

电力自动化技术在电力工程中的应用分析

张新艳

(国家电投集团电能核电设备有限公司 山东省烟台市 264000)

摘要: 电力自动化技术在电力工程中的应用日益广泛,包括实时监控和控制、电力系统稳定性的保障、电力设备保护与维护、可再生能源并网,以及智能电网建设等方面。电力自动化技术能提高电力系统的效率、安全性和便捷性,同时满足社会经济的可持续发展需求。针对此,本文主要分析出了电力自动化技术在电力工程中的应用措施以及未来发展前景。

关键词: 电力自动化技术; 电力工程; 应用

引言: 随着科技的进步和社会的发展,电力工程面临着许多新的挑战 and 机遇。电力自动化技术,作为一种集信息技术、通信技术和自动控制技术于一体的新型技术,已成为电力工程发展的重要驱动力。本文将详细分析电力自动化技术在电力工程中的应用,以及智能电网建设等方面的作用,以期对电力工程的发展提供有益的参考和启示。

1、概述

1.1 电力自动化技术

电力自动化技术主要研究如何使用自动化设备和信息技术来监控和管理电力系统的生产、传输、分配和消费。这个领域涵盖了从自动化设备的设计和制造,到信息技术在电力系统中的应用等一系列问题。

1.2 电力工程

电力工程主要关注的是电力生产、输送、分配和使用的过程。它包括许多子领域,包括电力系统、电力电子、电力机械、高压技术、电力自动化技术等。电力工程的主要目标是实现电力的高效、安全、经济和环保生产和使用。随着科技的发展,电力工程领域也在不断的发展和更新,例如智能电网、微电网、电力储能技术、电力信息化等新的研究方向和技术正在不断涌现。

2、电力自动化技术对电力系统的实时监控和控制

2.1 智能监控系统的发展与应用

电力自动化技术对电力系统的实时监控和控制的重要性无法过分强调。这不仅有助于实时检测和诊断系统中的问题,还可以提高电力系统的运行效率和可靠性。其中,智能监控系统是电力自动化技术的一个重要分支,其基础是先进的信息技术,如云计算、大数据、物联网(IoT)、人工智能等。这些技术的发展使得电力系统的实时监控和控制变得更加智能化和自动化。

一般来说,智能监控系统主要包括数据采集、数据传输、数据处理和数据展示四个部分。通过这四个部分,系统可以实时收集电力设备的运行数据,然后通过先进的数据处理和分析技术,将这些数据转化为有用的信息,最后通过数据展示技术,将这些信息呈现给电力系统的运行和维护人员,以帮助他们做出正确的决策。

例如,通过使用智能监控系统,可以实时监控电力设备的状态,如电压、电流、频率等参数。当这些参数超过预设的安全范围时,系统可以自动发出警报,提醒运行人员及时进行处理。此外,通过分析这些数据,还可以预测电力设备的故障和寿命,以便提前进行维护和更换,从而避免因设备故障导致的电力系统停机。

2.2 自动化技术对电力系统稳定性的保障

电力系统的稳定性是电力工程的重要问题之一,其主要是指电力系统在承受干扰后能否保持或恢复到稳定的运行状态。电力自动化技术在这方面发挥着关键作用。

电力自动化技术的一个重要方面是电力系统的保护和控制。当电力系统出现故障,如短路、过载等,电力自动化设备(如断路器、保护继电器等)可以快速地检测到这些故障,并自动断开故障部分,以防止故障的扩散,保证电力系统的稳定运行。

此外,电力自动化技术还包括电力系统的动态稳定控制。例如,电力系统稳定控制器可以根据电力系统的实时状态,自动调整发电机的输出功率、电网的电压等,以保持电力系统的动态平衡。这对于防止电力

系统的大面积停电有重要意义。

电力自动化技术还包括电力系统的优化调度。例如,通过使用先进的优化算法和大数据分析技术,对此工程师可根据电力需求和供应的变化,自动调整电力系统的运行策略,如发电机的运行状态、电力的输送路径等,以实现电力系统的经济运行和稳定运行。

随着智能电网技术的发展,电力自动化技术的应用将更加广泛。例如,通过将电力设备连接到互联网,可以实时收集和分析电力系统的大量数据,从而实现电力系统的精细化管理和智能化控制。此外,通过利用人工智能技术,还可以实现电力系统的自我学习和自我优化,以提高电力系统的稳定性和可靠性。

3、电力自动化技术在电力设备保护与维护中的应用

3.1 电力设备状态监测与故障诊断

电力自动化技术在电力设备状态监测与故障诊断中发挥了重要作用,特别是通过引入传感器技术、通信技术、数据分析技术等,如下:

