

低碳建筑理念下的暖通系统设计与材料选择

夏 丽

宁夏朗石规划建筑设计院有限公司 宁夏 石嘴山 753000

摘要：低碳建筑作为应对全球气候变化和实现可持续发展的关键途径，其暖通系统的设计与材料选择显得尤为重要。本文旨在探讨在低碳建筑理念下，如何优化暖通系统设计，并选择合适的材料以降低能耗和碳排放。通过分析低碳建筑的特点和要求，结合当前暖通技术的发展趋势，提出了一系列设计原则和材料选择策略。

关键词：低碳建筑；暖通系统；设计优化；材料选择；节能减排

引言

随着全球气候变化问题的日益严峻，低碳建筑作为一种有效的节能减排手段，受到了广泛关注。暖通系统作为建筑能耗的重要组成部分，其设计与材料选择直接关系到建筑的低碳性能。因此，在低碳建筑理念下，优化暖通系统设计，选择合适的材料，对于降低建筑能耗和碳排放具有重要意义。

1 低碳建筑的特点与要求

1.1 低碳建筑的定义及其核心特点

低碳建筑，作为一种新兴的、环保的建筑理念，强调的是在建筑的整个生命周期——从初期的规划与设计，到中期的施工建设，再到后期的运营维护，全面融入节能减排的理念和技术。其核心在于，通过一系列先进的节能技术和可再生能源的巧妙运用，大幅度削减建筑在整个生命周期中的碳排放量。低碳建筑的特点鲜明且多样，其中最为显著的是其卓越的高能效。这类建筑在设计之初就充分考虑了能源的高效利用，通过优化建筑结构、选用节能材料等手段，确保建筑在运营过程中能够以最少的能源消耗提供最大的使用效益。同时，低排放也是低碳建筑不可或缺的一部分，它要求建筑在运营过程中产生的碳排放量远低于传统建筑，从而有效减轻对环境的压力。

1.2 低碳建筑对暖通系统的严格要求

在低碳建筑的框架下，暖通系统作为建筑能耗的重要组成部分，其设计和运行必须严格遵守低碳、节能、环保的原则。首先，提高能源利用效率是暖通系统必须达到的基本要求。通过采用先进的节能技术和设备，如高效节能的空调机组、智能温控系统等，确保暖通系统在满足人们舒适需求的同时，最大限度地降低能源消耗。其次，低碳建筑要求暖通系统积极采用可再生能源。这意味着，在暖通系统的设计和运行中，应充分考虑太阳能、地热能等可再生能源的利用，通过合理的系

统设计和集成，将这些清洁能源转化为暖通系统所需的能源，从而减少对化石能源的依赖，降低碳排放。最后，优化系统设计以提高稳定性和舒适性也是低碳建筑对暖通系统的重要要求。这要求暖通系统在设计过程中，不仅要考虑其节能性，还要充分考虑其稳定性和舒适性。

2 低碳建筑理念下暖通系统设计的优化策略

2.1 高效节能设备的应用

2.1.1 高效压缩机技术的选型与优化

高效压缩机是暖通系统的核心组件，其性能直接影响整个系统的能效。在选型时，首先应关注压缩机的能效比（COP）和制冷/制热效率，优先选择具有高COP值的压缩机，如变频涡旋压缩机或磁悬浮压缩机。这些压缩机通过调整电机转速来适应负荷变化，避免了传统定频压缩机在部分负荷下的低效运行^[1]。实现高效压缩机的优化应用，需进行精细的系统匹配设计。这包括冷凝器、蒸发器的尺寸与布局优化，以及制冷剂的选择和管路设计。通过CFD模拟分析，可以预测流体在换热器中的流动状态，优化流道设计，减少压力损失和热量传递阻力，从而提高换热效率。此外，采用智能控制算法，如PID控制或模糊控制，根据系统负荷动态调整压缩机转速，实现更加精准的制冷/制热输出，进一步降低能耗。

2.1.2 变频风机的智能调速与节能策略

变频风机通过内置的变频器，实现风速的连续可调，是暖通系统中实现风量按需分配的关键。在选择变频风机时，应考虑其效率、噪音、稳定性以及与控制系统的兼容性。EC电机因其高效率、低噪音和长寿命，成为变频风机的优选。实施变频风机的智能调速策略，需结合建筑的使用模式和人员活动规律。例如，在办公区域，可根据人员密度、工作时间以及室内外温差，设定不同的风速曲线。通过智能传感器实时监测环境参数，如温湿度、CO₂浓度等，调整风机转速，既保证了室内空

