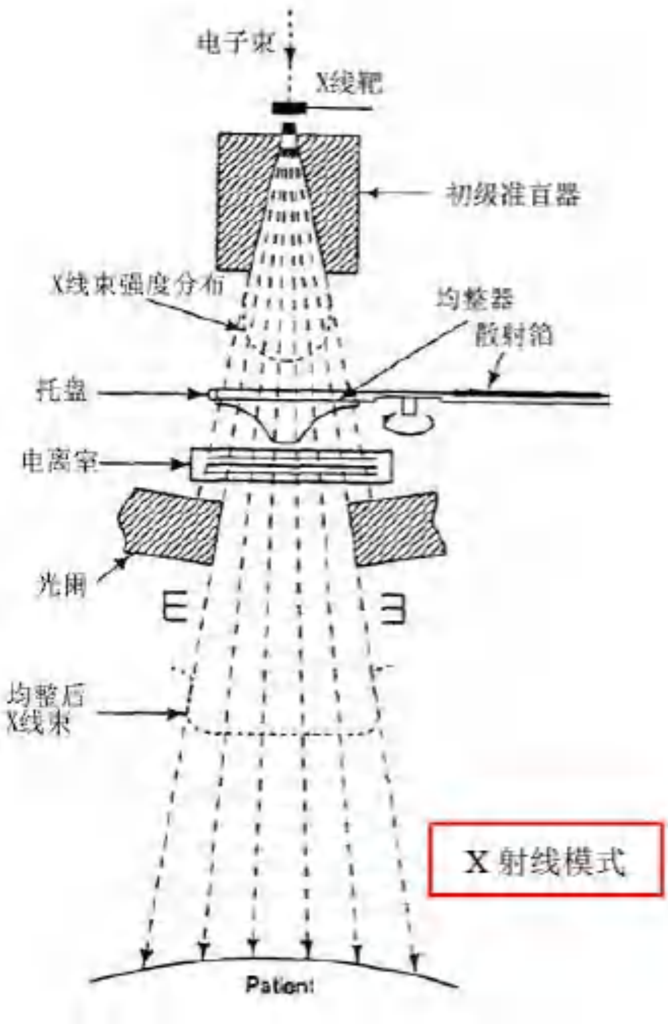


图 9-3　　X 射线治疗模式结构示意图

（2）工作原理

直线加速器根据被加速的高能电子轰击重金属靶而产生高能 X 射线的原理，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射治疗；同时也能直接利用初始电子束进行治疗。

电子线束治疗工作原理：电子从发射源射出，进入真空加速管加速，经磁偏转装置转向（一般为 90°或 270°），电子扩散箔使电子均匀射出，形成电子线束。经散射箔扩大射束直径，再通过光阑提高电子野的均整性，最后由输出窗射出达到患者病灶实现治疗的目的，即初始电子束直接引出并经散射、均整后用于患者的治疗。

X 线束治疗工作原理：电子从发射源射出，进入真空加速管加速，经磁偏转装置转向射向高原子序数的金属靶，电子同金属靶的原子核相撞，速度骤减并损失部分能量转换为 X 射线，经平板滤片过滤不必要的射线，剩余有用线束经二次准直射出。

此外为了提升加速器的治疗效果，加速器还配备 EPID、CBCT 等辅助设备，EPID 是当用于辐射束照射靶区时，由电子或非电子器件获取射野影像的系统，主要用来监视靶区在辐射野中的位置，以验证摆位的准确性。CBCT 作用于 EPID 相似，采用 kV 或 MV 级的 X 射线进行螺旋断层扫描，获得三维图像，以验证摆位治疗的准确性。EPID 或 CBCT 等影像设备可以保证患者体位的精度，以及照射范围内各结构的剂量准确度，提高治愈率，减少放疗副作用；另外依靠 CBCT，更可以追踪肿瘤运动，结合呼吸管理系统，进行肿瘤引导放射治疗。

本项目采用的 EPID 参数同加速器，CBCT 参数待定，直线加速器主要技术参数见表 9-1。

表 9-1　　本项目加速器主要技术参数

序号	参数名称	参数值
1	医用电子直线加速器 01	
1.1	型号	待定
1.2	X 射线最大能量	10MV（最高）
1.3	电子线最大能量	22MeV（最高）
1.4	电子线等中心最高剂量率	1000cGy/min
1.5	源轴距	1000mm
1.6	等中心点相对水平地面高度	1300mm
1.7	X 射线最高输出剂量率	600cGy/min（普通模式）；2400cGy/min（FFF 模式）
1.8	最大照射野尺寸	40cm×40cm

续表 9-1　　本项目加速器主要技术参数

序号	参数名称	参数值
1.9	机架旋转角度	360°
1.10	X 射线泄漏辐射	0.1%
1.11	主射束夹角	28°
2	医用电子直线加速器 02	
2.1	型号	待定
2.2	X 射线最大能量	10MV（最高）
2.3	电子线最大能量	22MeV（最高）
2.4	电子线等中心最高剂量率	1000cGy/min
2.5	源轴距	1000mm
2.6	等中心点相对水平地面高度	1300mm
2.7	X 射线最高输出剂量率	600cGy/min（普通模式）；2400cGy/min（FFF 模式）
2.8	最大照射野尺寸	40cm×40cm
2.9	机架旋转角度	360°
2.10	X 射线泄漏辐射	0.1%
2.11	主射束夹角	28°

（3）工作流程

治疗前先确认治疗方案，包括确定照射时间和剂量，定位患者照射部位，调整照射角度和视野，再开机进行治疗。在加速器治疗过程中，除患者外其他人员均不在治疗室内，医护人员通过视频监控观察患者情况。

治疗流程为：

①根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前预约登记，以确定治疗时间；

②预约患者首先在模拟定位机上进行肿瘤定位，确定肿瘤的具体位置和形状；

③放疗医生确定肿瘤位置和形状后，放疗物理师根据医生对靶区及危及器官的剂量要求，通过治疗计划系统制定治疗计划及评估，该过程通常在电脑上完成；

④治疗计划制定后，肿瘤病人在技术人员的协助下，依据计划在治疗床上进行摆位，经过射野位置影像验证系统确定照射位置，每人次的摆位时间平均约 1.5min，该过程在治疗机房治疗床上完成；

⑤摆好位后，技术人员进入操作室，通过肿瘤靶区位置影像验证，确定所有安全措

施到位后，启动加速器进行照射，平均每人照射 4min；

⑥治疗结束后，关机，**停留 3-5 分钟后，**打开治疗室防护门，技师进入治疗室协助病人离开机房，为下次照射做准备。

（4）产污环节

①X 射线和电子束

本项目医用电子直线加速器X射线最大能量为10MV，电子射线最大能量为22MeV，在用 X 线治疗时主要污染因子为 X 射线，用电子线治疗时主要污染因子为电子束，X 射线和电子束是随设备的开关而产生和消失的。

使用电子束模式时，X 射线靶和均整器电子射线束范围内移去，产生电子线的电子束流强度比打靶产生临床 X 射线所需的电子束流强度小 2~3 个数量级（《放射肿瘤物理学:教学手册》IAEA，2005）；电子束出束过程中，电子线与机头、床、人体组织等作用产生轫致辐射的能量和强度均低于电子束撞击钨靶产生的治疗 X 射线的能量和强度，所以，如果机房及其防护门能够满足 X 治疗束的屏蔽防护要求，一定能够满足电子束治疗中产生的轫致辐射的防护要求。

②中子和中子俘获 γ 射线

本项目医用电子直线加速器所发射的高能量 X 射线或电子射线照射到物质材料（如加速器设备的真空管壁、波导管壁、金属靶、准直器、均整器和治疗机头的屏蔽材料以及病床等）时，通过（X，n）或（e，n）核反应产生中子。但发生（X，n）反应的截面至少大于（e，n）反应截面一个数量级，因此，主要考虑在 X 射线束工作模式下（X，n）光-核反应产生的中子。俘获 γ 射线是中子与物质作用时，在非弹性碰撞和热中子俘获过程中产生的 γ 辐射，其能量有时可达 10MeV，具有很强的穿透力。

本项目拟建加速器机房使用混凝土屏蔽，混凝土的屏蔽作用满足光子的同时，也能满足中子，这是因为混凝土中含有足够的含氢物质，使中子慢化，然后被吸收。但是，由于中子在迷道中的多次散射，在迷道口的辐射水平较高，特别是在调强适形（IMRT）治疗中，有用束外中子剂量当量将增加 2～10 倍。因此，在防护门的设计中除在门上加贴适当厚度的铅皮外，还应加贴适当厚度的中子防护材料。中子线束的泄漏率为 0.1%。

③感生放射性

当加速器产生的高能量射线照射在设备的结构材料（转换靶、均整器、限束器等）、治疗室内的各种设备、器械、空气和墙壁等物质上时，可以产生感生放射性。一般情况

下，当韧致辐射光子能量高于光合反应的阈能时，感生放射性才会出现。在其电子能量较低时（＜5MeV），感生放射性基本可以忽略。但是随着能量的不断增加，对于一个屏蔽良好的加速器工作环境而言，感生放射性则会成为放射性工作人员所受外照射的首要来源。但感生放射性衰减较快，实际工作中工作人员可停留 3-5 分钟待其衰减至可接受水平后，才进入机房内进行治疗活动。

④废气

加速器运行过程中，射线与空气作用产生少量臭氧和氮氧化物。

⑤废水

本项目加速器运行过程中不产生医疗废水和放射性废水，只产生少量生活污水，依托医院污水处理设施处置。加速器冷却系统采用去离子蒸馏水，内循环使用，不会产生感生放射性废水，加速器设备自带水流量监测开关，当加速器中的大功率负载等的冷却水流量不满足要求时，加速器将自动切断高压电源，由于蒸发耗损，需要补充去离子蒸馏水时由厂家派专人补充。

⑥固废

加速器正常运行时，无废靶产生。如果加速器冷却水循环系统出现故障，可能造成靶体散热不畅导致靶被打穿的情况，产生废靶。此外，加速器报废时，会有废靶产生。对于更换下来的废靶和退役时拆卸下来的废靶，可暂存于铅桶，处置前经监测其表面辐射剂量率水平符合清洁解控水平，之后交由厂家回收处置。

直线加速器工作流程及产污环节如图 9-4 所示。

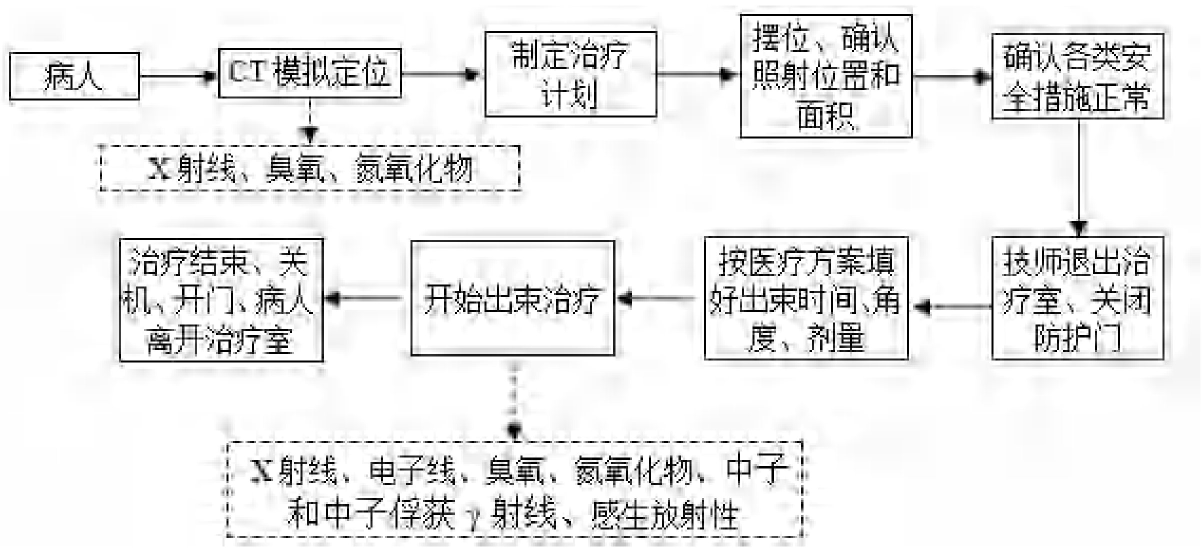


图 9-4　　直线加速器工作流程及产污环节示意图

9.1.1.2 后装治疗机

（1）设备组成

后装机由储源器、施源器、通道和控制台组成。储源器是可容纳一个或多个放射源的容器，当放射源不工作时可提供电离辐射的防护。施源器是将放射源送入预定位置的部件，自带屏蔽防护；通道是在后装机中专供密封放射源或其组件在其运动的轨迹，此管道与储源器和施源器相连接。后装机结构示意图如图 9-5 所示。

①储源器

储源器为可容纳一个或多个放射源的容器，当放射源不工作时，它可提供电离辐射的防护。

②施源器

施源器为可将一个或多个放射源送入预定位置的部件，自带屏蔽防护。施源器的形状、结构设计以及材料选择应适应靶区的解剖特点，保证放射源在其中正常驻留或运动，并按照剂量学原则，形成各种预定的剂量分布，最大限度地防护邻近正常组织和器官。

③通道

为专供密封放射源或其组件在其中运动的轨道，此管道与储源器和施源器相连接，其接头衔接严密、牢固，防止放射源冲出或脱落。管道应尽量平滑，具有可允许的最小曲率半径，以保证放射源传输畅通无阻。

图 9-5　　典型后装机和施源器结构示意图

（2）工作原理

后装机即近距离放射治疗机，是新一代肿瘤治疗设备，可进行后装放射治疗。它是将密封放射源置于病灶附近，提高局部剂量，利用γ射线的生物效应对肿瘤进行治疗的设备。这种方式可用于治疗人体内各种腔道周围的肿瘤，所选取的核素的射线能量较低，并以射线的距离衰减效应减少正常组织的损伤，同时也减少了操作人员接受的辐射剂量。

（3）工作流程

本项目后装机贮源装置安装在机房内，驱动装置控制系统安装在控制室内，在对病人进行治疗时由辐射工作人员在控制室隔室操作。后装机预计年使用 2 枚 ^{192}Ir 放射源（使用 1 枚，交替换源 1 枚），设计装源活度为 3.7×10^{11}Bq，属 III 类放射源。^{192}Ir 半衰期为 74d，衰变过程会发出的β、γ射线，当放射源衰变至其活度不能满足放射治疗需要时，将更换放射源，从而产生退役后的废放射源。后装治疗工作流程及产污环节如图 9-6 所示。

1）治疗流程为：

①根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前预约登记，以确定治疗时间；

②预约患者先通过 CT 模拟定位对病变部位进行详细检查，确定肿瘤的具体位置和形状；

③医师根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间，物理师通过医生给出的治疗剂量，通过治疗计划系统（TPS）制定治疗计划；

④肿瘤患者在技师协助下躺上治疗床，进行摆位，依据计划在治疗床上进行连接施源器，该过程在治疗机房内完成；

⑤安装施源器后，技师进入操作室，确定所有安全设施到位后，启动治疗机进行照射；

⑥治疗结束后，放射源返回后装机贮源装置，打开治疗室防护门，技师进入治疗室卸载患者，协助病人离开机房，为下次照射做准备。

2）换源流程为：

供源单位工作人员将专用的贮源器（专用贮源器的屏蔽能力与后装机未出源时的屏蔽能力基本一致）运输至后装治疗机房内，与后装机输源管连接，然后退出机房，关闭防护门，通过电脑控制其出源，废源进入专用的贮源器后，待回收；然后换源工

作人员将含有新源的专用贮源器上一根长约 lm 的钢丝连接到后装机（钢丝的另一端即为新源），然后退出机房，关闭防护门，通过电脑控制将钢丝连同新源一起进入后装机，完成一次换源工作，废源由供源单位回收处理，不在医院内暂存，如废源不能及时回收，应置于屏蔽容器中放入保险柜，保险柜采用双人双锁。

（4）产污环节

本项目运行期间主要污染因子为β射线、γ射线及治疗过程中产生的少量臭氧、氮氧化物和退役后的废放射源。根据医院实际治疗情况，医院购买的后装治疗设备首次导源由厂家负责，后期源的购买由医院申购，委托有资质的厂家派专业技术人员更换放射源，退役后的废放射源由有资质厂家进行回收处理，废放射源不在医院内暂存。

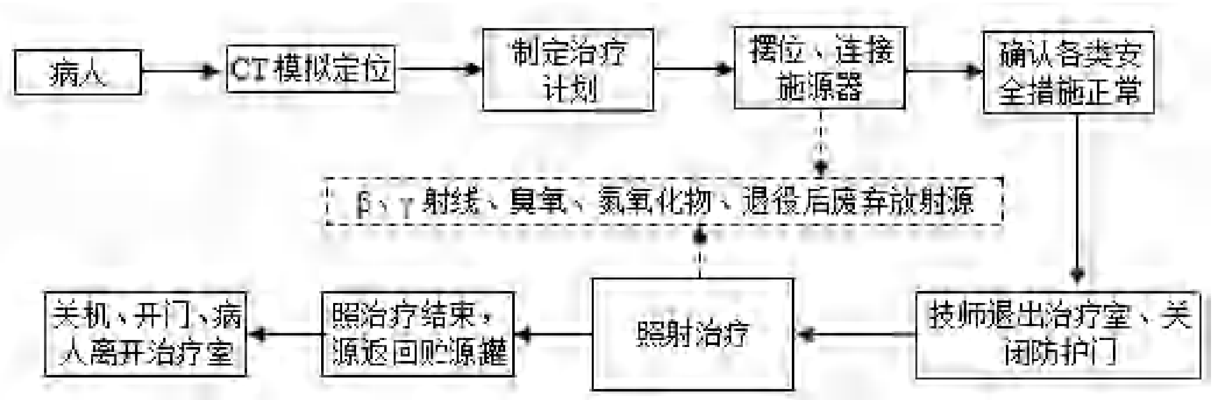


图 9-6　　后装治疗工作流程及产污环节示意图

9.1.1.2 CT 模拟定位机

（1）设备组成

CT 模拟定位一般由一台大视野 CT 扫描机，一套具有 CT 图像的三维重建、显示射野模拟功能的软件，一套激光射野模拟器组成。CT 扫描机主要由扫描机架、扫描床、计算机系统、控制台、电源分配柜等构成。结构详见图 9-7 所示。CT 扫描机架内部包括 X 线管、滤过器、准直器、探测器、数据采集系统以及为 X 射线管和探测器 360°旋转提供动力的机械部件组成，详见图 9-8 所示。

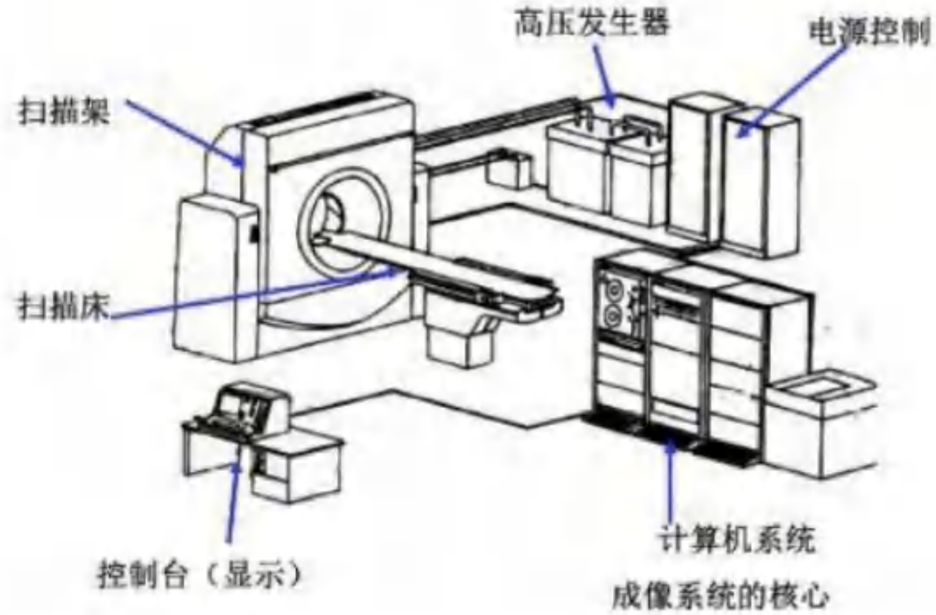


图 9-7　　CT 模拟定位机的主要组成结构示意图

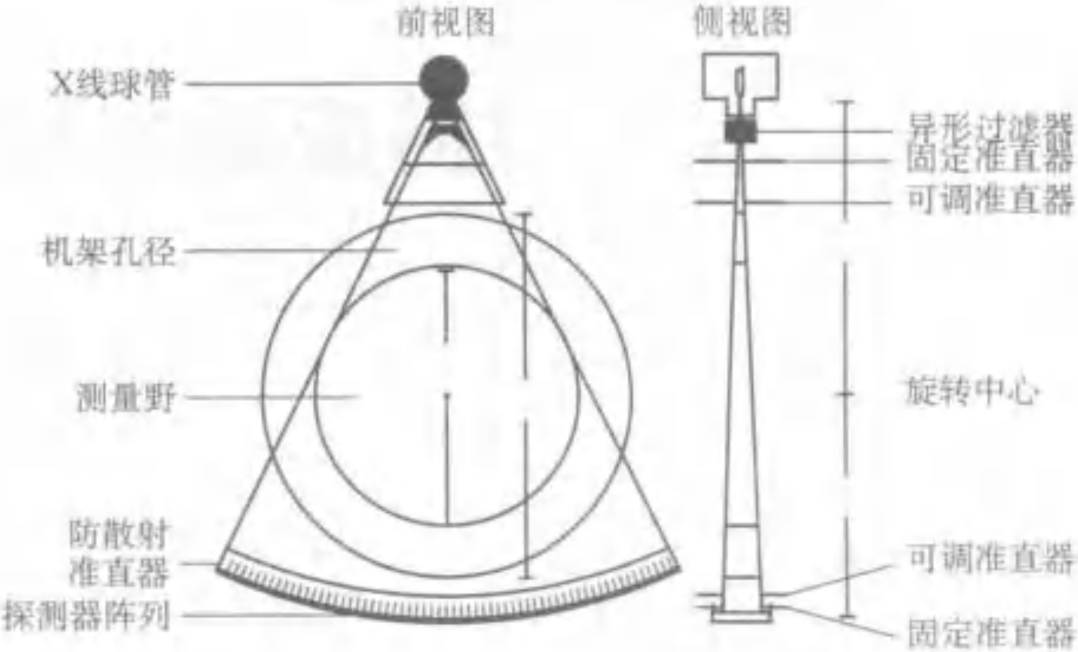


图 9-8　　CT 机架内部结构示意图

（2）工作原理

CT 模拟定位是诊断型 CT 与传统 X 射线模拟机的有机结合。CT 模拟定位采用 X 射线进行摄影的技术设备，产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。CT 模拟定位不仅可以像诊断性 CT 一样为治疗计划系统提供高质量的 CT 影像资料，帮助临床医生精确勾画出肿瘤靶区及危险器官的轮廓，进而帮助计算机计划系统进行组织不均匀

性校正，提高剂量计算的准确性；还能够借助复杂的计算机软件，将计划设计的照射野三维空间分布结果重叠在 CT 重建的患者解剖资料之上，在相应的激光定位系统的辅助下，实现对治疗条件的虚拟模拟。CT 模拟定位综合了部分影像系统、计划设计系统和传统 X 光模拟机的功能。

（3）工作流程

①患者经医生诊断、治疗正当性判断，确定接受加速器放射治疗需采用模拟定位的患者接诊后首先由工作人员引导进入机房。

②患者在定位床上就位，工作人员调整好位置并固定体位后到控制室开机。

③工作人员通过模拟定位系统寻找病灶，确定了照射野边界范围。

④工作人员确认照射野边界范围后停止照射，进入机房在患者体表划定位线。

⑤确认定位线后，降床引导患者离开，定位工作结束。

（4）产污环节

CT 模拟定位机为采用 X 射线进行模拟定位的设备，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。其主要放射性污染因子为 X 射线对公众及放射性工作人员的外照射；**X 射线会使周围空气发生电离产生臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_X）；**运行期间没有废水和固体废弃物产生。CT 模拟定位机工作流程及产污环节如图 9-9 所示。

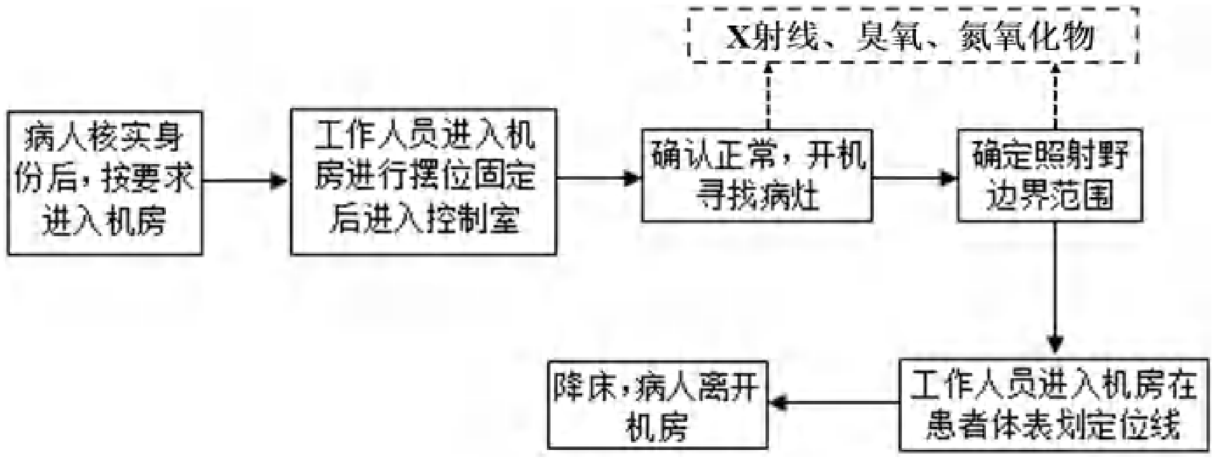


图 9-9　　CT 模拟定位机工作流程及产污环节示意图

9.1.2 介入诊断治疗

9.1.2.1 数字减影血管造影（DSA）

DSA 基本设备包括 X 射线发生和显像系统、机械系统、图像数据采集和存储系统、计算机系统等，DSA 设备基本结构见图 9-10，整体外观图见图 9-11。

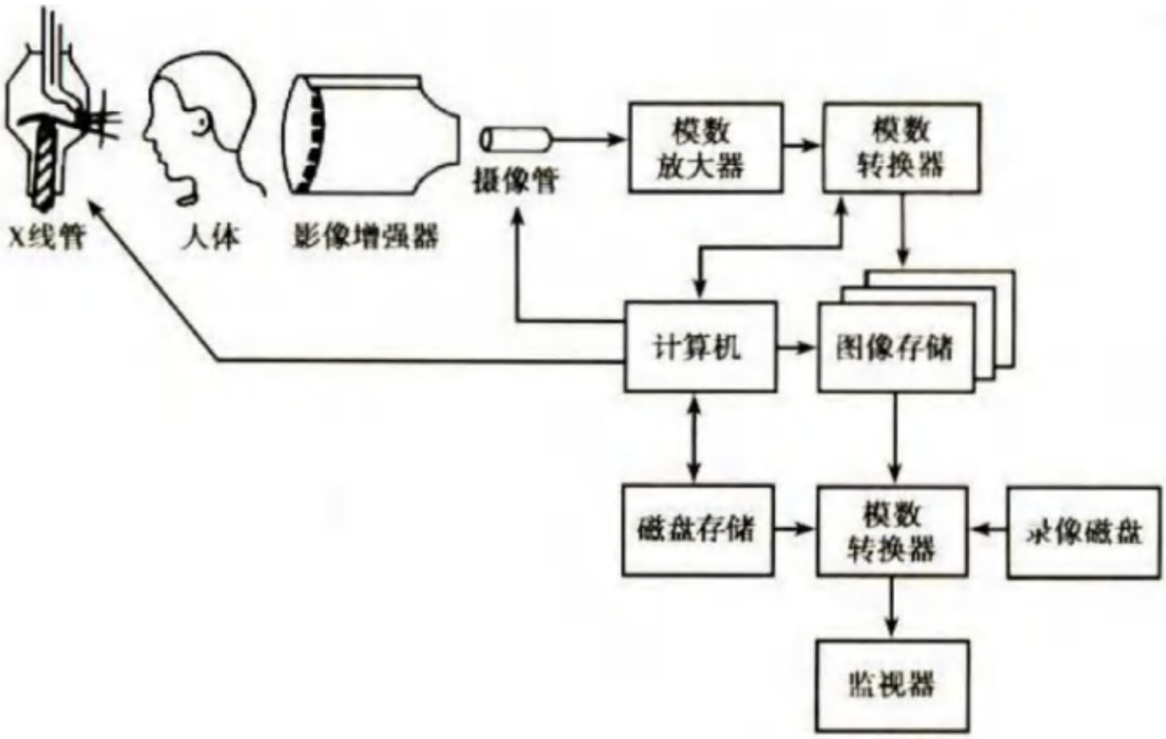


图 9-10　　DSA 设备基本结构图

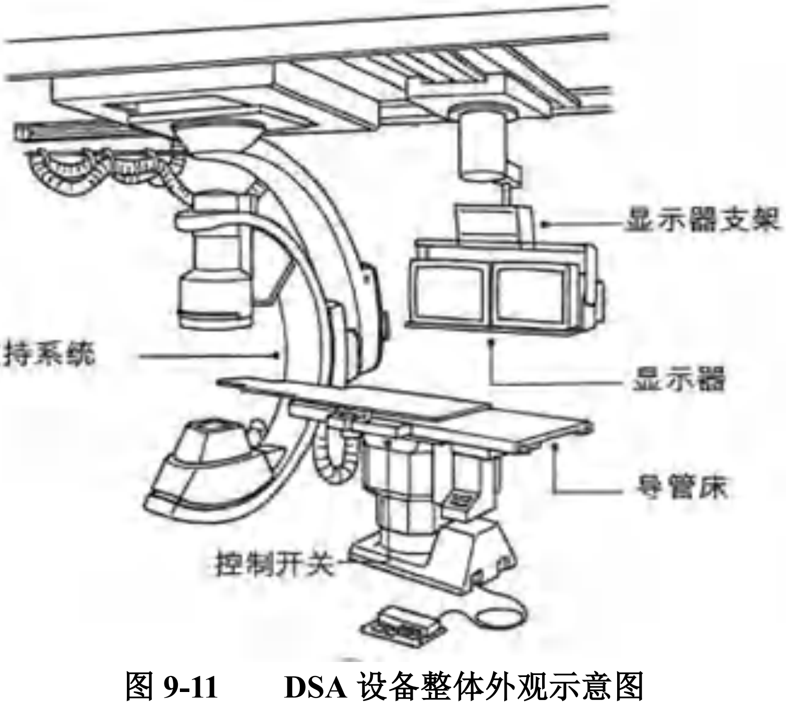


图 9-11　　DSA 设备整体外观示意图

（1）X 射线发生和显像系统

X 射线发生和显像系统包括 X 线管，高压发生器，影像增强器，电视摄像机，光学系统和监视器等。其中 X 射线发生装置包括 X 线管、高压发生装置和控制装置。X 射线管是整台射线装置的辐射源。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极

是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。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。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，高速电子轰击靶体产生韧致辐射即X射线。典型X射线管结构图详见图9-12。

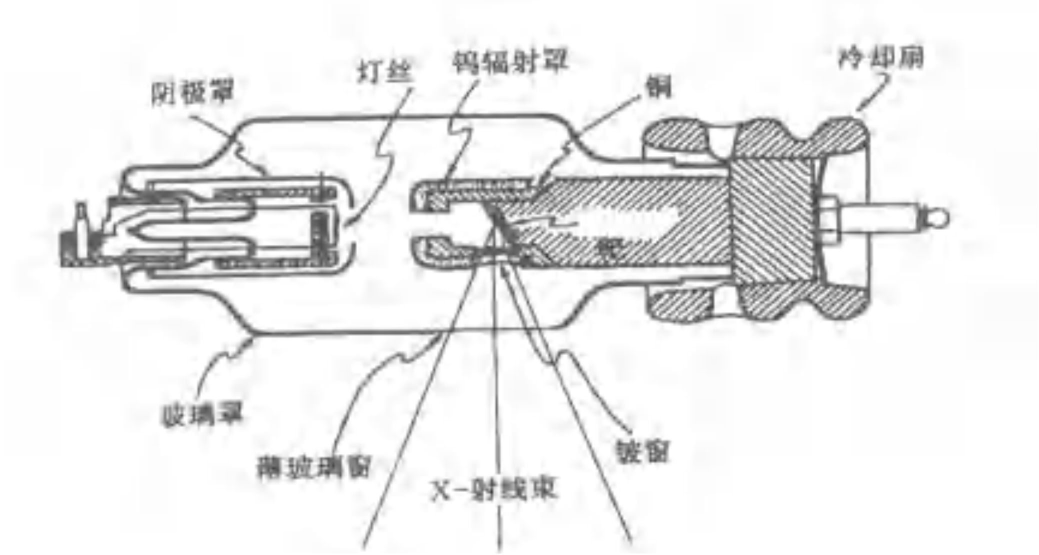


图 9-12　　典型 X 射线管示意图

（2）机械系统

机械系统主要包括机架和导管床。

（3）图像数据采集和存储系统

采集图像介质有胶片、硬盘、光磁盘等。

（4）计算机系统

在DSA系统中，计算机主要用于控制和图像后处理。

（5）辐射屏蔽系统

X射线显像系统中的影像增强器本身就是一个有用线束的屏蔽设施，通常在影像增强器透射和摄影情况下，由于影像增强器对初始有用线束的屏蔽作用，介入手术机房的辐射屏蔽设计一般只需考虑次级屏蔽就足够了。此外，数字减影血管造影装置出厂将配备铅玻璃悬挂屏风和床侧防护铅帘等辅助防护设施，为从事介入手术近台操作的医务人员提供辐射屏蔽。

9.1.2.2 工作原理

介入治疗是利用现代高科技手段进行的一种微创性治疗，其应用数字技术，扩大医生视野，借助导管、导丝延长了医生的双手，它的切口（穿刺点）仅有米粒大小，不用

切开人体组织，就可治疗许多过去无法治疗、必须手术治疗或内科治疗疗效欠佳的疾病，如肿瘤、血管瘤、各种出血等。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点。DSA 常应用于介入治疗，能指导介入手术时医生快速、精确地操作；医生在 DSA 医学影像学设备的引导下，利用特殊的穿刺针、导管、导丝、支架和栓塞剂等器械代替传统的手术刀，对疾病进行诊断和局部治疗。

数字减影血管造影（DSA）技术是计算机与常规 X 射线血管造影相结合的一种新的检查方法。DSA 的成像基本原理是将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理后的图像，血管影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

9.1.2.3 操作流程及产污节点

（1）操作流程

①病人候诊、准备、检查：由主管医生写介入诊疗申请单；介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

②向病人及家属告知可能受到的辐射危害。

③检查相关防护设施是否正常，根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入机房并进行摆位。

④技师协助摆位后与无关人员离开机房（患者留下），在确认手术室内没有无关人员滞留后，关闭防护门。

⑤机房各防护门均已关闭后，开启 DSA 设备，技师在操作间内首次拍片初步确认病灶部位后，手术医生穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，之后离开机房，关闭防护门。

⑥手术医生离开机房、关闭防护门后，技师在操作间内加压对患者注射造影剂，开启设备，摄影采集图像。进行过程中，根据诊疗需要，医生或在操作室进行隔室摄影，或在床旁进行介入治疗，直到治疗结束，关机。

DSA 在进行曝光时分两种情况：

第一种情况隔室操作（摄影）：操作人员采取隔室操作的方式，在 DSA 机房外的操作间对病人进行曝光，介入手术医生及护士撤出机房，医生位于操作室通过铅玻璃观察窗观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况同室操作（透视）：医生需要进行手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采取连续脉冲透视，此时介入手术医师在 DSA 机房内同室操作，位于铅屏风或铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

（2）产污节点

DSA 的辐射源项包括：初级辐射（有用线束）、次级辐射（泄漏辐射与散射辐射），有用线束直接朝向患者，墙壁、地板、防护门及观察窗受到病人体表散射影响及设备泄漏辐射影响，医生在操作过程中受到泄漏辐射及病人体表散射辐射的影响。

由工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。这种射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线装置在非诊疗状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，故不必考虑感生放射性问题。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

X 射线会使周围空气发生电离，空气电离将产生臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x），在 NO_x 中以 NO_2 为主，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，若在机房内聚集，对机房的人员具有一定的危害。

本项目 DSA 运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术机打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光原料；手术过程中将产生少量的医疗废物。

（3）工作人员防护情况

主治医师穿戴防护用品在操作位进行手术，护士穿戴防护用品位于护士位进行手术辅助工作，手部和腿部暴露于外部。操作室工作人员位于操作室内，控制电子系统，由手术室墙体，防护门，防护窗进行隔离防护。

本项目 DSA 工作流程及产污环节见图 9-13。

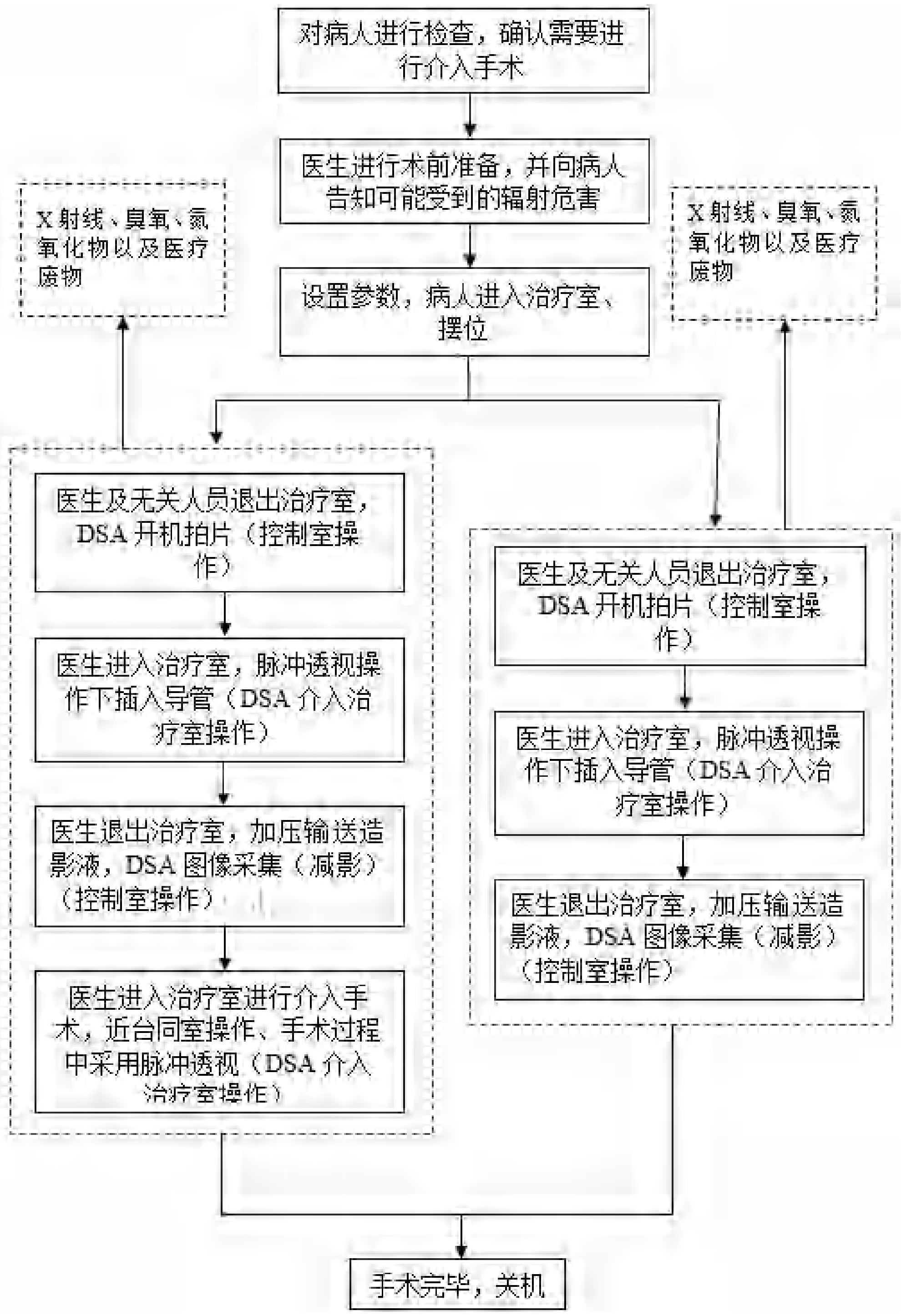


图 9-13　　DSA 治疗流程及产污环节示意图

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况

9.2.1.1 放射治疗

本项目正常工况下的污染因子分为放射性污染源和非放射性污染源，放射性污染源主要为放疗射线装置产生的 X 射线、电子线、中子和中子俘获 γ 射线、感生放射性以及

^{192}Ir 放射源产生的 β 射线、γ 射线等，非放射性污染源主要包括 O_3 及 NO_x，详见表 9-2。

表 9-2　正常工况下污染因子及污染途径

设备名称	污染因子		污染途径
医用电子直线加速器	放射性	X 射线、电子线、中子和中子俘获 γ 射线	对职业人员及周围公众造成外照射
		感生放射性	对职业人员造成内外照射
	非放射性	O_3 及 NO_x	空气流通扩散对职业人员、周边公众造成影响
后装机	放射性	β 射线、γ 射线	对职业人员及周围公众造成外照射
	非放射性	O_3 及 NO_x	空气流通扩散对职业人员、周边公众造成影响

（1）X 射线

本项目加速器用于 X 线治疗时，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质及其他加速器结构材料相互作用时将产生高能 X 射线，X 射线可能对工作人员和公众造成危害，并且随机器的开、关而产生和消失。

（2）电子线

电子线是加速器在电子线模式下运行时，加速器的电子直接引出真空室照射患者的病灶部位而应用的一种射线。电子线穿透能力较弱，只要用大于它穿透深度的材料，就可完全屏蔽它。当工作在电子线模式时，电子束被高 Z 物质（如钨靶）阻滞，在各个方向上产生韧致辐射光子。本项目医用电子直线加速器电子线治疗模式最大档为 20MeV，在 1m 处的最大剂量率值为 1000cGy/min。

（3）中子和中子俘获 γ 射线

本项目医用电子直线加速器所发射的高能量 X 射线或电子射线照射到物质材料（如加速器设备的真空管壁、波导管壁、金属靶、准直器、均整器和治疗机头的屏蔽材料以及病床等）时，通过（X，n）或（e，n）核反应产生中子。但发生（X，n）反应的截面至少大于（e，n）反应截面一个数量级，因此，主要考虑在 X 射线束工作模式下（X，n）光-核反应产生的中子。俘获 γ 射线是中子与物质作用时，在非弹性碰撞和热中子俘获过程中产生的 γ 辐射，其能量有时可达 10MeV，具有很强的穿透力。

本项目拟建加速器机房使用混凝土屏蔽，混凝土的屏蔽作用满足光子的同时，也能满足中子，这是因为混凝土中含有足够的含氢物质，使中子慢化，然后被吸收。但是，由于中子在迷道中的多次散射，在迷道口的辐射水平较高，特别是在调强适形（IMRT）治疗中，有用束外中子剂量当量将增加 2～10 倍。因此，在防护门的设计中除在门上加

贴适当厚度的铅皮外，还应加贴适当厚度的中子防护材料。中子线束的泄漏率为 0.1%。

（4）γ 射线

该项目后装治疗机使用的密封性放射源为 ^{192}Ir，在衰变过程中会放射出 0.14～0.65MeV 不同能量的 γ 射线，其中以 0.317MeV 的 γ 射线份额为最多，γ 射线与 X 射线的危害相同，也会产生泄漏辐射和散射辐射，需要进行屏蔽防护。正常运行时，在非治疗状态下，^{192}Ir 封装在后装治疗机的储源器内，要求储源器最大装载活度时，距储源器表面 5cm 空气比释动能率不得大于 **50μSv/h**，距离储源器 100cm 处的球面上，任何一点的泄漏辐射不得大于 **5μSv/h**。治疗状态下，^{192}Ir 驻留施源器中，按裸源考虑，机房内空气比释动能率较高。

（5）β 射线

^{192}Ir 衰变时释放出能量为 0.67Mev 的 β 射线，该射线无法穿透放射源不锈钢包壳表面，不会对人员产生辐射危害。

（6）感生放射性

当加速器产生的高能量射线照射在设备的结构材料（转换靶、均整器、限束器等）、治疗室内的各种设备、器械、空气和墙壁等物质上时，可以产生感生放射性。一般情况下，当韧致辐射光子能量高于光合反应的阈能时，感生放射性才会出现。在其电子能量较低时（＜5MeV），感生放射性基本可以忽略。但是随着能量的不断增加，对于一个屏蔽良好的加速器工作环境而言，感生放射性则会成为放射性工作人员所受外照射的首要来源。但感生放射性衰减较快，实际工作中工作人员可停留 3-5 分钟待其衰减至可接受水平后，才进入机房内进行治疗活动。

（7）放射性固体废物

①加速器、废束流装置

加速器正常运行时，无废靶产生。如果加速器冷却水循环系统出现故障，可能造成靶体散热不畅导致靶被打穿的情况，产生废靶。此外，加速器报废时，会有废靶产生。对于更换下来的废靶和退役时拆卸下来的废靶，可暂存于铅桶，处置前经监测其表面辐射剂量率水平符合清洁解控水平，之后交由厂家回收处置。

②废弃放射源

本项目后装机采用 ^{192}Ir 放射源，^{192}Ir 放射源半衰期为 74d，使用一定时间后，其活度不能满足放射治疗需要时，需更换放射源，退役源更换后直接交由放射源生产厂家回

收处理，院内不进行贮存。

（8）非放射性污染源

医用电子直线加速器机房内的空气受到 X 线及电子线照射会产生一定量的臭氧和氮氧化物，若在机房内聚集，对机房的人员和设施均具有一定的危害。类比工程可知，只要确保每小时排风不小于 4 次，产生的臭氧和氮氧化物对机房内外环境影响较小。

9.2.1.2 介入诊断治疗

（1）X 射线

由 DSA 的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生、消失。因此，本项目使用的 DSA 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发出射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。在诊断过程中，X 射线在辐射场中可分为三种射线，分别为由 X 射线管窗口出射的用于诊断检查的有用射线、由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射线以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。对于 X 射线造影装置来说，有用射束基本被探测器（平板探测器或影像增强器）屏蔽，影响周围环境的污染因子主要考虑泄漏和散射产生的 X 射线。

（2）非放射性污染源

①非放射性气体

X 射线会使周围空气发生电离，空气电离将产生臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x），在 NO_x 中以 NO_2 为主，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，若在机房内聚集，对机房的人员具有一定的危害。

②医疗固体废物

介入诊疗过程中注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片；手术过程中将产生少量的医疗废物，结束后暂存至医疗废物暂存间，作为医疗废物集中进行处理。

9.2.2 事故工况

9.2.2.1 放射治疗

（1）医用电子直线加速器事故工况

本项目放射治疗射线装置的安装、检修均由设备销售厂家负责，医院只负责日常安全使用及管理。由于设备自身的屏蔽措施以及设备的固有安全联锁装置，设备在正常使用的情况下发生事故的概率极小，可能发生的辐射事故主要包括：

①联锁系统、监视系统、声光报警系统失灵，导致正在治疗过程中人员的误入，这样可能造成超剂量的辐射，引发事故；

②人员误留治疗室内，对误留人员造成不必要的照射；

③设备机头屏蔽层损坏，导致 X 射线直接漏射严重，进而对人体产生较大危害；

④设备电子枪或 X 射线球管阴极老化，设备加速电压异常，导致发出射线的剂量率不稳定，使患者的治疗剂量偏离处方剂量；

⑤维修人员在维修过程中由于误操作受到照射；

⑥剂量监测系统失效和工作人员的误操作导致患者受到过量照射等。

（2）后装治疗机事故工况

本项目后装机的安装、检修及放射源的更换均由设备销售厂家负责，医院只负责日常安全使用及管理。由于设备自身的屏蔽措施以及设备的固有安全联锁装置，设备在正常使用的情况下发生事故的概率极小，可能发生的辐射事故主要包括：

①门机（源）联锁装置发生故障，人员误入正在运行的后装治疗机房导致误照射；

②维修人员在维修期间后装机出源致使维修人员误照射；

③其它医护人员还未全部撤离机房，即进行出源，人员受到不必要的照射；

④门机（源）联锁装置发生故障，在防护门未关闭的情况下即进行出源操作，可能给工作人员和周围活动的人员造成不必要的照射；

⑤III类放射源换源丢失或被盗；

⑥后装机换源过程和治疗过程中出现卡源、放射源脱落事故，导致放射源裸露在外界。

（3）CT 模拟定位机

①曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到 X 射线照射；

②曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射；

③曝光过程中，或因警示灯无效其他人员在不知情的情况下误入曝光室接受到意外照射；

④因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射；

⑤陪检人员未按工作人员的要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致接受额外照射；

⑥相关人员在检修射线装置过程中，受到意外照射。

从理论上讲，发生上述事故的几率极小，为防止事故的发生，在购置设备时要注意安全联锁设施的可靠性与稳定性的设计水平，使用过程中要经常定期检查和维护联锁系统及安全保障系统，仪器操作人员应严格按照操作规程进行运行操作，每次开机前必须要确认机房内无人员时，才能进行开机运行。

事故工况下的污染因子和污染途径与正常工况下基本相同，主要为X射线、β射线、γ射线、中子和中子俘获γ射线、感生放射性等对辐射工作人员及周围公众造成外照射。

9.2.2.2 介入诊断治疗

本项目介入诊断治疗可能发生的辐射事故为：

①X射线装置发生控制系统或安全保护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安全联锁装置发生故障状况下，导致人员误入正在运行的手术室而造成X射线误照射；

③操作介入手术的工作人员未穿戴铅围裙、铅衣、防护帽等个人防护用具，而受到超剂量的外照射；

④工作人员在手术室内为患者摆位或其他准备工作，控制台处操作人员误开机出束，发生事故性出束，对工作人员造成辐射伤害；

⑤操作时其他无关人员滞留介入机房内，受到照射；

⑥维修调试过程中，因维修人员误操作导致设备出束，可能发生误照射；

⑦受检者邻近照射点的器官或组织未进行屏蔽，而受到超剂量的外照射伤害。

事故工况下的污染因子和污染途径与正常工况下基本相同，主要为 X 射线对辐射工作人员及周围公众造成外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 放射治疗工作场所安全设施

10.1.1.1 工作场所布局和分区

（1）工作场所布局

本项目放疗科位于地下一层 A 区东北部（10 号医疗综合楼住院楼北侧与 7 号科研办公楼科研教培中心南侧中间的地下区域），设有 2 间加速器机房、1 间后装治疗机房及 1 间 CT 模拟定位机房。放疗科下方为地下二层停车场、结构空腔，上方为院内空地、道路，北侧为地下一层停车场，西侧为核医学科，南侧为病房楼地下泵房和电梯厅，东侧为后勤药品库。建设项目所在放疗科用房包括熔铅/制模操作间、水冷机房、等候区、等候大厅、诊室、模具库、诊室、抢救室、治疗计划室、配电间、会议示教室、主任办公室、值班室、质控设备间、制模室、治疗室、更衣室、卫生间等配套用房。周围来往人员除了医护人员大部分为到此处治疗的病患及陪护家属，人员活动较为单一，科室内病人能够就近诊疗，既方便诊疗，又使辐射工作场所相对集中，以便于医院对医用射线装置和放射源的集中统一管理。

（2）工作场所分区

1）控制区与监督区的划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。本项目放射治疗辐射工作场所控制区和监督区划分情况见表 10-1 及图 10-1。

表 10-1　　放疗科各机房分区情况一览表

序号	项目	控制区	监督区
1	医用电子直线加速器 01	加速器 01 治疗室	水冷机房、控制室、患者等候区、配电间、库房、放废暂存间、核医学空调机房、**北侧停车场**
2	医用电子直线加速器 02	加速器 02 治疗室	水冷机房、控制室、患者等候区、疏散楼梯间、步梯间、**北侧停车场**
3	后装治疗机	后装治疗机治疗室	疏散楼梯间、消防电梯、控制室、排风井、排烟排风机房、污物间、步梯间
4	CT 模拟定位机	CT 模拟定位注射室	控制室、制模室、更衣室、走廊

2）控制区与监督区的安全措施

①控制区

对于控制区，建设单位拟采取一系列的辐射防护安全措施：如在机房防护门上设置电离辐射警告标志（图 10-2 所示）和工作状态指示灯；控制区内设置门机联锁、紧急停机按钮、固定式辐射剂量监测报警仪、摄像监控和对讲装置等。严格限制无关人员随意进出控制区，并保证在设备正常运行的情况下，无关人员不在该区滞留。

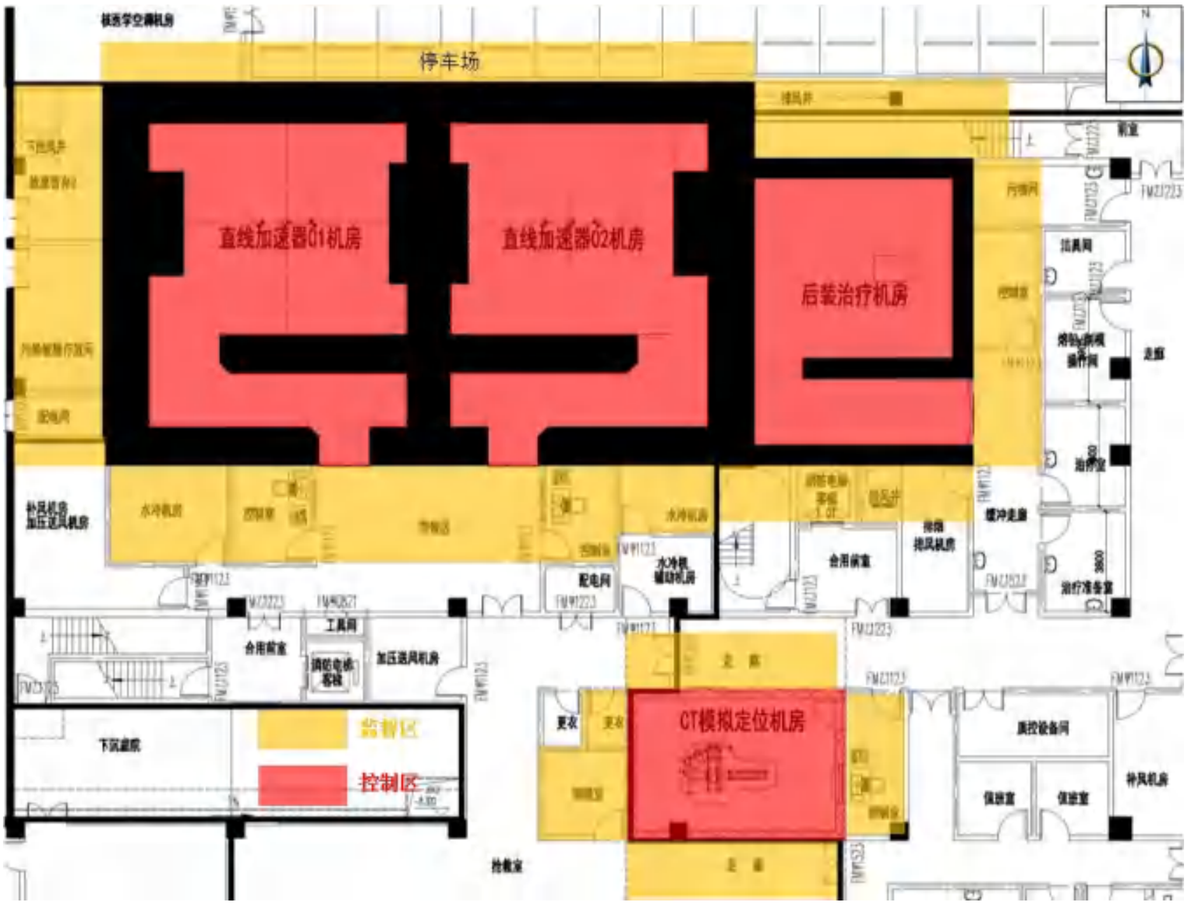


图 10-1　　本项目放疗科分区示意图

②监督区

对于监督区，建设单位不采取专门的防护安全措施，但将定期对该区辐射剂量进行监测和评价。

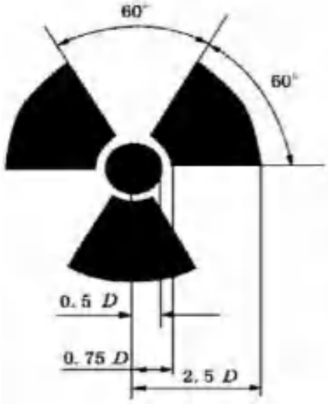


图 10-2　　电离辐射标志和电离辐射警告标志

10.1.1.2 工作场所辐射安全和防护

本项目放疗科各机房均采用混凝土浇筑，根据建设单位提供的资料情况，机房各墙体均采用密度不小于 2.35g/cm^3 混凝土作为屏蔽材料。

（1）机房屏蔽设计

①加速器机房

根据建设单位提供的图纸和机房屏蔽设计情况，该项目加速器机房基本参数详见表 10-2 所示；2 间加速器机房西墙、东墙、室顶按主屏蔽墙设置，其余部分墙体按次屏蔽墙设置。加速器机房四面墙体采用混凝土（密度为 2.35g/cm^3）作为屏蔽材料，顶棚采用混凝土和铁屑混凝土（密度为 4.28g/cm^3）作为屏蔽材料防护门拟采用含硼聚乙烯（0.90g/cm^3）加铅板（11.3g/cm^3）防护，屏蔽防护设计如表 10-3。加速器机房平面设计图如图 10-3 所示，剖面设计图如图 10-4、10-5 所示。

表 10-2　　加速器机房基本信息

机房尺寸	尺寸（mm）	等中心到各屏蔽体的距离	尺寸（mm）
直线加速器 01 机房			
机房净高	4000	等中心到西侧主防护墙（内侧）的距离	3860
机房宽度（东西方向）	7800	等中心到西侧主防护墙（内侧）的距离	3860
机房长度（南北方向）	8000	等中心到北侧墙（内侧）的距离	3800
迷路外入口（门洞）宽度	2000	等中心到南侧迷路内墙（内侧）的距离	4200
迷路内入口宽度	2650	等中心到室内地面的距离	1300
迷路内入口高度	4000	等中心点到室顶的距离	2700
迷路长度	9750	--	--
迷路宽度	2000	--	--

续表 10-2　　加速器机房基本信息

机房尺寸	尺寸（mm）	等中心到各屏蔽体的距离	尺寸（mm）
直线加速器 02 机房			
机房净高	4000	等中心到东侧主防护墙（内侧）的距离	3860
机房宽度（东西方向）	7800	等中心到西侧主防护墙（内侧）的距离	3860
机房长度（南北方向）	8000	等中心到北侧墙（内侧）的距离	3800
迷路外入口（门洞）宽度	2000	等中心到南侧迷路内墙（内侧）的距离	4200
迷路内入口宽度	2650	等中心到室内地面的距离	1300
迷路内入口高度	4000	等中心点到室顶的距离	2700
迷路长度	9750	—	—
迷路宽度	2000	—	—

