

Analysis and Countermeasures of the Impact of New Energy Grid Connection on Power System Stability

Chaoying Wu, Lingzhu Li

Lishui Zhenghao Electric Power Industry Group Co., Ltd. Distribution Network Construction Branch, Lishui 323000, Zhejiang, China

Abstract: With the transformation of the global energy structure and the enhancement of environmental protection awareness, new energy grid connection has become an important direction in the development of the power industry. This article takes Lishui Zhenghao Electric Power Industry Group Co., Ltd. as the research background, analyzes the impact of new energy grid connection on the stability of the power system and the problems it generates, and proposes corresponding solutions. This article first introduces the background, purpose, and significance of new energy grid integration, as well as the current research status at home and abroad. Subsequently, this article elaborates on the principles and classifications of new energy grid integration technology, and analyzes the specific impact of new energy grid integration on the stability of the power system. Through case analysis of new energy grid integration practices in Lishui area, this article reveals the main problems that currently exist in the process of new energy grid integration. Finally, based on an in-depth analysis of existing problems, this article proposes a series of strategies to improve the stability of new energy grid integration, aiming to provide theoretical guidance and practical reference for new energy grid integration practices in Lishui area and even the whole country.

Keywords: New energy; Grid connection; Power system; Stability; Strategies

新能源并网对电力系统稳定性影响的分析与对策

吴超颖, 李玲珠

丽水正好电力实业集团有限公司配网建设分公司, 中国·浙江丽水 323000

摘要: 随着全球能源结构的转型和环境保护意识的增强, 新能源并网成为电力行业发展的重要方向。本文以丽水正好电力实业集团有限公司配网建设分公司为研究背景, 分析了新能源并网对电力系统稳定性的影响及其产生的问题, 并提出了相应的解决对策。本文首先介绍了新能源并网的背景、目的和意义, 以及国内外的研究现状。随后本文详细阐述了新能源并网技术的原理和分类, 并分析了新能源并网对电力系统稳定性的具体影响。通过对丽水地区新能源并网实践的案例分析, 本文揭示了当前新能源并网过程中存在的主要问题。最后基于对现有问题的深入分析, 本文提出了一系列提升新能源并网稳定性的对策, 旨在为丽水地区乃至中国的新能源并网实践提供理论指导和实践参考。

关键词: 新能源; 并网; 电力系统; 稳定性; 对策

1 引言

1.1 研究背景

随着全球气候变化和能源危机的日益严峻, 新能源的开发与利用成为了世界各国关注的焦点。新能源并网作为实现能源结构优化和清洁能源利用的重要途径, 对于推动可持续发展具有重要意义^[1]。在中国, 特别是浙江省丽水市, 由于其丰富的水力、风能等自然资源, 新能源并网项目得到了迅速发展。然而, 新能源的间歇性和不稳定性给电力系统的稳定性带来了新的挑战。因此, 研究新能源并网对电力系统稳定性

的影响及其对策, 对于保障丽水地区乃至中国电力系统的安全稳定运行具有重要的现实意义。

1.2 研究目的和意义

本研究旨在深入分析新能源并网对电力系统稳定性的影响, 探讨在丽水地区实施新能源并网过程中遇到的问题, 并提出有效的对策和建议。通过本研究, 旨在为丽水正好电力实业集团有限公司配网建设分公司及相关电力企业在新能源并网方面的决策提供科学依据, 同时为其他地区的新能源并网提供借鉴和参考, 促进新能源与电力系统的和谐发展。

1.3 研究现状

目前国内外学者对新能源并网技术进行了大量研究,涉及风电、光伏等多种新能源形式,研究成果涵盖了新能源并网的技术原理、影响因素、稳定性分析以及优化控制策略等方面。然而针对特定地区如丽水地区的新能源并网研究相对较少,且多数研究侧重于技术层面,缺乏对实际操作中遇到的具体问题及其解决对策的深入探讨。因此本研究将在现有研究基础上,结合丽水地区的实际案例,进行更为具体和实践性的研究。

2 新能源并网技术概述

2.1 新能源并网技术的基本原理

新能源并网技术指的是将太阳能、风能等可再生能源产生的电能通过特定的技术和设备接入到现有的电力系统中,实现能量的有效传输和分配^[2]。这一过程涉及到电能的转换、调节、传输和控制等多个环节。基本原理包括最大功率点跟踪(MPPT)以确保新能源发电效率最大化,以及逆变器技术将直流电转换为交流电以适配电网。此外,为了保证电网的稳定性,还需要实时监控和调节电网的频率和电压,确保供电的质量和可靠性。

2.2 新能源并网技术的分类

新能源并网技术可以根据不同的标准进行分类。按照能源类型分,主要包括太阳能光伏并网、风力发电并网、水力发电并网等。按照并网方式分,可以分为直接并网和间接并网。直接并网是指新能源发电设备直接连接到电网上,而间接并网则通过储能装置或其他中介设备与电网连接。此外还可以根据并网的规模分为分布式并网和集中式并网。

