

# 分布式发电系统中电力计量方法及装置研究

冯云龙

(鄂尔多斯供电公司 内蒙古鄂尔多斯市 017010)

**摘要:**本研究深入探讨了分布式发电系统的电力计量技术与装置。文章首先概述了分布式发电的概念和类型,并分析了其在电力行业的重要性,同时回顾了现有计量技术的应用现状。随后,提出了针对分布式发电需求的虚拟同步机、微电网和区块链新型计量方法。研究还涵盖了电力计量装置的原理和设计关键,以及智能电网和物联网技术在其中的应用。文章预测了电力计量技术与装置的发展趋势,并讨论了政策扶持与市场驱动,为未来发展提供了指导。

**关键词:**分布式发电系统;电力计量方法;电力计量装置;虚拟同步机

## 引言

全球能源需求激增和环保压力的增加促使能源供应模式向分布式发电系统转变。这一系统以其清洁、高效和灵活性,正成为能源转型的重要途径。它不仅优化能源结构、提升效率,还缓解电力供需矛盾,推动可再生能源的普及。然而,分布式发电系统的普及也带来挑战,其中电力计量尤为关键。它直接影响发电量计算、电力交易和系统运行优化,因此,研究适用于该系统的电力计量方法及装置对于推动分布式发电技术发展至关重要。

## 一、分布式发电系统概述

在新能源、可再生能源基础上衍生出分布式发电技术(Distributed Generation, DG),在各个行业领域有非常广泛的应用,例如常见的有光伏发电技术和风力发电技术。分布式电源具有较强灵活性、高效性,在配电网中也有非常广泛的应用,也是今后大型电网不可或缺的支撑与发展方向<sup>[1]</sup>。

### (一) 分布式发电系统的定义与分类

分布式发电系统是一种以小规模、分散式的方式生产电力的系统,它位于用户侧或电网侧,与传统的大型集中式发电站相比,具有更高的灵活性和环境友好性。目前分布式发电主要包括燃气轮机发电技术、光伏发电技术、风力发电技术、燃料电池发电技术、生物质能发电技术、分布式储能技术等<sup>[2]</sup>。燃气轮机发电利用氢气或其他燃料与氧气反应产生电能,具有高效、清洁的特点。光伏发电则是利用太阳能电池板将太阳光转换为电能,是目前应用最广泛的分布式发电方式。风力发电则是通过风力驱动风力涡轮机产生电能,适用于风力资源丰富的地区。

(二) 现有电力计量技术在分布式发电系统中的应用

在分布式发电系统中,电力计量技术发挥着关键作用,影响着发电量计算、电力交易、系统优化及能源管理。常见的技术包括传统电磁式和电子式电能表,以及更先进的高精度光电式和数字式电能表。后者通过提高精度和抗干扰能力,满足分布式发电系统对高精度计量的需求。智能电能表和微电网能量管理系统则通过远程抄表、预付费等功能,以及计量、监控和分析集成,优

化系统运行。

## 二、分布式发电系统中电力计量方法研究

电力计量方法是分布式发电系统高效运行的关键技术之一。随着分布式发电技术的不断成熟和广泛应用,对电力计量方法提出了更高的要求。

### (一) 分布式发电系统对电力计量方法的要求

分布式发电系统因其分散性、多样性和互动性,对电力计量方法提出了严格的要求。这些要求涵盖精确性、灵活性、可靠性、兼容性和安全性。第一,计量方法需确保电能并网和离网模式下的精确计量,以维护能源交易的公平性。第二,计量方法需适应不同类型和规模的分布式发电系统,以及各种运行模式。此外,计量装置在多变的环境中需保持长期稳定运行,减少故障率,以满足可靠性要求。第三,计量系统需与现有电网基础设施和智能电网技术兼容,便于集成和管理,以满足兼容性要求<sup>[3]</sup>。第四,确保计量数据的安全,防止篡改和泄露,保障系统运行的安全性,是电力计量方法必须考虑的因素。

### (二) 基于虚拟同步机的电力计量方法

虚拟同步机技术,一种模拟同步发电机特性的技术,在分布式发电系统中扮演着关键角色。这种技术通过模拟同步机的机电特性,能够提供惯性和阻尼,增强系统的稳定性。同时,它实现对有功和无功功率的精确计量,通过同步机模型的模拟,确保了电能测量的精确性。此外,这种计量方法适用于多种分布式发电单元,有助于实现系统的即插即用,从而增强了分布式发电系统的灵活性和可扩展性。

### (三) 基于微电网的电力计量方法

微电网作为分布式发电系统的重要组成部分,将多种分布式能源和负载集成在一起,形成一个可控的电力系统。基于微电网的电力计量方法包括对微电网内部能量流的监控,以实现对各个分布式能源单元的发电量进行精确计量。此外,结合微电网的控制策略,优化计量方法,以提高系统运行效率。同时,利用微电网的能量管理系统,实现计量的实时性和远程控制,进一步增强了系统的智能化和自动化水平。

### (四) 基于区块链的电力计量方法

区块链技术以其独特的去中心化、不可篡改和透明

性等特性，为电力计量领域带来了创新的解决方案。该技术的基础——分布式账本，确保了计量数据的不可篡改性和可追溯性，从而增强了数据的安全性和可靠性。此外，智能合约的应用实现了电力交易和计量结算的自动化，提高了交易效率和准确性<sup>[4]</sup>。这些优势不仅增强了用户对电力计量数据的信任，还促进了分布式发电系统中的能源共享，有利于构建一个更加公平和透明的能源市场。

