智能建筑系统中的能源管理策略

党耀红

内蒙古恒悦建筑工程工程有限公司 安徽省 蚌埠市 750306

摘　要：随着全球能源需求的不断增长和环境污染问题的日益严重，智能建筑系统的能源管理策略在实现建筑节能和可持续发展方面发挥着越来越重要的作用。智能建筑系统通过集成先进的信息技术、自动化技术和物联网技术，实现了对建筑内部环境和设备的实时监控和智能控制。这些系统能够优化能源使用，提高能源利用效率，从而减少能源浪费和降低环境影响。本文探讨了智能建筑系统中能源管理的关键策略，包括能源监测与数据收集、数据分析与建模、能源优化管理与控制策略，以及智能化能源管理系统的应用。通过案例分析和数据评估，本文验证了智能化能源管理系统在提高能源利用效率、降低能源消耗成本、改善室内舒适度和促进可持续发展方面的有效性。本文还探讨了进一步提高建筑能源利用效率的方法，包括智能化能源管理系统、能源回收与利用技术，以及建筑节能设计与技术。随着技术的不断进步和应用的深入推广，智能建筑系统中的能源管理策略将继续发挥着越来越重要的作用，为建筑行业的可持续发展开辟更加广阔的前景。

关键词：智能建筑；能源管理；能耗分析；节能策略；可持续发展

Energy Management Strategies in Smart Building Systems

Yaohong Dang

Inner Mongolia Hengyue Construction Engineering Co., Ltd., Bengbu City, Anhui Province 750306

Abstract: With the continuous growth of global energy demand and the increasingly severe environmental pollution issues, energy management strategies in smart building systems play an increasingly important role in achieving energy conservation in buildings and sustainable development. Smart building systems integrate advanced information technology, automation technology, and IoT technology to achieve real-time monitoring and intelligent control of the internal environment and equipment of buildings. These systems can optimize energy use, improve energy efficiency, thereby reducing energy waste and environmental impact. This paper discusses the key strategies of energy management in smart building systems, including energy monitoring and data collection, data analysis and modeling, energy optimization management and control strategies, and the application of intelligent energy management systems. Through case analysis and data evaluation, this paper verifies the effectiveness of intelligent energy management systems in improving energy utilization efficiency, reducing energy consumption costs, enhancing indoor comfort, and promoting sustainable development. The paper also explores methods to further improve the energy efficiency of buildings, including intelligent energy management systems, energy recovery and utilization technologies, and energy-saving building design and technology. With the continuous advancement of technology and the deepening promotion of applications, energy management strategies in smart building systems will continue to play an increasingly important role, opening up a broader prospect for the sustainable development of the construction industry.

Keywords: Smart Buildings; Energy Management; Energy Consumption Analysis; Energy-saving Strategies; Sustainable Development

引言

在 21 世纪，随着全球人口的快速增长和城市化进程的加速，建筑行业对能源的需求不断上升。根据国际能源署（IEA）的统计，建筑物的能源消耗占全球总能源消耗的 30% 以上，并且是温室气体排放的主要来源之一。这一现状对全球能源供应和环境质量构成了巨大挑战。因此，提高建筑能效、减少能源消耗已成为全球性的紧迫任务。本文旨在探讨智能建筑系统中的能源管理策略，并分析其在提高能源效率、降低能源消耗、改善室内环境质量以及促进可持续发展方面的潜力和效果。通过对现有文献的综述、案例分析和数据评估，本文将展示智能建筑系统中能源管理策略的实际应用和效果，并提出进一步优化建筑能源利用效率的方法和建议。随着技术的不断发展和创新，智能建筑系统的能源管理策略有望在未来发挥更加重要的作用，为实现全球可持续发展目标做出贡献。

