

低碳建筑暖通空调的节能减排技术应用研究

李小龙

广西壮族自治区建筑科学研究设计院

摘要：本研究旨在深入探讨低碳建筑暖通空调的节能减排技术应用，对低碳建筑暖通空调的基本状况进行了全面分析，详细介绍了低碳建筑暖通空调中经常采用的节能减排技术，如蓄冷技术、热泵技术、太阳能暖通技术、排风余热回收技术以及热电冷三联供技术等。然后，对这些技术的应用状况进行了细致分析与总结，并对各项技术在实际应用过程中可能遇到的问题进行了探讨，如成本、技术难度、性能稳定性、设计与施工质量、技术匹配性以及用户意识和习惯等方面的挑战。最后，针对这些问题，提出了低碳建筑暖通空调节能减排技术的优化策略，包括技术选择优化、系统集成优化、智能控制优化、设备性能优化、定期维护优化以及用户行为优化等措施，旨在为低碳建筑暖通空调系统的可持续发展提供参考与借鉴。

关键词：低碳建筑；暖通空调；节能减排技术

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.13.076

一、引言

随着全球气候变化问题日益严峻，低碳建筑作为可持续发展的重要组成部分，受到了广泛关注。在低碳建筑中，暖通空调系统作为能耗较高的主要组成部分，其节能减排技术应用对于降低建筑能耗、减少碳排放具有关键性作用。因此，深入研究低碳建筑暖通空调的节能减排技术应用，分析其优势和挑战，探讨技术优化策略，对于推动低碳建筑领域的发展具有重要意义^[1]。

二、低碳建筑的暖通空调概况

低碳建筑是指在建筑设计、建造、使用和拆除等全生命周期过程中，尽量减少对环境和资源的影响，降低能源消耗和碳排放的建筑。而暖通空调系统作为低碳建筑中重要的组成部分，其节能减排技术和应用情况对建筑的能耗和环境影响具有重要意义。国内政府逐步完善了一系列支持低碳建筑发展的政策和标准，如《建筑节能条例》《建筑节能设计标准》等，为低碳建筑的发展提供了政策导向和法律支持。在暖通空调技术方面，中国逐步采用了一些先进的节能技术。例如，利用地源热泵、太阳能热水器等新型能源技术，以及智能控制系统的应用，使得暖通空调系统的能效得到提升，能源消耗得到降低。在国内各地建设的一些绿色建筑示范项目中，暖通空调系统的节能减排是重要的考虑因素之一^[2]。

三、低碳建筑暖通空调的节能减排技术的应用

（一）低碳建筑暖通空调的蓄冷技术应用

蓄冷技术在低碳建筑中的应用主要包括夜间蓄冷和白天放冷两个方面。在夜间低谷电价时段，利用电网的低价电能进行制冷，并将冷量储存到蓄冷介质中。在白天或高峰电价时段，将储存的冷量释放出来，供建筑物制冷需求使用，这样可以有效地降低能源消耗和电费成本。

蓄冷技术在低碳建筑中的设计难点主要包括如何选择蓄冷设备、如何优化系统设计、如何提高设备的能效比等。选择合适的蓄冷设备需要考虑建筑物的冷负荷、使用时长、电价等因素，同时还需要考虑设备的能效比、占地面积、初投资成本等因素。优化系统设计需要根据建筑物的实际情况，合理配置蓄冷设备和其他暖通空调设备，确保系统的运行效果和能效比。提高设备的能效比需要采用先进的制冷技术、合理的系统设计和维护管理措施等。

蓄冷技术在低碳建筑中的应用可以带来显著的经济效益和社会效益。从经济效益角度看，蓄冷技术的使用可以减少建筑物的能耗和电费成本，提高能源利用效率和经济性。从社会效益角度看，蓄冷技术的使用可以减少对传统能源的依赖，降低碳排放和环境污染，促进可持续发展和绿色建筑的发展^[3]。

