

新能源发电并网对电能质量的影响研究

王世运

华润新能源（大同阳高）风能有限公司，山西 大同 038100

摘 要： 当前能源危机的紧迫性提升，在可持续发展理念下开发新能源是缓解能源资源紧张状况的关键途径。电力作为驱动机械设备运行的核心动力，应用领域极为广泛，因此新能源的研究与应用重点在于实现多种能源向电能的有效转换。面对新能源发电技术所面临的挑战，与现有电网的整合运行可能对电网的稳定性产生影响，本文研究新能源发电并网必要性以及对电能质量的影响，提出对于新能源发电并网提升电能质量的策略，有利于促进国内新型能源技术的发展。

关 键 词： 新能源；发电并网；电能质量

Study on the Impact of Grid-Connected New Energy Generation on Power Quality

Wang Shiyun

China resources new energy (Datong Yanggao) Wind Energy Co., Ltd., Datong, Shanxi 038100

Abstract： the urgency of the current energy crisis, under the concept of sustainable development to develop new energy is to ease the tension of energy resources the key way. As the core power of driving mechanical equipment, electric power is widely used in many fields, so the research and application of new energy is focused on the effective conversion from various energy sources to electric energy. Faced with the challenge of new energy generation technology, the integration operation with the existing power grid may have an impact on the stability of the power grid, the strategy of improving power quality by grid-connected new energy generation is beneficial to promote the development of new energy technology in China.

Keywords： new energy; grid-connected power generation; power quality

引言

在新时代背景下，开始深入探究全球能源分配与气候变化之间的关系。新能源技术因其在缓解全球能源危机和环境问题方面的重要作用，受到国际社会的广泛关注。太阳能、风能以及生物质能等新兴能源形式被视为可持续发展能源体系的关键支撑，然而与传统的燃料相比，新能源存在较大的波动性和供电的不稳定性，为电能质量的稳定运行带来挑战。随着大规模新能源发电并网，确保电力供应质量符合标准，已成为电力工程和技术研究领域需要解决的关键问题。

一、新能源发电并网必要性

（一）资源优化利用

新能源发电并网使用的原因在于能够使可再生能源得到有效地应用。目前主流的能源供给依赖于化石燃料，而化石燃料的剩余量有限且对自然环境产生的污染越发突出。另外新能源标志着环保与清洁，其来源广泛且对环境的破坏小。通过新能源发电并网，能够大面积地开发利用可再生能源，降低对传统能源的依赖，进而改善能源的整体分配格局，转向能源使用的持续性发展^[1]。

（二）减少碳排放和保护环境

新能源发电并网的重要性同时体现在降低温室气体排放及维护自然生态。传统电力生成主要依赖煤炭、石油燃烧等手段，导致大量二氧化碳等恶劣气体释放至大气层，气体的排放对地球暖化和气候模式造成了不利影响。相反新能源发电并网几乎不会排放温室气体或其他有害物质，减轻了对空气和水质的污染，因此对环境的保护起到重要的作用^[2]。通过将新能源融入电网系统，有助于电力供应结构往更环保、低碳的方向改进，降低对生态环境的不利影响。

（三）提高电力供应的灵活性和可靠性

新能源发电并网可以增进电能供给的柔韧性及确保性。常规

作者简介：王世运（1988.11-）男，汉族，山西省大同市平城区，本科，工程师。研究方向：新能源发电与并网。

发电方式由于受能源存量及分布区域的制约，提供电力具有局限性，在电力消费迅猛扩大的状况下可能会遭遇供不应求的难题。新能源种类繁多分布广泛，如太阳能和风能等，可以在多个区域布置，在不同的时间段产生电能。新能源发电并网能够增强电力供应的柔性，最大化地开发利用各类再生能源，可以均衡电能的供给与需求，减少电力系统的潜在风险，并提升供电的稳定性。

二、新能源发电并网对电能质量的影响

（一）对电网谐波的影响

新能源发电并网主要包含了太阳能系统和风能系统两大类。由于绝缘栅双极型晶体管（IGBT）固有的电学特性以及逆变器脉宽调制（PWM）控制策略的独特之处，新能源发电并网在实际操作中往往伴随着电压和电流的谐波干扰。特别是在太阳能系统中，自然日照的变化性、流动云朵的遮蔽性以及其它物体投下的阴影，都引起太阳能板发电效能的间歇性波动，由此而导致的谐波污染。此外在发电功率较弱的时间段内，电流谐波失真率将显著升高^[3]。风电场与电网连接时产生谐波的原因主要包括两个方面：一是风力发电系统中功率电子元件引发的谐波；二是电网中并接电容与导线电感共振作用造成的谐波。