表 10-3　　加速器机房屏蔽设计有关数据

屏蔽体厚度（混凝土）		屏蔽体长（宽）度	
屏蔽体	尺寸	屏蔽体	尺寸
直线加速器 01 机房			
顶棚主屏蔽墙（外凸，院内空地）	1700mm 厚混凝土+750mm 铁屑混凝土	顶棚主屏蔽墙宽度	4000mm
顶棚次屏蔽墙（院内空地）	1700mm 厚混凝土	—	—
西侧主屏蔽墙（内凸，污染被服存放间、放废暂存间）	3000mm 厚混凝土	西侧主屏蔽墙宽度	4000mm
西侧次屏蔽墙（污染被服存放间、放废暂存间、配电间）	1700mm 厚混凝土	—	—
东侧主屏蔽墙（外凸，直线加速器 02 机房，**与直线加速器 02 机房西侧主屏蔽墙共用**）	3000mm 厚混凝土	东侧主屏蔽墙宽度	4600mm
东侧次屏蔽墙（直线加速器 02 机房，**与直线加速器 02 机房西侧次屏蔽墙共用**）	1700mm 厚混凝土	—	—
北侧屏蔽墙（核医学空调机房、停车场）	1500mm 厚混凝土	—	—
南侧迷路内墙	1500mm 厚混凝土	南侧迷路内墙长度	7100mm
南侧迷路外墙（控制室、水冷机房、等候区）	1500mm 厚混凝土	—	—
机房南侧防护门（等候区）	15mm 厚铅+100mm 厚含硼聚乙烯	—	—

续表 10-3　　加速器机房屏蔽设计有关数据

屏蔽体厚度（混凝土）		屏蔽体长（宽）度	
屏蔽体	尺寸	屏蔽体	尺寸
直线加速器 02 机房			
顶棚主屏蔽墙（外凸，院内空地）	1700mm 厚混凝土+750mm 铁屑混凝土	顶棚主屏蔽墙宽度	4000mm
顶棚次屏蔽墙（院内空地）	1700mm 厚混凝土	—	—
西侧主屏蔽墙（外凸，直线加速器 01 机房，**与直线加速器 01 机房东侧主屏蔽墙共用**）	3000mm 厚混凝土	西侧主屏蔽墙宽度	4600mm
西侧次屏蔽墙（直线加速器 01 机房，**与直线加速器 01 机房西侧次屏蔽墙共用**）	1700mm 厚混凝土	—	—
东侧主屏蔽墙（内凸，后装治疗机房，**与后装治疗机房西侧墙共用**）	3000mm 厚混凝土	东侧主屏蔽墙宽度	4000mm
东侧次屏蔽墙（后装治疗机房、排风井、步梯间，**与后装治疗机房、排风井、步梯间西侧墙共用**）	1700mm 厚混凝土	—	—
北侧屏蔽墙（停车场）	1500mm 厚混凝土	—	—
南侧迷路内墙	1500mm 厚混凝土	南侧迷路内墙长度	7100mm
南侧迷路外墙（控制室、水冷机房、等候区、步梯间）	1500mm 厚混凝土	—	—
机房南侧防护门（等候区）	15mm 厚铅+100mm 厚含硼聚乙烯	—	—

注：直线加速器机房顶棚次屏蔽墙上层为 1.3m 厚的覆土层，主屏蔽墙上层为 0.6m 厚的覆土层；覆土层上方为院内空地。

②后装治疗机房

根据建设单位提供的图纸和机房屏蔽设计情况，后装治疗机房基本参数及屏蔽设计详见表 10-4 所示；后装治疗机房四面墙体和顶棚均采用密度不小于 2.35g/cm^3 的混凝土作为屏蔽材料，防护门拟采用不锈钢内衬铅板。后装治疗机房平面设计图如图 10-3 所示，剖面设计图如图 10-4 所示。

表10-4　　后装治疗机房基本信息

机房尺寸	尺寸（mm）	屏蔽体	材质及尺寸（mm）
机房净高	4000	机房顶棚（院内空地）	800mm 厚混凝土
机房宽度（东西方向）	7600	机房北侧墙（步梯间）	800mm 厚混凝土

续表10-4　　后装治疗机房基本信息

机房尺寸	尺寸（mm）	屏蔽体	材质及尺寸（mm）
机房长度（南北方向）	6800	机房东侧墙（控制室、污物间、缓冲走廊）	800mm 厚混凝土
迷道净宽	2500	南侧迷路内墙	800mm 厚混凝土
迷道内入口宽度	1900	南侧迷路外墙（电梯间、步梯间、排烟排风机房）	800mm 厚混凝土
迷道内入口高度	4000	机房西侧墙	1700mm 厚混凝土**(与直线加速器 02 机房东侧次屏蔽墙共用)**、3000mm 厚混凝土（**与直线加速器 02 机房东侧主屏蔽墙共用)**）
迷道外入口宽度（门洞）	1500	东侧防护门	10mm 厚铅

注：机房上层为 2.2m 厚的覆土层，覆土层上方为院内空地。

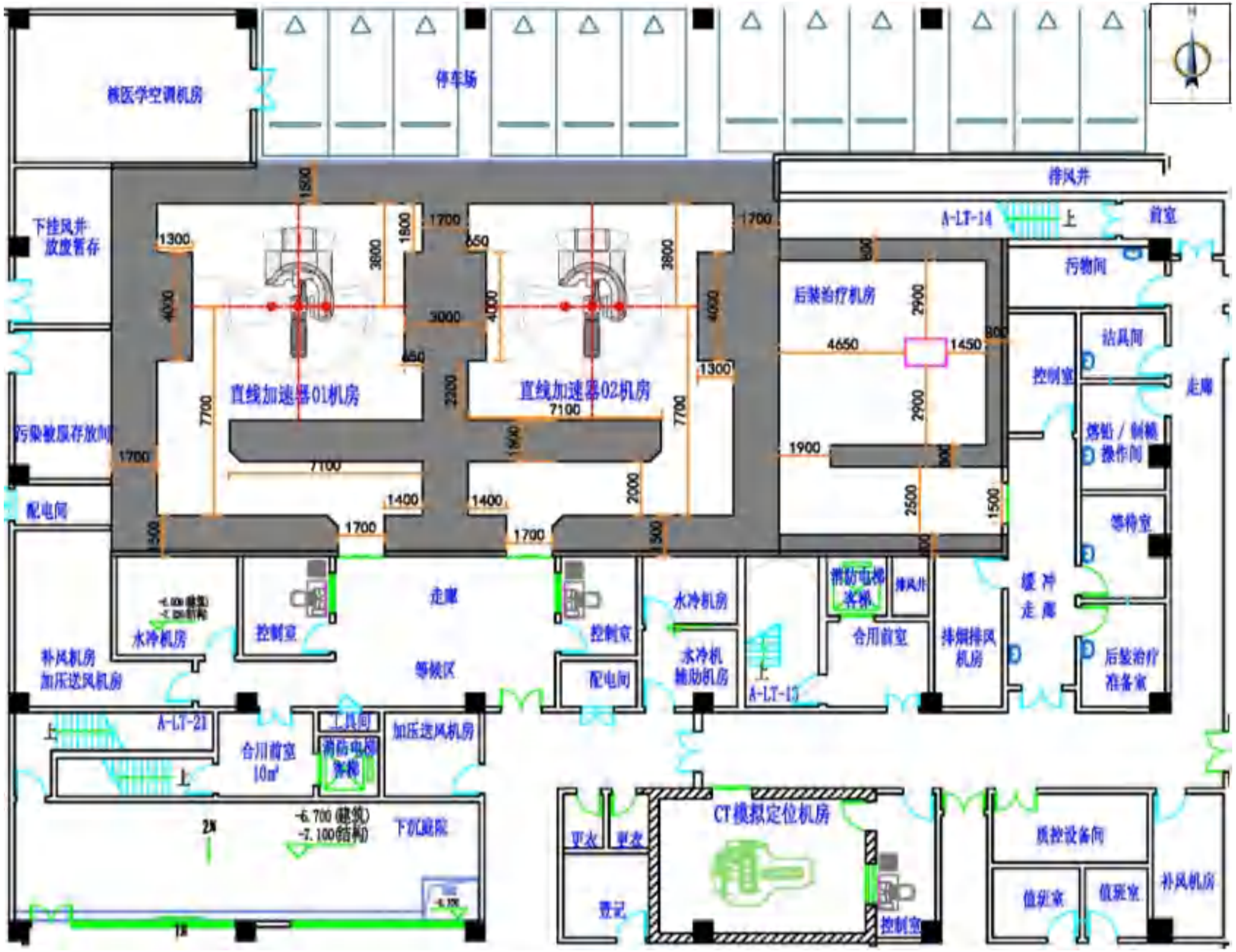
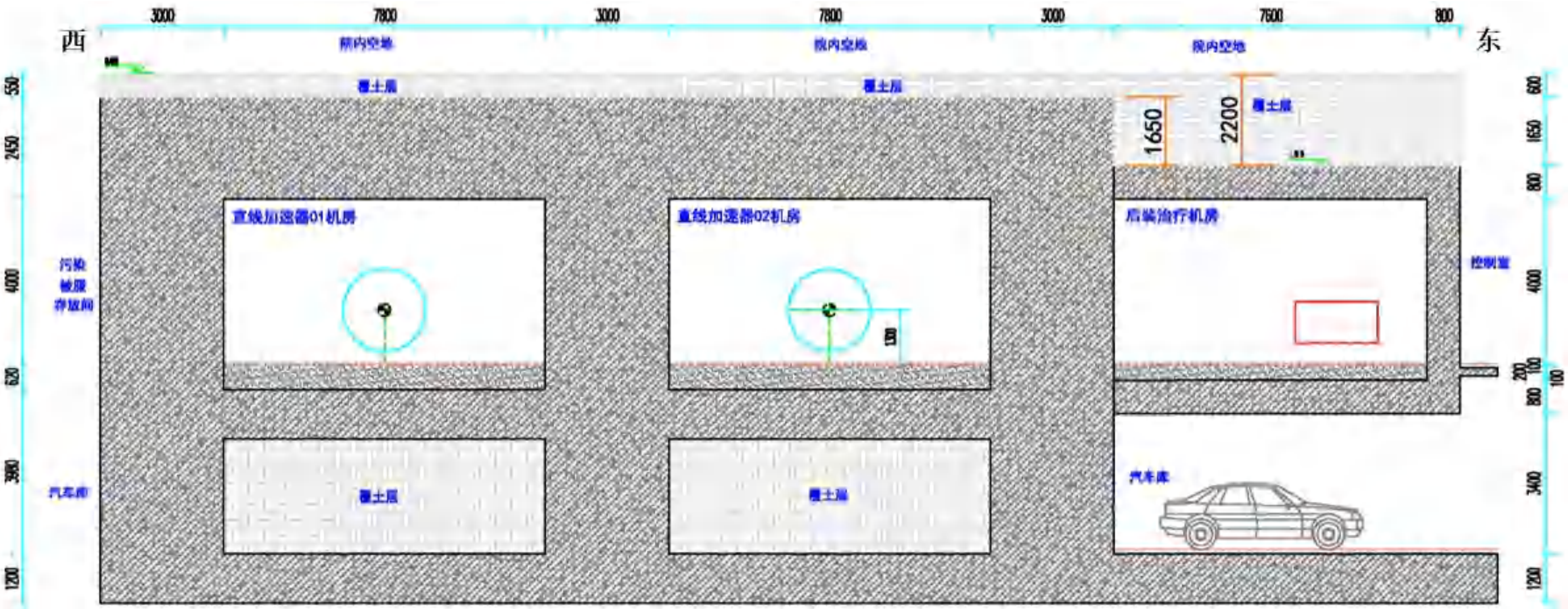


图 10-3　　本项目加速器、后装治疗机房屏蔽防护平面设计图



<u>图 10-4　　本项目加速器、后装治疗机房屏蔽防护剖面设计图（西—东）</u>

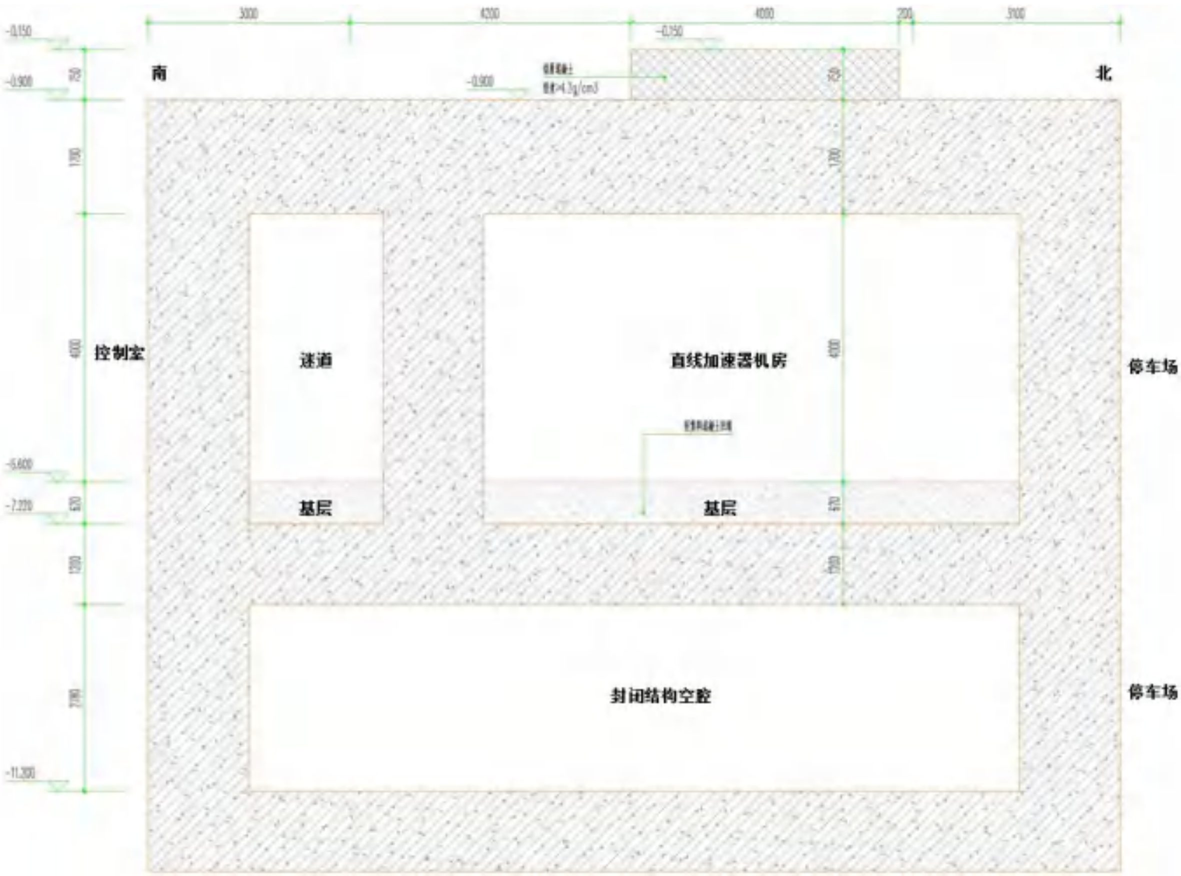


图 10-5　　本项目加速器机房屏蔽防护剖面设计图（南—北）

④CT 模拟定位机房

根据建设单位提供的图纸和机房屏蔽设计情况，建设项目 CT 模拟定位机房四周墙体拟采用密度不小于 1.65g/cm^3 的实心砖墙作为屏蔽材料并涂抹密度不小于 3.5g/cm^3 的硫酸钡涂料，顶棚、地面拟采用密度不小于 2.35g/cm^3 的混凝土作为屏蔽材料并涂抹密度不小于 3.5g/cm^3 的硫酸钡涂料，防护门拟采用不锈钢内衬铅板，观察窗拟采用铅玻璃，机房设计参数详见表 10-5。CT 模拟定位机房平面设计图如图 10-6 所示。

表 10-5　　CT 模拟定位机房屏蔽防护设计参数

屏蔽体	设计屏蔽材质及尺寸	屏蔽体	设计屏蔽材质及尺寸
四周墙体	370mm 厚实心砖墙+15mm 厚硫酸钡涂料（等效 4.75mmPb）	东侧防护门	4.0mmPb
顶棚、地面	200mm 厚混凝土楼板+30mm 厚硫酸钡涂料（等效 4.81mmPb）	东侧观察窗	4.0mmPb
—	—	北侧防护门	4.0mmPb

注：1）依据标准《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中公式（C.1）、公式（C.2）及表 C.2、表 C.3 中拟合参数计算得，200mm 混凝土（保守考虑，CT 模拟定位机取管电压 150kV）等效铅当量分别为 2.17mmPb；

2）参考《放射防护实用手册》（赵兰才、张丹枫主编）表 6.14，保守考虑，CT 模拟定位机在 150kV 管电压下，370mm 实心砖（保守参考黄砖：密度为 1.60t/m³，使用插值法估算）等效 3.3mmPb，15mm 硫酸钡涂料（保守参考重晶石混凝土：密度为 3.29t/m³，使用插值法估算）等效 1.45mmPb，30mm 硫酸钡涂料等效 2.64mmPb。

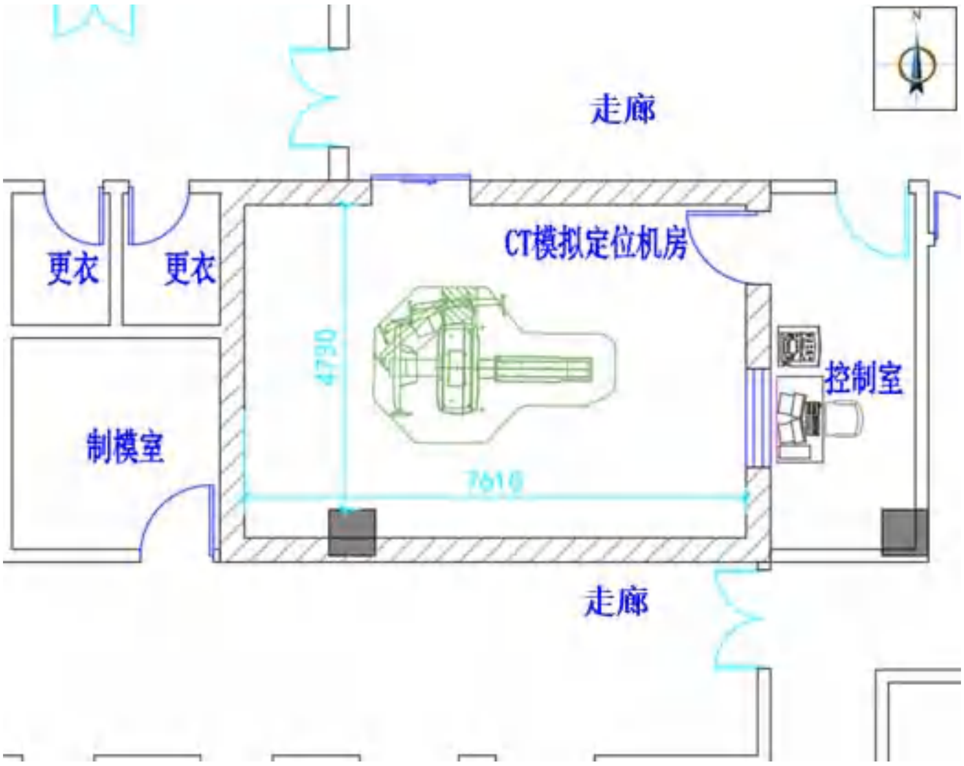


图 10-6　　本项目 CT 模拟定位机房屏蔽设计平面图

（2）穿墙管线屏蔽补偿

本项目各放射诊疗机房进风和排风管道均通过防护门上方进入机房内；各进风口均位于治疗室顶棚，新风管道经过直线加速器 01 机房西北角风井、各放疗机房防护门上方最终至机房内迷道内墙北侧区域；排风口分别设置在治疗室墙壁下部距地面 30cm 处，通过**排风管道经放疗机房吊顶层、放疗机房防护门、放疗科南侧走廊、东侧大液体库、后装治疗机房北侧排烟排风机房、排风井，最终排放至一楼地面空旷草坪处，各排风支管设置止回阀，防止气体倒灌**。建设单位拟安装大功率机械风机通风换气。

项目放疗机房与其配套水冷机房、控制室操作台之间的各种电缆管线，室内部分以地沟形式均在地坪以下部位布设，以“U”字形穿过防护墙体，电缆沟的坑道两侧均用混凝土填充；放疗机房通风管道与屏蔽墙（防护门顶部）均呈“Z”型穿过，**2 间加速器机房送风及排风管道均在迷道防护门上方混凝土中穿墙时，在墙体内增加 12mm 的铅板进行防护补偿，穿出墙体后，在管道上包裹 4mm 厚的铅板，长度为洞口尺寸的 1.5 倍进行补偿。**管线槽穿墙示意图如图 10-7、10-8、10-9 所示。

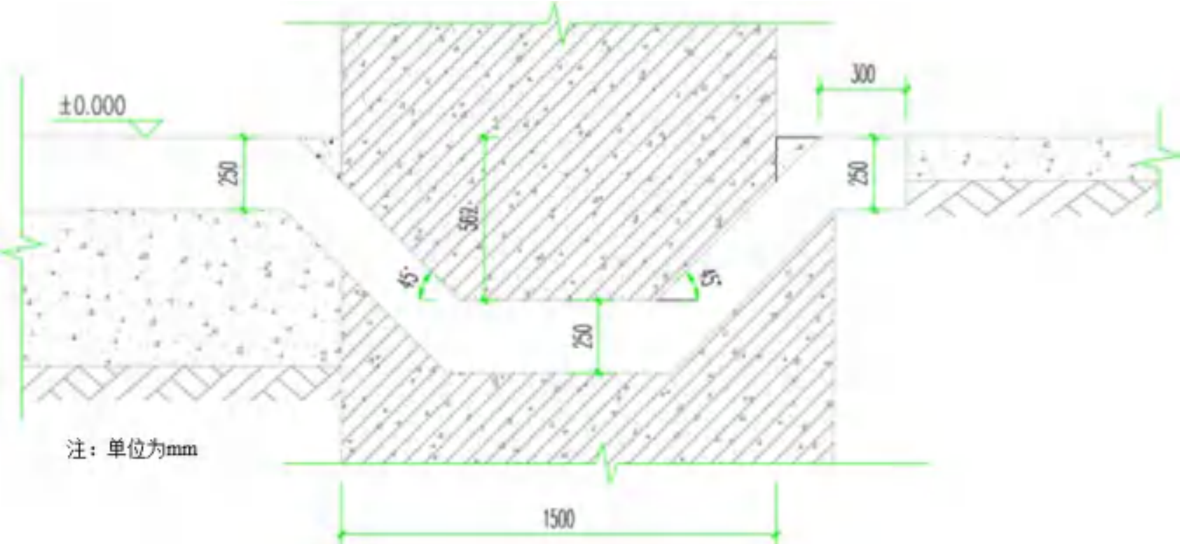


图 10-7　　放疗机房电缆管道穿墙示意图

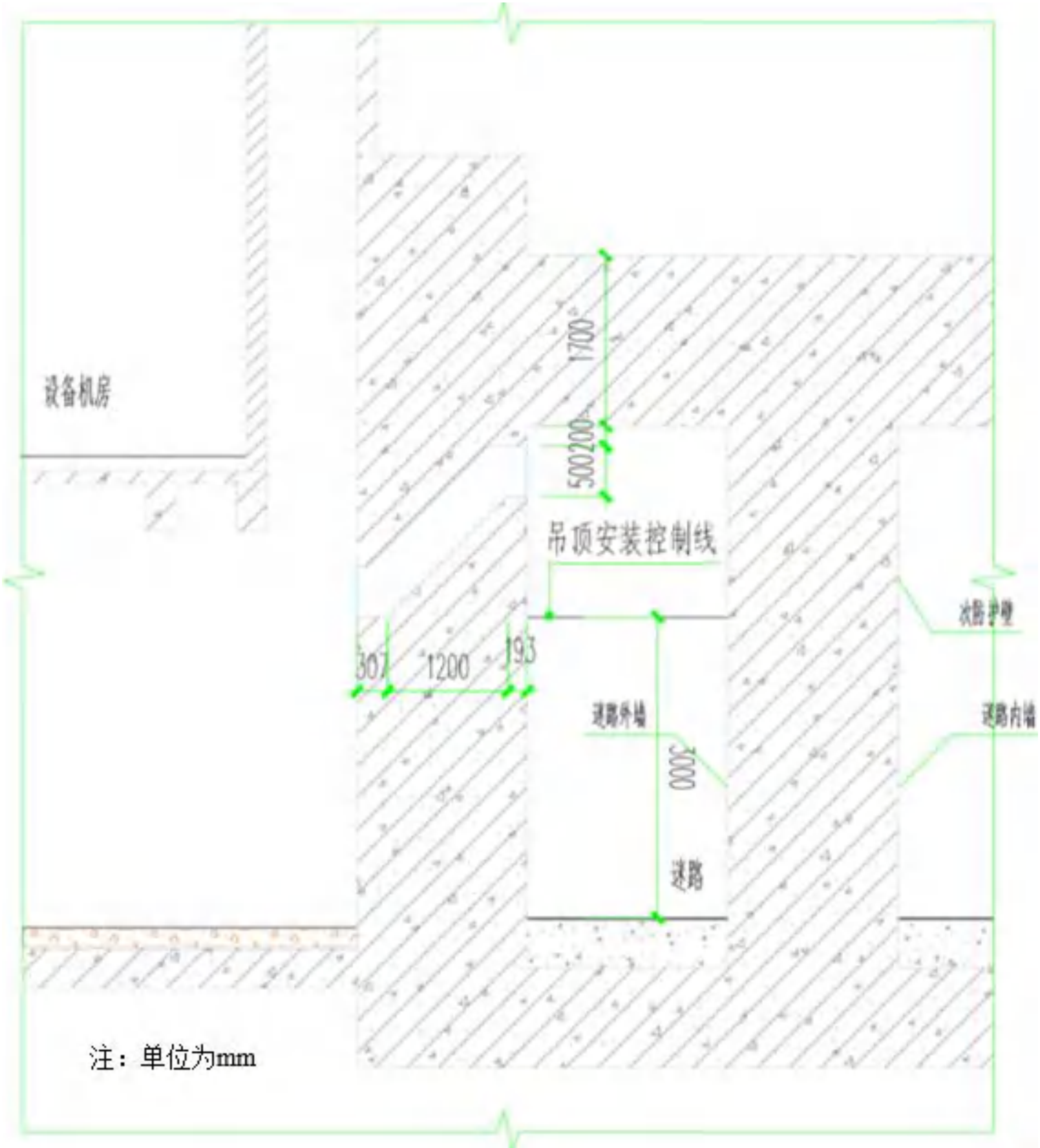


图 10-8　　加速器机房通风管道穿墙示意图

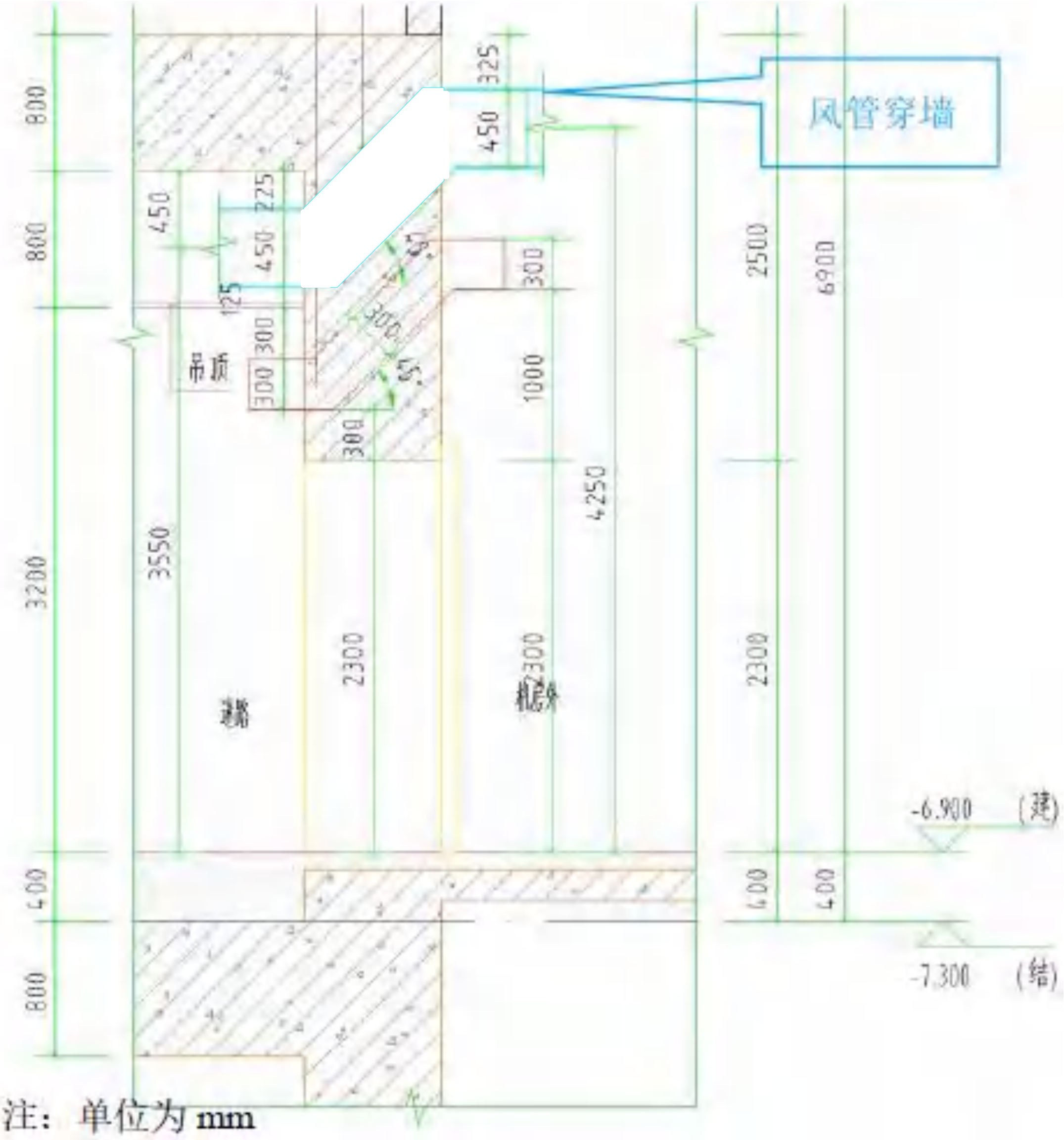


图 10-9　　后装机房通风管道穿墙示意图

10.1.2.4 辐射安全与防护措施

该项目机房拟采取以下辐射安全与防护措施：

（1）拟设置门-机联锁装置以及红外防夹人设计。

（2）拟在防护门上方设置工作状态指示灯、电离辐射警告标志。

（3）拟在治疗室迷路内入口处、治疗室西墙、迷路内墙南侧、内机房两侧共设置 5 个摄像头，对治疗室、迷道及迷道入口处的全景状况进行实时监控，治疗室和控制室拟安装双向对讲系统，指导患者配合治疗。

（4）拟设置设备开关联锁：操作台拟设操纵钥匙开关或电子锁，只有当钥匙开关插入钥匙孔或输入密码打开锁定，设备各项功能才能启动。

（5）拟设置紧急停机开关：拟在设备治疗床两侧、控制室墙面、操作台、治疗室

西墙、治疗室南墙、治疗室东墙、治疗室北迷路内墙内侧、迷路内墙外侧各设置 1 个紧急停机按钮，并拟设置明显的标志和提示语句，当遇到意外情况，可第一时间按动急停开关，切断设备电源，停止出束。

（6）为保障治疗室内人员在紧急状况下顺利撤离，拟在防护门内侧安装防护门应急开启按钮，但不应安装关闭按钮，防止紧急时按错按钮。

（7）控制台拟设置吸收剂量、吸收剂量率、治疗方式、标称能量、照射时间显示。

（8）拟在主控制台设置计时器与辐射联锁、辐照启动与辐照参数预选数联锁、钥匙开关联锁。

（9）各放疗机房内均拟设置固定式剂量报警仪，监测探头拟安装于机房内迷道内入口处，显示主机安装于控制室内，仪器带声光报警功能；每间机房拟配置 2 台个人剂量报警仪，人员在进入机房时必须携带，并拟为每位放射工作人员配备个人剂量计。

（10）拟设置手动开门装置，必要时可紧急打开防护门。

（11）机房内设置应急照明灯。

（12）防护门的设计及施工均委托专业单位进行，严格按照要求执行，确保建成后防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。

（13）加速器机房及周边按要求划分为控制区和监督区，并进行分区管理。

（14）放疗科拟购 1 台便携式 X-γ 射线巡测仪。

（15）控制室上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

（16）机房出入口门外均应设置红色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。

（17）人员辐射安全措施：

①时间防护

在满足诊疗要求的前提下，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择可行尽量低的射线装置参数，以尽量缩短曝光时间，减少辐射工作人员和患者的受照射时间。

②距离防护

在满足诊疗要求的前提下，人员保持与射线源尽可能大的距离，使距离最大化。

③屏蔽防护

医院拟为本项目 CT 模拟定位受检者及陪检者配备一定数量的个人防护用品，详见表 10-6。

表 10-6　　本项目放疗科拟配备的防护用品情况一览表

序号	设备单元		防护用品名称	屏蔽参数	数量（件/台）
1	加速器机房	工作人员	**个人剂量计**	**--**	**10（每间各 5 件）**
2			个人剂量报警仪	--	4（每间各 2 台）
3		--	固定式剂量报警仪	--	2（每间各 1 台）
4	后装治疗机房	工作人员	**个人剂量计**	**--**	**5**
			个人剂量报警仪	--	2
		--	固定式剂量报警仪	--	1
5	CT 模拟定位机房	受检者	铅帽	0.5mmPb	2
6			铅围裙	0.5mmPb	2
7	CT 模拟定位机房	受检者	铅颈套	0.5mmPb	2
8		陪检者	铅衣	0.5mmPb	1
9		工作人员	**个人剂量计**	**--**	**2**
10			个人剂量报警仪	--	2
11	放疗科	--	便携式 X-γ 射线巡测仪	--	1

注：各手术室拟配备的受检者个人防护用品含成人与儿童各 1 套。

10.1.1.4 辐射安全与防护措施符合性分析

（1）与相关标准要求相符性分析

对照相关标准要求，本项目 2 台加速器、1 台后装机辐射防护措施符合性分析见表 10-7，1 台 CT 模拟定位辐射防护措施符合性分析见表 10-8。

表 10-7　　本项目放射治疗机房辐射安全符合性分析一览表

标准名称		防护要求	本项目	是否符合
《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）	分区原则	5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。	本项目 2 间加速器机房、1 间后装治疗机房的治疗室及迷道、1 间 CT 模拟定位机房内部均设置为控制区，与控制区相邻的区域划分为监督区，详见表 10-1。	符合

续表 10-7　本项目放射治疗机房辐射安全符合性分析一览表

标准名称		防护要求	本项目	是否符合
《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）	分区原则	5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。	本项目 2 间加速器机房、1 间后装治疗机房的治疗室及迷道、1 间 CT 模拟定位机房内部均设置为控制区，与控制区相邻的区域划分为监督区，详见表 10-1。	符合
	屏蔽要求	6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。	本项目 2 间加速器机房、1 间后装治疗机房屏蔽可满足额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件时的防护要求，经分析，本项目对机房邻近场所中驻留人员的辐射影响较小。	符合
		6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。	2 间加速器机房四周墙体采用混凝土（2.35g/cm^3）作为屏蔽材料，顶棚采用混凝土和铁屑混凝土（4.28g/cm^3），防护门采用含硼聚乙烯（0.90g/cm^3）+铅板（11.3g/cm^3）屏蔽材料；1 间后装治疗机房四周房墙体及顶棚均采用混凝土（2.35g/cm^3）作为屏蔽材料，防护门采用铅板（11.3g/cm^3）作为屏蔽材料。经分析，各屏蔽材料均符合最优化要求。	符合
		6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。	放疗机房与其配套水冷机房、控制室操作台之间的各种电缆管线，室内部分以地沟形式在地坪以下部位布设，以“U”字形穿过防护墙体，电缆沟的坑道两侧均用混凝土填充；放疗机房通风管道与屏蔽墙（防护门顶部）呈“Z”型穿过。 本次评价要求建设单位施工委托专业单位进行，严格按照要求执行，确保建成后防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。	符合

<u>**续表 10-7　　本项目放射治疗机房辐射安全符合性分析一览表**</u>

标准名称		防护要求	本项目	是否符合
《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）	安全防护设施和措施要求	6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等： a）放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志和中文警示说明； b）放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯； c)控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。	本项目建成后拟在下列放射治疗设备和场所设置醒目警告标志： （1）拟在各放射治疗机房防护门上方设置工作状态指示灯、电离辐射警告标志和中文警示说明。 （2）<u>**拟在 2 间加速器机房共设置 12 个摄像头（每间各 6 个），**</u>拟在 2 间加速器机房东北角，西北角，迷道内入口南北两侧，迷道内墙内、外侧各设置 1 个摄像头；<u>**拟在后装治疗机房共设置 4 个摄像头，**</u>拟在后装治疗机房迷道内入口、迷道内墙北侧、机房东北角、西北角各设置 1 个监控摄像装置。 （3）各放射治疗机房拟设置对讲装置，通过监视系统能够对治疗室及迷道内的状况进行实时监控，通过对讲系统可指导患者配合治疗。	符合
		6.2.2 医用直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。	拟建 2 间加速器机房内均设置固定式剂量报警仪，探头拟设置于治疗室迷路内入口处，显示屏拟设置于控制室内。	符合

续表 10-7　　本项目放射治疗机房辐射安全符合性分析一览表

标准名称		防护要求	本项目	是否符合
《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）	安全防护设施和措施要求	6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施： a）放射治疗室应设置门－机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施； b)放射治疗室应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能； c)应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发； f）安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。	本项目拟在放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施： a）拟建放射治疗机房均设置门－机联锁装置，防护门未完全关闭时加速器不能出束照射，出束状态下开门停止出束；防护门未完全关闭时后装机不能出源照射，出源状态下开门放射源自动回到治疗设备安全位置； b）拟建放射机房均设置室内紧急开门装置，防护门均设置防夹伤功能； c）**拟在本项目 2 间加速器机房共设置 22 个紧急停机按钮（每间机房各 11 个），**拟在 2 间加速器机房四周墙体内侧、开门处、控制台、控制室墙面各设置 1 个紧急停机按钮，加速器治疗床两侧及机架两侧上自带紧急停机按钮（详见图 10-10）；**拟在后装治疗机房共设置 8 个紧急停机按钮，**拟在后装治疗机房控制室墙面、控制台、设备表面、四周墙体内侧、防护门入口内侧各设置 1 个急停开关，按下能够使放射源迅速返回后装治疗机储源仓。急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。 （d）本项目拟设置的安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。	符合

续表 10-7　　本项目放射治疗机房辐射安全符合性分析一览表

<table>
<tr><td rowspan="8">《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）</td><td rowspan="3">操作的辐射安全与防护要求</td><td>7.1 医疗机构应对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。</td><td>本次评价要求院方对本项目各机房的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>7.2 治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度。</td><td>本项目建成后，治疗期间，拟设两名及以上人员协调操作，并认真做好当班记录，严格执行交接班制度。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>7.3 任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室。</td><td>医院制定有相关制度确保任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td rowspan="2">固体废物管理要求</td><td>8.2.2.1 活化后的准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固态废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。</td><td>本项目加速器报废时，会有废靶产生，对于更换下来的废靶和退役时拆卸下来的废靶，可暂存于铅桶，经监测其表面辐射剂量率水平符合清洁解控水平后交由厂家回收处置。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>8.2.2.3 建立放射性固态废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固态废物处置，并做好存档记录。</td><td>本次评价要求院方建立放射性固态废物台账，在存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的作为一般固态废物处置，并做好存档记录。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>气态废物管理要求</td><td>8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。</td><td>本项目拟建放射治疗机房均设置有机械排风系统，采取全排全送的通风方式，<u>直线加速器机房换气次数不少于 6 次/h，后装治疗机房换气次数不少于 10 次/h,</u>室外排气口位置未设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。各放射治疗机房排风情况详见表 10-17。</td><td>符合</td></tr>
</table>

续表 10-7　　本项目放射治疗机房辐射安全符合性分析一览表

标准名称		防护要求	本项目	是否符合
《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）	布局	6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。	本项目各放射治疗机房控制室、设备机房等均与治疗室分开，位于机房外。	符合
		6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。	本项目 2 间加速器机房控制室未与治疗机房相连。	符合
		6.1.6 X 射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路；γ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。	本项目 2 间加速器机房、1 间后装治疗机房均设置有迷路。	符合
	应急储存设施	6.4.5.1 γ 源后装治疗设施应配备应急储源器。	本项目拟在后装治疗机房内配备应急用放射源的铅罐及长柄钳子。	符合
《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第一部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）		防护门应尽可能减小缝隙泄漏辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。	本项目设计及施工均委托专业单位进行，严格按照要求执行，确保建成后防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。	符合

根据上表可知，本项目加速器、后装机拟设置的辐射防护措施符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）及《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第一部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）中相关防护要求。

表 10-8　　本项目 CT 模拟定位辐射安全符合性分析一览表

<table>
<tr><th>标准名称</th><th colspan="2">防护要求</th><th>本项目</th><th>是否符合</th></tr>
<tr><td rowspan="10">《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）</td><td rowspan="4">布局</td><td>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。</td><td rowspan="3">本项目 CT 模拟定位机房的设置充分考虑了邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全，经计算，四周墙体、顶棚、地板、防护门、观察窗屏蔽铅当量均满足相关标准要求。</td><td rowspan="3">符合</td></tr>
<tr><td>6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。</td></tr>
<tr><td>6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。</td></tr>
<tr><td>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。</td><td>本项目 CT 模拟定位设有单独的机房，经分析，机房满足设备的布局要求。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td rowspan="6">机房屏蔽</td><td>6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定（有用线束方向及非有用线束方向铅当量 2.0mmPb）。</td><td>本项目 CT 模拟定位机房四周墙体、顶棚、地板屏蔽防护均符合标准要求，详见表 10-5。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（有用线束方向及非有用线束方向铅当量 2.0mmPb）的要求。</td><td>本项目 CT 模拟定位机房观察窗为不可打开式观察窗，机房门关闭时与观察窗的屏蔽防护符合标准要求，详见表 10-5。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>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。</td><td rowspan="2">本项目 CT 模拟定位机房设有观察窗，便于辐射工作人员观察到受检者状态及防护门开闭情况。</td><td rowspan="2">符合</td></tr>
<tr><td>6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。</td></tr>
<tr><td>6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</td><td>本次评价要求项目建成后，CT 模拟定位机房内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。</td><td>本项目 CT 模拟定位机房拟设置机械排风系统，运行时可保持良好的通风。</td><td>符合</td></tr>
</table>

续表 10-8　　本项目 CT 模拟定位辐射安全符合性分析一览表

标准名称	防护要求		本项目	是否符合
《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）	机房屏蔽	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。	本项目 CT 模拟定位机房各防护门外均拟设置电离辐射警告标志；患者防护门上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区拟设置放射防护注意事项告知栏。	符合
		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。	本项目 CT 模拟定位机房拟设置的电动推拉门均设置红外防夹装置；拟设置的平开门均设自动闭门装置；主要为防止无关人员在 X 射线出束时误入。患者防护门上工作状态指示灯拟与机房门进行有效联动。	符合
		6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。		符合

根据上表可知，本项目 CT 模拟定位拟设置的辐射防护措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相关防护要求。

（2）与《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）的相符性分析

①放射治疗

对照《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）中“医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序”“近距离 γ 射线治疗装置监督检查技术程序”，本项目加速器机房辐射安全符合性分析见表 10-9，后装机房辐射安全符合性分析见表 10-10。

表 10-9　　本项目加速器机房辐射安全符合性分析一览表

序号	检查项目		拟建设情况	是否符合
1	A 控制台及安全联锁	防止非工作人员操作的锁定开关	拟建加速器机房操作台均设操纵钥匙开关或电子锁，只有当钥匙开关插入钥匙孔或输入密码打开锁定，设备各项功能才能启动。	符合
2		控制台有紧急停机按钮	本项目拟建放射治疗设备控制台均设有急停按钮。	符合

续表 10-9　　本项目加速器机房辐射安全符合性分析一览表

序号	检查项目		拟建设情况	是否符合
3	A 控制台及安全联锁	视频监控与对讲系统	**拟在 2 间加速器机房共设置 12 个摄像头（每间各 6 个），**拟在 2 间加速器机房东北角，西北角，迷道内入口南北两侧，迷道内墙内、外侧各设置 1 个摄像头。拟建加速器机房均设置对讲装置，通过监视系统能够对治疗室及迷道内的状况进行实时监控，通过对讲系统可指导患者配合治疗。	符合
4		治疗室门与高压联锁	本项目拟建加速器机房均设置门一机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束/源。	符合
5	B 警示装置	入口电离辐射警告标志	本项目拟建加速器机房入口均设置电离辐射警告标志。	符合
6		入口处有加速器工作状态显示	本项目拟建加速器机房防护门上方均设置工作状态指示灯。	符合
7		工作场所分区及标识	本项目拟建加速器治疗室及迷道均设置为控制区，与控制区相邻的区域划分为监督区，详见表 10-1。	符合
8	C 治疗室紧急设施	屏蔽门内开门按钮	本项目拟建加速器机房均设置室内紧急开门装置，防护门均设置防夹伤功能。	符合
9		治疗室门防夹人装置		符合
10		紧急照明或独立通道照明系统	本项目拟建加速器机房内均设置紧急照明装置。	符合
11	C 治疗室紧急设施	治疗室内有紧急停机按钮 治疗床有紧急停机按钮	**拟在本项目 2 间加速器机房共设置 22 个紧急停机按钮（每间机房各 11 个），**拟在 2 间加速器机房四周墙体内侧、开门处、控制台、控制室墙面各设置 1 个紧急停机按钮，加速器治疗床两侧及机架两侧上自带紧急停机按钮（详见图 10-10）。急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。	符合
12	D 监测设备	治疗室内固定式剂量报警仪	本项目拟建 2 间加速器机房内均设置固定式剂量报警仪，探头拟设置于治疗室迷路内入口处，显示屏拟设置于控制室内。	符合
13		便携式辐射监测仪器仪表	拟为放疗科配备 1 台辐射环境巡检仪。	符合
14		个人剂量报警仪	拟为加速器机房各配备 2 台个人剂量报警仪。	符合
15		个人剂量计	每名辐射工作人员拟配备 1 枚个人剂量计。	符合

续表 10-9　　本项目加速器机房辐射安全符合性分析一览表

序号	检查项目		拟建设情况	是否符合
16	E 其他	通风系统	本项目 2 间加速器机房排风管道沿迷道上方吊顶内通至机房西北角和东南角，后沿机房内墙向下，在治疗室东北角、西南角 0.3m 处各设置一个排风口，在治疗室顶棚北侧中部设置一个排风口（应急用，平时常闭）；排风管道尺寸为 500mm×320mm、洞口尺寸为 600mm×420mm，送风管道沿迷道上方吊顶通至迷道内墙北侧中部区域，进风管道尺寸为 630mm×200mm、洞口尺寸为 730×300mm。**送风及排风管道均在迷道防护门上方混凝土中以“Z”型穿墙，在墙体内增加 12mm 的铅板进行防护补偿，穿出墙体后，在管道上包裹 4mm 厚的铅板，长度为洞口尺寸的 1.5 倍进行补偿。**	符合

表 10-10　　本项目后装治疗机房辐射安全符合性分析一览表

序号	检查项目		拟建设情况	是否符合
1	A 装置安全设施	防止非工作人员操作的锁定开关	后装治疗机房操作台拟设操纵钥匙开关或电子锁，只有当钥匙开关插入钥匙孔或输入密码打开锁定，设备各项功能才能启动。	符合
2		施源器与源联锁	本项目后装机施源器拟与配套的放射源联锁，拟设置遇堵自动回源程序，当输源管堵塞时可自动回源。	符合
3		管道遇堵自动回源		符合
4		仿真源模拟运行	本项目运行后，后装机每次出源前均进行仿真源模拟运行。	符合
5		主机外表电离辐射标志	本项目后装机主机外表拟粘贴电离辐射标志。	符合
6		控制台显示放射源位置	本项目后装机控制台拟实时显示放射源位置。	符合
7		控制台紧急停止照射按钮	本项目后装机控制台拟设置 1 枚紧急停止照射按钮。	符合
8		停电或意外中断照射时自动回源装置	本项目后装机拟设置有停电或意外中断照射时自动回源程序，可保障停电时自动回源。	符合
9		手动回源措施	本项目后装机拟设置手动回源把柄。	符合
10	B 场所安全设施	治疗室迷道出入口处固定式辐射水平监测仪	后装治疗机房内拟设置固定式剂量报警仪，探头拟设置于迷路内入口处，显示屏拟设置于控制室内。	符合
11		治疗室有迷道	根据设计资料，本项目拟建后装治疗机房设有迷道。	符合

续表 10-10　　本项目后装治疗机房辐射安全符合性分析一览表

序号	检查项目		拟建设情况	是否符合
12	B 场所安全设施	治疗室门与出源联锁	本项目后装治疗机房防护门拟设门源联锁，防护门未完全关闭时不能出源照射，出源状态下开门放射源回到治疗设备的安全位置。	符合
13		应急开关（放射源返回储源器）	**拟在本项目后装治疗机房共设置 8 个紧急停机按钮，**拟在后装治疗机房内各面墙、迷道内墙内外两侧各设置 1 个急停开关，拟配置的后装治疗机设备表面、控制室墙面和控制台面板上均设置 1 个急停开关，按下急停开关能够使放射源迅速返回后装治疗机。	符合
14		治疗室电视监控对讲装置	**拟在本项目后装治疗机房共设置 4 个摄像头，**拟在后装治疗机房迷道内入口、迷道内墙北侧、机房东北角、西北角均设置 1 个监控摄像装置，并拟在治疗室迷道内墙北侧设置对讲装置。	符合
15		入口处电离辐射警告标志	本项目后装治疗机房入口拟设置电离辐射警告标志。	符合
16		入口处源工作状态显示	本项目后装治疗机房防护门上方拟设置工作状态指示灯。	符合
17		停电或意外中断照射时声光报警	本项目后装机拟设置停电或意外中断照射时自动回源程序，可保障停电时自动回源。	符合
18		通风设施	本项目后装治疗机房内拟设置机械排风系统，排风次数不小于 10 次/h。	符合
19		火灾报警仪	本项目后装治疗机房内拟设置火灾报警系统。	符合
20		个人剂量计	建设单位拟为放疗科配备 1 台便携式辐射监测仪、拟为后装治疗机房配备 2 台个人剂量报警仪，拟为每名辐射工作人员各配备 1 枚个人剂量计。	符合
21		工作人员进入治疗室携带个人剂量报警仪		符合
22		治疗室内配有合适的储源容器、长柄镊子等应急设备	本项目后装治疗机房迷道内入口拟配备合适的储源容器、长柄镊子等应急设备。	符合
23		治疗室内张贴应急处置流程	本项目后装治疗机房治疗室内拟张贴应急处置流程。	符合

经分析，本项目放射治疗场所设置的辐射防护措施符合《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）中相关要求。

②CT 模拟定位

对照《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）中“III 类医用射线装置监督检查技术程序”，本项目 CT 模拟定位工作场所辐射防护措施符合性分析见表 10-11。

表 10-11　　本项目 CT 模拟定位辐射安全符合性分析一览表

<table>
<tr><th>序号</th><th colspan="2">检查项目</th><th>检查结果</th><th>是否符合</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="4">A 场所设施</td><td>屏蔽、隔离防护设施</td><td>本项目 CT 模拟定位机房拟设屏蔽墙（4.0mmPb）、铅玻璃观察窗（4.0mmPb）、铅防护门（4.0mmPb）屏蔽。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>2</td><td>电离辐射警告标志</td><td>本项目 CT 模拟定位机房防护门外拟设置电离辐射标志。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>3</td><td>辅助防护用品</td><td>本项目拟为 CT 模拟定位机房受检者配备铅帽、铅围裙、铅颈套各 2 件（成人、儿童各 1 件），铅当量均为 0.5mmPb；拟为陪检者配备铅衣各 1 件，铅当量均为 0.5mmPb。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>4</td><td>机器工作状态显示</td><td>本项目 CT 模拟定位机房患者防护门外拟安装工作状态指示灯，工作状态指示灯与机房门进行有效关联。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>5</td><td rowspan="3">B 监测设备</td><td>环境辐射水平监测仪表（生产单位）</td><td>本项目拟为放疗科配备辐射检测仪 1 台、拟为 CT 模拟定位机房配备个人剂量报警仪 2 台。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>6</td><td>个人剂量计</td><td>本项目拟为每名工作人员各配备 1 枚个人剂量计。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>7</td><td>灭火器材</td><td>本项目拟为 CT 模拟定位机房配备相应的灭火器材。</td><td>符合</td></tr>
</table>

经分析，本项目 CT 模拟定位场所设置的辐射防护措施符合《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）中相关要求。

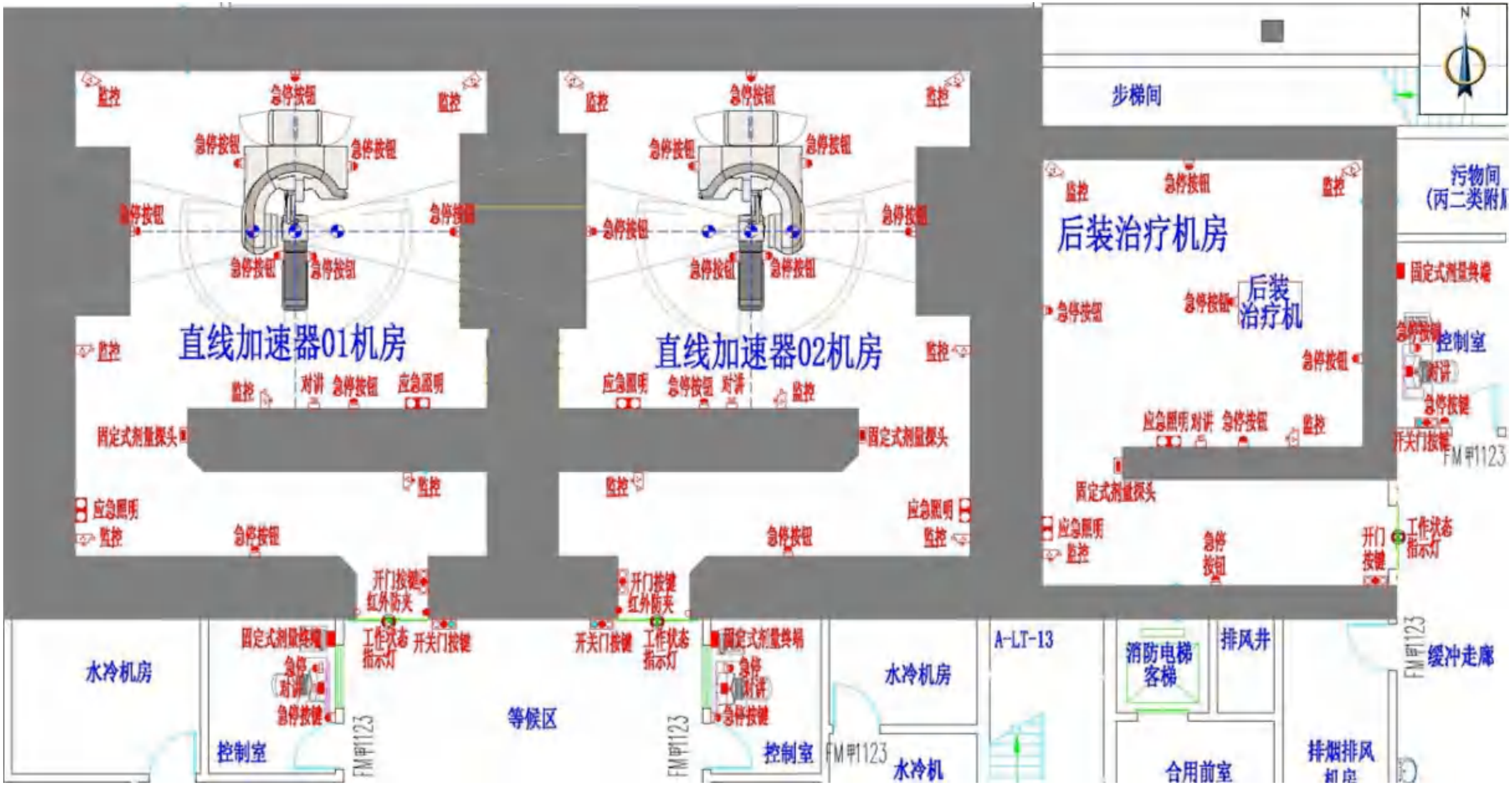


图 10-10　　辐射安全防护设施分布平面图

10.1.2 介入诊断治疗工作场所安全设施

10.1.2.1 工作场所布局和分区

（1）工作场所布局

本项目拟购 11 台 DSA 设备，其中 6 台 DSA（DSA01~06）在 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心，介入中心下方区域为放射影像科，上方区域为病理科，南侧区域为超声科，其余方位为室外道路、绿地；3 台 DSA（DSA07~09）在 10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科，麻醉科上方区域为输血科、净化机房，下方区域为检验科、消毒供应中心，其余方位为室外道路、绿地；1 台 DSA（DSA10）在 10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心，急诊影像中心下方区域为地下一层停车场，上方区域为超声科、急诊留观区，北侧区域为放射影像中心，南侧为急诊急救中心，其余方位为室外道路、绿地；1 台 DSA（DSA11）在公卫中心 4 层，DSA11 手术室所在区域北侧和西侧区域为 ICU-4，南侧区域为手术中心，上方区域为 ICU-6，下方区域为 ICU-3，东侧区域为室外道路、绿地。

（2）工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。按照分区管理的原则，将本项目划分为控制区和监督区。控制区在射线使用期间禁止无关人员入内，并设置明显的电离辐射标志；监督区不需要专门的防护手段或安全措施，但应定期对环境辐射水平进行监测。

1）控制区与监督区的划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。本项目 DSA 辐射工作场所控制区和监督区划分情况见表 10-12 及图 10-11、图 10-12、图 10-13、图 10-14 所示。

表 10-12　　本项目各分区辐射防护措施一览表

序号	项目	控制区	监督区
1	DSA01	**DSA01 手术室**	控制室、值班室、南侧污物通道、无菌库、配电间、设备间、北侧医患通道
2	DSA02	**DSA02 手术室**	控制室、设备间、西侧医患通道、南侧污物通道、北侧医患通道

续表 10-12　　本项目各分区辐射防护措施一览表

序号	项目	控制区	监督区
3	DSA03	**DSA03 手术室**	设备间、控制室、西侧医患通道、南侧医患通道、北侧污物通道
4	DSA04	**DSA04 手术室**	设备间、控制室、洁具间、耗材库、铅衣存放间、南侧医患通道、北侧污物通道
5	DSA05	**DSA05 手术室**	控制室、设备间、西侧医患通道、南侧污物通道、北侧医患通道
6	DSA06	**DSA06 手术室**	控制室、设备间、无菌库、污物暂存间、南侧污物通道、北侧医患通道
7	DSA07	**DSA07 手术室**	控制室、设备间、无菌库、仪器库、南侧污物通道、北侧医患通道
8	DSA08	**DSA08 手术室**	控制室、设备间、西侧医患通道、南侧污物通道、北侧医患通道
9	DSA09	**DSA09 手术室**	MRI 检查室、控制室、西侧医患通道、南侧医患通道、北侧污物通道
10	DSA10	**DSA10 手术室**	控制室、设备间、就餐休息室、导诊保洁更衣间、患者缓冲区、缓冲室、女护士更衣间、北侧医患通道
11	DSA11	**DSA11 手术室**	控制室、缓冲区、西侧医患通道、东侧污物通道、北侧污物通道