（二）低碳建筑暖通空调的热泵技术应用

在低碳建筑的暖通空调系统中，热泵技术作为核心的节能技术，其应用已经越来越广泛。其中，空气源热泵、地源热泵和水源热泵是最为常见的三种形式。

空气源热泵技术主要是利用室外空气中的热能进行供热和制冷。通过高效的循环系统，将室外空气中的热能吸收并转化为高品位的热能，以满足室内供暖、制冷等需求。据研究数据显示，在合适的条件下，空气源热泵的能效比可以达到3以上，这意味着它可以利用1份能量，从空气中提取出3份热能。此外，由于其运行稳定、维护成本低等特点，空气源热泵在低碳建筑中得到了广泛应用。

地源热泵技术则是利用地下土壤中的稳定温度进行供热和制冷。通过地埋管换热器，将地下的热能提取出来，并通过循环系统输送到建筑内部。相比传统的空调系统，地源热泵可以减少30%以上的能源消耗。此外，由于地源热泵的运行不受外界气候的影响，因此在寒冷的冬季或者炎热的夏季，它都能提供稳定的供暖和制冷服务。

水源热泵则是利用水体中的热能进行供热和制冷。

通过水源换热器，将水体中的热能提取出来，并通过循环系统输送到建筑内部。相比传统的空调系统，水源热泵的能效比可以提高40%以上。此外，由于水源热泵的水源换热器可以直接利用自然水体或者人工水体，因此其初投资成本较低，且运行稳定可靠^[4]。

（三）低碳建筑暖通空调的输配系统低能耗技术应用

降低空调输配系统能耗的技术通过选择高效水泵，采用变速调节、变径调节等技术，提高水泵的运行效率。同时，加强水泵的维护保养，定期检查水泵的运行状态，确保水泵始终处于良好的运行状态。优化管网水阻，合理布置管路，减少管路的弯曲和变径，降低管路的阻力。同时，对管路进行定期清洗，清除管内的污垢和杂质，保证水流顺畅。此外，采用新型的管材和配件，如HDPE管、不锈钢配件等，也可以降低管网的阻力。通过在管路上安装动态平衡阀、自力式流量控制器等设备，实现管网的动态水力平衡。这样可以避免因水流不均造成的能耗浪费^[5]。

（四）低碳建筑暖通空调的排风余热回收技术应用

低碳建筑暖通空调系统中的排风余热回收技术主要包括热交换器和热回收装置两个方面。热交换器通常安装在建筑的排风管道中，用于在排出室内空气的同时回收其中的余热。其工作原理是通过热交换器将排出的热空气与进风管道中的新鲜空气进行换热，将排出的热空气中的热能传递给进风中的冷空气，使得进风在进入建筑之前被预热，减少了供暖系统对于新鲜空气的加热需求。而热回收装置则通常安装在空调系统中，用于回收空调排风中的余热。其工作原理是通过热交换器将排出的热空气与新鲜空气或回收空气进行换热，将排出的热空气中的热能传递给新鲜空气或回收空气，使得供暖或制冷系统在回收空气时减少能源消耗。这些排风余热回收技术能够有效提高能源利用率，减少能源浪费，降低暖通空调系统的能耗和碳排放，从而实现低碳建筑的节能减排目标。

（五）低碳建筑暖通空调的热电冷三联供技术应用

分布式能源系统是指将多种能源资源（如太阳能、风能、生物质能等）以及能源转换、储存和管理技术应用于建筑或区域内，形成小规模、灵活、多元化的能源供应网络。热电冷三联供技术作为分布式能源系统的一种重要形式，具有以下特点和优势：

能源多元化利用：热电冷三联供技术充分利用了天然气等清洁能源的热能和电能，并通过热泵等技术实现了余热的再利用，形成了热、电、冷三种能源的供应模式。这种多元化的能源利用方式有助于降低对传统能源的依赖，提高能源供应的灵活性和可靠性。

