

# 现代电力系统自动化技术及控制方法研究

郭光辉

(国网陕西省电力有限公司延安供电公司 陕西省延安市 716000)

**摘要:** 随着计算机技术和互联网的发展, 自动化技术的应用范围逐渐扩大。电气系统的自动化技术也在这一进程中不断发展。从最早的硬件控制系统到现代的软件控制系统, 自动化技术已经取得了长足的进步。目前, 自动化技术已经被广泛应用于发电、输电、配电和用电等各个环节, 成为现代电气系统不可或缺的组成部分, 电气系统的自动化技术和控制方法的研究正逐渐变得更加重要。

**关键词:** 电气系统; 自动化技术; 控制方法

**引言:** 随着电力系统的发展, 电力系统的规模和复杂程度不断增加。传统的电力系统已经不能满足现代电力系统的要求, 因此, 需要引入自动化技术来提高电力系统的控制精度和运行效率。本文将介绍现代电力系统自动化技术及控制方法的研究现状和应用。

## 1. 电力系统自动化技术的基本概念和分类

### 1.1 电力系统自动化技术的基本概念

电力系统自动化技术是一种通过计算机技术、通讯技术和控制技术对电力系统进行自动化控制和管理的技术。这种技术利用各种先进的技术手段对电力系统进行实时监测、故障检测、故障诊断、控制和管理等操作, 以实现电力系统的可靠性、安全性和运行效率的提高。电力系统自动化技术的发展是电力系统现代化的必然趋势。随着电力系统规模的不断扩大和复杂度的增加, 传统的手动控制已经不能满足电力系统的运行和管理需求, 需要借助现代科技手段来实现电力系统的自动化控制和管理。电力系统自动化技术的发展可以提高电力系统的可靠性、安全性和运行效率, 促进电力系统的现代化和智能化发展。未来, 随着科技的不断创新和发展, 电力系统自动化技术的应用将会越来越广泛和深入, 为电力系统的发展注入新的动力<sup>[1]</sup>。

### 1.2 电力系统自动化技术的分类

#### 1.2.1 电力系统检测和控制

电力系统监测和控制是电力系统自动化技术的核心部分。通过实时监测电力系统的状态、负荷、电流、电压等参数, 自动化技术可以实现电力系统的自动化控制和管理。其中, 电网稳定控制是电力系统监测和控制的重点, 它涉及到电力系统的稳定运行和防范电力系统失稳导致的电网事故。在电力系统自动化技术中, 电网稳定控制是通过实时监测电力系统的状态和变化趋势来预测电力系统的稳定性, 采取相应的控制措施来保持电力系统的稳定运行。在电力系统运行过程中, 如果出现了不稳定的情况, 比如频率、电压等参数偏离了设定值, 电力系统自动化技术可以自动调节电力系统的运行状态, 保证电力系统的稳定运行。除了电网稳定控制, 电力系统自动化技术还可以通过各种控制手段来实现功率控制、频率控制、电压控制等功能。

#### 1.2.2 电力系统保护

电力系统保护是电力系统自动化技术的重要组成部分, 它的主要目的是保障电力系统的安全和稳定运行。在电力系统中, 各种故障和异常情况都会对系统的稳定性和安全性造成影响, 因此需要对电力系统进行保护, 及时识别并隔离故障, 确保系

统的可靠性。电力系统保护通常包括多种类型的保护, 例如电流保护、电压保护、过载保护、欠频保护、过频保护等。其中, 电流保护是最常用的保护方式之一, 它通过对电流进行监测和比较, 及时切断电路以保护电力设备和系统的安全。电压保护则是通过对电压进行监测, 发现异常情况时切断电路, 防止设备因过高或过低的电压而受到损害。除了传统的电流保护和电压保护之外, 过载保护、欠频保护、过频保护等保护方式也具有重要作用<sup>[2]</sup>。

