

# 大型火电厂电气自动化控制技术分析

李 莉

江西赣能股份有限公司丰城发电厂 江西 丰城 331100

**摘要：**大型火电厂电气自动化控制技术深度融合了现代计算机、通信与控制技术，实现了发电过程的高度自动化与智能化。该技术通过自动发电控制、电气系统集成管理及热工过程自动化等手段，显著提升了发电效率、降低了运营成本，并增强了系统的安全性和可靠性。智能化控制策略与实时数据传输机制的应用，确保了火电厂的灵活响应与稳定运行，为电力行业向绿色低碳转型提供了强有力的技术支持。

**关键词：**大型火电厂；电气自动化；控制技术

**引言：**随着能源需求的日益增长与环保要求的不断提高，大型火电厂面临着提升发电效率、降低运行成本及减少环境污染的多重挑战。电气自动化控制技术的引入，为火电厂的现代化改造与升级提供了重要途径。该技术不仅实现了生产过程的精准控制与优化调度，还显著提高了系统的安全性与可靠性，对于推动火电厂向智能化、绿色化方向发展具有重要意义。因此，深入分析大型火电厂电气自动化控制技术具有重要的理论价值与现实意义。

## 1 大型火电厂电气自动化控制系统概述

### 1.1 系统组成

大型火电厂电气自动化控制系统主要由以下几个核心部分组成：（1）自动发电控制系统（AGC）。负责根据电网负荷需求自动调整发电机组的输出功率，确保电力供需平衡，同时优化发电成本。（2）EMS（能量管理系统）。是一个全面的管理系统，不仅涵盖了发电过程的监控，还包括负荷预测、经济调度、安全分析等高级功能，为电厂运行提供决策支持。（3）RTU（远程终端单元）。作为现场设备与控制系统之间的桥梁，负责采集现场设备的运行数据，并通过通信网络传输到控制中心，实现远程监控和控制。（4）DCS（分散控制系统）。采用分散控制、集中管理的原则，将控制功能分散到各个控制站，通过通信网络实现数据的集中处理和监控，提高了系统的可靠性和灵活性。（5）电气监控系统（ECS）。专门用于监控火电厂的电气设备和系统运行情况，包括发电机、变压器、开关设备等，确保电气系统的安全运行。（6）励磁系统。负责为发电机提供励磁电流，控制发电机机端电压，确保发电机在稳定状态下运行。（7）现场总线系统（FCS）。实现现场设备与控制中心之间的实时数据通信，具有开放性、互操作性和高度的灵活性，提高了系统的集成度和自动化水平。

### 1.2 系统工作原理

大型火电厂电气自动化控制系统的工作原理主要包括信息采集与传输、控制策略与算法、以及故障诊断与保护机制三个方面：（1）信息采集与传输机制。通过安装在现场的各类传感器和监测设备，实时采集发电过程中的各种数据（如温度、压力、电流、电压等），并通过RTU和现场总线系统传输到控制中心。控制中心对这些数据进行处理和分析，形成直观的监控画面和报表，供操作人员查看和决策。（2）控制策略与算法。根据采集到的数据，系统运用先进的控制策略和算法（如PID控制、模糊控制、神经网络控制等），对发电机组、锅炉、汽轮机等主要设备进行精准控制，实现负荷调节、优化运行、节能减排等目标。（3）故障诊断与保护机制。系统通过实时监控和数据分析，能够及时发现设备的异常情况或潜在故障，并启动相应的保护机制（如紧急停机、隔离故障区域等），防止故障扩大，保护设备和系统的安全运行。同时，系统还具备故障诊断和记录功能，为设备维护和故障处理提供有力支持。

## 2 大型火电厂电气自动化关键技术分析

### 2.1 智能控制技术

（1）智能化技术在电气自动化控制中的应用：随着人工智能、大数据、云计算等技术的飞速发展，智能化技术正逐步渗透到大型火电厂的电气自动化控制系统中。这些技术通过模拟人类智能的决策过程，实现了对复杂生产过程的精准控制和优化调度。在火电厂中，智能化技术被广泛应用于负荷预测、燃烧优化、故障诊断等多个领域，显著提高了电厂的运行效率和经济效益。（2）多CPU系统与RISC技术的优势：多CPU系统与RISC（精简指令集计算机）技术的结合，为火电厂的电气自动化控制系统提供了强大的硬件支持。多CPU系统通过并行处理机制，实现了多任务并发执行，大大提高了系

