

新能源并网发电对配电网电能质量的影响探讨

钟 力

陕西鼎矽时代半导体制造有限公司 陕西西安 712000

摘 要: 在新能源技术飞速发展的背景下, 新能源并网发电已经成为电力系统中的一个重要环节。但是, 新能源并网发电给配电网电能质量带来的一些问题影响, 已经越来越引起人们的重视。为提高新能源并网发电带来的电能质量问题, 文章提出了引进动态无功补偿设备和优化并网逆变器控制策略等, 加强电网结构建设、健全并网标准和规范、加强电网调度管理、普及电能质量在线监测等。这些战略是为了促进电网接纳新能源, 确保电能质量稳定和最优。

关键词: 新能源并网发电; 电能质量; 配电网; 电压偏差

引言

新能源发电间歇性与波动性对电网造成很多挑战, 例如电压波动、频率偏移、谐波增大等等。这些问题在影响电网安全稳定运行的同时, 也可能会降低用户体验。所以, 对新能源并网发电给配电网电能质量带来的影响进行深入地研究, 并且提出行之有效的应对策略对促进新能源发电技术可持续发展, 确保电网的安全平稳运行有着十分重要的作用。

一、新能源并网发电概述

新能源并网发电就是利用太阳能、风能、水能、生物质能等可再生能源发电, 并通过一定的技术和装置与传统配电网连接, 以达到与电网相互作用、相互协调^[1]。这一过程既涉及电力电子技术中的变换和控制问题, 也涉及通信技术和智能调度等诸多领域。新能源并网发电是现代电力系统中的一个重要环节, 它的核心是把分布广、间歇性强的可再生能源有效而稳定地集成于电网之中, 迎接全球能源转型与环境保护所带来的双方面挑战。具体地说, 是一种新能源并网发电系统, 通过设置太阳能光伏板和风力发电机作为发电装置来实现自然界能量向电能的转换^[2]。

二、新能源并网发电对配电网电能质量的影响分析

(一) 对电网频率的影响

新能源并网发电影响配电网电能质量, 影响电网频率。传统电力系统电网频率稳定主要取决于大型同步发电机惯性作用, 它们可以通过其旋转惯性及调速系统对负荷变化做出反应以保持电网频率稳定。但是, 新能源发电特别是风力发电、太阳能光伏发电的过程都不是依

靠同步发电机来实现的, 而需要借助电力电子设备来实现电能的转化与并网^[3]。

(二) 间歇性与波动性发电的影响

新能源发电具有间歇性和波动性等内在特点, 该特点显著影响配电网电能质量。传统电力系统发电方式多依靠化石燃料这种稳定能源进行发电, 发电功率较为平滑且容易预测与控制。然而, 在新型能源发电领域, 例如风能和太阳能光伏发电, 它们的发电功率会受到气候、季节和时间等多重因素的影响, 呈现出明显的间歇性和波动性特点。

这种间歇性、波动性的发电对于配电网电能质量造成的影响表现为电压波动, 闪变等方面。新能源发电功率骤增或骤减时会使电网电压随之发生变化, 从而产生电压波动。若电压波动幅度过大, 则有可能会超过电网设备耐受范围而威胁其正常工作^[4]。

(三) 谐波问题

新能源并网发电对于配电网电能质量也产生了一定的影响, 表现为谐波。谐波是指电力系统中非正弦波形、频率为基波频率整数倍的电流和电压。新型能源发电设备, 特别是风能和太阳能光伏发电, 在其运行阶段很容易产生谐波现象。其原因是这些装置一般都是经过电力电子设备实现电能转换并接入电网, 电力电子设备内部非线性元件使电流、电压波形发生畸变并由此产生谐波。

谐波在配电网电能质量中的作用是不可忽视的。一是谐波可使电网电压、电流波形失真, 使电网损耗增大、电力设备效率下降。二是谐波也会诱发电网产生谐振现象, 使电压、电流波动进一步增大, 威胁电网安全、稳定运行。

（四）孤岛效应

新能源并网发电系统存在孤岛效应需格外重视。孤岛效应是电网由于故障或者检修等原因发生断电后，新能源发电设备不能及时发现断电情况，仍对局部电网或者负载提供电能，从而形成与主电网相隔绝的供电孤岛现象。

