

# 储能系统的分布式可再生能源电站发电系统并网技术研究

郭傅傲 李润源 白显圣

上海勘测设计研究院有限公司 上海 200335

**摘要:** 随着可再生能源的快速发展和普及, 储能系统在分布式可再生能源电站 (Distributed Renewable Power Systems, DRPS) 发电系统并网技术方面的研究显得尤为重要。通过储能系统, 可以有效缓解并网时的电压和无功功率波动问题, 提高电网的稳定性和可靠性。同时, 储能系统还可以通过调峰错峰的方式, 有效降低电力系统的峰值负荷, 提高系统的能源利用效率。本文通过对储能系统的DRPS发电系统并网技术进行深入研究, 旨在为我国可再生能源发展提供有益的技术支持和借鉴。同时, 为储能系统在DRPS的应用提供参考策略, 促进其在电力系统中的发展和普及。

**关键词:** 储能系统; DRPS发电系统; 并网技术; 策略

## Research on grid-connected technology of distributed renewable energy power station for energy storage system

Fuao Guo, Runyuan Li, Xiansheng Bai

Shanghai Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Shanghai, 200335

**Abstract:** With the rapid growth and adoption of renewable energy sources, research in the integration technology of energy storage systems into Distributed Renewable Power Systems (DRPS) has become increasingly important. Energy storage systems play a crucial role in mitigating voltage and reactive power fluctuations during grid connection, thereby enhancing grid stability and reliability. Additionally, these systems can effectively reduce peak loads in the power system through peak shaving, improving overall energy utilization efficiency. This paper conducts an in-depth investigation into the grid integration technology of energy storage systems in DRPS, aiming to provide valuable technical support and insights for the development of renewable energy sources in China. It also offers reference strategies for the application of energy storage systems in DRPS, promoting their development and widespread adoption within the power system.

**Keywords:** Energy Storage System; DRPS Power Generation System; Grid-Connected Technology; Strategy

### 引言:

随着可持续发展的不断推进, DRPS作为清洁、可靠的能源系统, 已经越来越受到关注。DRPS包括太阳能、风能、水能等可再生能源, 这些可再生能源在很大程度上具有间歇性、波动性和易受天气影响等特点<sup>[1]</sup>。因此,

储能系统在DRPS中的应用对于解决这些特点具有重要意义。储能系统在DRPS中的应用可以分为两大类: 一类是能量储备系统, 主要用于解决DRPS输出功率不稳定的问题; 另一类是能量管理系统, 主要用于实现DRPS的并网和控制。

### 一、储能系统在DRPS中的作用和优势

#### 1. 能量储备系统

能量储备系统主要通过电池、超级电容器等储能装置实现。在DRPS中, 由于输出功率不稳定性较高, 往往需要能量储备系统来平滑输出功率, 提高系统的稳定性<sup>[2]</sup>。优势如下:

(1) 解决间歇性问题。储能系统可以解决DRPS输出功率不稳定的问题, 通过在低谷时段将多余的电能储

### 作者简介:

1. 郭傅傲 (1994.02.28-), 男, 汉, 河北石家庄, 硕士研究生, 中级工程师, 研究方向: 新能源及储能方向。
2. 李润源 (1989.10.29-), 男, 汉, 江西瑞金, 大学本科, 高级工程师, 研究方向: 新能源及储能。
3. 白显圣 (1997.10.23-), 男, 苗族, 重庆市彭水县, 大学本科, 助理工程师, 研究方向: 新能源及储能方向。

存起来,在高峰时段释放电能,使得系统输出功率更加平稳<sup>[3]</sup>。

(2) 提高系统稳定性。储能系统可以提高DRPS的稳定性,降低系统波动性,减小系统对环境的影响。

(3) 延长系统运行时间。通过储能系统,可以在夜间或天气不好时将多余的电能储存起来,延长系统的运行时间,提高系统的经济效益。

## 2. 能量管理系统

能量管理系统主要包括实时监测、远程控制等功能,通过这些功能实现DRPS的并网和控制。优势如下:

(1) 实现DRPS的并网。能量管理系统可以实现DRPS的并网,使得系统可以将多余的电能通过电网传输至其他地区,提高系统的利用率。

(2) 提高系统安全性。能量管理系统可以实现对DRPS的远程控制,提高系统的安全性。

(3) 降低系统运营成本。能量管理系统可以实现对DRPS的远程控制,降低系统的运营成本。

## 二、储能系统的DRPS发电系统并网技术面临的问题

### 1. 首要问题: 并网前的技术挑战和问题

储能系统的DRPS发电系统并网技术研究是一个非常重要的领域,因为它有助于解决可再生能源在并网时所面临的技术挑战和问题。在储能系统并网之前,我们需要面对一些关键的技术问题。

