

# Application and Performance Research of New High Efficiency Heat Pump Technology in HVAC

Zhongshi Wei

Hefei Atomic Innovation Energy Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230000, China

## Abstract

Against the backdrop of global advocacy for energy conservation, emission reduction, and sustainable development, the improvement of energy efficiency in HVAC systems has gradually become a focus. This article will focus on the application and performance research of new high-efficiency heat pump technology in HVAC, and will elaborate in detail on its working principle based on reverse Carnot cycle and the technical classification of air source, ground source, and water source heat pumps. Subsequently, in-depth analysis will be conducted on the current application status in residential, commercial, and industrial fields, and suggestions will be proposed to optimize system design, improve the performance of heat pump equipment, and introduce intelligent control and monitoring. Through research, we hope to provide theoretical and practical references for the efficient and sustainable development of HVAC systems, effectively assisting related fields in building a green and low-carbon building environment.

## Keywords

New high-efficiency heat pump technology; HVAC system; Application status; Performance improvement strategy; energy saving and emission reduction

## 新型高效热泵技术在暖通空调中的应用与性能研究

韦中师

合肥原子创新能源有限公司, 中国·安徽 合肥 230000

## 摘要

基于全球大力倡导节能减排与可持续发展的背景, 暖通空调系统的能源效率提升逐渐成为焦点。本文将聚焦于新型高效热泵技术在暖通空调中的应用与性能研究, 将在文章中详细地阐述其基于逆卡诺循环的工作原理及空气源、地源、水源热泵的技术分类。随后还会深入地剖析在住宅、商业及工业领域的应用现状, 并且提出优化系统设计、改进热泵设备性能、引入智能控制与监测等建议。经研究希望能够为暖通空调系统高效、可持续发展提供理论与实践参考, 有效地助力相关领域构建绿色低碳的建筑环境。

## 关键词

新型高效热泵技术; 暖通空调; 应用现状; 性能提升策略; 节能减排

## 1 引言

现阶段全球对于节能减排和可持续发展的关注度都在不断地提高, 而暖通空调 (HVAC) 系统作为建筑能耗的主要组成部分, 其能源效率的提升就变得至关重要。此新型高效热泵技术作为一种可持续的供热和制冷解决方案, 在近些年得到了广泛的研究和应用。而热泵技术通过从低温热源吸收热量并将其传递到高温热源, 能够实现能源的高效利用, 该技术与传统的暖通空调系统相比, 具有显著的节能和环保优势。据此, 本文将深入地探讨新型高效热泵技术在暖通空调中的应用现状, 并且提出一系列能够提升其性能的策略与建议, 以期为推动暖通空调系统的高效、可持续发展做出贡献。

【作者简介】韦中师 (1993-), 男, 中国安徽蚌埠人, 硕士, 工程师, 从事暖通空调系统节能研究。

## 2 新型高效热泵技术概述

### 2.1 工作原理

新型高效热泵技术主要基于逆卡诺循环原理运行。以空气源热泵为例, 制冷模式之下, 压缩机会将低温低压的制冷剂气体压缩成高温高压的气体, 然后再通过冷凝器即可将热量释放到室外环境当中, 制冷剂气体冷却并液化。接着液态制冷剂通过膨胀阀降压, 便可变成低温低压的气液混合物, 从而进入蒸发器。此时在蒸发器中, 制冷剂就会从室内的空气中吸收热量, 使其蒸发成为低温低压的气体, 并再次被压缩机吸入, 以此完成了一个循环。若在制热模式下, 便会通过四通阀来改变制冷剂的流向, 使蒸发器和冷凝器的功能进行互换, 从而实现从室外空气中吸收热量并释放到室内的过程<sup>[1]</sup>。

## 2.2 技术分类

### 2.2.1 空气源热泵

空气源热泵主要以空气为热源和热汇，其具有安装方便、无需专门的热源设备等优点。但性能则会受到室外空气温度和湿度的影响，因此在寒冷地区的冬季，空气源热泵的制热效果可能会有一定程度的下降。

### 2.2.2 地源热泵

利用地下土壤或地下水作为热源和热汇的为地源热泵。因为地下温度相对稳定，且不受室外气候条件的显著影响，所以它具有较高的能效比。然而地源热泵的安装需要进行地下换热系统的施工，因此其成本较高且对场地有一定要求。

### 2.2.3 水源热泵

水源热泵则以地表水（如江河、湖泊）或污水为热源和热汇，其水源温度相对稳定，且热泵性能也较为稳定。但是水源热泵的应用受限于水源的可用性和水质条件。

## 3 新型高效热泵技术在暖通空调中的应用现状

### 3.1 住宅领域

在住宅建筑当中，新型高效热泵技术已经得到了广泛地应用。其中空气源热泵凭借着安装便捷、初期投资相对较低的特点，成为许多家庭供暖和制冷的选择。例如在一些新建的住宅小区，均采用空气源热泵热水机组来提供生活热水，同时再搭配风机盘管即可实现室内的供暖和制冷。虽然地源热泵初始投资较高，但其长期运行成本低，且能提供稳定、舒适的室内环境，因此也受到业主的青睐。

