

# 分布式电源对配电网供电可靠性的影响及应对措施

倪鹏程

国网蔚县供电公司, 河北 张家口 075700

**摘要：** 随着能源需求的增长和环保意识的提高, 分布式电源在配电网中的应用越来越广泛。本文深入探讨了分布式电源对配电网供电可靠性的影响, 分析了其带来的正面和负面影响, 并针对这些影响提出了相应的应对措施。通过对分布式电源接入配电网的技术研究和实际案例分析, 旨在为提高配电网供电可靠性提供理论支持和实践指导, 促进分布式电源与配电网的协调发展。

**关键词：** 分布式电源; 配电网; 供电可靠性; 影响; 应对措施

## The Impact of Distributed Generation on the Reliability of Power Supply in Distribution Networks and Countermeasures

Ni Pengcheng

State Grid Yian Power Supply Company, Zhangjiakou, Hebei 075700

**Abstract:** With the growth of energy demand and the improvement of awareness, the application of distributed generation in distribution networks is becoming increasingly widespread. This paper deeply explores the impact of distributed generation on the reliability of power supply in distribution, analyzes the positive and negative effects it brings, and proposes corresponding coping measures for these effects. Through technical research and practical case analysis of the access of distributed generation to networks, this paper aims to provide theoretical support and practical guidance for improving the reliability of power supply in distribution networks, and to promote the coordinated development of distributed generation and networks.

**Keywords:** distributed generation; distribution network; reliability of power supply; impact; countermeasures

### 引言

在全球能源转型的大背景之下, 分布式电源 (Distributed Generation, DG) 作为一种新型的能源利用方式, 其得到了迅速地发展。分布式电源通常是指功率在数千瓦至数十兆瓦的小型模块化、分散式的发电装置, 如太阳能光伏发电、风力发电、生物质能发电、微型燃气轮机发电等。因为这些电源靠近用户侧, 所以能够直接为当地负荷供电。其在减少电力传输过程中损耗的同时, 还有助于提高能源利用效率, 与降低对传统化石能源的依赖。

配电网作为电力系统的重要组成部分, 需要直接面向终端用户, 因此其供电可靠性将直接地影响到用户的用电体验和经济社会的正常运转。但分布式电源的接入打破了传统配电网的单一供电模式, 使得配电网的结构和运行特性发生了显著地变化, 对于配电网的供电可靠性产生了多方面的影响。因此深入地研究分布式电源对配电网供电可靠性的影响及应对措施具有重要的现实意义。

### 一、分布式电源的类型及特点

近些年来分布式电源在全球范围内呈现出快速增长的态势。根据国际能源署 (IEA) 的统计数据来看, 太阳能光伏发电和风力发电的装机容量在持续地攀升, 并在许多国家和地区已成为重要的能源供应来源。而在我国, 分布式电源的发展也是十分迅速的, 其主要原因是政府出台了一系列鼓励政策, 有效地推动了分布式能源产业的发展。特别是在东部沿海地区和一些光照、风力

资源丰富的地区当中, 分布式光伏发电和风力发电项目大量涌现。同时生物质能发电、微型燃气轮机发电等其他类型的分布式电源也在逐步地推广应用。

#### (一) 太阳能光伏发电

太阳能光伏发电是利用太阳能电池将太阳光能直接转化为电能的发电方式。其主要特点包括:

1. 可再生性: 因为太阳能是一种取之不尽、用之不竭的清洁能源, 所以它不会对环境造成污染<sup>[1]</sup>。

2. 分布广泛：太阳能资源在地球上分布广泛且不受地域限制，因此适合在各种地形和气候条件下建设。

3. 模块化：如果使用太阳能光伏发电系统，就可以根据实际需求进行模块化设计和安装。其灵活性高，也易于扩展。

4. 间歇性：光伏发电的输出功率受光照强度和天气条件的影响较大，所以会具有明显的间歇性和随机性。

### （二）风力发电

风力发电是将风能转化为电能的发电方式。其特点如下：

1. 可再生性：风能是一种清洁的可再生能源且无污染。

2. 能量密度高：在风力资源丰富的地区当中，风力发电的能量密度相对较高，所以具有较大的发电潜力。

3. 规模效应：风力发电场通常需要具有一定的规模，而通过多台风机的联合运行，就可以实现较高的发电效率。

4. 间歇性和波动性：因为风速的大小和方向会随时发生变化，从而导致风力发电的输出功率具有间歇性和波动性，所以给电力系统的稳定运行带来了挑战。

### （三）生物质能发电

生物质能发电是利用生物质能进行发电的方式，当中主要包括生物质直燃发电、生物质气化发电和生物质沼气发电等。其特点为：

1. 可再生性：生物质能来源于植物、动物等有机物质，其是一种可再生能源。

2. 环保性：生物质能发电过程中产生的污染物较少，即对环境比较友好。

3. 分散性：由于生物质资源分布较为分散，所以适合发展分布式发电。

4. 原料供应稳定性：生物质原料的供应受季节、气候等因素的影响，因此可能会存在供应不稳定的问题。

### （四）微型燃气轮机发电

微型燃气轮机发电是一种以天然气、柴油等为燃料，其主要是通过燃气轮机将热能转化为机械能，再通过发电机将机械能转化为电能的发电方式<sup>[2]</sup>。其特点有：

1. 高效性：微型燃气轮机具有较高的发电效率，其能够实现能源的高效利用。

2. 灵活性：该机械启动迅速，能够快速响应负荷变化，因此适合作为备用电源或调峰电源。

3. 低污染：燃烧过程中产生的污染物较少，且污染物符合环保要求。

4. 成本较高：因为设备投资和运行成本相对较高，所以在实际当中限制了其大规模应用。

## 二、分布式电源对配电网供电可靠性的正面影响

### （一）减少传输损耗，提高供电稳定性

分布式电源是在靠近用户侧接配电网，此举减少了电力传输的距离，从而降低了传输过程中的功率损耗。根据相关研究来看，传统配电网中的电力从发电厂传输到用户端，其传输损耗通

常在 8% - 15% 之间，但是分布式电源的接入可以使传输损耗降低至 20% - 40%<sup>[3]</sup>。而传输损耗的降低不仅提高了能源利用效率，还减少了因传输线路故障导致的停电风险，有效地提高了供电稳定性。

### （二）增强配电网的自愈能力

分布式电源的接入使配电网具备了一定的自愈能力。即当配电网发生局部故障时，分布式电源依然可以通过孤岛运行的方式，继续为部分重要负荷进行供电，进而避免了大面积停电的发生。例如某城市的配电网当中，当一条 10kV 馈线发生故障时，接入该馈线的分布式光伏发电系统迅速地切换到了孤岛运行模式，最终为周边的医院、消防等重要用户提供了持续的电力供应，有力地保障了这些用户的正常运行。

### （三）改善电压质量

分布式电源在运行过程之中，其可以根据配电网的电压情况进行无功补偿，做到调节配电网的电压水平。特别是对于一些偏远地区或负荷较重的区域来说，分布式电源的无功补偿作用可以有效地改善电压质量，从而减少电压波动和电压偏差，与提高供电可靠性<sup>[4]</sup>。如在某农村地区的配电网中，由于负荷增长和线路老化，导致该地区电压质量较差，会经常出现电压过低的情况。而在接入分布式风力发电系统之后，该系统通过风机的无功调节功能，使得该地区的电压水平得到了明显改善，最终用户的用电可靠性得到了提高。

## 三、分布式电源对配电网供电可靠性的负面影响

### （一）分布式电源的间歇性和波动性

因为太阳能光伏发电和风力发电等分布式电源受自然条件的影响较大，所以其输出功率具有明显的间歇性和波动性。实践中若分布式电源的输出功率突然发生变化，则可能会引起配电网的电压波动、频率变化和功率不平衡，从而影响配电网的稳定运行，降低了供电可靠性<sup>[5]</sup>。如在某地区的光伏发电项目中，由于云层的快速移动，导致光伏发电的输出功率在短时间内大幅度的下降，最终引起了配电网的电压波动，致使部分用户的电器设备出现了异常工作的情况。

