

# 变电站电力系统自动化控制策略研究

刘立伟

杭州汉邦电力工程设计有限公司 浙江杭州 311200

**摘要:** 变电站电力系统自动化控制策略对提升电力系统运行效率与可靠性至关重要。探讨自动化控制现存问题, 分析分层分布式、集中式等控制模式特点, 研究远程监控、智能预警等策略应用, 能有效增强系统稳定性、降低运维成本, 为变电站电力系统的高效运行提供有力支撑。

**关键词:** 变电站; 电力系统; 自动化控制; 策略研究

## 引言:

随着电力需求增长与技术发展, 变电站电力系统自动化控制成为关键。传统控制方式难以满足复杂系统需求, 自动化控制可提升系统响应速度与管理水平。研究自动化控制策略, 对保障电力供应稳定、推动电力行业发展具有重要现实意义。

### 1. 变电站电力系统自动化控制概述

#### 1.1 自动化控制基本概念

变电站电力系统自动化控制是指利用先进的计算机技术、通信技术、控制技术等, 对变电站内的各种电力设备和运行过程进行自动监测、控制和管理的技术体系。在这个体系中, 通过各种传感器采集电力设备的运行数据, 如电压、电流、功率等参数, 然后将这些数据传输到自动化控制系统的核心单元。自动化控制系统依据预设的规则和算法对这些数据进行分析处理。例如, 当电压超出正常范围时, 控制系统能够自动调整变压器的分接头, 以维持电压稳定。它涵盖了对变电站一次设备和二次设备的自动化操作, 从设备的启动、停止到运行过程中的参数调节等多方面。其目的在于提高变电站运行的可靠性、安全性、经济性以及电能质量, 减少人工干预可能带来的误差和风险, 实现变电站的高效、稳定运行。

#### 1.2 自动化控制发展历程

变电站电力系统自动化控制经历了漫长的发展历程。早期, 变电站的控制主要依赖人工操作, 工作人员需要在变电站现场手动操作各种开关、刀闸等设备, 对设备运行状态的监测也多通过简单的仪表, 这种方式效率低下且容易出错。随着电子技术的发展, 继电器等自动化元件开始应用于变电站控制, 初步实现了一些简单的自动化功能, 如过流保护等。

随后, 计算机技术的兴起为自动化控制带来了巨大变革, 从单台计算机对变电站部分设备的监测与控制, 逐步发展到利用网络技术实现多台计算机对整个变电站设备的综合自动化管理。在这个过程中, 通信技术的不断进步也起到了关键作用, 从最初的模拟通信到数字通信, 再到如今的高速光纤通信, 大大提高了数据传输的速度和准确性, 使得自动化控制的范围不断扩大, 功能不断增强。

#### 1.3 自动化控制重要性体现

变电站电力系统自动化控制具有多方面的重要性。首先, 从可靠性角度来看, 自动化控制能够实时监测设备的运行状态, 提前发现设备潜在的故障隐患。例如, 通过对变压器油温、绝缘性能等参数的持续监测, 一旦发现异常变化, 可以及时采取措施, 避免设备故障引发停电事故, 从而提高整个电力系统的可靠性。其次, 在安全性方面, 自动化控制系统可以对变电站内的电气设备进行远程操作和控制, 减少工作人员在危险环境下的作业机会, 如在恶劣天气或设备故障时可能存在的触电风险等。再者, 从经济性考虑, 自动化控制能够优化设备的运行方式, 提高设备的利用率。

### 2. 变电站电力系统自动化控制模式分析

#### 2.1 分层分布式控制模式

分层分布式控制模式是变电站电力系统自动化控制中一种较为先进的模式。在这种模式下, 变电站的控制系统按照功能和层次进行划分。通常分为站级控制层、间隔级控制层和设备级控制层。站级控制层处于最高层, 它主要负责整个变电站的综合管理与协调, 例如变电站的整体运行策略制定、与上级调度中心的信息交互等。间隔级控制层则针对变电站内的各个间隔单元, 如线路间隔、变压器间隔等进行独

立的控制和管理。它可以实现对本间隔内设备的保护、测量、控制等功能，并且能够将本间隔的运行信息上传到站级控制层。设备级控制层直接与电力设备相连，负责采集设备的运行参数，如设备的温度、压力等，并将这些参数传输给间隔级控制层。这种分层分布式的结构具有很多优点，它提高了系统的灵活性，当某一间隔或设备出现故障时，不会影响其他部分的正常运行。