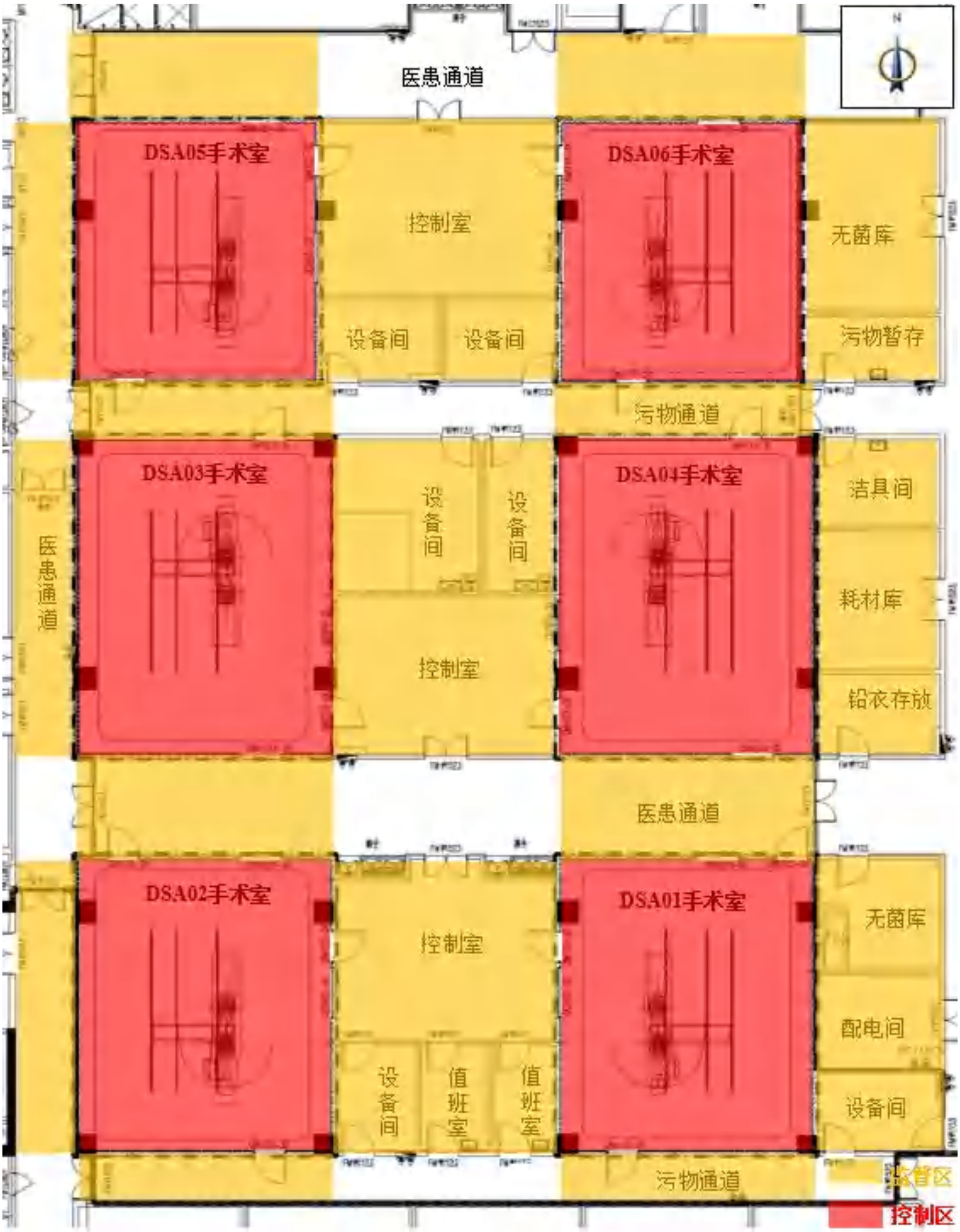


图 10-11　　10 号医疗综合楼 2 层介入中心 DSA01~06 手术室工作场所分区示意图

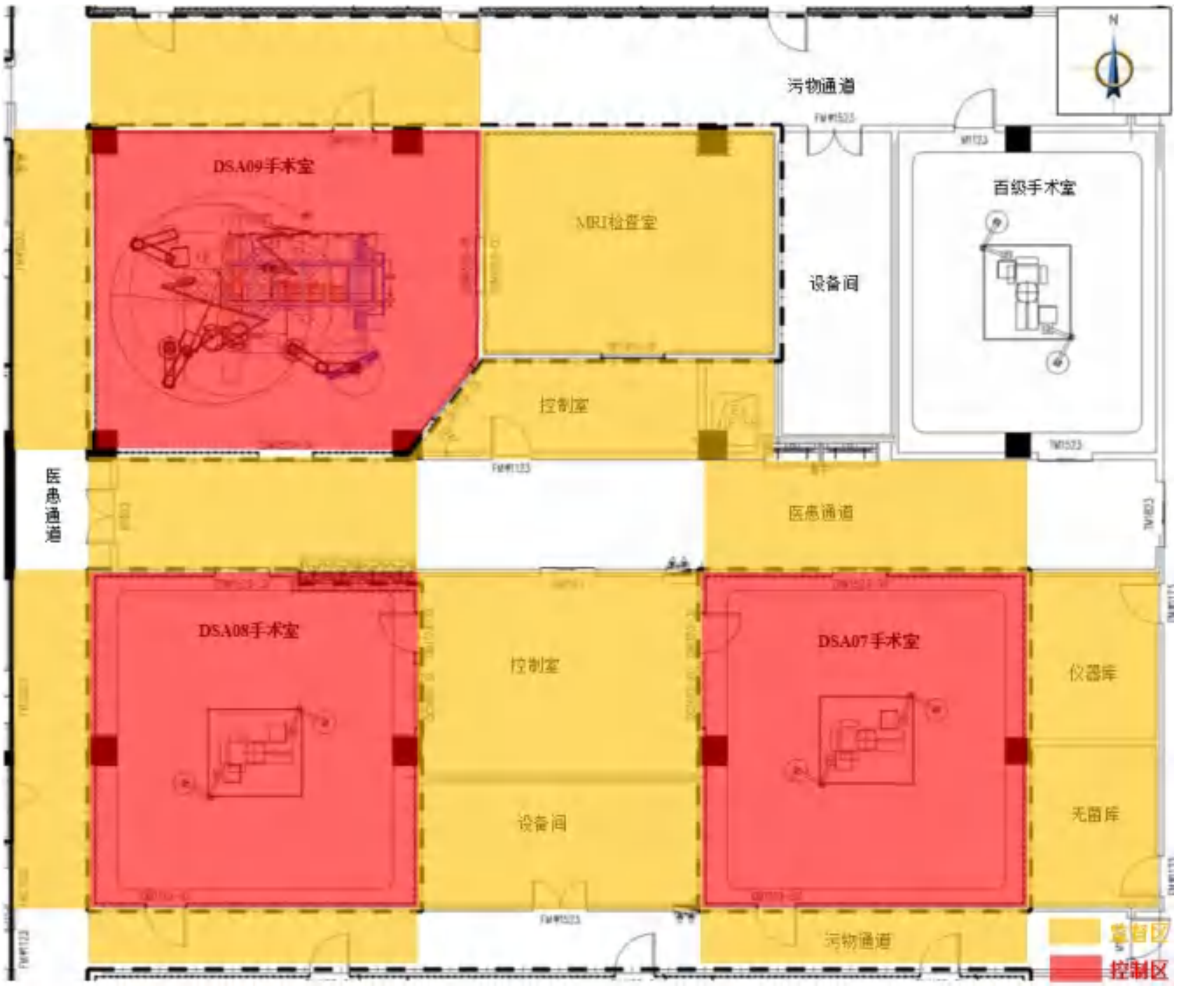


图 10-12　　10 号医疗综合楼 4 层麻醉科手术室 07~09 手术室工作场所分区示意图

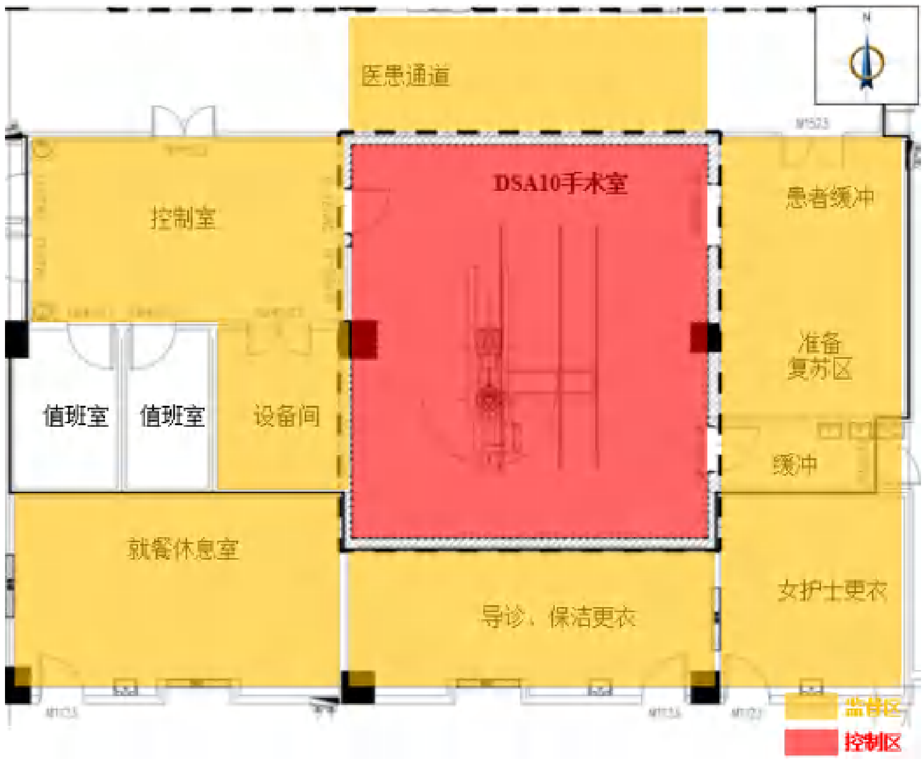


图 10-13　　10 号医疗综合楼 1 层急诊影像中心 DSA10 手术室工作场所分区示意图

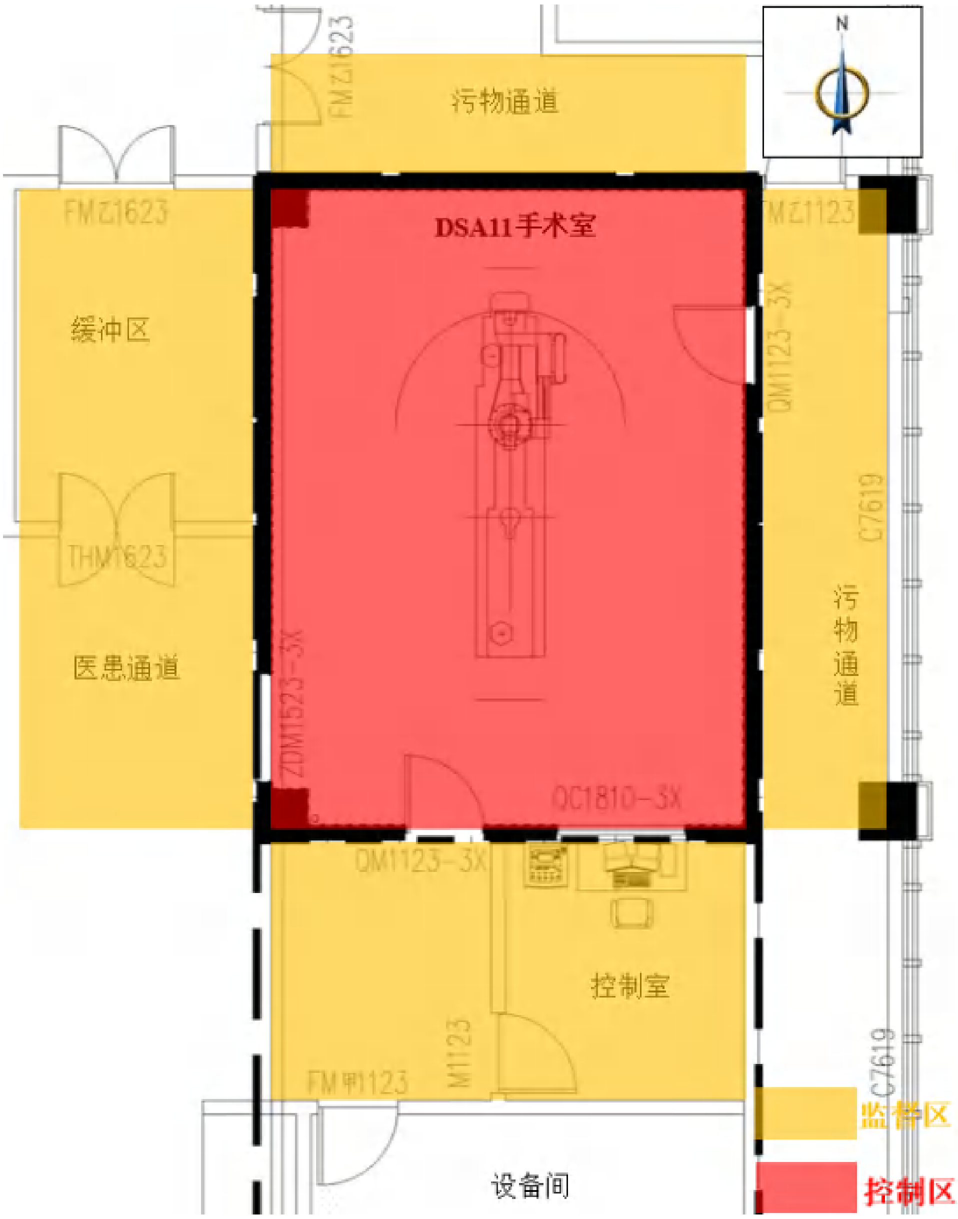


图 10-14　　公卫中心 4 层 DSA11 手术室工作场所分区示意图

2）控制区与监督区的防护手段与安全措施

①控制区

对于控制区，建设单位拟采取一系列的辐射防护安全措施：如在机房防护门上设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯；设置门-灯联锁、紧急停机按钮、语音对讲装置等；为工作人员提供防护衣具、监测设备和个人衣物贮存柜。在管理上严格限制无关人员进出控制区，并保证在设备正常运行的情况下，无关人员不在该区滞留。

②监督区

对于监督区，建设单位不采取专门的防护安全措施，但将定期对该区辐射剂量进行监测和评价。

10.1.2.2 工作场所辐射安全和防护

（1）DSA 机房屏蔽设计

本项目拟配备的 DSA 最大管电压均为 150kV，保守按最大管电压 150kV 的极端条件核算相应机房各屏蔽部位屏蔽材料的等效铅当量厚度，机房各侧屏蔽体均保守按有用线束投射方向核算铅当量。

对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），本项目各 DSA 手术室屏蔽措施符合性分析见表 10-13。

表 10-13　　DSA 手术室屏蔽方案一览表

序号	项目	标准要求	项目设计方案	是否符合
DSA01 手术室				
1	内部净尺寸	机房内最小有效使用面积 20m²；机房内最小单边长度 3.5m	净面积：69.96m²（9.65m×7.25m），最小单边长度 7.25m	符合
2	四周墙体	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb；非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**	符合
3	顶棚		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
4	地板		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
5	防护门**（2 扇平开门、1 扇电动门）**	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb；非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）	符合
6	观察窗		4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）	符合
DSA02 手术室				
1	内部净尺寸	机房内最小有效使用面积 20m²；机房内最小单边长度 3.5m	净面积：72.23m²（9.70m×7.45m），最小单边长度 7.45m	符合
2	四周墙体	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb；非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**	符合
3	顶棚		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
4	地板		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
5	防护门		夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）	符合
6	观察窗		4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）	符合

续表 10-13　　DSA 手术室屏蔽方案一览表

序号	项目	标准要求	项目设计方案	是否符合
DSA03 手术室				
1	内部净尺寸	机房内最小有效使用面积 20m²；机房内最小单边长度 3.5m	净面积：74.68m²（10.30m×7.25m），最小单边长度 7.25m	符合
2	四周墙体	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb；非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**	符合
3	顶棚		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
4	地板		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
5	防护门		夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）	符合
6	观察窗		4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）	符合
DSA04 手术室				
1	内部净尺寸	机房内最小有效使用面积 20m²；机房内最小单边长度 3.5m	净面积：74.68m²（10.30m×7.25m），最小单边长度 7.25m	符合
2	四周墙体	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb；非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**	符合
3	顶棚		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
4	地板		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
5	防护门		夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）	符合
6	观察窗		4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）	符合
DSA05 手术室				
1	内部净尺寸	机房内最小有效使用面积 20m²；机房内最小单边长度 3.5m	净面积：63.08m²（8.70m×7.25m），最小单边长度 7.25m	符合
2	四周墙体	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb；非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**	符合
3	顶棚		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合

续表 10-13　　DSA 手术室屏蔽方案一览表

序号	项目	标准要求	项目设计方案	是否符合
DSA05 手术室				
4	地板	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb； 非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
5	防护门		夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）	符合
6	观察窗		4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）	符合
DSA06 手术室				
1	内部净尺寸	机房内最小有效使用面积 20m^2；机房内最小单边长度 3.5m	净面积：63.08m^2（8.70m×7.25m），最小单边长度 7.25m	符合
2	四周墙体	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb； 非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**	符合
3	顶棚		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
4	地板		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
5	防护门		夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）	符合
6	观察窗		4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）	符合
DSA07 手术室				
1	内部净尺寸	机房内最小有效使用面积 20m^2；机房内最小单边长度 3.5m	净面积：62.73m^2（8.20m×7.65m），最小单边长度 7.65m	符合
2	四周墙体	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb； 非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	4mm 铅板（4.0mmPb）	符合
3	顶棚		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
4	地板		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
5	防护门		夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）	符合
6	观察窗		4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）	符合
DSA08 手术室				
1	内部净尺寸	机房内最小有效使用面积 20m^2；机房内最小单边长度 3.5m	净面积：62.32m^2（8.20m×7.60m），最小单边长度 7.60m	符合

续表 10-13　　DSA 手术室屏蔽方案一览表

序号	项目	标准要求	项目设计方案	是否符合
DSA08 手术室				
2	四周墙体	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb； 非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	4mm 铅板（4.0mmPb）	符合
3	顶棚		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
4	地板		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
5	防护门		夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）	符合
6	观察窗		4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）	符合
DSA09 手术室				
1	内部净尺寸	机房内最小有效使用面积 20m²；机房内最小单边长度 3.5m	净面积：68.40m²（9.00m×7.60m），最小单边长度 7.60m	符合
2	四周墙体	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb； 非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	4mm 铅板（4.0mmPb）	符合
3	顶棚		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
4	地板		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
5	防护门		夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）	符合
6	观察窗		4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）	符合
DSA10 手术室				
1	内部净尺寸	机房内最小有效使用面积 20m²；机房内最小单边长度 3.5m	净面积：72.20m²（9.50m×7.60m），最小单边长度 7.60m	符合
2	四周墙体	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb； 非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）	符合
3	顶棚		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
4	地板		200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）	符合
5	防护门		夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）	符合
6	观察窗		4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）	符合

续表 10-13　　DSA 手术室屏蔽方案一览表

序号	项目	标准要求	项目设计方案	是否符合
DSA11 手术室				
1	内部净尺寸	机房内最小有效使用面积 20m²；机房内最小单边长度 3.5m	净面积：51.09m²（7.80m×6.55m），最小单边长度 6.55m	符合
2	四周墙体	有用线束方向铅当量≥2.0mmPb；非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）	符合
3	顶棚		300mm 混凝土楼板+15mm 硫酸钡涂料（5.19mmPb）	符合
4	地板		300mm 混凝土楼板+15mm 硫酸钡涂料（5.19mmPb）	符合
5	防护门		夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）	符合
6	观察窗		4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）	符合

注：1）根据建设单位提供资料，混凝土的密度不小于 2.35t/m³，铅板的密度不低于 11.3t/m³。依据标准《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中公式（C.1）、公式（C.2）及表 C.2、表 C.3 中拟合参数计算得，200mm 混凝土、300mm 混凝土在 150kV 管电压下（保守考虑主束）等效铅当量分别为 2.17mmPb、3.74mmPb；

2）建设单位提供资料显示，硫酸钡涂料密度不小于 3.5t/m³，实心砖密度不小于 1.65t/m³，参考《放射防护实用手册》（赵兰才、张丹枫主编）表 6.14，保守考虑，DSA 在 150kV 管电压下，370mm 实心砖（保守参考黄砖：密度为 1.60t/m³，使用插值法估算）等效 3.3mmPb，15mm 硫酸钡涂料（保守参考重晶石混凝土：密度为 3.29t/m³，使用插值法估算）等效 1.45mmPb，30mm 硫酸钡涂料等效 2.64mmPb。

3）表中防护门除 DSA09 手术室防护门为 2 扇电动推拉门、1 扇平开门外，其余手术室均为 1 扇电动推拉门、2 扇平开门。

由上表分析结果可知，本项目各 DSA 手术室拟采取的屏蔽措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相关要求。本项目 DSA 手术室平面布局图见图 10-13、图 10-14、图 10-15、图 10-16 所示。

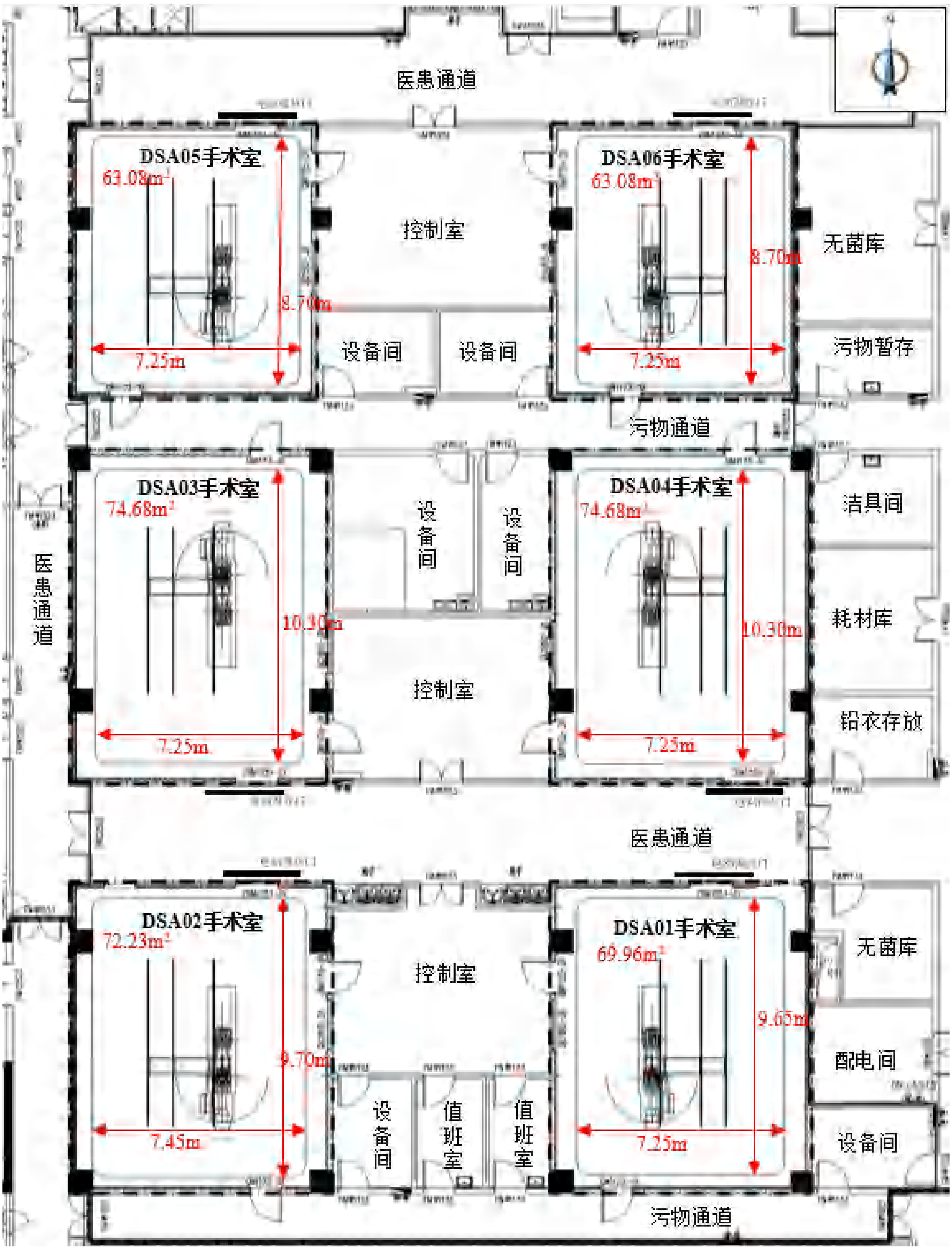


图 10-13　　10 号医疗综合楼 2 层 DSA01~06 手术室平面布局图

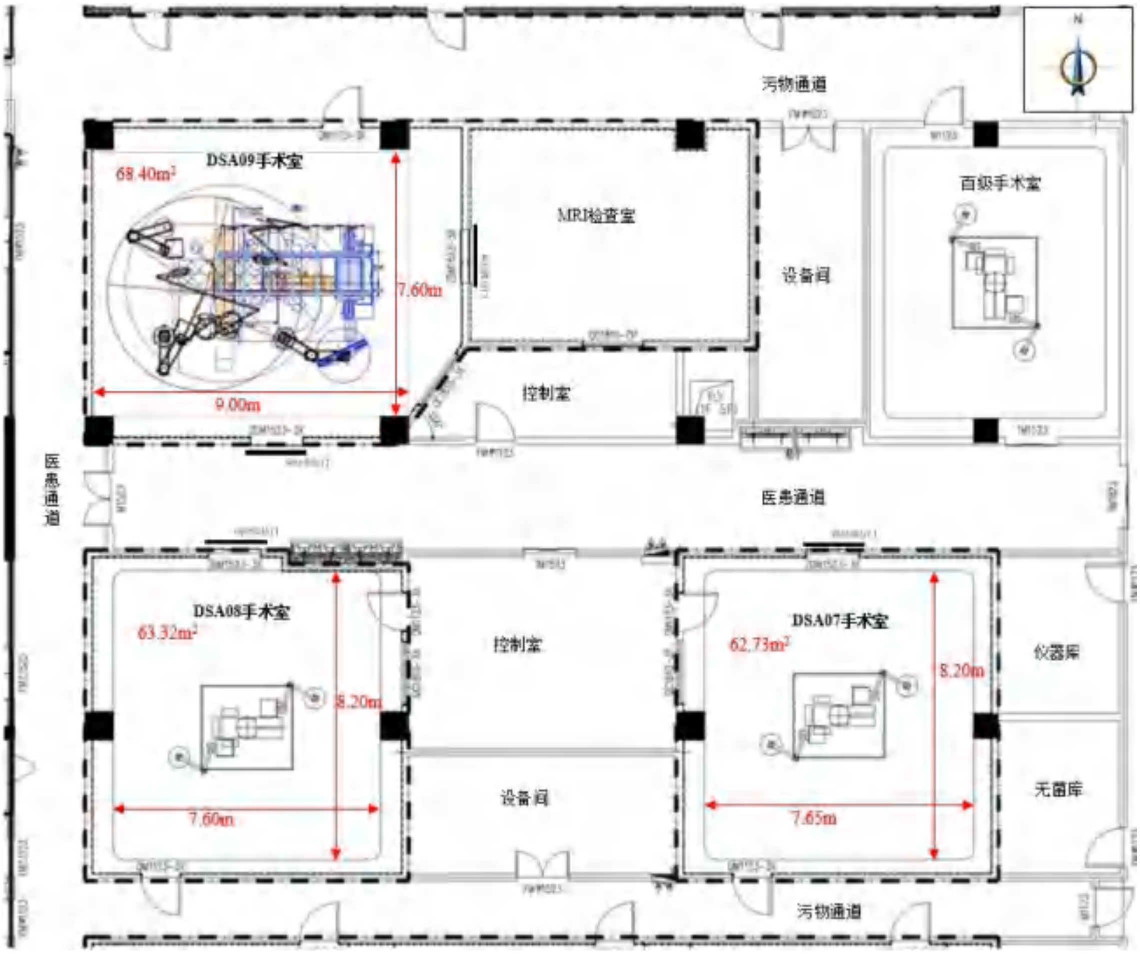


图 10-14　　10 号医疗综合楼 4 层 DSA07~09 手术室平面布局图

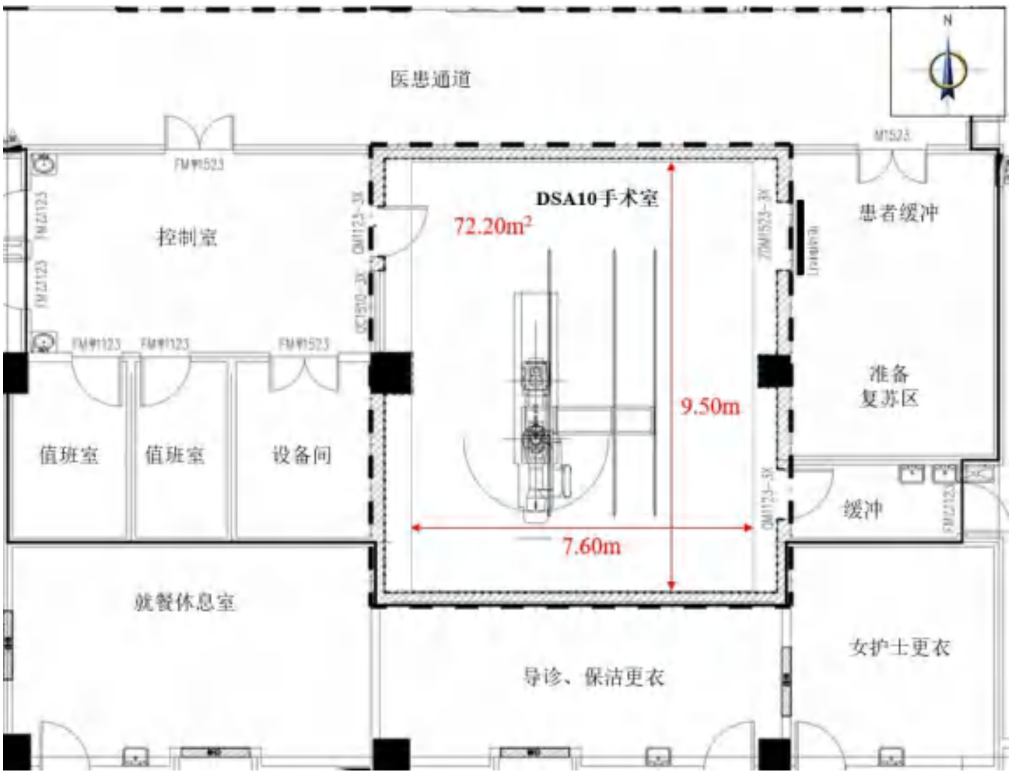


图 10-15　　10 号医疗综合楼 1 层 DSA10 手术室平面布局图

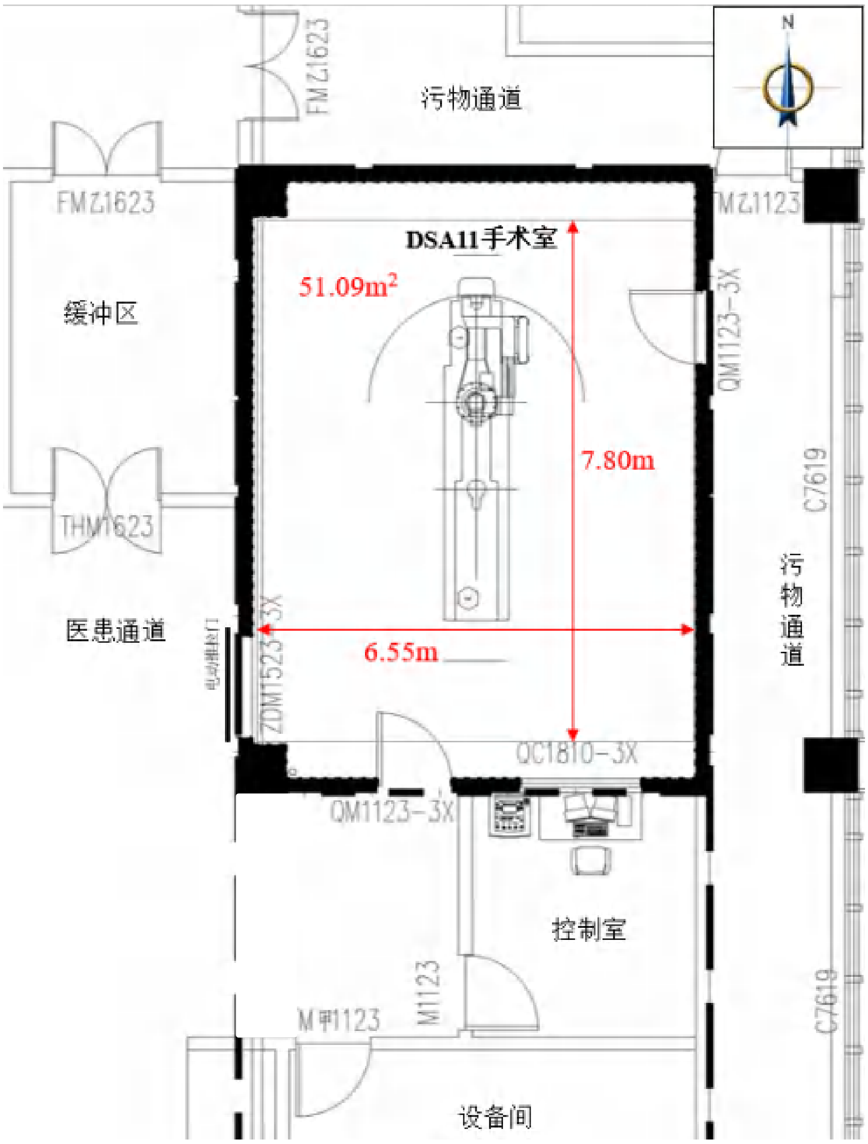


图 10-16　　公卫中心 4 层 DSA11 手术室平面布局图

为减小铅玻璃、铅门、铅板防护墙、电缆及排风管道穿墙对周边的影响，本项目拟采取如下措施：

控制室与 DSA 介入治疗室为隔室操作，观察窗框边及防护窗套的安装，要求先在铅玻璃四周用大芯板保护，再用纯铅板在其上向四周包围，并且要求机房内侧，纯铅板向四周墙面外延伸不小于 10cm，铅玻璃与窗框间和窗框间与墙体间的缝隙必须用软铅填实，防止散射线从铅玻璃四周泄漏。

根据建设单位提供资料，针对各机房拟采用的电动推拉门，采取，防护门左右两侧及上方较门洞外延 5cm，同时还尽可能的减小门与地面的间隙、门与门洞的间隙；针对拟采用的 DSA 手术室各手动平开门，门洞的四周采用门框包裹，门框内用铅板填实，同时尽可能的减小门与门框的间隙。铅板防护墙在施工时，铅板之间搭边宽度

控制在 10mm 以上，用水泥射钉铺设铅垫片固定后，将铅垫片卷起包住射钉头部；铺设铅板遇到窗或门时，将铅板铺设到门框内与门片或窗框内与铅玻璃交错重叠。

（2）管线穿墙屏蔽补偿措施

本项目各 DSA 手术室内电缆经线槽引至各手术室吊顶层上方，沿桥架穿墙进入控制室及设备间，穿墙位置内部包裹岩棉进行封堵，外部包裹专用 4mmPb 铅防护异形板进行屏蔽补偿，铅防护异形板包裹线槽长度不小于两倍桥架长边边长。

本项目拟建 DSA 手术室均设置新风系统，机房内的废气经负压收集后通过排风管道穿出各 DSA 手术室，排风管道在各 DSA 手术室穿墙位置拟采取的屏蔽补偿措施与电缆桥架一致。通风、电缆穿墙示意图如图 10-17 所示。

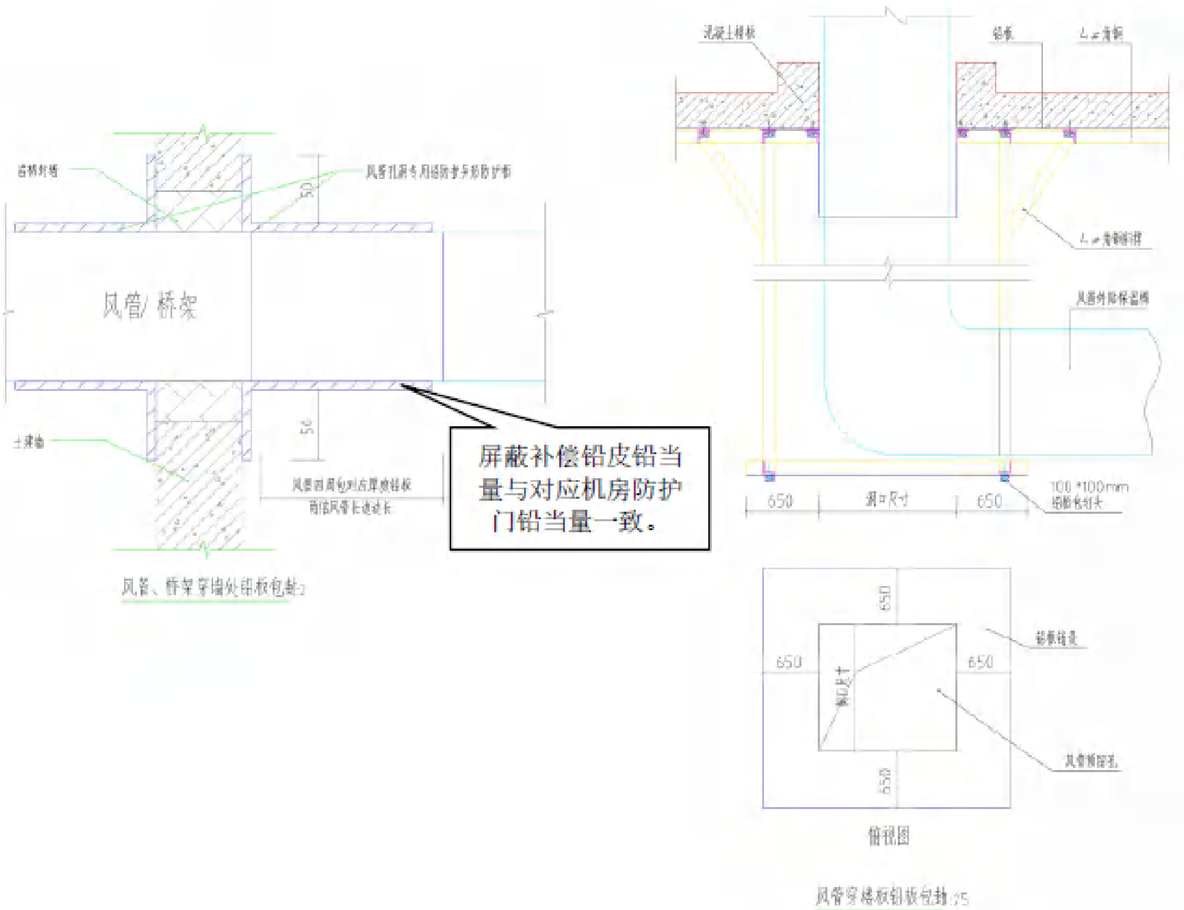


图 10-17　　DSA 机房通风、电缆穿墙示意图

10.1.2.2 本项目 DSA 拟采取的辐射安全防护措施

（1）设备固有安全措施

①本项目使用的 11 台 DSA 均拟购置于正规厂家，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中 X 射线设备防护性能的技术要求。

②具有安全系统，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示。

③正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能启动照射。

④各设备配备紧急制动按钮。

⑤各 DSA 设备配备床下铅帘、悬吊铅帘、铅屏风等辅助防护用品与设施。

（2）其他辐射安全措施

本项目拟采取的辐射污染防治及安全防护措施如下：

①对讲装置：各 DSA 手术室拟安装观察窗，设置对讲系统，便于观察患者和受检者状态。

②视频监控系统：各机房内拟设置视频监控系统，便于观察。

③紧急制动装置：在各介入手术床体旁、操作间操作台上均设置“紧急制动”按钮，在 DSA 系统出束过程中，一旦发现异常情况，按任意一个紧急制动按钮，均可停止 DSA 系统出束。

④安全联锁：拟设置的患者防护门均采用电动推拉门，设置红外防夹装置；拟设置的手动平开门均设置自动闭门装置；主要为防止无关人员在 X 射线出束时误入。拟设置的患者防护门上方均安装工作状态指示灯，灯箱上拟设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，工作状态指示灯与机房门进行有效关联，各机房电动推拉门使用开关将门关闭时，除工作人员外，其他人员无法手动打开。

⑤警示标志：设备处于工作状态时，各机房防护门外顶部的工作状态指示灯及警示语句变亮，警示非工作人员不得入内。

拟建 DSA 手术室门外均设置电离辐射标志、辐射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处设警示语句。电离辐射标志和电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 F 的相关要求。

⑥通排风系统：拟建 DSA 手术室均配套新风系统，保持良好的通风。

⑦各设备控制台上有仅供授权人专用的钥匙，只有经过授权的医务人员才能使用钥匙开关开启控制台。

⑧本项目拟为介入手术配备辐射工作人员 66 名，**拟为 44 名手术医师各配备 2 枚个人剂量计；透视模式时，护士和技师不在机房内，故护士和技师各配备 1 枚个人剂量计，共计 110 枚个人剂量计**。本项目拟为 DSA 手术室配备 X-γ 辐射剂量率仪 **4 台**，新增个人剂量报警仪 22 台。

⑨各机房内拟安装火灾自动报警装置，配备灭火器材，火灾报警装置与通风联锁，

机房设置必要的应急照明设备和紧急出口标志。

（3）人员辐射安全措施

1）辐射工作人员

①时间防护

在满足诊疗要求的前提下，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择可行尽量低的射线装置参数，以尽量缩短曝光时间，减少辐射工作人员和患者的受照射时间。

②距离防护

在满足诊疗要求的前提下，人员保持与射线源尽可能大的距离，使距离最大化。

③屏蔽防护

介入操作人员是近距离接触 X 射线辐射源的人员，在介入手术中，医院拟为本项目工作人员及受检者配备一定数量的个人防护用品，详见表 10-14。

表 10-14　　本项目拟配备的个人防护用品情况一览表

序号	对象		防护用品名称	屏蔽参数	数量（件）
1	DSA01~06 手术室	工作人员	铅帽	0.5mmPb	18
2			铅围裙	0.5mmPb	18
3			铅颈套	0.5mmPb	18
4			铅防护眼镜	0.5mmPb	18
5			介入防护手套	0.025mmPb	18
6			铅悬挂防护屏	0.5mmPb	6
7			床侧防护帘	0.5mmPb	6
8		受检者	铅帽	0.5mmPb	12
9			铅围裙	0.5mmPb	12
10			铅颈套	0.5mmPb	12
11	DSA07~09 手术室	工作人员	铅帽	0.5mmPb	9
12			铅围裙	0.5mmPb	9
13			铅颈套	0.5mmPb	9
14			铅防护眼镜	0.5mmPb	9
15			介入防护手套	0.025mmPb	9
16			铅悬挂防护屏	0.5mmPb	3

续表 10-14　　本项目拟配备的个人防护用品情况一览表

序号	对象		防护用品名称	屏蔽参数	数量（件）
17	DSA07~09 手术室	工作人员	床侧防护帘	0.5mmPb	3
18		受检者	铅帽	0.5mmPb	6
19			铅围裙	0.5mmPb	6
20			铅颈套	0.5mmPb	6
21	DSA10 手术室	工作人员	铅帽	0.5mmPb	3
22			铅围裙	0.5mmPb	3
23			铅颈套	0.5mmPb	3
24			铅防护眼镜	0.5mmPb	3
25			介入防护手套	0.025mmPb	3
26			铅悬挂防护屏	0.5mmPb	1
27			床侧防护帘	0.5mmPb	1
28		受检者	铅帽	0.5mmPb	2
29			铅围裙	0.5mmPb	2
30			铅颈套	0.5mmPb	2
31	DSA11 手术室	工作人员	铅帽	0.5mmPb	3
32			铅围裙	0.5mmPb	3
33			铅颈套	0.5mmPb	3
34			铅防护眼镜	0.5mmPb	3
35			介入防护手套	0.025mmPb	3
36			铅悬挂防护屏	0.5mmPb	1
37			床侧防护帘	0.5mmPb	1
38		受检者	铅帽	0.5mmPb	2
39			铅围裙	0.5mmPb	2
40			铅颈套	0.5mmPb	2

注：各手术室拟配备的受检者个人防护用品含成人与儿童各 1 套。

经分析，本项目各 DSA 手术室拟配备的个人防护用品符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相关要求。

④剂量防护

为了确保医护人员的安全，操作人员在操作期间，必须按照相关规范佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪。安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射职业人员个人剂量档案。个人剂量计委托有资质单位定期进行监测，并对监测报告进行存档。

2）公众

公众主要依托辐射场所的屏蔽墙体、防护门屏蔽射线；同时，通过对辐射工作场所的两区划分管理，增加公众与辐射源的防护距离，减少其受到的 X 射线辐射。

10.1.1.3 辐射安全与防护措施符合性分析

（1）与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相符性分析

对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），本项目 DSA 设备辐射防护措施符合性分析见表 10-15。

表 10-15　　本项目 DSA 机房辐射安全符合性分析一览表

标准名称	防护要求		本项目	是否符合
《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）	布局	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。	本项目各 DSA 手术室的设置充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全，经预测，邻室（含楼上）及周围关注点剂量率及相关人员年剂量满足标准要求。	符合
		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。	本项目新增的 11 台 DSA 设备均设有单独的机房，经分析，各机房均满足设备的布局要求。	符合
		6.1.5 除床旁摄影设备、便携式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 2 的规定。	本项目拟建 DSA 机房最小有效使用面积、最小单边长度均符合标准要求，详见表 10-13。	符合
	机房屏蔽	6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定（有用线束方向及非有用线束方向铅当量 2.0mmPb）。见表 7.3-4。	本项目拟建 DSA 手术室四周各墙体、顶棚及地板屏蔽防护均符合标准要求，详见表 10-13。	符合

续表 10-15　　本项目 DSA 机房辐射安全符合性分析一览表

标准名称	防护要求		本项目	是否符合
《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）	机房屏蔽	6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（有用线束方向及非有用线束方向铅当量 2.0mmPb）的要求。见表 7.3-4。	本项目各 DSA 手术室观察窗均为不可打开式观察窗，机房门关闭时与观察窗的屏蔽防护符合标准要求。	符合
	机房防护	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。	本项目拟建 DSA 手术室均设观察窗及摄像头，且观察窗设置的位置便于辐射工作人员观察到受检者状态及防护门开闭情况，拟建 DSA 手术室均设置对讲系统。	符合
		6.4.9 CT 设置的安放应利于操作者观察受检者		符合
		6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	本次评价要求项目建成后，各DSA手术室内不堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	符合
		6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	本项目各DSA手术室拟设置进排风系统，运行时可保持良好的通风。	符合
		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。	本项目拟建DSA手术室防护门外均设置电离辐射警告标志；患者防护门上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；DSA10、11手术室患者缓冲区拟设置放射防护注意事项告知栏，本项目DSA01~09手术室周边不涉及候诊区。	符合
		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。	本项目DSA手术室拟设置的电动推拉门均设置红外防夹装置；拟设置的平开门均设自动闭门装置；主要为防止无关人员在X射线出束时误入。患者防护门上工作状态指示灯应能够有效联动。	符合
		6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。		符合
		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。	本项目运行后，受检者不在机房内候诊；本项目为DSA介入诊断治疗，不涉及陪检者。	符合

根据上表可知，本项目 DSA 装置拟采取的辐射防护措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相关防护要求。

（2）与《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）的相符性分析

对照《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）中“数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）监督检查技术程序”，本项目介入辐射工作场所辐射防护措施符合性分析见表 10-16。

表 10-16　　本项目 DSA 机房辐射安全符合性分析一览表

序号	检查项目		检查结果	是否符合
1	A 场所设施	单独机房	本项目各 DSA 手术室拟设置有单独的机房。	符合
2		操作部位局部屏蔽防护设施	本项目各 DSA 装置均配备有铅悬挂防护屏、床侧防护帘各 1 件。	符合
3		医护人员的个人防护	本项目拟为各 DSA 手术室辐射工作人员配备有铅帽、铅围裙、铅颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 件，除介入防护手套铅当量为 0.025mmPb 外，其余铅当量均为 0.5mmPb。	符合
4		患者防护	本项目拟为各 DSA 手术室受检者配备有铅帽、铅围裙、铅颈套各 2 件（成人、儿童各一件），铅当量均为 0.5mmPb。	符合
5		机房门窗防护	本项目拟建机房控制室均设置于机房外，控制室与机房之间均拟设有屏蔽墙（DSA01~06 手术室 4.75mmPb，DSA07~09 手术室 4.0mmPb，DSA10、11 手术室 4.75mmPb）、铅玻璃观察窗（4.0mmPb）屏蔽。	符合
6		闭门装置	本项目拟建手术室患者防护门均采用电动推拉门，均设置红外防夹装置；拟建污物通道防护门均采用手动平开门，均设置自动闭门装置。	符合
7		入口处电离辐射警告标志	本项目各手术室防护门外拟设置电离辐射标志。	符合
8		入口处机器工作状态显示	本项目各手术室患者防护门外拟安装工作状态指示灯，工作状态指示灯与机房门进行有效关联。	符合
9	B 其他	监测仪器	DSA 机房拟配备辐射检测仪 **4 台、**个人剂量报警仪 22 台。	符合
10		个人剂量计	DSA 机房拟配备个人剂量计 **110 枚**。	符合

根据上表可知，本项目 DSA 装置拟采取的辐射防护措施均符合《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）中相关防护要求。

10.2 三废的治理

10.2.1 放射治疗

（1）非放射性气体

本项目直线加速器运行时产生的射线会与空气发生电离作用，产生臭氧和氮氧化物等有害气体。

本项目各放射诊疗机房进风和排风管道均通过防护门上方进入机房内；各进风口均位于治疗室顶棚，新风管道经过直线加速器 01 机房西北角风井、各放疗机房防护门上方最终至机房内迷道内墙北侧区域；排风口分别设置在治疗室墙壁下部距地面 30cm 处（具体详见下表所示），**通过排风管道经放疗机房吊顶层、放疗机房防护门、放疗科南侧走廊、东侧大液体库、后装治疗机房北侧排烟排风机房、排风井，最终排放至一楼地面空旷草坪处，各排风支管设置止回阀，防止气体倒灌**。建设单位拟安装大功率机械风机通风换气。各机房设计进风、排风管道，进风、排风管道穿墙屏蔽补偿、布设方式及通风换气次数情况见表 10-17。放疗科各机房进排风管道走向示意图见图 10-18 所示。

表 10-17　　本项目各放射治疗机房通风情况一览表

序号	机房	穿墙屏蔽补偿方式	进风管道布置	排风管道布置及通风换气次数
1	直线加速器 01 机房	**送风及排风管道均在迷道防护门上方混凝土中以“Z”型穿墙，在墙体内增加 12mm 的铅板进行防护补偿，穿出墙体后，在管道上包裹 4mm 厚的铅板，长度为洞口尺寸的 1.5 倍进行补偿。**	送风管道沿迷道上方吊顶通至迷道内墙北侧中部区域，进风管道尺寸为 630mm×200mm、洞口尺寸为 730×300mm。	排风管道沿迷道上方吊顶内通至机房西北角和东南角，后沿机房内墙向下，在治疗室东北角、西南角 0.3m 处各设置一个排风口，在治疗室顶棚北侧中部设置一个排风口（应急用，平时常闭）；排风管道尺寸为 500mm×320mm、洞口尺寸为 600mm×420mm，机房通风换气次数不小于 6 次/h。
2	直线加速器 02 机房		送风管道沿迷道上方吊顶通至迷道内墙北侧中部区域，进风管道尺寸为 630mm×200mm、洞口尺寸为 730×300mm。	排风管道沿迷道上方吊顶内通至机房西北角和东南角，后沿机房内墙向下，在治疗室东北角、西南角 0.3m 处各设置一个排风口，在治疗室顶棚北侧中部设置一个排风口（应急用，平时常闭）；排风管道尺寸为 500mm×320mm、洞口尺寸为 600mm×420mm，机房通风换气次数不小于 6 次/h。

续表 10-17　　本项目各放射治疗机房通风情况一览表

序号	机房	穿墙屏蔽补偿方式	进风管道布置	排风管道布置及通风换气次数
3	后装治疗机房	**送风及排风管道均在迷道防护门上方混凝土中以“Z”型穿墙，在墙体内增加12mm 的铅板进行防护补偿，穿出墙体后，在管道上包裹 4mm 厚的铅板，长度为洞口尺寸的 1.5 倍进行补偿。**	送风管道沿迷道上方吊顶通至机房西南部，进风管道尺寸为 630mm×200mm、洞口尺寸为 730×300mm。	排风管道沿迷道上方吊顶内通至机房东北角，后沿机房内墙向下，在治疗室东北角 0.3m 处设置一个排风口，在治疗室顶棚北侧中部设置一个排风口（应急用，平时常闭）；排风管道尺寸为 500mm×320mm、洞口尺寸为 600mm×420mm，机房通风换气次数不小于 10 次/h。

建设项目各放射治疗机房排风口拟设置在治疗室下部，进风口拟设置在治疗室顶棚，排风口与进风口呈对角设置，直线加速器机房通风次数均不小于 6 次/h，后装治疗机房通风次数不小于 10 次/h，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中相关要求。

（2）废水

本项目直线加速器、后装机运行过程中不产生医疗废水和放射性废水，只产生少量生活污水，依托医院污水处理设施处置。直线加速器冷却系统采用去离子蒸馏水，内循环使用，不会产生感生放射性废水，加速器设备自带水流量监测开关，当加速器中的大功率负载等的冷却水流量不满足要求时，加速器将自动切断高压电源，由于蒸发耗损，需要补充去离子蒸馏水时由厂家派专人补充。

（3）固体废物

①加速器废靶

加速器正常运行时，无废靶产生。如果加速器冷却水循环系统出现故障，可能造成靶体散热不畅导致靶被打穿的情况，产生废靶。此外，加速器报废时，会有废靶产生。对于更换下来的废靶和退役时拆卸下来的废靶，可暂存于铅桶，处置前经监测其表面辐射剂量率水平符合清洁解控水平，之后交由有资质的单位收贮。

②废弃放射源

本项目后装治疗机采用 ^{192}Ir 放射源，^{192}Ir 放射源半衰期为 74d，使用一定时间后，其活度不能满足放射治疗需要时，需更换放射源，退役源更换后直接交由放射源生产厂家回收处理，院内不进行贮存。

③生活垃圾

工作人员产生的少量生活垃圾，经医院垃圾桶收集后定期由环卫部门清运。

图 10-18　　放疗科进、排风管道布置图

10.2.2 介入诊断治疗

（1）非放射性废气

本项目介入诊断治疗过程中无放射性废气产生，DSA 装置运行中产生的 X 射线会使周围空气发生电离，空气电离将产生臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x），在 NO_x 中以 NO_2 为主，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，若在机房内聚集，对机房的人员具有一定的危害。

根据排风设计方案，本项目各 DSA 手术室拟设置进排风系统，各手术室顶棚拟设置排风口，机房内的废气经负压收集后通过排风管道引至室外排出，各排风支管设置止回阀，防止气体倒灌。

综上，本项目各 DSA 机房拟设置进排风系统，通过换风方式将臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x）排出机房外，可以最大限度降低有害气体的浓度。DSA 各手术室排风管道平面图如图 10-19、图 10-20、图 10-21、图 10-22、图 10-23 所示。

（2）废水

本项目运行过程中无放射性废水产生，产生的医疗废水排至医院废水处理系统。

（3）固体废物

本项目各 DSA 运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术机打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光原料。介入手术时会产生废

医用器具和药棉、纱布等医疗废物，医疗废物单人次产生量约 0.5kg，总产生量为 8.25t/a，暂存在各 DSA 手术室中的垃圾桶，手术结束集中收集至医疗废物暂存间，作为医疗废物进行处理。