### 3.2 商业建筑领域

商业建筑对于暖通空调系统的需求较大，而新型高效热泵技术在该领域也有诸多的应用案例。通常大型的商场、写字楼等建筑采用的是集中式暖通空调系统，因此水源热泵和地源热泵系统较为常见<sup>[2]</sup>。因为这些系统可以利用建筑物周边的水体或地下热能，来为大面积的室内空间提供高效的供热和制冷服务。同时一些商业建筑还采用了热泵热回收技术，能够将空调系统产生的废热回收利用，再将其用于加热生活热水或补充供暖，如此便进一步地提高了能源的利用效率。

### 3.3 工业领域

工业生产中也存在许多的工艺过程需要供热或制冷。新型高效热泵技术则可以满足部分工业生产的需求，例如食品加工、纺织印染等行业。其主要是通过回收工业废热并利用热泵技术来提升温度，因此可用于生产过程中的加热环节，能够实现能源的梯级利用，并降低工业生产的能耗<sup>[3]</sup>。

## 4 提升新型高效热泵技术在暖通空调中性能的策略

### 4.1 优化系统设计

对于优化系统设计这一关键环节而言，设计人员需全面且深入地考量建筑物的负荷需求、地理位置、气候条件等

诸多复杂的因素。首先是建筑物的负荷需求，它并非一成不变的，而是会因建筑用途、空间布局、人员活动情况等产生显著的差异。例如大型的商业综合体因营业面积大、人员密集、设备众多，其制冷与制热的需求就会远远高于普通的住宅。其次便是地理位置，该方面对于热泵系统的影响也不容小觑，因为处于高海拔地区的建筑，面临着空气稀薄、气压较低的情况，因此便会改变热泵的运行工况。再者就是气候条件，它更是直接左右着热泵的性能发挥，一般在炎热且潮湿的南方地区，夏季空调的制冷就会比较负荷大，且空气湿度对于设备的腐蚀等影响需要着重进行考虑。

不仅如此，精确计算所需的热泵容量还是合理选型的基础。一般设计人员需运用专业的负荷计算软件，再结合建筑物的围护结构、朝向、保温性能等，来对建筑全年逐时的冷热量需求进行细致地计算。只有精准地掌握了负荷数据，才能合理地选择出合适的热泵类型和规格。以寒冷地区为例，此地区冬季漫长且气温极低，而地源热泵凭借其独特的工作原理，即可从地下稳定的热源当中获取热量，因此受室外的低温影响较小，从而能保证稳定且高效的制热效果，所以相较空气源热泵而言可能更为适宜。

然而仅合理选型还不足以充分地发挥出热泵系统的优势，依然还需将热泵系统与其他暖通空调设备（如冷却塔、蓄热装置等）进行合理地集成，以实现系统的协同运行。就夏季制冷而言，可以把热泵与冷却塔联合进行运行，此时冷却塔作为高效的散热设备，能够迅速地将热泵冷凝器排出的热量散发到大气中。最终通过这种联合运行方式，能够显著地降低热泵冷凝器的负荷，并减轻压缩机的工作压力，进而提高整个系统的制冷效率。

### 4.2 改进热泵设备性能

压缩机作为热泵系统的核心部件之一，就犹如人体的心脏一般，其性能会直接地左右热泵的能效。而在当前能源紧张与环保要求日益严苛的背景之下，研发高效的压缩机技术就变得极为关键。目前科研人员正积极地探索着采用新型的压缩机结构、材料和控制策略，以此提高压缩机的效率和可靠性。例如新型的涡旋压缩机结构，相较于传统的活塞式压缩机而言，其具有更高的压缩比、更小的振动与噪音，且在部分负荷工况下效率优势更为明显。若在材料方面，选用了高强度、低摩擦系数的新型合金材料制作压缩机的关键部件，还可以减少机械磨损，达到延长压缩机使用寿命的效果。控制策略则可以采用先进的智能控制算法，从而实现对压缩机运行状态的精准调控。像采用变频压缩机，便能根据负荷变化来自动地调节转速，以此避免压缩机频繁启停<sup>[4]</sup>。

不过改进压缩机性能只是提升热泵设备性能的一方面，另一方面则是换热器的优化设计。由于换热器是实现热量交换的关键部件，其性能会直接影响热泵的制热与制冷效果。因此通过优化换热器的结构和材料，就能够大幅度地提高其传热效率。若使用具备紧凑微通道结构的新型换热表面处理

