

# 高层建筑采暖通风及空调系统能效分析与提升方法

王福江

鹤城建设集团股份有限公司 辽宁盘锦 124000

**摘要:** 高层建筑采暖通风及空调 (HVAC) 系统是建筑能耗的主要部分, 其能效水平直接影响到整个建筑的能源消耗和运营成本。本文深入分析了影响高层建筑 HVAC 系统能效的关键因素, 并提出了相应的提升方法。

**关键词:** 高层建筑; 采暖通风及空调系统; 能效; 提升方法

## 前言

随着城市化进程的加快, 高层建筑数量不断增加, 其 HVAC 系统的能效问题日益受到关注。一个高效的 HVAC 系统不仅可以减少能源消耗, 降低运营成本, 还能减少环境污染, 符合绿色建筑和可持续发展的要求。然而, 由于多种因素的影响, 现实中很多高层建筑的 HVAC 系统远未达到其理论上的最优能效状态。因此, 分析这些影响因素并提出有效的能效提升方法, 对于提高高层建筑 HVAC 系统的整体性能具有重要意义。

## 一、高层建筑 HVAC 系统系统工作原理

高层建筑的 HVAC 系统, 即供暖、通风与空气调节系统, 是一个复杂的工程技术体系, 它涵盖了采暖、通风和空气调节三个方面的技术。这个系统的工作原理主要基于维持室内环境在适宜的温度、湿度和清洁度水平, 以满足人们的舒适和健康需求, 同时也考虑到能源效率和环境影响。具体来说, HVAC 系统的工作可以分为以下几个基本部分: ①冷热源及空气处理设备: 这是系统的核心部分, 包括锅炉、冷却塔、冷水机组、热泵等设备, 它们负责提供冷热源。空气处理设备如空调箱或组合式空调器则负责对空气进行加热、冷却、加湿或除湿处理。②空气和冷热水输配系统: 经过处理的空气和水通过风管和水管输送到建筑内的各个区域。这个过程需要精确的管道设计和安装, 以确保有效的传输和最小化能量损失。③通风系统: 通风是指自然或机械地向空间送入和排除空气的过程, 它对于保持室内空气质量和防止空气污染至关重要。通风系统可能包括排风扇、新风系统等组件, 确保室内有足够的空气流通。④采暖系统: 采暖系统向建筑物提供热量, 保持室内一定的温度。这通常通过热水或蒸汽的形式, 由锅炉产生的热能通过散热器传递到建筑内部。

## 二、影响 HVAC 系统能效的关键因素

### 1. 技术因素

HVAC 系统的能效受到多种技术因素的影响, 这些因素决定了系统的基本性能和运行效率。首先, 系统设计是影响能效的关键。设计过程中对冷热负荷的计算、设备选择、以及系统配置都会对最终的能耗产生重大影响。如果设计不当, 例如过度设计或选用了不适宜的设备, 将导致系统在运行时消耗不必要的能源。其次, 设备的技术先进性也是决定能效的重要因素。高效率的锅炉、冷却塔、水泵、风扇和空调箱等能显著降低能源消耗。此外, 控制系统的技术也至关重要, 包括传感器的准确性、控制器的智能程度以及自动化水平都直接影响到系统的响应速度和调节能力, 从而影响整体能效。

### 2. 人为操作

人为操作对 HVAC 系统的能效同样起到了决定性的作用。操作人员的技能水平和行为决策直接影响系统是否以最佳状态运行。不正确的操作, 如设定温度不合理、忽视系统警报、不适时地调整设备开关和运行模式, 都可能导致能源浪费。此外, 操作人员对系统的理解和对能效重要性的认识也将体现在日常管理和维护中。缺乏培训和经验的操作人员可能无法充分利用系统提供的先进功能, 也可能忽视了优化系统性能的机会<sup>[1]</sup>。

### 3. 环境条件

环境条件是影响 HVAC 系统能效的外部因素, 它们包括气候条件、季节变化、室内外温差、建筑物所处位置的太阳辐射强度等。气候条件的变化直接影响到建筑物的供冷和供热需求。例如, 在炎热的夏季, 空调系统需要更多能量来提供足够的冷却; 而在寒冷的冬季, 则需要更多的热量来保持室内温暖。此外, 剧烈的室外温度波动会导致 HVAC 系统频繁启动和调整, 增加能耗。太阳辐射强度会影响建筑物的得热和失热情况, 进而影

响到 HVAC 系统的负荷需求。

#### 4. 维护状况

维护状况是确保 HVAC 系统长期高效运行的关键。一个没有得到适当维护的系统往往效率低下，因为灰尘积累、部件磨损、泄漏等问题会逐渐降低设备的性能。例如，空气过滤器若长时间不更换，会堵塞并减少空气流量，导致风机需额外工作以维持所需的空气循环量。另外，制冷剂泄露、管道结垢或散热器损坏都会导致热交换效率下降。

