

# 大型火电厂电气自动化控制技术研究

王志林 李世甲 黄世豪 郭海龙 田震  
内蒙古和林发电有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 011500

**摘要：**本文聚焦于大型火电厂电气自动化控制技术研究，探讨其在提高发电效率、保障系统安全及促进绿色转型方面的关键作用。通过分析电气自动化控制系统的架构、功能及关键技术，如智能监测、自动调度与故障预警等，揭示其对火电厂运行管理的深远影响。研究还关注电气自动化控制技术在节能减排、环保监测及多能互补等方面的应用潜力，为火电厂的智能化升级和可持续发展提供理论支撑和实践指导。

**关键词：**大型火电厂；电气自动化控制技术；应用现状

## 1 电气自动化控制技术基础理论

### 1.1 电气自动化控制技术概述

电气自动化控制技术是一门涉及电气、电子、计算机、控制等多学科领域的综合技术。它利用电气设备和系统，如传感器、执行器、控制器和计算机等元件，实现对工业生产过程的实时监测、数据采集、分析处理和决策，从而提高生产效率、产品质量和安全性。这一技术融合了电路理论、控制理论、微机原理与接口技术等多方面的理论基石，是实现工业现代化的重要力量。

### 1.2 电气自动化控制系统架构

#### 1.2.1 分布式控制系统

分布式控制系统（DCS）也称集散控制系统，是对生产过程进行集中管理和分散控制的计算机控制系统。它采用分散控制和集中管理的设计思想，具有层次化的体系结构。DCS系统通常由过程控制层、生产监控层和集中管理层组成，通过高速数据通道实现各层之间的信息交换。DCS系统具有高可靠性、开放性、灵活性、易于维护等特点，已广泛应用于石油、化工、电力、冶金以及智能建筑等现代自动化控制系统中。

#### 1.2.2 现场总线控制系统

现场总线控制系统（FCS）是分布式控制系统（DCS）的更新换代产品，它代表了今后工业控制体系结构发展的一种方向。FCS系统采用了基于开放式、标准化的通信技术，突破了DCS采用专用通信网络的局限，形成了全分布式系统架构。FCS系统通过现场总线技术，将现场设备变成网络节点连接起来，实现自下而上的全数字化通信<sup>[1]</sup>。它具有全数字化通信、开放型的互连网络、互可操作性与互用性、现场设备的智能化以及系统架构的高度分散性等技术特点。

#### 1.2.3 监控与数据采集系统

监控与数据采集系统（SCADA）是以计算机为基础

的生产过程控制与调度自动化系统。它可以对现场的运行设备进行监视和控制，以实现数据采集、设备控制、测量、参数调节以及各类信号报警等各项功能。SCADA系统通常由监控计算机、远程终端单元、可编程逻辑控制器、通信基础设施以及人机界面等组成。它应用领域很广，可以应用于电力、冶金、石油、化工、燃气、铁路等领域的数据采集与监视控制以及过程控制等诸多领域。

### 1.3 电气自动化控制关键技术

电气自动化控制的关键技术包括几个方面；（1）传感器技术：作为电气自动化系统的“眼睛”和“耳朵”，传感器负责采集各种物理量并将其转换为可处理的电信号，为控制系统提供准确的数据支持。（2）PLC与DCS技术：PLC（可编程逻辑控制器）作为工业自动化领域的核心控制设备，以其高可靠性、易编程、易维护等特点，广泛应用于各种自动化控制系统中。而DCS则更侧重于大型、复杂系统的集成控制，实现跨地域、跨系统的集中监控和管理。（3）人工智能与大数据：随着AI技术的不断成熟和大数据的广泛应用，电气自动化系统正逐步向智能化、预测性维护方向发展。通过数据分析、机器学习等手段，可以优化生产流程，提高系统性能。

## 2 电气自动化控制在大型火电厂中的重要作用

电气自动化控制在大型火电厂中发挥着至关重要的作用。通过先进的电气控制系统和自动化技术，火电厂能够实现对发电过程的实时监控、精确调度和高效控制。这些技术不仅提高了发电效率，降低了运行成本，还显著增强了系统的安全性和稳定性。在大型火电厂中，电气自动化控制技术能够自动启停发电机组、调节负荷、进行故障诊断和报警处理，从而确保发电系统的灵活性和可靠性。通过智能化设备和远程监控技术，火电厂能够减少人工干预，提高响应速度，更好地应对

