

# New Energy Grid Connection Technology and Its Impact Assessment

Yaxiong Lei

PowerChina Hebei Electric Power Engineering Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050031, China

## Abstract

This paper explores the basic principles, common methods, and development trends of new energy power grid connection technology, analyzes the key elements of grid connection technology, including equipment selection and configuration, process control and monitoring, and safety and stability considerations. At the same time, the impact of new energy grid connected technology on the power system, environment, and economy was evaluated. Wind energy grid connection technology can be divided into two types: constant speed constant frequency and variable speed constant frequency. The former uses mechanical transmission, while the latter uses power electronic converters for energy conversion. These grid connected methods not only improve the utilization rate of new energy, but also contribute to the stability and optimization of the power system, which is of great significance for promoting global energy transformation and achieving sustainable development.

## Keywords

new energy electricity; grid connected technology; impact assessment; power system; environment; economics

## 新能源电力并网技术及其影响评估

雷亚雄

中国电建集团河北省电力勘测设计研究院有限公司, 中国·河北 石家庄 050031

## 摘要

论文探讨了新能源电力并网技术的基本原理、常见方式及发展趋势,分析了并网技术的关键要素,包括设备选择与配置、过程控制与监测、安全与稳定性考量。同时,评估了新能源电力并网技术对电力系统、环境及经济的影响。风能并网技术可分为恒速恒频和变速恒频两种,前者采用机械传动方式,后者则采用电力电子变换器进行电能转换。这些并网方式不仅提高了新能源的利用率,还有助于电力系统的稳定和优化,对于推动全球能源转型和实现可持续发展具有重要意义。

## 关键词

新能源电力; 并网技术; 影响评估; 电力系统; 环境; 经济

## 1 引言

随着全球能源结构的转型与可持续发展需求的日益增长,新能源电力并网技术成为推动能源革命的关键一环。该技术旨在有效整合风能、太阳能等可再生能源,实现其高效、稳定地接入电力系统。然而,新能源并网过程中带来的电压波动、频率稳定性及电网调度等挑战不容忽视。因此,深入探究新能源电力并网技术及其影响评估,对于优化能源配置、保障电网安全稳定运行及促进经济社会可持续发展具有重要意义。论文从技术原理、实施策略及影响评估等方面展开系统研究。

## 2 新能源电力并网技术概述

### 2.1 并网技术的基本原理

新能源电力并网技术的基本原理,涉及多个学科和技术的交叉融合。其核心在于通过一系列复杂的转换和控制机制,实现新能源发电设备与现有电网之间的有效连接和互动。这一过程中,电力电子技术起到了至关重要的作用。它利用先进的电力电子变换器,如并网逆变器,将新能源发电设备产生的直流电转换为交流电,并确保输出的交流电与电网的频率和相位保持同步。这一过程不仅要求转换效率高,还需要保证电能质量稳定,避免对电网造成不必要的干扰。同时,控制技术也是并网技术的关键一环。它通过对新能源发电设备的实时监测和精确控制,实现对并网功率的灵活调节。这种调节能力对于应对新能源发电的间歇性和波动性至关重要,有助于保持电网的稳定运行。此外,通信技术也在并网技术中发挥着重要作用。它实现了新能源发电设备与电网调度中心之间的信息交换和远程监控,为新能源的高效利

【作者简介】雷亚雄(1990-),男,中国河北石家庄人,硕士,高级工程师,从事电力工程设计、数字化设计研究。

用和电网的智能化管理提供了有力支持<sup>[1]</sup>。

新能源电力并网技术的基本原理是通过电力电子技术、控制技术和通信技术的综合运用，实现新能源发电设备与电网之间的有效连接和互动，为新能源的广泛开发和利用提供了重要保障。

## 2.2 常见的新能源电力并网方式

新能源电力并网技术是指将新能源发电系统与电力系统相连接，实现电力互补与互动。常见的新能源电力并网方式多种多样，每种方式都有其独特的适用场景和技术特点。光伏并网技术是一种常见的并网方式，它将光伏发电系统产生的电能接入电力系统，实现电力互补。根据并网方式的不同，光伏并网技术又可分为集中式和分布式两种。集中式光伏并网技术通常将光伏发电系统集中连接到一个升压站，通过变压器升压后与电力系统连接，适用于大规模电力供应。而分布式光伏并网技术则将光伏发电系统分散地连接到电力系统中，实现小规模的电力供应，更加灵活。风能并网技术也是重要的新能源并网方式。它将风力发电系统产生的电能接入电力系统，实现电力互补<sup>[2]</sup>。