技术,如微通道换热器,即可增加换热的面积,同时还能减小换热器的体积,更加便于设备的紧凑化设计与安装。而且微通道换热器的传热系数更高,其能够更高效地实现热量传递。此外还要选用导热性能好的材料制作换热器,如采用高纯度的铜或新型的导热复合材料,可以进一步地提升其换热性能。

除此之外,选择合适的制冷剂对于提升热泵性能也是至关重要的。尤其是目前环保意识的增强与国际环保法规的日益严格,使得新型环保制冷剂的研发和应用更加成为行业内瞩目的焦点。而新型环保制冷剂的研发和应用,既要考虑其对臭氧层的破坏潜能(ODP)和全球变暖潜能(GWP),还要兼顾其热力学性能。例如传统的含氯氟烃类制冷剂对臭氧层有严重的破坏作用,因此已被逐步地淘汰。虽然新型的氢氟烃类(HFCs)制冷剂的ODP值为零,但部分HFCs的GWP值较高,因此对于全球气候变暖有一定的影响。据此,研发兼具低ODP、低GWP值且热力学性能优良的新型制冷剂就成为研究热点。并且还须加强制冷剂的管理,以防止其泄漏。

#### 4.3 智能控制与监测

在智能控制与监测方面,核心在于引入智能的控制系统。因为随着人工智能与自动化技术的飞速发展,先进的智能控制算法可以为热泵系统的优化运行提供有力的支撑。若采用先进的智能控制算法,即可依据室内外的环境参数、负荷变化等实时地调整热泵系统的运行参数,从而实现系统的最优控制。其中室内环境参数如温度、湿度、空气质量等,室外环境参数如气温、气压、太阳辐射强度等,以及建筑的实时负荷变化,统统可借助高精度的传感器达到实时地采集。随后智能控制系统接收这些数据,便会运用复杂的算法进行分析与运算。举例来说,利用模糊控制、神经网络控制等智能控制方法,就能够快速且准确地响应负荷变化。如模糊控制可根据输入的多组数据,再依据模糊规则库进行模糊推理,最终得出最优的控制决策,从而使热泵系统能够在不同的工况始终能保持着高效运行。神经网络控制则通过模拟人脑神经元的工作方式,可以对大量的运行数据进行学习与训练,以此建立起精准的系统模型,进而实现对热泵系统运行参数的智能调控,可提高系统的稳定性和能效<sup>[5]</sup>。

但仅有智能控制是远远不够的,相关人员还需建立完

善的实时监测与故障诊断系统。该系统要能够对热泵系统的运行参数(如温度、压力、流量等)进行实时监测,并且要通过数据分析对故障进行诊断。因此在热泵系统内,各个关键的部位都需要安装高精度的传感器,像压缩机的进出口、冷凝器、蒸发器等位置应安装温度传感器和压力传感器,制冷剂管道上则要安装流量传感器。当上述这些传感器实时地采集数据,并且将数据传输至监测系统时,监测系统即可运用先进的数据分析算法,对采集到的数据进行深度分析。比如,经由对比正常运行数据与实时监测数据,便可及时地发现系统中的潜在问题。而当温度或压力出现异常波动,或者流量与设定值偏差过大时,系统也能够迅速地判断其中可能存在的故障类型,如压缩机故障、换热器结垢、制冷剂泄漏等等。只有及时地发现了系统中的潜在问题并加以修复,才可有效地避免设备故障导致的性能下降和能源浪费。

## 5 结语

总之,新型高效热泵技术在暖通空调中的应用具有巨大的潜力,其能够有效地提升暖通空调系统的能源效率,进而实现节能减排和可持续发展的目标。为此可通过优化系统设计、改进热泵设备性能、引入智能控制与监测等策略,来进一步地提升新型高效热泵技术的性能。往后随着技术的不断创新和完善,相信新型高效热泵技术将在未来的暖通空调市场中占据重要的地位,终将为构建绿色、低碳的建筑环境做出重要的贡献。

## 参考文献

- [1] 何云龙.新型节能新风换气系统在空调中的应用与碳中和策略探究[J].消费电子,2024,(11):224-226.
- [2] 孙亮,王晶,杨兆晟,等.浅谈数字技术在医院空调系统设计、建造与运维中的应用[J].暖通空调,2024,54(S01):244-248
- [3] 李雅.节能环保材料及技术在暖通空调中的应用研究[J].造纸装备及材料,2022,51(10):179-181.
- [4] 叶黎敏.新能源汽车热泵空调技术研究与应用探讨[J].专用汽车,2022,(05):18-20.
- [5] 郭正可.新型暖通空调技术在绿色建筑中的应用及影响研究[C]//《工业建筑》编委会;工业建筑杂志社有限公司.《工业建筑》2018年全国学术年会论文集(下册).中国北京市,2018:81-83.