突发情况，保障持续稳定供电。电气自动化控制技术在大型火电厂中的应用已经成为行业发展的必然趋势，为火电厂的高效运行和可持续发展提供了有力支持。

### 3 大型火电厂电气自动化控制技术应用现状

#### 3.1 单元炉机组统一控制

在大型火电厂中，单元炉机组的统一控制是电气自动化控制技术的重要应用之一。传统的火电厂控制系统中，各个单元（包括发电机、锅炉、汽轮机等）往往是独立控制的，这不仅增加了控制的复杂性，也影响了系统的整体效率和安全性。然而，随着电气自动化技术的发展，现代大型火电厂普遍采用了单元炉机组统一控制的策略。这种统一控制策略的核心在于将各个单元视为一个整体进行协调控制。通过先进的电气自动化控制系统，可以实现对各个单元的实时监测和精确调节。这种统一控制不仅提高了系统的运行效率，还显著增强了系统的稳定性和安全性<sup>[2]</sup>。在单元炉机组统一控制的过程中，电气自动化控制系统能够根据实时的运行数据，自动调整各个单元的运行状态，以实现最佳的发电效率和最低的能耗，系统还能够及时发现并处理异常情况，防止事故的发生，确保火电厂的安全运行。

#### 3.2 输煤系统自动化控制

输煤系统是大型火电厂的重要组成部分，其运行效率和稳定性直接关系到火电厂的发电能力和经济效益。传统的输煤系统往往依赖于人工操作，不仅效率低下，还存在较大的安全隐患。随着电气自动化控制技术的引入，现代大型火电厂的输煤系统已经实现了自动化控制。输煤系统自动化控制的核心在于利用计算机技术、传感器技术和自动化控制技术，实现对输煤过程的实时监测和控制。通过电气自动化控制系统，可以实现对煤炭的计量、输送、配煤等环节的自动化控制，减少了人工干预，提高了生产效率。在输煤系统自动化控制的过程中，电气自动化控制系统能够根据实时的煤炭流量和输送速度，自动调整输送设备的运行状态，以确保煤炭的稳定输送。系统还能够对煤炭的质量进行实时监测，并根据质量数据自动调整配煤比例，以提高燃煤效率和降低污染物排放。输煤系统自动化控制还能够实现设备的远程监控和故障预警，通过远程监控功能，操作人员可以实时了解输煤系统的运行状态和各项参数，及时发现并处理异常情况。而故障预警功能则能够在设备出现故障前发出预警信号，提醒操作人员及时采取措施，防止事故的发生。

#### 3.3 锅炉与汽轮发电机组控制

锅炉与汽轮发电机组是大型火电厂的核心设备，其

运行效率和稳定性直接关系到火电厂的发电能力和经济效益。传统的锅炉与汽轮发电机组控制往往依赖于人工经验和手动操作，不仅效率低下，还存在较大的安全隐患。随着电气自动化控制技术的引入，现代大型火电厂的锅炉与汽轮发电机组已经实现了自动化控制。锅炉与汽轮发电机组自动化控制的核心在于利用先进的电气自动化控制系统，实现对锅炉的燃烧状态、汽轮机的转速和发电机组的输出功率等关键参数的实时监测和控制。通过电气自动化控制系统，可以实现对锅炉的燃烧过程进行精确调节，以确保锅炉的稳定燃烧和高效运行。系统还能够对汽轮机的转速和发电机组的输出功率进行实时调节，以实现最佳的发电效率和最低的能耗。在锅炉与汽轮发电机组自动化控制的过程中，电气自动化控制系统能够根据实时的运行数据，自动调整各个设备的运行状态，以实现最佳的协调运行。而当汽轮机的转速或发电机组的输出功率发生变化时，系统则能够自动调节汽轮机的进气量和发电机组的励磁电流等参数，以实现最佳的发电效率和能耗。

#### 3.4 电气自动化技术在设备保护中的应用

在大型火电厂中，设备保护是确保系统安全稳定运行的重要环节。传统的设备保护方式往往依赖于机械式保护装置和人工操作，不仅反应速度慢，还存在较大的误动作风险。随着电气自动化技术的引入，现代大型火电厂已经实现了基于电气自动化技术的设备保护。电气自动化技术在设备保护中的应用主要体现在几个方面：（1）实时监测与故障预警。通过电气自动化控制系统，可以实时监测设备的运行状态和各项参数，及时发现并处理异常情况。当设备出现故障或异常情况时，系统能够自动发出预警信号，提醒操作人员及时采取措施，防止事故的发生。（2）快速保护动作。电气自动化控制系统能够根据实时的运行数据，快速判断设备的运行状态，并在必要时自动采取保护措施<sup>[3]</sup>。（3）智能诊断与故障分析。通过电气自动化控制系统，可以实现对设备故障的智能诊断和故障分析。系统能够根据实时的运行数据和历史数据，自动分析设备的故障原因和故障位置，为维修人员提供准确的故障信息，提高维修效率和准确性。（4）远程监控与故障处理。通过远程监控功能，操作人员可以实时了解设备的运行状态和各项参数，及时发现并处理异常情况，系统还能够提供远程故障处理功能，使维修人员能够在远程对设备进行故障排查和修复，提高故障处理的效率和安全性。

