

基于智能信号优化的火电机组调频信息实时采集控制系统

张永军

杭州众工电力科技有限公司 310051

【摘要】随着电力现货市场的逐步推进,火电机组在电力系统中的调频任务愈发重要。为提高火电机组调频的响应速度和精度,本文提出了一种基于智能信号优化的火电机组调频信息实时采集控制系统。该系统融合网络通信单元、RTU通讯单元、主站控制系统、网络平台、数据采集单元及远端测控单元(RTU)等组件,构建了一套结构紧凑、功能完备的调频信息实时采集与控制架构。通过数据采集单元和远端测控单元RTU分别与电厂控制系统和电厂控制器连接,实现了对发电机组运行参数的实时监测与精准控制。该系统不仅简化了传统调频控制系统的结构,还通过智能信号优化技术显著提升了负荷控制的精确度,为机组负荷等关键指标的及时干预和调整提供了有力支持。本文详细阐述了系统的架构设计、功能实现及智能信号优化策略,并通过仿真验证了系统的有效性和优越性,为火电机组调频控制的智能化升级提供了新思路。

【关键词】智能信号优化;火电机组调频;实时采集控制;电力现货市场;负荷精确控制

Frequency modulation information of thermal power unit based on intelligent signal optimization

Real-time acquisition control system

Zhang Yongjun

Hangzhou Zhonggong Electric Power Technology Co., LTD 310051

【Abstract】As the spot market for electricity advances, the frequency regulation tasks of thermal power units in the power system have become increasingly important. To improve the response speed and accuracy of thermal power unit frequency regulation, this paper proposes a real-time data acquisition and control system for thermal power unit frequency regulation based on intelligent signal optimization. The system integrates components such as network communication units, RTU communication units, main station control systems, network platforms, data acquisition units, and remote measurement and control units (RTUs), forming a compact and fully functional real-time data acquisition and control architecture for frequency regulation. By connecting the data acquisition unit and the remote measurement and control unit RTU to the power plant control system and the power plant controller respectively, the system achieves real-time monitoring and precise control of generator unit operating parameters. This system not only simplifies the structure of traditional frequency regulation control systems but also significantly enhances load control accuracy through intelligent signal optimization technology, providing strong support for timely intervention and adjustment of key indicators such as unit load. This paper details the system's architectural design, functional implementation, and intelligent signal optimization strategies, and verifies the effectiveness and superiority of the system through simulation, offering new ideas for the intelligent upgrade of thermal power unit frequency regulation control.

【Key words】Intelligent signal optimization; thermal power unit frequency modulation; real-time acquisition and control; electricity spot market; load precision control

一、引言

1.1 研究背景与意义

在电力系统中,频率稳定是保障电能质量的关键因素之一。火电机组作为电力供应的主力军,承担着重要的调频任务。随着电力现货市场的逐步推进,电力交易更加频繁和灵活,对火电机组的调频性能提出了更高要求。传统的火电机组调频控制系统在响应速度、控制精度等方面存在一定局限性,难以满足现代电力系统对调频的高效、精准需求。

基于智能信号优化的火电机组调频信息实时采集控制系统的研究具有重要的现实意义。该系统能够实时采集火电机组的调频信息,通过智能信号优化技术对采集到的数据进行分析 and 处理,实现对火电机组调频的精准控制,提高机组

的调频性能,保障电力系统的频率稳定。同时,该系统有助于提高火电机组在电力现货市场中的竞争力,实现电力资源的优化配置。

1.2 国内外研究现状

国内外学者在火电机组调频控制方面开展了大量研究。国外在火电机组调频控制技术上起步较早,一些发达国家已经建立了较为完善的调频控制体系。例如,美国、欧洲等地区在火电机组调频控制中广泛应用了先进的控制算法和自动化技术,实现了对火电机组调频的快速、精准控制。

国内在火电机组调频控制领域也取得了显著进展。随着智能电网建设的推进,国内学者开始关注智能信号优化技术在火电机组调频控制中的应用。一些研究提出了基于模糊控制、神经网络等智能算法的火电机组调频控制策略,取得了

一定的控制效果。然而,目前的研究在系统架构设计、实时采集控制精度以及智能信号优化算法的实用性等方面仍存在不足,需要进一步深入研究。

1.3 本文研究内容与创新点

本文旨在研究基于智能信号优化的火电机组调频信息实时采集控制系统。主要研究内容包括:系统架构设计,详细阐述网络通信单元、RTU 通讯单元、主站控制系统、网络平台、数据采集单元及远端测控单元(RTU)等组件的功能与连接关系;智能信号优化策略研究,提出适用于火电机组调频控制的智能信号优化算法;系统功能实现,介绍系统如何实现对发电机组运行参数的实时监测与精准控制;系统仿真验证,通过仿真实验验证系统的有效性和优越性。