## 2.3 并网技术的发展趋势

新能源电力并网技术的发展趋势呈现出多元化与高效化的特征。随着全球能源结构的转型和对环境保护的日益重视，新能源电力并网技术正逐步成为能源行业的重要发展方向。一方面，直流并网技术以其高效、简洁的特点，成为未来大规模新能源组网的主要发展方向。相较于传统的交流并网方式，直流并网技术可以显著简化电能变换环节，提高设备功率密度和传输效率。然而，直流并网系统在整体架构、升压变换、运行控制等方面仍面临诸多挑战，需要持续的技术创新和突破。另一方面，随着新能源渗透率的不断提高，分布式新能源并网技术也呈现出快速发展的态势。分布式新能源通常建设于用户负荷周边，所发电能与本地负荷在配网层面实现消纳与平衡。采用先进的并网技术，可以有效解决分布式新能源接入带来的谐波污染、谐振问题以及中间功率变换环节的增加等问题，显著提升系统对分布式电源的承载与消纳能力<sup>[3]</sup>。

新能源电力并网技术的发展趋势将更加注重技术的多元化与高效化，以适应未来大规模新能源并网的需求，推动能源结构的优化和环境保护的实现。

# 3 新能源电力并网技术的关键要素

## 3.1 并网设备的选择与配置

在新能源电力并网技术的关键要素中，并网设备的选择与配置是至关重要的一环。新能源发电，如风能和太阳能，具有随机性和波动性，这对并网设备提出了特殊要求。首先，并网设备需要具备良好的适应性，以应对新能源发电的不稳定性。例如，逆变器、变压器等关键设备需要具有高转换效率和低谐波含量，以确保并网电能的质量和稳定性。其次，

这些设备还需具备智能并网技术，以实现自动投切和功率优化分配，提高能源利用效率。在设备配置时，需要考虑新能源发电系统的规模和特性。根据项目的实际需求，合理配置逆变器和变压器的容量和数量，以确保设备能够满足电网的电压等级和额定功率要求。最后，还需考虑设备的可扩展性和可维护性，以降低后期运营和维护成本<sup>[4]</sup>。在并网设备的选择过程中，应优先选择技术成熟、性能稳定的品牌和型号，确保设备的质量和可靠性。同时，还需了解国家和地方的并网政策及相关法规，确保所选设备符合标准，具备相应的质量认证和入网许可。

并网设备的选择与配置是新能源电力并网技术中的关键环节，需综合考虑设备性能、项目需求、政策法规等多方面因素。

## 3.2 并网过程的控制与监测

在新能源电力并网过程中，控制与监测环节起着至关重要的作用。新能源如太阳能和风能，由于其间歇性和波动性，发电过程易受自然因素影响，导致输出功率不稳定，对电网的电能质量和稳定运行带来挑战。因此，并网过程需通过先进的控制技术，如安装电能质量实时监控装置，对电压波动、电压偏差及谐波变化进行即时监测。这些装置能够精确捕捉系统中的异常情况，及时发出预警，从而有效防止电能质量问题的发生。同时，为了减少谐波对电网的负面影响，新能源并网过程中还需采取减少谐波影响的措施。例如，在风力发电厂，可以采用不同的风机混合装置，避免单独风速变化引起的电力系统不稳定。此外，有源电压滤波器和无功功率补偿器等设备的应用，也有助于稳定发电量，提升发电质量，确保新能源并网的安全性和可靠性。在整个并网过程中，还需通过电力逆变器和负荷跟踪器等辅助设备，快速响应电网波动，产生相应的激励以抵消波动，进一步保障电网的稳定运行。通过这些控制措施和实时监测手段，新能源电力并网技术得以不断优化，为新能源的规模化发展和应用奠定了坚实基础<sup>[5]</sup>。

## 3.3 并网安全与稳定性考量

新能源电力并网技术的关键要素中的并网安全与稳定性考量是至关重要的。新能源发电，如风能、太阳能等，具有间歇性和波动性，这使得电力输出在不同时段存在较大的差异，容易对电网的稳定运行构成挑战。因此，在并网过程中，必须严格确保电网的安全性和稳定性。为实现这一目标，需要采取一系列技术手段。一方面，通过安装电能质量实时监控装置，对电网中的电压波动、电压偏差以及谐波变化进行及时的监督管理，以应对新能源发电的不稳定性。通过采用有源电压滤波器和无功功率补偿器等设备，可以有效稳定发电量，提升发电质量，确保新能源并网能够发挥有效的作用。另一方面，新能源并网对电网频率、电压以及潮流分布的稳定性都有显著影响。当新能源发电突然减少或增加时，会引起电网频率、电压的快速变化，造成电网稳定性下降。