孤岛效应给配电网的电能质量和安全稳定运行提出了严峻的挑战。一是孤岛上电压、频率会失控，造成电能质量的严重恶化甚至对用电设备造成损害。二是孤岛效应会使检修人员在电网检修过程中处于带电作业危险状态，提高人身安全事故发生概率。

三、改善新能源并网发电对配电网电能质量影响的策略

（一）引入动态无功补偿设备，增强电网接纳新能源的能力

考虑到新能源并网发电可能对配电网的电能质量产生的影响，采用动态无功补偿设备被认为是一种高效的优化方法。动态无功补偿设备可以实时监控电网无功功率需求并迅速做出反应，为电网提供所需无功支持以提高电网接纳新能源发电。

新能源发电具有间歇性、波动性等特点，造成电网电压、频率波动较大，无功功率调节对保持电压平稳具有重要意义。动态无功补偿装置能够通过迅速调整无功功率的输出，从而有效地控制电压的波动，并增强电网电压的稳定性。

为使动态无功补偿设备能够高效地用于新能源并网发电，必须优化控制策略。一方面，应保证动态无功补偿设备能和新能源发电设备协调一致地对无功功率进行快速精确地调整；另一方面，还要考虑到动态无功补偿设备对于电网中其他环节的影响来保证整个电网平稳运行。

（二）优化并网逆变器控制策略，降低谐波产生

就新能源并网发电系统而言，并网逆变器是新能源发电设备和电网之间的关键联接设备，优化控制策略对减少谐波产生和提高电能质量至关重要。传统并网逆变器的控制策略可能没有充分考虑新能源发电间歇性、波动性等特点，使得并网运行时谐波成分增加，给电网带来了污染。

为优化并网逆变器的控制策略和减少谐波的产生，有必要先对新能源发电设备输出特性和并网逆变器运行原理进行深入研究。基于此，可通过模型预测控制和滑模控制等先进控制算法来实现并网逆变器输出电流的准确控制从而降低谐波成分。

除优化控制算法外，并网逆变器也可在硬件设计上得到改善。比如，可使用性能较好的滤波电路来过滤并网逆变器输出电流中谐波成分。另外，也可考虑使用多电平逆变技术或者模块化设计等方法，提高电平数或者模块数以减小单个开关器件电压应力以减小谐波。

（三）加强电网结构建设，提升电压稳定性

鉴于新能源并网发电给配电网电能质量带来的冲击，强化电网结构是增强电压稳定性，确保电网安全平稳运行的一项重要战略。电网结构是电力传输与配置的依据，它的强弱与灵活程度直接影响电能质量。要想强化电网结构，就必须对电网布局进行优化。通过对电网输电线路以及变电站布局进行合理规划，能够降低电能在传输时的损失，提升电网传输效率。

通过强化不同地区电网间的连接，能够达到电能相互支持与调剂的目的，进而提升电网整体运行稳定性。当新能源发电功率发生波动后，互联互通电网能够快速配置其他地区电能对波动进行补偿，进而有效地抑制电压波动。

除此之外，还可以思考使用尖端的电网技术以增强电压的稳定性。例如，利用柔性交流输电技术（FACTS）和智能电网技术（Smart Grid）等前沿技术，能够对电网进行实时的观测和动态地管理，从而对新能源发电过程中功率波动迅速做出反应，确保电网电压稳定。

（四）完善并网标准与规范，确保新能源发电设备合规

在新能源发电技术迅速发展并得到广泛应用的背景下，提高并网标准及规范以保证新能源发电设备的合规运行已成为改善配电网电能质量，保证电网安全平稳运行的一项重要战略。并网标准及规范作为新能源发电设备并网运行的根本要求及指南，它的完善与否直接关系到新能源发电并网质量及电能质量。

要提高并网标准和规范，就必须先制定出科学合理的新能源发电并网技术要求。这些要求要覆盖新能源发电设备输出功率、电压、频率、谐波等主要技术参数，明确测试方法及验收标准。通过建立苛刻的技术要求能够保证新能源发电设备并网运行前性能优良且稳定，进而减少给电网带来的不利影响。

加大新能源发电设备接入电网监管。电网运营商要建立健全新能源发电设备并网检测机制，做好新能源发电设备并网前综合检测工作，保证设备符合并网标准和规范要求。与此同时，并网时还要对新能源发电设备不断监控与管理，发现问题及时解决，保证设备时刻处于