首先,低电压和低频率。由于储能系统通常在直流电压下运行,因此在并网时需要将其转换为交流电压并调整频率,以确保与电网的同步。其次,电网谐波。由于可再生能源发电系统通常产生高电压和高电流,这可能会导致电网谐波。因此,需要采取措施来减少谐波对电网的影响。再次,电池寿命。电池储能系统是储能系统的重要组成部分,但是电池寿命可能会影响储能系统的可靠性和经济性<sup>[4]</sup>。因此,需要研究更长的电池寿命以提高储能系统的可靠性。然后,热管理。由于储能系统通常需要存储大量的电能,因此需要采取措施来管理储能系统中的热量,以避免系统过热导致安全隐患。最后,控制和监控。在储能系统并网时,需要对系统进行控制和监控,以确保系统的稳定性和安全性。

### 2. 关键问题: 并网后的电网控制和调度

并网后的电网控制和调度是储能系统的一个重要组成部分,也是研究的关键点。首先,并网后的电压控制。由于分布式可再生能源电站的输出电压经常波动,为了确保电网的稳定性,需要对电压进行控制。但是,由于分布式可再生能源电站的并网方式是分散的,因此需要一种有效的电压控制策略来平衡电网中的电压。其次,并网后的电流控制。并网后的分布式可再生能源电站的

电流经常波动,这可能会导致电网中的过电流和过电压<sup>[5]</sup>。因此,需要一种有效的电流控制策略来平衡电网中的电流。再次,并网后的频率控制。并网后的分布式可再生能源电站的输出频率经常波动,这可能会导致电网中的频率下降。因此,需要一种有效的频率控制策略来平衡电网中的频率。然后,并网后的可靠性控制。并网后的分布式可再生能源电站的并网可靠性需要进行有效的控制和调度,以确保电网的可靠性。最后,并网后的能源调度。并网后的分布式可再生能源电站需要进行能源调度,以保证电网的能源需求得到满足,同时最小化电网中的能源浪费。

### 3. 重要问题: 并网后的环境负面影响

并网后的环境负面影响也是一个非常重要的问题,需要进行充分的研究和考虑。首先,并网后的电网稳定性问题。由于可再生能源的输出具有不稳定性,例如天气变化、负荷变化等,因此并网后的电网稳定性问题需要进行充分的研究和考虑。其次,并网后的能源质量问题。由于可再生能源的输出具有高噪声、高电压等特点,因此并网后的能源质量问题需要进行充分的研究和考虑。再次,并网后的环境问题。并网后的环境问题包括对鸟类、鱼类等生物的影响,以及对中国传统文化和自然风光的影响等。然后,并网后的社会影响问题: 并网后的社会影响问题包括对当地居民生活的影响、对旅游业的影响等。最后,并网后的经济影响问题。并网后的经济影响问题包括对电力市场的影响、对当地产业的影响等。

### 4. 核心问题: 并网后的运行效率

围绕储能系统的DRPS发电系统并网技术研究,核心问题之一是并网后的运行效率。在DRPS并网运行过程中,由于各种因素的影响,如电网不稳定、发电设备性能波动、风速变化等,会导致并网输出电压和有功功率波动,影响系统的稳定性和可靠性。因此,如何提高并网后的运行效率,保证系统稳定运行是储能系统DRPS发电系统并网技术研究的重要方向。

## 三、储能系统的DRPS发电系统并网技术的优化策略

### 1. 提高储能系统并网技术的并网效率和稳定性

首先,适应电网波动。通过采用先进的功率预测算法,对未来的电网波动进行预测和评估,并采取相应的措施来适应这些波动,如动态调峰、无功功率控制等<sup>[6]</sup>。其次,提高发电设备利用率。通过储能系统实现能量的多次利用,提高发电设备的利用率,降低系统的平均有功出力 and 无功出力,从而提高系统的运行效率。再次,控制并网电压。通过采用先进的电压控制策略,对并网电压进行控制和调节,避免因电压波动而导致的并网点输出电压波动,提高系统的稳定性。最后,优化运行策略。通

过采用先进的运行策略,对发电设备进行调度和优化,提高系统的发电效率和稳定性,降低系统的运行成本。

### 2. 提高储能系统并网技术的可靠性和安全性

安全性是储能系统并网技术的首要考虑因素。第一,储能系统并网技术的安全性评估。通过建立储能系统并网技术的数学模型,对并网技术的安全性进行评估,包括电气安全、消防安全、人身安全等方面。第二,储能系统并网技术的风险评估。对储能系统并网技术中可能出现的风险进行评估,如电网故障、设备故障、操作失误等,并制定相应的应对措施。第三,储能系统并网技术的故障处理。研究储能系统并网技术的故障处理技术,包括故障诊断、故障处理、故障恢复等方面。

