

工业蓄热系统机电控制策略优化与能源管理平台开发

王翔宇

浙江沃洛达节能科技有限公司 浙江杭州 310000

【摘要】本研究面向工业蓄热系统，提出优化后的机电控制策略与能源管理平台，意在提升系统能效与稳定性，引入智能化控制算法和实时数据监控，优化系统能源调度及负荷管理，实现资源高效利用与节能目标。平台集成动态监控、数据分析和智能决策功能，可实时调整运行状态，降低能源浪费，研究显示，优化策略显著提升了蓄热系统能效，为工业企业节能减排提供技术支撑与实践依据。

【关键词】工业蓄热系统；机电控制策略；能源管理平台；节能优化；智能控制

Optimization of mechanical and electrical control strategy and development of energy management platform for industrial heat storage system

Wang Xiangyu

Zhejiang Woloda Energy Saving Technology Co., LTD. Zhejiang Hangzhou 310000

【Abstract】 This study focuses on industrial thermal storage systems and proposes an optimized electromechanical control strategy and energy management platform. The aim is to enhance the system's efficiency and stability by introducing intelligent control algorithms and real-time data monitoring, optimizing energy scheduling and load management, and achieving efficient resource utilization and energy savings. The platform integrates dynamic monitoring, data analysis, and intelligent decision-making capabilities, enabling real-time adjustments to operational status, reducing energy waste. Research indicates that the optimized strategy significantly improves the thermal storage system's efficiency, providing technical support and practical evidence for energy conservation and emission reduction in industrial enterprises.

【Key words】 industrial heat storage system; electromechanical control strategy; energy management platform; energy saving optimization; intelligent control

引言：

工业蓄热系统是高效的能源利用方式，在需要大规模能源存储与调度的工业领域应用广泛，其核心是储存低谷期能源并在高峰期释放，以此平衡能源负荷、降低能耗，传统机电控制策略存在响应滞后、能效不高等问题，急需优化改进，目前多数蓄热系统缺乏智能化管理，难以动态调整和优化能源调度，造成能源浪费与运行不稳定。为应对这些挑战，开发基于智能控制的优化策略及能源管理平台，成为提升系统效能的重要方向，引入先进控制算法和实时监控技术，可显著提高蓄热系统运行效率与节能效果，为工业领域能源管理提供创新解决方案。

一、工业蓄热系统的机电控制现状及问题分析

（一）现有机电控制策略的应用现状

目前，工业蓄热系统的机电控制策略主要采用传统的PID控制、模糊控制等方式，这些控制方式虽在一定程度上增强了蓄热系统的稳定性，但实际应用中仍存在不少局限，PID控制在负荷波动较大时难以有效调节，易出现过调或响应滞后的情况，进而影响系统能效。模糊控制则依赖经验规则，面对复杂且动态变化的工业环境时处理能力不足，无法实现精细化控制，现有控制策略大多缺乏智能化特性，不能依据实时数据进行动态优化，致使在能源需求不均衡或系统发生故障时，难以实现最优调度，迫切需要探索新的控制方

法,以满足现代工业蓄热系统对高效、智能化控制的需求。

(二) 工业蓄热系统在节能中的挑战

工业蓄热系统在节能层面面临复杂挑战,蓄热过程本身存在热损失,尤其使用低效设备时,能量存储与释放效率难以达到最优,负荷波动是蓄热系统的普遍问题,高峰期能量需求不均衡,导致系统无法有效分配调度能源,造成能源浪费。工业蓄热系统常缺乏智能化管理,难以对多种因素实时调控,致使能源利用率低下,即便系统设计具备较高能效潜力,也会因调度策略不当或信息不对称,使节能效果难以充分显现,应对这些挑战,需在优化控制策略与系统集成方面改进,以提升整体节能效果。