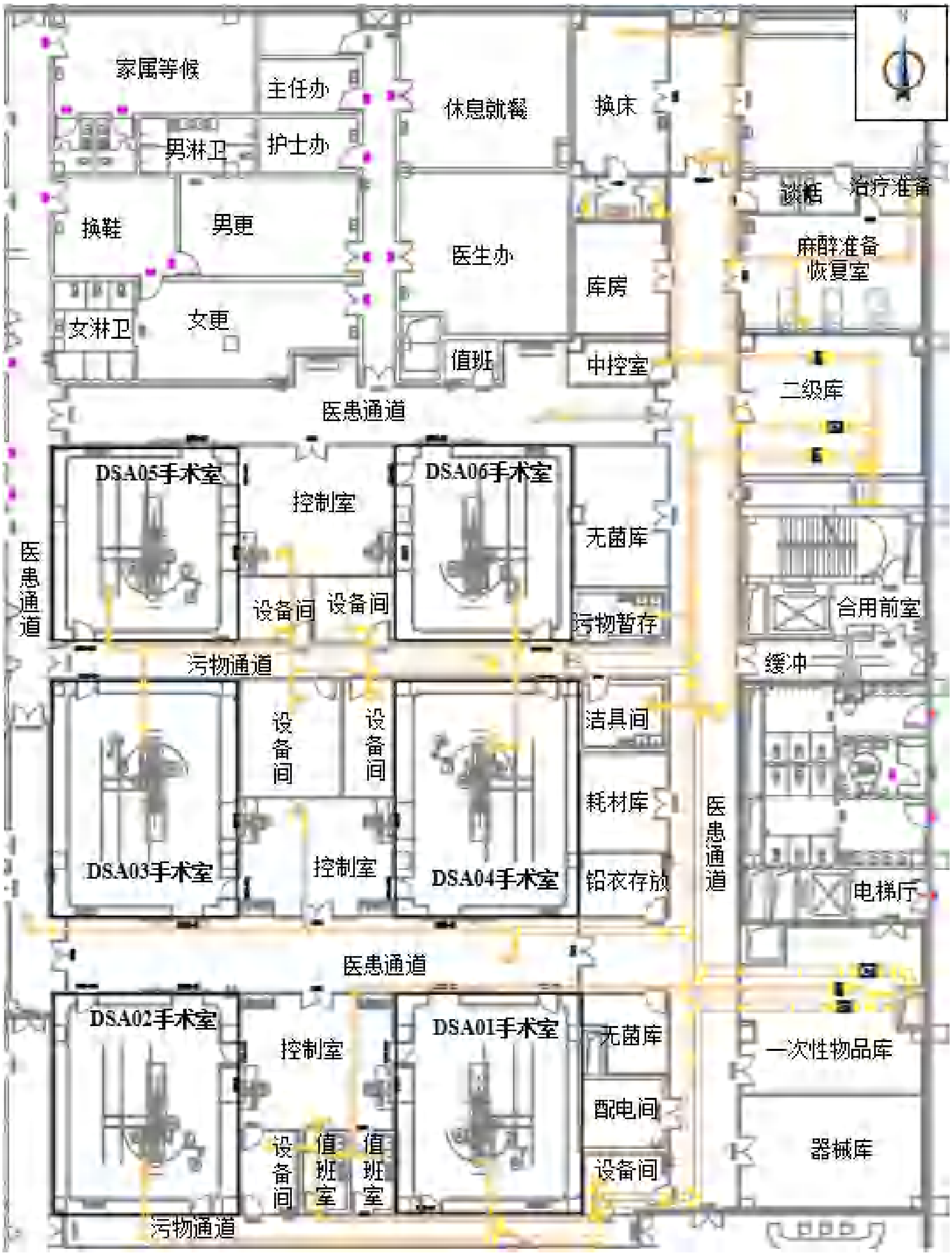


图 10-19　　10 号医疗综合楼医技 2 层 DSA01~06 手术室排风管道平面布置图

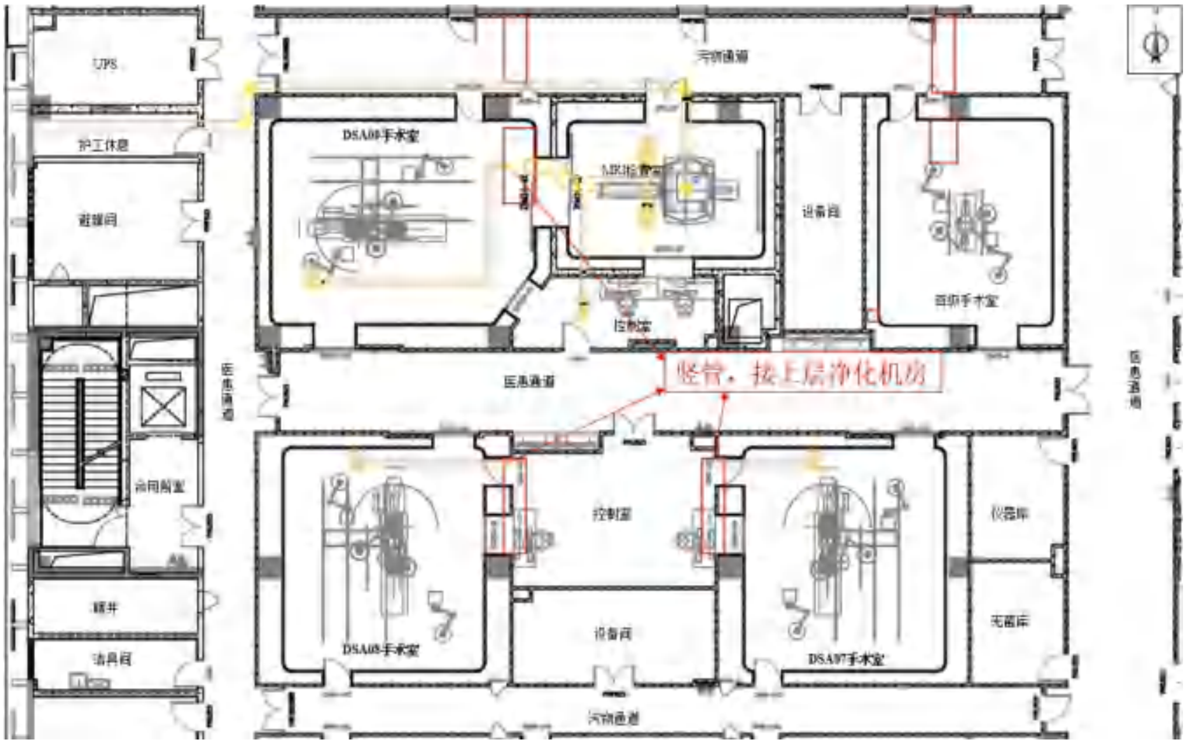


图 10-20　　10 号医疗综合楼医技 4 层 DSA07~09 手术室排风管道平面布置图

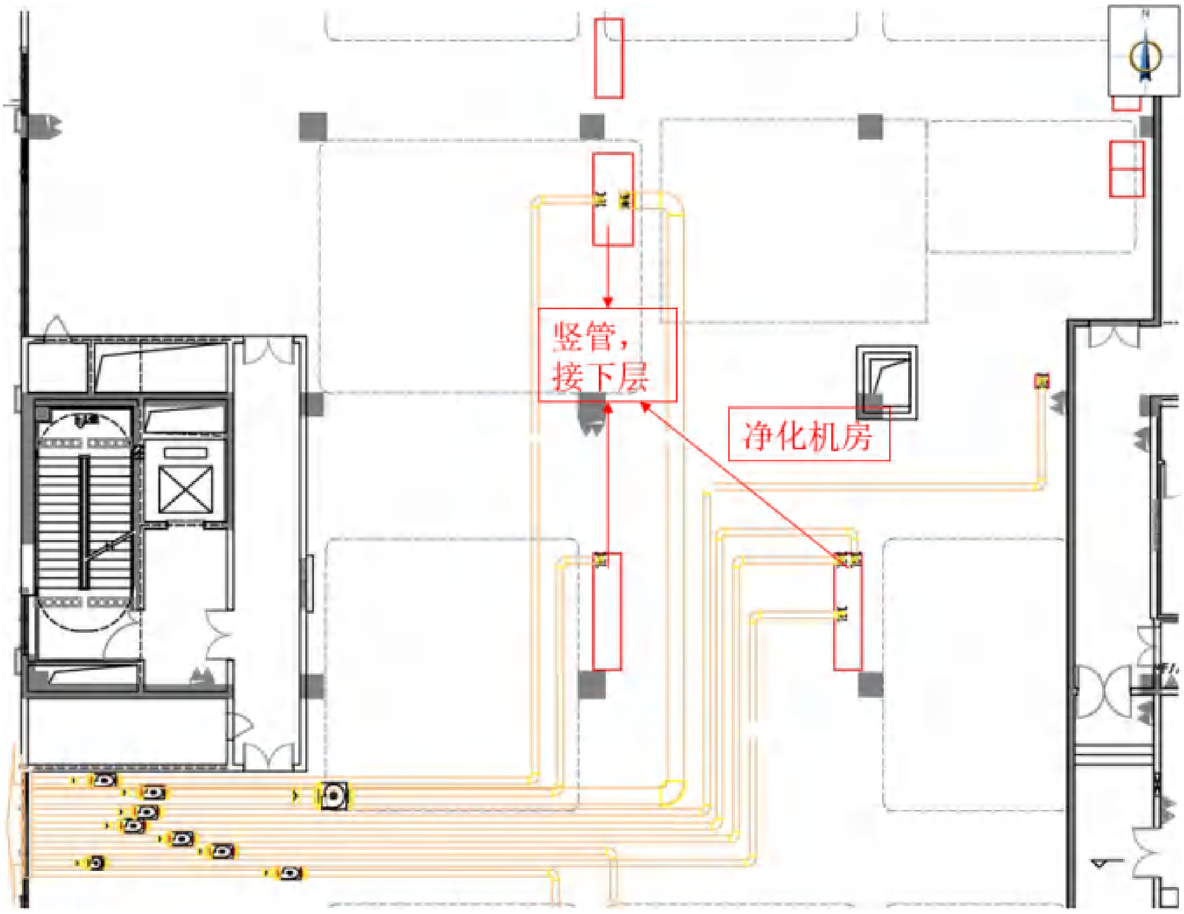


图 10-21　10 号医疗综合楼医技 5 层（DSA07~09 手术室上层）排风管道平面布置图

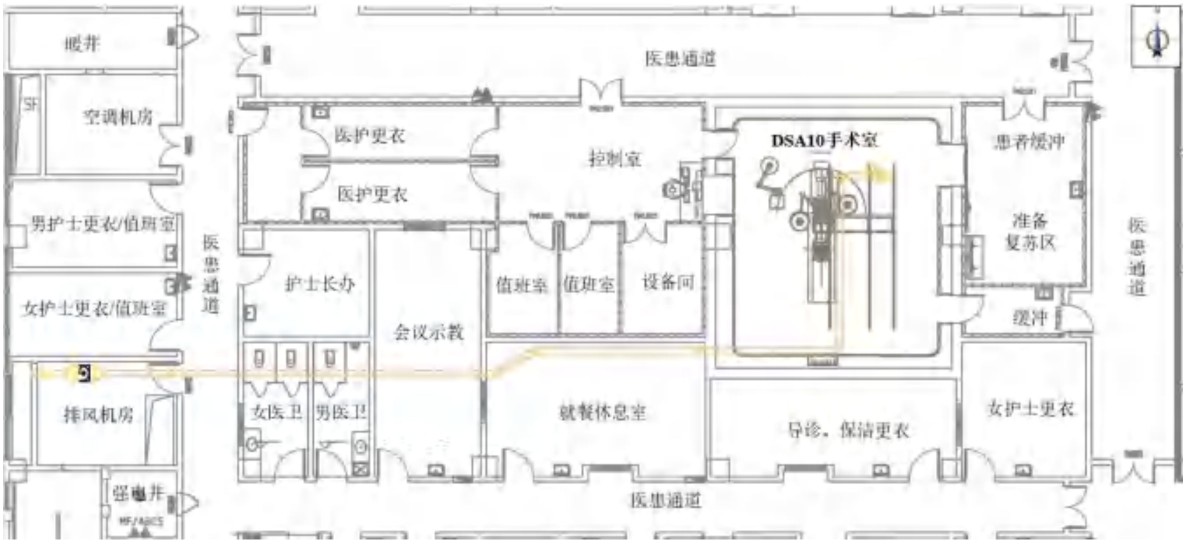


图 10-22　　10 号医疗综合楼医技 1 层 DSA10 手术室排风管道平面布置图

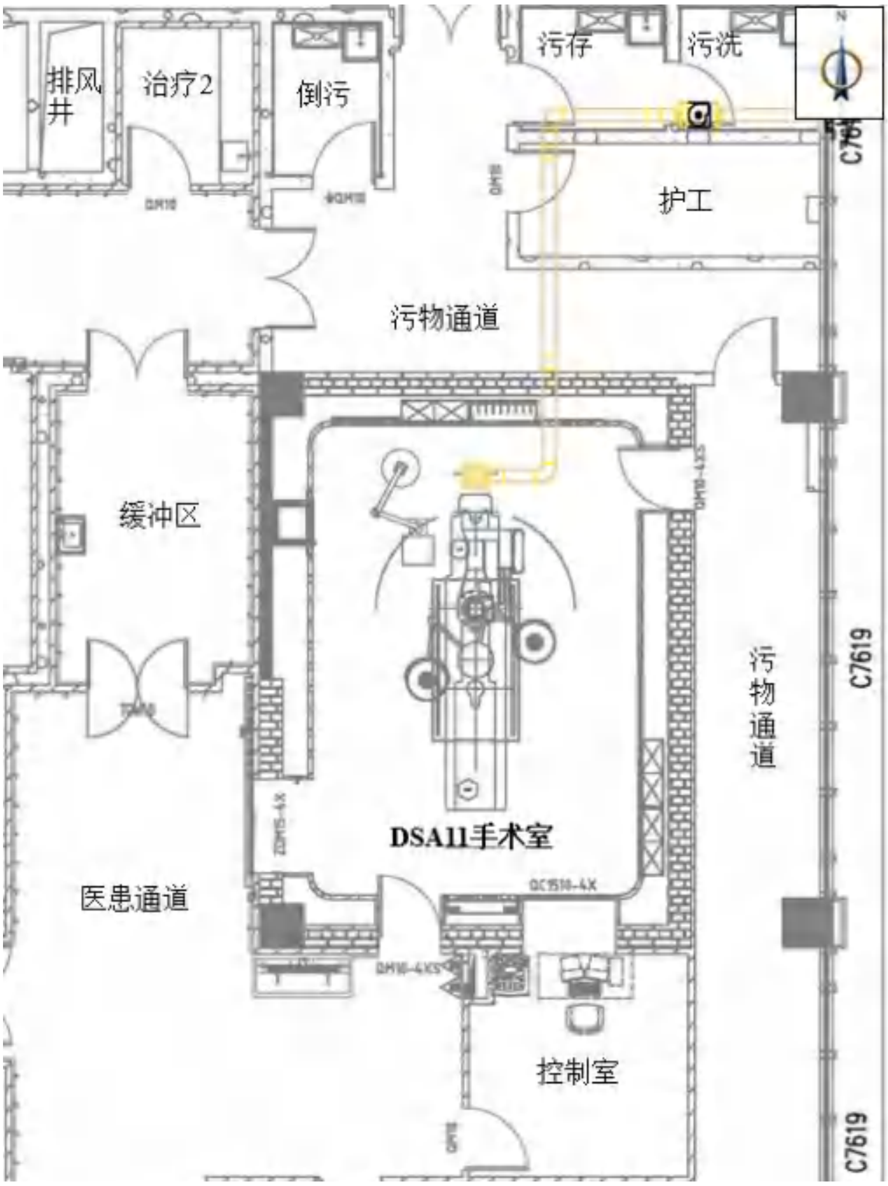


图 10-23　　本项目公卫中心 4 层 DSA11 手术室排风管道平面布置图

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目涉及的放射治疗工作场所位于南院区地下一层 A 区东北部放疗科，包括 2 间加速器机房、1 间后装治疗机房、1 间 CT 模拟定位机房；介入诊疗工作场所分别在公卫中心以及 10 号医疗综合楼，其中 6 台 DSA 机房在 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心，3 台 DSA 机房在 10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科，1 台 DSA 机房在公卫中心 4 层，1 台 DSA 机房在 10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心。

《"两院一中心"二期项目环境影响报告书（报批版）》（2024 年 9 月）于 2024 年 9 月 10 日通过郑州航空港经济综合实验区综合行政执法局（城市管理局）审批，批复文号：郑港环审〔2024〕10 号，该项目环境影响报告书已对医院主体工程建设过程中产生的环境影响进行了分析，并提出有针对性的措施，本项目拟与医院主体工程同时施工，在建阶段应采取如下措施：

11.1.1 施工期大气环境影响分析

施工期对环境空气的污染主要为运输车辆的行驶、装卸施工材料等引起的扬尘。

针对施工期扬尘，本次评价提出应在施工中采取如下措施：

①施工现场按规定连续设置硬质围挡（围墙）实施全封闭管理；

②施工现场的建筑材料、构件、料具按总平面布局分类、整齐堆放；

③砂石、水泥等散装材料在密闭空间堆存或严密覆盖，搬运时采取降尘措施，余料及时回收；

④施工现场建立洒水清扫抑尘制度，配备洒水设备；

⑤施工现场易产生粉尘的作业，应采取有效的防尘措施；

⑥合理安排施工时间，加快施工进度。

本项目经采取上述措施后，可有效控制施工期扬尘对外环境的影响。

11.1.2 施工期废水影响分析

施工期废水主要来自两方面：一是施工废水，二是施工人员生活污水。

针对施工废水，设置初级沉淀池，施工废水经处理后回用。施工人员产生的生活污水，依托医院现有设施，经医院现有污水处理设施处理后排入城市污水管网。综上，本项目施工期废水对周围环境影响较小。

11.1.3 施工期噪声影响分析

本项目施工期噪声主要来自各种施工机械、运输车辆、混凝土振捣等。本项目施工区域周边 50m 范围内无居住区、学校等敏感点，且施工区域均在医院内部，因此，本项目施工期噪声对医院外影响较小。施工阶段，施工单位应尽量选用先进的低噪声设备，在高噪声设备周围设置屏障以减轻噪声对周围环境的影响，合理安排施工时间，加快施工进度，最大限度地减少噪声对环境的影响，施工场界噪声应满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）标准限值。

11.1.4 固体废物环境影响分析

本项目施工期间固体废物主要为施工人员的生活垃圾和建筑垃圾。建筑垃圾主要为施工过程中产生的各种废建筑材料，如碎砖块、水泥块、废木料等；生活垃圾主要是施工人员的废弃物品。对于建筑垃圾，集中收集后由施工方统一交由有资质的渣土运输公司处置，同时要加强管理，从产生、运输、处置等各环节减少撒落，避免污染环境；夏季施工时生活垃圾容易腐烂发味，既污染环境，又可能传播疾病，因此对于生活垃圾应集中堆放及时清理，外运到环卫部门指定地点，防止露天长期堆放可能产生的二次污染。

11.1.5 设备安装调试阶段环境影响分析

设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。由于各设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.1.6 换源作业环境影响分析

本项目后装治疗模块换源作业，由生产厂家负责完成，换源作业产生的废源，由生产厂家直接回收，不暂存。

换源作业过程中，厂家将 ^{192}Ir 密封源运输至项目治疗机房内，由厂家专业技术人员在治疗机房内进行换源作业，项目工作人员处于治疗机房外协助换源作业、加强辐射安全管理，在场所周围设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。单次换源作业约 30min，换源作业期间治疗机房外辐射水平不高于后装治疗机出源治疗状态，造成的辐

射环境影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 放射治疗环境影响分析

本项目拟在河南省人民医院南院区 10 号医疗综合楼地下一层放疗科新增 2 间加速器机房、1 间后装治疗机房、1 间 CT 模拟定位机房，涉及 2 台医用直线电子加速器、1 台后装治疗机及 1 台 CT 模拟定位共计 4 台放疗装置。

11.2.1.1 直线加速器辐射环境影响分析

（1）屏蔽计算的有关参数

本项目拟配备 2 台医用电子直线加速器，型号待定，加速器技术参数如表 11-1 所示。

表 11-1　　直线加速器的技术参数

设备名称	X 射线最大能量	电子线最大能量	X 射线最高输出率	源轴距（SAD）	等中心距地面高度	线束张角	最大照射野	射线泄漏率
加速器 01	10MV	22MeV	2400cGy/min（FFF 模式）	1.0m	1.3m	28°	40×40 cm	≤0.1%
			600cGy/min（普通模式）	1.0m	1.3m	28°	40×40 cm	≤0.1%
加速器 02	10MV	22MeV	2400cGy/min（FFF 模式）	1.0m	1.3m	28°	40×40 cm	≤0.1%
			600cGy/min（普通模式）	1.0m	1.3m	28°	40×40 cm	≤0.1%

（2）治疗模式

本项目加速器 X 射线治疗本身为调强治疗，在设备周最大累计照射时间计算时已考虑调强模式，故调强因子 N 取 1。

（3）预测关注点位

本项目中 2 间加速器机房上方为院内空地，下方为结构空腔（封闭空腔）人员无法到达，各机房选取的关注点如下：

直线加速器 01 机房：西侧主屏蔽墙外核医学放废暂存间 A_1，西北部次屏蔽墙外核医学放废暂存间 B_1，西侧南部次屏蔽墙外核医学污染被服存放间 C_1，东侧主屏蔽墙外直线加速器 02 机房 D_1，东侧南部次屏蔽墙外直线加速器 02 机房 E_1，南侧迷路外墙外水冷机房 F_1，南侧迷路墙外控制室 G_1，南侧防护门外等候区 H_1，南侧迷路外墙外等候

区共用关注点 I（直线加速器 02 机房），北侧墙停车场外共同关注点 J（直线加速器 02 机房），北侧墙外停车场关注点 R_1，北侧墙外核医学空调机房 K_1，顶棚主屏蔽墙 M_1、次屏蔽墙 N_1，共同关注点 L_1（直线加速器 02 机房）共计 15 个关注点。

直线加速器 02 机房：东侧主屏蔽墙外后装治疗机房 A_2，东侧南部次屏蔽墙外后装治疗机房 B_2，东侧北部次屏蔽墙外步梯间 C_2，西侧主屏蔽墙外直线加速器 01 机房 D_2，西侧次屏蔽墙外直线加速器 01 机房 E_2，南侧迷路外墙外水冷机房 F_2，南侧迷路墙外控制室 G_2，南侧防护门外等候区 H_2，南侧迷路外墙外等候区共用关注点 I（直线加速器 01 机房），北侧墙停车场外共同关注点 J（直线加速器 01 机房），北侧墙外停车场关注点 R_2，顶棚主屏蔽墙 M_1、次屏蔽墙 N_1，共同关注点 L_1（直线加速器 01 机房），共同关注点 L_2（后装治疗机房），北侧屏蔽墙外停车场 S_2 共计 16 个关注点。各关注点的设置情况具体如图 11-1、图 11-2、图 11-3 所示。

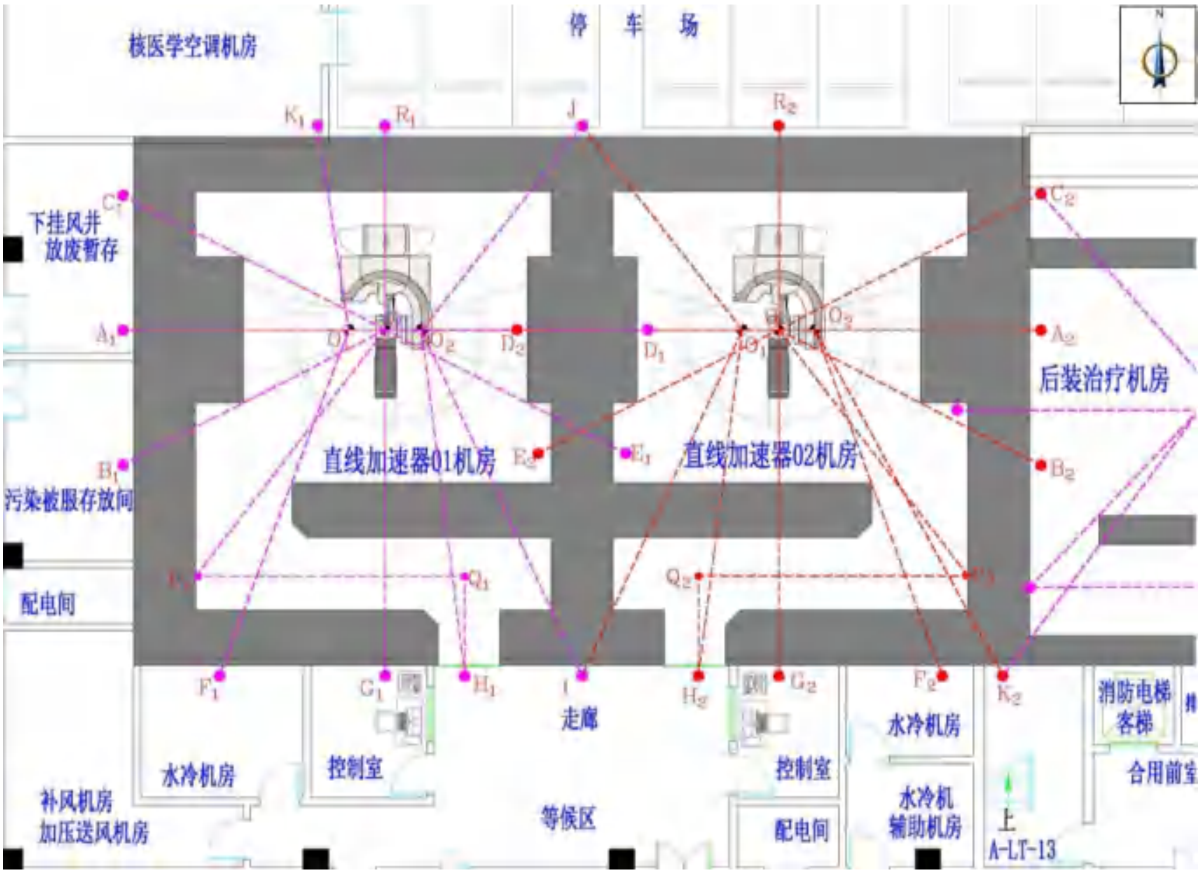


图 11-1　　加速器机房关注点平面布置示意图

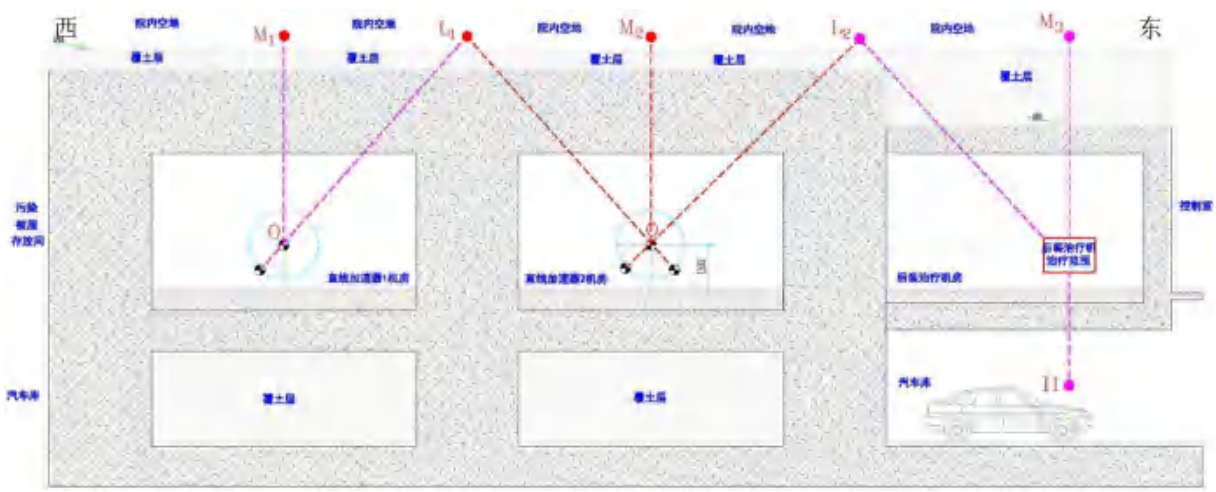


图 11-2　　加速器机房关注点剖面布置示意图（西—东）

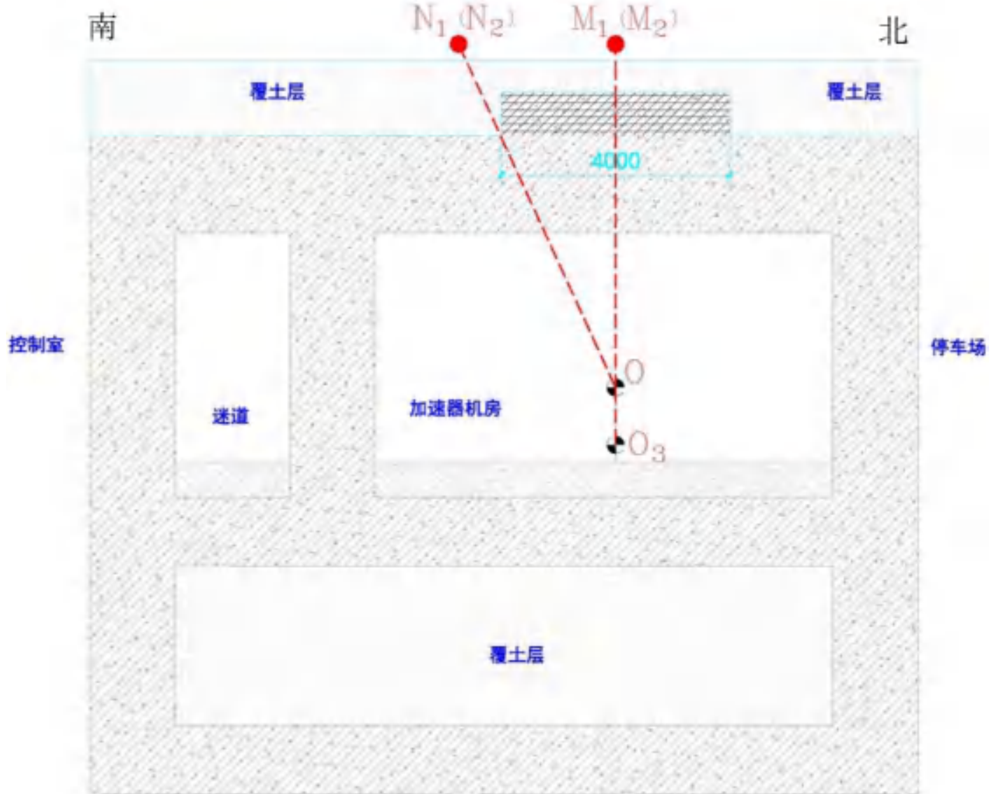


图 11-3　　加速器机房关注点剖面布置示意图（南—北）

（4）有用线束和泄漏辐射的屏蔽和剂量估算

关注点达到剂量率参考控制水平时，设计的屏蔽所需要的屏蔽透射因子 B 按式 11-1 计算：

$$B = \frac{H_c}{H_0} \cdot \frac{R^2}{f} \qquad \text{（式 11-1）}$$

式中：

H_c——剂量率参考控制水平，μSv/h；

H_0——加速器有用线束中心轴上，距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率，μSv·m^2/h（以 Sv·m^2/min 为单位的值乘以 6×10^7）；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

f——对有用束为 1，对泄漏辐射为 1×10^{-3}。

按照式 11-2 计算所需要的有效屏蔽厚度 X_e：

$$X_{\mathrm{e}} = TVL \cdot \log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \qquad \text{（式 11-2）}$$

式中：

X_e——有效屏蔽厚度，cm；

TVL——为辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度，cm；

TVL_1——第一个什值层厚度，cm。

再按式 11-3 获得屏蔽厚度 X：

$$\mathrm{X} = X_{\mathrm{e}} \cdot \cos\theta \qquad \text{（式 11-3）}$$

式中：

X——为屏蔽厚度，cm；

X_{e}——射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度，cm

θ——为斜射角，即入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角，°。

（5）患者一次散射辐射的屏蔽厚度验证计算

关注点达到剂量率参考控制水平 H_c 时，设计的屏蔽所需要的辐射屏蔽透射因子 B 按照式 11-4 计算，并按照式 11-2 计算所需要的有效屏蔽厚度 X_e，再按式 11-3 获得屏蔽厚度 X。

$$\mathrm{B} = \frac{\dot{H}_{\mathrm{c}} \cdot \dot{R}_{\mathrm{S}}^2}{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{\mathrm{ph}} \cdot (F/400)} \qquad \text{（式 11-4）}$$

式中：H_c——按照标准确定的剂量率参考控制水平；

$\dot{H}_0$——加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率，μSv·m^2/h；

$\dot{R}_{\mathrm{S}}$——患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；关注点通常指在治疗机房外、距机房外表面 30cm 处；

α_{ph}——患者 400cm 面积上垂直入射 X 射线散射至其 1m（关注点方向）处的剂量比例，又称 400cm^2 面积上的散射因子；

F——治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积，cm^2。

（6）防护门屏蔽厚度验证计算

a）中子总注量

等中心点与迷路内墙端的连线和迷路长轴中心线之间的交点，在该点的总中子注量$\emptyset_{\mathrm{B}}$按式 11-5 计算：

$$\emptyset_{\mathrm{B}}=\frac{Q_{\mathrm{n}}}{4\pi d_1^2}+\frac{5.4Q_{\mathrm{n}}}{2\pi S}+\frac{1.26Q_{\mathrm{n}}}{2\pi S}$$ （式 11-5）

式中：

$\emptyset_{\mathrm{B}}$——等中心处 1Gy 治疗照射时交点的总中子注量，（中子数/m^2/Gy）；

Q_{n}——在等中心处每 1Gy 治疗照射时射出加速器机头的总中子数，中子数/Gy。应向产品供应商获取指标，NCRP NO.151 的表 B.9 中列出了一些型号的加速器的值可参考使用；

d_1——等中心点至交点的距离，m；

S——治疗机房的总内表面积（m^2），包括四壁墙、顶面和底面，不包括迷路内各面积。

上式中用于铅屏蔽加速器机头。对于钨屏蔽的加速器机头，上式中的第一项和第二项均乘以衰减因子 0.85。

b）机房入口的中子俘获 γ 射线的剂量率

机房内及迷路中的中子在与屏蔽物质作用时产生中子俘获 γ 射线，机房入口门外 30cm 处无防护门时的中子俘获 γ 射线的剂量率$\dot{H}_\gamma$（μSv/h）按式 11-6 计算：

$$\dot{H}_\gamma=6.9\times10^{-16}\cdot\emptyset_{\mathrm{B}}\cdot10^{-d_2/TVD}\cdot\dot{H}_0$$ （式 11-6）

式中：

6.9×10^{-16}——该方法中的经验因子，Sv/（中子数/m^2）；

$\emptyset_{\mathrm{B}}$——等中心处 1Gy 治疗照射时交点的总中子注量，（中子数/m^2/Gy），下同；

d_2——交点至机房入口处的距离，m；

TVD——什值层距离；

$\dot{H}_0$——等中心点处治疗 X 射线剂量率（μGy/h），依 GBZ/T 201.1 的 4.8.3，屏蔽计算中可视为 μSv/h。

c）机房入口的中子剂量率

机房内的中子经迷路散射后在机房入口门外 30cm 处无防护门时的剂量率（μSv/h）见式 11-7：

$$\dot{H}_{\mathrm{n}}=2.4\times10^{-15}\cdot\emptyset_{\mathrm{B}}\cdot\sqrt{\frac{S_0}{S_1}}\cdot\left[1.64\times10^{-(d_2/1.9)}+10^{-(d_2/T_{\mathrm{n}})}\right]\cdot\dot{H}_0$$ （式 11-7）

式中：

2.4×10^{-15}——该计算方法中的经验因子，Sv/（中子数/m^2）；

S_0——迷路内口的面积，m^2；

S_1——迷路横截面积，m^2；

d_2——交点到迷路入口的距离，m；

T_n——什值距离，为一个经验值，按式 11-8 计算：

$$T_n = 2.06\sqrt{S_1} \quad （式 11-8）$$

d）机房入口门屏蔽

入口门屏蔽时，通常使中子和中子俘获 γ 射线屏蔽后有相同的辐射剂量率，对于中子俘获 γ 射线，以铅屏蔽；对于中子，以含硼（5%）聚乙烯屏蔽，所需的屏蔽防护厚度X_γ和X_n分别以式 11-9 和式 11-10 计算：

$$X_\gamma = TVL_\gamma \cdot \log\left[2\dot{H}_\gamma/（\dot{H}_c - \dot{H}_{og}）\right] \quad （式 11-9）$$

$$X_n = TVL_n \cdot \log\left[2\dot{H}_n/（\dot{H}_c - \dot{H}_{og}）\right] \quad （式 11-10）$$

式中：

X_γ和X_n分别为屏蔽上述两种辐射的不同材料的厚度，cm；

TVL_γ和TVL_n分别为中子俘获 γ 射线和中子在上述两种屏蔽材料中的什值层，cm；

$\dot{H}_\gamma$和$\dot{H}_n$分别按式 11-9 和式 11-10 计算的入口处防护门内的辐射剂量率；

$\dot{H}_c$——按标准 GBZ/T 201.2-2011 中 4.2.1 和附录 A.2 确定的剂量率参考控制水平，μSv/h；

$\dot{H}_{og}$——为等中心点位置穿过迷路内墙的泄漏辐射在入口处的剂量率，μSv/h。

e）防护门外的辐射剂量率核算

当给定防护门屏蔽厚度时，防护门外的辐射剂量率（μSv/h）见式 11-11：

$$\dot{H} = \dot{H}_r \cdot 10^{-\left(\frac{X_r}{TVL_r}\right)} + \dot{H}_n \cdot 10^{-\left(\frac{X_n}{TVL_n}\right)} + \dot{H}_{og} \cdot B_{og} \quad （式 11-11）$$

式中：

B_{og}——防护门对$\dot{H}_{og}$的屏蔽透射因子，在$\dot{H}_{og}$相对防护门外的总剂量率较小时，可以忽略$\dot{H}_{og} \cdot B_{og}$项。

X_γ和X_n分别为屏蔽上述两种辐射的不同材料的厚度，cm；

TVL_γ和TVL_n分别为中子俘获 γ 射线和中子在上述两种屏蔽材料中的什值层，cm；

$\dot{H}_\gamma$和$\dot{H}_n$分别按式 11-9 和式 11-10 计算的入口处防护门内的辐射剂量率。

（7）主屏蔽墙宽度的计算

主屏蔽墙的宽度可由式 11-12 计算得：

$$Y_{\mathrm{P}} = 2 \times [(a + SAD) \cdot \tan\theta + 0.3] \qquad \text{（式 11-12）}$$

式中：

Y_{P}——机房有用线束主屏蔽区的宽度，m；

SAD——源轴距，1m；

a——等中心点至“墙”的距离，m；当主屏蔽区向机房内凸时，“墙”指与主屏蔽相连的次屏蔽墙（或顶）的内表面，当主屏蔽区向机房外凸时，“墙”指与主屏蔽区墙（或顶）的外表面；

θ——等中心的最大半张角（相对束中的轴线），14°。

（8）关注点确定所需屏蔽防护厚度时所用到的参数

a）周治疗时间（*t*）：依据建设单位提供资料显示，该项目 2 台加速器预计最大工作量如下：90 人次/天/台，均为精确放射治疗，每周工作 5 天，每年工作 50 周，摆位时间约 1.5min，平均每人照射 4min，则周出束时间约 30h，年出束时间约 1500h。

b）使用因子（*U*）：对于有用线束，使用因子 *U*=1/4。

c）居留因子（*T*）：建设项目不同场所的居留因子 *T* 取值参照标准《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）附录 A.1。

d）辐射因子（*f*）：有用辐射 *f* 取 1；泄漏辐射因子不大于 0.001，计算时取 0.001。

e）剂量率参考控制水平（$\dot{H}_c$）：建设单位制定了建设项目加速器机房工作场所及相关场所的周围剂量当量率控制水平，各加速器机房控制室≤1.0μSv/h、其余工作场所及周边相关场所≤2.5μSv/h。按照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）所示屏蔽设计关注点周围剂量当量率控制水平计算方法和确定原则，本项目中机房周围及房顶各关注点所对应的剂量率参考控制水平如表 11-2 所示。

表 11-2　　本项目加速器机房各关注点所对应的剂量率控制水平计算（μSv/h）

关注点	对应区域	辐射类型	居留因子（T）	使用因子（U）	人员类型	建设单位制定的周围剂量当量率控制水平	导出剂量率参考控制水平	最高剂量率参考控制水平	本项目采用的剂量率参考控制水平
直线加速器 01 机房									
A_1	西侧主屏蔽墙（核医学放废暂存间）	有用	1/20	1/4	公众人员	2.5	13.33	10	2.50

续表 11-2　　本项目加速器机房各关注点所对应的剂量率控制水平计算（μSv/h）

关注点	对应区域	辐射类型	居留因子（T）	使用因子（U）	人员类型	建设单位制定的周围剂量当量率控制水平	导出剂量率参考控制水平	最高剂量率参考控制水平	本项目采用的剂量率参考控制水平
直线加速器 01 机房									
B_1	西侧南部次屏蔽墙（核医学污染被服存放间）	泄漏	1/20	1	公众人员	2.5	1.67[1)]	10	1.25
		散射					1.25[2)]		1.25
C_1	西侧北部次屏蔽墙（核医学放废暂存间）	泄漏	1/20	1	公众人员	2.5	1.67[1)]	10	1.25
		散射					1.25[2)]		1.25
D_1	东侧主屏蔽墙（直线加速器 02 机房）	有用	**1/2**	1/4	公众人员	2.5	**1.33**	10	**1.33**
E_1	东侧南部次屏蔽墙（直线加速器 02 机房）	泄漏	**1/2**	1/4	公众人员	2.5	**0.17**[1)]	10	**0.17**
		散射					1.25[2)]		1.25
F_1	南侧迷路外墙（水冷机房）	泄漏	1/20	1	公众人员	2.5	3.33	10	2.50
G_1	南侧迷路墙（控制室）	泄漏	1	1	职业人员	0.50	3.33	2.5	0.50
H_1	南侧防护门（等候区）	泄漏	1/8	1	公众人员	2.5	0.26[4)]	10	0.26
		散射					1.07[4)]		1.07
I	南侧迷路墙（等候区）	泄漏	1/8	1	公众人员	2.5	1.33	10	0.67[3)]
J	北侧墙（停车场）	泄漏	1/40	1	公众人员	2.5	6.67	10	1.25[3)]
K_1	北侧墙（核医学空调机房）	泄漏	1/20	1	公众人员	2.5	3.33	10	2.50
L_1	顶棚主屏蔽墙（院内空地）	有用	1/20	1/4	公众人员	2.5	13.33	10	1.25[3)]

续表 11-2　　本项目加速器机房各关注点所对应的剂量率控制水平计算（μSv/h）

关注点	对应区域	辐射类型	居留因子（T）	使用因子（U）	人员类型	建设单位制定的周围剂量当量率控制水平	导出剂量率参考控制水平	最高剂量率参考控制水平	本项目采用的剂量率参考控制水平
直线加速器 01 机房									
M_1	顶棚主屏蔽墙（院内空地）	有用	1/20	1/4	公众人员	2.5	13.33	10	2.50
N_1	顶棚次屏蔽墙（院内空地）	泄漏	1/20	1	公众人员	2.5	1.67[1)]	10	1.25
		散射					1.25[2)]		1.25
R_1	北侧墙（停车场）	泄漏	1/40	1	公众人员	2.5	6.67	10	2.50
直线加速器 02 机房									
A_2	东侧主屏蔽墙（后装治疗机房）	有用	**<u>1/2</u>**	1/4	公众人员	2.5	**<u>1.33</u>**	10	**<u>1.33</u>**
B_2	东侧南部次屏蔽墙（后装治疗机房）	泄漏	**<u>1/2</u>**	1	公众人员	2.5	**<u>0.17</u>**[1)]	10	**<u>0.17</u>**
		散射					1.25[2)]		1.25
C_2	东侧北部次屏蔽墙（步梯间）	泄漏	1/20	1	公众人员	2.5	1.67[1)]	10	0.63[3)]
		散射					1.25[2)]		0.63[3)]
D_2	西侧主屏蔽墙（直线加速器 01 机房）	泄漏	**<u>1/2</u>**	1/4	公众人员	2.5	**<u>1.33</u>**	10	**<u>1.33</u>**
E_2	西侧次屏蔽墙（直线加速器 01 机房）	泄漏	**<u>1/2</u>**	1	公众人员	2.5	**<u>0.17</u>**[1)]	10	**<u>0.17</u>**
		散射					1.25[2)]		1.25
F_2	南侧迷路外墙（水冷机房）	泄漏	1/20	1	公众人员	2.5	3.33	10	2.50
G_2	南侧迷路墙（控制室）	泄漏	1	1	职业人员	0.5	3.33	2.50	0.50
H_2	南侧防护门	泄漏	1/8	1	公众人员	2.5	0.26[4)]	10	0.26
		散射					1.07[4)]		1.07

续表 11-2　　本项目加速器机房各关注点所对应的剂量率控制水平计算（μSv/h）

关注点	对应区域	辐射类型	居留因子（T）	使用因子（U）	人员类型	建设单位制定的周围剂量当量率控制水平	导出剂量率参考控制水平	最高剂量率参考控制水平	本项目采用的剂量率参考控制水平
直线加速器 02 机房									
I	南侧迷路墙（等候区）	泄漏	1/8	1	公众人员	2.5	1.33	10	0.67[3]
J	北侧墙（停车场）	泄漏	1/40	1	公众人员	2.5	6.67	10	1.25[3]
K_2	南侧迷路外墙（步梯间）	泄漏	1/20	1	公众人员	2.5	3.33	10	1.25[3]
L_1	顶棚主屏蔽墙（院内空地）	有用	1/20	1/4	公众人员	2.5	13.33	10	1.25[3]
L_2	顶棚主屏蔽墙（院内空地）	有用	1/20	1/4	公众人员	2.50	13.33	10	1.25[3]
M_2	顶棚主屏蔽墙（院内空地）	有用	1/20	1/4	公众人员	2.50	13.33	10	2.50
N_2	顶棚次屏蔽墙（院内空地）	泄漏	1/20	1	公众人员	2.50	1.67[1]	10	1.25
		散射					1.25[2]		1.25
R_2	北侧墙（停车场）	泄漏	1/40	1	公众人员	2.50	6.67	10	2.50

注：[1] 表示与主屏蔽区相连的次屏蔽区考虑泄漏辐射导出剂量率参考控制水平，按照标准取值为计算值的一半；

[2] 表示与主屏蔽区相连的次屏蔽区考虑患者散射辐射导出剂量率参考控制水平，按照标准取控制水平的一半；

[3] 本项目 C_2、I、J、L_1、L_2、K_2 均为 2 间加速器机房的共同关注点，保守取每间机房的剂量率控制水平为该关注点剂量率控制水平的一半；

[4] 根据 GBZ/T 201.2-2011 中 4.3.2.5.1 的要求，迷路入口处泄漏辐射的参考控制水平应小于散射辐射的 1/4，计算出防护门处导出剂量率参考控制水平为 1.33μSv/h，保守取泄漏辐射 0.26μSv/h，散射辐射 1.07μSv/h。

f) 依据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011），本项目加速器 X 射线在混凝土（2.35g/cm^3）中 *TVL* 和 TVL_1 值，详见表 11-3。

表 11-3　　加速器 X 射线在混凝土中的 *TVL* 值（cm）

MV	材料	有用线束		泄漏辐射		30°患者散射
		TVL_1	TVL	TVL_1	TVL	
10	混凝土	41	37	35	31	28

依据《Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X-and gamma-Ray Radiotherapy Facilities》（NCRP REPORT NO.151）P158 页 Fig.A.1.a 参照内插法进行计算可知本项目铁屑混凝土（密度为 4.28）在 10MV 条件下有用线束方向的 *TVL* 为 25.4cm，则 750mm 铁屑混凝土等效 1092mm 标准混凝土（密度为 2.35g/cm^3）。

（8）屏蔽计算结果

表11-4　　本项目加速器机房各关注点辐射剂量率的预测结果

关注点	屏蔽体	辐射类型	路径	R（m）	入射角（°）	$\dot{H}_c$（μSv/h）	设计值（mm）	屏蔽后周围剂量当量率（μSv/h）	
直线加速器 01 机房									
A1（放废暂存间）	西侧主屏蔽墙	有用	O_2-A_1	8.20	0	2.50	3000	2.10E-01	
B1（污染被服存放间）	西侧南部次屏蔽墙	泄漏	O-B_1	8.08	27	1.25	1700	2.10E-02	合计：6.40E-02
		散射	O_2-O-B_1	9.08		1.25		4.30E-02	
C1（放废暂存间）	西侧北部次屏蔽墙	泄漏	O-C_1	8.08	27	1.25	1700	2.10E-02	合计：6.40E-02
		散射	O_2-O-C_1	9.08		1.25		4.30E-02	
D1（直线加速器 02 机房）	东侧主屏蔽墙	有用	O_1-D_1	**8.20**	0	**1.33**	3000	**2.10E-01**	
E1（直线加速器 02 机房）	东侧次屏蔽墙	泄漏	O-E_1	**7.60**	30.5	**0.17**	1700	**1.40E-02**	**合计：4.20E-02**
		散射	O_1-O-E_1	8.60		1.25		2.80E-02	
F1（水冷机房）	南侧迷路外墙	泄漏	O_1-F_1	9.50	90	2.50	1500	3.10E-01	
G1（控制室）	南侧迷路墙	泄漏	O-G_1	9.50	90	0.5	3000	4.51E-06	
I（等候区）	南侧迷路墙	泄漏	O_2-I	10.47	24.8	0.42	3000	3.87E-07	
J（停车场）	北侧屏蔽墙	泄漏	O_2-J	7.08	37.7	1.25	1500	3.00E-02	

续表11-4　　本项目加速器机房各关注点辐射剂量率的预测结果

关注点	屏蔽体	辐射类型	路径	R（m）	入射角（°）	$\dot{H}_c$（μSv/h）	设计值（mm）	屏蔽后周围剂量当量率（μSv/h）	
直线加速器 01 机房									
K_1（核医学空调机房）	北侧屏蔽墙	泄漏	O_1-K_1	5.60	90	2.50	1500	9.00E-01	
L_1（院内空地）	顶棚主屏蔽墙	有用	O_3-L_1	9.08	0	1.25	**2792**[3)]	1.51E-03	
M_1（院内空地）	顶棚主屏蔽墙	有用	O_3-M_1	7.00	0	2.50	**2792**[3)]	1.07	
N_1（院内空地）	顶棚次屏蔽墙	泄漏	O-N_1	6.57	24	1.25	1700	4.50E-02	合计：1.41E-01
		散射	O_3-O-N_1	7.57		1.25		9.60E-02	
R_1（停车场）	北侧屏蔽墙	泄漏	O-R_1	5.60	90	2.50	1500	9.00E-01	
直线加速器 02 机房									
A_2（后装治疗机房）	东侧主屏蔽墙	有用	O_1-A_2	8.20	0	2.50	3000	2.10E-01	
B_2（后装治疗机房）	东侧南部次屏蔽墙	泄漏	O-B_2	8.08	27	0.67	1700	2.10E-02	合计：6.40E-02
		散射	O_1-O-B_2	9.08		1.25		4.30E-02	
C_2（步梯间）	东侧北部次屏蔽墙	泄漏	O-C_2	8.08	27	0.63	1700	2.10E-02	合计：6.40E-02
		散射	O_1-O-C_2	9.08		0.63		4.30E-02	
D_2（直线加速器 01 机房）	西侧主屏蔽墙	有用	O_2-D_2	**8.20**	0	**1.33**	3000	**2.10E-01**	

续表11-4　本项目加速器机房各关注点辐射剂量率的预测结果

<table>
<tr><th>关注点</th><th>屏蔽体</th><th>辐射类型</th><th>路径</th><th>R（m）</th><th>入射角（°）</th><th>$\dot{H}_c$（μSv/h）</th><th>设计值（mm）</th><th colspan="2">屏蔽后周围剂量当量率（μSv/h）</th></tr>
<tr><td colspan="10">直线加速器 02 机房</td></tr>
<tr><td rowspan="2">E_2（直线加速器 01 机房）</td><td rowspan="2">西侧次屏蔽墙</td><td>泄漏</td><td>O-E_2</td><td>7.60</td><td rowspan="2">30.5</td><td>0.17</td><td rowspan="2">1700</td><td>1.40E-02</td><td rowspan="2">合计：4.20E-02</td></tr>
<tr><td>散射</td><td>O_2-O-E_2</td><td>8.60</td><td>1.25</td><td>2.80E-02</td></tr>
<tr><td>F_2（水冷机房）</td><td>南侧迷路外墙</td><td>泄漏</td><td>O_2-F_2</td><td>9.50</td><td>90</td><td>2.5</td><td>1500</td><td colspan="2">3.10E-01</td></tr>
<tr><td>G_2（控制室）</td><td>南侧迷路墙</td><td>泄漏</td><td>O-G_2</td><td>9.50</td><td>90</td><td>0.5</td><td>3000</td><td colspan="2">4.51E-06</td></tr>
<tr><td>I（等候区）</td><td>南侧迷路墙</td><td>泄漏</td><td>O_1-I</td><td>10.47</td><td>24.8</td><td>0.42</td><td>3000</td><td colspan="2">3.87E-07</td></tr>
<tr><td>J（停车场）</td><td>北侧屏蔽墙</td><td>泄漏</td><td>O_1-J</td><td>7.08</td><td>37.7</td><td>1.25</td><td>1500</td><td colspan="2">3.00E-02</td></tr>
<tr><td>K_2（步梯间）</td><td>南侧迷路外墙</td><td>泄漏</td><td>O_2-K_2</td><td>9.50</td><td>90</td><td>1.25</td><td>1500</td><td colspan="2">3.10E-01</td></tr>
<tr><td>L_1（院内空地）</td><td>顶棚主屏蔽墙</td><td>有用</td><td>O_3-L_1</td><td>9.08</td><td>0</td><td>1.25</td><td>2792[3)]</td><td colspan="2">1.51E-03</td></tr>
<tr><td>L_2（院内空地）</td><td>顶棚主屏蔽墙</td><td>有用</td><td>O_3-L_2</td><td>9.73</td><td>0</td><td>1.25</td><td>3000</td><td colspan="2">2.03E-04</td></tr>
<tr><td>M_2（院内空地）</td><td>顶棚主屏蔽墙</td><td>有用</td><td>O_3-M_2</td><td>7.00</td><td>0</td><td>2.50</td><td>2792[3)]</td><td colspan="2">1.07</td></tr>
<tr><td rowspan="2">N_2（院内空地）</td><td rowspan="2">顶棚次屏蔽墙</td><td>泄漏</td><td>O-N_2</td><td>6.57</td><td rowspan="2">24</td><td>1.25</td><td rowspan="2">1700</td><td>4.50E-02</td><td rowspan="2">合计：1.41E-01</td></tr>
<tr><td>散射</td><td>O_3-O-N_2</td><td>7.57</td><td>1.25</td><td>9.60E-02</td></tr>
<tr><td>R_2（院内空地）</td><td>北侧屏蔽墙</td><td>泄漏</td><td>O-R_2</td><td>5.60</td><td>90</td><td>2.50</td><td>1500</td><td colspan="2">9.00E-01</td></tr>
</table>

注：1）关注点 B_1、C_1、E_1、N_1、B_2、C_2、E_2、N_2 考虑患者散射和泄漏辐射的复合辐射，周围剂量当量率为泄漏辐射和患者散射辐射经屏蔽后周围剂量当量率之和；通过屏蔽计算，它们的屏蔽厚度相差不到一个什值层，故根据

GBZ/T 201.1-2007 中 4.3.6 的要求，在较厚的屏蔽上增加一个半值层的厚度，10MV 加速器混凝土增加一个半值层厚度为 93mm；

2）关注点 I、J、K_2、C_2、L_1、L_2 为共同关注点，剂量率控制水平按照均分取值；

3）加速器机房顶棚主屏蔽区域750mm厚铁屑混凝等效1092mm厚混凝土，则顶棚的主屏蔽区域为2792mm厚混凝土。

由上表可知，本项目2间直线加速器机房四周墙体、顶棚和地面的设计屏蔽防护效果符合标准要求。

（9）设备同时工作时共同关注点的剂量率

本项目2间直线加速器机房、1间后装治疗机机房相邻建设，同时工作时共同关注点的剂量率估算结果如表11-5所示。

表 11-5　　加速器机房同时工作时共同关注点的剂量率估算结果

共同关注点	各机房贡献周围剂量当量	总周围剂量当量率
南侧等候区 I	直线加速器 01：3.87E-07μSv/h	7.74E-07μSv/h
	直线加速器 02：3.87E-07μSv/h	
北侧停车场 J	直线加速器 01：3.00E-02μSv/h	6.00E-02μSv/h
	直线加速器 02：3.00E-02μSv/h	
顶棚院内空地 L_1	直线加速器 01：1.51E-03μSv/h	3.02E-03μSv/h
	直线加速器 02：1.51E-03μSv/h	
顶棚院内空地 L_2	直线加速器 02：2.03E-04μSv/h	6.44E-03μSv/h
	后装治疗机：6.24E-03μSv/h	
北侧步梯间 C_2	直线加速器 02：6.00E-02μSv/h	8.00E-02μSv/h
	后装治疗机：2.00E-02μSv/h	

由上表可知，加速器同时工作时共同屏蔽体的屏蔽厚度满足标准要求。

（10）有用线束主屏蔽区宽度估算

本项目加速器有用线束方向分别为西侧、东侧和室顶，需考虑西侧、东侧和室顶主屏蔽区。计算结果见表 11-6 所示。

表 11-6　　加速器机房主屏蔽墙体的半宽度计算和设计情况一览表（m）

机房名称	主屏蔽墙位置	等中心至“墙”的距离	计算值	设计值	评价
直线加速器 01 机房	西墙主屏蔽区半宽度（内凸）	3.90	南部：1.85	南部：2.00	符合
			北部：1.85	北部：2.00	
	东墙主屏蔽区半宽度（外凸）	3.90	南部：2.27	南部：2.30	符合
			北部：2.27	北部：2.30	

续表 11-6　　加速器机房主屏蔽墙体的半宽度计算和设计情况一览表（m）

机房名称	主屏蔽墙位置	等中心至“墙”的距离	计算值	设计值	评价
直线加速器 01 机房	室顶主屏蔽区半宽度（外凸）	2.70	南部：1.82	南部：2.00	符合
			南部：1.82	北部：2.00	
直线加速器 02 机房	西墙主屏蔽区半宽度**（外凸）**	3.90	**南部：2.27**	**南部：2.30**	符合
			北部：2.27	**北部：2.30**	
	东墙主屏蔽区半宽度**（内凸）**	3.90	**南部：1.85**	**南部：2.00**	符合
			北部：1.85	**北部：2.00**	
	室顶主屏蔽区半宽度（外凸）	2.70	南部：1.82	南部：2.00	符合
			南部：1.82	北部：2.00	

由上述计算结果可知，该项目 2 间加速器机房西墙、东墙和室顶主屏蔽区设计宽度均符合理论计算值要求。

（11）防护门的屏蔽厚度估算

本项目 2 间加速器机房对称分布，且机器参数及机房防护门的屏蔽尺寸信息一致，本次取加速器 1 机房进行防护门的屏蔽厚度计算；

1）防护门中子计算

参考 NCRP NO.151 中表 B.9 列出的一些型号加速器的Q_{n}值，选取了 10MV 对应的最大Q_{n}，即Q_{n}=0.08×10^{12}（中子数/Gy）。依据加速器机房几何尺寸，机房内表面积 S=251.2m^2；散射距离 d_1=8.53m（O-P_1）、d_2=10.20m（P_1-Q_1-H_1）；迷路内口面积 S_0=10.6m^2（2.65m×4.0m）；迷路横截面积 S_1=8.0m^2（2.0m×4.0m）。可以算出$\emptyset_{\mathrm{B}}$=4.25×10^8（中子数/m^2/Gy），T_{n}=5.83cm，H_γ=0.34μSv/h（二阶迷路取计算剂量的 1/3，可不需要屏蔽俘获 γ 射线），H_{n}=30.04μSv/h。依据 GBZ/T 201.2-2011 附录 C，取含硼 5%聚乙烯的 TVL_{n}=4.5cm，计算得 X_{n}=79mm，即需要 79mm 的含硼 5%聚乙烯。

2）防护门 X 射线计算

按 10MV、1m 处等中心剂量率为 2400cGy/min，散射点至等中心距离 R_1=8.53m（O-P_1），散射点至入口处距离 R_2=10.2m（P_1-Q_1-H_1），散射面积 A=15.68m^2，患者 400cm^2 面积上的 45° 散射因子 a_{ph}=1.39×10^{-3}，等中心处最大照射野为 40cm×40cm，混凝土墙 45° 入射、0° 散射、1m^2 面积的散射因子（取 0.5MeV 栏内的值）a_2=0.51×10^{-3}。按照上述式 11-8 进行计算所得防护处散射射线的周围剂量当量率$\dot{H}_g$为 73.34μSv/h，按照上述式 11-9 计算当门外剂量率控制水平达到 1.06μSv/h 所需的透射因子 B 为 0.014，即根

据入口处散射辐射能量约为0.2MeV时铅的TVL为5mm，则铅厚度（X）为9.2mm。

建设单位拟选用15mm铅板加100mm含硼聚乙烯的防护门，经计算，此屏蔽条件下防护门外的剂量率为0.04μSv/h，符合屏蔽防护的要求。具体详见表11-7所示。

表11-7　　加速器机房防护门屏蔽厚度验证计算结果

屏蔽体	$\dot{H}_c$（μSv/h）	设计值	屏蔽后周围剂量当量率（μSv/h）	
加速器机房防护门	0.26	15mm铅板+100mm含硼聚乙烯的防护门	0.008	0.04
	1.07		0.032	

综上所述：2间加速器机房拟选用的防护门符合屏蔽防护要求。

11.2.1.3 后装治疗机辐射环境影响分析

（1）关注点选取

本项目中后装治疗机房上层为院内空地，下层为停车场，选取的关注点如下：后装治疗机房：东侧屏蔽墙外控制室A_3、污物间B_3，北侧墙外步梯间C_2、C_3，西侧屏蔽墙外直线加速器02机房D_3，南侧屏蔽墙外步梯间K_2、电梯间E_3、排风排烟机房F_3，东侧防护门外缓冲走廊G_3，顶棚外院内空地H_3，地板外停车场I_1共11个关注点，如图11-4、图11-5所示。