气质量,又实现了能耗的最小化。此外,采用风量补偿控制,根据送风管道的阻力变化自动调整风机转速,确保末端风量的稳定,提高系统的整体能效。

2.1.3 高效换热器的创新设计

高效换热器的设计需综合考虑流体动力学、热力学和材料科学等多个领域的知识。在创新设计上,可采用微通道换热器、翅片式换热器或热管技术等,通过增加传热面积、优化流体流动路径和提高传热系数,实现高效的热量传递。材料的选择对换热器的性能至关重要。铝合金因其良好的导热性、耐腐蚀性和轻量化特性,成为换热器的常用材料。在特定环境下,如高温或腐蚀性介质中,可考虑使用不锈钢或钛合金等高性能材料。此外,通过在换热器表面涂覆亲水性或疏水性涂层,可以进一步改善传热性能,减少结垢和腐蚀,延长换热器的使用寿命。

2.2 可再生能源的利用

2.2.1 太阳能光伏板与暖通系统的集成

太阳能光伏板与暖通系统的集成,需考虑光伏板的安装位置、朝向、倾角以及与建筑外观的协调性。通过专业的光伏设计软件,可以模拟不同安装条件下的光照强度和发电量,确定最优的安装方案。在系统集成上,可采用并网逆变器将光伏产生的直流电转换为交流电,并入建筑电网,供暖通系统及其他用电设备使用。同时,设计智能能源管理系统,实现光伏发电与暖通系统需求的智能匹配^[2]。例如,当光伏发电量充足时,优先使用光伏电为暖通系统供电;当发电量不足时,自动切换至市电补充,确保系统的稳定运行。此外,通过储能技术的应用,如锂离子电池或蓄热罐,可以存储多余的光伏电能或热能,以备不时之需,进一步提高系统的能源利用率。

2.2.2 地源热泵系统的构建

负荷计算与系统设计:在构建地源热泵系统前,需准确评估建筑的冷热负荷,确保系统设计的合理性。负荷计算应考虑建筑面积、朝向、窗户类型及保温性能等因素,并参考如ASHRAE标准等国际规范。系统设计应包含地源热泵主机、风机盘管、地下埋管等关键组件的选择与配置,确保系统的高效运行。

地下埋管系统的设计与施工:地下埋管系统是地源热泵系统的核心部分,分为闭式系统(地埋管系统)和开式系统(地下水或地表水系统)。闭式系统使用一系列埋在地下的塑料管道,内含特殊介质(如水和防冻液的混合物)循环流动,与土壤进行热交换。开式系统则直接抽取地下水或使用地表水作为热交换媒介。地下埋

管系统的设计应考虑到土壤温度、地质条件、地下水位等因素,确保埋管系统的稳定性和高效性。施工时应遵循相关规范和标准,确保埋管深度和间距的合理性,避免对地下环境造成破坏。

主机与末端设备的选择与配置:地源热泵主机应选择高效节能的型号,如变频空调、热泵系统等,其能效比(EER)和季节能效比(SEER)应满足或超过最新的能效标准。末端设备(如风机盘管、散热器或地板辐射供暖系统)的选择应考虑到建筑内部的使用需求和舒适度要求,确保冷热分配的均匀性和高效性。

智能控制系统的集成:为实现地源热泵系统的高效运行和节能管理,应集成智能控制系统。通过传感器收集室内外温度、湿度及CO₂浓度等数据,实现系统的自动化调节和优化运行。智能控制系统应具备温度调节、开关机控制、故障报警等功能,确保系统的稳定运行和及时维护。

系统调试与运行管理:在系统安装完成后,应进行全面的调试工作,确保所有设备正常运行且系统性能达到设计要求。运行管理过程中,应定期对系统进行维护和保养,及时更换损坏的部件和清洗管道,确保系统的长期高效运行。

2.2.3 多能互补系统的综合应用

多能互补系统结合了太阳能、风能、地热能等多种可再生能源,通过智能能源管理系统实现能源的统一调度和优化分配。在实施时,需根据地区资源特点和建筑需求,选择最合适的能源组合方式。例如,在风力资源丰富的地区,可安装小型风力发电机与光伏系统并联运行;在地热能丰富的地区,则可优先考虑地源热泵系统。优化多能互补系统的关键在于智能能源管理系统的设计与实施。该系统应能够实时监测各种能源的产量和消耗量,根据能源价格、系统效率以及用户需求等因素,自动调整各种能源的使用比例和系统的运行状态。同时,通过数据分析与预测技术,如机器学习算法,可以预测未来能源需求和价格趋势,为系统的长期运行提供科学的决策支持。

2.3 系统智能化控制

智能化控制系统由传感器网络、中央控制器、执行机构和用户终端四大部分构成。在部署时,需依据建筑特性和系统需求,精心安排传感器与执行机构的位置。传感器应全面覆盖关键区域,实时监测环境及用户需求,而执行机构如风机、阀门等,则负责调整暖通系统状态。中央控制器作为系统核心,需配备高性能处理器和先进算法(如MPC或DRL),以实现精确高效的控