#### 1.2.3 电力系统调度

电力系统调度是电力系统自动化技术中非常重要的一环。它主要包括计划调度、实时调度和优化调度三个方面。计划调度是在日常运行中对电力系统进行合理的规划和安排, 包括电力系统的长期发展规划、年度计划和季度计划等。实时调度则是在电力系统运行过程中对电力系统的实时状态进行监控和调整, 包括电力系统的电量平衡、负荷调度、发电机调度等。优化调度则是通过数学模型和优化算法, 对电力系统的运行进行优化, 实现电力系统的高效运行和节能减排的目的。在电力系统调度中, 智能化技术的应用也越来越广泛。例如, 采用人工智能算法对电力系统进行预测和优化调度, 可以更加精准地预测负荷变化和发电机出力等参数, 实现电力系统的最优化调度。同时, 采用物联网技术对电力系统进行远程监控和调度, 可以大大提高电力系统的响应速度和调度效率。

#### 1.2.4 电力系统管理

电力系统管理是指通过电力系统自动化技术对电力系统的设备、负荷、维护、检修等进行管理, 从而提高电力系统的运行效率和管理水平。电力系统管理的主要目的是确保电力系统的安全、稳定、高效运行, 满足用户的用电需求。电力系统管理涉及的内容非常广泛, 包括对电力设备的监测、诊断、维护和管理, 对电力系统的负荷、功率、电压等参数进行监测和控制, 对电力系统的运行状态进行分析和评估, 以及对电力系统的规划和设计进行优化等方面。其中, 电力设备的监测、诊断和维护是电力系统管理的重要组成部分。通过对电力设备进行监测和诊断, 可以及时发现设备故障, 预测设备故障的发生, 并采取相应的维护和修复措施, 确保设备的正常运行。另外, 电力系统管理还包括对电力系统的负荷进行监测和控制, 以保证电力系统的稳定运行。电力系统管理还涉及对电力系统的规划和设计进行优化, 以满足电力系统发展的需求和目标。同时, 电力系统管理还需要建立完善的电力系统数据管理和信息化管理系统, 以提高电力系统的信息化水平和管理效率。

## 2. 电力系统自动化技术的控制方法

### 2.1 开关控制

开关控制是电力系统中最基本的控制方法之一，也是最为常用的控制方法之一。其主要目的是通过控制设备的开关状态，实现电力系统的开关控制。开关设备可以通过对电路进行分合、断开或通电等操作，控制电力系统的运行。在电力系统的运行过程中，开关控制器可以控制断路器、隔离开关、接地开关等设备的合闸和分闸，从而实现对电力系统的开关控制。在电力系统的自动化控制中，开关控制器可以通过自动控制算法和程序控制开关设备的状态，以实现对电力系统的控制。例如，在保护系统中，当电力系统发生故障时，开关控制器可以控制断路器的分闸，以保护电力设备和电力系统。此外，开关控制器还可以控制开关设备的状态，实现对电动机的启动和停止控制，以及对其他电气设备的控制。在手动控制中，开关控制器可以通过人工操作控制开关设备的状态，以实现对电力系统的控制。例如，在维修和检修时，开关控制器可以通过手动操作控制开关设备的状态，以确保电力系统的安全运行。除了控制开关设备的状态外，开关控制还可以控制其他设备的状态，例如，通过控制开关设备的状态，可以实现对电动机的启动和停止控制，以及对其他电气设备的控制。因此，开关控制是电力系统自动化技术中最为基础和重要的控制方法之一，它为电力系统的安全稳定运行提供了基础保障<sup>[1]</sup>。

### 2.2 逻辑控制

逻辑控制是电力系统自动化技术中常用的一种控制方法，它通过编程逻辑控制器（PLC）等设备，利用各种逻辑判断语句和程序设计来实现对电力系统的控制。PLC 是一种特殊的计算机设备，它可以对数字和模拟信号进行采集、处理和输出，并且具有高度的可编程性和可靠性。PLC 可以实现复杂的逻辑控制功能，包括逻辑运算、比较判断、计算处理等，从而实现对电力系统的控制。逻辑控制可以通过编写程序来实现各种控制逻辑和功能，例如自动开关控制、电网稳定控制、电力负荷控制等。在自动开关控制中，PLC 可以根据电力系统的状态和需要，自动判断开关的状态并控制开关的合闸和分闸，从而实现电力系统的自动控制。在电网稳定控制中，PLC 可以对电力系统的频率、电压等参数进行监测和控制，及时调整电力负荷和发电量，保持电网的稳定性和安全性。在电力负荷控制中，PLC 可以根据电力系统的负荷情况和需求，自动调整电力负荷的分配和控制，以实现电力系统的高效运行。逻辑控制是电力系统自动化技术中非常重要的一种控制方法，它可以实现复杂的控制功能，并且具有高度的可编程性和可靠性。在电力系统的自动化控制和管理中，逻辑控制被广泛应用，可以提高电力系统的可靠性、安全性和运行效率，促进电力系统的现代化和智能化发展。