比如：某风力发电站配置具备可调速功能的风力发电机，其产生的电流谐波程度与其调制策略以及开关操作的频率相关，采用不同的脉宽调制技术，变速风机发出的电流谐波模式会展现出差异。在固定的开关频率调制下，电流谐波在开关频率的双倍频点附近会形成峰值；而在可调的开关频率调制中，则导致更为显著的中间谐波与亚谐波。此外由电网的非对称故障及配电系统固有的电压谐波造成的额外谐波也会在该可再生新能源发电设备中产生，其表现特征依据变频器的控制策略而定^[4]。

（二）对电网频率的影响

在输电网络的正常运行阶段，通常无法碰到频率的异常变动。比如：在较小规模的光伏发电系统中，许多发电装置即刻加入或退出，输电网络的频率依然会控制在既定的安全界限之内。然而随着新能源发电并网在整个电力系统中所占比例日益上升，由于新能源发电并网存在不稳定性，能够引发电网频率的波动，可能对电网本身及其用户带来重大的不利影响。比如：在风力发电站中，可以把电量起伏对电力系统的作用转换成火力发电机组的转速改变与风力发电站产能起伏的传递函数，并搭建评价风电起伏对网络频率的影响模型。通过模拟计算可知，在频率0.01—1.00Hz之间，火力发电机组所发电量的波动程度较高且风电的起伏对整体电网产生显著影响，构造风力机组的等效单机模型和结合实际测得的风机输出功率，能够模仿不同电力渗透水平下电网频率的变化情况。比如：在一组1.5MW的绿色能源发电机组中，如果电力系统的频率偏差振幅是0.5Hz，当新能源发电并网的市场渗透率达到18%时，所产生的频率偏差将最贴合既定的标准界限。在新能源发电并网实践中，为了适应电力网络大面积采纳绿色能源的情形，深入分析新能源发电的不稳定特质及其不规则性，需要新能源发电的输出预测与电网运营的调度策略紧密结

合起来，监测电网频率的变化，确保新能源发电并网能够稳定供电，满足社会生产和民众生活的需求。

（三）对馈线稳态电压的影响

在传统的电网装置中，短期的电压减少通常不会引发严重损害，但现代电网中多样的器材对电压的稳定性响应不同，尤其是对电压波动非常敏感的精细化设备，即便是瞬间的电压降低，也可能导致重大的经济损失。在新能源发电并网中维持供电网的电压稳定，需要借助于变压器和动态无功补偿设施的帮助。在实施电压调控过程中，如果新能源发电并网的份额超标，由于发电功率波动较大，可能引起供电路线超负荷，无法确保电力调配的平稳执行。同时新能源发电并网中发电站相互之间的间隔对此具有决定性的作用，随着新能源发电站和传统电站的间隔扩大新能源发电并网在电力系统中的比例也相应提升，与电力输送的距离关联密切，在负荷比例上升的情况下发电侧可能会出现电流反向流动的现象，并且电压分布也无法保持一致^[5]。

（四）对孤岛现象的影响

随着电力网络承受力的减轻，新能源发电并网将持续向电力网络供能，需要确保该网络具备自主运行的能力，避免孤岛现象出现。孤岛现象可能导致网络在电压和频率上发生不稳定波动，如果波动超过了电力网络运行的安全门槛可能对设备的正常运作造成严重影响^[6]。孤岛现象不仅对电力系统产生剧烈撞击，同时也会危害工作人员的身体健康，如果输电线路出现孤岛状态，自动断电的可能性将会持续存在；当电网负荷能力超出预设阈值时，可能会导致运行过速，从而引发逆变设备过热现象，增加火灾风险，从而对维护人员的生命安全构成潜在威胁。

三、新能源发电并网对电能质量控制策略

（一）电力系统调度优化

在新能源发电并网下，为保持系统稳定，电网的调控优化成为重要环节，通过采用高智能技术来合理安排发电单元的发电量，维持电网运营的经济效益与稳定性之间的平衡，包括减少输电损耗、提升发电单元工作效率、保障电能质量以及更加灵活对待新能源发电并网产能的波动。在电力系统的优化调控过程中，运用数理模型和高效计算方法对包含常规燃油发电设施、新能源发电单元、消费负载等元素的系统进行精确塑造，并对电网的结构连接特性进行深入的探讨。由于如风能与太阳能发电这类新能源的可变性，采用高级智能算法对发电量进行实时动态调整，可以充分响应新能源变动带来的供电系统的不稳定性，实现最佳发电效益。在设计高效的电力调节方案时，需要综合考虑电力系统面临的实际状况，如新能源产能、用电需求以及输电网络的传输效率等多种要素，通过精准的电力分配与调控，能有效地降低新能源不稳定性给电网带来的影响，增强电力网络的健康度与稳健性，因此精细化的电网调度能够同时保障新能源发电并网和电力系统运行稳定^[7]。

