

# 新能源电力系统中的储能技术探讨

## Exploration of Energy Storage Technology in New Energy Power Systems

郑少鹏 胡召永 常延朝

Shaopeng Zheng Zhaoyong Hu Yanchao Chang

山东电力工程咨询院有限公司 中国·山东 济南 250013

Shandong Electric Power Engineering Consulting Institute Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250013, China

**摘要:** 随着新能源的发展和应用,电力系统也在发生着深刻的变化。新能源电力系统中的储能技术发挥着至关重要的作用,它解决了新能源电力系统中的不稳定性问题,提高了电力系统的运行效率。然而,储能技术在新能源电力系统中的应用还存在着许多挑战,如如何选择合适的储能技术,如何优化储能系统的设计,如何提高储能技术的经济性等。因此,了解和掌握各种储能技术的特性和应用情况,对于进一步推动新能源电力系统的发展具有重要的意义。

**Abstract:** With the development and application of new energy, the power system is also undergoing profound changes. The energy storage technology in the new energy power system plays a crucial role in solving the instability problem and improving the operational efficiency of the power system. However, there are still many challenges in the application of energy storage technology in new energy power systems, such as how to choose appropriate energy storage technologies, how to optimize the design of energy storage systems, and how to improve the economy of energy storage technology. Therefore, understanding and mastering the characteristics and application of various energy storage technologies is of great significance for further promoting the development of new energy power systems.

**关键词:** 新能源; 电力系统; 储能技术; 应用措施

**Keywords:** new energy; power system; energy storage technology; application measures

**DOI:** 10.12346/peti.v5i4.8850

## 1 引言

新能源电力系统和储能技术是当代社会实现能源结构转变,解决能源危机,实现可持续发展的重要途径。而在其中发挥核心作用的,是科技工作者通过科研创新,不断提高新能源的转换效率和储能技术的实用性。相信在人类的智慧和努力下,新能源电力系统将得到更好的应用,储能技术也将得到更大的发展,从而推动全球的可持续发展,实现绿色、低碳的生活。

## 2 新能源电力系统中的储能技术类别

### 2.1 化学储能

化学储能在新能源电力系统中起着至关重要的作用。这种储能方式是通过电池的正负电极间的化学反应将电能转

换为化学能,然后在需要的时候再把化学能转换回电能<sup>[1]</sup>。首选储能设备莫过于电池,其种类繁多,各具特点。在新能源电力系统中,锂离子电池受到了广泛的关注和使用。其主要原因在于锂离子电池具有优异的性能:首先,锂离子电池有着较高的能量密度,使得在相同体积或重量的条件下,能够储存更多的能量;其次,锂离子电池的充放电效率非常高,能够减少能量在转换过程中的损失;再次,锂离子电池具有较长的使用寿命,可以多次反复充放电而不会显著降低其性能。相比于常规的金属电池,锂离子电池无论是在能量转换的效率,还是在储能的体积和重量上都有优势。此外,锂离子电池的快充能力相比普通电池秀蓝甚远。当然,空间的小、轻的重量、高的充放电效率,以及长的使用寿命,成为锂离子电池广泛应用于新能源电力系统中的重要原因。然而,选

【作者简介】郑少鹏(1985-),男,中国山东德州人,工程师,从事电网规划设计研究。

择锂离子电池作为化学储能工具并非易事,因为不同的电池类型和技术解决方案具有不同的性能,需要根据系统的具体需求完成选择。例如,需要考虑的因素包括储能设备的寿命、容量、效率、成本、安全性等等。只有通过科学和理性分析,才能够找到最合适的锂离子电池产品。

## 2.2 物理储能

物理储能是一种直接或间接利用能源转化而成的动能或势能储存能源的技术。尽管存在许多不同类型的物理储能技术,但抽水储能、飞轮储能和压缩空气储能是最主要的三种。抽水储能是目前世界上最成熟且应用最广泛的大规模储能技术。它主要工作原理是在电力供过于求的时候,利用多余的电能把低处的水抽取至高处形成储备,当电力需求大于供应量时,再把高处的储水释放,在重力作用下经过水轮发电机产生电能<sup>[2]</sup>。该技术具有储能规模大、寿命长、效率高、成熟度高、安全性好等优点。但是所需投资大且地形要求较高,只有在特定地理环境下才能使用。飞轮储能是利用飞轮的惯性特性储存和释放能量。在需要储存能量时,把电能转化为机械能,驱动飞轮旋转,当需要释放能量时,利用飞轮的动能驱动发电机产生电能。飞轮储能具有响应时间短、寿命长且可以经受反复的充放电过程等优点。但是,由于飞轮的机械性能要求高,制造成本相对较高。压缩空气储能是通过电能驱动压缩机将空气压缩储存在地下容器,当需要释放能量时,利用这些高压空气驱动发电机产生电能。一般来说,压缩空气储能技术的储能规模大,但是效率相对较低且依赖合适的储存地点。

