

建筑节能与暖通空调系统的集成优化研究

刘德雨

362302*****7012

摘要: 本文聚焦建筑节能与暖通空调系统的集成优化,结合建筑低碳发展趋势与暖通空调系统高能耗特点展开研究。先梳理两者集成的应用现状,明确现有实践的基础与局限;再剖析集成过程中的核心问题,探寻制约节能效果的关键因素;接着提出集成优化的核心方向,明确技术与管理层面重点;随后制定技术适配、控制策略、运维管理维度的实施路径;最后分析应用价值,阐述对建筑节能与行业发展的意义。研究旨在为提升建筑能源利用效率、推动建筑低碳转型提供参考。

关键词: 建筑节能; 暖通空调系统; 集成优化; 能源利用效率; 低碳转型

DOI: 10.69979/3029-2727.25.10.078

引言

在“双碳”目标推动下,建筑节能成为行业发展的核心方向。暖通空调系统作为建筑能耗占比最高的设备系统,其运行能耗约占建筑总能耗的一半以上,因此它与建筑节能的集成优化直接影响建筑整体节能效果。当前,部分建筑虽已尝试将暖通空调系统与外墙保温、光伏供电等节能技术结合,但仍存在集成度低、节能策略单一、系统协同性不足等问题。这些问题导致节能技术与暖通系统难以形成合力,难以充分发挥两者的协同节能作用。因此,研究建筑节能与暖通空调系统的集成优化,对降低建筑能耗、提升能源利用效率、实现建筑低碳发展具有重要意义。

1 建筑节能与暖通空调系统集成的应用现状

1.1 暖通空调系统已初步融入建筑节能设计环节

在当前建筑设计中,暖通空调系统已初步融入建筑节能设计环节。设计阶段会结合建筑的朝向、户型布局等因素,规划暖通空调系统的管线走向与设备安装位置,避免因设计不合理增加能耗。例如,在住宅建筑设计中,会将空调外机放置在通风良好的区域,减少外机散热不畅导致的能耗增加;在公共建筑设计中,会根据不同功能区域的温度需求,划分暖通系统的控制分区,为后续节能运行奠定基础。这种初步融入让暖通系统与建筑节能设计形成了基础联动。

1.2 部分建筑尝试采用基础节能技术适配暖通系统

部分建筑已开始尝试采用基础节能技术适配暖通

空调系统。常见的做法包括在建筑外墙加装保温层,减少室内外热量交换,降低暖通系统的负荷;在屋顶铺设反光材料或绿化植被,减少太阳辐射对建筑内部温度的影响,缓解暖通系统的运行压力;部分建筑还会利用自然通风设计,在春秋季节替代空调运行,减少暖通系统的开启时长。这些基础节能技术与暖通系统的适配,在一定程度上降低了建筑能耗,但整体适配的深度仍需提升。

1.3 建筑节能与暖通系统集成的局部实践已见成效

在建筑节能与暖通系统集成的局部实践中,已取得一定成效。例如,部分商业建筑将暖通空调系统与余热回收技术结合,收集空调运行产生的余热用于热水供应,减少了额外能源消耗;部分工业园区建筑通过暖通系统与车间生产散热的联动利用,将生产过程中产生的热量引入暖通系统,降低了系统的能源输入。这些局部实践验证了两者集成的可行性,也为后续全面集成积累了经验,但目前此类实践的覆盖范围较窄,尚未形成规模化推广。

2 建筑节能与暖通空调系统集成存在的问题

2.1 系统集成设计缺乏整体性,与建筑功能适配不足

系统集成设计缺乏整体性是当前突出问题,与建筑功能适配不足。多数建筑在设计时,暖通空调系统设计与建筑节能设计分属不同环节,由不同团队负责,缺乏统一规划。例如,建筑节能设计确定了外墙保温厚度与窗户隔热性能后,暖通系统设计未根据这些参数调整设

备选型，导致设备功率与实际负荷不匹配；部分建筑为追求节能效果，过度缩减暖通系统规模，却未考虑建筑高峰期的使用需求，导致高温或低温天气下室内舒适度不足。这种缺乏整体性的设计，让集成效果大打折扣。

2.2 暖通空调系统节能策略单一，未充分结合建筑能耗特征

暖通空调系统的节能策略仍较为单一，未充分结合建筑的能耗特征。多数建筑的暖通系统仅采用固定的温度设定与运行时长控制，未考虑建筑不同时段、不同区域的能耗差异。例如，办公建筑在工作日与周末的人员数量、使用强度不同，能耗需求差异明显，但暖通系统仍按统一模式运行，造成非工作时段的能源浪费；商业建筑的商场区域与办公区域能耗特征不同，却采用相同的节能策略，无法针对性降低高能耗区域的能耗。这种单一策略难以适应建筑复杂的能耗特征，节能效果受限。