## 2.2 集中式控制模式

集中式控制模式是将变电站内所有设备的控制和监测功能集中在一个中央控制单元中。这个中央控制单元通过大量的电缆和线路与各个设备相连，采集设备的运行数据，并根据预先设定的控制策略对设备进行操作。在这种模式下，所有的决策和指令都由中央控制单元发出，它能够对变电站的整体运行情况有一个全面的把握。例如，它可以根据全站的负荷情况统一调整各个设备的运行参数。然而，集中式控制模式也存在一些明显的缺点。首先，由于所有功能集中在一个单元，一旦中央控制单元出现故障，整个变电站的自动化控制将陷入瘫痪状态，风险高度集中。其次，随着变电站规模的扩大和设备数量的增加，中央控制单元需要处理的数据量巨大，这对其运算能力和数据处理速度提出了很高的要求，可能导致系统响应速度变慢，影响控制的及时性和准确性。

## 2.3 分散式控制模式

分散式控制模式是将变电站的控制功能分散到各个设备或设备组中。每个设备或设备组都具有一定的自主控制能力，能够根据自身的运行状态和预先设定的规则进行自我调节。例如，智能电表可以根据用户的用电情况自行调整计量方式，电容器组可以根据所在线路的无功功率情况自动投切。这种模式的优点是系统的可靠性较高，即使某个设备的控制单元出现故障，只会影响该设备自身的运行，不会波及到其他设备。同时，由于控制功能分散，减少了对大量集中布线的依赖，降低了建设成本。但是，分散式控制模式也面临着一些挑战，由于各个设备的控制相对独立，可能会导致全局协调方面的困难，例如在变电站整体负荷调整时，各设备的分散控制可能无法实现最优的资源分配，需要建立有效的通信和协调机制来解决这一问题。

# 3. 变电站电力系统自动化控制策略研究

## 3.1 远程监控策略

远程监控策略是变电站电力系统自动化控制中的重要

策略之一。通过远程监控，可以在远离变电站的控制中心对变电站内的设备运行状态进行实时监测。在硬件方面，需要在变电站内安装各种传感器和数据采集设备，这些设备能够准确采集如电压、电流、设备温度等运行参数，并通过通信网络将数据传输到远程控制中心。通信网络可以是光纤网络、无线网络或者两者的结合。在软件方面，远程监控系统具有数据处理、分析和显示功能。一旦数据传输到控制中心，系统会对数据进行处理，判断设备是否正常运行。例如，如果某条线路的电流长时间超出正常范围，系统会发出报警信号。远程监控策略不仅能够及时发现设备故障，还可以对设备的运行趋势进行预测。通过对历史数据的分析，预测设备可能出现故障的时间点，以便提前进行维护。此外，远程监控还可以实现对变电站环境的监控，如变电站内的湿度、火灾隐患等，全方位保障变电站的安全运行。

## 3.2 智能预警策略

智能预警策略在变电站电力系统自动化控制中起着至关重要的作用。该策略是基于对大量运行数据的分析，利用先进的算法，如机器学习算法、神经网络算法等构建预警模型。首先，需要采集变电站各个设备的详细运行数据，包括设备的电气参数、运行状态信息以及环境参数等。然后，将这些数据输入到预警模型中，模型会根据数据的特征和规律进行分析。例如，当变压器的油温上升速度异常时，预警模型能够根据历史数据中油温与故障的关系，判断出变压器可能存在故障风险，并发出预警信号。智能预警策略的优势在于它能够提前发现潜在的故障隐患，不仅仅是对单一参数的简单判断，而是综合考虑多个因素的相互影响。它可以根据不同设备的特性和运行要求，设定个性化的预警阈值，提高预警的准确性。而且随着新数据的不断输入，预警模型可以不断学习和优化，适应变电站设备运行状态的动态变化。

## 3.3 故障诊断策略

故障诊断策略是确保变电站电力系统正常运行的关键。在变电站中，设备种类繁多，故障类型也较为复杂。故障诊断策略通常采用多种技术手段相结合的方式。一方面，通过对设备运行参数的实时监测，如设备的电压、电流、功率因数等参数，当这些参数出现异常变化时，初步判断设备可能存在故障。例如，如果电动机的电流突然增大且伴有振动加剧，可能是电动机内部绕组短路。另一方面，利用故障诊断设备，如绝缘测试仪、故障录波器等，对设备进行离线或在

