

建筑采暖通风空调工程的节能减排措施研讨

徐守函¹ 王明阔²

1. 成都华丰工程勘察设计有限公司, 2. 中建八局第一建设有限公司

摘要: 本文细致探讨了建筑采暖通风空调 (HVAC) 工程中的节能减排措施, 涵盖从使用清洁和再生能源, 优化冷冻水和水循环系统, 到实施新风系统的热回收技术, 以及变频技术和楼宇控制系统的应用等多个方面。文章详细分析每项措施的技术细节和实施效果, 强调在现代建筑设计中实现能效最大化和环境影响最小化的重要性。通过这些节能减排策略, 可以显著提高建筑的能源效率, 降低运营成本, 并促进环境可持续性。本文旨在为建筑行业提供全面的节能减排解决方案, 指引行业朝着更加绿色和可持续的发展方向前进。

关键词: 建筑采暖通风; 空调工程; 节能减排; 措施

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.07.071

引言

随着全球对可持续发展和环境保护的日益关注, 建筑行业面临着日益严峻的节能减排挑战。特别是在建筑采暖通风空调 (HVAC) 领域, 如何有效减少能源消耗和温室气体排放成为一个重要议题。优化HVAC系统不仅关乎能源效率的提升, 也关系到环境保护和经济成本的平衡。因此, 探索和实施有效的节能减排措施对于实现更加可持续发展的建筑环境至关重要。

一、暖通系统节能减排的意义

(一) 提升节约环保效能

暖通系统节能减排的重要性在于其对提升建筑节能和环保效能的显著贡献。首先, 采用高效节能的暖通技术能显著降低建筑能耗, 减少温室气体排放, 对于应对全球气候变化和实现可持续发展目标至关重要。例如, 通过高效的隔热材料、智能温控系统以及能效比更高的设备, 可以有效降低能源消耗, 同时保持室内舒适度。其次, 节能减排的暖通系统推动能源利用的优化, 如采用地热、太阳能等可再生能源, 不仅降低对传统化石燃料的依赖, 也能减少环境污染。此外, 这一领域的技术创新, 如热泵技术、热能回收系统等, 为建筑能效提供新的解决方案, 这些技术的应用不仅能提升能源的使用效率, 也能促进建筑行业技术水平的整体提升。

(二) 促进建筑采暖通风空调系统技术创新

促进建筑采暖通风空调 (HVAC) 系统的技术创新, 对于提高建筑能效和推动环境可持续性具有重大意义。在这个领域, 技术进步主要体现在提高能源使用效率、优化系统控制以及集成可再生能源方面。例如, 先进的热泵技术可以有效提升能源转换效率, 减少能源浪费。同样, 通过智能化控制系统, 如基于云计算的数据分析

和机器学习算法, 能更精确地调节室内温度和湿度, 以达到最优的能耗效果。此外, 集成太阳能和地热能等可再生能源的HVAC系统, 不仅能减少对化石燃料的依赖, 还能降低碳排放。创新技术还包括利用建筑自身结构来增强能效, 如采用高效隔热材料、设计优化的建筑外壳以降低热损失。这些技术的发展和應用不仅能优化能源消耗, 也为建筑设计带来新的挑战 and 机遇, 激发跨学科领域的合作, 如建筑学、环境科学和计算机科学的融合^[1]。

二、暖通系统节能减排设计存在的问题

(一) 设计与实际应用差异

在暖通系统节能减排设计领域, 设计与实际应用之间的差异是一个显著问题。这种差异源于多个方面: 首先, 设计阶段往往采用理想化的假设条件, 例如关于建筑物使用模式和环境条件的假设, 这些条件在实际应用中往往与预期有所不同。其次, 设计时使用的模拟软件无法精确模拟所有实际操作条件, 尤其是在极端气候条件下。此外, 建筑施工过程中的变动和材料替换导致实际建筑与设计蓝图之间存在差异, 这些变化会影响暖通系统的性能。在实际运行阶段, 用户行为也对系统效能产生重要影响, 而这在设计时很难准确预测。例如, 过度或不当的使用空调和采暖设备, 导致能源浪费, 而这在设计阶段是难以预料的。此外, 系统维护不当或设备老化也会导致实际性能低于设计预期。