合规状态。

在推行完善并网标准及规范等战略的同时，也需充分考虑新能源发电自身特点及发展趋势。比如在新能源发电技术不断革新突破的背景下，并网标准及规范还需不断地更新完善才能满足新能源发电的新需求。与此同时，还要加强对于新能源发电设备制造商、运营商等方面的培训及引导，增强他们对于新能源发电设备并网相关标准、规范的了解及实施。

（五）强化电网调度管理，优化能源发电协调运行

新能源并网发电大环境下，加强电网调度管理和优化能源发电和谐运行是改善配电网电能质量，确保电网安全平稳运行的重点战略。电网调度管理是电力系统中运行最核心的一环，电网调度管理的有效性、协调性对电网整体性能与稳定性有着直接的影响。

第一，建立起一套完整的调度管理体系。该系统要覆盖新能源发电设备并网调度、传统能源协同运行和电网故障紧急处置，以保证电网各工况稳定运行。同时该调度管理体系还具有灵活性高、适应性强等特点，可以对新能源发电功率波动、电网结构变化等做出快速反应。

第二，能源发电协调运行机制有待优化。新能源发电和传统能源发电具有输出特性和响应速度不同的特点，必须通过优化协调运行机制来使新能源和传统能源相互补充、相互配合。可将先进预测与优化算法引入电网调度，实现新能源发电与传统能源发电出力准确预测与协调控制，降低电网功率波动与频率偏移。

第三，加强对电网调度人员培训与管理。电网调度人员作为电网运行一线工作人员，他们的专业素养与应急处理能力的高低直接关系到电网能否安全、稳定地运行。所以，电网调度人员要经常接受专业培训，以增强他们对于新能源发电特性以及电网调度技术等方面的了解。

（六）推广电能质量在线监测，及时应对电能质量问题

伴随着新能源并网发电的不断扩大，电能质量问题越来越突出、普及电能质量在线监测并对其做出及时处理已成为确保电网安全平稳运行和改善用户用电体验等方面的一项重要战略。电能质量在线监测可以对电网中电压、频率、谐波等关键参数进行实时监控，对电能质量问题进行及时发现与预警，从而为电网调度与运行管理提供强有力的支撑。

要普及电能质量在线监测工作，就必须先建立一个健全的监测网络。这个网络应该涵盖电网中的所有核心节点，这包括新能源发电设备的并网点和重要负荷的供电点等，以确保能够全方位、准确地监控电网的电能质量状态。同时该监测网络应具有较高可靠性与稳定性，可在多种工况中连续稳定工作。

对监测数据进行深度挖掘与分析能够揭示电能质量问题产生的根本原因及发展趋势，从而为电网调度及运行管理等工作提供科学依据。同时，也可结合监测数据及用户用电数据进行用电行为分析及电能质量优化研究以进一步提高电网服务水平及用户满意度。

实施普及电能质量在线监测策略的同时，也需充分考虑新能源发电特点及发展趋势。比如，在新能源发电技术不断革新与突破的过程中，电能质量问题种类与特点都有可能发生改变。为此，监测网络与分析方法需不断地更新与改进，才能满足新能源发电的新需求。

总结

文章就新能源并网发电给配电网电能质量带来的影响进行综合分析，并且提出几种应对策略。从优化并网逆变器的控制策略、加强电网结构建设、健全并网标准和规范、加强电网调度管理、普及电能质量在线监测等方面进行了研究，本研究能够有效改善配电网电能质量、确保电网安全平稳运行、改善用户用电体验。实施这些战略，需要政府、企业、科研机构的通力合作与配合。放眼未来，在新能源发电技术不断革新与突破的背景下，需不断重视新能源并网发电带来的电能质量问题，不断改进与优化应对策略，促进电力系统可持续发展。

参考文献

- [1] 魏旻珉, 杨孝东. 新能源并网发电对配电网电能质量的影响研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(7): 4.
- [2] 万文文, 张国平, 张旭. 新能源发电并网对配电网运行的影响分析[J]. 电子技术, 2023(7): 282-283.
- [3] 卫春晓. 新能源并网发电的配电网关键技术分析[J]. 中国战略新兴产业, 2022(36): 46-48.
- [4] 宋昌军. 新能源发电并网对配电网运行的影响及应对措施[J]. 电气技术与经济, 2023(1): 147-149.