(三) 传统控制策略的局限性与不足

传统的机电控制策略在工业蓄热系统中应用广泛,但其局限性正日益显著,PID控制尽管在稳态运行时能够为系统提供较为理想的控制效果,但当系统遭遇突发工况变化或面临剧烈负荷波动时,其响应速度难以满足实际需求,常常因调节滞后而导致能量供给出现过度或不足的情况,模糊控制方法虽然在一定程度上能够应对系统中的非线性问题,由于其控制逻辑高度依赖经验规则,缺乏自适应调整能力,在复杂多变的工业环境中难以实现最优控制效果^[1]。传统控制策略普遍存在无法有效处理大规模运行数据和实时反馈信息的问题,缺乏与智能化管理平台的联动机制,这使得系统在能源调度过程中难以达到精准化和高效化的要求,在面对现代工业蓄热系统日益复杂的控制需求时,传统控制策略的局限性表现得尤为突出,迫切需要引入更为灵活且高效的优化控制方法。

二、基于优化机电控制策略的蓄热系统设计方案

(一) 优化控制策略的基本思路与目标

优化控制策略的核心目的是依托精准的调节机制,提升工业蓄热系统的整体能效与稳定性,在实际应用过程中,优化控制需着眼于减少能源浪费、提高响应速度、降低运行成本,针对传统控制策略的短板,优化策略应考虑动态调节与智能响应,经过实时监测系统的运行状态,并依据负荷波动、环境温度等多因素自动调整控制参数,以确保能源的高效存储与释放。优化策略需具备自适应能力,能够根据不同的运行条件和需求变化进行灵活调整,实现能量利用的最大化,

减少系统故障的发生,这些目标的达成,蓄热系统能够在保障高效运行时,有效降低企业的能源消耗与成本支出。

(二) 控制算法与调度策略的设计

控制算法的设计需兼顾精度与实时性,以实现系统的高效调度,为应对蓄热系统中频繁的负荷波动,基于模型预测控制(MPC)算法的应用尤为关键,该算法可依据历史数据与实时反馈,预测未来负荷需求并提前调节,进而避免过度调度或负荷滞后的情况。在调度策略方面,需引入智能优化算法,如遗传算法或粒子群算法,经过全局搜索最优解来解决蓄热设备间的协调调度问题,优化各设备运行效率并减少能量损耗,调度策略还需考虑设备运行寿命、维护周期及能耗限制,以实现系统各部分的协同运行,经过这一设计,系统能根据需求灵活调配资源,达成最优的能源管理效果。

(三) 系统实现与技术框架

系统的实现依赖于先进信息技术与自动化控制技术的融合。能源管理平台需具备实时数据采集和处理能力,传感器网络获取蓄热系统各环节运行数据,实时监控各设备状态,数据处理模块运用大数据技术,分析历史数据及实时数据,优化控制决策,在技术框架上,系统基于云平台或分布式架构,支持多设备、多区域数据同步与信息共享,实现跨区域能源调度和管理^[2]。控制算法与调度策略的实现依托高效计算平台,可快速执行优化算法,实时调整系统运行状态,平台还具备远程监控与诊断功能,能根据运行反馈自我调节与优化,为工业蓄热系统提供持续能效提升支持。

三、能源管理平台的设计与开发

(一) 能源管理平台的架构与功能模块

能源管理平台的架构需具备高度集成性与扩展性,以支持多种设备和能源的监控与管理,系统架构通常分为数据采集层、数据处理层、决策支持层和执行控制层,数据采集层负责实时获取各类传感器和设备的运行数据,保障信息的准确性与实时性。数据处理层经过数据分析、计算和存储,为决策支持层提供精准的能效评估与预测,决策支持层借助集成的优化控制算法进行能源调度决策,以实现节能目标,执行控制层将优化决策反馈至现场设备,开展实时调节与控制,平台还应包含能效报告、异常报警与故障诊断等功能模块,以提升用户的运维管理效率。

（二）数据采集与监控技术的应用

在能源管理平台里，数据采集与监控技术是核心，保障了实时监控和高效控制的落实，为确保系统运行准确，利用传感器和智能仪表采集温度、压力、流量、电流等关键数据，这些数据经过工业物联网（IoT）技术传至管理平台，传输时需保证数据的高可靠性和低延迟，以支持及时的决策调整。借助边缘计算技术，部分数据可在本地处理，进而减少对远程服务器的依赖，提升响应速度，监控系统集成化界面，提供实时可视化展示，并结合历史数据生成分析报告，协助管理人员掌握设备健康状况，保障系统高效稳定运行。

