

民用建筑空调工程的节能设计思路分析

刘小玉

河北建研建筑设计有限公司建筑更新（鹿泉）分公司，河北 石家庄 050000

[摘要]能源危机和环境问题日趋严重，所以民用建筑空调系统的节能设计成了建筑工程领域的重要研究方向，文章要分析当前民用建筑空调工程节能设计的现状和存在的问题，并且从建筑围护结构优化、空调系统选型与设计、能源利用与回收、智能控制系统应用以及可再生能源整合等多方面系统地阐释民用建筑空调工程节能设计的关键思路和方法，因为研究显示运用高效保温材料、气密性设计、合理选择变频空调设备、水系统优化、开展全热回收与余热利用技术、设置智能控制与需求响应系统以及整合太阳能、地源热泵等可再生能源技术，能大幅减少空调系统的能源消耗，达到 30%~50% 的节能效果，另外文章也探讨空调节能设计和建筑全生命周期评价协同的策略并提出节能设计需充分考量初投资、运行成本与维护管理之间的平衡关系才能达成经济效益与环境效益的最大化，这些研究成果对民用建筑空调工程朝着低碳高效发展、达成建筑节能减排目标有着重要的理论和应用价值。

[关键词]民用建筑；空调工程；节能设计；系统优化；可再生能源

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18379

中图分类号: TU8

文献标识码: A

Analysis of Energy-saving Design Ideas for Civil Building Air Conditioning Engineering

LIU Xiaoyu

Architectural Renewal (Luquan) Branch of Hebei Jianyan Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasingly serious energy crisis and environmental problems, energy-saving design of civil building air conditioning systems has become an important research direction in the field of construction engineering. This article aims to analyze the current status and existing problems of energy-saving design in civil building air conditioning engineering, and systematically explain the key ideas and methods of energy-saving design in civil building air conditioning engineering from multiple aspects such as building envelope structure optimization, air conditioning system selection and design, energy utilization and recovery, intelligent control system application, and renewable energy integration. Research shows that the use of efficient insulation materials, air tightness design, reasonable selection of variable frequency air conditioning equipment, water system optimization, implementation of total heat recovery and waste heat utilization technology, setting up intelligent control and demand response systems, and integration of renewable energy technologies such as solar energy and ground source heat pumps are important. It can significantly reduce the energy consumption of air conditioning systems, achieving an energy-saving effect of 30% -50%. In addition, the article also explores the strategy of coordinating air conditioning energy-saving design and building life cycle assessment, and proposes that energy-saving design needs to fully consider the balance between initial investment, operating costs, and maintenance management in order to achieve the maximization of economic and environmental benefits. These research results have important theoretical and practical value for the development of civil building air conditioning engineering towards low-carbon and efficient development, and to achieve building energy-saving and emission reduction goals.

Keywords: civil buildings; air conditioning engineering; energy-saving design; system optimization; renewable energy

引言

近年来全球能源危机与环境问题愈发凸显，建筑行业属于主要能源消耗领域之一，所以其节能潜力受到高度关注，国际能源署（IEA）的数据表明全球总能耗中建筑能耗约占 36%，民用建筑里空调系统能耗占比竟达 40%~60%，这显示空调系统节能优化是达成建筑节能减排目标的关键，中国城镇化进程加快且居民生活水准提高，民用建筑对空调的需求不断增长使得能源供需矛盾更严重，国家提出“双碳”战略目标给建筑行业低碳转型指明政策方向并且让空调工程节能设计的要求更高，在这样的大环境

下深入探究民用建筑空调工程节能设计思路，不但应对能源短缺和气候变化很重要，而且是推动建筑行业可持续发展的必然之选。

民用建筑空调工程的节能设计涵盖多个技术维度与管理层面，需站在建筑全生命周期的视角全面考量节能成效以及经济可行性，当下呢，虽然国内外于空调节能范畴已然收获了一定程度的进步，然而仍旧存在着大量急需处理的问题，像是一些建筑设计把围护结构的热工性能优化给忽视了，从而致使冷热量丢失得很严重，而且传统的空调设备能效比较低且缺少智能化调控办法，所以很难去适