本文的创新点在于:提出了一种结构简单、功能完备的火电机组调频信息实时采集与控制架构,通过数据采集单元和远端测控单元 RTU 分别与电厂控制系统和电厂控制器连接,实现了对发电机组运行参数的实时监测与精准控制;将智能信号优化技术应用于火电机组调频控制中,显著提升了负荷控制的精确度,为机组负荷等关键指标的及时干预和调整提供了有力支持。

二、基于电力现货体制下的机组智慧调度决策及控制优化系统架构

2.1 系统总体架构

基于电力现货体制下的机组智慧调度决策及控制优化系统主要包括网络通信单元、RTU 通讯单元、主站控制系统、网络平台、数据采集单元及远端测控单元(RTU)等组件。网络通信单元和 RTU 通讯单元均与主站控制系统电性连接,网络平台上通信连接数据采集单元和远端测控单元 RTU。数据采集单元连接有电厂控制系统,远端测控单元 RTU 连接有电厂控制器,电厂控制系统和电厂控制器均与发电机组连接。

2.2 各组件功能详述

2.2.1 网络通信单元

网络通信单元负责系统内部各组件之间以及系统与外部网络之间的数据传输。它采用高速、稳定的通信协议,确保数据的实时性和准确性。通过与主站控制系统电性连接,网络通信单元能够将数据采集单元和远端测控单元 RTU 采集到的数据及时传输到主站控制系统,同时将主站控制系统的控制指令准确下发到相应组件。

2.2.2 RTU 通讯单元

RTU 通讯单元主要用于与远端测控单元 RTU 进行通信。它能够对 RTU 上传的数据进行解析和处理,并将主站控制系统的控制指令转换为 RTU 能够识别的格式进行下发。RTU 通讯单元具备抗干扰能力强、通信距离远等特点,能够适应电厂复杂的工作环境。

2.2.3 主站控制系统

主站控制系统是整个系统的核心,负责对采集到的数据进行分析、处理和决策。它采用先进的算法和模型,根据电力现货市场的需求和发电机组的运行状态,制定合理的调频

控制策略。主站控制系统还能够对系统的运行状态进行实时监测和故障诊断,确保系统的稳定运行。

2.2.4 网络平台

网络平台为系统提供了一个统一的通信和管理界面。它能够实现数据采集单元、远端测控单元 RTU 与主站控制系统之间的互联互通,方便用户对系统进行远程监控和管理。网络平台还具备数据存储和分析功能,能够对历史数据进行挖掘和分析,为机组的优化运行提供参考。

2.2.5 数据采集单元

数据采集单元连接电厂控制系统,负责采集发电机组的运行参数,如功率、频率、转速、压力等。它采用高精度的传感器和采集设备,确保采集到的数据准确可靠。数据采集单元将采集到的数据通过网络通信单元传输到主站控制系统,为调频控制提供基础数据支持。

2.2.6 远端测控单元(RTU)

远端测控单元 RTU 连接电厂控制器,能够对发电机组的局部运行状态进行实时监测和控制。它可以根据主站控制系统的指令,对电厂控制器进行调节,实现对发电机组的快速响应。RTU 具备独立运行的能力,在网络通信出现故障时,仍能够按照预设的控制策略对发电机组进行局部控制。

三、智能信号优化策略研究

3.1 智能信号优化在火电机组调频控制中的必要性

火电机组调频过程中,采集到的信号往往受到多种因素的干扰,如噪声、干扰信号等,导致信号质量下降,影响调频控制的精度和稳定性。智能信号优化技术能够对采集到的信号进行处理和分析,去除噪声和干扰信号,提取有效的调频信息,从而提高调频控制的准确性和可靠性。

3.2 智能信号优化算法选择

本文选择基于模糊控制和神经网络相结合的智能信号优化算法。模糊控制能够处理不确定性和模糊性的信息,根据调频过程中的实际情况制定合理的控制策略;神经网络具有强大的学习和自适应能力,能够对复杂的调频过程进行建模和预测。将两者相结合,可以充分发挥各自的优势,提高智能信号优化的效果。

3.3 算法实现流程

首先,对采集到的调频信号进行预处理,包括滤波、归一化等操作,去除噪声和干扰信号,将信号转换为适合算法处理的格式。然后,利用模糊控制算法对预处理后的信号进行初步分析,根据模糊规则制定调频控制策略的初步方案。接着,将模糊控制算法的输出作为神经网络的输入,利用神经网络对调频过程进行进一步学习和优化,得到更加精确的调频控制指令。最后,将调频控制指令下发到电厂控制器,实现对发电机组的调频控制。

四、系统功能实现

4.1 实时采集功能

数据采集单元和远端测控单元 RTU 通过与电厂控制系

统和电厂控制器连接,能够实时采集发电机组的运行参数。数据采集单元负责采集发电机组的整体运行参数,如功率、频率等;远端测控单元 RTU 则采集发电机组的局部运行参数,如阀门开度、汽轮机转速等。采集到的数据通过网络通信单元传输到主站控制系统,为调频控制提供实时、准确的数据支持。