（三）平台优化与实际运行效果分析

平台优化主要依靠调整控制算法与决策策略，提升能源管理系统的运行效率。在平台实际运行阶段，借助采集的实时数据与反馈信息，对系统运行状态实施动态调整，系统能够依据负荷需求的波动和设备状态的变化，实时优化能源分配，提高能源利用率，平台的优化成效还与历史数据对比加以验证，通常体现为能源消耗减少和设备运行效率提升^[3]。定期评估和分析平台运行数据，能够发现潜在的优化空间，设备能效降低或负荷需求预测偏差等问题，进而进一步提升系统整体运行效果，确保节能目标的实现。

四、优化策略应用案例与实际效益分析

（一）应用案例的背景与实施过程

该应用案例落地于一家大型工业制造企业，企业原有蓄热系统控制策略陈旧，不仅能效表现差，运行也不稳定，为提升能源利用率、降低运行成本，企业决心对系统进行优化升级^[4]。优化工作先从需求分析和现有系统评估入手，深入剖析系统，找出主要问题与能效瓶颈，企业组织技术团队研发新型控制算法，搭建基于物联网技术的能源管理平台，借助该平台实现实时数据采集分析，对系统进行动态调节，系

统升级过程中，历经调试、测试与验收等多个环节，经过逐步替换旧有组件，并在运行中持续优化，最终让蓄热系统实现高效稳定运行，为企业节能降耗带来显著效益，也为同类型工业企业系统优化提供可借鉴范例。

（二）优化策略实施前后的能效对比

在实施优化控制策略前，该蓄热系统能效表现欠佳，特别是在负荷波动较大的时段，系统常出现能源调度过度或不足的情况，造成能源浪费，实施优化策略后，引入先进控制算法与智能调度平台，蓄热系统可实时监控负荷需求，智能调整运行状态。相较于传统控制策略，优化后的系统有效降低了能量损失，尤其在高峰负荷期间，蓄热设备的能效提升显著，经前后对比发现，能源消耗大幅下降，设备运行稳定性得到提高，使用寿命得以延长，实现了节能目标，还降低了企业的运营成本。

（三）未来的优化方向与技术突破

未来，蓄热系统优化方向重点聚焦智能化与数据驱动决策支持，伴随大数据、人工智能等技术进步，蓄热系统可依托更多实时数据开展更精细预测与控制。尤其在系统负荷波动大或需求难预测场景里，借助机器学习算法能进一步优化能源分配与调度，蓄热系统和其他能源系统的融合亦是未来突破点，经过能源互联互通实现跨系统优化调度，提升整体能源利用效率，推动工业蓄热系统朝更智能、高效方向迈进。

结语：

随着工业蓄热系统优化与智能化演进，机电控制策略及能源管理平台创新，为提升能源利用效率、降低生产成本提供有力支撑，实施优化控制策略和智能调度，显著提升了蓄热系统能效，也为企业节能减排和可持续发展奠定基础。随技术持续进步，蓄热系统智能化与协同优化将成提升工业能源管理重要方向，推动工业节能领域进一步发展突破。

参考文献

- [1]魏星,白海军,张风坡.双循环蓄热式导热油加热系统在工业领域的应用探究[J].广东化工,2024,51(19):118-120+117.
 - [2]杨志鹏.基于主动蓄热系统的日光温室微环境分析与热工特性研究[D].安徽农业大学,2024.
 - [3]郝云飞.基于供热系统建模对弃风消纳问题的研究[D].东北电力大学,2021.
 - [4]单文亮,徐宪东,孙文强,等.含蒸汽蓄热器的工业蒸汽系统发电灵活量化[J].全球能源互联网,2021,4(02):107-114.
- 作者简介:王翔宇,男,出生年份:1982年1月9日,汉族,籍贯:江苏省高淳县,学历:本科,职称:工程师,现研究方向:机电设计开发。