应动态负荷的需求,并且可再生能源技术的运用比例也不高,这就使得它在能源替代和减排方面所具备的优势没能得到充分的发挥。另外节能设计常常是过于关注初期的投资成本,却把运行阶段的长期效益给忽略了进而致使整体的节能效果不好,所以借助科学合理且带有创新理念的节能设计策略,再结合现代技术手段探寻适合民用建筑空调工程的节能途径有着很重要的现实意义,本文会从建筑围护结构优化、空调系统选型与设计能源利用与回收,智能控制技术和可再生能源整合等方面进行分析,以期为民用建筑空调工程的节能实践给予理论支撑和技术参考。

1 民用建筑空调系统节能设计的基础理论与原则

1.1 建筑空调系统能耗分析与节能潜力评估

全球能源消耗持续增长使建筑领域能源使用问题近年广受关注,国际能源署数据表明全球总能耗中建筑行业占比达 36%且空调系统能耗占比超 40%,尤其在高温高湿地区空调能耗是建筑运行成本的主要构成部分,民用建筑空调能耗源于制冷设备运行、空气输送和冷热负荷动态变化,综合分析建筑围护结构传热系数、室内热舒适性需求和外部气象条件可知空调系统节能潜力巨大,研究显示优化围护结构保温性能与气密性设计可降低空调冷热负荷 20%~30%,变频技术和水系统优化能进一步减少设备运行能耗并且全热回收技术可有效利用余热,实际工程里部署智能控制系统实时监测与调节会使空调系统能效比显著提升,所以要从多方面协同推进民用建筑空调系统节能设计,注重从源头减负荷、提设备效率、强能源回收利用以使整体能耗大幅下降^[1]。

1.2 空调系统节能设计的基本原则

民用建筑空调系统节能设计要遵循科学性、经济性和可持续性这些基本原则,先说科学性方面,设计时得有精确的能耗分析作基础并充分考虑建筑功能、气候条件和用户需求等因素才能保证设计方案有针对性且可操作。再说经济性,就是节能措施的实施要在初投资、运行成本和维护管理之间找平衡,像高效保温材料 and 变频空调设备初期投入高但长期运行节能效益好能有效降低生命周期成本。最后是可持续性原则,节能设计不能只看怎么短期降低能耗还得兼顾环境影响和资源利用效率,整合太阳能光伏、地源热泵等可再生能源技术不但能减少对传统化石能源的依赖还可给建筑提供更清洁的能源方案,并且空调系统的节能设计也要跟建筑全生命周期评价结合起来让设计方案在各个阶段都体现出节能减排的优势进而推动建筑行业绿色转型。

1.3 国内外空调节能技术发展现状

近年来,在空调节能技术领域国内外虽有显著进展但存在一定差距,发达国家中智能化和可再生能源技术的应用比较成熟,像美国和欧洲就广泛应用智能控制系统,凭借物联网技术和大数据分析精确控制空调系统从而平均

节能 25%~30%,而且地源热泵技术在北欧国家的应用比例不断攀升成为区域供暖和制冷的重要方式^[2]。国内空调节能技术起步虽晚但发展很快,统计显示过去五年变频空调设备新增数量年均增长超 15%且高效节能产品市场份额大幅提升,并且国内在全热回收技术和余热利用上也有突破且这些技术在大型公共建筑里得到了推广。不过由于技术水平和政策支持有限,国内可再生能源和空调系统的整合还处于初级阶段,尤其在分布式能源系统应用方面有很大空间,随着“双碳”目标不断推进,以后空调节能技术会更侧重低碳化和智能化发展给建筑行业可持续发展增添新动力。