线检测, 获取更详细的故障信息。对于复杂的故障, 还可以采用专家系统技术, 将专家的经验知识以规则的形式录入到系统中, 当出现故障时, 系统根据这些规则进行推理诊断。故障诊断策略不仅要确定故障的位置, 还要分析故障的原因和严重程度, 以便为后续的维修提供准确的依据, 从而快速恢复设备的正常运行, 减少停电时间和对电力系统的影响。

#### 4. 变电站电力系统自动化控制策略应用与优化

##### 4.1 策略实际应用场景

变电站电力系统自动化控制策略在多种实际场景中得到了广泛应用。在城市供电网络中, 远程监控策略被大量运用。由于城市变电站分布较为密集, 通过远程监控可以在电力调度中心对多个变电站进行集中管理。例如, 在用电高峰时段, 调度人员可以通过远程监控系统实时查看各个变电站的负荷情况, 根据负荷分布合理调整变压器的运行台数, 避免部分地区出现供电不足或过载现象。智能预警策略在大型工业企业的自备变电站中具有重要意义。这些企业的生产设备对电力供应的稳定性要求极高, 智能预警策略能够提前发现变电站设备的潜在故障隐患, 如对大型变压器的预警。当变压器的某些关键参数出现异常变化时, 及时发出预警, 企业可以在不影响生产的情况下对设备进行维护。故障诊断策略在变电站设备的日常维护和突发故障处理中发挥着不可替代的作用。在日常维护中, 通过故障诊断策略对设备进行定期检测, 及时发现并解决一些潜在的小故障, 防止故障扩大。在突发故障时, 能够快速确定故障点和故障原因, 大大缩短维修时间。

##### 4.2 应用效果评估方法

对于变电站电力系统自动化控制策略的应用效果评估, 需要从多个方面进行考量。首先是可靠性评估, 通过统计变电站设备的故障率来衡量。如果在应用自动化控制策略后, 设备的故障率明显降低, 说明该策略在提高设备可靠性方面起到了积极作用。例如, 比较实施故障诊断策略前后变压器的故障次数, 如果故障次数减少, 表明故障诊断策略有效。其次是安全性评估, 可以从工作人员在变电站作业时的危险暴露时间和事故发生率等方面进行评估。如果自动化控制策略实现了更多的远程操作, 减少了工作人员进入危险区域的机会, 那么安全性得到了提高。再者是经济性评估, 主要考

虑电能损耗的降低、设备维修成本的减少以及人力成本的节约等方面。例如, 远程监控策略通过优化设备运行方式降低了电能损耗, 通过减少设备故障次数降低了维修成本, 同时减少了现场工作人员数量从而节约了人力成本。此外, 还可以从电能质量改善情况, 如电压波动范围、谐波含量等指标来评估自动化控制策略的应用效果。

##### 4.3 策略优化改进方向

变电站电力系统自动化控制策略在实际应用中还存在一些需要优化改进的方向。在远程监控策略方面, 随着变电站规模的不断扩大和设备数量的增加, 需要进一步提高数据传输的效率和准确性。可以采用更先进的通信技术, 如 5G 技术, 以满足海量数据传输的需求。同时, 优化数据处理算法, 提高对数据的分析能力, 实现更精准的设备状态监测。对于智能预警策略, 需要不断完善预警模型。一方面, 扩大数据来源, 不仅要采集设备本身的运行数据, 还要考虑外部环境因素对设备的影响, 如气象数据对户外设备的影响。另一方面, 提高预警算法的准确性和适应性, 能够在复杂多变的变电站运行环境中及时准确地发出预警。在故障诊断策略方面, 应加强故障诊断设备的智能化程度。例如, 故障录波器不仅要能够记录故障数据, 还要能够自动分析故障数据并提供更准确的故障诊断结果。同时, 整合不同故障诊断技术, 如将基于模型的诊断方法和基于数据的诊断方法相结合, 提高故障诊断的全面性和准确性。

#### 5. 结束语

变电站电力系统自动化控制策略研究意义重大。通过对控制模式分析与策略研究, 能为系统运行提供有效保障。未来需持续探索优化策略, 结合新技术发展, 不断提升自动化控制水平, 推动变电站电力系统向更智能、高效方向发展。

##### 参考文献:

- [1] 孙朋, 闫铭. 电气自动化控制技术在电力系统中的应用[J]. 光源与照明, 2022,(03):240-242.
- [2] 周永杰. 变电站自动化控制技术管理要点探析[J]. 矿业装备, 2022,(01):104-105.
- [3] 韦开恒. 研究变电站电力系统的自动化智能控制技术[J]. 建材与装饰, 2020,(09):212-213.