

碳中和目标下暖通空调系统低碳节能技术路径研究

于 洋

中冶赛迪城市建设（重庆）有限公司 重庆 404100

摘 要：本文聚焦于碳中和目标，深入探讨暖通空调系统低碳节能技术路径。通过分析当前暖通空调系统面临的能耗与碳排放问题，阐述低碳节能技术发展的必要性与紧迫性。详细剖析多种关键低碳节能技术，包括高效设备技术、智能控制技术、可再生能源利用技术等，并结合实际案例分析其应用效果与潜力。提出推动暖通空调系统低碳节能技术发展的政策建议与行业策略，旨在为暖通空调行业实现碳中和目标提供理论支持与实践指导。

关键词：碳中和目标；暖通空调系统；低碳节能技术；技术路径

1 碳中和目标下暖通空调系统面临的挑战与机遇

1.1 挑战

碳中和目标对暖通空调系统提出了严格的碳排放限制要求。传统暖通空调系统依赖化石能源，运行过程中产生大量二氧化碳排放。同时，随着建筑规模的不断扩大和人们对室内环境舒适度要求的提高，暖通空调系统的能耗呈上升趋势，进一步加剧了碳排放压力。此外，现有暖通空调系统在设备效率、系统优化等方面存在不足，导致能源浪费严重，难以满足碳中和目标下的低碳节能需求。

1.2 机遇

碳中和目标也为暖通空调系统的发展带来了新的机遇。政府出台了一系列支持节能减排的政策法规，为低碳节能技术的研发和应用提供了政策保障和资金支持。科技的进步推动了暖通空调领域新技术、新材料的不断涌现，如高效压缩机、智能传感器、新型保温材料等，为提高系统能效、降低碳排放提供了技术支撑。同时，社会对环境保护和可持续发展的关注度不断提高，消费者对低碳节能产品的需求日益增加，为暖通空调企业研发和推广低碳节能产品提供了市场动力^[1]。

2 暖通空调系统低碳节能关键技术分析

2.1 高效设备技术

高效设备是降低暖通空调系统能耗的基石，在提升系统整体能效方面发挥着关键作用。在制冷设备领域，高效压缩机的应用是提高制冷效率、降低能耗的核心手段。以涡旋式压缩机为例，它采用了独特的涡旋盘设计，相比传统的活塞式压缩机，具有诸多显著优势。涡旋式压缩机体积小巧、重量轻盈，这使得它在安装和使用过程中更加便捷，能够节省安装空间和运输成本。同时，其工作效率极高，能够在相同的制冷量需求下，消耗更少的电能。而且，涡旋式压缩机运行时的噪音较

低，为用户营造了更加安静舒适的环境。例如，在一些小型商业场所和家庭空调系统中，涡旋式压缩机得到了广泛应用，有效降低了能源消耗和运行成本。在热交换设备方面，优化换热器结构和采用新型换热材料是提高换热效率、降低能耗的重要途径。微通道换热器作为一种新型的热交换设备，具有独特的结构设计。它的换热管采用了微通道结构，大大增加了换热面积，使得热量能够更快速、充分地进行交换。同时，微通道换热器的流体阻力较小，能够减少流体在流动过程中的能量损失，从而提高系统的整体效率。此外，微通道换热器重量轻，便于安装和维护，能够有效降低系统的建设和运行成本。在一些高端空调系统中，微通道换热器已经逐渐取代了传统的翅片管式换热器，成为提高系统能效的关键部件。除了制冷和热交换设备，高效风机和水泵的应用也能有效减少系统的输送能耗。高效风机采用了先进的空气动力学设计和新型材料，能够在保证风量的前提下，降低电机的功率消耗。例如，一些采用后倾式叶轮的高效风机，具有风量大、效率高、噪音低等特点，广泛应用于大型建筑的通风系统中。高效水泵则通过优化水力模型和采用节能电机，提高了水泵的输送效率，减少了能源浪费。在一些中央空调冷冻水系统中，采用高效水泵及变频技术能够显著降低系统的运行能耗，提高能源利用效率。

2.2 智能控制技术

智能控制技术是暖通空调系统实现高效运行、降低能耗的“智慧大脑”。它通过实时监测和精准优化系统运行参数，使系统能够根据实际需求动态调整运行模式和设备状态，从而达到节能降耗的目的。传感器技术是智能控制系统的“眼睛”和“耳朵”，它能够实时获取室内外温度、湿度、空气质量、人员流量等关键参数。这些参数为系统的智能控制提供了准确的数据支持。例

