

# 商业综合建筑空调节能设计策略研究

柴金泰

新疆双河勘测设计有限公司 新疆 博乐 833400

**【摘要】**：商业综合建筑因空间形态复杂、功能多元而呈现高能耗特征，空调系统在整体能耗中占比突出。围绕节能目标，通过对气候条件、建筑围护结构、室内热环境与设备性能进行协调，构建覆盖源、输配、末端的高效空调设计体系，可有效降低负荷并提升运行效率。基于多类商业空间的运行特性，结合自然通风利用、冷热分区控制与智慧化调节技术，实现能耗动态匹配与舒适度稳定维持，为商业综合体获得更优的节能表现提供可行路径。

**【关键词】**：商业综合建筑；空调节能；负荷控制；环境协同设计；智慧调节

DOI:10.12417/2811-0528.26.09.021

## 引言

商业综合体的空间形态不断演变，带来巨大的冷、热、湿负荷波动，使空调能耗成为运营成本中的关键部分。当人流密度、业态组合与气候条件叠加时，常规空调方式难以在舒适与能效之间取得平衡。面对愈加严苛的能源压力，与其单纯依赖设备容量，不如从整体设计入手，让建筑与空调形成更紧密的联动关系。通过在源侧、输配侧与末端环节建立协同机制，可使能量在商业综合体内部实现更精准的分配与调节，从而在复杂环境下保持稳定的节能表现。

## 1 商业综合建筑空调能耗挑战的提出

商业综合体在空间组织上呈现高度复合属性，多种业态叠加形成显著的冷、热、湿负荷波动。餐饮区散发的大量显热与水汽、影院区域的深层围护结构热惰性、通道与中庭的巨大体量通风需求相互叠加，使空调系统长期处于高负荷运行状态。人群密度变化剧烈，更为系统调节带来不稳定因素<sup>[1]</sup>。当外部气候条件出现骤升或骤降，围护结构的传热性能与内部热源叠加影响，使负荷预测难度增加。商业综合体在建筑形态、开敞程度及热工性能上的差异进一步放大了能源消耗，促使空调系统必须在复杂环境下维持持续供冷与除湿过程。

能源压力在运行阶段表现尤为突出。多业态运营时间差异明显，部分场所需要长时间保持冷负荷供应，而其他区域则处于间歇性使用状态，常规控制策略往往难以对这些独立需求实现精准响应。大型中庭与通高空间形成显著的堆栈效应，使通风组织与温湿度控制变得更加复杂。高透光率幕墙在提高采光的同时引入大量太阳辐射增益，使空调设备不得不承担额外负荷。过度依赖设备容量的方式，容易导致制冷主机频繁启停、冷冻水系统调节范围受限、送风量与冷量匹配度下降，最终造成输配系统与末端系统同时进入低效率工况。多源热湿扰动的存在，使空调系统难以保持既定性能曲线，引发能耗不断攀升。

在商业综合建筑的实际运行中，舒适性需求与节能目标之

间的矛盾也使空调负荷呈现更复杂的状态。高峰时段大量人员聚集带来显著人体散热和二氧化碳浓度上升，使通风量与冷量需求同步提升；低谷时段又出现负荷骤降，使系统面临调节跨度过大的问题。设备性能在部分负荷区间下降，导致能效水平难以保持。若缺乏结构化的负荷分区、环境响应算法和建筑—设备协同机制，空调系统会被迫以较高能量支出维持室内环境稳定。商业综合体的空调能耗挑战并非单一因素，而是在空间尺度、运行节奏与环境耦合条件共同作用下形成的复杂问题，对节能设计策略提出更严格的要求。

## 2 面向综合空间的空调节能设计路径

商业综合体的节能设计需建立在对空间属性、气候条件与负荷分布的深度理解之上，使空调系统与建筑环境形成协同关系。围护结构的热工性能优化为节能奠定基础，通过控制传热系数、提升遮阳能力、改善气密性，可有效削弱外界温湿扰动。针对大尺度中庭与通道区域，采用分层送风、变温送风与诱导气流组织方式，使空气分布更贴近实际使用高度，降低多余空调量在垂直空间中的无效扩散<sup>[2]</sup>。结合区域气候特点，引入自然通风潜力、夜间排热与低品位冷源，可为空调系统减少部分基础冷负荷，使系统运行压力得到缓解。