### 2.3 PID 控制

PID 控制是一种常用的控制方法，被广泛应用于电力系统的稳定控制、频率控制、电压控制等方面。PID 控制算法的基本思想是通过比例、积分和微分三种控制方式的组合，对系统的误差进行补偿，实现对系统的控制<sup>[4]</sup>。其中，比例控制器通过调整误差信号的大小来调整输出；积分控制器通过累计误差信

号来消除系统的稳态误差；微分控制器通过对误差信号的变化率进行控制，提高系统的动态响应速度。通过调整这三种控制方式的比例关系，可以得到最优的控制效果。在电力系统中，PID 控制可以通过对电力系统状态参数的反馈控制来实现对电力系统的稳定控制、负荷控制、频率控制、电压控制等方面的控制。例如，在电力系统电压控制中，PID 控制器可以通过对电压误差信号进行处理，调整控制器的输出，控制变压器的调节范围和调节速度，从而实现电压的稳定控制。在电力系统频率控制中，PID 控制器可以根据电网负荷变化的反馈信号，调整发电机输出功率，保持电网的频率稳定。在电力系统负荷控制中，PID 控制器可以根据负荷变化的反馈信号，调整发电机输出功率，以满足电力系统的负荷需求。因此，PID 控制在电力系统中具有重要的应用价值。

### 2.4 模型预测控制

模型预测控制是一种高级的控制方法，可以应用于各种电力系统控制。与传统的控制方法相比，模型预测控制具有更强的适应性和鲁棒性，能够更好地应对复杂多变的电力系统环境和控制要求。其主要特点是在控制系统中引入了预测模型，并根据模型预测结果进行控制。与此同时，模型预测控制的关键在于建立准确的预测模型。建立模型的过程中需要考虑电力系统的动态特性、非线性特性、时变性以及噪声等因素。模型预测控制的优点在于可以通过模型对未来的系统行为进行预测，从而采取相应的控制策略，使得系统在预定的性能指标下达到最佳的控制效果。除此之外，模型预测控制还可以应用于各种电力系统控制，如负荷控制、电压控制、频率控制等方面。例如，在电网频率控制中，可以利用模型预测控制方法，预测未来的负荷变化，从而调整发电机输出的功率，控制电网的频率稳定。在风力发电系统中，模型预测控制可以通过对风速进行建模和预测，实现对风力发电的控制。最后，模型预测控制还可以结合其他控制方法进行优化控制。例如，结合 PID 控制和模型预测控制，可以实现对电力系统的稳定控制和动态控制。同时，模型预测控制还可以结合人工智能技术，如神经网络、遗传算法等，进一步提高电力系统的控制精度和鲁棒性。

总结：随着现代科学技术的不断发展，自动化技术在电气系统中的应用也越来越广泛。自动化技术的发展，既提高了电气系统的效率和安全性，也降低了系统的维护成本。未来，随着新技术的不断涌现，电气系统的自动化技术和控制方法也将得到不断的改进和完善，为人类创造更加便捷、高效和安全的生活和工作环境。

### 参考文献：

- [1] 韩金剑. 现代电力系统自动化技术和相关控制方法探析[J]. 中国设备工程, 2021, (17): 215-217.
- [2] 杨新野. 电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展探析[J]. 通信电源技术, 2020, 37(01): 283-284.
- [3] 朱福茂. 现代电力系统自动化技术及其控制方法探讨[J]. 现代国企研究, 2015, (12): 87.
- [4] 王平荔. 有关电力系统自动化技术安全管理策略的探讨[J]. 科技与企业, 2014, (08): 24.