### 三、分布式发电系统中电力计量装置研究

电力计量装置是分布式发电系统中的核心组件，它直接关系到发电效率的评估、能源管理的优化以及电力交易的真实性。

#### （一）电力计量装置概述

电力计量装置是专门用于测量电能消耗量、发电量、功率因数等电力参数的设备。这些装置主要包括传统的电磁式电能表、电子式电能表，以及现代的智能电能表。电磁式电能表利用电磁感应原理，通过旋转盘的转速来测量电能。电子式电能表采用电子电路进行电能测量，具有更高的测量精度和更丰富的功能。智能电能表集成了通信模块，能够远程传输数据，支持预付费、峰谷电价等功能，从而提高了电力系统的管理效率。

#### （二）分布式发电系统中电力计量装置的设计要求

分布式发电系统的特点对电力计量装置的设计提出了严格的要求，旨在确保其在各种工作条件下都能提供准确的计量数据。这要求装置具备高精度，能够适应分布式发电系统可能出现的较大功率波动，以及在复杂的电磁环境中保持计量稳定性<sup>[5]</sup>。此外，为了保证计量装置在长期运行中的可靠性和稳定性，设计上需考虑其长寿命特性。同时，易维护性也是一个重要考量因素，设计应便于现场安装、调试和维护，以确保系统的连续运行和效率。

#### （三）基于智能电网的电力计量装置

智能电网的发展为电力计量装置带来了新的机遇和挑战。基于智能电网的电力计量装置具有双向计量、实时监测和预警功能等特点。这些特点使得装置能够同时测量电网与分布式发电系统的双向电能流动，通过集成传感器实时监测电力参数，为系统优化提供数据支持。同时，在检测到异常情况时，装置能够及时发出预警，保障系统安全。

#### （四）基于物联网的电力计量装置

物联网技术的融合为电力计量装置带来了革命性的变革。基于物联网的电力计量装置具有网络化、智能化和自适应等优势。通过物联网技术，实现计量装置的互联互通，提高数据采集效率，使得电力计量更加便捷和高效。利用数据分析技术，对采集的电力数据进行智能处理，提升计量精度，确保数据的准确性和可靠性。此外，根据电网状态和用户需求，自动调整计量策略，实现灵活响应，使得电力计量更加智能化和自动化<sup>[6]</sup>。

### 四、电力计量方法及装置在分布式发电系统中的应

### 用前景

随着能源结构的转型和清洁能源的推广，分布式发电系统在电力行业中的地位日益凸显。电力计量方法及装置作为保障系统高效、安全运行的关键技术，其应用前景备受关注。

#### （一）技术发展趋势

电力计量技术的发展趋势明显，首先体现在精度与智能化的提升，得益于传感器和数据处理技术的进步。电力计量装置正趋向集成化，增加故障诊断和电能质量管理等新功能。网络化和大数据分析的结合也提高了数据采集效率和系统优化能力。此外，信息安全日益重要，电力计量装置在数据传输安全和用户隐私保护方面不断创新。

#### （二）政策与市场驱动

政策和市场因素共同推动了电力计量方法及装置的发展。政府的扶持政策为研发和应用提供了良好的外部环境，而市场的需求增长则为技术发展提供了强劲动力。行业标准的制定和更新确保了技术的规范化和标准化，而产业协同则为创新提供了广阔的平台。

### 结束语

在旅程即将结束之际，我们回顾了这一路上的学习成果。从分布式发电的基础知识到电力计量技术与装置的研究，我们一同审视了该领域的现状、挑战与未来。每一次探讨都是知识的延伸和实践的反思。我们目睹了分布式发电技术的迅猛发展，以及电力计量在保障系统高效稳定运行中的重要性。技术进步、政策扶持、市场需求是推动行业发展的关键动力。尽管成就显著，但我们仍需认识到前方的挑战。从技术创新到应用推广，从标准制定到市场培育，每一步都需要我们以更严谨的态度和务实的行动去实现。

### 参考文献：

- [1]温晓霞,许斌.分布式发电(电源)技术及其并网分析[J].集成电路应用,2021,38(11):108-109.DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2021.11.048.
- [2]朱高伟.基于分布式发电的模块化智能微网体系探究[J].现代信息技术,2021,5(05):63-66.DOI:10.19850/j.cnki.2096-4706.2021.05.015.
- [3]朋焱盛.太阳能与波浪振动能复合采集的网状分布式发电系统研究[D].中国计量大学,2021.DOI:10.27819/d.cnki.gzgj.2021.000396.
- [4]郑伟.分布式光伏并网发电系统的发展应用[J].农村电工,2021,29(03):35-36.DOI:10.16642/j.cnki.ncdg.2021.03.043.
- [5]李帆.基于区块链的分布式光伏市场化交易关键技术研究[D].华北电力大学(北京),2020.DOI:10.27140/d.cnki.ghbbu.2020.001465.
- [6]都长兴.分布式发电在自备电站的应用——以王台瓦斯电站为例[J].当代化工研究,2020,(01):143-144.