在系统层面，节能路径需围绕冷源、输配系统与末端设备形成整体布局。冷源侧通过提升制冷主机部分负荷性能、配置冷却塔变频调节、引入冷冻水温度自适应控制，使制冷效率在多变工况下保持稳定水平。输配侧可利用冷热水变流量技术、静压自适应送风与压力复位策略，实现管网与风道内能量传递的动态优化。末端环节通过高效风机盘管、可调节风口与智能化区域末端控制装置，使局部空间能够依据人流密度、热源变化与湿度需求进行分区响应，从而减少整体性过度供冷现象。各环节之间以数据驱动方式建立协调机制，使能源在建筑内部得到更符合真实需求的分配。

在运行与管理层面，智能化调节技术为商业综合体提供了

新的节能路径。通过实时监测室内外温湿度、太阳辐射、人流动态与设备运行状态,空调系统可利用预测模型与负荷识别算法实现前馈调节,使系统在热湿扰动到达之前完成响应。基于热区划分的分级控制方式,使不同功能空间脱离单一模式运转,逐步形成按需供能的运行格局。智慧系统还可通过冷量平衡分析、能效曲线追踪与设备协同调度,使冷源、输配与末端形成紧密联动,减少无效启停与能耗浪费。随着调节策略与建筑环境之间的耦合不断深化,综合空间的节能潜力被更充分地释放,为商业综合体在复杂负荷条件下维持稳定运行提供关键支持。

### 3 节能策略成效的归纳与提升方向

节能策略在商业综合建筑中的应用往往体现为运行品质的提升与能耗曲线的平稳化。当围护结构优化、气流组织调整与分区控制策略逐步落实后,空调系统在负荷变化中的响应精度明显提升,过度供冷与湿度偏差的情况得到有效缓解。实际运行数据常呈现冷源启动频率下降、冷冻水系统压差更为稳定、末端送风温度波动减小等趋势,这种状态表明系统逐渐脱离高能耗工况,向更贴合负荷需求的运行模式过渡<sup>[1]</sup>。中庭及大空间区域由于采用分层送风与局部温度控制,其空调无效扩散量减少,使整体冷量配置更趋合理。

节能策略的实施也促使系统协同程度不断增强。冷源侧的变负荷能力提升,使输配系统能够在更宽的调节范围内保持有效传热;输配侧的变流量技术使能量输送更加精准,从而推动末端设备的调节响应更接近实际需求。随着能量路径逐渐顺畅,冷量损失与设备偏载现象明显减少,系统运行点更集中于

高效区间。此类变化不仅体现在能效比提升,还体现在室内环境控制的稳定性增强,例如湿度调节更加细腻、室内温度梯度减弱、空气质量提升等。各环节之间的联动通过数据平台持续验证,使节能策略能够在不同业态组合与季节条件下保持稳定表现。

在深入实践中,节能路径的完善仍依赖持续优化与技术更新。负荷特性随场景变化呈现非线性特征,使传统固定参数的控制方式难以适应,于是将预测模型、自学习算法与场景识别机制融入系统调节成为必要手段。通过采集大量运行数据,系统能够识别空间使用节奏、太阳辐射变化与人流分布趋势,使空调调节更具前瞻性。建筑内部各功能区域也可进一步细化热区划分,形成更灵活的供能单元,降低能量在输配过程中的无效损耗。智能化管理平台通过能效诊断与运行偏差监测,使节能策略获得持续修正能力,从而不断推动商业综合体在复杂环境中的节能表现向更高水平迈进。

### 4 结语

节能设计在商业综合建筑中的实践不断推动空调系统向精细化与协同化方向发展。多源负荷条件下形成的复杂运行特征,促使建筑与设备之间建立更紧密的联系,使冷源、输配与末端的能量路径更加顺畅。随着气流组织优化、智能调节技术与区域化控制策略逐步完善,能耗结构呈现更稳定的状态,室内环境品质也随之提升。持续深化的技术应用与运行优化,使商业综合体在高强度负荷环境中保持良好能效表现,为复杂空间的空调节能提供更具实践价值的方向。

### 参考文献:

- [1] 肖周贵.商业综合建筑空调节能设计策略研究[J].智能建筑与智慧城市,2026,(02):148-150.
- [2] 杨健.商业综合建筑空调节能设计策略研究[J].智能建筑与智慧城市,2025,(05):114-116.
- [3] 刘鑫栋.商业建筑综合改造功能提升实践与效果分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(28):85-87.