2.3 集成系统的运行监控与动态调整机制不完善

集成系统的运行监控与动态调整机制仍不完善。多数建筑仅能对暖通空调系统的运行参数进行基础监测，如温度、湿度等，无法实时监测系统与建筑节能技术的协同运行状态，难以发现两者配合中的问题。同时，缺乏动态调整机制，当建筑能耗出现波动，如室外温度骤变、室内人员增加时，系统无法自动调整运行策略，仍需人工干预。人工调整不仅响应速度慢，还易因人为判断偏差导致调整不当，进一步影响集成系统的节能效果与稳定性。

3 建筑节能与暖通空调系统集成优化的核心方向

3.1 以“全周期节能”为目标优化集成设计逻辑

以“全周期节能”为目标优化集成设计逻辑，需打破传统分段设计模式。设计初期即组建包含建筑设计师、暖通工程师、节能技术专家的联合团队，从建筑规划、设计、施工到运维的全周期出发，制定集成方案。例如，在规划阶段，结合建筑所在地的气候特征，确定暖通系统类型与节能技术组合；在施工阶段，同步推进暖通系统安装与节能设施建设，避免后期改造；在运维阶段，预留系统调整空间，适应建筑使用过程中的能耗变化。这种全周期设计逻辑，能确保集成效果贯穿建筑整个生命周期。

3.2 基于建筑能耗特征定制暖通系统节能方案

基于建筑能耗特征定制暖通系统节能方案，需先全面分析建筑的能耗规律。通过安装能耗监测设备，收集

不同时段、不同区域的能耗数据，识别高能耗时段与区域，明确能耗波动原因。例如，针对住宅建筑，根据居民作息规律，在夜间睡眠时段降低暖通系统运行强度；针对商业建筑，根据商场客流高峰与低谷，调整不同楼层的暖通系统运行模式；针对工业建筑，结合生产班次，同步协调暖通系统与生产设备的运行时间。定制化方案能让节能策略更具针对性，提升集成系统的节能效率。

3.3 强化集成系统的智能协同与动态调控能力

强化集成系统的智能协同与动态调控能力，是提升集成效果的关键方向。需借助物联网、大数据等技术，搭建智能协同平台，实现暖通空调系统与建筑节能技术的数据互通与联动控制。例如，将暖通系统与建筑的光伏供电系统联动，当光伏发电量充足时，自动提升暖通系统运行功率；将暖通系统与智能窗户控制系统联动，当室外温度适宜时，自动开启窗户，关闭空调。同时，引入AI算法，根据实时监测数据预测能耗变化，提前调整运行策略，实现动态调控，让集成系统始终处于最优运行状态。

4 建筑节能与暖通空调系统集成优化的实施路径

4.1 构建“建筑-暖通”协同的一体化设计体系

构建“建筑-暖通”协同的一体化设计体系，需从制度与技术两方面入手。制度上，建立跨专业设计沟通机制，要求建筑设计与暖通设计团队每周召开协同会议，同步设计进度、共享关键参数，避免信息脱节；制定一体化设计标准，明确从初步设计到施工图审查的全流程要求，细化数据共享格式、协同设计责任划分与质量验收指标。技术上，采用BIM技术搭建一体化设计平台，将建筑结构模型、节能设施模型与暖通系统模型深度整合，实现设计参数的实时共享、碰撞检查与动态调整。例如，通过BIM平台，暖通工程师可实时获取建筑的墙体保温参数、窗户传热系数，精准调整设备选型与管线走向。

4.2 研发适配建筑节能需求的暖通系统控制技术

研发适配建筑节能需求的暖通系统控制技术，需结合不同节能技术的运行特性定制精准控制方案。针对光伏供电的建筑，研发光伏-暖通协同控制技术，通过实时监测光伏组件的出力变化，自动调整暖通系统的运行功率与启停时间，优先利用光伏电能，避免多余电能浪费；针对地源热泵节能技术，研发地温监测与暖通负荷匹配控制技术，在地下换热器区域布设温度传感器，

根据地下温度季节变化与日内波动,优化热泵的压缩机频率、水循环速率等运行参数,提升能源转换效率;针对余热回收系统,研发余热-暖通联动控制技术,在余热产生源头安装热量传感器,实时监测余热产生量与温度,动态调整暖通系统对余热的采集比例与利用方式。