可靠性是储能系统并网技术的另一个重要考虑因素。首先,储能系统并网技术的可靠性评估。通过建立储能系统并网技术的可靠性模型,对并网技术的可靠性进行评估,包括设备可靠性、系统可靠性、网络可靠性等方面。其次,储能系统并网技术的可靠性分析。对储能系统并网技术中可能出现的问题进行可靠性分析,如设备故障、系统崩溃、网络中断等,并制定相应的应对措施。最后,储能系统并网技术的可靠性测试。对储能系统并网技术进行可靠性测试,包括实际应用场景下的可靠性测试、实验室测试等方面。

### 3. 提高储能系统并网技术的灵活性和可扩展性

首先,提高储能系统并网技术的灵活性。研究不同类型的储能系统并网技术,如锂离子电池、铅酸蓄电池、压缩空气储能等,以及它们在不同场景下的应用。其次,针对不同的应用场景,研究储能系统并网技术在不同电压、频率和波形下的适应性,以及如何提高系统的灵活性和可扩展性。最后,探索新的并网模式,如电网互动式并网、需求响应式并网等,以及它们对储能系统并网技术的影响。可以通过增加电池容量、增加电池组的数量或更换更大容量的电池组来提高储能系统的并网能力,以及控制电池的充电和放电策略,提高电池的寿命和可靠性,从而提高储能系统的并网能力,和提高系统的传输能力和效率,减少系统延迟和波形畸变,提高储能系统的并网能力。

### 4. 提高储能系统并网技术的智能化程度

第一,物联网技术。通过部署传感器和监控设备,实现对储能系统及其并网设施的实时监测和数据采集。这些数据可以用于优化系统调度和控制,提高能源利用率和降低成本。第二,人工智能技术。利用机器学习和深度学习等算法,对采集到的数据进行分析 and 预测,从而识别出潜在的问题和改进机会。第三,大数据技术。通过收集和分析大量的数据,提供更加详细和精准的信息,从而优化储能系统并网技术。第四,区块链技术。

利用区块链技术,实现对储能系统及其并网设施的身份认证和数据共享。这可以提高系统的安全性和可靠性,同时也可以促进各种设备之间的互操作性和数据共享。

综上所述,通过应用物联网、人工智能、大数据和区块链等新技术,可以提高储能系统并网技术的智能化程度,从而提高系统的效率和可靠性。

### 5. 降低储能系统并网技术的环境负面影响

第一,加强环境监测。在并网前,应该对周围环境进行全面的监测,以了解潜在的环境问题,并采取必要的措施来减少其影响。在并网后,应该定期监测系统运行情况,及时发现并解决问题。第二,优化并网策略。通过优化并网策略,例如调整并网电压和频率,可以降低并网对周围环境的影响。并网策略应该根据当地的气候和生态系统特点进行定制,以最大限度地减少负面影响。第三,加强安全措施。并网系统应该配备完善的安全措施,包括对设备的保护、对人员的保护以及对环境的保护。在并网前,应该对设备进行充分的测试和验证,以确保其安全性。第四,推动能源转型。推动能源转型是解决并网后环境负面影响的最佳策略。通过促进可再生能源的发展和利用,可以减少对化石燃料的依赖,降低温室气体排放,并保护生态系统和生物多样性。第五,加强环境教育。让公众了解并网对环境的影响,以及如何减少其负面影响。这有助于增强公众对可再生能源的信任和支持。

## 四、结语

在当前全球范围内对可再生能源的重视度不断提高的背景下,储能系统作为可再生能源发电的重要手段之一,已经成为一个备受关注的研究热点。分布式可再生能源电站发电系统并网技术研究是储能系统领域的一个关键问题,通过技术创新和优化,可以提高可再生能源发电的效率和可靠性,促进可再生能源的发展。未来,随着可再生能源发电的普及和储能技术的不断发展,围绕储能系统分布式可再生能源电站发电系统并网技术的研究将更加深入和广泛。需要进一步加强国际合作,推动可再生能源的发展,实现能源的可持续利用,为人类的未来可持续发展作出积极贡献。

### 参考文献:

- [1]李建林,姜冶蓉,马速良等.新型电力系统下分布式储能应用场景与优化配置[J/OL].高电压技术: 1-14[2023-08-02].
- [2]薄涛.分布式储能系统研发关键技术分析[J].科学技术创新, 2023(19): 45-48.
- [3]杨春来,殷喆,柴秀慧等.广域分布式储能系统分层控制和SOC均衡控制研究[J/OL].燕山大学学报: 1-8[2023-08-02].