国外在空调节能技术上的探索起步较早,在智能控制方面,除了美国和欧洲广泛应用的基于物联网和大数据分析的智能控制系统外,日本也在智能空调领域取得了不少成果。例如一些日本企业研发的智能空调,能够通过传感器实时感知室内人员的位置和活动状态,自动调整送风方向和温度,实现更加精准的节能控制。在可再生能源应用方面,除了北欧广泛使用的地源热泵技术,一些阳光充足的国家如澳大利亚,太阳能空调的应用也较为普遍。太阳能空调利用太阳能集热器收集热量,驱动空调系统运行,在白天阳光充足时能够基本满足建筑的制冷或制热需求,大大减少了对传统电能的依赖。

国内在空调节能技术的发展过程中,也在不断探索创新。除了变频空调设备数量的快速增长和全热回收技术的突破,一些企业还在研发新型的空调冷热源设备。例如,一些空气源热泵技术在低温环境下性能得到了显著提升,能够在北方寒冷地区稳定运行,为建筑提供高效的供暖服务。同时,国内也在积极推动空调系统与建筑一体化的设计理念,将空调设备与建筑结构更好地融合,提高建筑的整体节能性能。不过,与国外相比,国内在空调节能技术的标准化和规范化方面还有待加强,需要进一步完善相关标准和规范,以促进空调节能技术的健康有序发展。

2 民用建筑空调工程节能设计的关键技术与实施策略

2.1 空调负荷计算与系统合理选型

空调负荷的精准计算乃是达成民用建筑空调工程节能设计之根基,近些年来伴随着建筑能耗标准的愈发严苛,空调负荷计算办法逐步由传统的经验公式朝着基于动态模拟的精细化趋向发展,在《中国建筑能耗研究报告(2022)》当中表明建筑运行阶段所消耗的能源在全国总能耗里占据了 21%,而在这个当中空调系统所占的比例更是超过了 40%。因此通过科学合理的负荷计算,能够有效避免设备选型过大或者过小的问题进而降低初投资以及运行成本,在实际工程中结合建筑围护结构的热工性能优化,采用变频多联机磁悬浮冷水机组等高效设备可显著减少冷热负荷需求^[3]。与此同时要确保设备运行在高效

区间,系统选型必须综合考量建筑功能分区,使用时间以及气候条件等诸多因素,研究表明空调系统整体能效的提升幅度可达 15%~20%,这一成果为后续节能措施的施行奠定了坚实基础。

2.2 空调冷热源设备节能技术

空调冷热源设备节能技术乃降低民用建筑能耗之核心要点,近些年来伴随着制冷技术的迅猛发展,诸如地源热泵空气源热泵还有磁悬浮冷水机组这类高效的冷热源设备获得了广泛的运用,数据表明 2021 年中国热泵市场规模已然超过 200 亿元,年均增长率高达 15%之上充分彰显了市场对于节能设备的认同。这些设备利用自然界的低品位能源,使传统压缩式制冷系统的能耗显著降低,此外能源利用效率因全热回收技术的应用而进一步提升,在酒店医院等场所,空调排风中的热量被回收用于生活热水制备从而节约 20%~30%的能源消耗,需要注意的是冷热源设备的节能效果与它的运行管理紧密相连,所以得结合智能控制技术来实时监测和优化调度保证设备一直处在最佳运行状态。

2.3 空调末端系统节能设计

空调末端系统的节能设计与室内环境的舒适性以及能源利用效率息息相关,近些年来随着用户对于室内空气质量的要求逐步提高,变风量末端装置(VAV)以及辐射供冷供暖系统慢慢变成了研究的热点内容,这些技术凭借精确地调节送风量或者表面温度不但满足了不同区域所具有的个性化需求,而且还极为显著地降低了风机以及水泵所产生的能耗^[4]。统计显示采用变风量系统的建筑对比传统定风量系统,能够达成 20%~30%的节能成效,另外建筑空间布局与使用特点需要被末端设备的优化设计予以考虑,例如在办公建筑里推行独立新风系统不但可以确保室内空气品质,而且能够降低冷热负荷,经由高效过滤器与低阻力风道设计的整合,使系统运行能耗进一步降低,为达成整体节能目标给予了强有力的支撑。