### （二）对配电网保护的影响

分布式电源的接入改变了配电网的故障电流分布和流向，使得传统的配电网保护装置难以正确动作。即当配电网发生故障时，分布式电源可能会向故障点提供短路电流，从而导致故障电流增大或减小，使得保护装置的动作时间和动作范围发生变化。此时可能出现误动作或拒动作的情况，进一步影响到配电网的供电可靠性。

### （三）孤岛运行问题

当配电网发生故障或停电时，分布式电源如果不能及时的与配电网解列，就会形成孤岛运行状态。而孤岛运行可能会对电网维修人员的人身安全造成威胁，同时该情况也会影响配电网的重合闸和恢复供电过程，最终降低供电可靠性。此外，孤岛运行时分布式电源的输出功率与负荷需求难以匹配，就可能会导致电压

和频率不稳定,影响到用户设备的正常运行<sup>[6]</sup>。

#### (四) 与配电网的兼容性问题

不同类型的分布式电源在接入配电网时,其可能会与配电网的电气参数、控制方式等存在兼容性问题。例如一些分布式电源的谐波含量较高,就可能会对配电网的电能质量造成污染,进而影响其他设备的正常运行;或者一些分布式电源的控制策略与配电网的调度要求不匹配,此时就可能会导致分布式电源无法充分发挥其作用,甚至是对配电网的运行产生负面影响。

### 四、应对分布式电源对配电网供电可靠性影响的措施

配电网供电可靠性是衡量电力系统服务质量的重要指标之一,它会直接关系到用户的用电连续性和稳定性<sup>[7]</sup>。其中对于工业用户来说,停电可能导致生产中断、设备损坏,造成巨大的经济损失。而对于居民用户来说,停电会影响到日常生活的便利性,进而降低生活质量。此外随着社会经济的发展,一些对供电可靠性要求极高的行业,如金融、医疗、通信等,对于配电网的供电可靠性也提出了更高的要求。因此提高配电网供电可靠性是电力系统发展的重要目标之一。

#### (一) 优化分布式电源的配置和布局

相关人员在分布式电源的规划和建设过程中,应该充分地考虑到当地的能源资源、负荷分布和配电网结构等因素,以此为基础来优化分布式电源的配置和布局。而经过合理地选择分布式电源的类型、容量和接入位置,即可使分布式电源能够与配电网实现良好的匹配,在运行过程中就能够最大限度地发挥其对供电可靠性的正面影响,且减少负面影响。例如在太阳能资源丰富且负荷集中的地区,可优先建设分布式光伏发电项目,而在风力资源丰富的沿海地区或山区需合理地布局风力发电场。

#### (二) 加强分布式电源的控制与管理

为了应对分布式电源的间歇性和波动性,相关人员需要加强对分布式电源的控制与管理<sup>[8]</sup>。结合时代背景而言,相关人员应采用先进的控制技术,如最大功率跟踪控制、无功功率调节控制等,即使分布式电源能够根据电网的需求和自身的运行状态,自动地调整输出功率和无功补偿量,以此保持配电网的稳定运行。同时其还应该建立分布式电源的监测与管理系统,以实时地监测分布式电源的运行状态,确保能够及时地发现和及时处理故障,从而保证分布式电源的可靠运行。

#### (三) 改进配电网保护与控制策略

针对分布式电源接入对配电网保护的影响来说,相关人员需要改进配电网的保护与控制策略。一方面可采用自适应保护技术,使得保护装置能够根据分布式电源的接入情况和故障电流的变化,自动地在实践之中调整保护定值和动作特性,以确保保护装置的正确动作<sup>[9]</sup>。另一方面可引入智能电网技术,如分布式能源管理系统(DEMS)和微电网控制技术,借此实现对分布式电源和配电网的协同控制,达到提高配电网供电可靠性的目的。

