

Application of distributed generation technology in factory power system

Peng Tang

Jiangsu Yueda Kia Automobile Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224000, China

Abstract

As a major energy consumer, the power system of factories is facing challenges such as rising energy costs, increasing environmental protection requirements, and diversified electricity demand. With the deepening of energy structure adjustment and power system reform, distributed generation technology has shown broad application prospects in factory power systems due to its advantages of high efficiency, cleanliness, flexibility and reliability. Applying distributed generation technology to plant power systems can not only reduce electricity costs and improve energy efficiency, but also reduce pollutant emissions and improve power supply reliability. It is of great significance to promote the green and low-carbon development of factories. Based on this, this paper focuses on the key technologies of distributed generation technology application in factory power system, including grid connection technology, optimal configuration technology and operation and maintenance technology.

Keywords

power system ; distributed generation technology ; key technology ; application scenarios

工厂电力系统中的分布式发电技术应用

唐鹏

江苏悦达起亚汽车有限公司, 中国 · 江苏 盐城 224000

摘 要

工厂作为能源消耗大户, 其电力系统面临着能源成本上升、环保要求提高、用电需求多样化等挑战。随着能源结构调整和电力体制改革的深入推进, 分布式发电技术凭借其高效、清洁、灵活、可靠等优势, 在工厂电力系统中展现出广阔的应用前景。将分布式发电技术应用于工厂电力系统, 不仅可以降低用电成本, 提高能源利用效率, 还可以减少污染物排放, 提高供电可靠性, 对于推动工厂绿色低碳发展具有重要意义。基于此, 文章重点探讨了工厂电力系统中分布式发电技术应用的关键技术, 包括并网技术、优化配置技术和运行维护技术。

关键词

电力系统; 分布式发电技术; 关键技术; 应用场景

1 引言

随着全球能源危机和环境问题日益严峻, 传统集中式发电模式的弊端逐渐显现, 如能源损耗大、环境污染严重、供电可靠性低等。与此同时, 以清洁能源为主的分布式发电技术迅速发展, 为解决上述问题提供了新的思路。分布式发电技术具有高效、清洁、灵活、可靠等优势, 能够有效提高能源利用效率, 减少污染物排放, 提高供电可靠性, 在工厂电力系统中展现出广阔的应用前景。

2 分布式发电系统并网技术

分布式发电系统并网技术是确保分布式电源安全、稳定、高效接入工厂电网的关键技术, 主要包括并网方式及控

制策略、电能质量治理技术和保护与控制技术三个方面。

2.1 并网方式及控制策略

分布式发电系统的并网方式主要分为交流并网和直流并网两种。其中交流并网是目前应用最广泛的并网方式, 其优点是技术成熟、成本较低, 但存在谐波污染、电压波动等问题。直流并网具有效率高、损耗小、控制灵活等优点, 是未来分布式发电系统并网的重要发展方向, 但目前仍面临技术瓶颈和成本较高等挑战。

分布式发电系统的控制策略主要分为 PQ 控制、VF 控制和下垂控制等。PQ 控制是指分布式发电系统根据电网调度指令输出一定的有功功率和无功功率, 适用于并网运行模式; VF 控制是指分布式发电系统维持接入点电压和频率恒定, 适用于孤岛运行模式; 下垂控制是指分布式发电系统根据接入点电压和频率的变化自动调节输出功率, 适用于多机并联运行模式^[1]。

【作者简介】唐鹏 (1987-), 男, 中国江苏盐城人, 本科, 工程师, 从事工厂能源管理、电力、清洁能源等研究。

2.2 电能质量治理技术

分布式发电系统接入电网后,可能会引起谐波、电压波动、频率偏差等电能质量问题。为了保障工厂电力系统的安全稳定运行,需要采取有效的电能质量治理技术,主要包括:

①无源滤波器:由电感、电容等无源元件组成,用于滤除特定次数的谐波。②有源电力滤波器:采用电力电子器件,能够动态补偿谐波、无功功率等,治理效果优于无源滤波器。③静止无功补偿器:用于动态调节无功功率,维持系统电压稳定。④储能系统:通过充放电调节系统功率平衡,抑制功率波动,提高电能质量。

2.3 保护与控制技术

分布式发电系统接入电网后,会对工厂电力系统的保护与控制带来新的挑战,需要采取相应的措施:①继电保护:需要针对分布式发电系统的接入位置、容量等特点,配置相应的继电保护装置,确保系统故障时能够快速、准确地切除故障。②孤岛检测与保护:当电网发生故障时,分布式发电系统需要能够快速检测到孤岛状态并采取相应的保护措施,防止孤岛运行对设备和人员造成危害^[2]。③通信与协调控制:为了实现分布式发电系统与工厂电网的协调运行,需要建立可靠的通信系统,并采用先进的控制策略,实现信息共享和协调控制。

