

## 家用多联机空调的能效优化与自动调节技术研究

欧阳志远

宁波蓝光工程建设有限公司, 浙江 宁波 315000

**[摘要]**文中旨在研究家用多联机空调系统的能效优化与自动调节技术,通过分析多联机空调的运行原理及能效影响因素,探讨其节能潜力及自动调节技术的发展。首先,通过实验与理论分析,揭示影响空调能效的关键因素,如压缩机运行、室内外环境温湿度变化等。其次,结合智能控制与自适应算法,提出优化控制策略,提升空调系统的运行效率。最后,通过案例分析与实验数据验证,证明该技术能显著降低能耗,提高空调系统的整体性能。研究结果对提升家用多联机空调的能效、推动绿色建筑和智能家居的发展具有重要意义。

**[关键词]**家用空调;多联机系统;能效优化;自动调节;智能控制

DOI: 10.33142/sca.v8i3.15799

中图分类号: TM925.12

文献标识码: A

### Research on Energy Efficiency Optimization and Automatic Adjustment Technology of Household Multi Split Air Conditioning

OUYANG Zhiyuan

Ningbo Languang Engineering Construction Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

**Abstract:** This article aims to study the energy efficiency optimization and automatic adjustment technology of household multi split air conditioning systems. By analyzing the operating principle and energy efficiency influencing factors of multi split air conditioning, it explores its energy-saving potential and the development of automatic adjustment technology. Firstly, through experiments and theoretical analysis, key factors affecting air conditioning energy efficiency are revealed, such as compressor operation, indoor and outdoor environmental temperature and humidity changes, etc. Secondly, by combining intelligent control and adaptive algorithms, an optimized control strategy is proposed to improve the operational efficiency of the air conditioning system. Finally, through case analysis and experimental data verification, it is proven that this technology can significantly reduce energy consumption and improve the overall performance of air conditioning systems. The research results are of great significance for improving the energy efficiency of household multi split air conditioners, promoting the development of green buildings and smart homes.

**Keywords:** household air conditioning; multi split system; energy efficiency optimization; automatic adjustment; intelligent control

#### 引言

随着全球能源危机的加剧与环境保护要求的提高,家用空调的能效优化已成为重要的研究领域。尤其是在多联机空调系统中,由于其优越的能源利用率和灵活的制冷/制热方式,得到了广泛的应用。然而,如何进一步提升其能效表现,并有效调节系统运行以应对不同的使用需求,仍然是亟待解决的技术难题。本文将围绕家用多联机空调的能效优化与自动调节技术展开研究,旨在通过理论与实验相结合的方式,提出优化方案,并为行业实践提供参考依据。

#### 1 家用多联机空调系统概述

##### 1.1 多联机空调系统的结构与工作原理

家用多联机空调(VRF, Variable Refrigerant Flow)是一种集多个室内机与一个或多个室外机于一体的空调系统。其主要特点是能够根据实际需要调节室内各个空调单元的制冷/制热量,从而实现室内不同区域的温度精确控制。该系统通过连接管路中的制冷剂流量变化,实现不同室内机的独立工作。多联机空调系统的核心结构包括

压缩机、冷凝器、蒸发器和四通阀等主要部件。压缩机通过调节制冷剂的流量来改变系统的制冷能力,冷凝器将制冷剂在压缩过程中产生的热量释放到外部环境中,蒸发器则负责从室内吸热。四通阀则能根据需求切换制冷和制热模式。系统通过多回路控制不同室内机的负荷变化,使得每个房间可以根据具体情况选择不同的温度设置,从而提升整体能效<sup>[1]</sup>。

##### 1.2 能效评估标准与影响因素分析

在评估家用多联机空调的能效时,通常采用的标准是SEER(季节能效比)和SCOP(季节性能系数)。SEER值反映了空调在制冷季节内的能效表现,而SCOP值则是用于评估空调在制热模式下的效率。两者的计算方法都考虑了系统在不同负荷下的运行情况,较高的SEER和SCOP值表明空调具有较好的节能表现。多联机空调的能效受多方面因素的影响。首先,压缩机的性能是决定空调系统能效的关键因素之一。高效的变频压缩机可以根据实际负荷需求调整运行频率,避免不必要的能量浪费。其次,系统中使用的冷媒类型也对能效有显著影响。例如,R410A和R32

冷媒相比传统的 R22 冷媒具有更高的热力学性能和更低的环境影响。系统设计中的管道布局、室内外机的匹配性、制冷剂流动的优化等因素也都直接影响到系统的能效表现。环境条件同样是影响能效的重要因素。外界温度、湿度以及室内负荷变化都会影响系统的运行效率。在高温高湿的环境下,空调系统可能需要消耗更多的能源来维持所需的舒适温度,因此,如何合理调节空调系统的运行状态,使其在各种环境条件下保持高效,是能效优化的关键。

