

洁净手术部净化工程气流组织优化与空气质量控制研究

孙映辉

河北医科大学第二医院, 河北 石家庄 050000

[摘要]文中聚焦于洁净手术部净化工程气流组织的优化、空气质量的控制来进行研究。对洁净手术部空气洁净、压差梯度、温湿度调节、污染物稀释、微生物控制等关键问题进行分析,进而提出净化系统的优化路径。文章运用文献归纳、理论分析、工程技术研究相结合的方式,从洁净手术部净化工程的功能特征、气流组织设计、空气质量控制、运行维护、管理保障机制等方面展开论述。研究表明,洁净手术部空气质量控制应当以气流组织作为核心,全面考量送回风方式、换气次数、过滤效率、压力控制、人员活动、运行管理等诸多因素。结论提出,要通过优化送风形式、强化分区控制、完善监测调节、规范运行维护、推进智能化管理,以此提高洁净手术部净化工程的运行质量。

[关键词]洁净手术部净化工程;气流组织优化;空气质量控制研究

DOI: 10.33142/ucp.v3i3.20385

中图分类号: TU834.8

文献标识码: A

Research on Optimization of Airflow Organization and Air Quality Control in Purification Engineering of Clean Operating Department

SUN Yinghui

The Second Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: This article focuses on the optimization of airflow organization and air quality control in the purification engineering of clean operating departments. Analyze key issues such as air cleanliness, pressure gradient, temperature and humidity regulation, pollutant dilution, and microbial control in the clean operating room, and propose optimization paths for the purification system. The article uses a combination of literature review, theoretical analysis, and engineering technology research to discuss the functional characteristics, airflow organization design, air quality control, operation and maintenance, and management guarantee mechanisms of the purification engineering in the clean operating department. Research has shown that air quality control in clean operating rooms should be centered around airflow organization, taking into account various factors such as air supply and return methods, ventilation rates, filtration efficiency, pressure control, personnel activities, and operational management. The conclusion suggests that the operational quality of the clean operating department purification project should be improved by optimizing the air supply form, strengthening zone control, improving monitoring and regulation, standardizing operation and maintenance, and promoting intelligent management.

Keywords: purification engineering for clean operating department; optimization of airflow organization; research on air quality control

引言

洁净手术部在医院里是进行外科诊疗、无菌操作非常关键的场地,它的空气质量同手术环境安全、医疗活动秩序、医院感染控制水平直接相关联。净化工程借助空气过滤、气流组织、压差控制、温湿度调节还有运行管理这些手段,给手术部营造出稳定且洁净的室内环境。伴随医院建设标准不断提高、精细化管理需求逐步增强,以往传统的单一设备配置已然无法满足整个过程的空气控制要求。

对气流组织优化、空气质量控制路径展开研究具有实际意义。

1 洁净手术部净化工程空气控制的基本认识

1.1 洁净手术部净化工程的功能定位

洁净手术部净化工程是医院建筑环境控制模式里的关键部分,它的主要作用是借助空气净化、温湿度调节、气流组织、压差梯度、运行监测等方式,给手术室及其辅助用房建立出契合医疗活动需要的空气环境。洁净手术部并非只是简单安装空调机组及高效过滤器,而是由建筑布

局、围护结构、净化空调系统、自动控制系统、医用气模系统、照明系统、运行管理制度一同构成的综合系统。手术期间人员流动、器械使用、敷料开启、设备散热、门体启闭均会对空气状态产生影响,所以净化工程必须持续保持空气洁净度、环境稳定性。其核心目的在于降低空气中悬浮粒子、微生物的传播,确保手术区域空气流向清晰,污染物能够及时排出,室内参数稳定且可控。

1.2 气流组织与空气质量的关系

气流组织在洁净手术部的空气质量控制里属于非常关键的技术环节。恰当的气流组织能够把经过过滤处理后的洁净空气传送到手术关键区域,还能及时稀释、排出人员、设备和材料活动所产生的污染物。要是送风、回风和排风之间缺少协调,洁净空气有可能无法覆盖重点保护区域,或者形成局部涡流、短路气流,抑或是出现污染物滞留的情况。洁净手术室常常依据洁净等级、手术类型、空间布局采用不一样的送风方式,着重关注手术台、器械台、医护人员活动区域的空气流向。气流组织的优化并非只是单纯地提高风量,而是要在洁净效果、舒适性、能耗、运行稳定等方面达成平衡。空气质量控制的本意,是借助合理的气流路径建立有序、连续且可验证的室内空气环境。

1.3 开展优化研究的现实价值

进行洁净手术部净化工程气流组织优化、空气质量控制方面的研究具有重要意义,在工程价值与管理价值上都有所体现。其一,气流组织得以优化便可以提高手术部关键区域洁净空气的覆盖程度,让室内空气环境稳定性得到增强。其二,空气质量控制能够助力医院减少环境因素对手术活动产生的干扰,以此提高医疗空间的使用质量。其三,净化工程在运行时能耗相对较高,如果只是依靠增加风量来维持洁净水平,很容易使运行成本增加,科学地进行优化有利于达成安全与节能的协调。其四,洁净手术部的运行涉及工程、护理、院感、设备、后勤等多个部门之间的协作,气流组织和空气质量控制研究能够促使管理模式从经验维护朝着数据化、标准化、精细化的方向转变。