（二）应用储能技术

随着新能源发电并网比例不断上升，电力供应系统经常遇到

因为新能源的波动性和间断性所引起的供电与需求之间的失衡状况。为了有效地解决上述问题，现代电力供应系统正日益采用众多不同的储能手段，包括电池储能、超级电容和超导储能。其中，电池储能技术因其广泛的应用而占据主流，特别由于锂电池的高储能效率、较长的使用周期和迅捷的充放电特性而应用广泛。锂电池储能技术为电力网络提供了包括频率控制、负载均衡和电压维持在内的核心服务。超级电容器相较于常规电池，在充电和放电的速度上展现了更高的效率，融合一般电容器的高功率优点以及电池的强储能特性。尽管超级电容器储能总量不及电池储能，但在电力系统中对于迅速响应的环节具备较强的优越性。超导储能技术借助无电阻的超导线圈进行电能储存，不仅效能较高还具备延长使用寿命的特质。当与其他储能方式相比，超导储能技术能基本零损耗地存储和释放能量，因此在对高功率、短时效应的电力场景，例如维护电网稳定性及负载平衡中，显现出巨大的应用前景。

（三）设置适当的滤波设备

随着新能源发电并网，在多元因素作用下配电网络的结构形态会相应变化，导致故障发生时电流的路径和强度出现变动，增加电力系统配合的复杂程度，并可能对保护措施的功效带来负面效应，因此在风力发电厂运营中，需注意风力增减现象的单独出现^[8]。同时风力发电厂的集约式并联同样会容易引发较强的区域性谐波电流，所以需要混合使用不同类型风力涡轮机进行安装。在电力供应网络里，需要制定能够发出与消纳感性电压的谐波滤除装置，能够大幅提升系统的功率因素和电压的稳定程度，也能更加有效地管控系统的振动情况。当有降低网络滤波功效的需求时，通过对电力分配网的可靠性进行评估，能为该网络制定出最理想的供电策略^[9]。在输电网络中，持续上升的负荷需求和长距离传输导致输电过程中出现低频率振荡，需要通过有效手段加以调节。如果遇到温度增高、供电条件变化等外部因素作用，会导

致系统参数的变动，从而影响到系统固有的频率。在供电条件保持稳定的情况下，系统可能会发生共振现象，严重影响电力系统的传输效能和输出功率。

（四）智能调度与协同控制

其一，监控系统持续追踪新能源发电并网的频率、电压以及短暂平衡等重要参数，可以实时捕获关于电力系统性能的数据，此外相关信息与数据被送往智能调控中心可以支持未来决策的制定。其二，调控系统依据即时数据进行性能分析，可以拟定合适的管理方案，例如调节储电设施状况或对充放电活动进行智能分配，提升整个系统的性能水平。在此流程内，智能分配系统主要针对电力需求与新能源发电量的不同，策划存储电力设备的充电和放电计划，确保电力供应的稳定与均衡。其三，系统利用智慧型调度及协作控制，有效实施电力系统即时的反应与调节，确保在并入新型能源发电的情况下，系统能够快速适应各种运行状况，保持电力网络的平衡。利用智能化调度和协作控制手段，能对新能源发电并网的不稳定性实现更加灵敏、智能地应对，增强系统的可靠性与坚固性，为实际操作带来有效的应对策略^[10]。

四、结束语

总而言之，在技术的发现下，新能源发电并网取得显著成果，通过风能、太阳能和海洋能转换为电能，有利于降低环境污染，并促进自然生态可持续性。然而在新能源发电并网中对电网谐波、电网频率、馈线稳定电压、孤岛现象产生的影响，不利于控制电能质量，因此需要由于电力系统调度，应用储能技术，设置适当的滤波设备，智能调度与协同控制，保障供电的稳定性，确保人们日常生产和生活用电，同时保持能源产业健康稳健发展，助力社会发展与进步。

参考文献

- [1] 蒋媛杰. 新能源发电并网对电网电能质量的影响分析 [J]. 电子技术, 2023, 52(12): 92-93.
- [2] 张立东. 新能源发电并网对电网质量的影响分析 [J]. 集成电路应用, 2023, 40(12): 404-405.
- [3] 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, 52(07): 282-283.
- [4] 王艳. 新能源发电并网对电网电能质量的影响及控制措施 [J]. 光源与照明, 2023, (06): 243-245.
- [5] 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, (01): 147-149.
- [6] 王芳. 新能源发电并网系统的控制 [J]. 中国战略新兴产业, 2024, (18): 73-75.
- [7] 张丹, 万雄彪, 何常胜, 等. 基于谐波能量分布特征的新能源并网发电系统短时孤岛检测新方法 [J/OL]. 昆明理工大学学报 (自然科学版), 1-12[2024-08-23].
- [8] 吴杰, 杜思阳. 新能源发电并网接入技术稳定性及可靠性分析 [J]. 自动化应用, 2023, 64(S2): 24-26.
- [9] 许嘉雯. 储能技术在新能源发电技术中的应用研究 [J]. 应用能源技术, 2023, (12): 41-45.
- [10] 马乐. 新能源发电并网调度自动化系统设计要点 [J]. 中国新技术新产品, 2023, (21): 7-9.