(二) 成本与效益的权衡

在暖通系统的节能减排设计中, 成本与效益之间的权衡是一个关键问题。高效的暖通系统往往需要更高的初始投资, 包括先进的设备和材料成本, 以及设计和安装的额外费用。对于许多项目来说, 尤其是预算有限的情况下, 构成显著的经济负担。虽然长期来看, 节能系统由于减少运行成本而具有经济效益, 但短期内的高投资成本往往会阻碍这些技术的采纳。此外, 对于能源价格波动的不确定性也会增加投资风险。在实际应用中, 预期的节能效果因不同的使用模式和维护状况而大相径庭。因此, 即便长期节能效果明显, 短期内的经济考量仍是主要的制约因素。此外, 对于建筑业主和开发商来说, 成本回收周期的长短常常是决策的关键因素, 而这个周期在很大程度上取决于建筑的使用性质和能源价格的波动。

(三) 技术更新与设备老化

技术更新与设备老化问题在暖通系统的节能减排设计中同样重要。随着技术的不断进步, 新的、更高效的

暖通解决方案不断涌现，意味着现有系统很快变得过时。例如，新的节能材料或更先进的控制系统使旧系统相对落后。这种快速的技术更迭给建筑所有者带来持续更新和升级系统的压力。同时，暖通设备随着时间的推移逐渐老化，其性能和效率会逐渐降低。老化的设备不仅消耗更多能源，而且需要更频繁的维护和更换，会增加长期运营成本。对于旧建筑而言，将现有系统升级到最新技术往往伴随着重大的结构改造和高昂成本。此外，设备老化和技术更新之间的不匹配也会导致系统的整体效率降低，因为新旧部件之间存在兼容性问题^[2]。

三、暖通系统节能减排具体措施

（一）使用清洁能源与再生速度快的能源

在暖通系统节能减排的实践中，使用清洁能源是一个关键措施。清洁能源，如太阳能、风能和地热能，提供一种低碳的能源替代方案，有效减少对传统化石燃料的依赖。太阳能利用太阳能板将太阳光转换为电能，可以用于驱动暖通系统中的电气设备，如空调和热泵。太阳能热水器则直接使用太阳能来加热水，为建筑提供热水和采暖。风能通过风力发电机将风能转换为电能，同样可以用于支持建筑的暖通系统。地热能源利用地下稳定的温度，通过地热热泵系统为建筑提供冷暖。这些清洁能源技术不仅能减少温室气体排放，而且在运行成本上相对较低。然而，这些技术的应用也面临一些挑战，如太阳能和风能的可用性受地理位置和天气条件的影响，地热能的应用则受限于地理条件。

使用再生速度快的能源，如生物质能，也是推动暖通系统节能减排的一个重要方向。生物质能源利用有机物质的燃烧或生化转化来产生能量，如木材、农作物残余物和生物质燃料。这些能源在使用过程中所释放的二氧化碳被视为循环碳，因为它们原料在生长过程中吸收相当量的二氧化碳，使得它们的碳排放相对较低。生物质锅炉和生物质热泵等技术可以用于取暖和制热，是传统化石燃料锅炉的环保替代品。此外，生物质能源的应用也促进农业废弃物和林业副产品的有效利用，有助于减少这些材料的废弃和焚烧。然而，生物质能源的开发和应用需要考虑原料的可持续供应、转换效率和经济性。例如，生物质种植和收集需要大量土地和水资源，而生物质能源的加工和运输则会增加成本^[3]。

（二）空调冷冻水系统优化

优化空调冷冻水系统是实现暖通系统节能减排的关键步骤。首先，系统设计阶段的优化至关重要。包括选择高效能的冷水机组和泵，以及设计合理的水路系统以减少水流阻力和能耗。高效的冷水机组可以更有效地转换能量，降低运行成本。此外，变频驱动的泵可以根据实际需求调节运行速度，从而减少不必要的能源消耗。在冷冻水系统的管道设计中，合理布局和适当的管径选择对于减少水流阻力和泵的能耗也至关重要。此外，系