因此,必须深入分析新能源并网对电网稳定性的影响,制定合理的调控策略,以保障电网的安全稳定运行。

并网安全与稳定性考量是新能源电力并网技术中的核心要素,需要通过一系列技术手段和调控策略,确保电网在新能源并网过程中的安全稳定运行。

## 4 新能源电力并网技术的影响评估

### 4.1 对电力系统的影响

新能源电力并网技术对电力系统的影响深远且复杂。首先,新能源如风电和光伏发电具有间歇性和波动性,其并网后显著影响电力系统的稳定运行。由于新能源发电设备易受天气条件影响,导致出力具有不确定性,进而增加了系统调频和调压的难度。随着新能源并网比例的不断提升,系统转动惯量减小,频率调节能力降低,功率扰动可能引发更大的频率波动问题。新能源并网还会对电力系统的电能质量产生影响。新能源发电设备在启动和关闭过程中会产生谐波分量,若处理不当,可能导致谐波污染,影响电网和用户设备的正常运行。其次,新能源发电设备的低抗扰性和弱支撑性,可能导致电网局部电压越限问题突出,增加了电网运行的潜在风险。新能源并网对电力系统的规划、调度和运行管理提出了更高要求。为确保新能源的有效消纳和电网的安全稳定运行,需要不断提升电力系统的智能化水平,优化调度策略,提高系统的灵活性和适应性。最后,还需加强储能技术的研发和应用,以平抑新能源出力的波动性,促进新能源的充分利用。

### 4.2 对环境的影响

新能源电力并网技术对环境的影响是深远且积极的。传统燃煤发电及石油、天然气等化石燃料的利用会产生大量的二氧化碳等温室气体,对环境造成显著污染和气候变化。相比之下,新能源发电具有零排放或低排放的特点,其并网运行显著减少了温室气体的排放,对改善空气质量和减缓气候变化起到了重要作用。太阳能、风能等新能源的开发和利用,无需开采或运输成本,对环境无害。例如,太阳能发电利用过程中不产生污染,风能设施多为立体化设施,可以保护陆地生态,环保性十分优越。这些新能源的广泛应用和并网运行,有助于减少对传统燃煤发电的依赖,降低能源依存度,提高能源供应的安全性,并推动清洁能源产业的发展。然而,新能源电力并网也对电网的管理和运营提出了新的挑战。由于新能源发电的波动性和间歇性,电网需要具备快速调度能力,以适应能源的变化。此外,新能源发电的分布性带来了电网结构的改造和升级需求,包括建设新的输电线

路、改造变电站等。这些举措虽然增加了初期投资,但从长期来看,对环境的积极影响是显而易见的。

### 4.3 对经济的影响

新能源电力并网技术对经济的影响是深远且复杂的。一方面,新能源的接入显著改变了电力系统的结构,大规模的风电、光伏发电等新能源发电具有随机性和波动性,这增加了电力系统的运行难度和复杂性,对电力系统的安全稳定运行带来挑战,从而影响了电力系统的运行经济性。由于新能源设备涉网性能标准偏低,其频率、电压耐受能力较差,易引发脱网问题,这进一步加大了电力系统的经济负担。另一方面,新能源电力并网技术也带来了经济效益。随着新能源技术的不断发展和成本的逐渐降低,新能源电力在市场上的竞争力日益增强。新能源的接入可以减少对传统能源的依赖,降低能源成本,促进能源结构的优化。同时,新能源电力并网技术的发展也推动了相关产业的发展,如储能技术、电力气象技术等,这些新兴产业的发展为经济增长提供了新的动力。然而,新能源电力并网技术也带来了一些经济挑战,如新能源发电出力不稳、随机波动给电网规划建设、运行管理带来了巨大的压力,需要投入更多的资金和技术进行解决。

新能源电力并网技术对经济的影响是多方面的,需要全面考虑并采取相应的措施来应对。

## 5 结语

论文系统探讨了新能源电力并网技术的核心内容与影响,首先概述了新能源电力并网的基本原理、常见方式及发展趋势,随后深入分析了并网技术的关键要素,包括设备选择、过程控制及安全稳定性考量。进一步地,论文从电力系统、环境及经济三个维度全面评估了新能源并网技术的影响,总结了研究成果与贡献,并指出了当前存在的问题与未来研究方向,为新能源电力的可持续发展提供了有益参考。

### 参考文献

- [1] 李艳,张磊.新能源并网对电力系统电能质量的影响及应对策略[J].光源与照明,2024(1):234-236.
- [2] 李子秀,陈宁,李建华,等.输电网故障时新能源并网点电压跌落及影响范围计算方法[J].高电压技术,2024,50(3):1122-1130.
- [3] 任豪.电气工程中新能源并网技术与电网适应性研究[J].2024.
- [4] 张勇.风力发电技术及其并网影响[M].赤峰:内蒙古科学技术出版社,2010.
- [5] 马燕峰,李金媛,王子建,等.基于量测数据的新能源电力系统区域等效惯量评估方法[J].电工技术学报,2024,39(17):5406-5421.