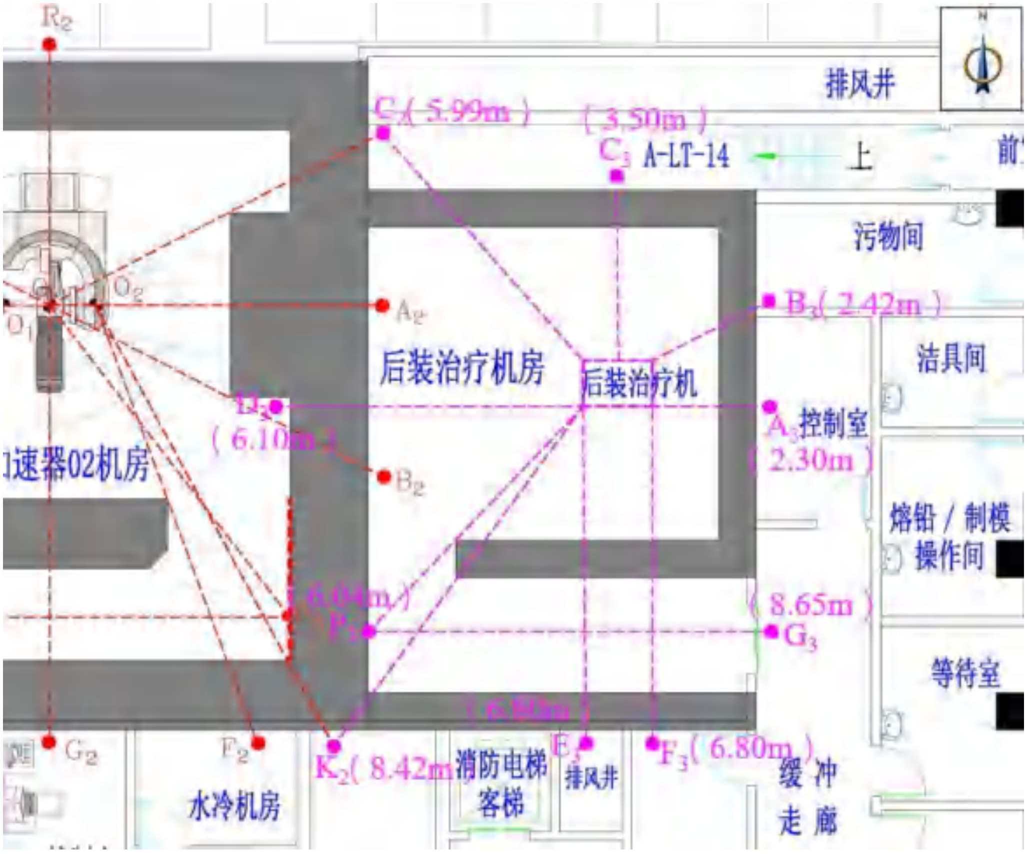


图11-4　　后装治疗机房关注点平面布局示意图

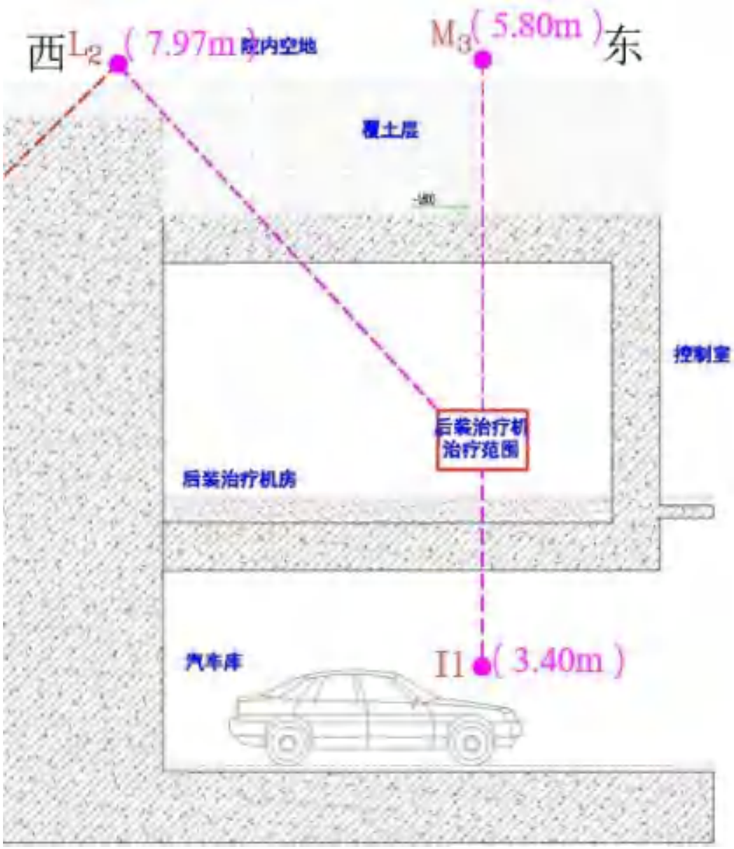


图 11-5　　后装治疗机房关注点剖面示意图

（2）初级辐射的屏蔽和剂量估算

关注点达到剂量率参考控制水平时，屏蔽所需要的屏蔽透射因子 B 按下式计算：

$$B = \frac{\dot{H}_C}{\dot{H}_0} \cdot \frac{R^2}{f} \qquad \text{（式 11-13）}$$

式中：$\dot{H}_C$—剂量率参考控制水平，μSv/h；

R—辐射源至关注点的距离，m；

f—对有用束为 1。

$\dot{H}_0$—活度为 A 的放射源在距其 1m 处的剂量率（μSv/h），按下式计算：

$$\dot{H}_0 = A \cdot K_\gamma \qquad \text{（式 11-14）}$$

式中：A—放射源活度，MBq；

K_r—放射源的空气比释动能率常数。

（3）散射辐射的屏蔽和剂量估算

$$\dot{H} = \frac{A \cdot K_r \cdot S_w \cdot a_w}{R_1^2 \cdot R_2^2} \qquad \text{（式 11-15）}$$

式中：A——放射源的活度，MBq；

K_r—放射源的空气比释动能率常数，μSv/（h • MBq）；

S_w—迷路内口墙的散射面积，其为辐射源和机房入口共同可视见的墙区面积，m^2；

a_w—散射体的散射因子；

R_1—辐射源至散射体中心点的距离，m；

R_2—散射体中心点至计算点的距离，m。

（4）关注点确定所需屏蔽防护厚度时所用到的参数

a）周治疗时间（*t*）后装治疗机预计最大工作量情况：30 人次/天，150 人次/周，7500 人次/年，每次平均照射时间取 10min，周出源时间约 25h，年出源时间约 1250h；**每名患者连接和去除施源器约为 1min，年连接和去除施源器时间约为 250h，治疗室拟配备 2 名技师，平均每名技师为患者年连接和去除施源器时间约为 125h。**

b）使用因子（*U*）：使用因子 *U*=1；

c）居留因子（*T*）：建设项目不同场所的居留因子 *T* 取值依据标准《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020 表 A.1。

d）剂量率参考控制水平（$\dot{H}_c$）：建设单位制定了建设项目后装治疗机房工作场所及相关场所的周围剂量当量率控制水平，后装治疗机房控制室≤1.0μSv/h、其余工作场所及周边相关场所≤2.5μSv/h。按照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第3部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T 201.3-2014）所示屏蔽设计关注点周围剂量当量率控制水平计算方法和确定原则，周围剂量当量率控制水平计算公式见下列所示。

放射治疗机房外控制区的工作人员：≤100μSv/周时，

$$H_{c,d}=\frac{100}{25\times1\times T}=\frac{4}{T} \qquad \text{（式 11-16）}$$

放射治疗机房外控制区的工作人员：≤5μSv/周时，

$$H_{c,d}=\frac{5}{25\times1\times T}=\frac{0.2}{T} \qquad \text{（式 11-17）}$$

根据上述计算可得出本项目后装治疗机房各关注点所对应的剂量率参考控制水平如表 11-8 所示。

表 11-8　后装治疗机房各关注点所对应的剂量率参考控制水平（μSv/h）

关注点	对应区域	居留因子（T）	使用因子（U）	人员类型	建设单位制定的周围剂量当量率控制水平	导出剂量率参考控制水平	最高剂量率参考控制水平	报告采用的剂量率参考控制水平
A_3	东侧屏蔽墙（控制室）	1	1	职业人员	0.5	4.0	2.5	0.5
B_3	东侧屏蔽墙（污物间）	1/20	1	公众人员	2.50	4.0	10	2.50

续表 11-8　后装治疗机房各关注点所对应的剂量率参考控制水平（μSv/h）

关注点	对应区域	居留因子（T）	使用因子（U）	人员类型	建设单位制定的周围剂量当量率控制水平	导出剂量率参考控制水平	最高剂量率参考控制水平	报告采用的剂量率参考控制水平
C_2	北侧屏蔽墙（步梯间）	**1/40**	1	公众人员	2.50	**8.0**	10	1.25 1)
C_3	北侧屏蔽墙（步梯间）	**1/40**	1	公众人员	2.50	**8.0**	10	2.50
D_3	西侧屏蔽墙（直线加速器 02 机房）	**1/8**	1	公众人员	2.50	**32**	10	**2.50**
E_3	南侧屏蔽墙（电梯间）	1/40	1	公众人员	2.50	8.0	10	2.50
F_3	南侧屏蔽墙（排烟机房）	1/20	1	公众人员	2.50	4.0	10	2.50
G_3	东侧防护门（缓冲走廊）	**1/5**	1	公众人员	2.50	**1.0**	10	**1.0 2)**
K_2	南侧屏蔽墙（步梯间）	1/20	1	公众人员	2.50	4.0	10	1.25 1)
H_3	顶棚（院内空地）	1/20	1	公众人员	2.50	4.0	10	2.50
I_1	地板（停车场）	1/40	1	公众人员	2.50	8.0	10	2.50
L_2	顶棚（院内空地）	1/20	1	公众人员	2.50	4.0	10	1.25 1)

注：1) 关注点 K_2、L_2、C_2 为共同关注点，剂量率控制水平按照均分取值；

2) 参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：γ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T 201.3-2014）5.1.2.5.1，γ 射线源距治疗机房的屏蔽计算，取参照迷路内墙的初级辐射为 G_3 点辐射剂量参考控制水平的一个分数（应小于 1/4），即 0.40μSv/h（1.00÷4=0.25）。

（5）屏蔽计算结果

按上述方法估算求得相应墙体混凝土的屏蔽厚度，如表 11-9 所示。

表 11-9　后装治疗机房各关注点周围剂量率预测结果

关注点	屏蔽体（主要场所）	关注点距源距离（m）	设计厚度（mm）	屏蔽后剂量率（μSv/h）	**剂量率控制水平（μSv/h）**	是否符合要求
A_3	东侧屏蔽墙（控制室）	2.30	800	4.00E-02	0.5	是
B_3	东侧屏蔽墙（污物间）	2.42	800	4.00E-02	2.5	是
C_2	北侧屏蔽墙（步梯间）	3.50	800	2.00E-02	2.5	是
C_3	北侧屏蔽墙（步梯间）	5.99	800	1.00E-02	2.5	是
D_3	西侧屏蔽墙（直线加速器 02 机房）	6.10	1700	8.22E-09	**2.5**	是

续表 11-9　　后装治疗机房各关注点周围剂量率预测结果

关注点	屏蔽体（主要场所）	关注点距源距离（m）	设计厚度（mm）	屏蔽后剂量率（μSv/h）	剂量率控制水平（μSv/h）	是否符合要求
E_3	南侧屏蔽墙（电梯间）	6.80	1600	2.64E-08	2.5	是
F_3	南侧屏蔽墙（排烟机房）	6.80	1600	2.64E-08	2.5	是
K_2	南侧屏蔽墙（步梯间）	8.42	1600	1.73E-08	2.5	是
M_3	顶棚（院内空地）	5.80	800	1.00E-02	2.5	是
L_2	顶棚（院内空地）	7.97	800	6.24E-03	2.5	是
I_1	地板（停车场）	3.40	800	3.00E-02	2.5	是

由上表可知，后装机房四周墙体和顶棚拟采取的辐射屏蔽厚度均符合要求。

（6）防护门的屏蔽厚度估算

按放射源活度 A=3.7×10^{5}MBq，空气比释动能率常数 K_γ=0.111μSv・m^2/（h・MBq），患者散射的散射因子 α_w=3.39×10^{-2}。依据机房的几何尺寸，迷道内入口墙散射面积 S_w=13.2m^2，辐射源至散射体中心点的距离 R_1=6.04m，散射体中心点至计算点的距离 R_2=8.65m。计算得出 $\dot{H}$=6.73μSv/h。

考虑初级辐射在防护门关注点处剂量率为 6.73μSv/h，则防护门关注点处屏蔽前的总剂量率为 3.12μSv/h，剂量率控制值为 1.60μSv/h，在迷道外入口处的散射辐射能量约 0.2MeV，铅中的 *TVL* 值为 5.0mm，则铅厚度（*X*）为 3.12mm。建设单位拟选用 10mmPb 的防护门，经计算，此屏蔽条件下防护门外的剂量率为 0.07μSv/h，符合要求。

11.2.1.4 CT模拟定位辐射环境影响分析

本项目 CT 模拟定位机房距离治疗机房较远，不考虑剂量率叠加影响。按照《关于发布<射线装置分类>的公告》要求，CT 模拟定位机属于III类射线装置，评价进行符合性分析。

由本报告第十章分析可知，项目 CT 模拟定位工作场所辐射安全与环境保护措施设计情况，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）第 7 章的相关要求。

11.2.1.5 年有效剂量估算方法

（1）年有效剂量估算方法

根据联合国原子辐射效应联合委员会（UNSCEAR）2000 年报告附录 A，X、γ 射线产生的外照射致人员的辐射剂量可按照下式计算。

$$H = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \quad （式 11-18）$$

式中：*H*—辐射外照射人均年有效剂量当量，mSv；

$\dot{H}$—预测关注点辐射剂量率，μSv/h（按照检测结果计算）；

t—年受照射时间，h；

T—居留因子（根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）附录 A 表 A.1，具体见表 11-10 所示）。

表 11-10　　不同场所的居留因子

场所	居留因子（T）		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区域
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8：各治疗室门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

（2）估算结果

根据建设单位提供资料：该项目每台加速器预计最大工作量情况：90 人次/天，均为精确放射治疗，每周工作 5 天，每年工作 50 周，摆位时间约 1.5min，平均每人照射 4min，则周出束时间约 30h，年出束时间约 1500h。

该项目后装治疗机预计最大工作量情况：30 人次/天，150 人次/周，7500 人次/年，每次平均照射时间约 10min，周出源时间约 25h，年出源时间约 1250h；**每名患者连接和去除施源器约为 1min，年连接和去除施源器时间约为 250h，治疗室拟配备 2 名技师，平均每名技师为患者年连接和去除施源器时间约为 125h**。

由于辐射工作人员需要进入后装治疗机房内协助患者进行摆位，在摆位过程中会受到放射源的照射。**辐射工作人员进入机房之前，必须确保放射源处于后装机的工作储源器中，并佩戴个人剂量报警仪进入机房。辐射工作人员与工作储源器的平均距离按 1m 考虑，则每名辐射工作人员全年摆位过程中所接受的个人剂量当量为：**

$$E=D\times t=5\mu Sv/h\times 10^{-3}\times 2min\times 1/60\times 30\text{ 人}/d\times 250d/a/2=0.625mSv/a$$

经计算，后装治疗机房平均每个为患者连接和去除施源器的工作人员年有效剂量**最大为 0.625mSv/a，低于职业人员 5mSv/a 的年剂量约束值要求，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值的要求。**

根据该项目机房的参数和屏蔽防护设计方案，可计算出各关注点附加剂量率和人员可能接受的年剂量，计算结果详见表 11-11 所示。

表 11-11　　放射治疗机房关注点附加剂量率及人员年剂量预测结果

关注点	场所名称	居留因子	使用因子	人员类型	附加剂量率（μSv/h）	年剂量（mSv/a）	约束值（mSv/a）
直线加速器 01 机房							
A_1	核医学放废暂存间	1/20	1/4	公众人员	2.10E-01	4.00E-03	0.1
B_1	核医学污染被服存放间	1/20	1	公众人员	6.40E-02	5.00E-03	0.1
C_1	核医学放废暂存间	1/20	1	公众人员	6.40E-02	5.00E-03	0.1
D_1	直线加速器 02 机房	**1/2**	1/4	公众人员	2.10E-01	**4.00E-02**	0.1
E_1	直线加速器 02 机房	**1/2**	1/4	公众人员	4.20E-02	**8.00E-03**	0.1
F_1	水冷机房	1/20	1	公众人员	3.10E-01	2.30E-02	0.1
G_1	控制室	1	1	工作人员	4.51E-06	6.77E-06	5.0
H_1	等候区	1/8	1	公众人员	4.00E-02	8.00E-03	0.1
I	等候区	1/8	1	公众人员	7.74E-07	7.26E-08	0.1
J	停车场	1/40	1	公众人员	6.00E-02	1.00E-03	0.1
K_1	核医学空调机房	1/20	1	公众人员	9.00E-01	6.80E-02	0.1
L_1	院内空地	1/20	1/4	公众人员	3.02E-03	2.83E-05	0.1
M_1	院内空地	1/20	1/4	公众人员	1.07	2.00E-02	0.1
N_1	院内空地	1/20	1	公众人员	1.40E-01	3.00E-03	0.1
R_1	停车场	1/40	1	公众人员	9.00E-01	3.40E-02	0.1
直线加速器 02 机房							
A_2	后装治疗机房	**1/2**	1/4	公众人员	2.10E-01	**4.00E-02**	0.1
B_2	后装治疗机房	**1/2**	1	公众人员	6.00E-02	**4.40E-02**	0.1
C_2	步梯间	1/20	1	公众人员	8.00E-02	5.00E-03	0.1
D_2	直线加速器 01 机房	**1/2**	1/4	公众人员	2.10E-01	**4.00E-02**	0.1
E_2	直线加速器 01 机房	**1/2**	1	公众人员	4.00E-02	**3.20E-02**	0.1
F_2	水冷机房	1/20	1	公众人员	3.10E-01	2.30E-02	0.1
G_2	控制室	1	1	工作人员	4.51E-06	6.77E-06	5.0
H_2	等候区	1/8	1	公众人员	4.00E-02	8.00E-03	0.1
I	等候区	1/8	1	公众人员	7.74E-07	7.26E-08	0.1

续表 11-11　　放射治疗机房关注点附加剂量率及人员年剂量预测结果

关注点	场所名称	居留因子	使用因子	人员类型	附加剂量率（μSv/h）	年剂量（mSv/a）	约束值（mSv/a）
直线加速器 02 机房							
J	停车场	1/40	1	公众人员	6.00E-02	1.00E-03	0.1
K_2	步梯间	1/20	1	公众人员	3.10E-01	2.30E-02	0.1
L_1	院内空地	1/20	1/4	公众人员	3.02E-03	2.83E-05	0.1
L_2	院内空地	1/20	1/4	公众人员	6.44E-03	3.81E-06	0.1
M_2	院内空地	1/20	1/4	公众人员	1.07	2.00E-02	0.1
N_2	院内空地	1/20	1	公众人员	1.40E-01	1.10E-02	0.1
R_2	停车场	1/40	1	公众人员	9.00E-01	3.40E-02	0.1
后装治疗机房							
A_3	控制室	1	1	工作人员	4.00E-02	5.00E-02	5.0
B_3	污物间	1/20	1	公众人员	4.00E-02	3.00E-03	0.1
C_2	步梯间	1/20	1	公众人员	8.00E-02	1.00E-03	0.1
C_3	步梯间	1/20	1	公众人员	1.00E-02	1.00E-03	0.1
D_3	直线加速器 02 机房	**1/2**	1	公众人员	8.22E-09	**5.12E-09**	0.1
E_3	电梯间	1/40	1	公众人员	2.64E-08	8.25E-10	0.1
F_3	排烟排风机房	1/20	1	公众人员	2.64E-08	1.65E-09	0.1
G_3	缓冲走廊	1/8	1	公众人员	7.00E-02	1.10E-02	0.1
K_2	步梯间	1/20	1	公众人员	1.73E-08	1.08E-09	0.1
H_3	院内空地	1/20	1	公众人员	1.00E-02	1.00E-03	0.1
I_1	停车场	1/40	1	公众人员	6.24E-03	1.95E-04	0.1
L_2	院内空地	1/20	1	公众人员	6.44E-03	2.00E-03	0.1

根据上述计算结果可知，该项目运行时公众年有效剂量为（8.25E-10~6.80E-02）mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B1.2.1 公众中有关关键人群组的成员所受到 1mSv 的平均剂量限值，也低于评价提出公众 0.1mSv/a 的个人剂量约束值要求。室外的各环境敏感目标经墙体及距离的衰减后，对周围公众影响较小。

项目运行时职业人员年有效剂量为（6.77E-06~5.00E-02）mSv/a，低于职业人员 5.0mSv/a 的剂量约束值。此外，由于后装治疗机房职业人员（技师）要受到摆位和后

装机治疗过程中电离辐射影响，因此，存在剂量叠加，职业人员在控制室内操作过程中所受年总剂量为 5.00E-02mSv，在治疗前的摆位过程中受到的年有效剂量平均值为 0.625mSv；则职业人员最大年剂量叠加值为 0.675mSv/a，低于职业人员 5.0mSv/a 的剂量约束值。

综上分析，在采取评价提出的措施前提下，项目运行产生的辐射影响满足标准要求，对环境及周围人群产生的辐射影响较小。

11.2.2 介入诊断治疗环境影响分析

本项目拟在 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心建设 6 间 DSA 手术室、拟在 10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科建设 3 间 DSA 手术室、拟在 10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心建设 1 间 DSA 手术室、拟在公卫中心 4 层建设 1 间 DSA 手术室。

在进行介入手术时，通常需要三部分人员合作完成，即临床手术医生、手术辅助人员（护士）、DSA 设备操作人员（技师）。三部分人员在完成手术过程中活动区域不同，所受照射剂量也不尽相同。

透视模式下，临床手术医生位于手术室内，手术过程中暴露在曝光区域，会受到不同程度的照射。根据建设单位提供资料，本项目第一手术位距离源点约 0.5m，第二手术位距源点约为 1.0m，源点距离病人约 0.5m。

摄影模式下，手术机房内工作人员均撤出机房，由控制室医技人员操作设备曝光摄影。

11.2.2.1 预测的有关参数

（1）设备参数

血管造影机具有自动调强功能，可根据患者条件差异，自动调节曝光参数和出束剂量。本项目拟购 DSA 最大管电压均为 150kV，最大管电流均为 1250mA，实际使用时，为防止球管烧毁并延长使用寿命，管电压和管电流通常会预留一定余量。经与医院核实，**工作时，本项目采用的 DSA 透视模式下管电压在 60~80kV 范围内、管电流在 5~15mA 范围内，摄影模式下管电压在 60~125kV 范围内、管电流在 20~150mA 范围内。因此，工作时，透视模式最大电压为 80kV、摄影模式 125kV，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）α、β、γ—近似取对应管电压（保守考虑透视模式 90kV、摄影模式 125kV）进行估算。**

表 11-12　　本项目 DSA 距靶点 1m 处的最大剂量率

工作模式	管电压	**管电流**	距靶 1m 处的发射率	距靶 1m 处的最大剂量率（H_0）
透视	80kV	**15mA**	**0.75mGy/mA·min**	**6.75E+05μGy/h**
摄影	125kV	**150mA**	**3.2mGy/mA·min**	**2.88E+07μGy/h**

注：距靶点 1m 处的发射率参照《医用外照射源的辐射防护》（国际放射防护委员会第 33 号出版物）P55 图 2 得出（近似取 0.5mmCu 过滤）。

（2）出束时间

根据建设单位提供的信息，本项目正常运行后，预计每年最大工作量为 1500 台手术，每次手术 DSA 的最大开机时间包括透视 8min、摄影 2min，全年工作天数按最多 250 天（每周工作 5 天）考虑，本项目 DSA 装置的预计年开机时间如下。

表 11-13　　不同工作模式下的预计开机时间一览表

工作模式	每次开机时间	年最大工作量	年开机时间	年工作天数
透视	8min	1500 台手术	200 小时	250 天
摄影	2min	1500 台手术	50 小时	250 天

（3）预测关注点位

①机房内部

第一手术位及第二手术位。射线源点（靶点）与第一手术位距离取 0.5m、与第二手术位距离取 1.0m。

②机房外部

机房屏蔽体外 0.3m 处作为关注点。机房墙外环境关注点选择人员受照的周围剂量当量率可能最大的位置作为关注点，在距 DSA 机房一定距离处，公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置也作为关注点考虑。本项目主要考虑观察窗、防护门、墙体外表面 30cm 及顶棚上方外表面 100cm、下层地面 170cm。保守起见，不同屏蔽物质的铅当量转换以最大管电压**（额定）**150kV（主束）X 射线辐射衰减的有关的拟合参数计算。

辐射源点至关注点的距离根据各机房平面布置图测量得出。各关注点情况见表 11-14，四周预测点位平面示意图见图 11-6、图 11-7、图 11-8、图 11-9，上、下层预测点位剖面示意图见图 11-10、图 11-11、图 11-12、图 11-13。

表 11-14　　本项目关注点分布情况一览表

<table>
<tr><th>机房</th><th>关注点序号</th><th>位置</th><th>辐射源与关注点距离（m）</th><th>屏蔽设计</th></tr>
<tr><td rowspan="17">DSA 01 手术室</td><td>--</td><td>第一手术位</td><td>0.5</td><td>铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）</td></tr>
<tr><td>--</td><td>第二手术位</td><td>1.0</td><td>个人防护用品 0.5mmPb</td></tr>
<tr><td>A1</td><td>南防护墙外 30cm（污物通道）</td><td>4.35</td><td>370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）</td></tr>
<tr><td>B1</td><td>东防护墙外 30cm（设备间）</td><td>5.98</td><td>370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）</td></tr>
<tr><td>C1</td><td>东防护墙外 30cm（配电间）</td><td>5.89</td><td>370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）</td></tr>
<tr><td>D1</td><td>东防护墙外 30cm（无菌库）</td><td>6.47</td><td>370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）</td></tr>
<tr><td>E1</td><td>北平开门外 30cm（医患通道）</td><td>8.26</td><td>夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）</td></tr>
<tr><td>F1</td><td>北电动推拉门外 30cm（医患通道）</td><td>7.27</td><td>夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）</td></tr>
<tr><td>G1</td><td>北防护墙外 30cm（医患通道）</td><td>7.15</td><td>370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）</td></tr>
<tr><td>H1</td><td>西防护门外 30cm（控制室）</td><td>4.86</td><td>夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）</td></tr>
<tr><td>I1</td><td>西观察窗外 30cm（控制室）</td><td>3.98</td><td>4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）</td></tr>
<tr><td>J1</td><td>西防护墙外 30cm（控制室）</td><td>3.88</td><td>370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）</td></tr>
<tr><td>K1</td><td>西防护墙外 30cm（值班室）</td><td>3.86</td><td>370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）</td></tr>
<tr><td>L1</td><td>南防护门外 30cm（污物通道）</td><td>4.40</td><td>夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">M1</td><td rowspan="2">机房上层房间距地面 100cm（病理科）</td><td>泄漏：5.3</td><td rowspan="2">200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）</td></tr>
<tr><td>散射：4.8</td></tr>
<tr><td rowspan="2">N1</td><td rowspan="2">机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）</td><td>泄漏：3.6</td><td rowspan="2">200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）</td></tr>
<tr><td>散射：4.1</td></tr>
</table>

续表 11-14　　本项目关注点分布情况一览表

机房	关注点序号	位置	辐射源与关注点距离（m）	屏蔽设计
DSA 02 手术室	--	第一手术位	0.5	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）
	--	第二手术位	1.0	个人防护用品 0.5mmPb
	A2	南防护墙外 30cm（污物通道）	4.35	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	B2	南防护门外 30cm（污物通道）	4.46	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	C2	东防护墙外 30cm（设备间）	4.17	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	D2	东防护墙外 30cm（控制室）	4.18	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	E2	东观察窗外 30cm（控制室）	4.28	4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）
	F2	东防护门外 30cm（控制室）	5.11	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	G2	北电动推拉门外 30cm（医患通道）	7.17	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	H2	北防护墙外 30cm（医患通道）	7.15	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	I2	北平开门外 30cm（医患通道）	7.77	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	J2	西防护墙外 30cm（医患通道）	7.98	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	K2	西防护墙外 30cm（医患通道）	5.63	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	L2	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	泄漏：5.3 散射：4.8	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
	M2	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	泄漏：3.6 散射：4.1	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
DSA 03 手术室	--	第一手术位	0.5	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）

续表 11-14　　本项目关注点分布情况一览表

机房	关注点序号	位置	辐射源与关注点距离（m）	屏蔽设计
DSA 03 手术室	--	第二手术位	1.0	个人防护用品 0.5mmPb
	A3	南防护墙外 30cm（医患通道）	7.59	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	B3	南防护门外 30cm（医患通道）	7.61	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	C3	东防护门外 30cm（控制室）	6.59	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	D3	东防护墙外 30cm（控制室）	5.37	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	E3	东观察窗外 30cm（控制室）	4.46	4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）
	F3	东防护墙外 30cm（设备间）	4.17	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	G3	北防护门外 30cm（污物通道）	4.81	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	H3	北防护墙外 30cm（污物通道）	4.71	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	I3	西防护墙外 30cm（污物通道）	6.13	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	J3	西防护墙外 30cm（污物通道）	4.43	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	K3	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	泄漏：5.3 散射：4.8	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
	L3	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	泄漏：3.6 散射：4.1	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
DSA 04 手术室	--	第一手术位	0.5	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）
	--	第二手术位	1.0	个人防护用品 0.5mmPb
	A4	南防护墙外 30cm（医患通道）	7.59	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	B4	南防护门外 30cm（医患通道）	8.00	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）

续表 11-14　　本项目关注点分布情况一览表

机房	关注点序号	位置	辐射源与关注点距离（m）	屏蔽设计
DSA 04 手术室	C4	东防护墙外 30cm（铅衣存放库房）	7.25	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	D4	东防护墙外 30cm（耗材库）	5.89	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	E4	东防护墙外 30cm（洁具间）	5.99	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	F4	北防护门外 30cm 外（污物通道）	5.35	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	G4	北防护墙外 30cm（污物通道）	4.71	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	H4	西防护墙外 30cm（设备间）	3.86	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	I4	西观察窗外 30cm（控制室）	4.13	4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）
	J4	西防护墙外 30cm（控制室）	5.15	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	K4	西防护门外 30cm（控制室）	6.40	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	L4	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	泄漏：5.3 散射：4.8	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
	M4	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	泄漏：3.6 散射：4.1	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
DSA 05 手术室	--	第一手术位	0.5	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）
	--	第二手术位	1.0	个人防护用品 0.5mmPb
	A5	南防护墙外 30cm（污物通道）	3.88	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	B5	东防护墙外 30cm（设备间）	3.66	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	C5	东防护墙外 30cm（控制室）	3.62	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	D5	东观察窗外 30cm（控制室）	3.63	4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）

续表 11-14　　本项目关注点分布情况一览表

机房	关注点序号	位置	辐射源与关注点距离（m）	屏蔽设计
DSA 05 手术室	E5	东防护门外 30cm（控制室）	5.37	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	F5	北防护门外 30cm（医患通道）	6.39	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	G5	北防护墙外 30cm（医患通道）	6.37	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	H5	西防护墙外 30cm（医患通道）	5.63	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	I5	南防护门外 30cm（污物通道）	4.81	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	J5	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	泄漏：5.3 散射：4.8	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
	K5	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	泄漏：3.6 散射：4.1	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
DSA 06 手术室	--	第一手术位	0.5	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）
	--	第二手术位	1.0	个人防护用品 0.5mmPb
	A6	南防护墙外 30cm（污物通道）	3.88	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	B6	东防护墙外 30cm（污物暂存间）	5.49	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	C6	东防护墙外 30cm（无菌库）	5.38	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	D6	北防护门外 30cm（医患通道）	6.52	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	E6	北防护墙外 30cm（医患通道）	6.37	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	F6	西防护门外 30cm（控制室）	5.51	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	G6	西观察窗外 30cm（控制室）	3.83	4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）
	H6	西防护墙外 30cm（控制室）	3.82	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**

续表 11-14　　本项目关注点分布情况一览表

机房	关注点序号	位置	辐射源与关注点距离（m）	屏蔽设计
DSA 06 手术室	I6	西防护墙外 30cm（设备间）	3.86	**370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）**
	J6	南防护门外 30cm（污物通道）	3.90	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	K6	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	泄漏：5.3 散射：4.8	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
	L6	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	泄漏：3.6 散射：4.1	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
DSA 07 手术室	--	第一手术位	0.5	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）
	--	第二手术位	1.0	个人防护用品 0.5mmPb
	A7	南防护墙外 30cm（污物通道）	**6.11**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	B8	东防护墙外 30cm（无菌库）	**5.72**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	C7	东防护墙外 30cm（仪器库）	**5.54**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	D7	北防护门外 30cm（医患通道）	**4.94**	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	E7	北防护墙外 30cm（医患通道）	**3.79**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	F7	西防护门外 30cm（控制室）	**4.81**	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	G7	**西防护墙外 30cm（控制室）**	**4.52**	**4mm 铅板（4.0mmPb）**
	H7	**西观察窗外 30cm（控制室）**	**4.41**	**4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）**
	I7	西防护墙外 30cm（设备间）	**5.03**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	J7	南防护门外 30cm（污物通道）	**6.49**	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	K7	机房上层房间距地面 100cm（净化机房）	泄漏：5.3 散射：4.8	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
	L7	机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）	泄漏：3.6 散射：4.1	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）

续表 11-14　　本项目关注点分布情况一览表

机房	关注点序号	位置	辐射源与关注点距离（m）	屏蔽设计
DSA 08 手术室	--	第一手术位	0.5	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）
	--	第二手术位	1.0	个人防护用品 0.5mmPb
	A8	南防护墙外 30cm（污物通道）	**6.11**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	B8	东防护墙外 30cm（设备间）	**5.51**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	C8	**东观察窗外 30cm（控制室）**	**4.62**	**4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）**
	D8	**东防护墙外 30cm（控制室）**	**4.73**	**4mm 铅板（4.0mmPb）**
	E8	东防护门外 30cm（控制室）	**5.09**	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	F8	北防护门外 30cm（医患通道）	**4.37**	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	G8	北防护墙外 30cm（医患通道）	**3.79**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	H8	西防护墙外 30cm（医患通道）	**5.38**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	I8	南防护门外 30cm（污物通道）	**6.46**	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	J8	机房上层房间距地面 100cm（净化机房）	泄漏：5.3 散射：4.8	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
	K8	机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）	泄漏：3.6 散射：4.1	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
DSA 09 手术室	--	第一手术位	0.5	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）
	--	第二手术位	1.0	个人防护用品 0.5mmPb
	A9	**南防护墙外 30cm（医患通道）**	**4.78**	**4mm 铅板（4.0mmPb）**
	B9	东南防护墙外 30cm（控制室）	**7.03**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	C9	东南观察窗外 30cm（控制室）	**7.19**	4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）
	D9	东防护墙外 30cm（MRI 检查室）	**7.99**	4mm 铅板（4.0mmPb）

续表 11-14　　本项目关注点分布情况一览表

机房	关注点序号	位置	辐射源与关注点距离（m）	屏蔽设计
DSA 09 手术室	E9	东防护门外 30cm（MRI 检查室）	**8.10**	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	F9	北防护门外 30cm（污物通道）	**6.63**	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	G9	北防护墙外 30cm（污物通道）	**5.23**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	H9	西防护墙外 30cm（医患通道）	**4.06**	4mm 铅板（4.0mmPb）
	I9	**南防护门外 30cm（医患通道）**	**4.83**	**夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）**
	J9	机房上层房间距地面 100cm（净化机房）	泄漏：5.3 散射：4.8	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
	K9	机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）	泄漏：3.6 散射：4.1	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
DSA 10 手术室	--	第一手术位	0.5	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）
	--	第二手术位	1.0	个人防护用品 0.5mmPb
	A10	南防护墙外 30cm（导诊、保洁更衣室）	3.96	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	B10	东防护墙外 30cm（女护士更衣室）	6.34	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	C10	东防护墙外 30cm（缓冲室）	6.19	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	D10	东平开门外 30cm（缓冲室）	5.93	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	E10	东防护墙外 30cm（患者缓冲区）	5.88	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	F10	东电动推拉门外 30cm（患者缓冲区）	6.92	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	G10	北防护墙外 30cm（医患通道）	6.74	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	H10	西防护门外 30cm（控制室）	5.59	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）

续表 11-14　　本项目关注点分布情况一览表

机房	关注点序号	位置	辐射源与关注点距离（m）	屏蔽设计
DSA 10 手术室	I10	西防护墙外 30cm（控制室）	5.42	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	J10	西观察窗外 30cm（控制室）	4.35	4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）
	K10	东防护墙外 30cm（设备间）	3.92	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	L10	东防护墙外 30cm（就餐休息室）	4.57	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	M10	机房上层房间距地面 100cm（急诊留观区）	**泄漏：6.5** **散射：6.0**	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
	N10	机房下层房间距地面 170cm（地下车库）	**泄漏：4.7** **散射：5.2**	200mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡涂料（4.81mmPb）
DSA 11 手术室	--	第一手术位	0.5	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）
	--	第二手术位	1.0	个人防护用品 0.5mmPb
	A11	南防护墙外 30cm（控制室）	6.05	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	B11	南观察窗外 30cm（控制室）	6.09	4mmPb 当量铅玻璃（4.0mmPb）
	C11	东防护墙外 30cm（污物通道）	3.74	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	D11	东防护门外 30cm（污物通道）	3.78	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）
	E11	北防护墙外 30cm（污物通道）	3.75	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	F11	西防护墙外 30cm（患者缓冲区）	3.86	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	G11	西防护墙外 30cm（医患通道）	4.16	370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）
	H11	西防护门外 30cm（医患通道）	5.18	夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）

续表 11-14　　本项目关注点分布情况一览表

<table>
<tr><th>机房</th><th>关注点序号</th><th>位置</th><th>辐射源与关注点距离（m）</th><th>屏蔽设计</th></tr>
<tr><td rowspan="6">DSA 11 手术室</td><td>I11</td><td>南防护墙外 30cm（控制室）</td><td>6.22</td><td>370mm 实心砖墙+15mm 硫酸钡涂料（4.75mmPb）</td></tr>
<tr><td>J11</td><td>南防护门外 30cm（控制室）</td><td>6.07</td><td>夹 4mm 铅板防护门（4.0mmPb）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">K11</td><td rowspan="2">机房上层房间距地面 100cm（ICU-6）</td><td>泄漏：5.3</td><td rowspan="2">300mm 混凝土楼板+15mm 硫酸钡涂料（5.19mmPb）</td></tr>
<tr><td>散射：4.8</td></tr>
<tr><td rowspan="2">L11</td><td rowspan="2">机房下层房间距地面 170cm（ICU-3）</td><td>泄漏：3.6</td><td rowspan="2">300mm 混凝土楼板+15mm 硫酸钡涂料（5.19mmPb）</td></tr>
<tr><td>散射：4.1</td></tr>
</table>

注：拟建各 DSA 机房四周泄漏辐射和散射辐射关注点距离相同，机房上方、下方泄漏辐射和散射辐射关注点距离不同。

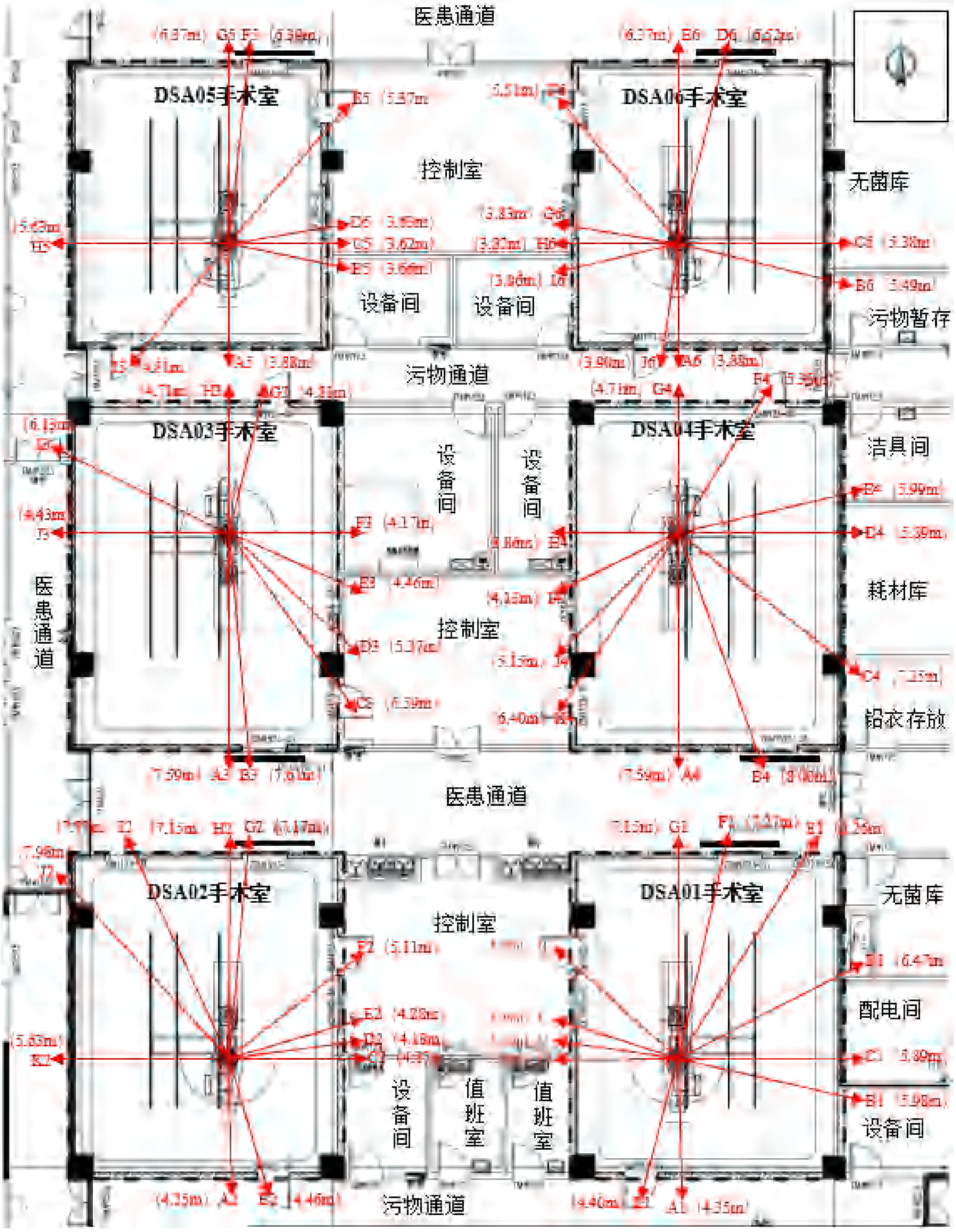


图 11-6　　10 号医疗综合楼 2 层 DSA01~06 手术室四周预测点位平面图

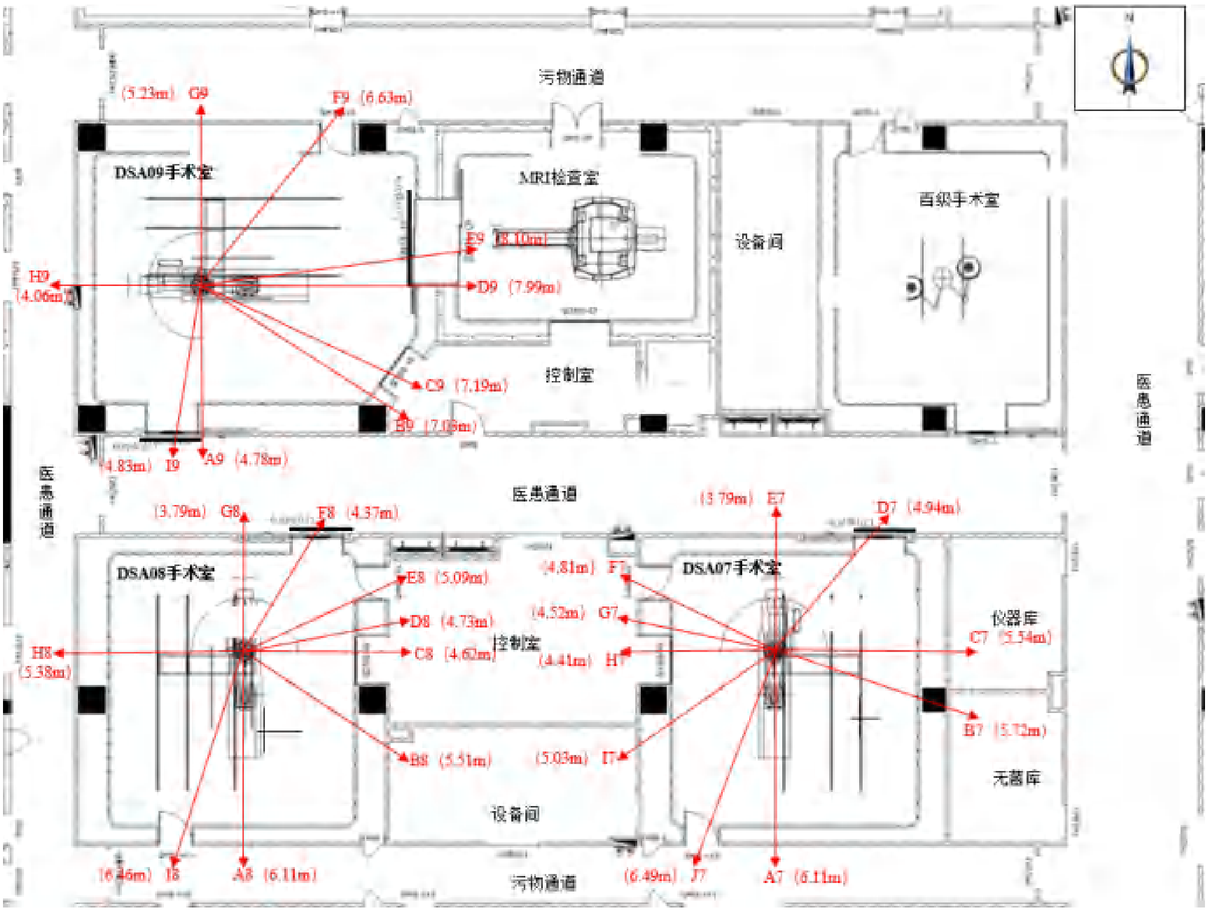


图 11-7　　10 号医疗综合楼 4 层 DSA07~09 手术室四周预测点位平面图

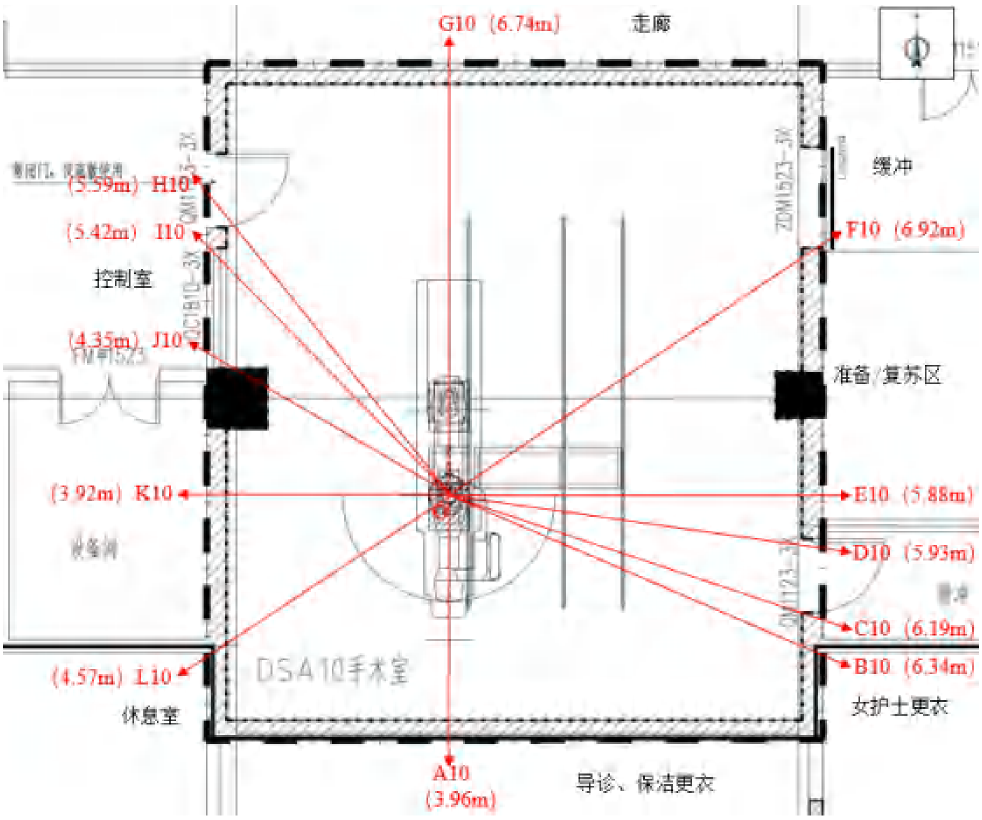


图 11-8　　10 号医疗综合楼 1 层 DSA10 手术室四周预测点位平面图

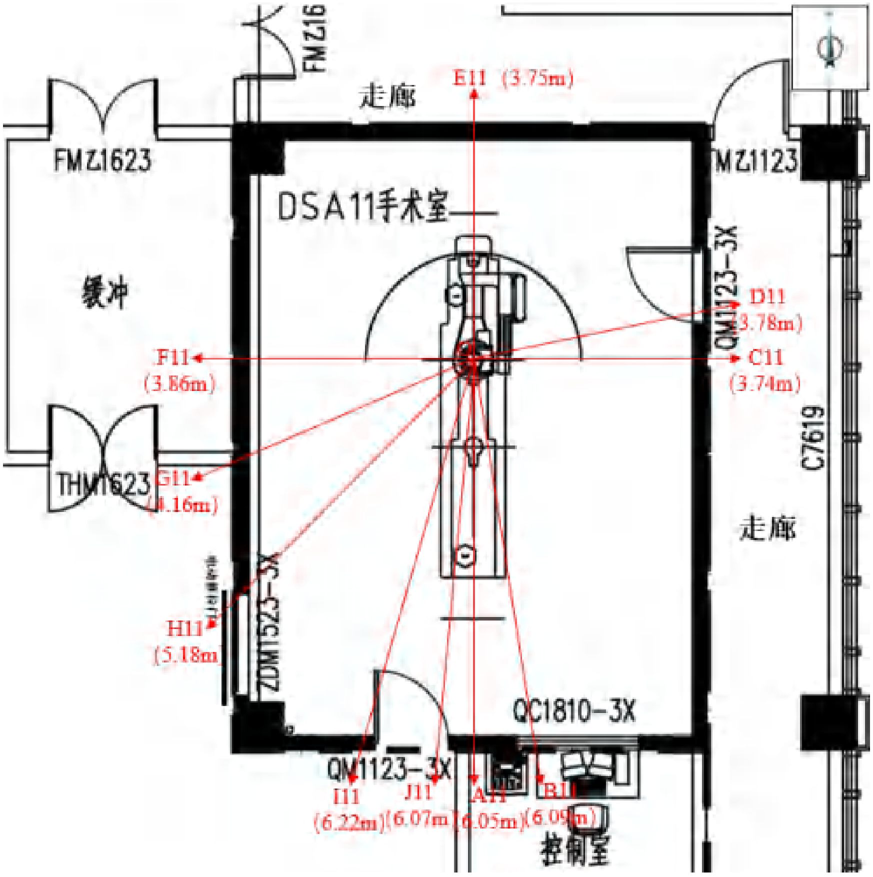


图 11-9　　公卫中心 4 层 DSA11 手术室四周预测点位平面图

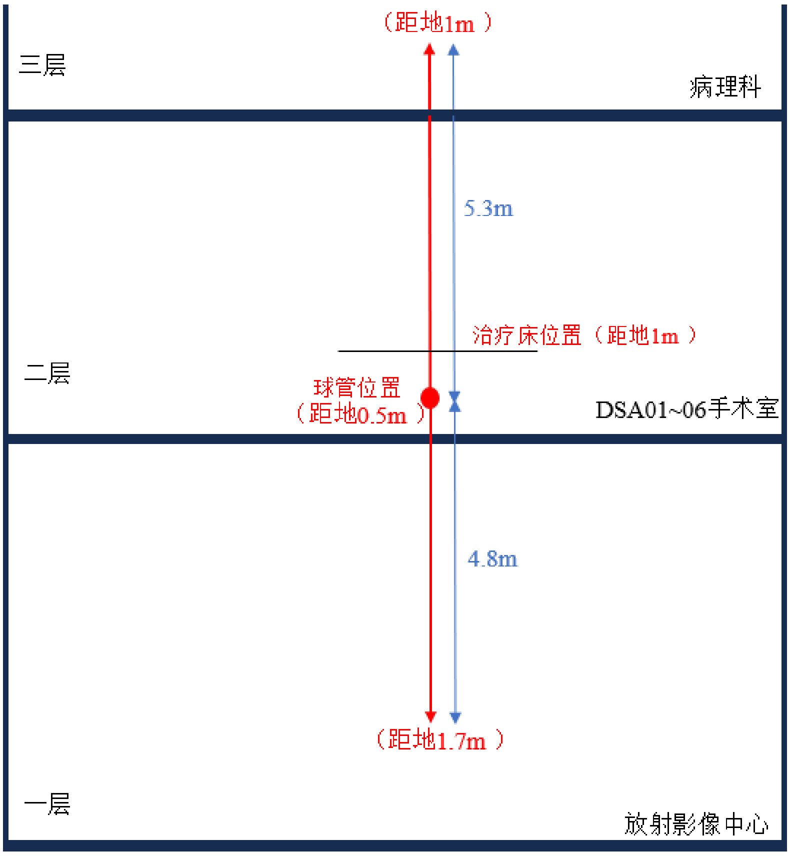


图 11-10　　10 号医疗综合楼 2 层DSA01~06 手术室上、下层预测点位剖面示意图

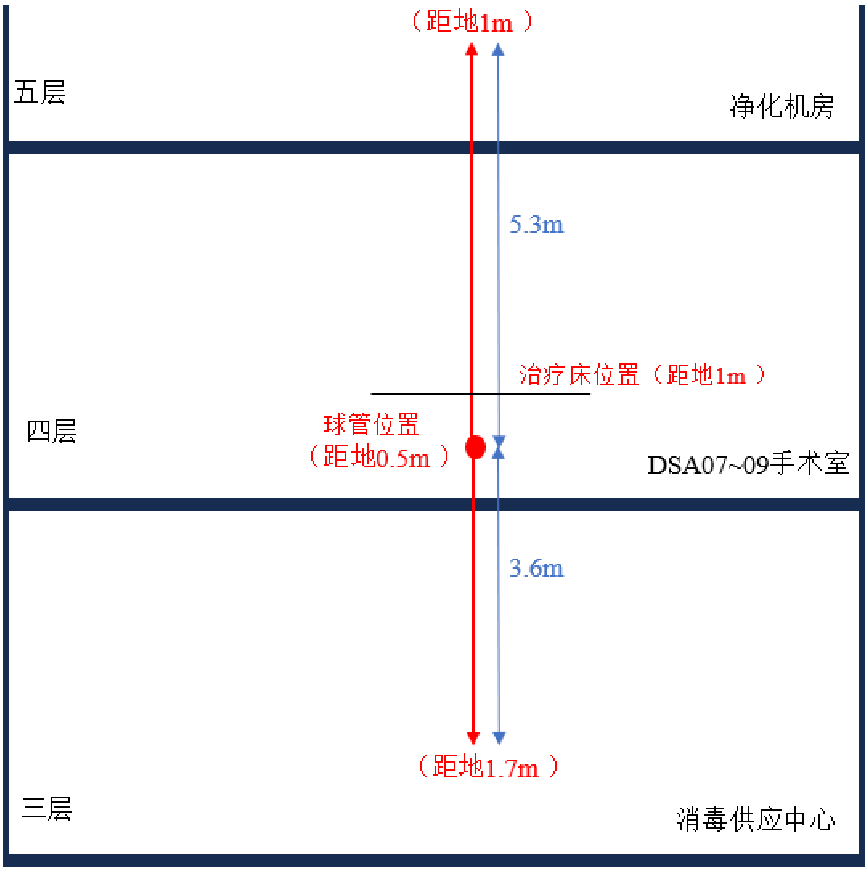


图 11-11　　10 号医疗综合楼 4 层 07~09 手术室上、下层预测点位剖面示意图

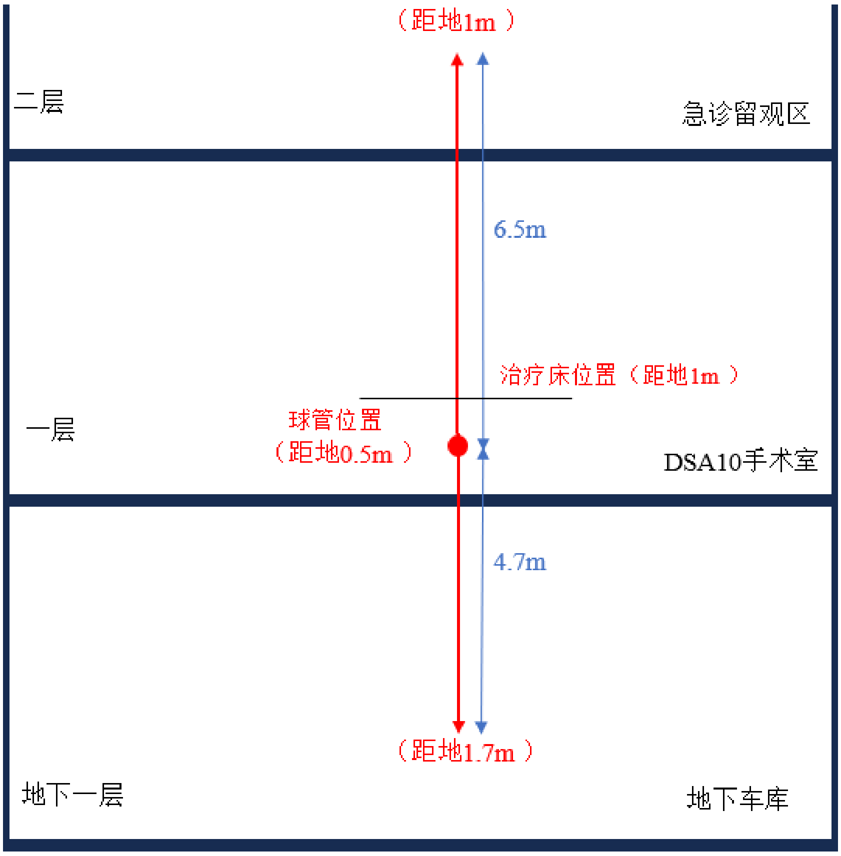
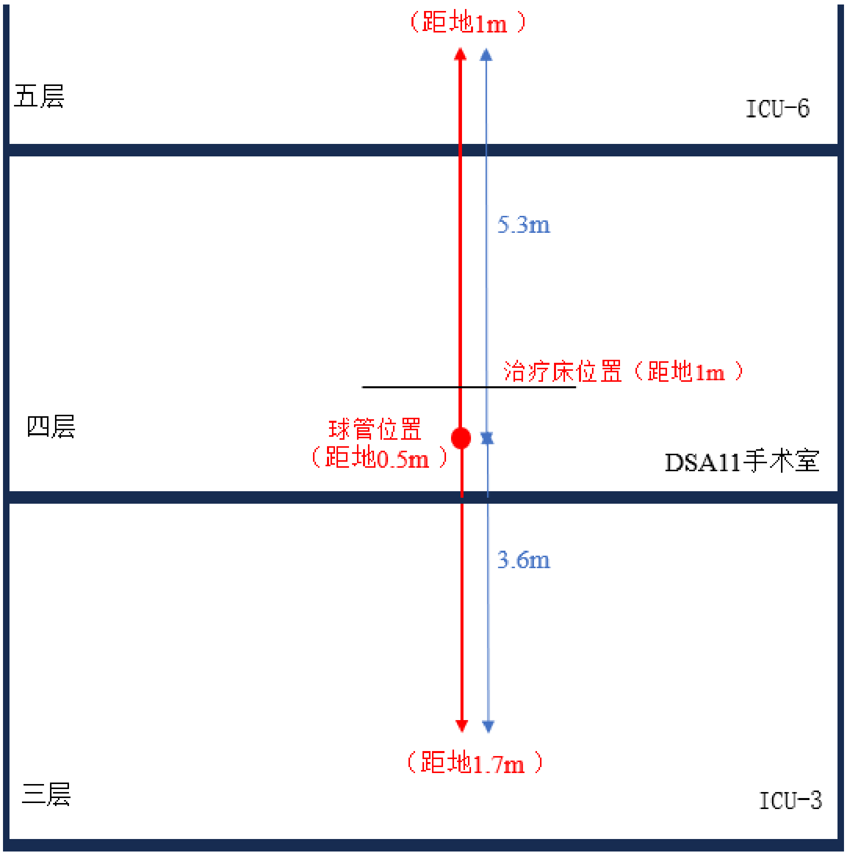


