

医疗建筑中暖通空调系统的设计要求与特殊性考虑

张苏润

中联合盛科技有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 医疗建筑作为一个特殊功能性场所, 对暖通空调 (HVAC) 系统的设计要求较为复杂, 既要满足舒适性和健康安全需求, 又需确保能源效率和系统稳定性。文中首先探讨了医疗建筑中暖通空调系统面临的特殊要求, 重点分析了空气质量控制、温湿度调节以及病房隔离区的特殊设计要求。其次讨论了系统选型、设备布置与管道设计的优化策略, 并结合实际案例提出了最佳实践。最后提出了节能与可持续发展的设计理念, 旨在为医疗建筑的暖通空调系统设计提供科学依据和实施指导。通过多方面的分析与案例研究, 文中为提升医疗建筑环境质量提供了切实可行的方案。

[关键词] 暖通空调系统; 医疗建筑; 空气质量控制; 温湿度调节; 节能设计

DOI: 10.33142/aem.v7i5.16776

中图分类号: TU83

文献标识码: A

Design Requirements and Special Considerations for HVAC Systems in Medical Buildings

ZHANG Surun

Zhonglian Hesheng Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: As a special functional place, medical buildings have complex design requirements for HVAC systems, which not only need to meet comfort and health safety needs, but also need to ensure energy efficiency and system stability. The article first explores the special requirements faced by HVAC systems in medical buildings, with a focus on analyzing air quality control, temperature and humidity regulation, and the special design requirements for ward isolation areas. Secondly, optimization strategies for system selection, equipment layout, and pipeline design were discussed, and best practices were proposed based on practical cases. Finally, the design concept of energy conservation and sustainable development was proposed, aiming to provide scientific basis and implementation guidance for the design of HVAC systems in medical buildings. Through various analyses and case studies, the article provides practical and feasible solutions to improve the quality of medical building environment.

Keywords: HVAC system; medical buildings; air quality control; temperature and humidity regulation; energy-saving design

引言

医疗建筑中暖通空调 (HVAC) 系统的设计不仅仅关乎舒适度和节能, 更多的是涉及到病人的生命安全、健康和康复环境的优化。与普通建筑不同, 医疗建筑的暖通空调系统必须满足更加严格的卫生、环境控制标准, 保证空气质量和温湿度的稳定性。这不仅影响到病人的治疗效果, 还关系到医护人员的工作效率和整体建筑的能效。由于医疗建筑对空气质量的要求高, 且负荷变化频繁, 因此对暖通空调系统的设计提出了独特的挑战。本文将从医疗建筑的特点出发, 详细分析该系统设计中必须关注的关键问题, 并提出解决方案。

1 医疗建筑暖通空调系统的设计挑战

医疗建筑的暖通空调 (HVAC) 系统设计面临一系列复杂的挑战, 主要体现在对环境控制要求的严格性以及系统运行的高效性需求上。与普通建筑不同, 医疗建筑需要应对高频的人员流动、密闭空间的空气流通问题、病患对环境温湿度的特定要求以及医院内特殊区域的空气净化问题, 这些因素都使得暖通空调系统设计变得尤为复杂。

医疗建筑内各个功能区域对空气质量有着极为严格的要求。无论是手术室、ICU 病房还是普通住院病房, 都

对空气中的细菌、病毒及微尘等有着高标准的控制要求。手术室尤其需要维持严格的空气洁净度, 并通过高效过滤系统减少空气中的污染物质。病房区域由于病患体质和治疗需求的差异, 必须提供灵活的温湿度调节能力。这些设计需求不仅要求暖通空调系统具备较高的精度控制能力, 还要求系统的适应性能够应对频繁的人员变动和设备更新。