2.3 新能源并网技术的应用现状

新能源并网技术在全球范围内得到广泛应用。在丽水地区,由于其独特的地理和气候条件,风能和太阳能资源丰富,新能源并网项目得到了快速发展。例如丽水的光伏发电项目不仅提高了当地的能源自给率,还促进了当地经济的发展。然而新能源并网技术的发展也面临着诸多挑战,如电网容量的限制、新能源发电的间歇性和不可预测性、以及电网调节能力的不足等。这些问题的存在要求相关技术和管理措施不断创新和完善,以确保新能源并网的高效和稳定。

3 新能源并网对电力系统稳定性的影响

3.1 电力系统稳定性的概念及重要性

电力系统稳定性是指在正常运行条件下,电力系

统能够维持或恢复平衡状态的能力,以及在受到扰动后能够继续向用户提供质量合格的电能的能力^[3]。电力系统的稳定性是保证电力供应安全、可靠和经济的关键,对于维护社会经济秩序和人民生活安宁具有至关重要的作用。随着新能源并网比例的不断提高,电力系统的稳定性面临着新的挑战。

3.2 新能源并网对电力系统稳定性的影响机制

新能源并网对电力系统稳定性的影响主要体现在以下几个方面:新能源如风电和光伏的输出具有明显的间歇性和波动性,这会导致电力系统负荷预测的不确定性增加,从而影响系统的调度和运行。新能源并网需要通过逆变器等电力电子设备实现,这些设备的响应速度和控制策略会直接影响到电网的稳定性。新能源并网还可能引入谐波和闪变等电能质量问题,进一步影响电力系统的稳定运行。

3.3 新能源并网引发的电力系统稳定性问题

在实际运行中,新能源并网引发的电力系统稳定性问题主要表现为频率波动、电压不稳定、保护误动作等。例如在丽水地区,由于风电场出力的快速变化,曾导致局部电网频率短时偏离正常范围,影响了电网的稳定运行。新能源并网还可能导致系统短路容量的增加,增加了电网保护的难度。因此如何有效应对新能源并网带来的稳定性问题,是当前电力系统运行和管理中亟待解决的关键问题。

4 丽水地区新能源并网实践分析

4.1 丽水地区新能源资源概况

丽水地区位于中国浙江省西南部,拥有得天独厚的自然资源和优越的地理位置,是典型的山区城市。该地区气候湿润,降水充沛,具有丰富的水力资源。同时由于地形复杂多变,风能资源也相当丰富。近年来随着国家对新能源开发的重视,丽水地区积极发展水电、风电等清洁能源项目。这些项目不仅提高了当地的能源自给率,还促进了当地经济的发展,成为推动地方经济转型的重要力量。

4.2 丽水地区新能源并网现状

在丽水的新能源并网项目中,水电作为传统优势产业,已经形成了较为完善的并网体系。多个大型水电站通过高压输电线路连接到主电网,为区域电力供应提供了稳定保障。风电方面,随着技术进步和成本下降,风电并网规模迅速扩大^[4]。目前丽水地区已有多多个风电场投入运行,总装机容量达到数百兆瓦。然而由于风电的间歇性和不稳定性特点,给电网的稳定运行带来了新的挑战。光伏并网项目也在逐步推进

中，但仍处于起步阶段，主要分布在一些工业园区和居民小区的屋顶上。

4.3 丽水地区新能源并网存在的问题

尽管丽水地区在新能源并网方面取得了一定的进展，但在实际操作中仍面临诸多问题。首先新能源发电的波动性和不可预测性给电网调度带来了困难。特别是在极端天气条件下，如台风或寒潮，风电和光伏发电的大幅波动可能导致电网频率和电压的不稳定，影响电力供应的质量。其次现有的电网结构和调节能力尚不能完全适应大规模新能源并网的需求。尤其是在峰谷差大的情况下，电网调峰压力巨大，需要增加调频备用容量和建设储能设施来平衡供需差异。逆变器并网引起的谐波污染也是一个不容忽视的问题。这些技术问题不仅影响了新能源的利用效率，也对电网的安全稳定运行构成了威胁。

4.4 丽水地区新能源并网案例分析

为了更具体地了解丽水地区新能源并网的实际情况，我们选取了几个典型的案例进行分析。第一个案例是某大型水电站的并网运行情况。该水电站通过一条220千伏的高压输电线路连接到主电网，年均发电量达到数亿千瓦时。在丰水期，该水电站能够提供稳定的电力输出，但在枯水期则需要依赖其他电源补充。第二个案例是一处风电场的并网实践。该风电场总装机容量为50兆瓦，但由于风速变化大，其出力波动频繁，给电网调度带来了不小的挑战。尤其是在无风或大风情况下，风电场的出力几乎为零或远超预期，导致电网频率和电压波动较大。第三个案例是一处工业园区的光伏并网项目^[5]。该项目总装机容量为10兆瓦，主要在白天提供电力。虽然光伏发电具有清洁、可再生的优点，但其夜间无法发电的特点也给电网的稳定运行带来了一定压力。