## 2.3 电磁储能

新能源电力系统,是由风能、太阳能、地热能、海洋能、生物质能等新型可再生能源及其转化与利用设备和系统所构成的电力系统。随着全球能源结构转型和历史性清洁能源的运用,新能源电力系统所面临的挑战和新需求日益增多,如何有效地利用存储技术进行能源转换,以保障电力系统的正常运行,成为当前亟待解决的问题<sup>[3]</sup>。电磁储能作为当下研究的热点之一,利用超导体和变流器将电磁能转化为需要的电力,拓宽了能源储存与转换的方式。电磁储能对峰谷电价敏感,无污染、无噪声,生命周期长,没有一次能源消耗,为新能源电力系统提供了新的技术选择。通过合理弹性调度,提高设备运行效率,还能促进输配电网的稳定运行,防止受到频率波动和短时大容量负荷变化的影响。在新能源电力系统中,风能、太阳能、水能等不可再生能源和可再生能源的时刻量都是变动的,存储系统和可调度负荷的引入也将电力系统带入了一个更加复杂的运行环境。

## 2.4 相变储能

相变储能作为新型的热能储存方式,利用物质相变(熔化或凝固)过程中的吸热或放热性质,储存和释放热能。相比于传统的敏热储能方式,相变储能具有热容量大、储能密度高、储存热能温度均匀等优点。相变储能可以分为电储

能、金属储能、熔盐储能和冰储能等类型。首先,电储能是通过水和金属的化学反应进行能源存储与转化,近年来受到了广泛关注。例如电池的工作原理就是利用电储能技术。这种技术显著优点的是其转化费用低、效率高,把电能转化为化学能进行储存在电池里,待需要使用的时候再通过化学反应释放出电能。其次,金属储能方面,例如板簧储能。可以通过弹性形变,改变物体的形状以储存潜在能。利用金属弹性的恢复进行能量转换<sup>[4]</sup>。此外,配合特定的合金材料,还能通过金属相变储存热能。熔盐储能是另一种常见的相变储能方法,主要用于太阳能热电站和核电站等大型能源设施。由于盐类盐化热大,可以利用高温熔融盐储存大量的热能。此外,由于熔盐的高导热系数,释放热能时的温度变化可以尽量小,从而实现高效的能源转换。最后,冰储能是利用冰和水的相变实现的储能方式。这种储能方式与其他类似的储能技术相比具有节能、环保、经济等优点。这种储能方式的工作原理是在夜间用电力制冷摄氏摄氏冷,将制冷外循环的水配合抗冻剂一同冷却至低温,形成冰贮存槽,并通过相变吸热的过程储存冷能。待白天市电高峰时段,关闭制冷主机,利用冰贮存槽内的冰化为水释放出冷能。

## 2.5 风能电力系统储能

在风能电力系统中,能源存储技术的应用起着至关重要的作用。这是因为,风能作为一种可再生能源,其产生的电力具有显著的随机性和间歇性,这种不稳定性会对电力网格的运行稳定性和电力质量产生不利影响。特别是在风速突然改变或出现断流情况时,风电站的功率输出会出现大幅度波动,可能造成电网频率的严重偏差,甚至威胁电网的稳定运行。能源存储技术在这里发挥了关键作用。它可以在风速较大时将多余的电力储存起来,在风速较小或没有风的情况下,可以将储存的电力释放出来,从而在一定程度上缓解风电的间歇性和不稳定性。一种具有前瞻性的能源存储技术是采用超导体能源存储系统。超导体能源存储技术(SMES)可以实现大电流、低电压下的无损电能储存。在风能电力系统中,SMES可以快速响应风电输出功率的波动,实现有功和无功功率的快速调控。在有功功率方面,SMES可以在风电输出功率降低时,从储能系统中释放电能,补充电网的功率不足;在风电输出功率升高时,将多余的电能储存起来。在无功功率方面,SMES可以通过调控直流侧电压,实现对电网电压的稳定控制。此外,SMES在短路和风力干扰问题上也有优势。在电网发生短路时,SMES可以为电网提供短路电流,支持电网的安全稳定运行。在风力干扰时,SMES可以快速响应风速的变化,实现风电输出功率的稳定,保证电网的可靠运行。