2 洁净手术部气流组织优化的影响因素

2.1 空间布局与功能分区因素

洁净手术部的气流组织,首先会受到空间布局、功能分区的影响。手术部一般包括洁净手术室、无菌物品存放区域、刷手区域、洁净走廊、清洁走廊、污物通道、恢复相关区域还有辅助用房等。各个区域对于洁净度、压差、空气流向的要求并不相同。要是空间布局能够形成清晰的人流、物流、洁净流、污物流线,就有助于减少交叉干扰,同时也方便净化空调系统进行分区控制。功能分区还能够

决定送风量、回风方式、压差梯度的设置。洁净等级比较高的手术室应该处在相对受保护的位置,辅助用房与走廊之间要形成合理的空气压力关系,从而让空气从洁净区域朝着相对低洁净区域有序流动。气流组织的优化不能脱离建筑平面、流线设计,应当从总体布局阶段就把它纳入系统来考虑。

2.2 送回风方式与风量配置因素

送回风的方式、风量配置属于影响气流组织效果的直接因素。洁净手术室能够依据洁净等级、使用需求,采取集中送风、顶部送风、局部层流送风、侧下回风、下部回风或者组合回风的方式。送风口的位置、送风速度、送风面积、回风口的布置一同决定了室内空气的流动形态。风量配置不但要满足洁净度、换气次数的要求,还需要兼顾噪声、舒适性、能耗控制。风量过低可能会对污染物的稀释、排出产生影响,风速过高则有可能造成扰动感、能耗增加、气流组织不稳定。回风口的布置应当和送风区域形成合理的配合,让污染物能够沿着预期的路径排出。

2.3 人员活动与设备布置因素

手术部的空气质量会明显受到人员活动、设备布置的影响。手术室内人员的数量、站位、移动的频率、开门的次数、器械的转运情况,还有手术设备的摆放等,这些都会对局部气流状态造成改变。人员活动会带入并且产生微粒,频繁地开门会对压差稳定产生影响,设备的阻挡有可能改变送风气流下落的路径,像灯臂、吊塔、显示屏等设施,也可能会对洁净气流的覆盖产生一定作用。气流组织进行优化的时候,应该全面考虑手术室实际的使用状态,而不是仅仅分析空房间的条件。设备布置最好避免阻碍关键区域的洁净送风,人员活动的路线应当和洁净气流的方向相互协调。在运行管理过程中,还需要控制不必要的人员进出,规范物品传递、门体的启闭,让工程系统与医疗行为共同保障空气质量。

3 洁净手术部气流组织优化技术路径

3.1 优化送风覆盖与重点区域保护

洁净手术部气流组织的优化工作需要着重突出重点区域的保护。其中手术台、其周边的无菌操作区域是空气控制方面的核心所在,送风系统要确保洁净空气能够稳定地覆盖这个区域,并且形成相对而言比较有序的气流路径。在设计过程当中,可以依据手术室的等级、功能要求,合理地确定送风天花的尺寸、送风口的布局、过滤末端的配置,以此让洁净气流的覆盖范围与手术活动的范围相互匹配。送风气流应当尽可能地减少被灯具、吊塔、大型设备阻挡的情况,要是有必要的话,可以通过对设备布置进行

协调、对送风形式作出调整,从而提高覆盖效果。

3.2 完善回风排风与污染物排除路径

回风、排风系统对室内污染物的排除效率起着决定作用,是气流组织优化工作里的重要构成部分。洁净手术室的回风口一般适合布置在下部或者侧下部,目的在于配合顶部送风,进而形成从上到下、从洁净区到排出区的空气流动路线。回风口的位置要防止被柜体、设备、床位、临时物品遮挡住,以此确保回风通道畅通无阻。对于产生特殊气体、异味或者湿热负荷的区域,需要结合排风系统加以组织安排,避免污染空气朝着洁净区域扩散。排风量的设置也应当与送风量、回风量、室内压差相互协调。

3.3 运用模拟分析与现场验证技术

气流组织优化可凭借模拟分析与现场验证相结合的技术路线来达成。计算流体动力学方法能够针对手术室内送风速度、温度场、压力分布、污染物扩散路径展开模拟,进而协助设计人员在施工之前对比不同送回风方案所呈现出的效果。模拟分析需要结合房间尺寸、设备布置、送风参数、人员位置、热源条件,以此提高结果对于实际运行的参考价值。现场验证可借助风速测试、气流流型观察、压差测量、洁净度检测、温湿度记录、微生物采样等方式予以进行。