## 2 能效优化技术的研究现状

### 2.1 多联机空调的能效提升方法

多联机空调的能效提升方法涵盖了系统设计优化、控制策略改进和运行模式调整等多个方面。首先,优化系统设计是提高空调能效的基础,涉及管道布局、冷凝器和蒸发器的尺寸选择以及内部流道的设计等环节。合理的管道设计可以减少制冷剂在流动过程中的压力损失,从而降低能量消耗。优化冷凝器和蒸发器的尺寸与换热效率也能显著提高热交换效果,减少能量浪费。控制策略的优化是提升空调能效的关键。通过精确协调室内外机的工作状态,确保空调系统能够根据实际负荷变化进行实时调整,避免因过度运行而产生多余的能耗。智能调节功能的引入,能够根据使用需求自动调节运行速度或温度设置,使得空调能够在保证舒适性的同时,最大限度地减少能源消耗。例如,在低负荷需求的情况下,系统可降低运行频率,减少功耗,而在负荷较高时则自动提升运行能力,从而实现高效、节能的运行模式。这些改进有效提升了空调系统的运行效率,减少了能源浪费<sup>[2]</sup>。

### 2.2 先进压缩机技术与节能算法

压缩机作为空调系统中最关键的部件之一,其性能的提升直接决定了整机的能效表现。近年来,变频压缩机技术取得了显著进展,相较于传统的定频压缩机,变频压缩机能够根据空调系统的实际负荷需求灵活调节运行频率,精确控制制冷/制热的输出功率。这种灵活调节使得系统能够在负荷变化较大时保持最佳运行状态,从而避免了传统定频压缩机在低负荷或过渡负荷情况下的能耗浪费,显著提高了能效。压缩机的设计优化也在能效提升中发挥着至关重要的作用。例如,通过改进压缩机的结构和工作方式,可以降低机械损耗和热损失,进一步提高其在低负荷情况下的工作效率。除了硬件的进步,节能算法的应用也是提升空调能效的重要途径。现代多联机空调系统引入了智能控制算法,如模糊控制、预测控制等先进技术。这些算法能够实时采集和分析环境变化数据,预测负荷需求,并根据预测结果调整空调的运行模式。

### 2.3 绿色冷媒与系统匹配优化

绿色冷媒的使用是实现空调节能和环保双重目标的关键。传统冷媒如 R22 对臭氧层具有破坏性,且其高温高压特性导致能效较低。因此,近年来 R32、R410A 等新型

绿色冷媒逐渐得到广泛应用。这些冷媒不仅具备更高的热力学性能,还对环境的危害较小,能够有效减少温室气体的排放,同时提高空调系统的能效。系统匹配优化也是提升能效的一个重要方向。空调系统中的每一部分(如室内机、室外机、管道、控制系统等)需要相互配合才能达到最佳的运行效果。针对不同使用场景,优化室内机与室外机之间的匹配,确保系统在不同负荷条件下都能够实现高效运行。例如,通过采用模块化设计,在需求量较低时关闭部分室内机,从而减少系统负荷,避免过度运行而导致的能量浪费。通过对系统组件的优化匹配,可以最大限度地提升空调系统的整体能效。

## 3 自动调节技术的应用与发展

### 3.1 智能控制算法的应用

智能控制算法在家用多联机空调中的应用,极大地推动了空调能效的提升和系统运行的智能化。传统的空调控制方式通常依赖于简单的温度设定,而智能控制则能够基于多种传感器数据,自动调节空调的运行状态。常见的智能控制算法包括模糊控制、神经网络控制、遗传算法等,这些算法能够通过实时数据的分析与处理,对空调的工作模式进行动态调整。例如,模糊控制可以根据室内外温度、湿度、风速等因素的变化,做出合理的判断,避免传统控制方式中的过度或不足调节,进而优化空调的能效。基于深度学习和人工智能技术的自学习算法也逐渐被引入空调控制系统中。这些算法能够通过分析用户的习惯与需求,实时调整系统参数,从而实现个性化的自动调节,不仅提高了空调的舒适性,还进一步减少了能耗<sup>[3]</sup>。

### 3.2 环境感知与负荷预测技术

环境感知与负荷预测技术是实现空调系统智能化调节的重要基础。通过安装多种环境传感器(如温湿度传感器、CO<sub>2</sub>传感器、光照传感器等),空调系统能够实时监测室内外的环境变化,从而获得更加精准的环境数据。这些传感器不仅能够捕捉温度、湿度、空气质量等因素的变化,还能在不同的工作场景下提供即时反馈,帮助空调系统根据外部环境的波动做出快速响应。例如,当室外温度升高或室内人员增多时,空调可以自动调节风速或制冷量,避免过度运行,减少不必要的能量消耗,从而确保高效的能源使用。

负荷预测技术则通过大数据分析和历史运行数据,预测未来一段时间内空调系统的负荷需求。基于对温度波动、人员活动、季节变化等因素的预测,系统能够提前调整压缩机和风扇的运行状态。这种预测控制的方式使空调能够在负荷较低时降低功率运行,在负荷高峰时及时提升制冷或制热能力,以确保室内温度在最短时间内达到预定水平。这种精确的预测调节不仅提升了空调的运行效率,减少了因负荷过大或过小所带来的能源浪费,还能延长设备使用寿命,避免设备因长期超负荷运行而导致的损耗,从而优