1 智能建筑能源管理的关键策略

1.1 能源监测与数据收集

能源监测与数据收集在智能建筑中扮演着至关重要的角色，它们是实现建筑能效优化和管理的基石。例如，智能建筑通过部署大量的传感器和监测设备，可以实时收集能源消耗数据，包括电力、水、天然气等。这些数据被传输到中央控制系统，通过智能化的算法进行分析和处理，从而实现能源的精细化管理。例如，在广州白云国际机场二号航站楼的能源管理中，项目采用了变频式冷水机组和智能控制策略，通过自动选择控制方式以降低系统能耗。项目中的离心式冷水机组 COP（性能系数）提高了至少 16.82%，多联机 IPLV（综合部分负荷性能）提高了 59.49% 以上。通过对各种智慧建筑节能措施的使用，航站楼能耗连续两年降低了 7.5% 以上，燃油消耗在 2019 年首次下降了 8.1% 以上。此外，电力与天然气等清洁能源占比提升了 15.06%，达到了 75.67%，显著提升了项目能源效率，对降碳节能做出了巨大贡献。再如，霍尼韦尔的智能建筑能源管理系统（Honeywell BeMS）结合了能源管理与节能措施，不仅继承了智能楼宇自控的舒适性控制，还从建筑节能运营的角度出发，对建筑内的暖通空调、照明、给排水、变配电、电梯等高能耗设备进行状态监测、设备保护及故障监测、运行管理。该系统通过大数据分析及智能算法的赋能，为低碳舒适运营提供决策支持，实现提高能源效率的目标。

1.2 数据分析与建模

数据分析与建模在智能建筑能源管理中至关重要，它们使得建筑能够更加高效地使用能源，降低成本，并减少环境影响。例如，福祥海峡两岸中心通过建筑智慧能源管理系统实现了能源节约和管理。该系统利用基于 NB 技术的智能温控器硬件设备，实现了中央空调的按单元独立申请开启和关停，以及空调冷气供应的集中控制和分户计费。通过智能化改造，替换了 300 余只智能温控器，实现了加班空调费的精细化管理，进一步提升了节能效果，节能优化提升了 5% 以上。这不仅减少了能源浪费，还通过分户计费实现了公平合理的能源费用分配，达到了 10% 以上的节能效果。再如，新加坡首都大厦作为一座 52 层的办公楼，因其建筑和设计，以及能源和水资源效率而荣获绿色标志白金奖。大厦内置能效系统，包括空调单元中的能量回收轮系统，回收冷空气以维持冷水机效率，运动探测器用于电梯大堂及厕所节省能源，双层玻璃窗户减少热量透过，降低能源消耗。此外，建筑还使用了空气处理装置的冷凝水以减少水的使用，设备监测二氧化碳和一氧化碳，确保整个建筑的最佳空气质量。在澳大利亚新市民中心，设计时考虑提高能源效率和改善员工办公环境。智能建筑利用地下热室和地板下的通风系统，从外部吸收新鲜空气，地球自然地冷却或加热空气，然后将其重新分配回建筑物。LED 照明系统减少了能源消耗和维护，屋顶太阳能电池板从太阳收集能量，横流通风和分区运动探测照明提高了能源效率，而垂直的绿色墙壁提高了室内空气质量。伦敦水晶大厦由西门子设计，是世界上最具可持续性建筑之一。这座建筑 100% 电动，太阳能屋顶板提供了大约 20% 的电力，广泛监测其能源使用情况，碳排放量比英国同类办公楼低约 70%。室内有绿色植物墙，建筑回收大量水，并利用太阳能加热热水。建筑能源管理系统控制所有电气和机械系统，包括供暖、制冷和通风系统、照明和太阳能热水系统。这些例子展示了数据分析与建模在智能建筑能源管理中的应用，通过智能化和精细化管理，实现了能源的节约和管理，提升了建筑的能源效率和环境友好性。随着技术的不断进步，数据分析与建模将在智能建筑领域发挥更加重要的作用。