3 分布式发电系统优化配置技术

分布式发电系统在工厂电力系统中的优化配置是确保其高效、经济、可靠运行的关键环节。优化配置技术主要包括资源评估与选址定容、系统优化设计以及经济性评价三个方面,决定了分布式发电系统的性能和效率,直接影响到工厂的能源成本、供电可靠性和环境效益。通过科学合理地优化配置,分布式发电系统可以最大限度地发挥其优势,为工厂提供清洁、稳定、经济的电力供应。

3.1 资源评估与选址定容

资源评估与选址定容是分布式发电系统优化配置的基础,旨在根据工厂的能源资源条件和负荷需求,确定分布式发电系统的类型、容量和安装位置。首先,资源评估需要对工厂所在地的太阳能、风能、生物质能等可再生能源资源进行详细分析,包括资源分布、可利用率和稳定性等。例如对于太阳能资源丰富的地区,光伏发电系统可能是最优选择;而对于风能资源丰富的地区,风力发电系统则更具优势。其次,还需要对工厂的电力负荷特性进行分析,包括负荷曲线、峰值负荷、谷值负荷以及负荷的时空分布,以确保分布式发电系统能够满足工厂的用电需求。最后,对于环境条件评估需要考虑工厂的地理位置、气候条件、空间布局等因素,评估分布式发电系统的可行性。在选址定容方面,根据资源分布、负荷需求和电网条件,选择最优的安装位置,确保分布式发电系统能够高效运行并减少输电损耗;容量确定则需要

根据工厂的负荷需求和能源资源条件,确定分布式发电系统的装机容量,使其既能满足用电需求,又避免过度投资^[3]。

3.2 系统优化设计

系统优化设计是分布式发电系统高效运行的核心,旨在通过科学的设计方法,实现系统性能的最优化。系统结构设计需要根据资源条件和负荷需求,选择合适的分布式发电技术(如光伏发电、风力发电、燃料电池等)。例如光伏发电系统适用于太阳能资源丰富的地区,而风力发电系统则适用于风能资源丰富的地区。储能系统的配置需要结合负荷特性和发电系统的出力特性,配置合适的储能系统(如电池储能、超级电容等),以平衡供需、提高系统稳定性。并网方式设计则需要根据工厂电网的特点,设计合理的并网方式(如交流并网或直流并网),并配置相应的并网设备。在运行模式优化方面,分布式发电系统可以采用并网运行模式、孤岛运行模式或多能互补运行模式。并网运行模式在电网正常运行时,分布式发电系统与电网协同运行,优先满足工厂用电需求,余电上网;孤岛运行模式在电网故障时,分布式发电系统能够独立运行,保障工厂重要负荷的供电;多能互补运行模式将分布式发电系统与储能系统、传统能源系统相结合,实现多种能源的互补利用,提高能源利用效率^[4]。控制策略优化则通过采用PQ控制、VF控制或下垂控制等策略,实现分布式发电系统的稳定运行,并通过智能化的能量管理系统(EMS),优化分布式发电系统的运行调度,提高系统效率。

3.3 经济性评价

经济性评价旨在评估系统的投资回报率和经济可行性。其一,成本分析需要对分布式发电系统的初始投资成本、运行维护成本和燃料成本进行详细计算。初始投资成本包括发电设备、储能设备、并网设备、安装工程等费用;运行维护成本包括设备维护、故障修复、人员管理等费用;燃料成本则对于依赖燃料的分布式发电系统(如燃气轮机、燃料电池),需考虑燃料成本。其二,收益分析则包括电费节省收益、余电上网收益和政策补贴收益。电费节省收益通过自发自用减少从电网购电,降低电费支出;余电上网收益将多余电能上网销售,获得额外收入;政策补贴收益利用国家和地方政府的补贴政策,降低投资成本。其三,经济性评价方法包括投资回收期(Payback Period)、净现值(NPV)、内部收益率(IRR)和敏感性分析。投资回收期计算分布式发电系统的投资回收时间,评估项目的短期经济性;净现值通过折现现金流分析,评估项目的长期盈利能力;内部收益率计算项目的内部收益率,评估项目的投资吸引力;敏感性分析则分析关键参数(如电价、设备成本、补贴政策等)变化对项目经济性的影响^[5]。

4 分布式发电系统运行维护技术

分布式发电系统在工厂电力系统中的高效运行离不开

科学的运行维护技术。运行维护技术是确保分布式发电系统长期稳定运行、延长设备寿命、降低运营成本的关键环节，主要包括运行监控与故障诊断、维护保养以及安全防护与应急处理三个方面，以最大限度地提高分布式发电系统的可靠性、安全性和经济性，为工厂提供持续稳定的电力供应。