统中的自动控制和调节装置，如温度传感器和流量控制阀，可以实现更精确的温度和流量控制，从而进一步提高系统效率。

在现有空调冷冻水系统的运行和维护方面，优化措施同样重要。定期的系统检查和维护是保持高效运行的关键。包括清洁冷凝器和蒸发器，检查和替换损坏的绝缘材料，以及调整和维修泵和管道系统。在运行过程中，实时监控系统的性能指标，如能耗、冷水温度和流量，可以帮助及时发现和解决问题。此外，利用先进的数据分析和机器学习算法，可以对系统运行数据进行深入分析，从而发现节能潜力和优化机会。例如，通过分析建筑的使用模式和外部气候条件，可以更精确地调整冷冻水系统的运行参数，如冷水温度和流量，以达到最佳的能效比。

（三）空调水循环系统优化

优化空调水循环系统是提高能效和减少能源消耗的关键。在系统设计阶段，选择合适的泵和管道配置至关重要。泵的选型应考虑到最大和最小流量需求，以确保在不同运行条件下都能高效运行。同时，管道的直径和布局应设计得尽减少流体阻力，从而降低泵的运行能耗。此外，系统中应包含有效的控制元件，如流量调节阀和压力维持阀，以确保水流在系统中均匀分布，避免不必要的能源浪费。另一个关键方面是使用高效的换热器，可以提高热能转移效率，减少能量损失。在换热器的选型和设计中，应充分考虑热传递效率与系统总体能耗之间的平衡^[4]。

在空调水循环系统的运行和维护方面，定期的性能评估和维护是至关重要的。系统运行参数，如水流速度、温度和压力，应定期监测和调整，以确保系统始终在最佳状态运行。此外，系统中的泵和管道应定期进行检查和清洁，以防止堵塞和腐蚀，这些问题会降低系统效率并增加能源消耗。高级的监控和诊断工具，如实时数据分析和远程监控系统，可以用于实时跟踪系统性能，及时发现和解决问题。例如，通过分析水循环系统的运行数据，可以优化泵的运行策略，如调整泵的运行时间和速度，以适应不同的负荷条件。此外，使用先进的控制策略，如基于需求的控制和变频驱动技术，可以进一步提高系统的能效。

（四）新风系统的热回收

新风系统的热回收是建筑节能技术中的一个重要方面，它通过回收排风中的热能来预热或预冷进入建筑的新鲜空气。热回收技术的核心是热交换器，这种装置能有效地在排风和新风之间转移热量而不直接混合两者的空气流。在设计热回收系统时，选择合适的热交换器类型至关重要，例如板式热交换器、旋转式热交换器或热管热交换器。这些热交换器各有其独特的优势和适用场景，例如板式热交换器结构紧凑、效率高，而旋转式热

换热器能同时回收热量和湿度。热回收效率的高低直接影响到系统的节能效果，因此在设计时需充分考虑热交换器的规格、材料和流道设计。此外，热回收系统的控制策略也非常关键，需要通过精确的控制系统来调节热交换器的工作状态，以适应不同的环境条件和建筑需求。

在热回收系统的实际应用中，保证系统的稳定和高效运行是一个挑战。系统的维护和监测至关重要，以保持热交换效率并防止潜在的故障。热交换器需要定期清洁和检查，以防止灰尘和污垢积聚，这些杂质降低热交换效率并增加能耗。同时，系统中的风机和其他机械部件也需要定期维护，以确保其运行平稳和效率。在运行过程中，利用传感器和控制系统对系统的关键参数进行实时监控，如温度、湿度和气流流量，对于确保热回收效率至关重要。通过这些监控数据，可以调整系统的运行策略，以应对不同的外部气候条件和室内热负荷变化。例如，在冬季或夏季的极端天气条件下，热回收系统需要不同的运行模式以最大化其节能效果。