4 洁净手术部空气质量控制措施

4.1 加强空气过滤与净化系统配置

空气过滤系统乃是洁净手术部空气质量得以有效控制的基石所在。一般而言,净化空调系统借助于初效、中效、高效过滤这般多级的过滤途径,逐渐将空气中的颗粒物予以清除,进而为洁净手术室给予符合相应要求的送风质量保障。过滤器的配置需要与房间洁净等级、送风量、系统阻力、维护条件实现良好匹配才行。高效过滤器身为关键的末端部件,对于其安装密封性、完整性检测、定期更换管理等工作应当予以充分重视。净化机组同时还要具备稳定的风量调节、温湿度控制、运行监测等能力,以防因过滤器阻力出现变化而致使送风量偏离原本的设计状态。

4.2 强化压差梯度与分区控制

压差控制是一项关键举措,能够有效防止不同洁净区域的空气出现相互干扰的情况。对于洁净手术部而言,应当依据洁净等级、功能分区,建立起科学合理的压力梯度,以此确保空气能够从高洁净区朝着低洁净区的方向顺畅流动。手术室、洁净走廊、辅房、污物通道之间的压差关系必须清晰且稳定,当门体开启或者关闭之后,系统需要具备良好的恢复能力。压差控制要求送风、回风、排风、新风系统协同运转,因为任何一个单一的风量发生变化,

都有可能对整体的平衡造成影响。

4.3 控制温湿度与微生物环境指标

洁净手术部的空气质量涵盖多方面,其中既有颗粒物方面的控制要求,又有温度、湿度、微生物、噪声、气流舒适性等诸多指标。温湿度控制需要契合手术活动进行、人员舒适度保持、设备正常运行等多项需求。要是温度过高,会对医护人员的舒适性造成影响,还不利于设备散热,而如果湿度过低,静电可能会增多,同时人员也会感觉不适,湿度过高的话,对环境的稳定不利。微生物控制要达成,需借助洁净空气供应、合理规划气流组织、做好表面清洁消毒工作、对人员行为进行有效管理、开展监测评价等多方面协同来实现。

5 洁净手术部净化工程运行管理保障机制

5.1 完善设计施工与调试验收协同

洁净手术部净化工程的质量在设计、施工、调试、验收的整个过程中形成。在设计阶段,要依据医院的功能需求、手术室的等级、建筑条件、运行管理模式来确定净化系统方案,将气流组织、过滤配置、压差关系、温湿度控制、监测点位明确下来。在施工阶段,需要严格把控风管洁净、保温密封、过滤器安装、设备基础、管线综合、围护结构严密性这些方面。调试阶段要进行风量平衡、压差调节、洁净度检测、气流流型测试、自控系统联动验证。

5.2 建立运行维护与监测评价制度

洁净手术部空气质量的控制具备持续性特点,运行维护制度有着至关重要的作用。医院需要建立净化空调系统巡检制度、过滤器更换制度、风量检测制度、压差记录制度、温湿度检查制度、设备保养制度、异常处理制度。运行人员要定期对机组状态、风机运行情况、阀门位置、传感器读数、报警信息展开检查,以此确保系统维持在稳定状态。监测评价涵盖洁净度、沉降菌或浮游菌、压差、温湿度、风速、换气效果等方面内容,并且要依据监测结果及时对运行参数作出调整。维护记录应当真实且完整,方便对系统运行变化进行追溯。

5.3 推进智能化控制与节能管理

洁净手术部的净化系统存在能耗较高的情况,智能化控制、节能管理是今后的优化方向。借助自控系统、传感器、变频风机、智能阀门及运行管理平台,能够达成风量、温湿度、压差、设备状态的实时监测与调节。针对于不同的手术室、不同的使用时段,在满足洁净与安全要求的基础上,能够采用值班运行、备用运行、正常运行等模式,以此减少无效能耗。智能化控制还能够依据过滤器阻力、房间压差、温湿度的变化发出预警,从而帮助运维人员及

时进行维护。

6 结论

洁净手术部净化工程的气流组织优化、空气质量控制属于医院建筑环境安全、医疗空间高质量运行的关键要素。有研究显示洁净手术部空气质量受到空间布局、功能分区、送回风方式、风量配置、人员活动、设备布置、过滤系统、压差梯度以及运行维护等诸多因素的共同作用。气流组织优化应当把重点区域保护当作核心,合理地确定送风覆盖范围,完善回风排风路径,借助模拟分析、现场验证来提高设计及运行的科学性。空气质量控制需要建立多指标协同思路,既要重视颗粒物、微生物控制,也要关注温湿度、压差、气流速度、噪声、人员行为管理。在保障机制这方

面,应当完善设计施工与调试验收协同,建立运行维护、监测评价制度,推动智能化控制与节能管理。

[参考文献]

- [1]廖悦,孙启民.洁净手术室空调系统改善措施研究[J].建设科技,2024(3):99-101.
- [2]曾令杰,魏晓宾,高军,等.洁净手术室气流组织效果的影响因素综述[J].暖通空调,2024,54(5):1-12.
- [3]刘珍如,吴安华,龚瑞娥,等.空气细菌监测对维护和管理洁净手术部空气质量的影响[J].中国感染控制杂志,2022,21(10):984-991.

作者简介:孙映辉(1988—),男,汉族,毕业于华北电力大学,现就职于河北医科大学第二医院。