能源近端供应：分布式能源系统的特点之一是能源的近端供应，即能源的生产和利用在相对接近的地点完

成，减少了能源传输过程中的能量损失和环境污染。热电冷三联供技术通过在建筑或区域内部实现热、电、冷能源的产生和利用，实现了能源的近端供应，有利于提高能源利用效率。

灵活性和可持续性：热电冷三联供技术具有较高的灵活性和可持续性。通过与可再生能源技术（如太阳能、风能等）结合，可以实现热电冷三联供系统的再生能源化，降低系统的碳排放量，减少对化石能源的依赖，从而实现能源的可持续利用。

四、低碳建筑暖通空调的节能减排技术应用的常见问题

（一）节能减排的成本问题

低碳建筑暖通空调的节能减排技术涉及多种方案，每种方案的成本因素会有所不同。

热泵技术：包括空气源热泵、地源热泵等，其初期投资较高，主要包括设备采购、安装、管道敷设等费用。虽然热泵技术能够实现节能减排，但其设备和系统的成本相对较高，可能增加建筑项目的投资成本。与传统的供暖系统相比，热泵技术在长期运行中能够实现较低的能源消耗和成本，但需要在初期投资时考虑其成本效益问题。

排风余热回收技术：主要包括热交换器或热回收装置的安装和维护费用。虽然这些设备的运行成本较低，但其初期投资仍然需要考虑。与传统的暖通空调系统相比，排风余热回收技术能够利用废热进行能源回收，降低了能源消耗和成本，但初期投资可能较高。

热电冷三联供技术：在实现节能减排方面具有潜力，但其在成本问题上仍存在挑战。初期投资高、运维维护费用昂贵以及技术更新升级成本等是其主要成本考量。然而，尽管存在这些挑战，长期来看，该技术能够带来显著的节能减排效益，降低能源消耗和碳排放。因此，在实施过程中需要综合考虑长期效益与成本之间的平衡，并通过政府补贴、技术创新和合作共享等方式降低成本，促进其广泛应用。

（二）节能减排的技术难度问题

低碳建筑暖通空调的节能减排技术在技术难度上存在一定挑战。这些技术涉及复杂的工程设计、设备选型、施工安装和运行维护等多个环节。例如，太阳能利用技术需要考虑光伏组件的安装与电气连接、太阳能热水器的集热器安装与管道连接等；热泵技术需要考虑地源或水源热泵系统的地下管道布置与地热资源评估、空气源热泵系统的室外机布置与空气流通等；而余热回收技术则需要进行热交换器的选型与管道连接、热回收装置的系统设计与调试等。此外，技术的稳定性、设备的运行维护、成本控制等也是需要重点关注的问题。因此，实施低碳建筑暖通空调的节能减排技术需要有专业

的技术团队进行全方位的规划、设计与实施，并需要与建筑设计、施工和运营管理等各个环节充分协调与配合，方能确保技术的顺利应用与长期效益。

（三）节能减排技术的性能问题

低碳建筑暖通空调的节能减排技术受到多种因素的影响，包括气候条件、设备质量、系统设计和运行维护等。例如，太阳能利用技术受天气和光照条件的影响，可能导致供热或供电效果不稳定；热泵技术受地热资源和气温变化的影响，可能影响系统的制冷或供热效果；余热回收技术受系统设计和维护水平的影响，可能出现设备故障或性能下降的情况。因此，实施这些技术需要建立完善的监测与调控机制，及时发现和解决问题，确保系统的稳定运行与长期性能。

（四）节能减排设计与施工质量问题

低碳建筑暖通空调的节能减排设计与施工阶段决定其质量高低。在设计阶段应充分考虑建筑特性、气候条件和技术可行性，选择合适的节能技术方案并进行细致设计，避免出现设计不合理或技术选型不当的问题。其次，在施工过程中，需要严格按照设计方案进行施工，确保设备安装位置、管道连接、电气布线等工作符合标准和规范要求，避免施工质量不达标或安装不规范导致设备性能下降或故障频发。另外，建筑暖通空调系统的调试与运行也十分重要，需要由专业人员进行系统调试，保证系统运行稳定、高效，并能根据实际情况进行优化调整。最后，定期的维护保养工作也至关重要，包括清洁设备、更换滤网、检查管路、及时修复故障等，确保系统长期有效运行，提高能源利用效率，降低维修成本，实现低碳建筑暖通空调系统的可持续发展。