(1) 传感器技术是实现电力设备状态监测的基础。例如,可以通过电流传感器和电压传感器实时监测电力设备的电流和电压。比如,在一个变压器中,可以监测其二次侧的电流 I 和电压 U , 然后通过 $P=UI$ 得到变压器的实时功率。同时,也可以通过温度传感器监测电力设备的运行温度。例如,如果一个电机的温度超过了 100°C , 可能就意味着电机过热,需要立即停机进行检查和维修。

(2) 通信技术使得工程师可以远程监测电力设备的状态。例如,通过无线通信技术,可以将电力设备的运行数据实时发送到控制中心,使得运行人员可以在任何地方监测电力设备的状态。

(3) 数据分析技术可使其从大量的运行数据中发现问题和趋势。例如,通过对电力设备的电流、电压、温度等数据进行历史数据分析,我们可能发现一些规律或趋势。例如,如果一个变压器的电流在过去的一个月内持续上升,从 5A 上升到了 10A , 那么可能就意味着这个变压器的负载过重,需要调整。

(4) 故障诊断技术可快速准确地识别和定位电力设备的故障。例如,通过对电力设备的电流、电压、温度等数据进行实时分析,可以实时检测到电力设备的故障。例如,如果一个变压器的电流突然下降到了 0A , 那么可能就意味着这个变压器出现了故障。同时,通过对故障数据的分析,该技术的实施还可快速找出故障的原因,从而指导维修工作。

3.2 智能化维护与设备寿命管理

电力设备的运行状态和寿命受到许多因素的影响,包括设备的运行负载、环境温度、设备的使用年限等。通过对这些因素进行实时监控和分析,智能化维护系统可以预测设备的健康状况和剩余寿命。例如,针对运行已经超过 15 年,负载始终在 80% 以上,且近期内多次出现过热情况的变压器,系统可能会预测其寿命即将结束,建议尽快进行更换。

智能化维护系统也可以提供设备的最优维护方案。系统会根据设备的实时运行状态、历史维修记录、维修资源等信息,自动制定出最优的维护方案。例如,针对运行状态良好,但近期有维护计划的变压器,系统可能会建议推迟维护,以节省维护资源和成本。

设备寿命管理是电力设备管理的重要组成部分。通过对设备寿命的管理,可以合理安排设备的更换和维护,从而避免设备因超过寿命而突然停机,影响电力系统的稳定运行。

4、电力自动化技术在可再生能源并网中的应用

4.1 可再生能源发电系统的监控与控制

随着可再生能源的广泛应用，如太阳能、风能等，电力自动化技术在可再生能源并网中发挥了至关重要的作用，尤其在监控与控制环节。

首先，对于可再生能源发电系统，其功率的产生是不稳定的，因此，对其进行实时监控和控制变得尤为重要。例如，太阳能发电系统中的光伏阵列输出的电压和电流都与太阳光的强度有关。电力自动化技术可以用于监控光伏阵列的输出电压和电流，并且在光照强度变化时，自动调整光伏阵列的工作状态，以最大化电力输出。

其次，电力自动化技术也用于控制可再生能源发电系统的并网操作。例如，当风力发电系统产生的电力超过电网的需求时，电力自动化系统可以自动调整风力发电机的功率输出，或者将多余的电力存储到储能系统中，以保持电网的稳定。

此外，电力自动化技术还应用在可再生能源发电系统的保护中。由于可再生能源发电系统通常与电网并联运行，因此，当电网出现故障时，如短路、频率波动等，必须立即切断可再生能源发电系统与电网的连接，以保护设备的安全。电力自动化系统可以实时监控电网的状态，并在检测到故障时，自动切断并网连接。

4.2 能源调度与优化策略

能源调度与优化策略主要的目标是在满足电力需求的同时，最大化电力系统的效率，最小化运行成本，以及满足环保和社会经济的目标。

电力系统的调度主要涉及到发电设备的启停决策、电力的分配决策以及电力的输送路径决策。首先，电力系统需要根据电力需求和发电设备的运行状态，决定启动或停止哪些发电设备。例如，在电力需求低的夜间，可能需要停止一些燃煤电厂的运行，以节省燃料成本和减少环境污染^[1]。

其次，电力系统需要根据电力需求和电力供应的变化，决定电力的分配。例如，当可再生能源发电量增加时，电力系统可能需要调整电力的分配策略，优先使用可再生能源发电，以提高环保性能和经济效益。

此外，电力系统还需要根据电力的需求和供应位置，以及输电线路的容量和状态，决定电力的输送路径。例如，电力系统可能需要通过优化算法，如遗传算法、粒子群优化算法等，选择最佳的输电路径，以最小化输电损失和避免输电过载。在进行电力系统的调度和优化时，还需要考虑到许多其他因素，如电力市场的价格、电力政策、气候变化、设备的维护计划等。电力自动化技术通过使用先进的优化算法和大数据分析技术，可以实现电力系统的精细化管理和智能化控制，从而实现电力系统的经济运行和稳定运行。