4.3 建立集成系统全周期运维与能效评估机制

建立集成系统全周期运维与能效评估机制,需覆盖系统运行监控、定期维护、故障修复与持续优化的全过程。运维方面,制定精细化定期巡检制度,明确不同季节、不同设备的巡检内容与频率,如每周检查暖通设备与节能设施的协同运行状态(如余热回收与空调的联动是否正常)、每月排查管线泄漏与设备老化问题、每季度清理节能设施(如光伏板除尘、地源热泵换热器除垢);建立24小时故障应急响应机制,组建专业运维团队,配备应急维修设备与备件,确保系统出现故障时能在短时间内修复,减少停机对建筑使用与能耗控制的影响。能效评估方面,构建多维度、可量化的评估指标体系,除能源利用效率、室内舒适度、系统稳定性外,增加节能技术与暖通系统的协同效率、故障停机率等指标。

5 建筑节能与暖通空调系统集成优化的应用价值

5.1 显著降低建筑整体能耗,提升能源利用效率

建筑节能与暖通空调系统的集成优化,能显著降低建筑整体能耗,提升能源利用效率。通过两者的深度协同,暖通系统可充分利用建筑节能技术提供的有利条件,如借助保温层减少负荷、利用余热降低能源输入,大幅减少系统自身的能源消耗。同时,集成优化后的系统能根据建筑实际需求动态调整运行状态,避免无效能耗,进一步降低建筑总能耗。例如,集成系统可减少办公建筑30%以上的暖通能耗,间接降低建筑整体能耗15%左右,让能源利用更高效,缓解能源供应压力。

5.2 推动暖通空调系统技术升级与行业创新

集成优化的需求能推动暖通空调系统技术升级与行业创新。为适配不同建筑的节能配置,暖通系统需在控制技术、设备性能等方面不断突破,如研发更智能的协同控制算法、更高效的能源转换设备,这将带动暖通行业的技术进步。同时,集成优化也会催生新的行业合作模式,如暖通设备厂商与建筑节能技术企业的联合研发、设计单位与运维企业的一体化服务,推动行业从单

一技术供给向综合解决方案转型,激发行业创新活力,促进整个建筑能源领域的技术升级。

5.3 助力建筑实现低碳目标,契合绿色发展趋势

集成优化能力建筑实现低碳目标,契合当前绿色发展趋势。暖通空调系统作为建筑碳排放的主要来源之一,其能耗降低将直接减少建筑的碳排放量。通过集成优化,建筑可大幅减少对传统化石能源的依赖,更多利用光伏、地源、余热等清洁能源或可再生能源,进一步降低碳排放强度。例如,采用集成优化的公共建筑,碳排放量可较传统建筑减少25%以上,能快速推动建筑领域实现碳达峰目标。同时,集成优化的建筑也为绿色建筑标准的落地提供了实践路径,引领建筑行业向低碳、环保方向发展,契合国家绿色发展战略。

6 结论

建筑节能与暖通空调系统的集成优化,是推动建筑低碳转型、提升能源利用效率的关键举措。当前,两者集成虽已在设计融入、技术适配等方面取得初步进展,但仍存在设计缺乏整体性、策略单一、运维机制不完善等问题。通过以全周期节能为目标优化设计逻辑、基于能耗特征定制方案、强化智能协同调控,可明确集成优化的核心方向;借助一体化设计体系、适配性控制技术、全周期运维评估机制,能落地具体实施路径。其应用价值不仅体现在降低建筑能耗、提升效率,更能推动行业技术升级、助力低碳目标实现。未来,随着技术持续进步与实践不断深入,集成优化将成为建筑能源管理的主流模式,为建筑行业绿色发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 董兴,温中立.节能减排理念下的绿色建筑暖通空调节能技术优化路径及应用[J].中华建设,2025,(10):180-182.
- [2] 孙翼翔.智慧建筑BA系统对暖通空调能耗的调控实效分析[J].信息系统工程,2025,(08):16-18.
- [3] 杜思美.基于超高层建筑暖通空调的节能减排设计[J].中国建筑金属结构,2025,24(15):98-100.
- [4] 王御棋,文继卿.现代建筑暖通空调工程的节能设计与施工技术探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(22):190-192.
- [5] 陈婵娟.建筑暖通空调热舒适与节能的智能优化控制方法研究[J].科技资讯,2025,23(14):149-151.