

# 新能源接入对电网稳定性的影响分析

唐保明

深圳市鑫旭源智慧能源有限公司 广东深圳

**【摘要】**随着全球对新能源的需求增加,风能和太阳能等可再生能源的接入已成为电力系统发展的重要方向。新能源的间歇性、波动性和不可控性对电网的稳定性和可靠性提出了巨大挑战。本文分析了新能源接入对电网运行的影响,重点讨论了负荷波动、电力平衡、频率控制和电压稳定性等方面的问题,并提出了应对这些挑战的技术和策略。研究表明,通过改进电网调度和加强智能化管理,可以有效减缓新能源接入对电网稳定性的负面影响,从而实现电力系统的安全、高效运行。

**【关键词】** 新能源接入; 电网稳定性; 频率控制; 负荷调节; 可再生能源

**【收稿日期】** 2025 年 12 月 14 日

**【出刊日期】** 2026 年 1 月 5 日

**【DOI】** 10.12208/j.jer.20260009

## Analysis of the impact of new energy access on power grid stability

Baoming Tang

Shenzhen Shiny Sunrise Smart Energy Co., Limited., Shenzhen Guangdong

**【Abstract】** With the growing global demand for renewable energy, integrating wind and solar power has become a key focus in power system development. The intermittent, fluctuating, and unpredictable nature of renewable energy poses significant challenges to grid stability and reliability. This paper analyzes the impact of renewable energy integration on grid operations, with particular emphasis on load fluctuations, power balance, frequency control, and voltage stability. It proposes technical solutions and strategies to address these challenges. The study demonstrates that enhanced grid dispatching and intelligent management can effectively mitigate the negative effects of renewable energy integration on grid stability, thereby ensuring safe and efficient power system operation.

**【Keywords】** New energy integration; Grid stability; Frequency control; Load regulation; Renewable energy

### 引言

电力系统作为现代社会的关键基础设施,其稳定性直接关系到经济和社会的正常运行。随着可再生能源的迅速发展,尤其是风能和太阳能等新能源的广泛接入,传统电力系统面临前所未有的挑战。新能源的波动性和不可预测性增加了电网的运行复杂性,如何确保电网的稳定性和可靠性,成为亟待解决的问题。本文旨在深入探讨新能源接入对电网稳定性所带来的影响,分析电力系统面临的主要问题,并探讨相应的解决方案。通过对这些问题的研究,不仅可以提升电网运行的稳定性,还能为未来电力系统的智能化发展提供理论支持和实践指导。

### 1 新能源接入对电网稳定性的挑战

新能源的接入对电网稳定性带来了显著的挑战。随着风能、太阳能等可再生能源在电力系统中的比例逐步增加,电网的运行环境发生了根本性变化。传统电

力系统依赖于火电、核电等调节能力较强的能源,其发电特性相对稳定且可控。新能源的接入改变了电力供应的模式,这些能源的波动性和间歇性大大增加了电网调度的难度<sup>[1]</sup>。特别是在风能和太阳能占比逐渐增高的情况下,电网必须面对频繁的供电波动和不确定性,这种不稳定性往往导致电力供需失衡,进而影响电网的频率稳定和电压质量。

电力系统的稳定性受到多种因素的影响,其中负荷波动和电力平衡问题尤为突出。新能源的发电特点使得负荷波动更加剧烈。风力发电的输出受风速的影响,太阳能发电则受到昼夜变化和天气条件的干扰,导致电力生产无法与实际需求精确匹配。为了应对这种不匹配,传统电网需要引入快速响应的备用电源,如调频机组或储能装置,以平衡供需之间的差异。在新能源占据较大比例的电网中,传统的调度手段面临着更大的挑战,因为这些备用电源也可能受到新能源波动的

影响,难以在短时间内提供足够的电力支持,导致电网稳定性下降。

电网稳定性的保障需要依赖一系列技术手段,尤其是实时监控和智能调度系统的应用。为了应对新能源带来的波动,越来越多的电网采用了先进的电力调度技术,通过精确预测和实时调节,实现电力供应的动态平衡。分布式能源系统、智能电表和储能技术的应用,为电网提供了新的解决方案。通过智能化管理,电网可以实现对新能源发电波动的实时监控与调整,提高系统的灵活性和响应速度<sup>[2]</sup>。储能技术的发展使得电能可以在低需求时储存,待需求高峰时释放,进一步减少了新能源波动对电网的影响。电网的稳定性依然面临严峻的考验,尤其是在极端天气或突发性负荷变化的情况下,电网稳定性的保障仍需依赖更多创新的技术和应急措施。