2.4 空调水系统优化设计

民用建筑空调能效的提升,空调水系统的优化设计是重要手段,传统水系统由于存在管路复杂阻力大的问题,常常致使水泵能耗过高,不过在近些年引入变频技术和管网平衡技术之后,这一问题得到有效缓解,相关研究表明,用了变频水泵后水系统能耗能降低 30%~40%,另外,管道布局的优化以及低阻力阀门的选用,是降低系统能耗的关键举措,像大型商业综合体,分区供水和二次泵系统设计,使长距离输送时的能量损失大大减少,而且冷却塔的优化运行也不能忽略,智能控制冷却水流量和温差,能让冷源设备运行效率进一步提高,这些技术综合运用,水系统整体性能得以提升,建筑节能减排目标的实现也有了重要保障。

2.5 空调风系统节能技术

空调风系统的节能技术重点在于降低风机能耗以及

改进气流组织这两个方面,近些年来伴随着高效风机以及低阻力风道技术的进步与发展,风系统的节能潜能获得了更进一步的发掘,数据表明风机能耗大概占空调系统总能耗的百分之十五至二十,所以运用高效电机与变频控制技术能大幅削减运行成本。另外对于节能成效的提升来讲优化气流组织设计属于关键路径之一,像在高大空间建筑内推行分层空调技术借助把冷热空气限制于人员活动区域,降低了不必要的能量损耗,同时智能控制系统于风系统里的应用变得越来越广泛,借由实时监测室内室外的环境参数动态地调整送风量以及温度设定值达成了能源的精准把控^[5]。这些技术协同运作不但提升了空调系统的运行效率,而且给建筑行业的可持续发展注入了全新动力。

3 结论

民用建筑空调工程的节能设计是建筑工程领域的重要研究方向,其核心在于通过多维度的技术整合与系统优化,来达成能源的高效利用,在近些年之际伴随着全球性的能源危机愈发严重以及碳中和目标的明确提出,建筑行业所存在的能耗方面的问题受到了极为广泛的关注,数据表明建筑领域能耗占全球总能耗的 30%~40%,空调系统的能耗占比达 40%~60%为节能潜力最大的环节之一。本文针对建筑围护结构优化空调系统选型与设计,能源回收与智能控制技术应用等方面给出了综合性节能策略,研究显示这些举措能达成 30%~50%的节能成效为行业指明了清晰的技术途径,另外空调节能设计得把建筑全生命周期评价考虑进去,让初投资和长期运行成本达到平衡,从而保证经济效益和环境效益一起往上提。以后随着可再生能源技术更进一步成熟起来且智能化水平也提高了,民用建筑空调工程就会朝着低碳化高效化的方向发展推动建筑领域实现节能减排目标为全球可持续发展贡献力量。

[参考文献]

- [1]肖龙洋,宋晋.民用建筑暖通空调系统节能设计措施分析[J].绿色环保建材,2020(3):46-48.
- [2]张丽娟.节能理念下的民用建筑暖通空调设计研究[J].福建建材,2017(7):60-61.
- [3]许会鸽.住宅建筑暖通空调的节能设计要点分析[J].企业导报,2015(19):68-86.
- [4]董旭艳.对民用建筑暖通空调系统节能设计措施的探讨[J].科技创新与应用,2019(18):103-104.
- [5]张闻.基于节能理念下的民用建筑暖通空调设计[J].工程技术研究,2018(14):162-163.

作者简介:刘小玉(1993.1—),毕业院校:华北理工大学,所学专业:能源与动力工程,当前就职单位:河北建研建筑设计有限公司建筑更新(鹿泉)分公司,职务:暖通设计,职称级别:工程师。