1.3 智能化能源管理系统的应用

智能化能源管理系统的应用在现代智能建筑中变得日益普遍，它们通过集成先进的信息技术和自动化技术，实现能源的高效管理和优化使用。例如，霍尼韦尔的智能建筑能源管理系统（Honeywell BeMS）就是一个综合性的平台，它不仅继承了传统智能楼宇自控的舒适性控制，还从建筑节能运营的角度出发，对建筑内的暖通空调、照明、给排水、变配电、电梯等高能耗设备进行状态监测、设备保护及故障监测、运行管理。通过大数据分析及智能算法的赋能，为低碳舒适运营提供决策支持，实现提高能源效率的目标。再如，福祥海峡两岸中心的建筑智慧能源管理系统通过安装基于 NB 技术的智能温控器硬件设备，实现了楼宇中央空调使用的按单元独立申请开启关停，空调冷气供应集中控制和分户计费。这样的智能化改造不仅提升了节能效果，节能优化提升了 5% 以上，而且通过精细化管理，实现了能源的节约和管理，为企业节省了大量的能源费用。再如，安捷智慧能源管理系统（AJ–IEMS）以能源管理体系（EnMS）为指导，通过能源预算、能耗追踪、AI 异常分析、效益评价等功能，构建企业节能降碳全过程长效管理机制，有效降低能源运营成本。例如，上海某园区地标建筑项目通过安捷物联系统应用能源模型树实现精细化能耗感知，及时发现大厦中各用电负荷能耗异常，有效实现能耗管控，项目上线后年节能 15%。智能化能源管理系统的优势在于它们能够提供全闭环的能碳管理，从对建筑设备设施及能耗数据的洞察，到智能与柔性的控制，助力智能建筑高效运营，实现无感节能与有序减碳。这些系统通过实时监测建筑能耗数据与智能控制相结合，能够得出建筑能耗的优化方案，大大降低传统建筑的能耗。系统采用统一的 485 协议，各个设备只需符合协议便可在系统中使用，方便了系统设计者的设计和集成商的集成、布线简单清晰，减少了线材的使用，方便后期的维护工作，同时便于用户的统一管理。随着技术的不断发展，智能化能源管理系统将在智能建筑领域发挥越来越重要的作用，为实现绿色、高效、可持续的建筑运营提供强有力的技术支持。

2 案例分析

2.1 商业办公楼案例

在商业办公楼领域，智能化能源管理系统的应用正成为提升能效和推动可持续发展的关键。例如，北京某办公楼宇通过整体节能改造，综合运用了光伏、储能、智能照明和智慧楼宇综合能源管理系统等技术，将原办公楼改造为行业领先的智慧楼宇。该项目中，办公楼的照明系统全部更换为智慧开关，并根据上下班、午休、加班等不同场景设定智能联动控制，实现了照明系统的能源节约。同时，通过为冷冻泵和采暖泵增加变频器，实现了变流量控制，根据实际负荷需求调节水泵功率，有效降低了运行耗电量。此外，生活热水系统也进行了智慧化控制策略的改造，通过智能计量断路器和移动式计量智慧插座，实现了热水系统的精细化管理。再如，中建滨湖设计总部项目，作为中美近零能耗合作项目，从设计到建造再到测试，多专业团队协作优化集成了多项新技术、新材料、新设备。项目中采用了装配式铰接框架节点、预制钢筋桁架密拼叠合板、屈曲约束支撑等创新结构技术，以及屋面太阳能单极光储直柔系统、自然通风与预冷通风、三银双中空玻璃、垂直绿化智能滴灌系统等绿色节能技术。特别是空调高显热机组温湿分控技术的应用，进一步提升了能源利用效率和室内环境舒适度。通过这些技术的综合应用，项目投用后夏季能耗降至 42kwh/ ㎡左右，冬季能耗降至 4–8kwh/ ㎡左右，仅为常规办公建筑能耗的 1/4，成为夏热冬冷气候区全新生态设计策略的典范。展示了智能化能源管理系统在商业办公楼中的应用，通过集成先进的传感器、大数据分析和智能控制技术，实现了能源的精细化管理，大幅提升了建筑的能源效率和环境友好性。随着技术的不断进步，智能化能源管理系统将在商业办公楼领域发挥越来越重要的作用，为实现绿色、高效、可持续的建筑运营提供强有力的技术支持。