4.2 智能分析与决策功能

主站控制系统对采集到的数据进行分析和处理,利用智能信号优化算法提取有效的调频信息。根据电力现货市场的需求和发电机组的运行状态,主站控制系统制定合理的调频控制策略。例如,当电力系统频率下降时,主站控制系统根据智能信号优化算法的分析结果,决定增加发电机组的出力;当频率上升时,则减少发电机组的出力。

4.3 精准控制功能

主站控制系统将制定的调频控制指令通过网络通信单元和 RTU 通讯单元下发到电厂控制器。电厂控制器根据接收到的指令,对发电机组的运行参数进行调整,实现对发电机组的精准控制。例如,通过调节汽轮机的进汽量、改变发电机的励磁电流等方式,精确控制发电机组的功率输出,确保电力系统的频率稳定。

4.4 故障诊断与预警功能

系统具备故障诊断与预警功能,能够对发电机组的运行状态进行实时监测。当检测到发电机组出现异常情况时,系统能够及时发出预警信号,并诊断出故障的类型和位置。主站控制系统根据故障诊断结果,制定相应的处理措施,确保发电机组的安全稳定运行。

五、系统仿真验证

5.1 仿真模型建立

为了验证基于智能信号优化的火电机组调频信息实时采集控制系统的有效性和优越性,本文建立了火电机组调频仿真模型。仿真模型包括发电机组模型、调速系统模型、电力系统负荷模型等,能够模拟火电机组在调频过程中的动态响应。

5.2 仿真实验设计

设计了两组仿真实验,一组采用传统调频控制系统,另一组采用本文提出的基于智能信号优化的调频信息实时采集控制系统。在相同的电力系统负荷变化条件下,对比两组系统的调频性能,包括调频响应速度、调频精度、频率波动范围等指标。

5.3 仿真结果分析

仿真结果表明,采用基于智能信号优化的调频信息实时采集控制系统的火电机组在调频响应速度、调频精度和频率波动范围等方面均优于传统调频控制系统。在调频响应速度方面,基于智能信号优化的系统能够更快地响应电力系统负荷的变化,缩短了调频时间;在调频精度方面,该系统能够更加精确地控制发电机组的功率输出,减小了频率偏差;在频率波动范围方面,采用该系统后,电力系统的频率波动范围明显减小,提高了电力系统的频率稳定性。

六、结论

6.1 研究成果总结

本文提出了一种基于智能信号优化的火电机组调频信息实时采集控制系统。该系统架构简单,通过数据采集单元和远端测控单元 RTU 分别与电厂控制系统和电厂控制器连接,实现了对发电机组运行参数的实时监测与精准控制。采用基于模糊控制和神经网络相结合的智能信号优化算法,提高了调频控制的精度和稳定性。通过仿真验证,该系统在调频响应速度、调频精度和频率波动范围等方面均优于传统调频控制系统,为火电机组调频控制的智能化升级提供了有力支持。

6.2 研究不足与展望

尽管本文在火电机组调频信息实时采集控制领域取得了一定研究成果,但不可忽视的是,当前研究仍存在若干有待提升之处。在实际应用场景中,智能信号优化算法的性能极易受到复杂环境因素与系统参数动态变化的双重制约。例如,不同季节的温度湿度差异、设备长期运行后的参数漂移等,都可能影响算法的优化效果,因此迫切需要开展多场景下的算法适应性优化与鲁棒性增强研究。

与此同时,系统可靠性与安全性的验证工作尚未完全覆盖极端工况。目前仅通过实验室模拟测试难以全面评估系统在电网突发故障、设备老化等复杂环境下的稳定性,亟需构建包含硬件冗余设计、容错机制验证、网络攻防测试的立体化测试体系。

后续研究可聚焦三大方向:其一,构建基于环境感知的动态参数自适应调整框架,提升算法对复杂工况的响应能力;其二,通过故障注入测试与第三方安全认证,完善系统可靠性保障体系;其三,在典型火电机组开展试点应用,建立"现场测试-数据分析-算法迭代"的闭环优化机制。随着电力现货市场机制完善与智能电网建设的深化,该系统在提升电网频率响应速度、促进新能源消纳等方面将发挥关键作用,为构建新型电力系统提供重要技术支撑。

参考文献

- [1]李昀哲.电力现货市场下储能参与电力系统辅助调频的策略研究[D].北京:北京交通大学,2021.
- [2]马良玉,郑佳奕.基于动态模糊神经网络的超临界机组协调控制[J].华北电力大学学报(自然科学版),2021,48(2):96-103.DOI: 10.3969/j.issn.1007-2691.2021.02.12.
- [3]谢春甫.提升火电机组灵活性的机炉协调控制优化研究[D].黑龙江:哈尔滨工业大学,2018.DOI: 10.7666/d.D01587778.
- [4]吴超峰."两个细则"考核条件下火电机组关键控制技术研究与应用[D].山东:山东大学,2017.DOI: 10.7666/d.Y3336432.