## 2 负荷波动与电力平衡问题分析

新能源的接入导致负荷波动的加剧,给电力平衡问题带来了更为复杂的挑战。传统电网中,负荷波动相对较为可控,电网调度员能够依据负荷预测和发电能力进行有效的调配。随着风能和太阳能等新能源的大规模接入,电力供应的波动性和不确定性大幅提高<sup>[3]</sup>。风能的发电量随风速变化,太阳能的发电量则受天气条件和昼夜变化的影响,这使得电网中的发电输出往往难以精准预测。新能源的波动性与需求的波动相叠加,尤其在高峰负荷时段,电网调度面临极大的压力。电力系统需要具备更高的灵活性,以确保负荷波动与发电量之间保持动态平衡,防止电网过载或频率偏移。

负荷波动不仅仅影响电力供应的平衡,还直接影响电网的频率和电压稳定性。在电网中,频率的稳定性是衡量电网是否健康运行的重要指标。频率偏高或偏低都会对电力设备造成损害,并可能导致大规模停电。当新能源发电量过高时,若未能及时消纳,可能导致电网过载,而当新能源发电量不足时,电网则面临供电不足的风险。频率的快速变化要求电网能够在极短时间内进行调节,而这对传统的电网调度方式提出了更高要求。除了频率,电压的稳定性同样受到负荷波动的影响。电压波动可能会导致设备的保护性停机,从而进一步影响电网的稳定运行。新能源的接入使得电网在调节电力平衡时,频率和电压的双重约束变得更加复杂。

面对这一挑战,电网调度需要不断优化和创新。在传统电网中,负荷平衡主要依赖于调频机组和火电机组的调度,但这些方式在新能源比例较高的系统中面临一定的局限性。调频机组和火电机组的调节速度和

灵活性不足,不能满足瞬时变化的负荷波动需求。为了提高电网的负荷调节能力,电力系统需要依赖更多具有快速响应能力的辅助服务,如储能技术和需求侧管理<sup>[4]</sup>。储能系统的应用可以有效缓解负荷波动带来的影响,通过储存低需求时段的过剩电力并在需求高峰时释放,平衡电力供应与需求之间的差异。需求侧管理作为一种新兴的调节手段,能通过调节用户用电需求来平衡电网负荷。通过灵活调配电力系统资源,可以在保障电网稳定性的同时,更好地适应新能源接入带来的挑战。

## 3 提升电网稳定性的技术与策略

提升电网稳定性的技术手段和策略对于应对新能源接入带来的挑战至关重要。电力系统的灵活性和智能化水平是确保电网平稳运行的核心。智能电网技术是提升电网稳定性的重要途径之一。通过智能化的调度与管理,电网能够实时监控和预测负荷波动,提前做好应对措施<sup>[5]</sup>。电力系统的实时数据采集和分析使得电网调度员能够根据实际情况调整发电和负荷调度,实现对电网运行状态的动态优化。智能电网的引入不仅提升了电网的响应速度,还加强了与新能源发电设备的协调,使得电网能够根据新能源发电的实际情况灵活调整,提高系统的可靠性和稳定性。

储能技术在提升电网稳定性方面也发挥着至关重要的作用。随着新能源的接入,电力系统面临着越来越大的调节压力,储能技术的出现为解决这一问题提供了有效的手段。储能系统能够在新能源发电过剩时储存多余的电能,待需求高峰时释放,从而实现电网的负荷平衡和供电的稳定性。储能系统还能够快速响应电网频率和电压的变化,在电网发生波动时提供短时间内的调节支持,缓解电网过载或频率失衡的问题。随着储能技术的不断进步,储能设备的成本逐渐降低,容量逐步扩大,使得储能技术在电网运行中的作用愈加重要。