制。用户终端则提供便捷的操作界面和即时反馈。制定精准控制策略时,需综合考虑建筑使用模式、人员活动及外界气候。通过数据分析技术挖掘环境参数与用户需求间的关联,为策略制定提供科学依据。实施时,可采用分层控制结构,底层负责基础调节,上层则根据建筑模式设定场景模式,如上班、下班等,以实现系统状态的自动调整,兼顾舒适度与节能效果。数据驱动的优化是提升系统性能的关键。建立暖通系统运行数据库,深入分析数据,可识别低效环节和能耗高峰,指导系统优化。通过对比不同策略下的能耗数据,优选最佳控制方案;分析故障数据,则能及时发现问题并解决问题。持续改进机制同样重要,需定期评估系统、收集用户反馈,分析性能差距。根据评估结果和用户需求变化,灵活调整策略和系统参数,确保系统持续优化升级。同时,鼓励技术创新,引入新技术和算法,不断提升智能化控制系统的整体性能与效率,以适应不断变化的使用环境和节能要求^[3]。

3 低碳建筑理念下材料选择的原则与策略

3.1 低碳环保材料的应用

在暖通材料的选择上,首要考虑的是低碳环保性。这意味着所选材料应在其全生命周期内,即从原料获取、生产加工、使用到废弃处理,都能保持对环境的低影响。天然石材,以其自然的纹理和色彩,为建筑增添了独特的美感,同时其开采和加工过程中的碳排放也相对较低,特别是当采用环保的开采方式和节能的加工技术时,更能体现其低碳特性。竹材,作为一种快速生长的植物,其再生性强,生长过程中能大量吸收二氧化碳,是理想的低碳建材。在暖通系统中,竹材的轻盈和易加工性使其成为制作风管、隔热层等部件的优选。再生塑料,则通过回收废旧塑料进行再加工,既减少了塑料废弃物对环境的污染,又为暖通系统提供了经济、环保的材料选择,如管道、保温层等。

3.2 高性能保温材料的使用

提高建筑围护结构的保温性能,是降低暖通系统能耗、实现低碳建筑目标的关键。在选择保温材料时,注重的是其导热系数低、保温效果好的特性。岩棉,以其优异的保温性能和防火性能,在暖通系统中得到了广泛

应用。它能有效阻止热量的传递,降低能耗,同时其稳定的化学性质也保证了长期使用的安全性。玻璃棉,则以其轻盈、易于施工的特点,成为墙体、屋顶等部位的保温首选。其良好的保温隔热性能,使得建筑在冬季能保持温暖,在夏季则能隔绝外界热量,降低空调能耗^[4]。聚氨酯泡沫,作为一种新型的保温材料,其保温性能卓越,且具有良好的防水性能。在暖通系统中,它可用于各种复杂形状的保温,为建筑提供全面的保温保护,降低系统能耗。

3.3 耐久性与可维护性

在选择暖通材料时,不仅要考虑其低碳环保性和保温性能,还要关注其耐久性和可维护性。耐久性强的材料,能够延长使用寿命,减少更换频率,从而降低建筑的整体成本和维护成本。因此,在选择时,应优先考虑那些经过严格质量检测、具有良好耐久性的材料。同时,可维护性也是不可忽视的因素。易于维护和保养的材料,能够及时发现并解决问题,降低运维成本。例如,选择易于清洁的管道材料,可以方便日常清洁工作,避免污垢积累导致系统效率下降;选择便于更换的过滤器等易损件,可以迅速恢复系统性能,减少停机时间。通过注重材料的耐久性和可维护性,可以确保暖通系统的长期稳定运行,为低碳建筑提供持续的支持和保障。

结语

低碳建筑理念下的暖通系统设计与材料选择是实现建筑节能减排的重要途径。通过优化暖通系统设计,提高能源利用效率;选择合适的材料,降低碳排放和能耗。未来,随着技术的不断进步和材料的不断创新,低碳建筑暖通系统将会更加高效、环保、智能。

参考文献

- [1]孙科.低碳政策下居住建筑设计中暖通新技术的应用研究[J].居舍,2023,(16):109-112.
- [2]陈耀南.低碳背景下绿色技术在建筑暖通设计中的应用[J].中华建设,2023,(06):85-87.
- [3]刘卫国.低碳背景下绿色技术在暖通设计中的应用[J].科技创新与应用,2022,12(05):179-181.
- [4]本刊.2023暖通空调低碳发展大会暨杂志年会在京召开[J].暖通空调,2023,53(12):142.