医疗建筑的暖通空调系统设计还必须考虑到系统的高效性和稳定性。在高度集中的人流和设备运行情况下, 系统负荷变化频繁, 且要保持长期稳定运行。这要求系统具备较强的调节能力, 同时避免能效浪费。医疗建筑往往需要 24 小时不间断运作, 因此系统故障容忍度低, 对设备的可靠性提出了更高要求。医疗建筑暖通空调系统的设计挑战不仅包括对环境质量的精细调控, 还涉及到系统在长期使用中的稳定性与可靠性保障, 这些因素都需要通过先进的技术和优化设计来加以解决。

2 空气质量控制与温湿度调节的特殊要求

在医疗建筑的暖通空调系统设计中, 空气质量控制与温湿度调节尤为重要, 直接影响病患的恢复和舒适度以及医护人员的工作环境。空气质量不仅关乎微生物和颗粒物的过滤, 还包括对有害气体和异味的去除。医疗建筑中要

求对空气中的有害物质进行高效地清除,尤其是在手术室、ICU 等对空气洁净度要求极高的区域。为了达到这一要求,通常需要使用 HEPA 过滤器、UV 紫外线消毒装置等高效设备,确保空气中微生物浓度保持在一个安全范围内,避免手术中感染的发生。

温湿度的调控在医疗建筑设计中同样占有重要地位。手术室等敏感区域通常需要保持稳定的温度和湿度,过高或过低的温湿度都会影响到医疗器械的性能、药物的存放安全以及手术过程中的病人舒适性。温湿度波动较大的环境还可能加剧病人不适感,影响其恢复过程。设计时需要选用具备精确调节功能的空调系统,确保这些区域温湿度维持在适宜的范围内,常常通过精密的传感器与自动化控制系统实现对室内气候的实时监控与调整。

对于病房等长期居住区域,空气质量控制不仅要求过滤空气中的尘埃、细菌,还要有效去除空气中的有害气体,尤其是氮氧化物、甲醛等挥发性有机物(VOC)的含量。室内通风系统的设计必须保证空气的新鲜流通,同时避免交叉感染。此类区域的空调系统不仅要满足温湿度控制,还要兼顾通风、空气交换的效率与效果。通过采用双通道空气循环系统,可以实现空气的清新与洁净,从而提高病房环境的舒适度和安全性。

湿度控制方面,医院内的湿度水平需保持在一个合理的范围,过低的湿度会导致空气干燥,对呼吸道和皮肤产生刺激,而过高的湿度则可能导致霉菌、细菌滋生,增加空气传播性疾病的风险。特别是在新生儿重症监护室(NICU)等区域,温湿度控制尤为关键。此类特殊区域内的 HVAC 系统需要具备高精度温湿度调节能力,并能够自动感应与调整。

3 医疗建筑 HVAC 系统的设备选择与布置策略

针对医疗建筑的特殊需求,系统设计不仅要求设备能够满足高效、低能耗的运行要求,还需确保其具备高可靠性,避免因系统故障带来的安全隐患或舒适度问题。设备选择时,必须考虑建筑功能的多样性、空间布局的特殊性以及空气质量、温湿度的严格要求。设备选型过程中,空气处理单元(AHU)通常是核心设备之一,其作用在于调节空气流量、温湿度及净化空气。为保证医疗区域的空气洁净度,AHU 需要配置高效的过滤装置,如 HEPA 过滤器或 ULPA 过滤器,这些设备能够有效去除空气中的微粒、病菌及污染物,确保空气质量符合医疗标准。AHU 设备还需具备灵活的空气流量调节能力,能够根据不同区域的需求进行自动调节,保证空间的舒适性与安全性。

对于温湿度控制,选择变风量(VAV)系统成为越来越多医疗建筑的首选。这种系统能够根据室内负荷变化自动调节空气流量,减少能源消耗,同时保持室内温湿度的稳定。在手术室、ICU 等对温湿度要求严格的区域,VAV 系统配合精密的传感器与控制系统,可以实时监测环境变