图 11-12　　10 号医疗综合楼 1 层DSA10 手术室上、下层预测点位剖面示意图



<u>**图 11-13　　公卫中心 4 层DSA11 手术室上、下层预测点位剖面示意图**</u>

11.2.2.3 辐射影响剂量率估算

（1）泄漏辐射

依据《辐射防护手册》第一分册，漏射对关注点的辐射剂量率计算公式：

$$H = f \times H_0 \times B / R^2 \qquad （式11-19）$$

式中：

H—关注点处的泄漏辐射剂量率，μSv/h；

f—X射线泄漏系数，取0.1%；

H_0—距靶点1m处的最大剂量率，μSv/h；

R—靶点至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录C中公式计算，公式如下：

$$\boldsymbol{B = [（1 + \beta/\alpha）\times e^{\alpha\gamma X} - \beta/\alpha]^{-1/\gamma}} \qquad \textbf{（式11-20）}$$

式中：

B—屏蔽透射因子；

X—屏蔽材料铅当量厚度，mm；

α、β、γ—保守近似取铅对应管电压**（工作时，透视模式最大电压为80kV、摄影模式125kV，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）α、β、γ—近似取对应管电压（保守考虑透视模式90kV、摄影模式125kV）进行估算**X射线辐射衰减的有关的三个拟合参数，《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录C.2。泄漏辐射各关注点估算结果见表11-15。

表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置		*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA01手术室透视模式										
--	第一手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	0.5	1.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**11.00**
--	第二手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	1.0	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**16.98**
A1	南防护墙外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	0.001	4.35	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.32E-06**
B1	东防护墙外30cm（设备间）		**6.75E+05**	0.001	5.98	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.98E-07**
C1	东防护墙外30cm（配电间）		**6.75E+05**	0.001	5.89	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.20E-07**
D1	东防护墙外30cm（无菌库）		**6.75E+05**	0.001	6.47	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**5.97E-07**
E1	北平开门外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	8.26	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**3.65E-06**
F1	北电动推拉门外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	7.27	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.71E-06**
G1	北防护墙外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	7.15	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.88E-07**
H1	西防护门外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	4.86	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.05E-05**
I1	西观察窗外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	3.98	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.57E-05**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA01手术室透视模式									
J1	西防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	3.88	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.66E-06**
K1	西防护墙外30cm（值班室）	**6.75E+05**	0.001	3.86	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.68E-06**
L1	南防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	4.40	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.29E-05**
M1	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	0.001	5.3	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.40E-07**
N1	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	0.001	4.8	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.02E-07**
DSA01手术室摄影模式									
A1	南防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	4.35	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**2.41E-03**
B1	东防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	0.001	5.98	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.27E-03**
C1	东防护墙外30cm（配电间）	**2.88E+07**	0.001	5.89	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.31E-03**
D1	东防护墙外30cm（无菌库）	**2.88E+07**	0.001	6.47	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.09E-03**
E1	北平开门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	8.26	4.0	2.219	7.923	0.5386	**3.55E-03**
F1	北电动推拉门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	7.27	4.0	2.219	7.923	0.5386	**4.59E-03**
G1	北防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	7.15	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**8.91E-04**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA01手术室摄影模式									
H1	西防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	4.86	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.03E-02**
I1	西观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	3.98	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.53E-02**
J1	西防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	3.88	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**3.03E-03**
K1	西防护墙外30cm（值班室）	**2.88E+07**	0.001	3.86	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**3.06E-03**
L1	南防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	4.40	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.25E-02**
M1	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**2.88E+07**	0.001	5.3	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.42E-03**
N1	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**2.88E+07**	0.001	4.8	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.73E-03**
DSA02手术室透视模式									
--	第一手术位 铅衣内	**6.75E+05**	0.001	0.5	1.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**11.00**
--	第二手术位 铅衣内	**6.75E+05**	0.001	1.0	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**16.98**
A2	南防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	4.35	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.32E-06**
B2	南防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	4.46	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.25E-05**
C2	东防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	0.001	4.17	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.44E-06**
D2	东防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	4.18	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.43E-06**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA02手术室透视模式									
E2	东观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	4.28	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.36E-05**
F2	东防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	5.11	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.54E-06**
G2	北电动推拉门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	0.001	7.17	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.85E-06**
H2	北防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	0.001	7.15	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.88E-07**
I2	北平开门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	0.001	7.77	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.13E-06**
J2	西防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	0.001	7.98	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**3.92E-07**
K2	西防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	0.001	5.63	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.88E-07**
L2	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	0.001	5.3	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.40E-07**
M2	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	0.001	4.8	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.02E-07**
DSA02手术室摄影模式									
A2	南防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	4.35	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**2.41E-03**
B2	南防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	4.46	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.22E-02**

续表11-15 各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA02手术室摄影模式									
C2	东防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	0.001	4.17	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**2.62E-03**
D2	东防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	4.18	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**2.61E-03**
E2	东观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	4.28	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.32E-02**
F2	东防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	5.11	4.0	2.219	7.923	0.5386	**9.28E-03**
G2	北电动推拉门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	7.17	4.0	2.219	7.923	0.5386	**4.72E-03**
H2	北防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	7.15	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**8.91E-04**
I2	北平开门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	7.77	4.0	2.219	7.923	0.5386	**4.02E-03**
J2	西防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	7.98	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**7.16E-04**
K2	西防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	5.63	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.44E-03**
L2	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**2.88E+07**	0.001	5.3	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.42E-03**
M2	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**2.88E+07**	0.001	4.8	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.73E-03**
DSA03手术室透视模式									
--	第一手术位 铅衣内	**6.75E+05**	0.001	0.5	1.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**11.00**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA03手术室透视模式									
--	第二手术位 铅衣内	**6.75E+05**	0.001	1.0	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**16.98**
A3	南防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	0.001	7.59	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.33E-07**
B3	南防护门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	0.001	7.61	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.30E-06**
C3	东防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	6.59	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**5.74E-06**
D3	东防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	5.37	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**8.66E-07**
E3	东观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	4.46	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.25E-05**
F3	东防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	0.001	4.17	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.44E-06**
G3	北防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	4.81	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.08E-05**
H3	北防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	4.71	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.13E-06**
I3	西防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	6.13	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.65E-07**
J3	西防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	4.43	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.27E-06**
K3	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	0.001	5.3	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.40E-07**
L3	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	0.001	4.8	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.02E-07**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA03手术室摄影模式									
A3	南防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	7.59	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**7.91E-04**
B3	南防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	7.61	4.0	2.219	7.923	0.5386	**4.19E-03**
C3	东防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	6.59	4.0	2.219	7.923	0.5386	**5.58E-03**
D3	东防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	5.37	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.58E-03**
E3	东观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	4.46	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.22E-02**
F3	东防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	0.001	4.17	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**2.62E-03**
G3	北防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	4.81	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.05E-02**
H3	北防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	4.71	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**2.05E-03**
I3	西防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	6.13	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.21E-03**
J3	西防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	4.43	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**2.32E-03**
K3	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**2.88E+07**	0.001	5.3	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.42E-03**
L3	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**2.88E+07**	0.001	4.8	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.73E-03**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置		*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA04手术室透视模式										
--	第一手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	0.5	1.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**11.00**
--	第二手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	1.0	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**16.98**
A4	南防护墙外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	7.59	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.33E-07**
B4	南防护门外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	8.00	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**3.89E-06**
C4	东防护墙外30cm（铅衣存放库房）		**6.75E+05**	0.001	7.25	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75E-07**
D4	东防护墙外30cm（耗材库）		**6.75E+05**	0.001	5.89	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.20E-07**
E4	东防护墙外30cm（洁具间）		**6.75E+05**	0.001	5.99	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.96E-07**
F4	北防护门外30cm外（污物通道）		**6.75E+05**	0.001	5.35	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**8.71E-06**
G4	北防护墙外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	0.001	4.71	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.13E-06**
H4	西防护墙外30cm（设备间）		**6.75E+05**	0.001	3.86	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.68E-06**
I4	西观察窗外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	4.13	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.46E-05**
J4	西防护墙外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	5.15	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.42E-07**
K4	西防护门外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	6.40	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.08E-06**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA04手术室透视模式									
L4	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	0.001	5.3	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.40E-07**
M4	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	0.001	4.8	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.02E-07**
DSA04手术室摄影模式									
A4	南防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	7.59	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**7.91E-04**
B4	南防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	8.00	4.0	2.219	7.923	0.5386	**3.79E-03**
C4	东防护墙外30cm（铅衣存放库房）	**2.88E+07**	0.001	7.25	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**8.67E-04**
D4	东防护墙外30cm（耗材库）	**2.88E+07**	0.001	5.89	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.31E-03**
E4	东防护墙外30cm（洁具间）	**2.88E+07**	0.001	5.99	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.27E-03**
F4	北防护门外30cm外（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	5.35	4.0	2.219	7.923	0.5386	**8.47E-03**
G4	北防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	4.71	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**2.05E-03**
H4	西防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	0.001	3.86	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**3.06E-03**
I4	西观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	4.13	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.42E-02**
J4	西防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	5.15	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.72E-03**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置		*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA04手术室摄影模式										
K4	西防护门外30cm（控制室）		**2.88E+07**	0.001	6.40	4.0	2.219	7.923	0.5386	**5.92E-03**
L4	机房上层房间距地面100cm（病理科）		**2.88E+07**	0.001	5.3	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.42E-03**
M4	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）		**2.88E+07**	0.001	4.8	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.73E-03**
DSA05手术室透视模式										
--	第一手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	0.5	1.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**11.00**
--	第二手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	1.0	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**16.98**
A5	南防护墙外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	0.001	3.88	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.66E-06**
B5	东防护墙外30cm（设备间）		**6.75E+05**	0.001	3.66	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.86E-06**
C5	东防护墙外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	3.62	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.91E-06**
D5	东观察窗外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	3.63	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.89E-05**
E5	东防护门外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	5.37	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**8.64E-06**
F5	北防护门外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	6.39	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.10E-06**
G5	北防护墙外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	6.37	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.15E-07**
H5	西防护墙外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	5.63	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.88E-07**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA05手术室透视模式									
I5	南防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	4.81	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.08E-05**
J5	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	0.001	5.3	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.40E-07**
K5	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	0.001	4.8	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.02E-07**
DSA05手术室摄影模式									
A5	南防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	3.88	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**3.03E-03**
B5	东防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	0.001	3.66	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**3.40E-03**
C5	东防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	3.62	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**3.48E-03**
D5	东观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	3.63	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.84E-02**
E5	东防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	5.37	4.0	2.219	7.923	0.5386	**8.41E-03**
F5	北防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	6.39	4.0	2.219	7.923	0.5386	**5.94E-03**
G5	北防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	6.37	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.12E-03**
H5	西防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	5.63	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.44E-03**
I5	南防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	4.81	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.05E-02**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置		*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA05手术室摄影模式										
J5	机房上层房间距地面100cm（病理科）		**2.88E+07**	0.001	5.3	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.42E-03**
K5	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）		**2.88E+07**	0.001	4.8	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.73E-03**
DSA06手术室透视模式										
--	第一手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	0.5	1.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**11.00**
--	第二手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	1.0	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**16.98**
A6	南防护墙外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	0.001	3.88	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.66E-06**
B6	东防护墙外30cm（污物暂存间）		**6.75E+05**	0.001	5.49	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**8.29E-07**
C6	东防护墙外30cm（无菌库）		**6.75E+05**	0.001	5.38	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**8.63E-07**
D6	北防护门外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	6.52	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**5.86E-06**
E6	北防护墙外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	6.37	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.15E-07**
F6	西防护门外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	5.51	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**8.21E-06**
G6	西观察窗外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	3.83	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.70E-05**
H6	西防护墙外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	3.82	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.71E-06**
I6	西防护墙外30cm（设备间）		**6.75E+05**	0.001	3.86	**4.75**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.68E-06**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA06手术室透视模式									
J6	南防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	3.90	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.64E-05**
K6	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	0.001	5.3	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.40E-07**
L6	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	0.001	4.8	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.02E-07**
DSA06手术室摄影模式									
A6	南防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	3.88	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**3.03E-03**
B6	东防护墙外30cm（污物暂存间）	**2.88E+07**	0.001	5.49	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.51E-03**
C6	东防护墙外30cm（无菌库）	**2.88E+07**	0.001	5.38	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.57E-03**
D6	北防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	6.52	4.0	2.219	7.923	0.5386	**5.70E-03**
E6	北防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	6.37	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**1.12E-03**
F6	西防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	5.51	4.0	2.219	7.923	0.5386	**7.98E-03**
G6	西观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	3.83	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.65E-02**
H6	西防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	3.82	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**3.12E-03**
I6	西防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	0.001	3.86	**4.75**	2.219	7.923	0.5386	**3.06E-03**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置		*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA06手术室摄影模式										
J6	南防护门外30cm（污物通道）		**2.88E+07**	0.001	3.90	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.59E-02**
K6	机房上层房间距地面100cm（病理科）		**2.88E+07**	0.001	5.3	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.42E-03**
L6	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）		**2.88E+07**	0.001	4.8	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.73E-03**
DSA07手术室透视模式										
--	第一手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	0.5	1.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**11.00**
--	第二手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	1.0	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**16.98**
A7	南防护墙外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	0.001	**6.11**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.67E-06**
B7	东防护墙外30cm（无菌库）		**6.75E+05**	0.001	**5.72**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.62E-06**
C7	东防护墙外30cm（仪器库）		**6.75E+05**	0.001	**5.54**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**8.12E-06**
D7	北防护门外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	**4.94**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.02E-05**
E7	北防护墙外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	**3.79**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.73E-05**
F7	西防护门外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	**4.81**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.08E-05**
G7	**西防护墙外30cm（控制室）**		**6.75E+05**	0.001	**4.52**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.22E-05**
H7	**西观察窗外30cm（控制室）**		**6.75E+05**	0.001	**4.41**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.28E-05**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA07手术室透视模式									
I7	西防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	0.001	**5.03**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.85E-06**
J7	南防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	**6.49**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**5.92E-06**
K7	机房上层房间距地面100cm（净化机房）	**6.75E+05**	0.001	5.3	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.40E-07**
L7	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）	**6.75E+05**	0.001	3.6	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.60E-06**
DSA07手术室摄影模式									
A7	南防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	**6.11**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**6.49E-03**
B7	东防护墙外30cm（无菌库）	**2.88E+07**	0.001	**5.72**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**7.41E-03**
C7	东防护墙外30cm（仪器库）	**2.88E+07**	0.001	**5.54**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**7.90E-03**
D7	北防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	**4.94**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**9.93E-03**
E7	北防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	**3.79**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.69E-02**
F7	西防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	**4.81**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.05E-02**
G7	**西防护墙外30cm（控制室）**	**2.88E+07**	0.001	**4.52**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.19E-02**
H7	**西观察窗外30cm（控制室）**	**2.88E+07**	0.001	**4.41**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.25E-02**
I7	西防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	0.001	**5.03**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**9.58E-03**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置		*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA07手术室摄影模式										
J7	南防护门外30cm（污物通道）		**2.88E+07**	0.001	**6.49**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**5.76E-03**
K7	机房上层房间距地面100cm（净化机房）		**2.88E+07**	0.001	5.3	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.42E-03**
L7	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）		**2.88E+07**	0.001	3.6	4.81	2.219	7.923	0.5386	**3.08E-03**
DSA08手术室透视模式										
--	第一手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	0.5	1.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**11.00**
--	第二手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	1.0	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**16.98**
A8	南防护墙外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	0.001	**6.11**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.67E-06**
B8	东防护墙外30cm（设备间）		**6.75E+05**	0.001	**5.51**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**8.21E-06**
C8	**东观察窗外30cm（控制室）**		**6.75E+05**	0.001	**4.62**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.17E-05**
D8	**东防护墙外30cm（控制室）**		**6.75E+05**	0.001	**4.73**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.11E-05**
E8	东防护门外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	**5.09**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.62E-06**
F8	北防护门外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	**4.37**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.30E-05**
G8	北防护墙外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	0.001	**3.79**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.73E-05**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA08手术室透视模式									
H8	西防护墙外30cm（医患通道）	6.75E+05	0.001	5.38	4.0	3.067	18.83	0.7726	8.61E-06
I8	南防护门外30cm（污物通道）	6.75E+05	0.001	6.46	4.0	3.067	18.83	0.7726	5.97E-06
J8	机房上层房间距地面100cm（净化机房）	6.75E+05	0.001	5.3	4.81	3.067	18.83	0.7726	7.40E-07
K8	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）	6.75E+05	0.001	3.6	4.81	3.067	18.83	0.7726	1.60E-06
DSA08手术室摄影模式									
A8	南防护墙外30cm（污物通道）	2.88E+07	0.001	6.11	4.0	2.219	7.923	0.5386	6.49E-03
B8	东防护墙外30cm（设备间）	2.88E+07	0.001	5.51	4.0	2.219	7.923	0.5386	7.98E-03
C8	**东观察窗外30cm（控制室）**	2.88E+07	0.001	4.62	4.0	2.219	7.923	0.5386	1.14E-02
D8	**东防护墙外30cm（控制室）**	2.88E+07	0.001	4.73	4.0	2.219	7.923	0.5386	1.08E-02
E8	东防护门外30cm（控制室）	2.88E+07	0.001	5.09	4.0	2.219	7.923	0.5386	9.36E-03
F8	北防护门外30cm（医患通道）	2.88E+07	0.001	4.37	4.0	2.219	7.923	0.5386	1.27E-02
G8	北防护墙外30cm（医患通道）	2.88E+07	0.001	3.79	4.0	2.219	7.923	0.5386	1.69E-02
H8	西防护墙外30cm（医患通道）	2.88E+07	0.001	5.38	4.0	2.219	7.923	0.5386	8.38E-03

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA08手术室摄影模式									
I8	南防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	**6.46**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**5.81E-03**
J8	机房上层房间距地面100cm（净化机房）	**2.88E+07**	0.001	5.3	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.42E-03**
K8	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）	**2.88E+07**	0.001	3.6	4.81	2.219	7.923	0.5386	**3.08E-03**
DSA09手术室透视模式									
--	第一手术位 铅衣内	**6.75E+05**	0.001	0.5	1.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**11.00**
--	第二手术位 铅衣内	**6.75E+05**	0.001	1.0	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**16.98**
A9	**南防护墙外30cm（医患通道）**	**6.75E+05**	0.001	**4.78**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.09E-05**
B9	东南防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	**7.03**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**5.04E-06**
C9	东南观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	**7.19**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.82E-06**
D9	东防护墙外30cm（MRI检查室）	**6.75E+05**	0.001	**7.99**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**3.90E-06**
E9	东防护门外30cm（MRI检查室）	**6.75E+05**	0.001	**8.10**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**3.80E-06**
F9	北防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	**6.63**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**5.67E-06**
G9	北防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	**5.23**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.11E-06**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA09手术室透视模式									
H9	西防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	0.001	**4.06**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.51E-05**
I9	**南防护门外30cm（医患通道）**	**6.75E+05**	0.001	**4.83**	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.07E-05**
J9	机房上层房间距地面100cm（净化机房）	**6.75E+05**	0.001	5.3	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.40E-07**
K9	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）	**6.75E+05**	0.001	3.6	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.60E-06**
DSA09手术室摄影模式									
A9	**南防护墙外30cm（医患通道）**	**2.88E+07**	0.001	**4.78**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.06E-03**
B9	东南防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	**7.03**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**4.91E-03**
C9	东南观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	**7.19**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**4.69E-03**
D9	东防护墙外30cm（MRI检查室）	**2.88E+07**	0.001	**7.99**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**3.80E-03**
E9	东防护门外30cm（MRI检查室）	**2.88E+07**	0.001	**8.10**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**3.69E-03**
F9	北防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	**6.63**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**5.51E-03**
G9	北防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	**5.23**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**8.86E-03**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA09手术室摄影模式									
H9	西防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	**4.06**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.47E-02**
I9	**南防护门外30cm（医患通道）**	**2.88E+07**	0.001	**4.83**	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.04E-02**
J9	机房上层房间距地面100cm（净化机房）	**2.88E+07**	0.001	5.3	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.42E-03**
K9	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）	**2.88E+07**	0.001	3.6	4.81	2.219	7.923	0.5386	**3.08E-03**
DSA10手术室透视模式									
--	第一手术位 铅衣内	**6.75E+05**	0.001	0.5	1.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**11.00**
--	第二手术位 铅衣内	**6.75E+05**	0.001	1.0	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**16.98**
A10	南防护墙外30cm（导诊、保洁更衣室）	**6.75E+05**	0.001	3.96	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.59E-06**
B10	东防护墙外30cm（女护士更衣室）	**6.75E+05**	0.001	6.34	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.21E-07**
C10	东防护墙外30cm（缓冲室）	**6.75E+05**	0.001	6.19	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.52E-07**
D10	东平开门外30cm（缓冲室）	**6.75E+05**	0.001	5.93	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.09E-06**
E10	东防护墙外30cm（患者缓冲区）	**6.75E+05**	0.001	5.88	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.22E-07**
F10	东电动推拉门外30cm（患者缓冲区）	**6.75E+05**	0.001	6.92	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**5.20E-06**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA10手术室透视模式									
G10	北防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	0.001	6.74	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**5.50E-07**
H10	西防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	5.59	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**7.97E-06**
I10	西防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	5.42	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**8.50E-07**
J10	西观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	4.35	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.32E-05**
K10	东防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	0.001	3.92	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.63E-06**
L10	东防护墙外30cm（就餐休息室）	**6.75E+05**	0.001	4.57	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.20E-06**
M10	机房上层房间距地面100cm（急诊留观区）	**6.75E+05**	0.001	6.5	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.92E-07**
N10	机房下层房间距地面170cm（地下车库）	**6.75E+05**	0.001	4.7	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.40E-07**
DSA10手术室摄影模式									
A10	南防护墙外30cm（导诊、保洁更衣室）	**2.88E+07**	0.001	3.96	4.75	2.219	7.923	0.5386	**2.91E-03**
B10	东防护墙外30cm（女护士更衣室）	**2.88E+07**	0.001	6.34	4.75	2.219	7.923	0.5386	**1.13E-03**
C10	东防护墙外30cm（缓冲室）	**2.88E+07**	0.001	6.19	4.75	2.219	7.923	0.5386	**1.19E-03**
D10	东平开门外30cm（缓冲室）	**2.88E+07**	0.001	5.93	4.0	2.219	7.923	0.5386	**6.89E-03**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置		*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA10手术室摄影模式										
E10	东防护墙外30cm（患者缓冲区）		**2.88E+07**	0.001	5.88	4.75	2.219	7.923	0.5386	**1.32E-03**
F10	东电动推拉门外30cm（患者缓冲区）		**2.88E+07**	0.001	6.92	4.0	2.219	7.923	0.5386	**5.06E-03**
G10	北防护墙外30cm（医患通道）		**2.88E+07**	0.001	6.74	4.75	2.219	7.923	0.5386	**1.00E-03**
H10	西防护门外30cm（控制室）		**2.88E+07**	0.001	5.59	4.0	2.219	7.923	0.5386	**7.76E-03**
I10	西防护墙外30cm（控制室）		**2.88E+07**	0.001	5.42	4.75	2.219	7.923	0.5386	**1.55E-03**
J10	西观察窗外30cm（控制室）		**2.88E+07**	0.001	4.35	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.28E-02**
K10	东防护墙外30cm（设备间）		**2.88E+07**	0.001	3.92	4.75	2.219	7.923	0.5386	**2.97E-03**
L10	东防护墙外30cm（就餐休息室）		**2.88E+07**	0.001	4.57	4.75	2.219	7.923	0.5386	**2.18E-03**
M10	机房上层房间距地面100cm（急诊留观区）		**2.88E+07**	0.001	6.5	4.81	2.219	7.923	0.5386	**9.44E-04**
N10	机房下层房间距地面170cm（地下车库）		**2.88E+07**	0.001	4.7	4.81	2.219	7.923	0.5386	**1.80E-03**
DSA11手术室透视模式										
--	第一手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	0.5	1.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**11.00**
--	第二手术位	铅衣内	**6.75E+05**	0.001	1.0	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**16.98**
A11	南防护墙外30cm（控制室）		**6.75E+05**	0.001	6.05	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.82E-07**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
B11	南观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	6.09	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.72E-06**
C11	东防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	3.74	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.79E-06**
D11	东防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	3.78	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.74E-05**
E11	北防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	0.001	3.75	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.78E-06**
F11	西防护墙外30cm（患者缓冲区）	**6.75E+05**	0.001	3.86	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.68E-06**
G11	西防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	0.001	4.16	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**1.44E-06**
H11	西防护门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	0.001	5.18	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**9.29E-06**
I11	南防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	6.22	4.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.45E-07**
J11	南防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	0.001	6.07	4.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**6.76E-06**
K11	机房上层房间距地面100cm（ICU-6）	**6.75E+05**	0.001	5.3	5.19	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**2.31E-07**
L11	机房下层房间距地面170cm（ICU-3）	**6.75E+05**	0.001	3.6	5.19	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**5.00E-07**
DSA11手术室摄影模式									
A11	南防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	6.05	4.75	2.219	7.923	0.5386	**1.24E-03**

续表11-15　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（泄漏辐射）

关注点	位置	*Ho*（μSv/h）	*f*	*R*（m）	X（mm）	α	β	γ	*H*（μSv/h）
DSA11手术室摄影模式									
B11	南观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	6.09	4.0	2.219	7.923	0.5386	**6.54E-03**
C11	东防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	3.74	4.75	2.219	7.923	0.5386	**3.26E-03**
D11	东防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	3.78	4.0	2.219	7.923	0.5386	**1.70E-02**
E11	北防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	0.001	3.75	4.75	2.219	7.923	0.5386	**3.24E-03**
F11	西防护墙外30cm（患者缓冲区）	**2.88E+07**	0.001	3.86	4.75	2.219	7.923	0.5386	**3.06E-03**
G11	西防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	4.16	4.75	2.219	7.923	0.5386	**2.63E-03**
H11	西防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	0.001	5.18	4.0	2.219	7.923	0.5386	**9.03E-03**
I11	南防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	6.22	4.75	2.219	7.923	0.5386	**1.18E-04**
J11	南防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	0.001	6.07	4.0	2.219	7.923	0.5386	**6.58E-03**
K11	机房上层房间距地面100cm（ICU-6）	**2.88E+07**	0.001	5.3	5.19	2.219	7.923	0.5386	**6.10E-04**
L11	机房下层房间距地面170cm（ICU-3）	**2.88E+07**	0.001	3.6	5.19	2.219	7.923	0.5386	**1.32E-03**

（2）散射辐射

对于病人体表的散射的X射线可以采用反照射率法估算，引用李德平、潘自强主编的《辐射防护手册》第一分册一《辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，

1987），可按以下公式进行估算。

$$H_S = (H_0 \times A \times B \times S) / (d_0 \times d_s)^2 \qquad \text{（式11-21）}$$

式中：

H_S—关注点处的患者散射辐射剂量率，μSv/h；

H_0—距靶点1m处的最大剂量率，μSv/h；

A—患者对X射线的散射比，根据《辐射防护手册（第一分册）》表10.1，取散射线与入射X射线照射量比值a为0.0013（90°散射），A=a/400；

d_0—源与病人的距离，取0.5m；

d_s—病人与预测点的距离，m；

S—散射面积，取典型值100cm^2；

B的取值详见式11-20。

散射辐射各关注点估算结果见表11-16。

表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	*d₀* (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA01手术室透视模式										
--	第一手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	1	**14.31**
--	第二手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	0.5	**22.07**
A1	南防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.35	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.72E-06**
B1	东防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.98	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**9.08E-07**
C1	东防护墙外30cm（配电间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.89	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**9.36E-07**
D1	东防护墙外30cm（无菌库）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.47	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**7.76E-07**
E1	北平开门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	8.26	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**4.75E-06**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	*d₀* (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA01手术室透视模式										
F1	北电动推拉门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	7.27	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**6.13E-06**
G1	北防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	7.15	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**6.35E-07**
H1	西防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.86	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.37E-05**
I1	西观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.98	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**2.04E-05**
J1	西防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.88	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**2.16E-06**
K1	西防护墙外30cm（值班室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.86	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**2.18E-06**
L1	南防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.40	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.67E-05**
M1	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.8	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.17E-06**
N1	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.3	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**9.61E-07**
DSA01手术室摄影模式										
A1	南防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.35	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**6.17E-03**
B1	东防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.98	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**3.27E-03**
C1	东防护墙外30cm（配电间）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.89	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**3.37E-03**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA01手术室摄影模式										
D1	东防护墙外30cm（无菌库）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.47	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**2.79E-03**
E1	北平开门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	8.26	2.233	7.888	0.7295	4.0	**9.15E-03**
F1	北电动推拉门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	7.27	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.18E-02**
G1	北防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	7.15	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**2.28E-03**
H1	西防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.86	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.64E-02**
I1	西观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.98	2.233	7.888	0.7295	4.0	**3.94E-02**
J1	西防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.88	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**7.76E-03**
K1	西防护墙外30cm（值班室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.86	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**7.84E-03**
L1	南防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.40	2.233	7.888	0.7295	4.0	**3.22E-02**
M1	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.8	2.233	7.888	0.7295	4.81	**4.43E-03**
N1	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.3	2.233	7.888	0.7295	4.81	**3.64E-03**
DSA02手术室透视模式										
--	第一手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	1	**14.31**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA02手术室透视模式										
--	第二手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	0.5	**22.07**
A2	南防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.35	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.72E-06**
B2	南防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.46	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.63E-05**
C2	东防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.17	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.87E-06**
D2	东防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.18	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.86E-06**
E2	东观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.28	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.77E-05**
F2	东防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.11	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.24E-05**
G2	北电动推拉门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	7.17	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**6.30E-06**
H2	北防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	7.15	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**6.35E-07**
I2	北平开门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	7.77	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**5.37E-06**
J2	西防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	7.98	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**5.10E-07**
K2	西防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.63	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.02E-06**
L2	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.8	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.17E-06**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA02手术室透视模式										
M2	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.3	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**9.61E-07**
DSA02手术室摄影模式										
A2	南防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.35	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**6.17E-03**
B2	南防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.46	2.233	7.888	0.7295	4.0	**3.14E-02**
C2	东防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.17	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**6.72E-03**
D2	东防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.18	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**6.68E-03**
E2	东观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.28	2.233	7.888	0.7295	4.0	**3.41E-02**
F2	东防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.11	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.39E-02**
G2	北电动推拉门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	7.17	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.21E-03**
H2	北防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	7.15	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**2.28E-03**
I2	北平开门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	7.77	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.03E-03**
J2	西防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	7.98	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**1.83E-03**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA02手术室摄影模式										
K2	西防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.63	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**3.68E-03**
L2	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.8	2.233	7.888	0.7295	4.81	**4.43E-03**
M2	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.3	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**9.61E-07**
DSA03手术室透视模式										
--	第一手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	1	**14.31**
--	第二手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	0.5	**22.07**
A3	南防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	7.59	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**5.64E-07**
B3	南防护门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	7.61	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**5.59E-06**
C3	东防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.59	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**7.46E-06**
D3	东防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.37	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.13E-06**
E3	东观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.46	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.63E-05**
F3	东防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.17	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.87E-06**
G3	北防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.40E-05**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA03手术室透视模式										
H3	北防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.71	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.46E-06**
I3	西防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.13	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**8.64E-07**
J3	西防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.43	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.65E-06**
K3	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.8	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.17E-06**
L3	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.3	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**9.61E-07**
DSA03手术室摄影模式										
A3	南防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	7.59	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**2.03E-03**
B3	南防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	7.61	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.08E-02**
C3	东防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.59	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.44E-02**
D3	东防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.37	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**4.05E-03**
E3	东观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.46	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**3.14E-02**
F3	东防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.17	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**6.72E-03**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

<table>
<tr><th>关注点</th><th colspan="2">位置</th><th>Ho (μSv/h)</th><th>A</th><th>d₀ (m)</th><th>ds (m)</th><th>α</th><th>β</th><th>γ</th><th>X (mm)</th><th>Hs (μSv/h)</th></tr>
<tr><td colspan="12">DSA03手术室摄影模式</td></tr>
<tr><td>G3</td><td colspan="2">北防护门外30cm（污物通道）</td><td><u>6.75E+05</u></td><td>3.25E-06</td><td>0.5</td><td>4.81</td><td><u>3.067</u></td><td><u>18.83</u></td><td><u>0.7726</u></td><td>4.0</td><td><u>2.70E-02</u></td></tr>
<tr><td>H3</td><td colspan="2">北防护墙外30cm（污物通道）</td><td><u>6.75E+05</u></td><td>3.25E-06</td><td>0.5</td><td>4.71</td><td><u>3.067</u></td><td><u>18.83</u></td><td><u>0.7726</u></td><td><u>4.75</u></td><td><u>5.26E-03</u></td></tr>
<tr><td>I3</td><td colspan="2">西防护墙外30cm（污物通道）</td><td><u>6.75E+05</u></td><td>3.25E-06</td><td>0.5</td><td>6.13</td><td><u>3.067</u></td><td><u>18.83</u></td><td><u>0.7726</u></td><td><u>4.75</u></td><td><u>3.11E-03</u></td></tr>
<tr><td>J3</td><td colspan="2">西防护墙外30cm（污物通道）</td><td><u>6.75E+05</u></td><td>3.25E-06</td><td>0.5</td><td>4.43</td><td><u>3.067</u></td><td><u>18.83</u></td><td><u>0.7726</u></td><td><u>4.75</u></td><td><u>5.95E-03</u></td></tr>
<tr><td>K3</td><td colspan="2">机房上层房间距地面100cm（病理科）</td><td><u>6.75E+05</u></td><td>3.25E-06</td><td>0.5</td><td>4.8</td><td><u>3.067</u></td><td><u>18.83</u></td><td><u>0.7726</u></td><td>4.81</td><td><u>4.43E-03</u></td></tr>
<tr><td>L3</td><td colspan="2">机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）</td><td><u>6.75E+05</u></td><td>3.25E-06</td><td>0.5</td><td>5.3</td><td><u>3.067</u></td><td><u>18.83</u></td><td><u>0.7726</u></td><td>4.81</td><td><u>3.64E-03</u></td></tr>
<tr><td colspan="12">DSA04手术室透视模式</td></tr>
<tr><td>--</td><td>第一手术位</td><td>铅衣内</td><td><u>6.75E+05</u></td><td>3.25E-06</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td><u>3.067</u></td><td><u>18.83</u></td><td><u>0.7726</u></td><td>1</td><td><u>14.31</u></td></tr>
<tr><td>--</td><td>第二手术位</td><td>铅衣内</td><td><u>6.75E+05</u></td><td>3.25E-06</td><td>0.5</td><td>1</td><td><u>3.067</u></td><td><u>18.83</u></td><td><u>0.7726</u></td><td>0.5</td><td><u>22.07</u></td></tr>
<tr><td>A4</td><td colspan="2">南防护墙外30cm（医患通道）</td><td><u>6.75E+05</u></td><td>3.25E-06</td><td>0.5</td><td>7.59</td><td><u>3.067</u></td><td><u>18.83</u></td><td><u>0.7726</u></td><td><u>4.75</u></td><td><u>5.64E-07</u></td></tr>
<tr><td>B4</td><td colspan="2">南防护门外30cm（医患通道）</td><td><u>6.75E+05</u></td><td>3.25E-06</td><td>0.5</td><td>8.00</td><td><u>3.067</u></td><td><u>18.83</u></td><td><u>0.7726</u></td><td>4.0</td><td><u>5.06E-06</u></td></tr>
<tr><td>C4</td><td colspan="2">东防护墙外30cm（铅衣存放库房）</td><td><u>6.75E+05</u></td><td>3.25E-06</td><td>0.5</td><td>7.25</td><td><u>3.067</u></td><td><u>18.83</u></td><td><u>0.7726</u></td><td><u>4.75</u></td><td><u>6.18E-07</u></td></tr>
</table>

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA04手术室透视模式										
D4	东防护墙外30cm（耗材库）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.89	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**9.36E-07**
E4	东防护墙外30cm（洁具间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.99	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**9.05E-07**
F4	北防护门外30cm外（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.35	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.13E-05**
G4	北防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.71	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.46E-06**
H4	西防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.86	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**2.18E-06**
I4	西观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.13	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.90E-05**
J4	西防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.15	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.22E-06**
K4	西防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.40	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**7.91E-06**
L4	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.8	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.17E-06**
M4	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.3	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**9.61E-07**
DSA04手术室摄影模式										
A4	南防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	7.59	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**2.03E-03**
B4	南防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	8.00	2.233	7.888	0.7295	4.0	**9.75E-03**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA04手术室摄影模式										
C4	东防护墙外30cm（铅衣存放库房）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	7.25	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**2.22E-03**
D4	东防护墙外30cm（耗材库）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.89	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**3.37E-03**
E4	东防护墙外30cm（洁具间）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.99	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**3.25E-03**
F4	北防护门外30cm外（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.35	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.18E-02**
G4	北防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.71	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**5.26E-03**
H4	西防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.86	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**7.84E-03**
I4	西观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.13	2.233	7.888	0.7295	4.0	**3.66E-02**
J4	西防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.15	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**4.40E-03**
K4	西防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.40	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.52E-02**
L4	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.8	2.233	7.888	0.7295	4.81	**4.43E-03**
M4	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.3	2.233	7.888	0.7295	4.81	**3.64E-03**
DSA05手术室透视模式										
--	第一手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	1	**14.31**
--	第二手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	0.5	**22.07**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA05手术室透视模式										
A5	南防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.88	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**2.16E-06**
B5	东防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.66	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**2.42E-06**
C5	东防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.62	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**2.48E-06**
D5	东观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.63	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**2.46E-05**
E5	东防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.37	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.12E-05**
F5	北防护门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.39	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**7.93E-06**
G5	北防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.37	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**8.00E-07**
H5	西防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.63	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.02E-06**
I5	南防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.81	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.40E-05**
J5	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.8	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.17E-06**
K5	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.3	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**9.61E-07**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置		Ho (μSv/h)	A	d_0 (m)	ds (m)	α	β	γ	X (mm)	Hs (μSv/h)
DSA05手术室摄影模式											
A5	南防护墙外30cm（污物通道）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.88	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**7.76E-03**
B5	东防护墙外30cm（设备间）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.66	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**8.72E-03**
C5	东防护墙外30cm（控制室）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.62	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**8.91E-03**
D5	东观察窗外30cm（控制室）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.63	2.233	7.888	0.7295	4.0	**4.74E-02**
E5	东防护门外30cm（控制室）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.37	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.16E-02**
F5	北防护门外30cm（医患通道）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.39	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.53E-02**
G5	北防护墙外30cm（医患通道）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.37	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**2.88E-03**
H5	西防护墙外30cm（医患通道）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.63	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**3.68E-03**
I5	南防护门外30cm（污物通道）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.81	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.70E-02**
J5	机房上层房间距地面100cm（病理科）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.8	2.233	7.888	0.7295	4.81	**4.43E-03**
K5	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.3	2.233	7.888	0.7295	4.81	**3.64E-03**
DSA06手术室透视模式											
--	第一手术位	铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	1	**14.31**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA06手术室透视模式										
--	第二手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	0.5	**22.07**
A6	南防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.88	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**2.16E-06**
B6	东防护墙外30cm（污物暂存间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.49	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.08E-06**
C6	东防护墙外30cm（无菌库）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.38	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**1.12E-06**
D6	北防护门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.52	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**7.62E-06**
E6	北防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.37	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**8.00E-07**
F6	西防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.51	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.07E-05**
G6	西观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.83	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**2.21E-05**
H6	西防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.82	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**2.22E-06**
I6	西防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.86	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	**4.75**	**2.18E-06**
J6	南防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.90	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**2.13E-05**
K6	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.8	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.17E-06**
L6	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.3	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**9.61E-07**

续表11-16 各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA06手术室摄影模式										
A6	南防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.88	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**7.76E-03**
B6	东防护墙外30cm（污物暂存间）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.49	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**3.87E-03**
C6	东防护墙外30cm（无菌库）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.38	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**4.03E-03**
D6	北防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.52	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.47E-02**
E6	北防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.37	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**2.88E-03**
F6	西防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.51	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.06E-02**
G6	西观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.83	2.233	7.888	0.7295	4.0	**4.25E-02**
H6	西防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.82	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**8.00E-03**
I6	西防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.86	2.233	7.888	0.7295	**4.75**	**7.84E-03**
J6	南防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.90	2.233	7.888	0.7295	4.0	**4.10E-02**
K6	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.8	2.233	7.888	0.7295	4.81	**4.43E-03**
L6	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.3	2.233	7.888	0.7295	4.81	**3.64E-03**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置		*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA07手术室透视模式											
--	第一手术位	铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	1	**14.31**
--	第二手术位	铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	0.5	**22.07**
A7	南防护墙外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**6.11**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**8.68E-06**
B7	东防护墙外30cm（无菌库）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**5.72**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**9.90E-06**
C7	东防护墙外30cm（仪器库）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**5.54**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.06E-05**
D7	北防护门外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**4.94**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.33E-05**
E7	北防护墙外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**3.79**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**2.26E-05**
F7	西防护门外30cm（控制室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**4.81**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.40E-05**
G7	**西防护墙外30cm（控制室）**		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**4.52**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.59E-05**
H7	**西观察窗外30cm（控制室）**		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**4.41**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.67E-05**
I7	西防护墙外30cm（设备间）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**5.03**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.28E-05**
J7	南防护门外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**6.49**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**7.69E-06**
K7	机房上层房间距地面100cm（净化机房）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.8	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.17E-06**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA07手术室透视模式										
L7	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.61E-06**
DSA07手术室摄影模式										
A7	南防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**6.11**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.67E-02**
B7	东防护墙外30cm（无菌库）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**5.72**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.91E-02**
C7	东防护墙外30cm（仪器库）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**5.54**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.03E-02**
D7	北防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**4.94**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.56E-02**
E7	北防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**3.79**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**4.34E-02**
F7	西防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**4.81**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.70E-02**
G7	**西防护墙外30cm（控制室）**	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**4.52**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**3.05E-02**
H7	**西观察窗外30cm（控制室）**	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**4.41**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**3.21E-02**
I7	西防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**5.03**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.47E-02**
J7	南防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**6.49**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.48E-02**
K7	机房上层房间距地面100cm（净化机房）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.8	2.233	7.888	0.7295	4.81	**4.43E-03**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA07手术室摄影模式										
L7	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.1	2.233	7.888	0.7295	4.81	**6.08E-03**
DSA08手术室透视模式										
--	第一手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	1	**14.31**
--	第二手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	0.5	**22.07**
A8	南防护墙外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**6.11**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**8.68E-06**
B8	东防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**5.51**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.07E-05**
C8	**东观察窗外30cm（控制室）**	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**4.62**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.52E-05**
D8	**东防护墙外30cm（控制室）**	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**4.73**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.45E-05**
E8	东防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**5.09**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.25E-05**
F8	北防护门外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**4.37**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.70E-05**
G8	北防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**3.79**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**2.26E-05**
H8	西防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**5.38**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.12E-05**
I8	南防护门外30cm（污物通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**6.46**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**7.76E-06**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA08手术室透视模式										
J8	机房上层房间距地面100cm（净化机房）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.8	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.17E-06**
K8	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.61E-06**
DSA08手术室摄影模式										
A8	南防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**6.11**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.67E-02**
B8	东防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**5.51**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.06E-02**
C8	**东观察窗外30cm（控制室）**	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**4.62**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.92E-02**
D8	**东防护墙外30cm（控制室）**	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**4.73**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.79E-02**
E8	东防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**5.09**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.41E-02**
F8	北防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**4.37**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**3.27E-02**
G8	北防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**3.79**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**4.34E-02**
H8	西防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**5.38**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.16E-02**
I8	南防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**6.46**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.50E-02**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置		*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA08手术室摄影模式											
J8	机房上层房间距地面100cm（净化机房）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.8	2.233	7.888	0.7295	4.81	**4.43E-03**
K8	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）		**2.88E+07**	3.2E-06	0.5	4.1	2.233	7.888	0.7295	4.81	**6.08E-03**
DSA09手术室透视模式											
--	第一手术位	铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	1	**14.31**
--	第二手术位	铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	0.5	**22.07**
A9	**南防护墙外30cm（医患通道）**		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**4.78**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.37E-05**
B9	东南防护墙外30cm（控制室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**7.03**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**8.91E-06**
C9	东南观察窗外30cm（控制室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**7.19**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**8.82E-06**
D9	东防护墙外30cm（MRI检查室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**7.99**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**9.18E-06**
E9	东防护门外30cm（MRI检查室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**8.10**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**9.24E-06**
F9	北防护门外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**6.63**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.19E-05**
G9	北防护墙外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**5.23**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.33E-05**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA09手术室透视模式										
H9	西防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**4.06**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.12E-05**
I9	**南防护门外30cm（医患通道）**	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	**4.83**	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.35E-05**
J9	机房上层房间距地面100cm（净化机房）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.8	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.17E-06**
K9	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**1.61E-06**
DSA09手术室摄影模式										
A9	**南防护墙外30cm（医患通道）**	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**4.78**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.63E-02**
B9	东南防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**7.03**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.72E-02**
C9	东南观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**7.19**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.70E-02**
D9	东防护墙外30cm（MRI检查室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**7.99**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.77E-02**
E9	东防护门外30cm（MRI检查室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**8.10**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.78E-02**
F9	北防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**6.63**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.30E-02**
G9	北防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**5.23**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.57E-02**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置		*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA09手术室摄影模式											
H9	西防护墙外30cm（医患通道）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**4.06**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.16E-02**
I9	**南防护墙外30cm（医患通道）**		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	**4.83**	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.61E-02**
J9	机房上层房间距地面100cm（净化机房）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.8	2.233	7.888	0.7295	4.81	**4.43E-03**
K9	机房下层房间距地面170cm（消毒供应中心）		**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.1	2.233	7.888	0.7295	4.81	**6.08E-03**
DSA10手术室透视模式											
--	第一手术位	铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	1	**14.31**
--	第二手术位	铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	0.5	**22.07**
A10	南防护墙外30cm（导诊、保洁更衣室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.96	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**2.07E-06**
B10	东防护墙外30cm（女护士更衣室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.34	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**8.08E-07**
C10	东防护墙外30cm（缓冲室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.19	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**8.47E-07**
D10	东平开门外30cm（缓冲室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.93	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**9.21E-06**
E10	东防护墙外30cm（患者缓冲区）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.88	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**9.39E-07**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA10手术室透视模式										
F10	东电动推拉门外30cm（患者缓冲区）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.92	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**6.76E-06**
G10	北防护墙外30cm（医患通道）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.74	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**7.15E-07**
H10	西防护门外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.59	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.04E-05**
I10	西防护墙外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.42	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**1.11E-06**
J10	西观察窗外30cm（控制室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.35	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.71E-05**
K10	东防护墙外30cm（设备间）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.92	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**2.11E-06**
L10	东防护墙外30cm（就餐休息室）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.57	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**1.55E-06**
M10	机房上层房间距地面100cm（急诊留观区）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.0	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**7.50E-07**
N10	机房下层房间距地面170cm（地下车库）	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.2	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.81	**9.99E-07**
DSA10手术室摄影模式										
A10	南防护墙外30cm（导诊、保洁更衣室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.96	2.233	7.888	0.7295	4.75	**7.45E-03**
B10	东防护墙外30cm（女护士更衣室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.34	2.233	7.888	0.7295	4.75	**2.91E-03**
C10	东防护墙外30cm（缓冲室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.19	2.233	7.888	0.7295	4.75	**3.05E-03**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA10手术室摄影模式										
D10	东平开门外30cm（缓冲室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.93	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.77E-02**
E10	东防护墙外30cm（患者缓冲区）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.88	2.233	7.888	0.7295	4.75	**3.38E-03**
F10	东电动推拉门外30cm（患者缓冲区）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.92	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.30E-02**
G10	北防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.74	2.233	7.888	0.7295	4.75	**2.57E-03**
H10	西防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.59	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.00E-02**
I10	西防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.42	2.233	7.888	0.7295	4.75	**3.98E-03**
J10	西观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.35	2.233	7.888	0.7295	4.0	**3.30E-02**
K10	东防护墙外30cm（设备间）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.92	2.233	7.888	0.7295	4.75	**7.60E-03**
L10	东防护墙外30cm（就餐休息室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.57	2.233	7.888	0.7295	4.75	**5.59E-03**
M10	机房上层房间距地面100cm（急诊留观区）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.0	2.233	7.888	0.7295	4.81	**2.84E-03**
N10	机房下层房间距地面170cm（地下车库）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.2	2.233	7.888	0.7295	4.81	**3.78E-03**
DSA11手术室透视模式										
--	第一手术位 铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	0.5	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	1	**14.31**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置		*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA11手术室透视模式											
--	第二手术位	铅衣内	**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	0.5	**22.07**
A11	南防护墙外30cm（控制室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.05	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**8.87E-07**
B11	南观察窗外30cm（控制室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.09	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**8.73E-06**
C11	东防护墙外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.74	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**2.32E-06**
D11	东防护门外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.78	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**2.27E-05**
E11	北防护墙外30cm（污物通道）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.75	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**2.31E-06**
F11	西防护墙外30cm（患者缓冲区）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	3.86	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**2.18E-06**
G11	西防护墙外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.16	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**1.88E-06**
H11	西防护门外30cm（医患通道）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	5.18	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**1.21E-05**
I11	南防护墙外30cm（控制室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.22	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.75	**8.39E-07**
J11	南防护门外30cm（控制室）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	6.07	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	4.0	**8.79E-06**
K11	机房上层房间距地面100cm（ICU-6）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.8	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	5.19	**3.65E-07**
L11	机房下层房间距地面170cm（ICU-3）		**6.75E+05**	3.25E-06	0.5	4.1	**3.067**	**18.83**	**0.7726**	5.19	**5.01E-07**

续表11-16　　各DSA手术室各关注点处剂量率估算值（散射辐射）

关注点	位置	*Ho* (μSv/h)	*A*	d_0 (m)	*ds* (m)	α	β	γ	X (mm)	*Hs* (μSv/h)
DSA11手术室摄影模式										
A11	南防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.05	2.233	7.888	0.7295	4.75	**3.19E-03**
B11	南观察窗外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.09	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.68E-02**
C11	东防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.74	2.233	7.888	0.7295	4.75	**8.35E-03**
D11	东防护门外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.78	2.233	7.888	0.7295	4.0	**4.37E-02**
E11	北防护墙外30cm（污物通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.75	2.233	7.888	0.7295	4.75	**8.30E-03**
F11	西防护墙外30cm（患者缓冲区）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	3.86	2.233	7.888	0.7295	4.75	**7.84E-03**
G11	西防护墙外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.16	2.233	7.888	0.7295	4.75	**6.75E-03**
H11	西防护门外30cm（医患通道）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	5.18	2.233	7.888	0.7295	4.0	**2.33E-02**
I11	南防护墙外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.22	2.233	7.888	0.7295	4.75	**3.02E-03**
J11	南防护门外30cm（控制室）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	6.07	2.233	7.888	0.7295	4.0	**1.69E-02**
K11	机房上层房间距地面100cm（ICU-6）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.8	2.233	7.888	0.7295	5.19	**1.90E-03**
L11	机房下层房间距地面170cm（ICU-3）	**2.88E+07**	3.25E-06	0.5	4.1	2.233	7.888	0.7295	5.19	**2.60E-03**

（3）各关注点剂量率预测结果

各关注点剂量率预测结果见表11-17所示。

表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述	剂量率预测结果（μSv/h）			标准要求（μSv/h）	是否符合要求
		泄漏辐射	散射辐射	合计		
DSA01 手术室透视模式						
--	第一手术位 铅衣内	**11.00**	**14.31**	**25.31**	--	--
--	第二手术位 铅衣内	**16.98**	**22.07**	**39.05**	--	--
A1	南防护墙外 30cm（污物通道）	**1.32E-06**	**1.72E-06**	**3.04E-06**	2.5	符合
B1	东防护墙外 30cm（设备间）	**6.98E-07**	**9.08E-07**	**1.61E-06**	2.5	符合
C1	东防护墙外 30cm（配电间）	**7.20E-07**	**9.36E-07**	**1.66E-06**	2.5	符合
D1	东防护墙外 30cm（无菌库）	**5.97E-07**	**7.76E-07**	**1.37E-06**	2.5	符合
E1	北平开门外 30cm（医患通道）	**3.65E-06**	**4.75E-06**	**8.40E-06**	2.5	符合
F1	北电动推拉门外 30cm（医患通道）	**4.71E-06**	**6.13E-06**	**1.08E-05**	1.25[1)]	符合
G1	北防护墙外 30cm（医患通道）	**4.88E-07**	**6.35E-07**	**1.12E-06**	1.25[1)]	符合
H1	西防护门外 30cm（控制室）	**1.05E-05**	**1.37E-05**	**2.43E-05**	1.25[1)]	符合
I1	西观察窗外30cm（控制室）	**1.57E-05**	**2.04E-05**	**3.62E-05**	1.25[1)]	符合
J1	西防护墙外 30cm（控制室）	**1.66E-06**	**2.16E-06**	**3.82E-06**	1.25[1)]	符合
K1	西防护墙外 30cm（值班室）	**1.68E-06**	**2.18E-06**	**3.85E-06**	2.5	符合
L1	南防护门外 30cm（污物通道）	**1.29E-05**	**1.67E-05**	**2.96E-05**	2.5	符合
M1	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	**7.40E-07**	**1.17E-06**	**1.91E-06**	2.5	符合
N1	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	**9.02E-07**	**9.61E-07**	**1.86E-06**	2.5	符合
DSA01 手术室摄影模式						
A1	南防护墙外 30cm（污物通道）	**2.41E-03**	**6.17E-03**	**8.58E-03**	2.5	符合
B1	东防护墙外 30cm（设备间）	**1.27E-03**	**3.27E-03**	**4.54E-03**	2.5	符合
C1	东防护墙外 30cm（配电间）	**1.31E-03**	**3.37E-03**	**4.68E-03**	2.5	符合
D1	东防护墙外 30cm（无菌库）	**1.09E-03**	**2.79E-03**	**3.88E-03**	2.5	符合
E1	北平开门外 30cm（医患通道）	**3.55E-03**	**9.15E-03**	**1.27E-02**	2.5	符合
F1	北电动推拉门外 30cm（医患通道）	**4.59E-03**	**1.18E-02**	**1.64E-02**	1.25[1)]	符合

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述	剂量率预测结果（μSv/h）泄漏辐射	剂量率预测结果（μSv/h）散射辐射	剂量率预测结果（μSv/h）合计	标准要求（μSv/h）	是否符合要求
DSA01 手术室摄影模式						
G1	北防护墙外 30cm（医患通道）	**8.91E-04**	**2.28E-03**	**3.18E-03**	1.25[1]	符合
H1	西防护门外 30cm（控制室）	**1.03E-02**	**2.64E-02**	**3.67E-02**	1.25[1]	符合
I1	西观察窗外 30cm（控制室）	**1.53E-02**	**3.94E-02**	**5.47E-02**	1.25[1]	符合
J1	西防护墙外 30cm（控制室）	**3.03E-03**	**7.76E-03**	**1.08E-02**	1.25[1]	符合
K1	西防护墙外 30cm（值班室）	**3.06E-03**	**7.84E-03**	**1.09E-02**	2.5	符合
L1	南防护门外 30cm（污物通道）	**1.25E-02**	**3.22E-02**	**4.48E-02**	2.5	符合
M1	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	**1.42E-03**	**4.43E-03**	**5.85E-03**	2.5	符合
N1	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	**1.73E-03**	**3.64E-03**	**5.37E-03**	2.5	符合
DSA02 手术室透视模式						
--	第一手术位 铅衣内	**11.00**	**14.31**	**25.31**	--	--
--	第二手术位 铅衣内	**16.98**	**22.07**	**39.05**	--	--
A2	南防护墙外 30cm（污物通道）	**1.32E-06**	**1.72E-06**	**3.04E-06**	2.5	符合
B2	南防护门外 30cm（污物通道）	**1.25E-05**	**1.63E-05**	**2.88E-05**	2.5	符合
C2	东防护墙外 30cm（设备间）	**1.44E-06**	**1.87E-06**	**3.30E-06**	2.5	符合
D2	东防护墙外 30cm（控制室）	**1.43E-06**	**1.86E-05**	**3.29E-06**	1.25[1]	符合
E2	东观察窗外 30cm（控制室）	**1.36E-05**	**1.77E-05**	**3.13E-05**	1.25[1]	符合
F2	东防护门外 30cm（控制室）	**9.54E-06**	**1.24E-05**	**2.19E-05**	1.25[1]	符合
G2	北电动推拉门外 30cm（医患通道）	**4.85E-06**	**6.30E-06**	**1.11E-05**	1.25[1]	符合
H2	北防护墙外 30cm（医患通道）	**4.88E-07**	**6.35E-07**	**1.12E-06**	1.25[1]	符合
I2	北平开门外30cm（医患通道）	**4.13E-06**	**5.37E-06**	**9.49E-06**	2.5	符合
J2	西防护墙外30cm（医患通道）	**3.92E-07**	**5.10E-07**	**9.02E-07**	2.5	符合
K2	西防护墙外30cm（医患通道）	**7.88E-07**	**1.02E-06**	**1.81E-06**	2.5	符合
L2	机房上层房间距地面100cm（病理科）	**7.40E-07**	**1.17E-06**	**1.91E-06**	2.5	符合

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述		剂量率预测结果（μSv/h）			标准要求（μSv/h）	是否符合要求
			泄漏辐射	散射辐射	合计		
DSA02 手术室透视模式							
M2	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）		**9.02E-07**	**9.61E-07**	**1.86E-06**	2.5	符合
DSA02 手术室摄影模式							
A2	南防护墙外 30cm(污物通道)		**2.41E-03**	**6.17E-03**	**8.58E-03**	2.5	符合
B2	南防护门外 30cm(污物通道)		**1.22E-02**	**3.14E-02**	**4.36E-02**	2.5	符合
C2	东防护墙外 30cm（设备间）		**2.62E-03**	**6.72E-03**	**9.34E-03**	2.5	符合
D2	东防护墙外 30cm（控制室）		**2.61E-03**	**6.68E-03**	**9.29E-03**	1.25[1)]	符合
E2	东观察窗外 30cm（控制室）		**1.32E-02**	**3.41E-02**	**4.73E-02**	1.25[1)]	符合
F2	东防护门外 30cm（控制室）		**9.28E-03**	**2.39E-02**	**3.32E-02**	1.25[1)]	符合
G2	北电动推拉门外 30cm（医患通道）		**4.72E-03**	**1.21E-03**	**1.69E-02**	1.25[1)]	符合
H2	北防护墙外 30cm(医患通道)		**8.91E-04**	**2.28E-03**	**3.18E-03**	1.25[1)]	符合
I2	北平开门外30cm(医患通道)		**4.02E-03**	**1.03E-03**	**1.44E-02**	2.5	符合
J2	西防护墙外 30cm(医患通道)		**7.16E-04**	**1.83E-03**	**2.55E-03**	2.5	符合
K2	西防护墙外 30cm(医患通道)		**1.44E-03**	**3.68E-03**	**5.12E-03**	2.5	符合
L2	机房上层房间距地面 100cm（病理科）		**1.42E-03**	**4.43E-03**	**5.85E-03**	2.5	符合
M2	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）		**1.73E-03**	**3.64E-03**	**5.37E-03**	2.5	符合
DSA03 手术室透视模式							
--	第一手术位	铅衣内	**11.00**	**14.31**	**25.31**	--	--
--	第二手术位	铅衣内	**16.98**	**22.07**	**39.05**	--	--
A3	南防护墙外 30cm(医患通道)		**4.33E-07**	**5.64E-07**	**9.97E-07**	1.25[1)]	符合
B3	南防护门外 30cm(医患通道)		**4.30E-06**	**5.59E-06**	**9.90E-06**	1.25[1)]	符合
C3	东防护门外 30cm（控制室）		**5.74E-06**	**7.46E-06**	**1.32E-05**	1.25[1)]	符合
D3	东防护墙外 30cm（控制室）		**8.66E-07**	**1.13E-06**	**1.99E-06**	1.25[1)]	符合
E3	东观察窗外 30cm（控制室）		**1.25E-05**	**1.63E-05**	**2.88E-05**	1.25[1)]	符合