如,通过在室内安装温度传感器和湿度传感器,系统可以实时了解室内的温湿度状况,并根据预设的舒适度范围自动调整空调的运行模式和风速、温度等参数。当室内人员流量发生变化时,人员流量传感器能够及时将信息反馈给控制系统,系统根据人员数量的增减自动调整送风量,避免过度供冷或供热,从而有效降低能耗。变风量空调系统是智能控制技术在暖通空调领域的典型应用之一。它能够根据室内负荷的变化,自动调节送风量。在传统的定风量空调系统中,无论室内实际负荷如何变化,送风量始终保持不变,这往往会导致在部分负荷情况下出现能源浪费现象。而变风量空调系统通过安装在送风管道上的风量调节阀,实时监测室内负荷的变化,并根据变化情况自动调整风阀的开度,从而改变送风量。例如,在夏季早晨,室内人员较少,热负荷相对较低,变风量空调系统会自动减小送风量,降低空调设备的运行功率,达到节能的目的^[2]。而在中午人员密集、热负荷增大时,系统则会相应增加送风量,保证室内的舒适度。智能控制系统还具备设备的远程监控和故障诊断功能。通过建立远程监控平台,管理人员可以实时了解系统的运行状态和设备的工作情况,无论身处何地都能对系统进行远程操作和控制。同时,系统能够对设备的运行数据进行实时分析,一旦发现设备出现异常或故障,能够及时发出警报,并提供详细的故障诊断信息,帮助维修人员快速定位和解决问题。这不仅提高了系统的可靠性和运行效率,还减少了因设备故障导致的能源浪费和停机时间。此外,基于人工智能和大数据分析的智能控制技术为暖通空调系统的节能优化提供了更强大的支持。通过对系统运行数据的深度挖掘和分析,人工智能算法能够学习系统的运行规律和用户的使用习惯,自动优化控制策略。例如,根据历史数据和实时天气预报信息,系统可以提前预测室内的负荷变化,提前调整设备的运行参数,使系统始终处于最佳的运行状态,进一步提高节能效果。

2.3 可再生能源利用技术

可再生能源的利用是暖通空调系统实现低碳节能、可持续发展的重要战略方向。太阳能作为一种取之不尽、用之不竭的清洁能源,在暖通空调领域具有广阔的应用前景。太阳能集热器是收集太阳能的关键设备,它能够将太阳辐射能转化为热能,用于加热生活热水或为空调系统提供热源。太阳能空调系统巧妙地结合了太阳能集热技术和制冷技术,实现了能源的高效利用。在白天阳光充足时,太阳能集热器收集大量的太阳能,将其转化为热能,驱动制冷机组运行,实现制冷功能。这种

制冷方式不依赖传统的电能,大大减少了对化石能源的消耗和二氧化碳的排放。在夜间或阴天,当太阳能不足时,系统可以采用辅助能源如电能或天然气进行补充,保证系统的正常运行。目前,太阳能空调系统已经在一些小型商业场所和住宅中得到了应用,随着技术的不断进步和成本的逐渐降低,其应用范围有望进一步扩大。江水源热泵技术是另一种具有巨大潜力的可再生能源利用技术。它利用地下浅层地热资源(如土壤、地下水等)作为热源或冷源,通过输入少量的高品位能源(如电能),实现热量从低温热源向高温热源的转移。在冬季,地源热泵机组从地下土壤中吸收热量,经过压缩机做功后,将热量提升到适合供暖的温度,为住宅或商业建筑提供温暖的室内环境。在夏季,机组则将室内的热量转移到地下土壤中,实现制冷功能。地源热泵系统具有诸多优点,它高效节能,其制热系数可达3.5-5.0,制冷系数可达3.0-4.5,远高于传统的空调系统。同时,地源热泵系统运行稳定可靠,不受外界气候条件的影响,能够为用户提供持续稳定的冷暖服务。此外,地源热泵系统在运行过程中不产生任何污染物排放,对环境友好,符合低碳节能的发展要求。目前,地源热泵技术已经在住宅、商业建筑、学校、医院等领域的供暖和制冷中得到了广泛应用,取得了良好的经济效益和环境效益。除了太阳能和地源热泵技术,风能、生物质能等可再生能源在暖通空调系统中的应用也在不断探索和研究之中。例如,一些研究人员正在尝试将小型风力发电机与空调系统相结合,利用风能为空调设备提供部分电力支持。生物质能则可以通过生物质锅炉等方式,为暖通空调系统提供热源,实现能源的可持续利用。虽然这些技术目前还处于研究和试验阶段,但随着技术的不断突破和成本的降低,有望在未来得到更广泛的应用。