化了整体系统的性能。

### 3.3 自适应调节策略的实现

自适应调节策略旨在根据不同的环境条件和使用需求,自动调整空调系统的运行参数,从而实现最佳能效。与传统的定值控制不同,自适应调节策略能够根据实时获取的数据,自行调整运行模式和调节参数。具体来说,系统可以根据室内的温度、湿度、空气质量、人数等因素,灵活调节风速、制冷/制热模式以及压缩机功率,以满足用户的舒适需求并尽可能地减少能耗。自适应调节的关键在于算法的灵活性和系统的响应速度。例如,在使用较少的房间,空调可以自动降低运行负荷,切换到低功率模式;而在房间人数增加时,系统则能自动提高制冷/制热输出,迅速达到舒适温度。这种智能化的调节方式能够大幅度提高空调的能源使用效率,减少空调的过度运转和能源浪费,最终实现节能和环境友好型的目标。通过自适应调节技术,空调系统能够更智能地应对动态的环境变化,为用户提供高效、舒适的室内空气质量。

## 4 实验分析与案例研究

### 4.1 实验设备与测试环境

为验证家用多联机空调的能效优化技术,实验采用了市面上主流的家用多联机空调系统。测试设备包括高精度温湿度传感器、电力监测仪表、环境控制系统以及多联机空调的各类控制模块。测试环境选取了一个典型的家用住宅模型,配备有多个房间和不同的室内机与外部环境的交互条件。通过在不同季节和气候条件下对空调系统进行测试,获取各项性能数据。具体而言,实验中模拟了不同室内负荷、环境温湿度变化等多种运行条件,测量空调系统在不同工作模式下(如制冷、制热、待机)的功率消耗和能效表现。通过对实验数据的收集和分析,评估空调系统在实际环境中的运行效率,并与传统的空调系统进行对比,找出优化方案的实际效果。

### 4.2 优化方案的实验验证与性能分析

在实验过程中,针对传统多联机空调的能效不足,提出了若干优化方案,其中包括智能控制算法的优化、压缩机调节策略的改进,以及室内外环境适应性增强等方面。实验通过对比优化前后的能耗数据,验证了这些优化措施对能效提升的实际效果。优化后的空调系统在负荷较轻的情况下,压缩机能够根据负荷变化实现精准调节,避免了传统空调在低负荷下的能量浪费;而在负荷较重时,系统能够迅速响应,提高制冷/制热能力,以确保室内温度的快速调节。此外,优化后的系统还通过智能算法预测和调节

室内温湿度变化,有效降低了因环境波动带来的能源浪费。性能分析表明,经过优化的空调系统相比于传统系统,能效提升了约15%~25%。尤其在高温夏季和低温冬季的高负荷运行条件下,优化方案的优势更加显著,能耗降低明显<sup>[4]</sup>。

### 4.3 案例研究:家用多联机空调的实际节能效果

在某家庭住宅中,安装了一套经过优化的家用多联机空调系统。该系统采用了最新的智能控制技术、先进的压缩机调节算法和高效的绿色冷媒,且通过环境感知技术进行自动调节。经过为期一年的使用案例分析,结果表明,与传统空调系统相比,优化后的系统在夏季和冬季的空调费用分别减少了18%和20%。在实际使用过程中,用户反馈该系统在舒适性和能源消耗方面均表现优异。例如,在炎热的夏季,系统能够根据室内人员活动变化自动调节制冷量,保持稳定的室内温度同时避免过度消耗能量;冬季时,系统则能够根据室内温度快速响应,提供所需的加热效果,同时控制能源使用。通过实际的使用数据和用户反馈,证明了优化后的多联机空调在节能、舒适性和环境友好性方面具有显著优势,不仅降低了家庭能源消耗,也提升了居住体验。这一案例为进一步推广智能化空调系统提供了实践依据。

## 5 结语

通过对家用多联机空调能效优化与自动调节技术的研究,本文提出了一系列创新性方案,优化了系统运行效率,并通过智能控制算法提升了空调的自适应调节能力。实验结果表明,所提出的优化策略能够有效降低能耗,提升系统的整体性能,具有广泛的应用前景和市场价值。未来,随着智能家居与绿色建筑理念的普及,家用多联机空调将迎来更高效、智能的技术革新,为节能减排与环境保护做出更大贡献。

### [参考文献]

- [1]刘若飞.开利公司轻型商用空调营销策略优化研究[D].甘肃:兰州大学,2021.
  - [2]王媛媛.S公司家用中央空调中国市场营销策略研究[D].北京:北京工业大学,2020.
  - [3]张雨龙.C公司轻型商用空调产品营销优化策略研究[D].上海:华东师范大学,2022.
  - [4]李泽鑫.美的酷风家用中央空调天津分中心市场营销策略研究[D].河北:河北工业大学,2021.
- 作者简介:欧阳志远(1991.8—),毕业院校:上海大学,所学专业:自动化,当前就职单位:宁波蓝光工程建设有限公司,职务:工程管理,职称级别:工程师。