5、电力自动化技术在智能电网建设中的关键作用

5.1 智能电网的基本架构与应用场景

(1)智能电网基本架构

智能电网是电力系统发展的新阶段，其主要特征是广泛采用先进的信息技术、通信技术和自动化技术，实现电力系统的自我感知、自我学习和自我调整。

智能电网的基本架构主要包括：发电环节、输电环节、配电环节、用电环节、信息通信环节和系统控制环节。

发电环节主要包括各类发电设备，如火电、核电、水电、风电、太阳能等，以及储能设备。智能电网不仅能集成各类传统的大型发电设备，而且能容纳各类分布式的可再生能源发电设备，从而实现能源的多元化和清洁化。

输电环节和配电环节主要负责将发电环节产生的电能输送到用电环节。智能电网采用先进的自动化技术和通信技术，能实现电力的高效输送和灵活调度。

用电环节主要包括各类电力用户，包括居民、工商业用户等。智能电网能实现对用电环节的实时监控和精细化管理，如需求响应、用电信息反馈等，从而实现用电的高效和节能。

信息通信环节和系统控制环节是智能电网的核心，负责实现电力系统的实时监控、自动控制和优化调度。通过大规模的传感器网络，智能电网能实现对电力系统的全方位监控。

(2)智能电网应用场景

a) 家庭能源管理：智能电网通过智能电表和家庭能源管理系统，可以帮助用户实时监控和控制家庭的用电情况，如远程控制家电、优化用电策略等，从而实现用电的节能和便捷。

b) 微电网：微电网是一种新型的电力系统模式，它能集成各类可再生能源发电设备和储能设备，形成一个自主运行、能与电网联动的小型电力系统。智能电网技术能帮助微电网实现高效的能源管理和稳定的系统运行。

c) 电动汽车充电：电动汽车的大规模应用对电力系统提出了新的挑战，如电网负荷的波动、电池的快速充电等。智能电网技术能帮助实现电动汽车的智能充电，如充电需求预测、充电策略优化等，从而提高电网的稳定性和电动汽车的充电便捷性^[2]。

d) 电力市场：智能电网技术可以实现电力市场的实时信息反馈和交易撮合，如实时电价、需求响应等，从而提高电力市场的运行效率和公平性。

e) 应急管理：在电力系统出现故障时，如短路、频率偏移等，智能电网技术可以实现对故障的实时检测和快速隔离，从而提高电力系统的安全性和可靠性。

5.2 电力自动化技术在智能电网中的创新与挑战

(1)电力自动化技术的创新

在智能电网中，电力自动化技术带来了许多创新。例如，通过引入物联网（IoT）技术，电力系统能实现设备和系统的互联互通，实现大规模的数据收集、分析和控制。通过引入大数据和人工智能技术，电力系统能实现对复杂环境和大规模系统的深度学习和智能决策。通过引入区块链技术，电力系统能实现数据的安全存储和交易的公平性。此外，电力自动化技术还推动了新能源的开发利用，如微电网、分布式发电等，从而推动了能源的清洁化和多元化。

(2)电力自动化技术的挑战

尽管电力自动化技术带来了许多优势，但在我国的应用还面临着许多挑战。例如，我国的电力系统规模巨大，分布广泛，数据量庞大，这对电力自动化技术提出了高要求。此外，电力自动化技术的推广应用还需要大量的资金投入，以及相应的政策支持和市场机制。然而，随着技术的进步和电力市场的发展，我国的电力自动化技术有望得到广泛应用。在未来，我国的电力自动化技术将继续向深度集成、智能化和网络化发展^[3]。

结束语：总的来说，电力自动化技术在电力工程中的应用不仅有助于提高电力系统的运行效率、减少运行成本、满足环保和社会经济的目标，也为新能源的开发利用和电力市场的发展带来了新的可能。然而，面对我国电力系统规模巨大、分布广泛、数据量庞大等挑战，电力自动化技术的推广应用还需要大量的资金投入、技术创新和政策支持。随着技术的进步和电力市场的发展，我国的电力自动化技术有望在电力工程中发挥更大的作用，为我国的能源转型和电力产业的升级带来深远影响。

参考文献：

- [1]范凯迪. 电力调度自动化中智能电网技术的应用[J]. 新型工业化,2022,12(3):202-204,211.
- [2]朱敏忠. 基于电气工程自动化技术在电力系统运行中的应用[J]. 科技风,2022(16):85-87.
- [3]杨秦飞,齐航. 电力电气自动化技术在电力工程中的运用[J]. 中国设备工程,2022(11):209-211.

作者简介:张新艳(1993.11.15),女,山东省沂水,汉,助理工程师,硕士研究生,研究方向(电力工程)