3 推动暖通空调系统低碳节能技术发展的策略建议

3.1 政策层面

政府在推动暖通空调系统低碳节能技术发展中应发挥主导作用,进一步完善节能减排相关政策法规,为行业发展提供明确的政策导向和制度保障。首先,制定严格的暖通空调系统能效标准和碳排放限额,对新建建筑和既有建筑的暖通空调系统提出明确的节能和减排要求。对于不符合标准的项目,限制其开工建设或要求进行整改,促使企业和建设单位重视节能减排工作,积极采用低碳节能技术和产品。加大对低碳节能技术研发和应用的资金支持力度是关键举措之一。政府可以通过设立专项科研基金,鼓励高校、科研机构和企业开展暖通空调领域的关键技术研发,重点支持高效设备技术、智

能控制技术、可再生能源利用技术等方面的研究。同时,对采用低碳节能技术的项目给予财政补贴和税收优惠,降低企业的研发和应用成本,提高企业推广低碳节能技术的积极性。例如,对于购买高效节能空调设备的企业和用户,给予一定比例的财政补贴;对从事低碳节能技术研发的企业,减免企业所得税等税收,鼓励企业加大研发投入。建立健全碳排放交易市场是引导企业主动降低碳排放的有效市场机制。将暖通空调系统的碳排放纳入碳排放交易体系,明确企业的碳排放配额。对于碳排放低于配额的企业,可以将多余的配额在市场上出售,获得经济收益;而对于碳排放超过配额的企业,则需要从市场上购买配额,增加生产成本。通过这种市场机制,促使企业自觉采取节能减排措施,降低碳排放,推动整个行业向低碳方向发展。

3.2 行业层面

暖通空调行业应加强技术创新,将提高自主创新能力作为行业发展的核心驱动力。加大对高效设备技术、智能控制技术、可再生能源利用技术等关键技术的研发投入,鼓励企业与高校、科研机构建立产学研合作机制,共同开展技术研发和攻关。通过合作创新,整合各方资源,充分发挥各自的优势,加速技术成果的转化和应用。例如,企业可以提供研发资金和实验场地,高校和科研机构提供人才和技术支持,共同开展新型压缩机、智能控制系统、太阳能空调等关键技术的研发,提高行业整体技术水平^[3]。建立行业技术标准和规范是保障低碳节能产品质量和市场秩序的重要举措。行业协会应组织相关企业和专家,制定统一的暖通空调系统低碳节能技术标准和产品规范,明确产品的性能指标、测试方法、能效等级等要求。加强对低碳节能产品的质量监管,建立严格的市场准入制度,对不符合标准的产品禁止进入市场销售。通过标准引领和监管保障,提高低碳节能产品的质量和可靠性,增强消费者对低碳节能产品的信心。加强行业内的交流与合作是推动行业技术进步的重要途径。行业协会应定期组织行业技术交流会议、

研讨会和展览会等活动,为企业和科研机构提供交流平台,促进技术共享和成果转化。通过交流合作,企业可以了解行业最新技术动态和发展趋势,学习借鉴先进企业的成功经验,避免重复研发和资源浪费。同时,行业协会还可以组织开展低碳节能技术培训和宣传活动,提高行业从业人员的节能意识和技术水平,培养一批高素质的专业人才队伍,为行业发展提供人才支撑。

3.3 企业层面

暖通空调企业应树立低碳发展理念,将低碳节能技术作为企业发展的核心竞争力。加大在低碳节能产品研发和生产方面的投入,推出更多高效节能、环保低碳的产品。加强与科研机构和高校的合作,建立产学研合作机制,共同开展低碳节能技术的研发和应用。同时,企业应加强市场调研,了解消费者需求,提供个性化的低碳节能解决方案,满足不同客户的需求。

结束语

碳中和目标下,暖通空调系统的低碳节能发展是实现建筑行业碳中和的关键环节。通过高效设备技术、智能控制技术、可再生能源利用技术等关键技术的应用,可有效降低暖通空调系统的能耗和碳排放。为推动暖通空调系统低碳节能技术的发展,需要政府、行业和企业共同努力,从政策支持、技术创新、市场引导等方面采取有效措施,促进暖通空调行业向低碳、节能、环保方向发展,为实现碳中和目标做出积极贡献。未来,随着科技的不断进步和创新,暖通空调系统低碳节能技术将不断完善和发展,为建筑行业的可持续发展提供更有力的支撑。

参考文献

- [1]贺晓静.“双碳”背景下暖通空调节能技术精细化设计[J].石材,2023(3):120-122.
- [2]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.
- [3]姜晓春.“双碳”背景下暖通空调节能技术精细化设计[J].智能城市应用,2023,6(7).