4.5 丽水地区新能源并网改进措施

针对上述问题，丽水地区采取了一系列改进措施。加强新能源并网规划与设计，科学安排新能源发电项目的分布和接入点，优化电网结构，提高电网的调节能力和灵活性。其次提升电网调节能力，增加调频备用容量，建设储能设施如电池储能系统，以平衡供需差异。此外优化新能源发电预测与调度，运用大数据分析和人工智能技术提高预测准确性，并根据预测结果调整电网运行策略。强化监管与技术支持，政府和监管机构出台相应的政策和标准引导新能源并网健康发展，同时加大对新能源并网技术研发的投入，鼓励创新和技术改进。

4.6 未来展望

展望未来，丽水地区将继续加大新能源并网的力度，推动能源结构的优化和清洁能源的利用。随着储能技术的发展和智能电网的建设，新能源并网的稳定性将得到进一步提升。政府和社会各界也将共同努力，完善相关政策和标准，为新能源并网创造更加有利的环境。相信在不久的将来，丽水地区的新能源并网将迎来更加广阔的发展前景。

5 提升新能源并网稳定性的对策

5.1 加强新能源并网规划与设计

为了提升新能源并网的稳定性，首要任务是在规划与设计阶段就充分考虑新能源的特性和电网的需求^[6]。这包括对新能源发电的分布、规模和接入点进行科学规划，以及对电网的升级改造进行合理设计，确保电网有足够的调节能力和灵活性来适应新能源的波动性。应采用先进的预测技术来提高对新能源发电量的预测准确性，从而优化电网的运行计划。

5.2 提升电网调节能力

电网调节能力的提升是确保新能源并网稳定性的关键。这可以通过增加调频备用容量、建设储能设施和发展需求侧响应等措施来实现。调频备用容量可以在新能源发电波动时提供即时的功率支持。储能设施，如电池储能系统，可以平衡供需差异，提高新能源的利用率。需求侧响应则通过激励用户在高峰时段减少用电或在低谷时段增加用电，来帮助平衡电网负荷。

5.3 优化新能源发电预测与调度

准确的新能源发电预测对于电网调度至关重要。应运用大数据分析和人工智能技术来提高预测的准确性，并根据预测结果调整电网运行策略。同时电网调度系统需要具备高度的灵活性和适应性，以便快速响应新能源发电量的变化。

5.4 强化监管与技术支持

政府和监管机构应出台相应的政策和标准，引导新能源并网健康发展。同时，应加大对新能源并网技术研发的投入，鼓励创新和技术改进。此外建立完善的技术支持体系和服务网络，为新能源并网提供技术咨询、运维服务和人才培养等支持。

6 结束语

本文通过对丽水地区新能源并网实践的深入分析，揭示了新能源并网对电力系统稳定性的多方面影响。新能源并网技术的不断进步和应用推广，虽然为

能源结构的优化和清洁能源的利用提供了有力支撑，但同时也给电力系统的稳定性带来了新的挑战。本文提出的加强规划与设计、提升电网调节能力、优化发电预测与调度以及强化监管与技术支持等对策，为解决这些问题提供可行的方案。未来的研究应当关注新能源并网技术的进一步发展，特别是在储能技术和智能电网技术方面的进步。研究应该考虑更多的社会经济因素，如政策变动、市场需求和投资者行为等对新能源并网稳定性的影响。随着全球气候变化和环境政策的演进，新能源并网的环境效益和经济可持续性也将成为未来研究的重要方向。通过综合考量技术、经济和环境等多方面因素，可以为新能源并网的发展提供更为全面和深入的见解。

参考文献

[1]杨胜群,胡泽春,王鑫伟,等.高比例新能源并网背景下提升电力系统调节能力的关键技术与发展[J].中国

电机工程学报,2023,43(17):3822–3837.

[2]李亚楼,蓝海鹏,张宁,等.面向新型电力系统的新能源并网消纳能力综述[J].南方电网技术,2023,47(09):165–178.

[3]肖定垚,蒋琳,周固,等.面向新型电力系统的新能源主动支撑技术综述[J].中国电机工程学报,2023,43(04):1095–1117.

[4]李庚银,姚顺宇,赵会娟.含多种能源互补的冷热电联供型微电网经济调度[J].智慧电力,2023,51(06):87–95.

[5]梅杨,郭威,史乃征,等.考虑综合需求响应的计及可再生能源供电公司鲁棒优化调度[J].中国电机工程学报,2023,43(14):3646–3659.

[6]梁梦丽,罗皓.考虑风光不确定性的含多类型能源微电网优化配置[J].陕西科技大学学报,2023,41(05):144–151.