#### (四) 解决孤岛运行问题

若想要在实际运行过程中防止孤岛运行对配电网供电可靠性

的影响,就需要对其采取有效的措施解决孤岛运行问题。目前最快速可靠的方法就是孤岛检测技术,当配电网发生故障或停电时,该技术能够及时地检测到孤岛的形成,并且使分布式电源与配电网迅速解列。与此同时还需制定出合理的孤岛运行控制策略,如在孤岛运行期间,通过调节分布式电源的输出功率和负荷需求,来维持孤岛内的电压和频率稳定,以确保重要负荷的正常供电。

#### (五) 提高分布式电源与配电网的兼容性

相关人员加强对分布式电源接入技术的研究和标准制定,即可解决分布式电源与配电网的兼容性问题。对此应积极地研发高效的谐波治理装置和无功补偿设备,目的是降低分布式电源对配电网电能质量的影响<sup>[10]</sup>。同时还需制定统一的分布式电源接入标准和规范,借此明确分布式电源的电气参数、控制方式和通信协议等要求,从而确保分布式电源能够与配电网实现无缝对接。

### 五、结语

分布式电源的接入对配电网供电可靠性既有正面影响,也有负面影响。其中正面影响主要包括减少传输损耗、增强配电网的自愈能力和改善电压质量等,而负面影响主要包括分布式电源的间歇性和波动性、对配电网保护的影响、孤岛运行问题以及与配电网的兼容性问题等。但是相关人员在实际安装采取优化分布式电源的配置和布局、加强分布式电源的控制与管理、改进配电网保护与控制策略、解决孤岛运行问题和提高分布式电源与配电网的兼容性等措施,就可以有效地应对分布式电源对配电网供电可靠性的影响,从而进一步提高配电网的供电可靠性。

### 参考文献

- [1]张敏.分布式光伏电源对配电网电压的影响与改善[J].模型世界,2024,(29):64-66. DOI:10.3969/j.issn.1008-8016.2024.29.021.
- [2]华一飞.计及分布式电源接入及电动汽车充电的配电网规划探讨[J/OL].中国科技期刊数据库工业A,2023(09)[2023-01-01].https://www.cqvip.com/doc/journal/3247736898.
- [3]缪宇峰.分布式电源光伏发电对低压电网的影响及对策[J].电气技术与经济,2023,(06):109-111.
- [4]乐健,郎红科,谭甜源,等.新型配电系统分布式经济调度信息安全问题研究综述[J].电力系统自动化,2024,48(12):177-191.DOI:10.7500/AEPS20231015003.
- [5]黄飞拓,陈佳佳,潘登.含分布式电源的配电网故障定位及恢复技术分析[J].电力系统装备,2024,(08):123-125.
- [6]杨利.分布式电源光伏发电对低压电网产生的影响及应对研究[J].通信电源技术,2024,41(01):109-111.DOI:10.19399/j.cnki.tpt.2024.01.036.
- [7]贺哲.含分布式电源的韧性配电网网络重构及故障自愈研究[D].北京市:北方工业大学,2024.DOI:10.26926/d.cnki.gbfgu.2024.000609.
- [8]刘小康.配电网网架结构对上海电网供电可靠性的影响及优化措施研究[D].上海市:上海工程技术大学,2021.DOI:10.27715/d.cnki.gshgj.2021.000729.
- [9]刘聪,敖明,苏阔,等.高比例分布式电源对配电网运行的影响及应对措施[J].吉林电力,2024,52(03):36-39.
- [10]广东电网有限责任公司,广东电网有限责任公司东莞供电局.配电网供电可靠性的评估方法、装置、设备及存储介质:CN116307824A[P/OL].2023-06-23.https://www.cqvip.com/doc/patent/3181415221.