（五）变频技术的应用

变频技术在暖通系统中的应用是实现能效优化的关键技术之一。变频器能够调节电动机的运行速度，从而精确控制暖通系统中如风机、泵和压缩机等设备的功率输出。这种技术的主要优势在于能够根据实际需求动态调整能源消耗，与传统的定速运行相比，能显著降低能耗。例如，在空调系统中，变频技术可以根据室内温度和湿度的变化自动调整压缩机的运行速度，从而避免不必要的能源浪费。此外，变频器还能减少设备启动时的电流冲击，延长设备寿命，并减少对电网的影响。在设计暖通系统时，整合变频技术需要考虑电动机的兼容性、变频器的选择以及整个系统的控制策略。不仅涉及电气工程方面的知识，还需要对流体力学和热力学有深入的理解，以确保系统的整体性能和效率^[5]。

在实施变频技术时，面临的挑战包括系统的复杂性和成本。虽然长期来看变频技术可以节约能源和减少维护成本，但其初始投资相对较高。因此，在决策时需要综合考虑成本效益。此外，变频技术的成功应用还依赖于精确的控制系统和算法。需要高级的传感器来实时监测系统的运行状态，如温度、流量和压力等参数，以及先进的控制算法来根据这些数据调整设备的运行。这些控制系统和算法不仅需要能够处理复杂的数据，还要能够在不同的运行条件下做出快速和准确的调整。因此，变频技术的应用不仅是一项技术挑战，也是对控制策略和数据分析能力的考验。

（六）楼宇控制系统的应用

楼宇控制系统（Building Management Systems, BMS）在现代暖通系统中扮演着核心角色，其主要功能是集成和自动化建筑内的各种系统，包括暖通空调（HVAC）、照明和安全系统等。这种集成不仅能提高操

作效率，还能优化能源使用。BMS通过实时数据收集和处理，能够精确控制建筑内的环境，如温度、湿度、空气质量和照明水平。例如，BMS可以根据建筑内部和外部的温度变化自动调节暖通系统，以确保能源使用的最大效率。此外，通过监测和分析能源消耗数据，BMS可以帮助识别节能机会，例如调整HVAC系统的运行时间或优化照明控制。此外，BMS还可以通过预测性维护减少设备故障和延长设备寿命，例如通过监测设备的运行状况和性能指标来预测潜在的问题。

然而，实现一个高效且功能全面的楼宇控制系统面临多重挑战。首先，设计和实施一个高度集成的BMS需要跨学科的专业知识，包括建筑工程、电子工程和信息技术等。此外，BMS的高级功能，如数据分析和机器学习算法的应用，需要强大的计算能力和复杂的软件支持。同时，为实现精确和高效的控制，BMS需要大量的传感器和控制点，不仅会增加系统的复杂性，也会提高成本。在实际应用中，确保系统的可靠性和安全性也是一个重要考虑。例如，BMS系统需要具备强大的网络安全功能，以防止数据泄露或被恶意攻击。此外，系统的用户界面应设计得直观易用，以便操作人员能够有效地管理和控制整个建筑的系统。

四、结语

总而言之，建筑采暖通风空调工程的节能减排措施展现技术创新和环境责任的完美结合。从利用清洁和再生能源，优化空调冷冻水系统和水循环系统，到实施新风系统的热回收，再到应用变频技术和楼宇控制系统，这些措施各自在降低能耗和减少排放方面发挥着至关重要的作用。这些方法不仅提高能源利用效率，而且为建筑提供更可持续和环保的运行方式。随着技术的不断进步和对环境保护意识的增强，这些节能减排措施将继续在建筑设计和运营中发挥核心作用，引领建筑行业向着更绿色、更高效、更健康的未来发展。

参考文献

- [1] 张鑫, 张向顺, 郭永志. 建筑采暖通风空调工程的节能减排措施研究[J]. 设备管理与维修, 2022 (04): 138-140.
- [2] 范晓蕾, 张恕震, 江美霞. 建筑通风空调工程的节能减排措施研究[J]. 工程与建设, 2022, 36 (06): 1654-1656.
- [3] 胡松岩. 建筑采暖通风空调工程节能减排效果评价模型[J]. 山东工业技术, 2022 (05): 106-109.
- [4] 王志军, 管志广. 建筑采暖通风空调工程的节能减排措施探究[J]. 价值工程, 2022, 41 (22): 149-151.
- [5] 于福, 王庆志, 纪广涛. 建筑采暖通风空调工程的节能减排措施[J]. 化学工程与装备, 2022 (04): 181-182.