为了进一步提高电网的稳定性,需求侧管理也成为了一项不可忽视的策略。通过调节用户端的负荷需求,电网可以实现更精细的平衡调节。需求侧管理不仅能够调节用户的用电高峰,减少负荷波动,还能够通过分布式能源的调度,提升电网资源的利用效率。利用智能家居和工业互联网技术,可以实现对终端用户用电需求的实时监控和管理,从而使电网能够根据实际负荷情况进行更加精准的调度<sup>[6]</sup>。需求响应机制的引入,使得用户能够根据电网的需求变化自愿调整其用电模式,进一步优化电网运行。通过这些手段,需求侧管理

不仅能提高电网稳定性，还能有效促进新能源与传统电网的融合，推动电力系统的智能化与柔性化发展。

#### 4 实现电网安全运行的关键措施

电网安全运行的保障依赖于多种关键措施的综合运用。面对新能源接入带来的挑战，电网调度系统需要具备更加灵活的调节能力，确保电力供应与需求之间的平衡。实现电网安全运行的首要措施之一是提升电网的自动化和智能化水平。随着智能电网技术的发展，电网能够实时监测和预测电力需求波动及新能源发电情况<sup>[7]</sup>。通过数据采集和分析，电网调度系统可以快速响应突发变化，调整发电输出和负荷分配，避免电网发生过载或频率波动。智能化调度系统的引入使得电网能够在更加复杂的环境下平稳运行，减少了人为操作的失误，提高了电网的安全性和可靠性。

在提升电网自动化的同时，完善电网的应急响应机制也是保障电网安全运行的关键。电网应急响应机制的核心在于能在电网出现异常时，迅速采取必要的措施，防止故障扩展或电网崩溃。应急预案的制定和演练，能够提高电网在突发情况下的应变能力。在新能源比例较高的电网中，频繁的负荷波动和电力不足现象更为常见，加强储能系统、备用电源以及调频服务等应急资源的配置显得尤为重要。通过储能系统快速充放电、备用电源及时接入等方式，能够有效缓解电网突发负荷变化对电网的冲击，保障电网的稳定运行。

电网安全运行的另一关键措施是加强电力系统的物理和网络安全防护。随着电力系统的信息化程度不断提高，网络安全问题也日益严重。电网的信息化系统中涉及到大量的通信设备和数据传输，如果遭遇恶意攻击或系统故障，可能导致电网的运行瘫痪。加强对电力系统通信网络的防护，防止黑客攻击或病毒入侵，是保障电网安全运行的重要举措<sup>[8]</sup>。物理设施的安全也不容忽视，电网设备的定期检查、维护和升级，确保其抗灾能力和持续稳定运行。通过多层次的安全防护措施，可以有效提高电网对各种风险的抵御能力，确保电网在各种复杂条件下能够稳定、高效地运行。

#### 5 结语

新能源的接入对电网稳定性提出了前所未有的挑战，但也促使电力系统在技术和管理方面不断创新和升级。智能电网、储能技术以及需求侧管理等关键技术的应用，有效提升了电网的调节能力和应急响应水平。在此基础上，加强电网的自动化、优化应急响应机制和强化网络安全防护，成为确保电网安全运行的必然要求。随着技术的进步和应用的深入，电网的稳定性和安全性将不断得到提升，为新能源的大规模接入提供坚实保障，推动电力系统朝着更加智能、高效和可靠的方向发展。

#### 参考文献

- [1] 边晓林,曹磊韩. 新能源接入背景下电网调度稳定性控制策略研究[J].张江科技评论,2025,(11):91-93.
- [2] 李小燕. 基于柔性配电网的新能源接入协调控制方法优化研究[J].电力设备管理,2025,(21):58-60.
- [3] 毛恒山. 新能源接入新型电力系统的协同控制与优化调度研究[J].中国高科技,2025,(21):61-63.
- [4] 杨晓婷,李斌,苏玮. 新能源接入对电网稳定性的影响与应对策略[J].光源与照明,2025,(01):222-224.
- [5] 李佳蔚,张冠宇. 大规模分布式新能源接入对省级电网稳定性影响[J].中国电力,2024,57(06):174-180.
- [6] 谢德兴,肖仕武. 新能源接入电网短路故障低电压穿越期间静态电压稳定研究[J].中国电机工程学报,2025, 45(17):6777-6790.
- [7] 翟晓敏,夏昊. 新能源接入电网稳定性控制策略研究[J].光源与照明,2023,(11):150-152.
- [8] 彭泽峰. 新能源接入电网的频率动态分析与在线惯量配置研究[D].四川大学,2023.

**版权声明：**©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