统的处理能力和响应速度。而RISC技术以其精简的指令集和高效率的执行方式,进一步降低了CPU的功耗和成本,提升了系统的整体性能。这种结合使得智能控制系统在面对火电厂复杂多变的运行环境时,能够保持高度的稳定性和可靠性。(3)智能化控制对提升火电厂运行效率与精度的作用:智能化控制技术的应用,极大地提升了火电厂的运行效率和精度。通过实时监测和数据分析,智能控制系统能够准确掌握电厂的运行状态和设备性能,为运行优化和调度决策提供科学依据。同时,智能控制还能够自动调整控制参数,实现发电机组的精准控制和负荷优化分配,减少能源浪费和环境污染。此外,智能控制还能够对设备进行健康管理和故障诊断,提前预测并处理潜在故障,降低设备的故障率和维修成本,从而进一步提升电厂的运行效率和经济效益<sup>[1]</sup>。

## 2.2 网络通信技术

(1) TCP/IP协议在火电厂自动化通信中的应用: TCP/IP协议作为互联网的基础通信协议,在大型火电厂的自动化通信系统中发挥着核心作用。通过TCP/IP协议,电厂内部的各种设备、系统以及外部网络之间实现了高效、可靠的数据传输和交换。这不仅提高了数据传输的实时性和准确性,还降低了通信成本和维护难度。

(2) 数据传输与交换机制: 在火电厂中,数据传输与交换机制是确保自动化控制系统正常运行的关键。通过构建基于TCP/IP协议的通信网络,电厂实现了对生产数据的实时采集、传输和处理。同时,采用先进的数据压缩和编码技术,进一步提高了数据传输的效率和安全性。此外,为了确保数据传输的可靠性,电厂还采用了冗余通信网络和故障恢复机制,确保在通信故障发生时能够迅速恢复通信功能<sup>[2]</sup>。(3) 通信系统的安全性与可靠性保障: 通信系统的安全性和可靠性是火电厂自动化控制系统稳定运行的重要保障。为了确保通信系统的安全性,电厂采取了多种安全措施,如设置防火墙、入侵检测系统、数据加密等,以防止网络攻击和数据泄露等风险。同时,为了确保通信系统的可靠性,电厂还定期对通信设备进行维护和检查,及时发现并处理潜在的故障隐患。

## 2.3 保护与监控技术

(1) 变压器组与励磁系统的监控: 变压器组和励磁系统是火电厂发电机组的重要组成部分,其运行状态直接关系到电厂的发电能力和供电质量。因此,对变压器组和励磁系统的监控显得尤为重要。通过安装各类传感器和监测装置,实现对这些关键设备的实时监测和故障诊断。当设备出现异常或故障时,监控系统能够立即发

出警报并采取相应的保护措施,防止故障进一步扩大对电厂运行造成影响。(2) 电气设备状态监测与故障诊断: 为了提高电气设备的可靠性和可用性,火电厂采用了状态监测与故障诊断技术。这些技术通过实时监测电气设备的运行状态和参数变化,分析设备的健康状况和性能趋势。当发现设备存在潜在故障或性能下降时,系统能够自动发出预警信号,并提示维修人员进行及时的维修或更换。这种预防性维护策略不仅降低了设备的故障率和维修成本,还延长了设备的使用寿命<sup>[3]</sup>。(3) 故障预警与自动保护功能的实现: 为了确保电厂的安全稳定运行,火电厂电气自动化控制系统还配备了故障预警与自动保护功能。这些功能通过复杂的逻辑判断和算法模型,能够在设备或系统即将发生故障之前提前发出预警信号,使得操作人员有足够的时间进行干预和处理,避免故障的发生或减轻故障的影响。同时,当故障无法避免且可能对系统安全造成威胁时,自动保护功能会迅速启动,切断故障设备或系统的电源,防止故障扩大,保护其他设备和系统的正常运行。