### 4 大型火电厂电气自动化控制技术发展趋势

#### 4.1 智能化与自动化程度提升

在大型火电厂中，电气自动化控制技术的智能化与自动化程度提升是未来的重要发展趋势。随着人工智能、大数据、云计算等先进技术的不断发展，电气自动化控制系统将变得更加智能和自主。智能化技术的应用将使系统能够自主地进行数据分析、故障预测、自我优化和决策支持，从而显著提高火电厂的运行效率和安全性。在智能化与自动化程度提升的过程中，电气自动化控制系统将更加注重数据的采集、处理和分析。通过高精度传感器和先进的数据采集技术，系统能够实时获取火电厂各个设备的运行状态和参数信息，为智能化控制提供准确的数据支持。利用大数据和云计算技术，系统能够对海量数据进行高效处理和分析，挖掘出隐藏在数据背后的规律和趋势，为火电厂的决策和优化提供科学依据。智能化与自动化程度的提升还将推动火电厂的运维模式变革，传统的运维模式往往依赖于人工巡检和手动操作，不仅效率低下，还存在较大的安全隐患。而智能化技术的应用将使系统能够实现对设备的远程监控、故障预警和自动修复，从而大幅降低运维成本和提高运维效率。运维人员可以通过远程监控平台实时了解设备的运行状态和参数信息，及时发现并处理异常情况，确保火电厂的安全稳定运行。

#### 4.2 绿色化与环保化发展

随着全球能源结构的转型和环保要求的不断提高，大型火电厂的电气自动化控制技术也将向绿色化与环保化方向发展。在绿色化与环保化发展的过程中，电气自动化控制系统将更加注重节能降耗和环保监测。通过优化控制策略和算法，系统能够实现对火电厂各个设备的能耗和排放进行精确控制和调节，从而降低能源消耗和污染物排放。系统还可以集成环保监测设备，实时监测火电厂的排放情况，确保排放符合国家和地方的环保标准。电气自动化控制技术还可以与可再生能源技术相结合，推动火电厂向多能互补和清洁能源方向发展。这种多能互补的发电模式不仅可以提高火电厂的能源利用效率，还可以促进可再生能源的发展和应用。

#### 4.3 标准化与模块化发展

在大型火电厂电气自动化控制技术的发展过程中，

标准化与模块化也是未来的重要趋势。随着技术的不断进步和市场的不断扩大，电气自动化控制系统的复杂性和多样性也在不断增加<sup>[4]</sup>。为了降低系统的开发成本和提高系统的可维护性，标准化与模块化的设计理念将逐渐成为主流。在标准化与模块化发展的过程中，电气自动化控制系统将遵循统一的通信协议、数据格式和接口标准，从而实现不同设备和系统之间的无缝连接和互操作。这将大大降低系统的集成难度和成本，提高系统的可靠性和可扩展性。模块化设计将使系统能够根据不同的需求和场景进行灵活配置和扩展，从而满足不同用户的需求和市场的变化。标准化与模块化的发展还将推动电气自动化控制技术的创新和升级。通过模块化的设计方式，开发人员可以更加专注于特定功能和算法的研发，从而推动电气自动化控制技术的不断进步和创新，标准化的发展也将促进不同厂商之间的合作和交流，推动整个行业的共同发展。

#### 结束语

综上所述，大型火电厂电气自动化控制技术的研究不仅推动了火电厂运行管理的智能化和高效化，也为能源行业的绿色转型和可持续发展注入了新的活力。随着技术的不断进步和创新，电气自动化控制技术将在提升火电厂综合竞争力、保障能源安全及促进生态文明建设等方面发挥更加重要的作用。未来，持续深化相关技术研究，将为实现能源行业的高质量发展奠定坚实基础。

#### 参考文献

- [1]王欢.大型火电厂电气自动化控制技术分析[J].自动化应用,2022,(05):110-111+118.DOI:10.19769/j.zdhy.2022.05.035.
- [2]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+139. DOI:10.16525/j.cnki.14-1362/n.2021.10.051.
- [3]高焕.嵌入式电气安全智能监控系统的应用分析:评《电气自动化控制技术研究》[J].机械设计,2020,37(9):153-154.
- [4]韩少华,马伟俊.电气仪表自动化控制技术发展及其优化设计[J].新型工业化,2020,10(8):66-67.