化,进行精准地调节。对于这些区域,采用中央空调与局部空调相结合的方式,可以更灵活地应对空间使用的变化,提升系统的调节精度。在设备布置方面,合理的管道布局和空调设备的安装位置至关重要。医疗建筑的空间复杂,功能区分明显,HVAC 系统的设备布置需根据区域需求进行合理规划。例如,手术室、ICU 等对空气洁净度要求高的区域,需要采用单独的空气处理系统,以避免交叉污染的风险。管道布局时,尽量减少设备与管道的交叉,避免因管道走向不当导致空气流动不畅。空调设备的安装位置应保证设备的维修与检修便捷,同时避免设备与病房或手术室等高噪音敏感区域的直接接触,以减少噪声对病人的影响。

系统的控制和监控系统也在设备选择中占据重要地位。通过智能化的控制系统,能够实时监测并调节系统的运行状态,确保设备在最佳工作状态下运行。智能化系统不仅可以提高设备的运行效率,还能有效减少能耗,延长设备的使用寿命。对于高效节能的要求,采用变频调速技术可以使系统根据负荷变化自动调整风机和压缩机的转速,避免能量浪费,提升系统的整体效率。

4 节能与环境可持续设计在医疗建筑中的应用

医疗建筑对空调系统的需求普遍较高,系统负荷大且运行时间长,这使得建筑能耗较为突出。因此,如何在满足医疗环境特殊需求的同时,降低能源消耗、提高系统的运行效率,是当前设计中的关键任务。通过合理的设计与优化,能够实现资源的高效利用,并推动建筑环境的可持续发展。在节能设计方面,医疗建筑的暖通空调系统常常采用高效的设备和节能技术。选用变频驱动的风机和压缩机能够根据建筑负荷的变化自动调整功率输出,避免了传统系统的能量浪费。结合智能控制系统的应用,使得系统能在不同时间、不同负荷情况下,根据实际需求调节运行状态,进一步提高能效。通过智能化的控制,不仅能根据室内外温差自动调整系统的运行参数,还能有效管理系统的待机模式,避免不必要的能源浪费。

建筑外围的保温性能对节能效果也起着至关重要的作用。在医疗建筑的设计中,采用高效隔热材料来减少热量的流失或进入,可以大大降低暖通空调系统的负荷,从而减少能源消耗。采用高效的外墙和屋顶保温系统,以及加强窗户的隔热性能,能有效保持室内温度的稳定性,减轻空调系统的调节压力。特别是对于大型医疗建筑,通过外部建筑外立面的合理设计,利用自然通风或被动式设计策略,能够在不依赖过多机械设备的情况下,维持建筑内环境的舒适性。为了确保医疗建筑的环境可持续性,还需重点关注水资源的节约与回收。医疗建筑内的水资源消耗通常较大,特别是在手术室、洗手池及清洁设备等区域。为此,采用循环水系统和雨水回收技术,可以有效减少自来水的使用,降低水资源的消耗量。系统应配备水质

监控和净化设备,确保水源的洁净与安全。

绿色能源的使用也是医疗建筑环境可持续设计中的一个重要方向。通过引入太阳能、地热能等可再生能源,不仅可以减少对传统能源的依赖,还能有效降低建筑的碳排放。如安装屋顶太阳能光伏板或热水系统,不仅能提供清洁能源用于建筑照明和热水供应,还能在某些区域实现能源自给自足。地热能作为一种稳定、持续的绿色能源,在一些地区的医疗建筑中也逐渐得到应用,通过地源热泵系统进行冬季采暖与夏季制冷,既环保又高效。在节能和环境可持续性设计的过程中,建筑材料的选择同样至关重要。使用绿色建筑材料,如低碳、可回收或可再生的材料,不仅能降低施工阶段的环境负荷,也能在建筑生命周期内减少资源消耗。采用环保地板、绿色涂料、无害的建筑保温材料等,都能减少室内空气污染,提升建筑的环保性。