2.2 住宅小区案例

在住宅小区的能源管理中，智能化系统的应用正成为提升能效和降低能耗的关键手段。例如，某大型住宅小区通过合同能源管理模式，对小区的空调系统进行了全面改造。将传统的定频空调更换为高效的变频空调，并优化了空调系统的控制策略。通过实时监测室内外温度和人员活动情况，自动调整空调运行模式，实现了空调能耗的显著降低，据测算，能耗降低了 30%，节能服务公司与小区按照约定比例分享节能效益，实现了双赢。再如，一个老旧住宅社区面临照明系统老化和能耗高的问题。节能服务公司采用了智能 LED 照明灯具，并安装了光感和人体感应控制器。这些智能照明系统根据环境光线和人员活动自动调节亮度和开关，改造后，照明能耗降低了 50% 以上，居民的照明体验也得到显著提升，同时降低了能源成本。在另一新建的高层住宅项目中，节能服务公司从设计阶段就介入，为建筑的空调和照明系统提供整体节能方案。采用了高效的中央空调系统和分区照明控制策略，结合太阳能光伏发电为部分公共区域照明供电。项目交付后，能耗指标远低于同类建筑，实现了良好的节能效果和经济效益，为居民提供了一个绿色、节能的居住环境。展示了智能化能源管理系统在住宅小区中的应用，通过集成先进的传感器、大数据分析和智能控制技术，实现了能源的精细化管理，大幅提升了建筑的能源效率和环境友好性。随着技术的不断进步，智能化能源管理系统将在住宅小区领域发挥越来越重要的作用，为实现绿色、高效、可持续的居住环境提供强有力的技术支持。

3 结语

总而言之，智能建筑系统中的能源管理策略不仅是建筑行业的一种趋势，更是实现可持续城市发展的必要途径。通过各种案例研究，这些策略已被证明在提高能源效率、降低运营成本以及改善建筑使用者的整体舒适度和福祉方面是有效的。物联网（IoT）、人工智能（AI）和数据分析等先进技术的集成，使得建筑物能够更加灵敏、适应性强和高效地使用能源。在未来几年中，我们可以预期智能建筑系统将变得更加互联，其能源管理策略不仅考虑单个建筑，还考虑其对更广泛电网和社区的影响。为数据共享和系统互操作性制定标准和协议将进一步提高这些策略的有效性。最终，智能建筑系统中能源管理策略的成功将取决于建筑师、工程师、技术提供商和政策制定者之间的协作。通过共同努力，他们可以确保这些策略不仅在技术上先进，而且在社会和经济上也是可行的。未来的路径是明确的：优先考虑能源管理的智能建筑系统将在塑造我们城市和社区更可持续、更有韧性的未来中发挥关键作用。

参考文献：

[1] 王明 . 建筑智能化控制系统的能源管理研究 [J]. 建筑科学，2020, 36(4): 120–125.

[2] 张伟 . 建筑智能化技术在节能减排中的应用研究 [J]. 建筑与设计，2019, 28(2): 56–61.

[3] 李艳 . 基于建筑智能化控制系统的能源效率优化研究 [J]. 建筑科技，2018, 24(3): 88–93.

[4] 陈华 . 建筑智能化控制系统在绿色建筑中的应用探讨 [J]. 环保科技，2017, 15(6): 45–50.

[5] 刘强 . 建筑智能化控制系统在商业办公楼中的应用效果评估 [J]. 建筑技术，2016, 22(4): 75–80.