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述		剂量率预测结果（μSv/h）			标准要求（μSv/h）	是否符合要求
			泄漏辐射	散射辐射	合计		
DSA03 手术室透视模式							
F3	东防护墙外 30cm（设备间）		**1.44E-06**	**1.87E-06**	**3.30E-06**	2.5	符合
G3	北防护门外 30cm(污物通道）		**1.08E-05**	**1.40E-05**	**2.48E-05**	2.5	符合
H3	北防护墙外 30cm(污物通道）		**1.13E-06**	**1.46E-06**	**2.59E-06**	1.25[1)]	符合
I3	西防护墙外30cm（污物通道）		**6.65E-07**	**8.64E-07**	**1.53E-06**	2.5	符合
J3	西防护墙外 30cm(污物通道）		**1.27E-06**	**1.65E-06**	**2.93E-06**	2.5	符合
K3	机房上层房间距地面 100cm（病理科）		**7.40E-07**	**1.17E-06**	**1.91E-06**	2.5	符合
L3	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）		**9.02E-07**	**9.61E-07**	**1.86E-06**	2.5	符合
DSA03 手术室摄影模式							
A3	南防护墙外 30cm(医患通道）		**7.91E-04**	**2.03E-03**	**2.82E-03**	1.25[1)]	符合
B3	南防护门外 30cm(医患通道）		**4.19E-03**	**1.08E-02**	**1.50E-02**	1.25[1)]	符合
C3	东防护门外 30cm（控制室）		**5.58E-03**	**1.44E-02**	**2.00E-02**	1.25[1)]	符合
D3	东防护墙外 30cm（控制室）		**1.58E-03**	**4.05E-03**	**5.63E-03**	1.25[1)]	符合
E3	东观察窗外 30cm（控制室）		**1.22E-02**	**3.14E-02**	**4.36E-02**	1.25[1)]	符合
F3	东防护墙外 30cm（设备间）		**2.62E-03**	**6.72E-03**	**9.34E-03**	2.5	符合
G3	北防护门外 30cm(污物通道）		**1.05E-02**	**2.70E-02**	**3.74E-02**	2.5	符合
H3	北防护墙外 30cm(污物通道）		**2.05E-03**	**5.26E-03**	**7.32E-02**	1.25[1)]	符合
I3	西防护墙外30cm（污物通道）		**1.21E-03**	**3.11E-03**	**4.32E-03**	2.5	符合
J3	西防护墙外 30cm(污物通道）		**2.32E-03**	**5.95E-03**	**8.27E-03**	2.5	符合
K3	机房上层房间距地面 100cm（病理科）		**1.42E-03**	**4.43E-03**	**5.85E-03**	2.5	符合
L3	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）		**1.73E-03**	**3.64E-03**	**5.37E-03**	2.5	符合
DSA04 手术室透视模式							
--	第一手术位	铅衣内	**11.00**	**14.31**	**25.31**	--	--
--	第二手术位	铅衣内	**16.98**	**22.07**	**39.05**	--	--

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述	剂量率预测结果（μSv/h）			标准要求（μSv/h）	是否符合要求
		泄漏辐射	散射辐射	合计		
DSA04 手术室透视模式						
A4	南防护墙外 30cm（医患通道）	**4.33E-07**	**5.64E-07**	**9.97E-07**	1.25[1)]	符合
B4	南防护门外 30cm（医患通道）	**3.89E-06**	**5.06E-06**	**8.95E-06**	1.25[1)]	符合
C4	东防护墙外 30cm（铅衣存放库房）	**4.75E-07**	**6.18E-07**	**1.09E-06**	1.25[1)]	符合
D4	东防护墙外 30cm（耗材库）	**7.20E-07**	**9.36E-07**	**1.66E-06**	2.5	符合
E4	东防护墙外 30cm（洁具间）	**6.96E-07**	**9.05E-07**	**1.60E-06**	2.5	符合
F4	北防护门外 30cm 外（污物通道）	**8.71E-06**	**1.13E-05**	**2.00E-05**	2.5	符合
G4	北防护墙外 30cm（污物通道）	**1.13E-06**	**1.46E-06**	**2.59E-06**	1.25[1)]	符合
H4	西防护墙外 30cm（设备间）	**1.68E-06**	**2.18E-06**	**3.85E-06**	2.5	符合
I4	西观察窗外30cm（控制室）	**1.46E-05**	**1.90E-05**	**3.36E-05**	1.25[1)]	符合
J4	西防护墙外 30cm（控制室）	**9.42E-07**	**1.22E-06**	**2.17E-06**	1.25[1)]	符合
K4	西防护门外 30cm（控制室）	**6.08E-06**	**7.91E-06**	**1.40E-05**	1.25[1)]	符合
L4	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	**7.40E-07**	**1.17E-06**	**1.91E-06**	2.5	符合
M4	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	**9.02E-07**	**9.61E-07**	**1.86E-06**	2.5	符合
DSA04 手术室摄影模式						
A4	南防护墙外 30cm（医患通道）	**7.91E-04**	**2.03E-03**	**2.82E-03**	1.25[1)]	符合
B4	南防护门外 30cm（医患通道）	**3.79E-03**	**9.75E-03**	**1.35E-02**	1.25[1)]	符合
C4	东防护墙外 30cm（铅衣存放库房）	**8.67E-04**	**2.22E-03**	**3.09E-03**	1.25[1)]	符合
D4	东防护墙外 30cm（耗材库）	**1.31E-03**	**3.37E-03**	**4.68E-03**	2.5	符合
E4	东防护墙外 30cm（洁具间）	**1.27E-03**	**3.25E-03**	**4.52E-03**	2.5	符合
F4	北防护门外 30cm 外（污物通道）	**8.47E-03**	**2.18E-02**	**3.03E-02**	2.5	符合
G4	北防护墙外 30cm（污物通道）	**2.05E-03**	**5.26E-03**	**7.32E-03**	1.25[1)]	符合
H4	西防护墙外 30cm（设备间）	**3.06E-03**	**7.84E-03**	**1.09E-02**	2.5	符合

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述	剂量率预测结果（μSv/h）			标准要求（μSv/h）	是否符合要求
		泄漏辐射	散射辐射	合计		
DSA04 手术室摄影模式						
I4	西观察窗外 30cm（控制室）	**1.42E-02**	**3.66E-02**	**5.08E-02**	1.25[1)]	符合
J4	西防护墙外 30cm（控制室）	**1.72E-03**	**4.40E-03**	**6.12E-03**	1.25[1)]	符合
K4	西防护门外 30cm（控制室）	**5.92E-03**	**1.52E-02**	**2.12E-02**	1.25[1)]	符合
L4	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	**1.42E-03**	**4.43E-03**	**5.85E-03**	2.5	符合
M4	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	**1.73E-03**	**3.64E-03**	**5.37E-03**	2.5	符合
DSA05 手术室透视模式						
--	第一手术位　铅衣内	**11.00**	**14.31**	**25.31**	--	--
--	第二手术位　铅衣内	**16.98**	**22.07**	**39.05**	--	--
A5	南防护墙外 30cm(污物通道）	**1.66E-06**	**2.16E-06**	**3.82E-06**	1.25[1)]	符合
B5	东防护墙外 30cm（设备间）	**1.86E-06**	**2.42E-06**	**4.29E-06**	2.5	符合
C5	东防护墙外 30cm（控制室）	**1.91E-06**	**2.48E-06**	**4.38E-06**	1.25[1)]	符合
D5	东观察窗外 30cm（控制室）	**1.89E-05**	**2.46E-05**	**4.35E-05**	1.25[1)]	符合
E5	东防护门外 30cm（控制室）	**8.64E-06**	**1.12E-05**	**1.99E-05**	1.25[1)]	符合
F5	北防护门外 30cm(医患通道）	**6.10E-06**	**7.93E-06**	**1.40E-05**	2.5	符合
G5	北防护墙外 30cm(医患通道）	**6.15E-07**	**8.00E-07**	**1.42E-06**	2.5	符合
H5	西防护墙外 30cm(医患通道）	**7.88E-07**	**1.02E-06**	**1.81E-06**	2.5	符合
I5	南防护门外30cm（污物通道）	**1.08E-05**	**1.40E-05**	**2.48E-05**	2.5	符合
J5	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	**7.40E-07**	**1.17E-06**	**1.91E-06**	2.5	符合
K5	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	**9.02E-07**	**9.61E-07**	**1.86E-06**	2.5	符合
DSA05 手术室摄影模式						
A5	南防护墙外 30cm(污物通道）	**3.03E-03**	**7.76E-03**	**1.08E-02**	1.25[1)]	符合
B5	东防护墙外 30cm（设备间）	**3.40E-03**	**8.72E-03**	**1.21E-02**	2.5	符合
C5	东防护墙外 30cm（控制室）	**3.48E-03**	**8.91E-03**	**1.24E-02**	1.25[1)]	符合

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述	剂量率预测结果（μSv/h）			标准要求（μSv/h）	是否符合要求
		泄漏辐射	散射辐射	合计		
DSA05 手术室摄影模式						
D5	东观察窗外 30cm（控制室）	**1.84E-02**	**4.74E-02**	**6.58E-02**	1.25[1)]	符合
E5	东防护门外 30cm（控制室）	**8.41E-03**	**2.16E-02**	**3.00E-02**	1.25[1)]	符合
F5	北防护门外 30cm(医患通道）	**5.94E-03**	**1.53E-02**	**2.12E-02**	2.5	符合
G5	北防护墙外 30cm(医患通道）	**1.12E-03**	**2.88E-03**	**4.00E-03**	2.5	符合
H5	西防护墙外 30cm(医患通道）	**1.44E-03**	**3.68E-03**	**5.12E-03**	2.5	符合
I5	南防护门外 30cm(污物通道）	**1.05E-02**	**2.70E-02**	**3.74E-02**	2.5	符合
J5	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	**1.42E-03**	**4.43E-03**	**5.85E-03**	2.5	符合
K5	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	**1.73E-03**	**3.64E-03**	**5.37E-03**	2.5	符合
DSA06 手术室透视模式						
--	第一手术位　铅衣内	**11.00**	**14.31**	**25.31**	--	--
--	第二手术位　铅衣内	**16.98**	**22.07**	**39.05**	--	--
A6	南防护墙外 30cm(污物通道）	**1.66E-06**	**2.16E-06**	**3.82E-06**	1.25[1)]	符合
B6	东防护墙外 30cm（污物暂存间）	**8.29E-07**	**1.08E-06**	**1.91E-06**	2.5	符合
C6	东防护墙外 30cm（无菌库）	**8.63E-07**	**1.12E-06**	**1.98E-06**	2.5	符合
D6	北防护门外 30cm(医患通道）	**5.86E-06**	**7.62E-06**	**1.35E-05**	2.5	符合
E6	北防护墙外 30cm(医患通道）	**6.15E-07**	**8.00E-07**	**1.42E-06**	2.5	符合
F6	西防护门外 30cm（控制室）	**8.21E-06**	**1.07E-05**	**1.89E-05**	1.25[1)]	符合
G6	西观察窗外 30cm（控制室）	**1.70E-05**	**2.21E-05**	**3.91E-05**	1.25[1)]	符合
H6	西防护墙外 30cm（控制室）	**1.71E-06**	**2.22E-06**	**3.94E-06**	1.25[1)]	符合
I6	西防护墙外30cm（设备间）	**1.68E-06**	**2.18E-06**	**3.85E-06**	2.5	符合
J6	南防护门外 30cm(污物通道）	**1.64E-05**	**2.13E-05**	**3.77E-05**	2.5	符合
K6	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	**7.40E-07**	**1.17E-06**	**1.91E-06**	2.5	符合
L6	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	**9.02E-07**	**9.61E-07**	**1.86E-06**	2.5	符合

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

<table>
<tr><td rowspan="2">关注点</td><td rowspan="2" colspan="2">点位描述</td><td colspan="3">剂量率预测结果（μSv/h）</td><td rowspan="2">标准要求（μSv/h）</td><td rowspan="2">是否符合要求</td></tr>
<tr><td>泄漏辐射</td><td>散射辐射</td><td>合计</td></tr>
<tr><td colspan="8">DSA06 手术室摄影模式</td></tr>
<tr><td>A6</td><td colspan="2">南防护墙外 30cm（污物通道）</td><td>3.03E-03</td><td>7.76E-03</td><td>1.08E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>B6</td><td colspan="2">东防护墙外 30cm（污物暂存间）</td><td>1.51E-03</td><td>3.87E-03</td><td>5.39E-03</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>C6</td><td colspan="2">东防护墙外 30cm（无菌库）</td><td>1.57E-03</td><td>4.03E-03</td><td>5.61E-03</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>D6</td><td colspan="2">北防护门外 30cm（医患通道）</td><td>5.70E-03</td><td>1.47E-02</td><td>2.04E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>E6</td><td colspan="2">北防护墙外 30cm（医患通道）</td><td>1.12E-03</td><td>2.88E-03</td><td>4.00E-03</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>F6</td><td colspan="2">西防护门外 30cm（控制室）</td><td>7.98E-03</td><td>2.06E-02</td><td>2.85E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>G6</td><td colspan="2">西观察窗外 30cm（控制室）</td><td>1.65E-02</td><td>4.25E-02</td><td>5.91E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>H6</td><td colspan="2">西防护墙外 30cm（控制室）</td><td>3.12E-03</td><td>8.00E-03</td><td>1.11E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>I6</td><td colspan="2">西防护墙外30cm（设备间）</td><td>3.06E-03</td><td>7.84E-03</td><td>1.09E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>J6</td><td colspan="2">南防护门外 30cm（污物通道）</td><td>1.59E-02</td><td>4.10E-02</td><td>5.70E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>K6</td><td colspan="2">机房上层房间距地面 100cm（病理科）</td><td>1.42E-03</td><td>4.43E-03</td><td>5.85E-03</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>L6</td><td colspan="2">机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）</td><td>1.73E-03</td><td>3.64E-03</td><td>5.37E-03</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td colspan="8">DSA07 手术室透视模式</td></tr>
<tr><td>--</td><td>第一手术位</td><td>铅衣内</td><td>11.00</td><td>14.31</td><td>25.31</td><td>--</td><td>--</td></tr>
<tr><td>--</td><td>第二手术位</td><td>铅衣内</td><td>16.98</td><td>22.07</td><td>39.05</td><td>--</td><td>--</td></tr>
<tr><td>A7</td><td colspan="2">南防护墙外 30cm（污物通道）</td><td>6.67E-06</td><td>8.68E-06</td><td>1.54E-05</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>B7</td><td colspan="2">东防护墙外 30cm（仪器库）</td><td>7.62E-06</td><td>9.90E-06</td><td>1.75E-05</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>C7</td><td colspan="2">东防护墙外 30cm（无菌库）</td><td>8.12E-06</td><td>1.06E-05</td><td>1.87E-05</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>D7</td><td colspan="2">北防护墙外 30cm（医患通道）</td><td>1.02E-05</td><td>1.33E-05</td><td>2.35E-05</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>E7</td><td colspan="2">北防护门外 30cm（医患通道）</td><td>1.73E-05</td><td>2.26E-05</td><td>3.99E-05</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>F7</td><td colspan="2">西防护门外 30cm（控制室）</td><td>1.08E-05</td><td>1.40E-05</td><td>2.48E-05</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>G7</td><td colspan="2">西防护墙外 30cm（控制室）</td><td>1.22E-05</td><td>1.59E-05</td><td>2.81E-05</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>H7</td><td colspan="2">西观察窗外 30cm（控制室）</td><td>1.28E-05</td><td>1.67E-05</td><td>2.95E-05</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>I7</td><td colspan="2">西防护墙外 30cm（设备间）</td><td>9.85E-06</td><td>1.28E-05</td><td>2.27E-05</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
</table>

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

<table>
<tr><td rowspan="2">关注点</td><td rowspan="2" colspan="2">点位描述</td><td colspan="3">剂量率预测结果（μSv/h）</td><td rowspan="2">标准要求（μSv/h）</td><td rowspan="2">是否符合要求</td></tr>
<tr><td>泄漏辐射</td><td>散射辐射</td><td>合计</td></tr>
<tr><td colspan="8">DSA07 手术室透视模式</td></tr>
<tr><td>J7</td><td colspan="2">南防护门外 30cm（污物通道）</td><td>5.92E-06</td><td>7.69E-06</td><td>1.36E-05</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>K7</td><td colspan="2">机房上层房间距地面 100cm（净化机房）</td><td>7.40E-07</td><td>1.17E-06</td><td>1.91E-06</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>L7</td><td colspan="2">机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）</td><td>1.60E-06</td><td>1.61E-06</td><td>3.21E-06</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td colspan="8">DSA07 手术室摄影模式</td></tr>
<tr><td>A7</td><td colspan="2">南防护墙外 30cm（污物通道）</td><td>6.49E-03</td><td>1.67E-02</td><td>2.32E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>B7</td><td colspan="2">东防护墙外 30cm（仪器库）</td><td>7.41E-03</td><td>1.91E-02</td><td>2.65E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>C7</td><td colspan="2">东防护墙外 30cm（无菌库）</td><td>7.90E-03</td><td>2.03E-02</td><td>2.82E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>D7</td><td colspan="2">北防护墙外 30cm（医患通道）</td><td>9.93E-03</td><td>2.56E-02</td><td>3.55E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>E7</td><td colspan="2">北防护门外 30cm（医患通道）</td><td>1.69E-02</td><td>4.34E-02</td><td>6.03E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>F7</td><td colspan="2">西防护门外 30cm（控制室）</td><td>1.05E-02</td><td>2.70E-02</td><td>3.74E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>G7</td><td colspan="2">西防护墙外 30cm（控制室）</td><td>1.19E-02</td><td>3.05E-02</td><td>4.24E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>H7</td><td colspan="2">西观察窗外 30cm（控制室）</td><td>1.25E-02</td><td>3.21E-02</td><td>4.46E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>I7</td><td colspan="2">西防护墙外30cm（设备间）</td><td>9.58E-03</td><td>2.47E-02</td><td>3.42E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>J7</td><td colspan="2">南防护门外 30cm（污物通道）</td><td>5.76E-03</td><td>1.48E-02</td><td>2.06E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>K7</td><td colspan="2">机房上层房间距地面 100cm（净化机房）</td><td>1.42E-03</td><td>4.43E-03</td><td>5.85E-03</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>L7</td><td colspan="2">机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）</td><td>3.08E-03</td><td>6.08E-03</td><td>9.15E-03</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td colspan="8">DSA08 手术室透视模式</td></tr>
<tr><td>--</td><td>第一手术位</td><td>铅衣内</td><td>11.00</td><td>14.31</td><td>25.31</td><td>--</td><td>--</td></tr>
<tr><td>--</td><td>第二手术位</td><td>铅衣内</td><td>16.98</td><td>22.07</td><td>39.05</td><td>--</td><td>--</td></tr>
<tr><td>A8</td><td colspan="2">南防护墙外 30cm（污物通道）</td><td>6.67E-06</td><td>8.68E-06</td><td>1.54E-05</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>B8</td><td colspan="2">东防护墙外 30cm（设备间）</td><td>8.21E-06</td><td>1.07E-05</td><td>1.89E-05</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>C8</td><td colspan="2">东观察窗外 30cm（控制室）</td><td>1.17E-05</td><td>1.52E-05</td><td>2.68E-05</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>D8</td><td colspan="2">东防护墙外 30cm（控制室）</td><td>1.11E-05</td><td>1.45E-05</td><td>2.56E-05</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
</table>

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

<table>
<tr><th rowspan="2">关注点</th><th rowspan="2" colspan="2">点位描述</th><th colspan="3">剂量率预测结果（μSv/h）</th><th rowspan="2">标准要求（μSv/h）</th><th rowspan="2">是否符合要求</th></tr>
<tr><th>泄漏辐射</th><th>散射辐射</th><th>合计</th></tr>
<tr><td colspan="8">DSA08 手术室透视模式</td></tr>
<tr><td>E8</td><td colspan="2">东防护门外 30cm（控制室）</td><td>9.62E-06</td><td>1.25E-05</td><td>2.21E-05</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>F8</td><td colspan="2">北防护墙外 30cm（医患通道）</td><td>1.30E-05</td><td>1.70E-05</td><td>3.00E-05</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>G8</td><td colspan="2">北防护门外 30cm（医患通道）</td><td>1.73E-05</td><td>2.26E-05</td><td>3.99E-05</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>H8</td><td colspan="2">西防护墙外 30cm（医患通道）</td><td>8.61E-06</td><td>1.12E-05</td><td>1.98E-05</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>I8</td><td colspan="2">南防护门外 30cm（污物通道）</td><td>5.97E-06</td><td>7.76E-06</td><td>1.37E-05</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>J8</td><td colspan="2">机房上层房间距地面 100cm（净化机房）</td><td>7.40E-07</td><td>1.17E-06</td><td>1.91E-06</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>K8</td><td colspan="2">机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）</td><td>1.60E-06</td><td>1.61E-06</td><td>3.21E-06</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td colspan="8">DSA08 手术室摄影模式</td></tr>
<tr><td>A8</td><td colspan="2">南防护墙外 30cm（污物通道）</td><td>6.49E-03</td><td>1.67E-02</td><td>2.32E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>B8</td><td colspan="2">东防护墙外 30cm（设备间）</td><td>7.98E-03</td><td>2.06E-02</td><td>2.85E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>C8</td><td colspan="2">东观察窗外 30cm（控制室）</td><td>1.14E-02</td><td>2.92E-02</td><td>4.06E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>D8</td><td colspan="2">东防护墙外 30cm（控制室）</td><td>1.08E-02</td><td>2.79E-02</td><td>3.87E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>E8</td><td colspan="2">东防护门外 30cm（控制室）</td><td>9.36E-03</td><td>2.41E-02</td><td>3.34E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>F8</td><td colspan="2">北防护墙外 30cm（医患通道）</td><td>1.27E-02</td><td>3.27E-02</td><td>4.54E-02</td><td>1.25[1)]</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>G8</td><td colspan="2">北防护门外 30cm（医患通道）</td><td>1.69E-02</td><td>4.34E-02</td><td>6.03E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>H8</td><td colspan="2">西防护墙外 30cm（医患通道）</td><td>8.38E-03</td><td>2.16E-02</td><td>2.99E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>I8</td><td colspan="2">南防护门外 30cm（污物通道）</td><td>5.81E-03</td><td>1.50E-02</td><td>2.08E-02</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>J8</td><td colspan="2">机房上层房间距地面 100cm（净化机房）</td><td>1.42E-03</td><td>4.43E-03</td><td>5.85E-03</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>K8</td><td colspan="2">机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）</td><td>3.08E-03</td><td>6.08E-03</td><td>9.15E-03</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
<tr><td colspan="8">DSA09 手术室透视模式</td></tr>
<tr><td>--</td><td>第一手术位</td><td>铅衣内</td><td>11.00</td><td>14.31</td><td>25.31</td><td>--</td><td>--</td></tr>
<tr><td>--</td><td>第二手术位</td><td>铅衣内</td><td>16.98</td><td>22.07</td><td>39.05</td><td>--</td><td>--</td></tr>
<tr><td>A9</td><td colspan="2">南防护墙外 30cm（医患通道）</td><td>1.09E-05</td><td>1.37E-05</td><td>2.46E-05</td><td>2.5</td><td>符合</td></tr>
</table>

续表 11-17　　各 DSA 手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述	剂量率预测结果（μSv/h）			标准要求（μSv/h）	是否符合要求
		泄漏辐射	散射辐射	合计		
DSA09 手术室透视模式						
B9	东南防护墙外 30cm（控制室）	**5.04E-06**	**8.91E-06**	**1.39E-05**	2.5	符合
C9	东南观察窗外 30cm（控制室）	**4.82E-06**	**8.82E-06**	**1.36E-05**	2.5	符合
D9	东防护墙外 30cm（MRI 检查室）	**3.90E-06**	**9.18E-06**	**1.31E-05**	2.5	符合
E9	东防护门外 30cm（MRI 检查室）	**3.80E-06**	**9.24E-06**	**1.30E-05**	2.5	符合
F9	北防护门外 30cm（污物通道）	**5.67E-06**	**1.19E-05**	**1.76E-05**	2.5	符合
G9	北防护墙外 30cm（污物通道）	**9.11E-06**	**1.33E-05**	**2.24E-05**	2.5	符合
H9	西防护墙外 30cm（医患通道）	**1.51E-05**	**1.12E-05**	**2.63E-05**	2.5	符合
I9	**南防护门外30cm（医患通道）**	**1.07E-05**	**1.35E-05**	**2.42E-05**	1.25[1)]	符合
J9	机房上层房间距地面 100cm（净化机房）	**7.40E-07**	**1.17E-06**	**1.91E-06**	2.5	符合
K9	机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）	**1.60E-06**	**1.61E-06**	**3.21E-06**	2.5	符合
DSA09 手术室摄影模式						
A9	**南防护墙外 30cm（医患通道）**	**1.06E-03**	**2.63E-02**	**3.69E-02**	2.5	符合
B9	东南防护墙外 30cm（控制室）	**4.91E-03**	**1.72E-02**	**2.21E-02**	2.5	符合
C9	东南观察窗外 30cm（控制室）	**4.69E-03**	**1.70E-02**	**2.17E-02**	2.5	符合
D9	东防护墙外 30cm（MRI 检查室）	**3.80E-03**	**1.77E-02**	**2.15E-02**	2.5	符合
E9	东防护门外 30cm（MRI 检查室）	**3.69E-03**	**1.78E-02**	**2.15E-02**	2.5	符合
F9	北防护门外 30cm（污物通道）	**5.51E-03**	**2.30E-02**	**2.85E-02**	2.5	符合
G9	北防护墙外 30cm（污物通道）	**8.86E-03**	**2.57E-02**	**3.45E-02**	2.5	符合
H9	西防护墙外 30cm（医患通道）	**1.47E-02**	**2.16E-02**	**3.63E-02**	2.5	符合
I9	**南防护门外 30cm（医患通道）**	**1.04E-02**	**2.61E-02**	**3.65E-02**	1.25[1)]	符合
J9	机房上层房间距地面 100cm（净化机房）	**1.42E-03**	**4.43E-03**	**5.85E-03**	2.5	符合

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述		剂量率预测结果（μSv/h）			标准要求（μSv/h）	是否符合要求
			泄漏辐射	散射辐射	合计		
DSA09 手术室摄影模式							
K9	机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）		**3.08E-03**	**6.08E-03**	**9.15E-03**	2.5	符合
DSA10 手术室透视模式							
--	第一手术位	铅衣内	**11.00**	**14.31**	**25.31**	--	--
--	第二手术位	铅衣内	**16.98**	**22.07**	**39.05**	--	--
A10	南防护墙外 30cm（导诊、保洁更衣室）		**1.59E-06**	**2.07E-06**	**3.66E-06**	2.5	符合
B10	东防护墙外 30cm（女护士更衣室）		**6.21E-07**	**8.08E-07**	**1.43E-06**	2.5	符合
C10	东防护墙外 30cm（缓冲室）		**6.52E-07**	**8.47E-07**	**1.50E-06**	2.5	符合
D10	东平开门外 30cm（缓冲室）		**7.09E-06**	**9.21E-06**	**1.63E-05**	2.5	符合
E10	东防护墙外 30cm（患者缓冲区）		**7.22E-07**	**9.39E-07**	**1.66E-06**	2.5	符合
F10	东电动推拉门外 30cm（患者缓冲区）		**5.20E-06**	**6.76E-06**	**1.20E-05**	2.5	符合
G10	北防护墙外 30cm(医患通道）		**5.50E-07**	**7.15E-07**	**1.26E-06**	2.5	符合
H10	西防护门外 30cm（控制室）		**7.97E-06**	**1.04E-05**	**1.83E-05**	2.5	符合
I10	西防护墙外 30cm（控制室）		**8.50E-07**	**1.11E-06**	**1.96E-06**	2.5	符合
J10	西观察窗外 30cm（控制室）		**1.32E-05**	**1.71E-05**	**3.03E-05**	2.5	符合
K10	东防护墙外 30cm（设备间）		**1.63E-06**	**2.11E-06**	**3.74E-06**	2.5	符合
L10	东防护墙外 30cm（就餐休息室）		**1.20E-06**	**1.55E-06**	**2.75E-06**	2.5	符合
M10	机房上层房间距地面 100cm（急诊留观区）		**4.92E-07**	**7.50E-07**	**1.24E-06**	2.5	符合
N10	机房下层房间距地面 170cm（地下车库）		**9.40E-07**	**9.99E-07**	**1.94E-06**	2.5	符合
DSA10 手术室摄影模式							
A10	南防护墙外 30cm（导诊、保洁更衣室）		**2.91E-03**	**7.45E-03**	**1.04E-02**	2.5	符合

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述		剂量率预测结果（μSv/h）			标准要求（μSv/h）	是否符合要求
			泄漏辐射	散射辐射	合计		
DSA10 手术室摄影模式							
B10	东防护墙外 30cm（女护士更衣室）		**1.13E-03**	**2.91E-03**	**4.04E-03**	2.5	符合
C10	东防护墙外 30cm（缓冲室）		**1.19E-03**	**3.05E-03**	**4.24E-03**	2.5	符合
D10	东平开门外 30cm（缓冲室）		**6.89E-03**	**1.77E-02**	**2.46E-02**	2.5	符合
E10	东防护墙外 30cm（患者缓冲区）		**1.32E-03**	**3.38E-03**	**4.70E-03**	2.5	符合
F10	东电动推拉门外 30cm（患者缓冲区）		**5.06E-03**	**1.30E-02**	**1.81E-02**	2.5	符合
G10	北防护墙外 30cm(医患通道）		**1.00E-03**	**2.57E-03**	**3.57E-03**	2.5	符合
H10	西防护门外 30cm（控制室）		**7.76E-03**	**2.00E-02**	**2.77E-02**	2.5	符合
I10	西防护墙外 30cm（控制室）		**1.55E-03**	**3.98E-03**	**5.53E-03**	2.5	符合
J10	西观察窗外 30cm（控制室）		**1.28E-02**	**3.30E-02**	**4.58E-02**	2.5	符合
K10	东防护墙外 30cm（设备间）		**2.97E-03**	**7.60E-03**	**1.06E-02**	2.5	符合
L10	东防护墙外 30cm（就餐休息室）		**2.18E-03**	**5.59E-03**	**7.77E-03**	2.5	符合
M10	机房上层房间距地面 100cm（急诊留观区）		**9.44E-04**	**2.84E-03**	**3.78E-03**	2.5	符合
N10	机房下层房间距地面 170cm（地下车库）		**1.80E-03**	**3.78E-03**	**5.58E-03**	2.5	符合
DSA11 手术室透视模式							
--	第一手术位	铅衣内	**11.00**	**14.31**	**25.31**	--	--
--	第二手术位	铅衣内	**16.98**	**22.07**	**39.05**	--	--
A11	南防护墙外 30cm（控制室）		**6.82E-07**	**8.87E-07**	**1.57E-06**	2.5	符合
B11	南观察窗外 30cm（控制室）		**6.72E-06**	**8.73E-06**	**1.55E-05**	2.5	符合
C11	东防护墙外 30cm(污物通道）		**1.79E-06**	**2.32E-06**	**4.11E-06**	2.5	符合
D11	东防护门外 30cm(污物通道）		**1.74E-05**	**2.27E-05**	**4.01E-05**	2.5	符合
E11	北防护墙外 30cm(污物通道）		**1.78E-06**	**2.31E-06**	**4.08E-06**	2.5	符合
F11	西防护墙外 30cm（患者缓冲区）		**1.68E-06**	**2.18E-06**	**3.85E-06**	2.5	符合

续表11-17　　各DSA手术室各关注点辐射剂量率预测结果一览表

关注点	点位描述	剂量率预测结果（μSv/h）			标准要求（μSv/h）	是否符合要求
		泄漏辐射	散射辐射	合计		
DSA11 手术室透视模式						
G11	西防护墙外 30cm(医患通道)	**1.44E-06**	**1.88E-06**	**3.32E-06**	2.5	符合
H11	西防护门外 30cm(医患通道)	**9.29E-06**	**1.21E-05**	**2.14E-05**	2.5	符合
I11	南防护墙外30cm（控制室）	**6.45E-07**	**8.39E-07**	**1.48E-06**	2.5	符合
J11	南防护门外 30cm（控制室）	**6.76E-06**	**8.79E-06**	**1.56E-05**	2.5	符合
K11	机房上层房间距地面 100cm（ICU-6）	**2.31E-07**	**3.65E-07**	**5.96E-07**	2.5	符合
L11	机房下层房间距地面 170cm（ICU-3）	**5.00E-07**	**5.01E-07**	**1.00E-06**	2.5	符合
DSA11 手术室摄影模式						
A11	南防护墙外 30cm（控制室）	**1.24E-03**	**3.19E-03**	**4.44E-03**	2.5	符合
B11	南观察窗外 30cm（控制室）	**6.54E-03**	**1.68E-02**	**2.34E-02**	2.5	符合
C11	东防护墙外 30cm(污物通道)	**3.26E-03**	**8.35E-03**	**1.16E-02**	2.5	符合
D11	东防护门外 30cm(污物通道)	**1.70E-02**	**4.37E-02**	**6.06E-02**	2.5	符合
E11	北防护墙外 30cm(污物通道)	**3.24E-03**	**8.30E-03**	**1.15E-02**	2.5	符合
F11	西防护墙外 30cm（患者缓冲区）	**3.06E-03**	**7.84E-03**	**1.09E-02**	2.5	符合
G11	西防护墙外 30cm(医患通道)	**2.63E-03**	**6.75E-03**	**9.38E-03**	2.5	符合
H11	西防护门外 30cm(医患通道)	**9.03E-03**	**2.33E-02**	**3.23E-02**	2.5	符合
I11	南防护墙外30cm（控制室）	**1.18E-04**	**3.02E-03**	**4.20E-03**	2.5	符合
J11	南防护门外 30cm（控制室）	**6.58E-03**	**1.69E-02**	**2.35E-02**	2.5	符合
K11	机房上层房间距地面 100cm（ICU-6）	**6.10E-04**	**1.90E-03**	**2.51E-03**	2.5	符合
L11	机房下层房间距地面 170cm（ICU-3）	**1.32E-03**	**2.60E-03**	**3.92E-03**	2.5	符合

注：1）两间机房共同关注点剂量率控制水平各取一半。

根据计算结果可知，本项目各 DSA 装置在运行期间，各机房关注点周围剂量当量率符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中透视模式下，屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5μSv/h 的要求，同时满足医院制定的机房外周围剂量当量率控制目

标值≤2.5μSv/h 的要求。

11.2.2.3 人员辐射影响分析

本项目X-γ射线产生的外照射致人年有效剂量计算公式如下：

$$E_r = H_r \times t \times T \times 10^{-3}$$ （式11-22）

式中：

E_r—X-γ 射线外照射年有效剂量，mSv；

H_r—X-γ 辐射周围剂量当量率，μSv/h；

t—X-γ 照射时间，h；

T—居留因子，具体数值见表 11-18。

表 11-18　　居留因子的选取

场所	居留因子（T）		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊区及周边建筑物中的驻留区
部分停留	1/4	1/2-1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8：各治疗室房门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

注：居留因子选取参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）表 A.1

依据上述（公式 11-22、表 11-17、表 11-18）对项目运行后职业人员、公众的个人剂量估算结果见表 11-19 所示。

表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA01手术室								
--	第一手术位	职业人员	1	**25.31**	100	透视	**2.53**	5
--	第二手术位	职业人员	1	**39.05**	100	透视	**3.91**	5

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA01手术室								
A1	南防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**3.04E-06**	200	透视	**1.07E-04**	0.1
				8.58E-03	50	摄影		
B1	东防护墙外 30cm（设备间）	公众人员	1/16	**1.61E-06**	200	透视	**1.42E-05**	0.1
				4.54E-03	50	摄影		
C1	东防护墙外 30cm（配电间）	公众人员	1/16	**1.66E-06**	200	透视	**1.46E-05**	0.1
				4.68E-03	50	摄影		
D1	东防护墙外 30cm（无菌库）	公众人员	1/16	**1.37E-06**	200	透视	**1.21E-05**	0.1
				3.88E-03	50	摄影		
E1	北平开门外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**8.40E-06**	200	透视	**1.59E-04**	0.1
				1.27E-02	50	摄影		
F1	北电动推拉门外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.08E-05**	200	透视	**2.05E-04**	0.1
				1.64E-02	50	摄影		
G1	北防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.12E-06**	200	透视	**3.98E-05**	0.1
				3.18E-03	50	摄影		
H1	西防护门外 30cm（控制室）	职业人员	1	**2.43E-05**	200	透视	**1.84E-03**	5
				3.67E-02	50	摄影		
I1	西观察窗外 30cm（控制室）	职业人员	1	**3.62E-05**	200	透视	**2.74E-03**	5
				5.47E-02	50	摄影		
J1	西防护墙外 30cm（控制室）	职业人员	1	**3.82E-06**	200	透视	**5.40E-04**	5
				1.08E-02	50	摄影		
K1	西防护墙外 30cm（值班室）	公众人员	1	**3.85E-06**	200	透视	**5.46E-04**	0.1
				1.09E-02	50	摄影		
L1	南防护门外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.96E-05**	200	透视	**5.61E-04**	0.1
				4.48E-02	50	摄影		

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA01手术室								
M1	机房上层房间距地面100cm（病理科）	公众人员	1	**1.91E-06**	200	透视	**2.93E-04**	0.1
				5.85E-03	50	摄影		
N1	机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）	公众人员	1	**1.86E-06**	200	透视	**2.69E-04**	0.1
				5.37E-03	50	摄影		
DSA02手术室								
--	第一手术位	职业人员	1	**25.31**	100	透视	**2.53**	5
--	第二手术位	职业人员	1	**39.05**	100	透视	**3.91**	5
A2	南防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**3.03E-05**	200	透视	**1.07E-04**	0.1
				4.58E-02	50	摄影		
B2	南防护门外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.88E-05**	200	透视	**5.46E-04**	0.1
				4.36E-02	50	摄影		
C2	东防护墙外 30cm（设备间）	公众人员	1/16	**3.30E-05**	200	透视	**2.92E-05**	0.1
				4.98E-02	50	摄影		
D2	东防护墙外 30cm（控制室）	职业人员	1	**3.28E-05**	200	透视	**4.65E-04**	5
				4.96E-02	50	摄影		
E2	东观察窗外 30cm（控制室）	职业人员	1	**3.13E-05**	200	透视	**2.37E-03**	5
				4.73E-02	50	摄影		
F2	东防护门外 30cm（控制室）	职业人员	1	**2.19E-05**	200	透视	**1.66E-03**	5
				3.32E-02	50	摄影		
G2	北电动推拉门外30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.11E-05**	200	透视	**2.11E-04**	0.1
				1.69E-02	50	摄影		
H2	北防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.12E-05**	200	透视	**3.98E-05**	0.1
				1.69E-02	50	摄影		

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA02手术室								
I2	北平开门外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**9.49E-06**	200	透视	**1.80E-04**	0.1
				1.44E-02	50	摄影		
J2	西防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**9.00E-06**	200	透视	**3.19E-05**	0.1
				1.36E-02	50	摄影		
K2	西防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.81E-05**	200	透视	**6.41E-05**	0.1
				2.73E-02	50	摄影		
L2	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	公众人员	1	**1.91E-06**	200	透视	**2.93E-04**	0.1
				5.85E-03	50	摄影		
M2	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	公众人员	1	**1.86E-06**	200	透视	**2.69E-04**	0.1
				5.37E-03	50	摄影		
DSA03手术室								
--	第一手术位	职业人员	1	**25.31**	100	透视	**2.53**	5
--	第二手术位	职业人员	1	**39.05**	100	透视	**3.91**	5
A3	南防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**9.95E-06**	200	透视	**3.53E-05**	0.1
				1.50E-02	50	摄影		
B3	南防护门外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**9.90E-06**	200	透视	**1.88E-04**	0.1
				1.50E-02	50	摄影		
C3	东防护门外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.32E-05**	200	透视	**1.00E-03**	5
				2.00E-02	50	摄影		
D3	东防护墙外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.99E-05**	200	透视	**2.82E-04**	5
				3.00E-02	50	摄影		
E3	东观察窗外 30cm（控制室）	职业人员	1	**2.88E-05**	200	透视	**2.18E-03**	5
				4.36E-02	50	摄影		

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA03手术室								
F3	东防护墙外 30cm（设备间）	公众人员	1/16	**3.30E-05**	200	透视	**2.92E-05**	0.1
				4.98E-02	50	摄影		
G3	北防护门外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.48E-05**	200	透视	**4.69E-04**	0.1
				3.74E-02	50	摄影		
H3	北防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.58E-05**	200	透视	**9.16E-05**	0.1
				3.91E-02	50	摄影		
I3	西防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**1.53E-05**	200	透视	**5.41E-05**	0.1
				2.31E-02	50	摄影		
J3	西防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.92E-05**	200	透视	**1.04E-04**	0.1
				4.41E-02	50	摄影		
K3	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	公众人员	1	**1.91E-06**	200	透视	**2.93E-04**	0.1
				5.85E-03	50	摄影		
L3	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	公众人员	1	**1.86E-06**	200	透视	**2.69E-04**	0.1
				5.37E-03	50	摄影		
DSA04手术室								
--	第一手术位	职业人员	1	**25.31**	100	透视	**2.53**	5
--	第二手术位	职业人员	1	**39.05**	100	透视	**3.91**	5
A4	南防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**9.95E-06**	200	透视	**3.53E-05**	0.1
				1.50E-02	50	摄影		
B4	南防护门外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**8.95E-06**	200	透视	**1.70E-04**	0.1
				1.35E-02	50	摄影		
C4	东防护墙外 30cm（铅衣存放库房）	公众人员	1/16	**1.09E-05**	200	透视	**9.67E-06**	0.1
				1.65E-02	50	摄影		

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA04手术室								
D4	东防护墙外 30cm（耗材库）	公众人员	1/16	**1.65E-05**	200	透视	**1.46E-05**	0.1
				2.50E-02	50	摄影		
E4	东防护墙外 30cm（洁具间）	公众人员	1/16	**1.60E-05**	200	透视	**1.42E-05**	0.1
				2.41E-02	50	摄影		
F4	北防护门外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.00E-05**	200	透视	**3.79E-04**	0.1
				3.03E-02	50	摄影		
G4	北防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.58E-05**	200	透视	**9.16E-05**	0.1
				3.91E-02	50	摄影		
H4	西防护墙外 30cm（设备间）	公众人员	1/16	**3.85E-05**	200	透视	**3.41E-05**	0.1
				5.82E-02	50	摄影		
I4	西观察窗外 30cm（控制室）	职业人员	1	**3.36E-05**	200	透视	**2.55E-03**	5
				5.08E-02	50	摄影		
J4	西防护墙外 30cm（控制室）	职业人员	1	**2.16E-05**	200	透视	**3.06E-04**	5
				3.27E-02	50	摄影		
K4	西防护门外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.40E-05**	200	透视	**1.06E-03**	5
				2.12E-02	50	摄影		
L4	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	公众人员	1	**1.91E-06**	200	透视	**2.93E-04**	0.1
				5.85E-03	50	摄影		
M4	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	公众人员	1	**1.86E-06**	200	透视	**2.69E-04**	0.1
				5.37E-03	50	摄影		
DSA05手术室								
--	第一手术位	职业人员	1	**25.31**	100	透视	**2.53**	5
--	第二手术位	职业人员	1	**39.05**	100	透视	**3.91**	5

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA05手术室								
A5	南防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**3.81E-05**	200	透视	**1.35E-04**	0.1
				5.76E-02	50	摄影		
B5	东防护墙外 30cm（设备间）	公众人员	1/16	**4.28E-05**	200	透视	**3.79E-05**	0.1
				6.47E-02	50	摄影		
C5	东防护墙外 30cm（控制室）	职业人员	1	**4.37E-05**	200	透视	**6.20E-04**	5
				6.61E-02	50	摄影		
D5	东观察窗外 30cm（控制室）	职业人员	1	**4.35E-05**	200	透视	**3.30E-03**	5
				6.58E-02	50	摄影		
E5	东防护门外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.99E-05**	200	透视	**1.51E-03**	0.1
				3.00E-02	50	摄影		
F5	北防护门外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.40E-05**	200	透视	**2.66E-04**	0.1
				2.12E-02	50	摄影		
G5	北防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.41E-05**	200	透视	**5.01E-05**	0.1
				2.14E-02	50	摄影		
H5	西防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.81E-05**	200	透视	**6.41E-05**	0.1
				2.73E-02	50	摄影		
I5	南防护门外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.48E-05**	200	透视	**4.69E-04**	0.1
				3.74E-02	50	摄影		
J5	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	公众人员	1	**1.91E-06**	200	透视	**2.93E-04**	0.1
				5.85E-03	50	摄影		
K5	机房下层房间距地面 170cm（放射影像中心）	公众人员	1	**1.86E-06**	200	透视	**2.69E-04**	0.1
				5.37E-03	50	摄影		
DSA06手术室								
--	第一手术位	职业人员	1	**25.31**	100	透视	**2.53**	5

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA06手术室								
--	第二手术位	职业人员	1	**39.05**	100	透视	**3.91**	5
A6	南防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**3.81E-05**	200	透视	**1.35E-04**	0.1
				5.76E-02	50	摄影		
B6	东防护墙外 30cm（污物暂存间）	公众人员	1/16	**1.90E-05**	200	透视	**1.69E-05**	0.1
				2.87E-02	50	摄影		
C6	东防护墙外 30cm（无菌库）	公众人员	1/16	**1.98E-05**	200	透视	**1.76E-05**	0.1
				2.99E-02	50	摄影		
D6	北防护门外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.35E-05**	200	透视	**2.55E-04**	0.1
				2.04E-02	50	摄影		
E6	北防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.41E-05**	200	透视	**5.01E-05**	0.1
				2.14E-02	50	摄影		
F6	西防护门外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.89E-05**	200	透视	**1.43E-03**	5
				2.85E-02	50	摄影		
G6	西观察窗外 30cm（控制室）	职业人员	1	**3.91E-05**	200	透视	**2.96E-03**	5
				5.91E-02	50	摄影		
H6	西防护墙外 30cm（控制室）	职业人员	1	**3.93E-05**	200	透视	**5.57E-04**	5
				5.94E-02	50	摄影		
I6	西防护墙外 30cm（设备间）	公众人员	1/16	**3.85E-05**	200	透视	**3.41E-05**	0.1
				5.82E-02	50	摄影		
J6	南防护门外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**3.77E-05**	200	透视	**7.14E-04**	0.1
				5.70E-02	50	摄影		
K6	机房上层房间距地面 100cm（病理科）	公众人员	1	**1.91E-06**	200	透视	**2.93E-04**	0.1
				5.85E-03	50	摄影		

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

<table>
<tr><th>关注点</th><th>点位描述</th><th>人员类型</th><th>居留因子</th><th>辐射剂量率（μSv/h）</th><th>年照射时间（h）</th><th>工作模式</th><th>年有效剂量（mSv）</th><th>标准要求（mSv/a）</th></tr>
<tr><td colspan="9">DSA06手术室</td></tr>
<tr><td rowspan="2">L6</td><td rowspan="2">机房下层房间距地面170cm（放射影像中心）</td><td rowspan="2">公众人员</td><td rowspan="2">1</td><td><u>1.86E-06</u></td><td>200</td><td>透视</td><td rowspan="2"><u>2.69E-04</u></td><td rowspan="2">0.1</td></tr>
<tr><td><u>5.37E-03</u></td><td>50</td><td>摄影</td></tr>
<tr><td colspan="9">DSA07手术室</td></tr>
<tr><td>--</td><td>第一手术位</td><td>职业人员</td><td>1</td><td><u>25.31</u></td><td>100</td><td>透视</td><td><u>2.53</u></td><td>5</td></tr>
<tr><td>--</td><td>第二手术位</td><td>职业人员</td><td>1</td><td><u>39.05</u></td><td>100</td><td>透视</td><td><u>3.91</u></td><td>5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">A7</td><td rowspan="2">南防护墙外 30cm（污物通道）</td><td rowspan="2">公众人员</td><td rowspan="2">1/4</td><td><u>1.54E-05</u></td><td>200</td><td>透视</td><td rowspan="2"><u>2.91E-04</u></td><td rowspan="2">0.1</td></tr>
<tr><td><u>2.32E-02</u></td><td>50</td><td>摄影</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B7</td><td rowspan="2">东防护墙外 30cm（仪器库）</td><td rowspan="2">公众人员</td><td rowspan="2">1/16</td><td><u>1.75E-05</u></td><td>200</td><td>透视</td><td rowspan="2"><u>8.30E-05</u></td><td rowspan="2">0.1</td></tr>
<tr><td><u>2.65E-02</u></td><td>50</td><td>摄影</td></tr>
<tr><td rowspan="2">C7</td><td rowspan="2">东防护墙外 30cm（无菌库）</td><td rowspan="2">公众人员</td><td rowspan="2">1/16</td><td><u>1.87E-05</u></td><td>200</td><td>透视</td><td rowspan="2"><u>8.85E-05</u></td><td rowspan="2">0.1</td></tr>
<tr><td><u>2.82E-02</u></td><td>50</td><td>摄影</td></tr>
<tr><td rowspan="2">D7</td><td rowspan="2">北防护墙外 30cm（医患通道）</td><td rowspan="2">公众人员</td><td rowspan="2">1/4</td><td><u>2.35E-05</u></td><td>200</td><td>透视</td><td rowspan="2"><u>4.45E-04</u></td><td rowspan="2">0.1</td></tr>
<tr><td><u>3.55E-02</u></td><td>50</td><td>摄影</td></tr>
<tr><td rowspan="2">E7</td><td rowspan="2">北防护门外 30cm（医患通道）</td><td rowspan="2">公众人员</td><td rowspan="2">1/4</td><td><u>3.99E-05</u></td><td>200</td><td>透视</td><td rowspan="2"><u>7.56E-04</u></td><td rowspan="2">0.1</td></tr>
<tr><td><u>6.03E-02</u></td><td>50</td><td>摄影</td></tr>
<tr><td rowspan="2">F7</td><td rowspan="2">西防护门外 30cm（控制室）</td><td rowspan="2">职业人员</td><td rowspan="2">1</td><td><u>2.48E-05</u></td><td>200</td><td>透视</td><td rowspan="2"><u>1.88E-03</u></td><td rowspan="2">5</td></tr>
<tr><td><u>3.74E-02</u></td><td>50</td><td>摄影</td></tr>
<tr><td rowspan="2"><u>G7</u></td><td rowspan="2"><u>西防护墙外 30cm（控制室）</u></td><td rowspan="2">职业人员</td><td rowspan="2">1</td><td><u>2.81E-05</u></td><td>200</td><td>透视</td><td rowspan="2"><u>2.13E-03</u></td><td rowspan="2">5</td></tr>
<tr><td><u>4.24E-02</u></td><td>50</td><td>摄影</td></tr>
<tr><td rowspan="2"><u>H7</u></td><td rowspan="2"><u>西观察窗外 30cm（控制室）</u></td><td rowspan="2">职业人员</td><td rowspan="2">1</td><td><u>2.95E-05</u></td><td>200</td><td>透视</td><td rowspan="2"><u>2.23E-03</u></td><td rowspan="2">5</td></tr>
<tr><td><u>4.46E-02</u></td><td>50</td><td>摄影</td></tr>
<tr><td rowspan="2">I7</td><td rowspan="2">西防护墙外 30cm（设备间）</td><td rowspan="2">公众人员</td><td rowspan="2">1/16</td><td><u>2.27E-05</u></td><td>200</td><td>透视</td><td rowspan="2"><u>1.07E-04</u></td><td rowspan="2">0.1</td></tr>
<tr><td><u>3.42E-02</u></td><td>50</td><td>摄影</td></tr>
</table>

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA07手术室								
J7	南防护门外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**1.36E-05**	200	透视	**2.58E-04**	0.1
				2.06E-02	50	摄影		
K7	机房上层房间距地面 100cm（净化机房）	公众人员	1	**1.91E-06**	200	透视	**2.93E-04**	0.1
				5.85E-03	50	摄影		
L7	机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）	公众人员	1	**3.21E-06**	200	透视	**4.58E-04**	0.1
				9.15E-03	50	摄影		
DSA08手术室								
--	第一手术位	职业人员	1	**25.31**	100	透视	**2.53**	5
--	第二手术位	职业人员	1	**39.05**	100	透视	**3.91**	5
A8	南防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**1.54E-05**	200	透视	**2.91E-04**	0.1
				2.32E-02	50	摄影		
B8	东防护墙外 30cm（设备间）	公众人员	1/16	**1.89E-05**	200	透视	**8.94E-05**	0.1
				2.85E-02	50	摄影		
C8	**东观察窗外 30cm（控制室）**	职业人员	1	**2.68E-05**	200	透视	**2.04E-03**	5
				4.06E-02	50	摄影		
D8	**东防护墙外 30cm（控制室）**	职业人员	1	**2.56E-05**	200	透视	**1.94E-03**	5
				3.87E-02	50	摄影		
E8	东防护门外 30cm（控制室）	职业人员	1	**2.21E-05**	200	透视	**1.68E-03**	5
				3.34E-02	50	摄影		
F8	北防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**3.00E-05**	200	透视	**5.69E-04**	0.1
				4.54E-02	50	摄影		
G8	北防护门外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**3.99E-05**	200	透视	**7.56E-04**	0.1
				6.03E-02	50	摄影		

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA08手术室								
H8	西防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.98E-05**	200	透视	**3.75E-04**	0.1
				2.99E-02	50	摄影		
I8	南防护门外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**1.37E-05**	200	透视	**2.60E-04**	0.1
				2.08E-02	50	摄影		
J8	机房上层房间距地面 100cm（净化机房）	公众人员	1	**1.91E-06**	200	透视	**2.93E-04**	0.1
				5.85E-03	50	摄影		
K8	机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）	公众人员	1	**3.21E-06**	200	透视	**4.58E-04**	0.1
				9.15E-03	50	摄影		
DSA09手术室								
--	第一手术位	职业人员	1	**25.31**	100	透视	**2.53**	5
--	第二手术位	职业人员	1	**39.05**	100	透视	**3.91**	5
A9	**南防护墙外 30cm（医患通道）**	公众人员	1/4	**2.46E-05**	200	透视	**4.58E-04**	0.1
				3.69E-02	50	摄影		
B9	南防护门外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.39E-05**	200	透视	**2.99E-04**	0.1
				2.21E-02	50	摄影		
C9	东南防护墙外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.36E-05**	200	透视	**1.18E-03**	5
				2.17E-02	50	摄影		
D9	东南观察窗外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.31E-05**	200	透视	**1.23E-03**	5
				2.15E-02	50	摄影		
E9	东防护墙外 30cm（MRI 检查室）	公众人员	1/2	**1.30E-05**	200	透视	**6.19E-04**	0.1
				2.15E-02	50	摄影		
F9	东防护门外 30cm（MRI 检查室）	公众人员	1/2	**1.76E-05**	200	透视	**8.00E-04**	0.1
				2.85E-02	50	摄影		

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA09手术室								
G9	北防护门外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.24E-05**	200	透视	**4.47E-04**	0.1
				3.45E-02	50	摄影		
H9	北防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.63E-05**	200	透视	**3.75E-04**	0.1
				3.63E-02	50	摄影		
I9	**南防护门外 30cm（医患通道）**	公众人员	1/4	**2.42E-05**	200	透视	**4.54E-04**	0.1
				3.65E-02	50	摄影		
J9	机房上层房间距地面 100cm（净化机房）	公众人员	1	**1.91E-06**	200	透视	**2.93E-04**	0.1
				5.85E-03	50	摄影		
K9	机房下层房间距地面 170cm（消毒供应中心）	公众人员	1	**3.21E-06**	200	透视	**4.58E-04**	0.1
				9.15E-03	50	摄影		
DSA10手术室								
--	第一手术位	职业人员	1	**25.31**	100	透视	**2.53**	5
--	第二手术位	职业人员	1	**39.05**	100	透视	**3.91**	5
A10	南防护墙外 30cm（导诊、保洁更衣室）	公众人员	1/4	**3.66E-06**	200	透视	**1.30E-04**	0.1
				1.04E-02	50	摄影		
B10	东防护墙外 30cm（女护士更衣室）	公众人员	1/4	**1.43E-06**	200	透视	**5.06E-05**	0.1
				4.04E-03	50	摄影		
C10	东防护墙外 30cm（缓冲室）	公众人员	1/4	**1.50E-06**	200	透视	**5.30E-05**	0.1
				4.24E-03	50	摄影		
D10	东平开门外 30cm（缓冲室）	公众人员	1/4	**1.63E-05**	200	透视	**3.09E-04**	0.1
				2.46E-02	50	摄影		
E10	东防护墙外 30cm（患者缓冲区）	公众人员	1/4	**1.66E-06**	200	透视	**5.88E-05**	0.1
				4.70E-03	50	摄影		

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA10手术室								
F10	东电动推拉门外 30cm（患者缓冲区）	公众人员	1/4	**1.20E-05**	200	透视	**2.27E-04**	0.1
				1.81E-02	50	摄影		
G10	北防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.26E-06**	200	透视	**4.47E-05**	0.1
				3.57E-03	50	摄影		
H10	西防护门外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.83E-05**	200	透视	**1.39E-03**	5
				2.77E-02	50	摄影		
I10	西防护墙外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.96E-06**	200	透视	**2.77E-04**	5
				5.53E-03	50	摄影		
J10	西观察窗外 30cm（控制室）	职业人员	1	**3.03E-05**	200	透视	**2.30E-03**	5
				4.58E-02	50	摄影		
K10	东防护墙外 30cm（设备间）	公众人员	1/16	**3.74E-06**	200	透视	**3.31E-04**	0.1
				1.06E-02	50	摄影		
L10	东防护墙外 30cm（就餐休息室）	公众人员	1/4	**2.75E-06**	200	透视	**9.73E-05**	0.1
				7.77E-03	50	摄影		
M10	机房上层房间距地面 100cm（急诊留观区）	公众人员	1	**1.24E-06**	200	透视	**1.89E-04**	0.1
				3.78E-03	50	摄影		
N10	机房下层房间距地面 170cm（地下车库）	公众人员	1	**1.94E-06**	200	透视	**2.79E-04**	0.1
				5.58E-03	50	摄影		
DSA11手术室								
--	第一手术位	职业人员	1	**25.31**	100	透视	**2.53**	5
--	第二手术位	职业人员	1	**39.05**	100	透视	**3.91**	5
A11	南防护墙外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.57E-06**	200	透视	**2.22E-04**	5
				4.44E-03	50	摄影		
B11	南观察窗外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.55E-05**	200	透视	**1.17E-03**	5
				2.34E-02	50	摄影		

续表 11-19　　各 DSA 手术室周围人员年剂量率估算结果一览表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
DSA11手术室								
C11	东防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**4.11E-06**	200	透视	**1.45E-04**	0.1
				1.16E-02	50	摄影		
D11	东防护门外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**4.01E-05**	200	透视	**7.60E-04**	0.1
				6.06E-02	50	摄影		
E11	北防护墙外 30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**4.08E-06**	200	透视	**1.45E-04**	0.1
				1.15E-02	50	摄影		
F11	西防护墙外 30cm（患者缓冲区）	公众人员	1/4	**3.85E-06**	200	透视	**1.36E-04**	0.1
				1.09E-02	50	摄影		
G11	西防护墙外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**3.32E-06**	200	透视	**1.17E-04**	0.1
				9.38E-03	50	摄影		
H11	西防护门外 30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**2.14E-05**	200	透视	**4.05E-04**	0.1
				3.23E-02	50	摄影		
I11	南防护墙外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.48E-06**	200	透视	**2.10E-04**	5
				4.20E-03	50	摄影		
J11	南防护门外 30cm（控制室）	职业人员	1	**1.56E-05**	200	透视	**1.18E-03**	5
				2.35E-02	50	摄影		
K11	机房上层房间距地面 100cm（ICU-6）	公众人员	1	**5.96E-07**	200	透视	**1.25E-04**	0.1
				2.51E-03	50	摄影		
L11	机房下层房间距地面 170cm（ICU-3）	公众人员	1	**1.00E-06**	200	透视	**1.96E-04**	0.1
				3.92E-03	50	摄影		