5 优化方案与实际案例分析

医疗建筑中的暖通空调(HVAC)系统优化方案的设计不仅是对系统运行效率的提升,也是对环境舒适性和节能效果的综合考虑。在具体实施过程中,系统优化方案需结合医疗建筑的特殊需求,如空气洁净度控制、温湿度精确调节等,确保系统运行稳定并达到最佳性能。在此基础上,实际案例的分析可以为优化方案提供有力的支撑和指导。优化方案中,针对空气质量控制的提升,常见的做法是通过调整空气处理单元(AHU)的配置,结合高效过滤系统,如HEPA或ULPA过滤器,实现空气中微粒、病菌的过滤,同时确保空气流通与新鲜度。部分高端医疗建筑还引入了负压系统,尤其是在感染控制区,确保病菌不通过空气传播到其他区域。控制系统的引入,通过实时监控室内外的空气质量,自动调整风量、温度与湿度,最大限度提高空气流通效率,减少能源消耗的同时,保持空气质量达到医疗要求。

在温湿度调控的优化中,针对医疗建筑不同区域对温湿度的严格要求,设计时通常会选择高精度的温湿度控制设备。部分医疗建筑采用的是集成式空调系统,能够根据需求区域动态调节室内的温湿度。这种系统具有良好的响应能力,能够迅速根据患者数量或环境变化调整运行状态,确保在24小时不间断的运行下维持精确控制。结合实际案例分析,某大型医院通过采用变风量(VAV)系统来优化暖通空调的运行效率。VAV系统根据不同楼层和区域的温湿度需求调整空气流量,有效避免了全负荷运行时的

能源浪费。在手术室、ICU等高要求区域,系统采用独立的空气处理系统,保障了室内空气的洁净与温湿度的稳定。该医院还进行了智能化系统的引入,通过中央控制系统实时监控并调节各个区域的空气质量与温湿度,系统不仅高效运行,同时减少了人为干预的需求,提升了整体管理效率。

节能优化方面,某医院在HVAC系统的设备选择上,采用了高效的热回收设备和变频控制技术。这些设备能够根据负荷变化自动调节工作状态,在保证室内环境质量的同时大大降低了能耗。通过屋顶安装光伏发电系统,医院不仅能够为HVAC系统提供一部分能源,还通过回馈电网降低了能源成本。这种能源的自给自足模式,不仅降低了运营费用,还为建筑的绿色环保做出了贡献。通过案例分析可以看出,优化方案的实施需要从设备选择、系统布局、控制策略等多个方面进行全面考虑。系统的集成与智能化设计能够有效提高医疗建筑暖通空调系统的能效和舒适性,并为医疗环境的可持续发展提供支持。

6 结语

本文围绕医疗建筑中的暖通空调(HVAC)系统展开,探讨了其设计要求、特殊性考虑以及优化方案。通过分析空气质量控制、温湿度调节、节能与可持续设计等关键问题,提出了相应的解决策略和实施方案。实际案例的分析进一步证明,优化后的系统不仅提高了能源利用效率,还保障了医疗环境的安全与舒适性。随着技术的发展,医疗建筑的暖通空调系统将更加智能化、节能化,推动绿色建筑理念的实施,改善病患及医护人员的工作和治疗环境。

[参考文献]

- [1]王健,刘丽华.医疗建筑暖通空调系统的设计与优化[J].建筑技术,2023,54(7):34-40.
- [2]张晓明,王宇.医疗建筑中HVAC系统节能设计研究[J].节能技术,2022,31(5):68-73.
- [3]陈佳,李明.基于变风量系统的医疗建筑HVAC设计优化[J].暖通空调,2022,53(6):101-108.
- [4]刘涛,李芳.医疗建筑空气质量控制与温湿度调节系统优化研究[J].空气调节与清洁技术,2021,37(9):72-79.
- [5]王磊,孙云.医疗建筑中的智能HVAC控制系统应用[J].建筑设备,2023,58(4):45-50.

作者简介:张苏润(1993.5—),女,汉族,毕业学校:石家庄铁道大学,现工作单位:中联合盛科技有限公司。