4.1 运行监控与故障诊断

运行监控与故障诊断是分布式发电系统运行维护的核心，旨在实时掌握系统运行状态，及时发现并处理故障，确保系统安全稳定运行。对于监控运行方面，通常采用以下几种方式：①数据采集与传输：通过传感器、智能电表等设备，实时采集分布式发电系统的运行数据（如电压、电流、功率、温度等），并利用通信网络将数据传输至监控中心。②运行状态可视化：利用监控软件平台，将采集到的数据以图表、曲线等形式直观展示，帮助运维人员实时掌握系统运行状态。③异常预警与报警：设置运行参数的阈值，当数据超出正常范围时系统自动发出预警或报警信息，提醒运维人员及时处理。

对于故障诊断方面，主要通过三个步骤：第一步，故障检测：通过分析运行数据，识别系统中的异常现象（如电压波动、频率偏差、设备过热等），初步判断故障类型和位置。第二步，故障定位：利用故障录波、信号分析等技术，精确定位故障点，缩短故障排查时间。第三步，故障分析：结合历史数据和设备运行记录，分析故障原因，提出解决方案，避免类似故障再次发生。

诊断故障后，可利用大数据技术对海量运行数据进行分析，挖掘潜在规律，优化系统运行策略，并通过机器学习、深度学习等人工智能技术，实现故障的智能诊断和预测，提高故障处理效率。

4.2 维护保养

维护保养是延长分布式发电系统设备寿命、降低运营成本的重要手段，主要包括定期维护、预防性维护两大方面。在定期维护方面，需要定期对分布式发电系统的设备（如光伏组件、风力发电机、储能电池等）进行巡检，检查设备的外观、连接状态和运行参数；定期清洁设备表面（如光伏组件的灰尘、风力发电机的叶片等），并对设备进行润滑、紧固等保养工作；定期对设备的性能进行测试（如发电效率、储能容量等），确保设备处于最佳运行状态。在预测性维护方面，通过实时监测设备的运行状态，及时发现潜在问题，避免故障发生，并利用数据分析技术，预测设备的故障时间和维护需求，提前制定维护计划，减少意外停机时间，根据

设备的使用寿命和运行状态，定期更换易损件和关键部件（如电池、逆变器等），避免因部件老化导致系统故障。

4.3 安全防护与应急处理

为预防安全事故的发生，需采取一定的安全防护措施，包括采用过压保护、过流保护、漏电保护等措施，防止电气事故的发生；对易燃易爆设备（如储能电池、燃气轮机等）采取防火防爆措施，确保设备安全运行；对分布式发电系统的安装环境进行安全评估，采取防雷、防洪、防震等措施，减少环境因素对系统的影响。

而对于事故发生时能够快速响应以减少损失需进行应急处理，第一，根据分布式发电系统的特点和潜在风险，制定详细的应急预案，明确应急处理流程 and 责任人。第二，定期组织应急演练，提高运维人员的应急处理能力，确保在事故发生时能够快速响应。第三，在系统发生故障时，利用备用设备、冗余设计等技术手段，快速恢复系统运行，减少停电时间。

5 结语

综上所述，分布式发电技术作为一种高效、清洁、灵活、可靠的发电方式，在工厂电力系统中具有广阔的应用前景。研究表明，分布式发电技术可以有效降低工厂用电成本，提高能源利用效率，减少污染物排放，提高供电可靠性，对于推动工厂绿色低碳发展具有重要意义。然而，分布式发电技术在工厂电力系统中的应用仍面临政策法规、技术标准和市场机制等方面的挑战，需要政府、企业、科研机构等各方共同努力，不断完善政策法规体系，建立健全技术标准体系，创新市场机制，推动分布式发电技术在工厂电力系统中的规模化应用。未来，随着分布式发电技术的不断进步和成本的持续下降，其在工厂电力系统中的应用将更加广泛。

参考文献

- [1] 闫立春. 新能源分布式发电及其优化控制技术研究[J]. 电力设备管理, 2024, (20): 155-157.
- [2] 冯伟, 陈水明. 新能源分布式发电及其优化控制技术研究[J]. 电力设备管理, 2024, (15): 105-107.
- [3] 包晶晶. 分布式发电系统并网技术的关键问题研究[J]. 电气技术与经济, 2024, (05): 25-27.
- [4] 陈恺. 智能电网建设下分布式发电继电保护技术探析[J]. 科技资讯, 2024, 22(04): 103-106.
- [5] 刘黎明, 王雪斌. 分布式发电及其在电力系统中的运用[J]. 电器工业, 2022, (04): 75-77.