## 2.4 现场总线与DCS集成技术

(1) FCS(现场总线系统)与DCS(分散控制系统)的优缺点对比: FCS和DCS作为火电厂自动化控制中的两大关键技术,各有其独特的优势与局限。FCS以其高度分散化的结构和开放性的通信协议著称,它实现了现场设备与控制中心之间的直接通信,简化了系统布线,提高了数据传输的实时性和准确性。然而,FCS在系统集成度和高级应用支持方面相对较弱。相比之下,DCS具有强大的控制功能和丰富的应用软件支持,能够实现对复杂工艺过程的精准控制和优化调度,但系统结构较为复杂,对集成技术要求较高且成本也相对较高。(2) FCS融入DCS后的系统优化: 为了充分发挥FCS和DCS的优势,火电厂开始探索将FCS融入DCS的集成方案。这种集成方案将FCS的实时数据传输能力和DCS的强大控制功能相结合,实现了对火电厂生产过程的全面监控和精准控制。通过FCS与DCS的无缝集成,系统不仅能够实时获取现场设备的运行状态和参数数据,还能够利用DCS的丰富控制算法和应用软件,对这些数据进行深入分析和处理,优化发电过程,提高发电效率。同时,集成后的系统还具备更高的灵活性和可扩展性,能够轻松应对电厂规模扩大和技术升级的需求<sup>[4]</sup>。(3) 实时数据监控与远程控制能力提升: FCS与DCS的集成不仅提升了火电厂的实时数据监控能力,还显著增强了远程控制的能力。通过集成的控制系统,操作人员可以在控制室内远程监控和管理整个电厂的生产过程。他们可以实时查看各个

设备的运行状态和参数数据,对设备进行远程操控和调整,大大提高了工作效率和安全性。此外,远程监控和诊断功能还使得维修人员能够在不影响电厂正常运行的情况下,快速定位和解决设备故障,进一步提高了火电厂的运行可靠性和维护效率。

### 3 大型火电厂电气自动化控制技术的具体应用

#### 3.1 自动发电控制(AGC)

自动发电控制(AGC)是火电厂电气自动化技术的核心之一,它通过实时调整发电机组的输出功率,以响应电网负荷的快速变化。具体而言,AGC系统实现了一次调频与二次调频的精准控制。一次调频主要依赖于发电机组的调速系统,快速响应电网频率的微小波动;而二次调频则根据电网调度中心的指令,对发电机组的输出功率进行更长时间的调整,以实现负荷的精确分配与调度。这种动态调整机制不仅提高了电网运行的稳定性,还优化了发电资源的配置,提升了电网运行的经济性。

#### 3.2 电气系统综合自动化

电气系统综合自动化技术的应用,使得火电厂的电气设备管理更加高效、智能。该系统通过集中监控与分散控制相结合的方式,实现了对电气设备的全面监控和精准控制。集中监控功能使得操作人员能够在控制室内实时掌握电气设备的运行状态和参数信息,而分散控制则确保了各个电气设备在独立运行时也能保持高度的稳定性和可靠性。此外,数字化综合保护与测控单元的应用,进一步提升了电气系统的保护性能和测控精度,为机、炉、电一体化运行与管理提供了有力支持。这种一体化运行模式不仅简化了操作流程,还提高了系统的整体运行效率。

#### 3.3 热工系统的自动化控制

热工系统的自动化控制是火电厂自动化技术的另一

重要组成部分。该系统通过实时监测和调整热力参数(如温度、压力、流量等),确保锅炉、汽轮机等热工设备在最优工况下运行。燃烧优化技术通过调整燃料配比和燃烧条件,提高了燃料的燃烧效率,减少了污染物排放。同时,热工保护与自动切换功能的实现,为热工设备的安全运行提供了坚实保障。当设备出现故障或异常情况时,保护系统能够迅速切断故障源,防止事故扩大;而自动切换功能则能在保证系统连续运行的前提下,实现备用设备与故障设备的无缝切换。这些技术的应用不仅提高了火电厂的发电效率,还降低了运行成本和环境污染。

#### 结束语

大型火电厂电气自动化控制技术的广泛应用,标志着电力行业正迈向一个智能化、高效化、安全化的新时代。这项技术不仅通过精确控制实现了发电效率的大幅提升,还显著降低了运营成本,同时强化了系统的故障预测与应对能力。面对未来能源结构转型和环保要求的提升,电气自动化控制技术将继续发挥关键作用,推动火电厂技术革新,促进能源利用效率的进一步优化,为实现绿色低碳的能源发展目标贡献智慧与力量。随着技术的不断迭代升级,其前景将更加广阔,值得期待。

#### 参考文献

- [1]于爱霞.谈电气自动化技术在火力发电中的创新与应用[J].电力设备管理,2021(5):180-181.
- [2]姚辉凌.电气自动化技术在火力发电中的应用与创新[J].光源与照明,2021(3):108-109.
- [3]庞明轩.电厂电气自动化技术应用综述[J].科学咨询(科技·管理),2021(2):97-98.
- [4]田野.大型火电厂电气自动化控制技术研究[J].现代工业经济和信息化,2021,11(10):135-136.