（五）节能减排设计的技术性匹配问题

低碳建筑暖通空调的节能减排技术匹配性根据建筑的类型、规模和使用需求等因素，选择合适的节能技术方案，例如太阳能利用、热泵系统或余热回收等，确保技术方案与建筑特性相匹配。其次，需考虑技术的适用性和可行性，如太阳能利用技术在建筑朝向和光照条件不佳的情况下效果可能受限；热泵系统在气候条件极端或地下热能资源不足时可能性能下降。另外，不同技术之间的组合应考虑其相互配合与协同作用，确保整体系统的稳定性和效率。因此，在选择和应用节能技术时，需要全面考虑建筑特性、气候条件和技术特点等因素，以实现最佳的技术匹配性，提高节能减排效果。

五、低碳建筑暖通空调的节能减排技术优化策略

低碳建筑暖通空调的节能减排通过综合运用技术、管理和行为等多种手段，对低碳建筑暖通空调系统进行优化，可有效提高能源利用效率，降低碳排放，实现可持续发展目标，其优化策略包括以下几个方面：

技术选择优化：根据建筑特性、气候条件和能源资

源情况，合理选择节能技术方案，如太阳能利用、热泵系统或余热回收等，并在不同技术之间进行比较和评估，以确定最适合的技术方案。

系统集成优化：将各项节能技术整合到建筑暖通空调系统中，实现系统的协同作用和优化控制，提高能源利用效率和系统性能稳定性。例如，将太阳能热水器与热泵系统相结合，实现热水供应的多能源互补。

智能控制优化：采用智能化控制系统，实现对建筑暖通空调系统的精细化管理和优化调节，根据室内外环境变化和用户需求进行智能调控，降低能耗和碳排放。例如，通过智能温控系统实现室内温度自动调节和节能运行。

设备性能优化：选择高效节能的设备和材料，如高效热泵、低能耗风机、优质绝缘材料等，提高设备的能效比和运行稳定性，降低能耗和维护成本。

定期维护优化：建立健全的设备维护保养机制，定期对建筑暖通空调系统进行检查、清洁和维护，及时发现和解决问题，保障系统的稳定运行和长期效益。

用户行为优化：加强用户教育和意识培养，引导用户养成节能习惯和合理使用建筑暖通空调设备的行为，最大限度地减少能源浪费和碳排放。

总结

本文详尽阐述了蓄冷技术、热泵技术、太阳能暖通技术、排风余热回收技术以及热冷电三联供技术等常见的节能减排技术，并探讨了这些技术在实际应用过程中可能遇到的挑战。为应对这些问题，本文提出一系列技术优化策略，但亦存在部分不足。在针对新兴的节能减排技术，如智能化控制技术和新型材料应用等方面，本文未能深入剖析，亟待进一步探讨其在低碳建筑中的应用潜力和成效。未来研究可聚焦于新兴技术的深度探究和应用效果评估，同时对节能减排技术的经济性和社会可接受性等层面展开讨论，为低碳建筑暖通空调的可持续发展提供更科学、更具指导意义的支持。

参考文献

- [1] 张文超. 在“双碳”背景下的暖通空调节能技术精细化设计浅析[J]. 科技与创新, 2022, (13): 178-181.
- [2] 罗继杰, 黄金强. 聚焦绿色低碳, 推动行业高质量发展[J]. 暖通空调, 2022, (S1): 1-7.
- [3] 黄丹, 陈刚, 王福林, 林波荣, 刘彦辰. 基于运行工况可视化的低碳建筑暖通空调冷热源系统控制优化方法与实验验证[J]. 建筑节能, 2018, (06): 1-7.
- [4] 尹家杰. 建筑暖通空调节能设计方法研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2016, (36): 111-112.
- [5] 骆实. 基于节能理念下的民用建筑暖通空调设计探究[J]. 工程建设与设计, 2016, (12): 23-24.