注：本项目拟为 DSA 设备配置手术医生 2 组，轮流操作，则每组手术医生在透视模式下年照射时间为 125h。

由上表可知，项目运行后，各 DSA 手术室拟配备职业人员最大年剂量为 **3.91mSv/a，** 满足职业人员年剂量管理目标值（5mSv/a）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）对职业人员剂量限值（20mSv/a）的要求；机房周围公众年剂量最大为 **8.00E-04mSv/a**，满足公众成员年剂量管理目标值（0.1mSv/a）和《电离辐射防护与

辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）对公众成员剂量限值（1mSv/a）的要求。

11.2.2.4 共同关注点叠加辐射环境影响分析

根据本项目平面布置情况，本项目DSA01~06手术室存在共同关注点（H1/F2、I1/E2、J1/D2、F1/B4、G1/A4、G2/B3、H2/A3、C3/K4、D3/J4、E3/I4、H3/A5、G4/A6、C5/H6、D5/G6、E5/F6），DSA07~09手术室存在共同关注点（F7/E8、G7/D8、H7/C8、I7/B8、F8/I9），考虑设备运行后可能对共同关注点产生叠加影响，因此对叠加影响进行分析。

本次评价在对各共同关注点的周围剂量率参考水平进行计算时，各共同关注点剂量率参考控制水平均各取一半，经计算，各共同关注点周围剂量率均满足其参考控制水平，计算结果详见表11-20所示。

表 11-20　　机房周围共同关注点人员年叠加剂量率估算表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	标准要求（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
H1/F2	西防护门外30cm（控制室）	职业人员	1	**2.43E-05**	1.25[1)]	200	透视	**1.84E-03**	2.5[1)]
				3.67E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	东防护门外30cm（控制室）	职业人员	1	**2.19E-05**	1.25[1)]	200	透视	**1.66E-03**	2.5[1)]
				3.32E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**4.62E-05**	2.5	200	透视	**3.50E-03**	5
				6.99E-02	2.5	50	摄影		
I1/E2	西防护门外30cm（控制室）	职业人员	1	**3.62E-05**	1.25[1)]	200	透视	**2.74E-03**	2.5[1)]
				5.47E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	东防护门外30cm（控制室）	职业人员	1	**3.13E-05**	1.25[1)]	200	透视	**2.37E-03**	2.5[1)]
				4.73E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**6.75E-05**	2.5	200	透视	**5.11E-03**	5
				1.02E-01	2.5	50	摄影		
J1/D2	西防护墙外30cm（控制室）	职业人员	1	**3.82E-06**	1.25[1)]	200	透视	**5.40E-04**	2.5[1)]
				1.08E-02	1.25[1)]	50	摄影		

续表 11-20　　机房周围共同关注点人员年叠加剂量率估算表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	标准要求（μSv/h）	年照射时间(h)	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
J1/D2	东防护墙外30cm（控制室）	职业人员	1	**3.29E-06**	1.25[1)]	200	透视	**4.65E-04**	2.5[1)]
				9.29E-03	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**7.11E-06**	2.5	200	透视	**1.05E-03**	5
				2.01E-02	2.5	50	摄影		
F1/B4	北防护门外30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.08E-05**	1.25[1)]	200	透视	**2.05E-04**	0.05[1)]
				1.64E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	南防护门外30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**8.95E-06**	1.25[1)]	200	透视	**1.70E-04**	0.05[1)]
				1.35E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	公众人员	1/4	**1.98E-05**	2.5	200	透视	**3.75E-04**	0.1
				2.99E-02	2.5	50	摄影		
G1/A4	北防护墙外30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.12E-06**	1.25[1)]	200	透视	**3.98E-05**	0.05[1)]
				3.18E-03	1.25[1)]	50	摄影		
	南防护墙外30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**9.97E-07**	1.25[1)]	200	透视	**3.53E-05**	0.05[1)]
				2.82E-03	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	公众人员	1/4	**2.12E-06**	2.5	200	透视	**7.51E-05**	0.1
				6.00E-03	2.5	50	摄影		
G2/B3	北防护门外30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.11E-05**	1.25[1)]	200	透视	**2.11E-04**	0.05[1)]
				1.69E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	南防护门外30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**9.90E-06**	1.25[1)]	200	透视	**1.88E-04**	0.05[1)]
				1.50E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	公众人员	1/4	**2.10E-05**	2.5	200	透视	**3.99E-04**	0.1
				3.19E-02	2.5	50	摄影		
H2/A3	北防护墙外30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**1.12E-06**	1.25[1)]	200	透视	**3.98E-05**	0.05[1)]
				3.18E-03	1.25[1)]	50	摄影		

续表 11-20　　机房周围共同关注点人员年叠加剂量率估算表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	标准要求（μSv/h）	年照射时间(h)	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
H2/A3	南防护墙外30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**9.97E-07**	1.25[1)]	200	透视	**3.53E-05**	0.05[1)]
				2.82E-03	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	公众人员	1/4	**2.12E-06**	2.5	200	透视	**7.51E-05**	0.1
				6.00E-03	2.5	50	摄影		
C3/K4	东防护门外30cm（控制室）	职业人员	1	**1.32E-05**	1.25[1)]	200	透视	**1.00E-03**	2.5[1)]
				2.00E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	西防护门外30cm（控制室）	职业人员	1	**1.40E-05**	1.25[1)]	200	透视	**1.06E-03**	2.5[1)]
				2.12E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**2.72E-05**	2.5	200	透视	**2.06E-03**	5
				4.12E-02	2.5	50	摄影		
D3/J4	东防护墙外30cm（控制室）	职业人员	1	**1.99E-06**	1.25[1)]	200	透视	**2.82E-04**	2.5[1)]
				5.63E-03	1.25[1)]	50	摄影		
	西防护墙外30cm（控制室）	职业人员	1	**2.17E-06**	1.25[1)]	200	透视	**3.06E-04**	2.5[1)]
				6.12E-03	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**4.16E-06**	2.5	200	透视	**5.88E-04**	5
				1.18E-02	2.5	50	摄影		
E3/I4	东观察窗外30cm（控制室）	职业人员	1	**2.88E-05**	1.25[1)]	200	透视	**2.18E-03**	2.5[1)]
				4.36E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	西观察窗外30cm（控制室）	职业人员	1	**3.36E-05**	1.25[1)]	200	透视	**2.55E-03**	2.5[1)]
				5.08E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**6.24E-05**	2.5	200	透视	**4.73E-03**	5
				9.44E-02	2.5	50	摄影		
H3/A5	北防护墙外30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.59E-06**	1.25[1)]	200	透视	**9.16E-05**	0.05[1)]
				7.32E-03	1.25[1)]	50	摄影		

续表 11-20　机房周围共同关注点人员年叠加剂量率估算表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	标准要求（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
H3/A5	南防护墙外30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**3.82E-06**	1.25[1]	200	透视	**1.35E-04**	0.05[1]
				1.08E-02	1.25[1]	50	摄影		
	合计	公众人员	1/4	**6.41E-06**	2.5	200	透视	**2.27E-04**	0.1
				1.81E-02	2.5	50	摄影		
G4/A6	北防护墙30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**2.59E-06**	1.25[1]	200	透视	**9.16E-05**	0.05[1]
				7.32E-03	1.25[1]	50	摄影		
	南防护墙外30cm（污物通道）	公众人员	1/4	**3.82E-06**	1.25[1]	200	透视	**1.35E-04**	0.05[1]
				1.08E-02	1.25[1]	50	摄影		
	合计	公众人员	1/4	**6.41E-06**	2.5	200	透视	**2.27E-04**	0.1
				1.81E-02	2.5	50	摄影		
C5/H6	东防护墙外30cm（控制室）	职业人员	1	**4.38E-06**	1.25[1]	200	透视	**6.20E-04**	2.5[1]
				1.24E-02	1.25[1]	50	摄影		
	西防护墙外30cm（控制室）	职业人员	1	**3.94E-06**	1.25[1]	200	透视	**5.57E-04**	2.5[1]
				1.11E-02	1.25[1]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**8.32E-06**	2.5	200	透视	**1.18E-03**	5
				2.35E-02	2.5	50	摄影		
D5/G6	东观察窗外30cm（控制室）	职业人员	1	**4.35E-05**	1.25[1]	200	透视	**3.30E-03**	2.5[1]
				6.58E-02	1.25[1]	50	摄影		
	西观察窗外30cm（控制室）	职业人员	1	**3.91E-05**	1.25[1]	200	透视	**2.96E-03**	2.5[1]
				5.91E-02	1.25[1]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**8.26E-05**	2.5	200	透视	**6.26E-03**	5
				1.25E-02	2.5	50	摄影		
E5/F6	东防护门外30cm（控制室）	职业人员	1	**1.99E-05**	1.25[1]	200	透视	**1.51E-03**	2.5[1]
				3.00E-02	1.25[1]	50	摄影		

续表 11-20　　机房周围共同关注点人员年叠加剂量率估算表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	标准要求（μSv/h）	年照射时间(h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
E5/F6	西防护门外30cm（控制室）	职业人员	1	**1.89E-05**	1.25[1)]	200	透视	**1.43E-03**	2.5[1)]
				2.85E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**3.88E-05**	2.5	200	透视	**2.94E-03**	5
				5.85E-02	2.5	50	摄影		
F7/E8	西防护门外30cm（控制室）	职业人员	1	**2.48E-05**	1.25[1)]	200	透视	**1.88E-03**	2.5[1)]
				3.74E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	东防护门外30cm（控制室）	职业人员	1	**2.21E-05**	1.25[1)]	200	透视	**1.68E-03**	2.5[1)]
				3.34E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**4.69E-05**	2.5	200	透视	**3.56E-03**	5
				7.08E-02	2.5	50	摄影		
G7/D8	**西防护墙外30cm（控制室）**	职业人员	1	**2.81E-05**	1.25[1)]	200	透视	**2.13E-03**	2.5[1)]
				4.24E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	东防护墙外30cm（控制室）	职业人员	1	**2.56E-05**	1.25[1)]	200	透视	**1.94E-03**	2.5[1)]
				3.87E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**5.37E-05**	2.5	200	透视	**4.07E-03**	5
				8.11E-02	2.5	50	摄影		
H7/C8	**西观察窗外30cm（控制室）**	职业人员	1	**2.95E-05**	1.25[1)]	200	透视	**2.23E-03**	2.5[1)]
				4.46E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	东观察窗外30cm（控制室）	职业人员	1	**2.68E-05**	1.25[1)]	200	透视	**2.04E-03**	2.5[1)]
				4.06E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	职业人员	1	**5.63E-05**	2.5	200	透视	**4.27E-03**	5
				8.52E-02	2.5	50	摄影		
I7/B8	西防护墙外30cm（设备间）	公众人员	1/16	**2.27E-05**	1.25[1)]	200	透视	**1.07E-04**	0.05[1)]
				3.42E-02	1.25[1)]	50	摄影		

续表 11-20　　机房周围共同关注点人员年叠加剂量率估算表

关注点	点位描述	人员类型	居留因子	辐射剂量率（μSv/h）	标准要求（μSv/h）	年照射时间（h）	工作模式	年有效剂量（mSv）	标准要求（mSv/a）
I7/B8	东防护墙外30cm（设备间）	公众人员	1/16	**1.89E-05**	1.25[1)]	200	透视	**8.94E-05**	0.05[1)]
				2.85E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	公众人员	1/16	**4.16E-05**	2.5	200	透视	**1.96E-04**	0.1
				6.27E-02	2.5	50	摄影		
F8/I9	北防护门外30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**3.00E-05**	1.25[1)]	200	透视	**5.69E-04**	0.05[1)]
				4.54E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	南防护门外30cm（医患通道）	公众人员	1/4	**2.42E-05**	1.25[1)]	200	透视	**4.54E-04**	0.05[1)]
				3.65E-02	1.25[1)]	50	摄影		
	合计	公众人员	1/4	**5.42E-05**	2.5	200	透视	1.02E-03	0.1
				8.19E-02	2.5	50	摄影		

注：两间机房共同关注点剂量率控制水平各取一半。

根据计算结果可知，本项目各 DSA 装置在运行期间，各机房外共同关注点周围剂量当量率符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中透视模式下，屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5μSv/h 的要求，同时满足医院制定的机房外周围剂量当量率控制目标值≤2.5μSv/h 的要求；共同关注点处职业人员最大年剂量为 **6.26E-03mSv/a**，满足职业人员年剂量管理目标值（5mSv/a）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）对职业人员剂量限值（20mSv/a）的要求；机房周围公众年剂量最大为 **1.02E-03mSv/a**，满足公众成员年剂量管理目标值（0.1mSv/a）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）对公众成员剂量限值（1mSv/a）的要求。

11.2.3 其他保护目标辐射环境影响分析

50m评价范围内的其他保护目标均位于上述预测关注点离加速器机房更外的区域，根据辐射剂量率与距离平方成反比的原理，其所受辐射影响不大于靠近机房的预测关注点，同样满足年有效剂量约束值及年剂量限值要求。

11.2.4“三废”环境影响分析

11.2.4.1 放射治疗

（1）废气

建设项目拟建各放射诊疗机房进风和排风管道均通过防护门上方进入机房内；各进风口均位于治疗室顶棚，新风管道经过直线加速器01机房西北角风井、各放疗机房防护门上方最终至机房迷道内墙北侧区域；排风口分别设置在治疗室墙壁下部距地面30cm处，**排风管道经放疗机房吊顶层、放疗机房防护门、放疗科南侧走廊、东侧大液体库、后装治疗机房北侧排烟排风机房、排风井，最终排放至一楼地面空旷草坪处，各排风支管设置止回阀，防止气体倒灌**。建设单位拟安装大功率机械风机通风换气。各机房设计进风、排风管道，进风、排风管道穿墙屏蔽补偿、布设方式及通风换气次数情况见表10-17。经分析，各机房通风换气次数均能够满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中的"气态废物管理要求"。实际工作中，治疗室内保持良好的通风，臭氧等有害气体能及时排除，将不会对人员产生危害。放疗科进、排风管道布置图见图10-18所示。

（2）废水

本项目直线加速器、后装治疗机运行过程中不产生医疗废水和放射性废水，只产生少量生活污水，依托医院污水处理设施处置。直线加速器冷却系统采用去离子蒸馏水，内循环使用，不会产生感生放射性废水，加速器设备自带水流量监测开关，当加速器中的大功率负载等的冷却水流量不满足要求时，加速器将自动切断高压电源，由于蒸发耗损，需要补充去离子蒸馏水时由厂家派专人补充。

（3）固体废物

本项目直线加速器产生的固体废弃物主要为加速器废金属靶等，只有在需要更换金属靶部件时才产生，这些部件作为放射性固废，拆卸后先放进屏蔽容器后送至放射性废物暂存间衰变暂存，经监测满足运输要求后送交有资质的单位处置。

本项目后装机采用^{192}Ir放射源，^{192}Ir放射源半衰期为74d，使用一定时间后，其活度不能满足放射治疗需要时，需更换放射源，退役源更换后直接交由放射源生产厂家回收处理，院内不进行贮存。医院应在项目运行后与放射源供应单位签订回收协议。

工作人员产生的少量生活垃圾，经医院垃圾桶收集后定期由环卫部门清运。本项目产生的固体废物经上述措施处理后对周围环境影响较小。

11.2.4.2 介入诊断治疗

（1）非放射性气体

本项目介入诊断治疗过程中无放射性废气产生，DSA 运行中产生的 X 射线会使周围空气发生电离，空气电离将产生臭氧（O_3）和氮氧化物（NOx），在 NOx 中以 NO_2 为主，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体，若在机房内聚集，对机房的人员具有一定的危害。

建设单位拟为各 DSA 手术室设置进排风系统，各手术室顶棚均设置有排风口，**各机房排风接大楼排风系统排出室外**，各排风支管设置止回阀，防止气体倒灌。机房内 O_3、NOx 排入空气中后很快得到分解，对工作人员及周围大气环境影响较小。各 DSA 手术室排风设置情况见图 10-19~图 10-22。

（2）废水

本项目运行过程中无放射性废水产生，产生的医疗废水排至医院废水处理系统。

（3）固体废物

本项目 DSA 运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光原料。介入手术时会产生废医用器具和药棉、纱布等医疗废物，医疗废物单人次产生量约为 0.5kg，总产生量约为 8.25t/a，暂存在各 DSA 手术室中的垃圾桶，手术结束集中收集至医疗废物暂存间，作为医疗废物进行处理。

11.3 事故影响分析

11.3.1 可能发生的辐射事故

本项目加速器的安装、检修均由设备销售厂家负责，医院只负责日常安全使用及管理。由于设备自身的屏蔽措施以及设备的固有安全联锁装置，设备在正常使用的情况下发生事故的概率极小，可能发生的辐射事故主要包括：

①安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的放疗机房，造成额外的照射；

②工作人员在机房内为患者摆位或其他准备工作，控制台处操作人员误开机出束，对工作人员造成辐射伤害；

③工作人员或病人家属在防护门关闭前未撤离治疗室，设备运行可能产生误照射；

④设备控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到额外照射；

⑤设备维修期间，维修工程师在检修期间误开机出束，造成辐射伤害。

后装治疗机机房具有良好的屏蔽设计、监控和安全联锁系统，以保证正常的运行安

全，但仍不能排除可能发生的紧急情况，制定的《放射事件应急处置预案》包括放射源卡源、停电应急、人员误入应急以及人员受到超剂量照射应急等内容。

11.3.2 源项与事故等级

（一）直线加速器

本项目加速器关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量的事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。

本项目建成投运后，最大可能发生的事故就是医务人员、病人及检修人员发生误照射，人员在主束方向直接照射概率较小，直线加速器机房机架内两侧、治疗床、机房内墙体及控制室、均设置有急停按钮。

公众或者患者家属位于有用线束方向且距焦点不同距离的剂量率按下式估算。

$$H = H_0 \times f / R^2 \quad \text{（式 11-23）}$$

式中：

H—距直线加速器焦点R处的 X 射线的吸收剂量（Gy/min）；

H_0—距直线加速器焦点 1m 处 X 射线的吸收剂量率，保守按 14Gy/min 考虑；

R—估算点与直线加速器焦点的距离，m；

f—对有用束为 1，对 90°泄漏辐射为 0.001。

$$E = H \times W_T \times W_R \quad \text{（式 11-24）}$$

式中：

E—受照人员的有效剂量；

W_T—组织权重因子，本项目取 1；

W_R—辐射权重因子，本项目取 1；

根据以上公式，非主束方向、主束方向不同距离不同受照时间所致人员剂量见表 11-21、11-22 所示。

表 11-21　非主束方向不同距离不同受照时间所致人员剂量（单位：mSv）

距离受照时间	10s	20s	30s	1min	2min	5min	10min	20min	30min
0.5m	9.33	18.67	28	56	112	280	560	1120	1680
1m	2.33	4.67	7.00	14	28	70	140	280	420
1.5m	1.04	2.07	3.11	6.22	12.44	31.11	62.22	124.44	186.67

续表 11-21　非主束方向不同距离不同受照时间所致人员剂量（单位：mSv）

距离受照时间	10s	20s	30s	1min	2min	5min	10min	20min	30min
2m	0.58	1.17	1.75	3.50	7.00	17.50	35	70	105
2.5m	0.37	0.75	1.12	2.24	4.48	11.20	22.40	44.80	67.20
3m	0.26	0.52	0.78	1.56	3.11	7.78	15.56	31.11	46.67

表 11-22　主束方向不同距离不同受照时间所致人员剂量（单位：mSv）

距离受照时间	10s	20s	30s	40s	50s	60s
0.5m	9.33	18.67	28.00	37.33	46.67	56.00
1m	2.33	4.67	7.00	9.33	11.67	14.00
1.5m	1.04	2.07	3.11	4.15	5.19	6.22
2m	0.58	1.17	1.75	2.33	2.92	3.50
2.5m	0.37	0.75	1.12	1.49	1.87	2.24
3m	0.26	0.52	0.78	1.04	1.30	1.56

综上所述，本项目射线装置事故状态下，人员短时间所接受剂量较大，一旦发生辐射事故，应立即切断电源，停止射线装置。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，杜绝此类事故发生。

（二）后装治疗机

当放射源处于裸源状态，估算在距放射源 ^{192}Ir 不同距离、不同接触时间人员所接受的有效剂量，估算公式同式 11-15。

活度为 3.7×10^{11}Bq（10Ci）^{192}Ir 裸源可能导致的有效剂量计算结果详见表 11-23。

表 11-23　裸源情况下达到剂量限值所需时间

剂量限值距离	0.05m	0.1m	0.5m	1m	2m	2.5m
20mSv	**4.38s**	**17.52s**	**7.30min**	**29.20min**	**116.79min**	**182.48min**
1mSv	**0.22s**	**0.88s**	**21.90s**	**1.46min**	**5.84min**	**9.13min**

当职业人员穿戴防护用品进入后装机房，达到剂量限值所需时间详见表 11-24，铅衣等防护用品铅当量为 0.5mm。

表 11-24　辐射工作人员穿戴防护用品下达到剂量限值所需时间

剂量限值距离	0.05m	0.1m	0.5m	1m	2m	2.5m
20mSv	**4.71s**	**18.83s**	**7.85min**	**31.38min**	**125.51min**	**196.10min**

1)若发生警示灯和联锁装置损坏，人员误入治疗室，当距离放射源 1m 超过 1.46min

时会造成超剂量照射，属于一般辐射事故，此事故只影响到进入治疗室的人员；

2）在后装机运行期的治疗过程中，以及更换放射源中出现卡源事故时，人员穿戴铅衣进入治疗室进行手动回源，若超过 7.85min（与放射源距离以 0.5m 计算），会造成超剂量照射，属于一般辐射事故，此事故只影响到进入治疗室的人员；

3）在治疗过程中出现卡源时，会对病人造成超剂量照射，属于一般辐射事故；

4）当工作贮源器发生破损（此时源在贮源器中），人员穿戴铅衣进入治疗室将输源管连接至备用贮源器进行倒源，距离以 0.5m 计算，需 7.85min 才会造成超剂量照射，而连接备用贮源器只需要 5min，所以若只是发生工作贮源器破损，不会造成辐射事故；

5）当发生放射源脱落，人员穿戴铅衣使用长柄镊子夹起放射源放入备用贮源器中，距离以 0.1m 计算，若单个人员操作超过 18.83s 时，会造成超剂量照射，属于一般辐射事故，此事故只影响到进入治疗室的人员；

6）当发生III类放射源丢失、被盗等情况，属于较大辐射事故。

11.3.3 辐射事故防范措施

针对直线加速器突发事故，本次环评提出以下防范措施：

①医院应按操作规程定期对各个联锁装置进行检查，发现故障及时清除，严禁在门—机、门—灯联锁装置失效的情况下违规操作；通过故障报警系统及时发现故障，及时修复；通过纵深防御以减少由于某个联锁失效或在某个联锁失效期间产生辐射。

②辐射工作人员应在开机运行前认真检查机房内人员情况，除病人外，一律不得停留。待确认无误后，方可进行下一步操作。

③辐射工作人员须加强专业知识学习，加强防护知识培训；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实安全责任制，经常督促检查。

④加速器在维护和维修时，不可擅自解除联锁系统。

⑤医院应保证电子直线加速器紧急停机按钮、设备控制台紧急停机按钮以及机房内的紧急开门按钮、紧急停机按钮、固定式剂量报警仪正常工作，同时应确保放射工作人员做好定期辐射巡测工作，熟知相关辐射事故应急措施，在辐射事故发生后及时上报、估算意外照射剂量，并将受意外照射人员及时送医。

针对后装治疗机突发事故，本次环评提出以下防范措施：

①在控制台上观察错误信息或紧急指示（声、光报警信号）。

②按下急停开关，使放射源回到后装机储源器中。

③携带便携式辐射测量设备进入治疗室内（打开防护门激活联锁，使放射源回到屏蔽位置）。

④监测室内辐射水平。

⑤后装治疗机上恢复源回到安全位置（在后装治疗机上按紧急停机按钮）。

⑥检测患者和后装设备（验证源处于安全位置）。

⑦移出施源器，放置于应急容器内。

⑧检测患者和应急容器（验证患者体内和容器内没有放射源）。

⑨将患者移出治疗室（在检测后）。

针对后装治疗机具体的事故，需采取的具体措施如下：

①当发现人员误入治疗室时，应立即通知误入人员离开，并同时按下急停开关，使放射源回到贮源器中。人员退出治疗室后，然后对误入人员进行剂量评估，必要的健康检查及治疗。

②在调试过程中出现卡源事故时，若后装机不能自动回源，应立即按下治疗控制面板上的红色急停开关，启动回源装置，若回源不成功时，启动手动回源，在手动回源时，进入治疗室操作的人员应穿戴铅衣等防护用品，携带辐射监测和报警设备进入治疗室，掀起治疗机顶部的检修口，按照贴在金色手柄旁边的箭头指示方向，转动金色手柄，直到转不动为止，然后用辐射剂量仪确认源已经被收回到机器的安全屏蔽罐中。操作时注意尽量保持与放射源较远的距离并计时，单名操作人员不可超过 **7.85min**，若预估该时间内不能完成，应提前更换操作人员。若仍然不能成功回源，应有维修工程师穿戴铅衣等防护用品，携带辐射监测和报警设备进入治疗室对设备进行维修。

③在治疗过程中出现卡源事故时，若后装机不能自动回源，应立即按下治疗控制面板上的红色急停开关，启动回源装置，若回源不成功时，启动手动回源，在手动回源时，进入治穿过容器边缘的凹槽，将放射源导入应急贮源器中，盖上盖子。将辐射警告标签挂在容器外，指示容器内有放射性核素材料，置于治疗室内，关闭防护门，对患者进行剂量评估并通知维修工程师对后装机进行检查维修。

④贮源器出现泄漏时，应停止治疗工作，按照倒源流程将源导入备用贮源器中，然后联系厂家进行贮源器的更换。

⑤当输源管脱落导致放射源掉落时，医生应穿铅衣等防护用品，多人轮次携带监测

及报警设备进入治疗室，使用长柄镊子将掉落的放射源放入备用的贮源器中，每位人员进入治疗室操作时间不得超过 20.24s，然后联系维修工程师对后装机进行检修。

⑥当发生放射源丢失时，应启动医院辐射事故应急预案，立即封锁现场，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门、公安部门和卫生主管部门报告。

11.3.4 其他事故防范措施

为防止本项目辐射事故发生，医院还应采取多种防范措施：

①医院应针对本项目制定射线装置、III类放射源应用的管理和操作制度以及事故风险的应急预案，并对操作人员进行定期培训，进行考核，考核不合格的，不得上岗。

②设备安装调试时必须由厂家专业人员负责完成，安装调试时关闭防护门，并在治疗室门外设立辐射警示标志。

③应经常检查射线装置的安全装置处于正常工作状态，安全装置发生故障时应及时排除，安全装置的故障未排除前，射线装置不得进行开机操作。

④每天开机前应检查联锁装置、报警装置的工作状态，保证其处于良好的工作状态，防止带故障开机操作。

⑤总结事故原因，写出事故报告，及时修改应急预案，避免事故再次发生。

在严格采取上述各种安全装置和防范措施的前提下，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。项目投入运行后，工作人员应严格按照制度规程操作，并且加强安保管理，严格监控，避免辐射事故发生。在处理放射源事故中应讲究实效，方法要科学有效，防止盲目操作而受到超剂量照射。

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和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年修正版）等有关法律法规要求，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。辐射工作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。

河南省人民医院已成立了辐射安全与环境保护管理委员会，委员会以郝义彬为主任委员，申志强、武启峰、王梅云为副主任委员，委员由辛红霞、程剑剑、张俊梅、张红梅、王雷、张加强等组成；委员会下设办公室，办公室设在医学装备部，负责日常工作，并由辛红霞（兼职）担任办公室主任，办公室成员由郭鸣周、程道博、丰羽、闫静静、李晓飞、杨千、张琦组成，并由郭鸣周专职负责办公室日常工作。辐射安全与环境保护管理委员会负责全院辐射安全与防护监督管理工作，划定职责与分工，保障放射职业人员、社会公众的健康与安全。

医院南院区辐射管理人员拟从现有管理人员中调配，该管理机构的基本组成涵盖各科室，在框架上基本符合要求；该管理机构委员会人员的学历大部分为本科学历，都具有一定的管理能力，本项目开展后，辐射管理成员为同一套班子成员，目前医院的管理人员也能满足配置要求。

综上，项目单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足环保管理工作的要求。辐射安全与环境保护管理机构的设置详见附件 5。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 辐射防护管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射源、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、放射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

河南省人民医院已制定《辐射安全与防护管理规定》《辐射环境检测计划与方案》《监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射安全防护设施维护管理制度》《射线装置安全操作规定》《防

止误操作和受到意外照射的安全措施》《放射源或射线装置管理制度》《辐射工作人员岗位职责》《DSA 操作规程》《直线加速器安全操作规程》《CT 模拟定位机操作规程》《后装治疗机操作规程》等制度，对照《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）的管理制度及执行情况，具体见表 12-1。

表 12-1　　建设单位辐射管理制度一览表

序号	规定的制度		建设单位制定的制度	落实情况
1	医用电子直线加速器使用场所			
1.1	A 综合	辐射安全防护管理规定	《辐射安全与防护管理规定》	已落实
1.2		安全防护设施维护与维修制度	《辐射安全防护设施维护管理制度》	已落实
1.3	B 场所	场所分区管理规定	《场所分区管理规定》	已落实
1.4		操作规程	《直线加速器安全操作规程》	已落实
1.5	C 监测	场所及环境监测方案	《辐射环境检测计划与方案》	已落实
1.6		监测仪表使用与校验管理制度	《监测仪表使用与校验管理制度》	已落实
1.7		校验源管理制度	《放射源或射线装置管理制度》	已落实
1.8	D 人员	辐射工作人员培训/再培训制度	《辐射工作人员培训管理制度》	已落实
1.9		辐射工作人员个人剂量管理制度	《辐射工作人员个人剂量管理制度》	已落实
1.10	E 应急	辐射事故/事件应急预案	《河南省人民医院辐射事故（件）应急处理预案》	已落实
1.11	F 三废	放射性“三废”管理规定	《放疗科放射性废物管理规定》	已落实
2	近距离 γ 射线治疗装置			
2.1	辐射安全管理机构和岗位职责		《辐射安全与防护管理规定》	已落实
2.2	操作规程		《后装治疗机操作规程》	已落实
2.3	个人剂量管理制度		《辐射工作人员个人剂量管理制度》	已落实
2.4	场所及环境监测方案		《辐射环境检测计划与方案》	已落实
2.5	监测仪表使用与校验管理制度		《监测仪表使用与校验管理制度》	已落实
2.6	辐射工作人员培训/再培训管理制度		《辐射工作人员培训管理制度》	已落实
2.7	设备检修维护维修制度		《设备维护检修制度》	已落实
2.8	放射源管理规定		《放射源或射线装置管理制度》	已落实
2.9	辐射应急预案		《河南省人民医院辐射事故（件）应急处理预案》	已落实

续表 12-1　　建设单位辐射管理制度一览表

序号	规定的制度	建设单位制定的制度	落实情况
3	III类医用射线装置		
3.1	辐射安全与环境保护管理机构	《河南省人民医院关于调整辐射安全与环境保护管理委员会的通知》	已落实
3.2	操作规程	《CT 模拟定位机操作规程》	已落实
3.3	辐射安全和防护设施的维护与维修制度	《辐射安全防护设施维护管理制度》	已落实
3.4	场所及环境监测方案	《辐射环境检测计划与方案》	已落实
3.5	监测仪表使用管理制度	《监测仪表使用与检验管理制度》	已落实
3.6	辐射工作人员培训/再培训管理制度	《辐射工作人员培训管理制度》	已落实
3.7	辐射工作人员个人剂量管理制度	《辐射工作人员个人剂量管理制度》	已落实
3.8	X 射线诊断中受检者防护规定	《X 射线受检者防护规定》	已落实
3.9	辐射事故应急预案	《河南省人民医院辐射事故（件）应急处理预案》	已落实
4	数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）		
4.1	辐射安全与环境保护管理机构	《河南省人民医院关于调整辐射安全与环境保护管理委员会的通知》	已落实
4.2	操作规程	《DSA 操作规程》	已落实
4.3	辐射安全和防护设施的维护与维修制度	《辐射安全防护设施维护管理制度》	已落实
4.4	场所及环境监测方案	《辐射环境检测计划与方案》	已落实
4.5	监测仪表使用管理制度	《监测仪表使用与检验管理制度》	已落实
4.6	辐射工作人员培训/再培训管理制度	《辐射工作人员培训管理制度》	已落实
4.7	辐射工作人员个人剂量管理制度	《辐射工作人员个人剂量管理制度》	已落实
4.8	辐射事故应急预案	《河南省人民医院辐射事故（件）应急处理预案》	已落实
5	其他		
5.1	防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	《防止误操作和受到意外照射的安全措施》	已落实
5.2	辐射工作人员岗位职责	《辐射工作人员岗位职责》	已落实
5.3	射线装置安全操作规定	《射线装置安全操作规定》	已落实

医院现有各项规章制度符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十

六条第六款的要求，具有可行性。

医院应根据本项目特点，对已制定的相关规章制度进行更新和完善，并在项目开展后将各项制度及时张贴上墙。

12.2.2 辐射安全与防护培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）第三章—人员安全和防护，使用II类射线装置的单位，其辐射工作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；考核不合格的，不得上岗。

根据生态环境部《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》（2019 年，第 57 号）精神，医院应及时组织新增辐射工作人员与原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员到生态环境部培训平台（http:/fushe.mee.gov.cn）报名并参加考核，考核合格方可上岗。

建设单位已开展核技术利用项目多年，拟为本项目配备放疗工作人员 17 名、介入诊断治疗工作人员 66 名，建设单位拟在人员确定后组织其在生态环境部辐射与防护培训平台进行培训，考核合格后方可上岗。

同时，建设单位应为辐射工作人员做好以下工作内容：

（1）配备个人剂量计，剂量计工作期间正确佩戴使用，每三个月送检；

（2）对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗，职业健康检查的频率为每 1~2 年 1 次；在医院从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也将进行健康体检；

（3）建设单位应为工作人员终生保存个人剂量监测档案和职业健康监护档案；

（4）严格落实辐射工作人员辐射安全与防护培训管理制度，对辐射工作人员的教育培训、资格考核评定做出规定，确保在岗人员符合岗位的要求。

12.3 辐射监测

12.3.1 现有辐射检测开展情况

（1）医院现有辐射工作人员均佩戴个人剂量计上岗，委托有资质的单位每季度进行检测，按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）要求建立个人剂量档案，并按规定保存。个人剂量监测档案包括辐射操作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、每年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），外照射个人监测常规监测周期一般为 1 个月，最长不超过 3 个月，本项目现有辐射工作人员外照射个人监测周期为 3 个月，满足上述要求。

（2）医院已委托有资质的单位对辐射工作场所每年进行辐射环境的监测。

12.3.2 本项目监测计划

（1）个人剂量监测

工作人员除正确佩戴个人剂量计外，还应当携带个人剂量报警仪。外照射个人剂量监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月，并按要求建立个人剂量档案。个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

（2）工作场所监测

①常规监测：建设单位应按照要求配备足够的自主检测设备，如 X、γ 辐射检测仪、个人剂量报警仪等，对辐射工作场所进行常规监测，并建立环境安全档案。常规监测可采用不定期监测，可分为日检、周检、月检、每季度监测一次。医院还应对辐射监测仪定期进行检定，保证其在检定有效期内使用，若仪器发生故障，立即进行维修。

②定期监测：医院应委托有资质的单位定期（每年 1 次）对辐射工作场所及周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地生态环境局上报备案。

监测范围：工作场所四周屏蔽墙外 30cm 处、上层地面 100cm 处、下层地面 170cm 处、操作位、防护门（门中心、四周门缝），以及电缆及管道的出入口等其他关注点处等。

监测项目：X-γ 辐射剂量率。

监测频度：建设单位常规监测每月一次、定期监测每年一次。监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

（3）竣工环保验收监测

本项目医用电子直线加速器、后装治疗机、CT 模拟定位以及 DSA 投入使用后，应委托有资质单位开展环保设施竣工环保验收监测。监测范围：同定期监测。

监测项目：X-γ 辐射剂量率。监测计划如表 12-2 所示。

表 12-2　　本项目监测计划一览表

辐射工作场所	监测类别	监测项目	检测频度	监测设备	监测范围
放射治疗机房、介入诊断治疗手术室	常规监测	X-γ 辐射剂量率	不定期	便携式 X-γ 辐射监测仪（需按国家规定对仪器进行检定）	工作场所四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、操作位、防护门，以及电缆及管道的出入口等其他关注点处等
	定期监测		1 次/年		
	验收监测		竣工验收		
大于 10MV 的放射治疗机房	常规监测	中子剂量当量率	不定期	便携式中子剂量当量仪（需按国家规定对仪器进行检定）	工作场所四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、操作位、防护门，以及电缆及管道的出入口等其他关注点处等
	定期监测		1 次/年		
	验收监测		竣工验收		
个人剂量监测		个人剂量当量	1 次/季度	个人剂量计	本项目辐射工作人员

12.3.3 辐射监测设备

用于本加速器机房辐射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定，并取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中的相关要求，本项目拟配备的辐射防护用品、监测仪器见表 12-3。

表 12-3　　本项目拟配备的辐射监测仪器

序号	仪器	数量（个/台/枚）	备注
放射治疗			
1	个人剂量报警仪	8	新增
2	个人剂量计	17	新增
3	辐射环境巡检仪	1	新增
4	固定式射线报警仪	3	新增
介入诊断治疗			
5	个人剂量报警仪	22	新增
6	个人剂量计	**110**	新增
7	辐射巡测仪	**4**	新增

12.4 辐射事故应急

12.4.1 风险应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修正）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 5 月 1 日起施行）有关规定，建设单位应制定辐射事故应急预案。辐射事故应急预案应当包括下列内容：

（1）应急机构和职责分工；

（2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

（3）辐射事故分级与应急响应措施；

（4）辐射事故调查、报告和处理程序。

建设单位已制定《河南省人民医院辐射事故（件）应急处理预案》，内容包含了辐射事故应急处理机构、辐射事故等级划分、辐射事故应急响应、应急处理程序、事故防范措施、应急保障措施、应急培训与应急演习等方面内容，内容较全面，符合有关规定。

如建设单位在定期监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《河南省辐射污染防治条例》等要求，在 1 小时之内向县（市、区）或者设区的市生态环境主管部门报告。发生辐射事故时，事故单位应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故报告表》，立即向当地生态环境主管部门和公安部门报告；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生主管部门报告。

发生事故时，当事人应立即切断射线装置电源，并第一时间将事故的性质、时间、地点等情况向辐射事故应急工作小组报告，同时并告知周围无关人员远离。辐射事故应急工作小组接到事故发生报告后，立即赶赴现场，对事故现场划定紧急隔离区，禁止无关人员进入，控制事态发展，迅速、正确判断事件性质，提出控制措施和方案。

另外，医院应当每年至少组织一次应急预案培训工作，通过各种形式，使有关人员了解环境应急预案的内容，熟悉应急职责、应急程序和岗位应急处置预案。建设单位应定期进行应急演练，并且在应急预案演练结束后，对应急预案演练结果进行评估，撰写演练评估报告，分析存在问题，对环境应急预案提出修改意见。

有下列情形之一的，医院应当及时对应急预案进行修订：

（1）本单位生产工艺和技术发生变化的；

（2）相关单位和人员发生变化或者应急组织指挥体系或职责调整的；

（3）周围环境或者环境敏感点发生变化的；

（4）环境应急预案依据的法律、法规、规章等发生变化的；

（5）生态环境主管部门或者企业事业单位认为应当适时修订的其他情形。

在落实以上措施后，建设单位的辐射事故应急措施能够满足辐射安全的要求。

12.5 从事辐射活动能力评价

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，使用射线装置的单位应具备相应的条件，对其从事辐射活动能力的评价详见表 12-4。

表 12-4　从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一）使用 III 类放射源、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。	医院已成立了辐射安全与环境保护管理委员会，并设有符合要求的技术人员专职负责辐射安全与环境管理工作。
（二）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。	建设单位拟为本项目配备 **83 名**辐射工作人员，建设单位拟在人员确定后组织其在生态环境部辐射与防护培训平台进行培训，考核合格后方可上岗。
（三）放射性同位素与射线装置使用有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	建设单位已按要求设计专用机房，实体屏蔽，设有门机联锁、监视和对讲系统，设有工作警示灯及电离辐射警告标志，设有急停按钮，便于操作人员及误入人员在发生紧急情况时能及时切断系统电源。本项目将按要求执行。
（四）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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	建设单位拟根据要求及工作实际需要配备辐射防护用品、个人剂量报警仪、个人剂量计及辐射监测仪等。
（五）有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位已为本项目制定有比较健全的操作规程、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。
（六）有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已制定有《辐射事故应急预案》，内容较全面，建设单位应在落实相关辐射事故应急措施后能够满足辐射安全的要求。

续表 12-4　　从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
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。	建设单位已配备有质量控制检测设备，制定有相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，拟配备符合要求的医用物理师负责质量保证与质量控制检测工作。

通过对照国家有关要求对本项目从事辐射活动能力的逐项分析，依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年修订）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令），在开展核技术应用方面开展了射线装置和非密封放射性物质的使用与安全管理，拟配备的辐射防护设施（措施）较齐全，防护效能可满足辐射防护要求，制定的各种安全管理制度较全面。综上所述，本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，河南省人民医院从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

12.6 建设项目环境保护“三同时”验收内容

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》，与核设施相配套的放射性污染防治设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。放射性污染防治设施应当与主体工程同时验收，验收合格的，主体工程方可投入生产或者使用。拟建项目竣工环保“三同时”验收一览表见表 12-5。

表 12-5　　放射性污染防治设施竣工环保验收“三同时”一览表

项目	“三同时”验收内容	验收要求
机房位置	本项目拟在河南省人民医院南院区地下一层 A 区东北部建设放疗科，拟在放疗科建设 2 间医用电子直线加速器机房、1 间后装治疗机房、1 间 CT 模拟定位机房。拟在 10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心建设 1 间 DSA 手术室，拟在 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心建设 6 间 DSA 手术室，拟在 10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科建设 3 间 DSA 手术室，拟在 12 号公卫中心 4 层建设 1 间 DSA 手术室。	机房位置情况应符合验收内容。
设备情况	放疗科新增使用 2 台医用电子直线加速器、1 台后装治疗机（使用 ^{192}Ir 放射源，预计年使用量 2 枚（1 枚正常使用，1 枚替换指标））及 1 台模拟定位 CT；介入诊疗新增 11 台数字减影血管造影机（DSA）。	设备型号及参数应符合报告中表 1-1、表 1-2 要求。

续表 12-5　　放射性污染防治设施竣工环保验收“三同时”一览表

项目		“三同时”验收内容	验收要求
机房防护措施	放射治疗	屏蔽措施：直线加速器 01、02 机房基本信息情况见表 10-2，屏蔽设计情况见表 10-3；后装治疗机房基本信息及屏蔽设计情况见表 10-4。	瞬时剂量率不超过表 11-2 中参考控制水平，辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。
		屏蔽措施：模拟定位机房基本信息及屏蔽设计情况见表 10-5。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求（机房内最小有效使用面积 30m²，机房内最小单边长度 4.5m；有用线束/非有用线束方向铅当量≥2.5mmPb）。
		通风：拟建 2 间加速器机房排风管道沿迷道上方吊顶内通至机房西北角和东南角，后沿机房内墙向下，在机房东北角、西南角 0.3m 处各设置一个排风口，在机房顶棚北侧中部设置一个排风口（应急用，平时常闭）；拟安装机械排风系统，换气次数不小于 6 次/h。拟建后装治疗机房排风管道沿迷道上方吊顶内通至机房东北角，后沿机房内墙向下，在机房东北角 0.3m 处设置一个排风口，在机房顶棚北侧中部设置一个排风口（应急用，平时常闭）；拟安装机械排风系统，换气次数不小于 10 次/h。各排风支管设置止回阀，防止气体倒灌。	直线加速器机房通风换气不小于 6 次/h，后装治疗机房通风换气不小于 10 次/h。
		CT 模拟定位机房设排风口，拟安装机械通风换气装置，排风支管设置止回阀，防止气体倒灌。	机房设置机械通风装置。
		管线穿墙：放疗机房与其配套水冷机房、控制室操作台之间的各种电缆管线，室内部分以地沟形式在地坪以下部位布设，以“U”字形穿过防护墙体，电缆沟的坑道两侧均用混凝土填充；放疗机房通风管道与屏蔽墙（防护门顶部）呈“Z”型穿过。	管线穿墙情况应符合验收内容。

续表 12-5　放射性污染防治设施竣工环保验收“三同时”一览表

<table>
<tr><th colspan="2">项目</th><th>“三同时”验收内容</th><th>验收要求</th></tr>
<tr><td rowspan="5">机房防护措施</td><td rowspan="5">介入放射学</td><td>屏蔽措施：DSA01~11 手术室机房基本信息及屏蔽设计情况见表 10-13。</td><td>满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求（机房内最小有效使用面积 30m²，机房内最小单边长度 4.5m；有用线束/非有用线束方向铅当量≥2.0mmPb）。</td></tr>
<tr><td>各 DSA 手术室针对拟采用的电动推拉门，防护门左右两侧及上方较门洞外延 5cm，同时还尽可能的减小门与地面的间隙、门与门洞的间隙；针对拟采用的手动平开门，门洞的四周采用门框包裹，门框内用铅板填实，同时尽可能的减小门与门框的间隙；针对观察窗，要求先在铅玻璃四周用大芯板保护，再用纯铅板在其上向四周包围，铅玻璃与窗框间和窗框间与墙体间的缝隙必须用软铅填实，防止散射线从铅玻璃四周泄漏。</td><td rowspan="3">机房屏蔽防护情况应符合验收内容。</td></tr>
<tr><td>各 DSA 手术室铅板防护墙在施工时，铅板之间搭边宽度控制在 10mm 以上，用水泥射钉铺设铅垫片固定后，将铅垫片卷起包住射钉头部；铺设铅板遇到窗或门时，将铅板铺设到门框内与门片或窗框内与铅玻璃交错重叠。</td></tr>
<tr><td>各 DSA 手术室内电缆经线槽引至各手术室吊顶层上方，沿桥架穿墙进入控制室及设备间，穿墙位置内部包裹岩棉进行封堵，外部包裹专用 4mmPb 铅防护异形板进行屏蔽补偿，铅防护异形板包裹线槽长度不小于两倍桥架长边边长。</td></tr>
<tr><td>各 DSA 手术室拟设置新风系统，各手术室顶棚均设置有排风口，机房内的废气经负压收集后通过排风管道穿出各 DSA 手术室，各排风支管设置止回阀，防止气体倒灌，排风管道在各 DSA 手术室穿墙位置拟采取的屏蔽补偿措施与电缆桥架一致。</td><td>机房设置动力通风装置。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">安全防护设施</td><td rowspan="2">放射治疗</td><td>对工作场所进行分区管理，划分为控制区、监督区，详见表 10-12。</td><td rowspan="2">符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中安全防护要求。</td></tr>
<tr><td>各机房防护门上方设置工作状态指示灯、电离辐射警告标志和中文警示说明，门前划出警戒线。</td></tr>
</table>

续表 12-5 放射性污染防治设施竣工环保验收“三同时”一览表

<table>
<tr><th colspan="2">项目</th><th>“三同时”验收内容</th><th>验收要求</th></tr>
<tr><td rowspan="6">安全防护设施</td><td rowspan="6">放射治疗</td><td>拟在 2 间加速器机房共设置 12 个摄像头（每间各 6 个），拟在 2 间加速器机房东北角，西北角，迷道内入口南北两侧，迷道内墙内、外侧各设置 1 个摄像头；拟在后装治疗机房共设置 4 个摄像头，拟在后装治疗机房迷道内入口、迷道内墙北侧、机房东北角、西北角各设置 1 个监控摄像装置。</td><td rowspan="5">符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中安全防护要求。</td></tr>
<tr><td>各放射治疗机房拟设置对讲装置，通过监视系统能够对治疗室及迷道内的状况进行实时监控，通过对讲系统可指导患者配合治疗。</td></tr>
<tr><td>拟建 2 间加速器机房和 1 间后装治疗机房内均设置固定式剂量报警仪，探头拟设置于治疗室迷路内入口处，显示屏拟设置于控制室内。</td></tr>
<tr><td>拟在本项目 2 间加速器机房共设置 22 个紧急停机按钮（每间机房各 11 个），拟在 2 间加速器机房四周墙体内侧、开门处、控制台、控制室墙面各设置 1 个紧急停机按钮，加速器治疗床两侧及机架两侧上自带紧急停机按钮（详见图 10-10）；拟在后装治疗机房共设置 8 个紧急停机按钮，拟在后装治疗机房控制室墙面、控制台、设备表面、四周墙体内侧、防护门入口内侧各设置 1 个急停开关，按下能够使放射源迅速返回后装治疗机储源仓。急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。</td></tr>
<tr><td>拟建放射治疗机房均设置门一机联锁装置，防护门未完全关闭时加速器不能出束照射，出束状态下开门停止出束；防护门未完全关闭时后装机不能出源照射，出源状态下开门放射源自动回到治疗设备安全位置。设置的安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。</td></tr>
<tr><td>后装治疗机房内配备应急用放射源的铅罐及长柄钳子。</td><td>符合放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中应急储存设施要求。</td></tr>
</table>

续表 12-5　　放射性污染防治设施竣工环保验收“三同时”一览表

<table>
<tr><th colspan="2">项目</th><th>“三同时”验收内容</th><th>验收要求</th></tr>
<tr><td rowspan="12">安全防护设施</td><td rowspan="4">放射治疗</td><td>CT 模拟定位机房各防护门外拟设置电离辐射警告标志；患者防护门上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区拟设置放射防护注意事项告知栏。</td><td rowspan="12">符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中工作场所防护要求</td></tr>
<tr><td>CT 模拟定位机房拟设置的电动推拉门设有红外防夹装置；拟设置的平开门设自动闭门装置。</td></tr>
<tr><td>CT 模拟定位机房均设有观察窗及摄像头，便于辐射工作人员观察到受检者状态及防护门开闭情况；设有语音对讲系统。</td></tr>
<tr><td>CT 模拟定位机房控制台及设备床体上均设有急停按钮，急停按钮应有醒目标识。</td></tr>
<tr><td rowspan="8">介入放射学</td><td>对工作场所进行分区管理，划分为控制区、监督区，详见表 10-1。</td></tr>
<tr><td>各 DSA 设备均设有单独的机房。</td></tr>
<tr><td>各控制室设于手术室外，实现隔室操作。在手术室患者防护门上方设置工作状态指示灯，灯箱处设警示语句；各防护门外应设有电离辐射标志；缓冲区应设有辐射防护注意事项。</td></tr>
<tr><td>各手术室设有观察窗及摄像头，便于辐射工作人员观察到受检者状态及防护门开闭情况，各手术室拟设置对讲系统。</td></tr>
<tr><td>各手术室拟设置的电动推拉门均设置红外防夹装置；拟设置的平开门均设自动闭门装置；主要为防止无关人员在 X 射线出束时误入。患者防护门上工作状态指示灯应能够有效联动。</td></tr>
<tr><td>在介入手术床体旁、操作间操作台上均设置“紧急制动”按钮，在 DSA 出束过程中，一旦发现异常情况，按任一个紧急制动按钮，均可停止 DSA 出束。</td></tr>
<tr><td>设备控制台上有仅供授权人专用的钥匙，只有经过授权的医务人员才能使用钥匙开关开启控制台。</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">个人防护</td><td colspan="2">辐射工作人员参加辐射安全与防护培训取得考核合格证，并在有效期内。</td></tr>
<tr><td colspan="2">辐射工作人员定期进行健康检查、个人剂量监测，医院建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。</td></tr>
<tr><td colspan="2">辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测。</td></tr>
</table>

续表 12-5　　放射性污染防治设施竣工环保验收“三同时”一览表

<table>
<tr><th colspan="2">项目</th><th>“三同时”验收内容</th><th>验收要求</th></tr>
<tr><td colspan="2">个人防护</td><td>为 DSA 相关人员配备相应的个人防护用品，详见表 10-14。</td><td>符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中工作场所防护用品及防护设施配置要求</td></tr>
<tr><td rowspan="2">监测仪器</td><td>放射治疗</td><td colspan="2">本项目拟为放疗科配备 1 台 X-γ 辐射剂量率仪，拟为 2 间直线加速器机房和 1 间后装治疗机房各配备 1 台固定式剂量报警仪，拟为放疗科每间机房工作人员各配备 2 台个人剂量报警仪，各仪器按要求送检，并确保运行正常。拟为每名放射治疗工作人员配备 1 枚个人剂量计。</td></tr>
<tr><td>介入放射学</td><td colspan="2">拟配备 22 台个人剂量报警仪、110 枚个人剂量计、4 台 X-γ 辐射剂量率仪。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">管理措施</td><td>管理机构</td><td colspan="2">已建立以院领导为第一责任人的辐射安全与防护管理领导小组构架，辐射安全负责人已取得辐射安全与防护考核合格证。</td></tr>
<tr><td>管理制度</td><td colspan="2">制定操作规程，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，辐射事故应急措施等规章制度。</td></tr>
<tr><td colspan="3">按要求重新申领（变更）辐射安全许可证。</td></tr>
</table>

12.8 环保投资

本项目总投资 16500 万元，其中安排用于环保方面的投资为 759 万元，占项目总投资的 4.60%。本项目环保投资估算详见表 12-6。

表 12-6　　本项目环保投资概算一览表

序号	环保措施	环保投资（万元）
1	辐射工作场所的屏蔽防护建设	528
2	机房通排风设施	13
3	辐射监测仪器、个人防护用品	37
4	联锁装置、急停按钮、监控和对讲装置、工作指示灯及警示标志、紧急开门装置等辐射安全设施和措施	92
5	个人剂量监测、场所监测、评价、验收等	66
6	辐射安全培训、职业健康检查	12
7	事故风险应急投资及应急演练	11
合计		759

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

为提高医院放射诊疗技术能力和服务水平，改善病人诊疗条件，建设单位拟在南院区地下一层 A 区东北部放疗科建设 2 间加速器机房、1 间后装治疗机房及 1 间 CT 模拟定位机房，新增使用 2 台医用电子直线加速器（属 II 类射线装置）、1 台后装治疗机（使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源，属 III 类放射源）及 1 台 CT 模拟定位（属 III 类射线装置）；拟在 10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心建设 1 间 DSA 手术室、拟在 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心建设 6 间 DSA 手术室、拟在 10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科建设 1 间 DSA 手术室、拟在 12 号公卫中心建设 1 间 DSA 手术室，新增使用 11 台数字减影血管造影机（属 II 类射线装置）。

本项目总投资 16500 万元，其中环保投资 759 元，占总投资的 4.60%。

13.1.2 产业政策符合性分析

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目的建设属于其中第一类“鼓励类”第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”。本项目建设符合国家产业政策。

13.1.3 实践的正当性分析

河南省人民医院南院区地理位置优越，病人能够就近治疗，本项目的应用将为病人提供一个优越的诊疗环境，提高人民生活质量，具有明显的社会效益；同时将提高医院的档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，在保证病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的应用对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益要远大于其可能引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“医疗实践正当性”的要求。

13.1.4 选址合理性分析

本项目 2 间加速器机房、1 间后装治疗机房及 1 间 CT 模拟定位机房均位于南院区

地下一层放疗科，辐射工作场所周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。1 台 DSA 安装于公卫中心 4 层 DSA 手术室，1 台 DSA 安装于 10 号医疗综合楼医技 1 层南侧急诊影像中心，3 台 DSA 安装于 10 号医疗综合楼医技 4 层麻醉科 07~09 手术室，6 台 DSA 安装于 10 号医疗综合楼医技 2 层北侧介入中心 DSA01~06 手术室；各 DSA 手术室未设置在商业楼、写字楼内，各 DSA 手术室的邻室（含楼上和楼下）不涉及儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区，且各 DSA 手术室均采取了有效的屏蔽措施。

经分析，本项目放射治疗工作场所选址均符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）等相关标准要求；介入放射学工作场所均采取了有效的屏蔽措施，充分考虑了周围场所的人员辐射安全与防护，通过环境影响分析对周围环境的影响是可接受的。综上，本项目各辐射工作场所选址合理。

13.1.5 辐射环境质量现状评价结论

根据对河南省人民医院南院区的监测结果，各监测点监测结果变化不大，在当地本底范围内，未见异常。

13.1.6 辐射环境影响评价结论

按照建设单位给出的屏蔽设计方案，通过对拟建核技术利用项目的预测分析，本次评价项目在正常运行后，各辐射工作场所周围关注点周围剂量率均满足相应标准规范要求；各机房评价范围内人员年有效剂量均满足职业人员 5mSv/a，公众人员 0.1mSv/a 的剂量约束值要求，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值的要求。

13.1.7 事故影响分析影响评价结论

针对医院可能发生的辐射事故，建设单位制定了辐射事故防范措施及应急预案，各种辐射防护措施设计较齐全，基本满足辐射防护要求。医院制定的各种辐射安全制度较全面，在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取相应的防护措施可有效控制辐射事故对环境的影响。

13.1.8 辐射安全管理综合能力分析结论

医院拥有专业的辐射工作人员和辐射安全管理机构，具有符合国家环境保护标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较为完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施，落实本次评价提出的各项措施要求后，具有开展本项目的综合能力。

13.1.9 环保可行性结论

综上所述，河南省人民医院南院区（“两院一中心”二期项目（东侧院区））新增放射治疗和介入放射学应用项目选址合理，符合“实践正当性”原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相关要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，项目正常运行对周围环境的辐射影响在国家允许的标准范围内，符合环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目建设可行。

13.2 建议

根据项目情况本次评价提出以下建议：

（1）医院将本项目纳入管理，完善各项辐射安全与环境保护管理制度，加强法律法规及规章制度的学习，严格落实环保手续，强化相关档案的管理，增强工作人员责任意识、安全意识。

（2）落实各项辐射安全与环境保护措施，建立项目运行管理记录、环境监测记录、个人剂量管理记录及维修检查记录等，并存档备查。

（3）组织工作人员参加关于辐射安全与防护培训，持证上岗，并对辐射工作人员开展个人剂量监测和职业健康检查工作。

（4）合理安排工作人员工作时间，及时关注工作人员个人剂量监测结果，确保工作人员年受照剂量满足评价提出 5mSv/a 剂量约束值要求。

（5）工作人员按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）第 5.3 条要求，正确配备个人剂量计。

（6）定期开展辐射安全培训和教育，提高工作人员辐射安全意识。

（7）加强对仪器、设备、设施等的日常检查、维护管理工作，确保其能够满足项目正常运行需要。

（8）根据国家及地方最新出台的法律法规，对辐射安全与环境保护管理制度进行完善。

（9）每年 1 月 31 日前，向生态环境主管部门提交上一年度的安全和防护状况年度评估报告，且上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（http://rr.mee.gov.cn）。

（10）项目批复后，及时向生态环境主管部门申请《辐射安全许可证》。申请辐射安全许可证前，医院需在全国核技术利用辐射安全申报系统进行相关信息的填写。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：   经办人：　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　公章 年　　月　　日
审批意见：   经办人：　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　公章 年　　月　　日