## 3 新能源电力系统中储能技术的应用措施

### 3.1 储能系统的优化配置

在新能源电力系统并网中,能源存储技术发挥着至关重

要的作用，它们不仅可以改善系统运行的稳定性、质量，还可以有效地抑制电力价格的波动，对于改善电力系统的技术和经济性有显著意义。首先，我们需要了解新能源的运行特性。例如，风能和太阳能的产生是随机变化的，其电力输出也是具有某种随机性的。对于任何能源存储系统，都应该有足够的容量来应对这种随机性和不确定性，确保系统的稳定运行<sup>[5]</sup>。同时，我们也需要考虑到新能源的出力曲线。出力曲线是新能源在一定时间内的电力输出情况，它对于能源存储系统的容量设计有很大影响。如果忽视了出力曲线的特性，可能会导致存储系统的规模过大或过小，不能有效地支持新能源的运行。其次，我们还要考虑存储系统的运行参数。这些参数对于最优配置非常重要，因为它们决定了存储系统的性能和效率。例如，充电和放电的速率、存储容量、寿命等等，都需要被纳入最优配置的考虑之中。同时，我们还需要认识到能源存储系统的运行参数对于系统的经济性有重要影响。存储系统的成本、维护费用、退役费用等，都会影响系统的经济性能。最后，最优配置还应该考虑电力系统的运行需求和经济需求。电力系统的运行需求主要包括保障供电的稳定和可靠，提供必要的调峰、调频等服务。经济需求则指的是最小化系统的成本，包括设备投资、运行维护、更新换代等方面的成本。

### 3.2 强化系统控制功能

在新能源电力系统中，能源存储与转换是实现新能源的有效利用的关键技术之一。通过能源存储与转换，可以缓解新能源的不稳定性和间歇性问题，提高电力系统的稳定性和可靠性，减少能耗，提高能源转换效率。要在新能源电力系统中充分利用能源储存技术，一方面要使存储系统具有足够的容量，与新能源的产生能力相匹配；另一方面，还需要通过科学的方法和技术，实现对电流的精确控制，进一步提高电力系统的能源转换效率。例如，可以利用先进的定点控制器和微电网控制策略，实现对电流的精确控制和管理，以提高电力系统的稳定性和可靠性。同时，也需要开发先进的电力电子设备和控制算法，以提高能源存储系统的性能。例如，新型的功率电子变换器和存储设备，可以有效减少系统的开关损耗，提高系统的效率；而先进的控制算法，可以实现对电流的精确控制，减少电流的波动，提高系统的动态性能。对于新能源电力系统中的大容量电流控制，不仅可以减少能源的浪费，提高电力系统的效率，还可以降低对电网的冲击。通过对电流的精确控制，可以有效防止过载、短路等状况的发生，保证电力系统的安全运行。能源存储系统的控制能力的增强，可以实现对电流的实时监测和控制，实现系统的快速响应，有效地抑制电流波动，保持系统的稳定运行。它是

新能源电力系统中一项关键的技术，对于新能源电力系统的稳定、高效运行有着至关重要的影响。

### 3.3 完善系统组成结构

新能源电力系统主要利用风能、太阳能和电磁能等新型能源，但这些新能源的产量通常受天气、季节等自然条件的影响，存在显著的波动性和不稳定性。为克服这一问题，必须研发更高效的能源转换技术，以及建立更完善的电力系统设备，包括电力变压器、电路保护设备等，以适应不同类型能源的转换<sup>[6]</sup>。这必须有精确的电流需求分析，保证能源的有效利用，最大程度减少能源的浪费。进行能源转换时，对电流的掌握十分重要，通过对电流的准确计算和合理分配，可以大幅提高能源的转化效率，减少电力系统的运行成本，提高电力供给的稳定性。具有可控电流，并且能有效转化能源的电力系统设备可以更好地满足生产和生活的需求。此外，新能源电力系统的运行过程中，由于能源转换的不稳定性，使得电力系统设备时常面临过剩能源的问题。对于这种情况，能源存储技术成为解决问题的关键。通过高效的能源存储装置，可以将过剩的能源进行储存和加工，以备不时之需，不但提高了能源利用率，也有效地解决了电力系统的稳定供电问题。

## 4 结语

储能技术在新能源电力系统中确实发挥了重要的作用。然而，由于新能源的特性和技术的复杂性，储能技术在新能源电力系统中的应用还存在许多需要研究和解决的问题。未来，我们期待储能技术能够在科学研究和技术开发中取得更大的突破，为新能源电力系统的健康发展提供强有力的技术支撑。

## 参考文献

- [1] 薛思洋. 新能源电力系统中的储能技术探讨[J]. 电力设备管理, 2021(11):2.
- [2] 黄瑜珈. 多重应用场景下新能源电力系统储能技术[J]. 现代工业经济和信息化, 2021, 11(4):67-68.
- [3] 周春生. 储能技术在光伏并网发电系统中的应用[J]. 建材发展导向, 2021, 19(1):193-194.
- [4] 刘生旺. 浅谈新能源电力系统中的储能技术发展现状及应用分析[J]. 电力设备管理, 2023(4):151-153.
- [5] 李楠. 新能源电力系统中的储能技术研究[J]. 通信电源技术, 2021, 38(15):3.
- [6] 谢小荣, 马宁嘉, 刘威, 等. 新型电力系统中储能应用功能的综述与展望[J]. 中国电机工程学报, 2023(6).