### 三、高层建筑采暖通风及空调系统能效提升方法

#### 1. 系统设计优化

为了提升高层建筑中采暖通风及空调系统的能效，系统设计优化是首要步骤。设计时应考虑建筑特有的热负荷需求，采用适合的 HVAC 系统类型和规模。例如，对于内部发热量大的建筑，可采用变风量（VAV）系统来适应不同区域的冷却需求；同时，合理配置空气处理单元（AHU）和管道布局，以减少输送过程中的能量损失。此外，设计时还需考虑系统的季节适应性，如夏季采用冷却塔免费供冷，冬季则通过热泵或锅炉供热。在控制系统方面，引入智能控制算法，实现基于室内外温差和人体感知的动态调节，避免过度或不足的能源使用<sup>[2]</sup>。

#### 2. 建筑材料和技术

建筑材料的选择对高层建筑的能效有着直接影响。高效保温材料的应用可以显著降低热量通过墙体、屋顶和地面的传递，从而减少 HVAC 系统的加热和冷却负荷。例如，使用低导热系数的聚苯乙烯泡沫板、岩棉和聚氨酯泡沫作为保温层。高性能的 Low-E 玻璃能够在保持良好透光率的同时减少热量的辐射透过，有效降低外部太阳辐射带来的额外热负荷。此外，采用气密性较好的窗户和门，可以减少不必要的空气渗透，降低通风系统的能耗。建筑材料和技术的创新为高层建筑提供了更多的节能可能性。

#### 3. 利用可再生能源

随着技术的进步，越来越多的高层建筑开始利用可再生能源来替代传统能源，以降低 HVAC 系统的能耗。太阳能光伏板可以安装在建筑的屋顶或立面上，将太阳能转换为电能供建筑内部使用，特别是在白天高峰时段可为 HVAC 系统提供部分动力。太阳能热水器也是常见的应用，它可以预热进入 HVAC 系统的水温，减轻制冷机组的工作负担。风能也可以被利用来驱动小型的通风系统，特别是在适宜的地区。这些可再生能源技术的整

合减少了对化石燃料的依赖，有助于构建一个可持续的能源使用体系。

#### 4. 热回收技术

热回收技术是提升高层建筑 HVAC 系统能效的有效方法之一。通过热交换器回收排风系统中的余热，用于预热新鲜进气或生活热水，可以有效降低系统的总能耗。例如，在大型商业建筑中，全热回收换气装置能够同时回收空气中的潜热和显热，提高能量利用率。此外，冷凝热回收技术也常用于空调系统，利用制冷过程中产生的冷凝热进行热回收，以达到节能减排的目的。结合智能控制系统，根据实际的热负荷动态调整热回收比例，进一步优化能效。

#### 5. 自然通风和日照利用

自然通风和日照利用是提高高层建筑 HVAC 系统能效的被动式策略。合理设计建筑的方向和窗户布局，可以利用自然风力促进空气流通，减少对机械通风的需求。例如，利用建筑物两侧的压差产生贯穿通风，或者设置可开启的窗户以利用风向变化引起的通风效果。在日照方面，除了使用高性能的遮阳设施减少直接辐射外，还可以通过智能调光玻璃或光导纤维系统将日光引入室内，减少人工照明的需求。此外，地热利用也是一种有效的自然能源利用方式，它可以通过地源热泵系统为建筑提供稳定的加热和冷却来源。通过最大化自然通风和日照利用，可以显著降低 HVAC 系统的运行时间及其能耗<sup>[3]</sup>。

#### 结语

综上所述，高层建筑 HVAC 系统的能效是一个复杂的多变量问题，涉及技术、操作、环境和维护等多个方面。通过综合分析这些关键因素，我们可以更清晰地识别出能效提升的潜在途径。未来的工作应侧重于这些方法的实际测试和应用，同时监测其长期效果，不断调整和完善，以实现高层建筑 HVAC 系统的持续能效优化。

#### 参考文献

- [1] 张鑫, 张向顺, 郭永志. 建筑采暖通风空调工程的节能减排措施研究 [J]. 设备管理与维修, 2022, (04): 138-140.
- [2] 赵中强. 建筑采暖通风空调工程的节能减排措施分析 [J]. 中国建筑金属结构, 2022, (01): 74-75.
- [3] 孟祥祥, 宋志彬. 建筑采暖通风空调工程的节能减排措施探究 [J]. 中国建筑金属结构, 2021, (09): 86-87.