

新型电力系统中电力储能技术研究

陈小明 姚 振

国网和田供电公司 新疆 和田 848000

摘要: 本文深入探讨了新型电力系统中电力储能技术的关键地位与作用。新型电力系统以清洁低碳、安全可控为特点,承载着实现“碳达峰、碳中和”目标的重要使命。电力储能技术通过储存和释放电能,有效平衡了电力系统的供需关系,提高了可再生能源的利用率,增强了电力系统的灵活性和可靠性。文章分析了储能技术的效率与成本、安全性与可靠性、标准化与兼容性等关键技术问题,并探讨了其在电源侧、电网侧和用户侧的应用。展望了储能技术的多元化、智能化与网络化发展趋势,为新型电力系统的可持续发展提供有力支撑。

关键词: 新型电力系统; 电力储能技术; 储能原理

1 新型电力系统的定义及其特点与电力储能技术的重要性

1.1 新型电力系统的定义及其特点

新型电力系统,作为新时代能源转型的重要产物,承载着实现“碳达峰、碳中和”目标的重大使命。这一系统不仅是对传统电力系统的升级与革新,更是对未来能源格局的深刻重塑。新型电力系统的核心在于其以清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好、开放互动为基本特征。它旨在通过最大化消纳新能源,构建以坚强智能电网为枢纽平台,以源网荷储互动与多能互补为支撑的电力体系。这一体系的建立,不仅有助于推动能源结构的优化升级,还能有效提升电力系统的整体能效和可靠性。在新型电力系统中,“碳达峰、碳中和”目标成为了其发展的内在要求和重要导向。通过大力发展可再生能源,减少化石能源的依赖,新型电力系统正逐步向低碳、无碳的能源消费模式转变。这一转变不仅有助于缓解全球气候变化带来的挑战,还能推动经济社会的可持续发展。通过应用先进的数字信息技术,新型电力系统能够实现电力计量的细化和精确,从而改进电力利用率,有效降低能源消耗。同时,智能电网的引入,使得电力系统能够更好地适应新能源发电的随机性和波动性,确保电力系统的稳定运行。

1.2 电力储能技术的重要性

随着可再生能源的大规模接入,电力系统的供需平衡面临着前所未有的挑战。而电力储能技术,正是解决这一问题的关键所在。电力储能技术通过储存过剩的电能,并在需要时释放,从而实现了电力的有效调节和平衡。这一技术不仅能够提高电力系统的灵活性和可靠性,还能显著提升新能源的利用率和消纳能力。另外,电力储能技术还能电力系统的安全稳定运行提供有力

保障。在电力供应过剩或不足时,储能系统可以作为电力系统的“超级充电宝”,进行及时的调节和补充,确保电力供应的稳定性和可靠性^[1]。新型电力系统作为未来能源体系的重要组成部分,其定义和特点体现了对清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好、开放互动的追求。而电力储能技术作为新型电力系统中的关键要素,对于实现电力系统的平衡调节、提升新能源利用率以及保障电力安全稳定运行具有重要意义。

2 新型电力系统中电力储能技术的关键技术问题

2.1 储能技术的效率与成本问题

在新型电力系统中,电力储能技术的效率与成本问题始终是影响其广泛应用的关键因素。效率问题主要体现在储能系统在充放电过程中的能量转换效率上,这不仅关系到储能系统的能源利用率,也直接影响到整个电力系统的能效。目前,尽管许多储能技术的能量密度和循环寿命已经有了显著提升,但在实际应用中,由于系统设计、材料选择以及运行条件等多种因素的影响,储能系统的整体效率仍然存在一定的提升空间。成本问题则主要体现在储能系统的初始投资、运行维护以及废弃处理等方面。不同类型的储能技术,其成本构成和经济性差异较大。例如,锂离子电池虽然具有高能量密度和长循环寿命,但其原材料价格较高,且回收处理难度较大,导致整体成本居高不下。而一些新兴的储能技术,如液流电池和压缩空气储能,虽然具有较低的原材料成本,但在系统建设和运行方面仍需要进一步的优化和改进。

2.2 储能技术的安全性与可靠性问题

安全性问题主要体现在储能系统的热管理、化学稳定性以及电气安全等方面。例如,锂离子电池在充放电过程中会产生大量的热量,如果热管理系统设计不当,可能导致电池过热、短路甚至起火。此外,一些电化学

储能技术还存在电解液泄漏、化学气体排放等潜在的安全隐患。可靠性问题则主要体现在储能系统的稳定运行和故障率上。在新型电力系统中,储能系统需要承担调峰调频、应急备用等多种功能,这就要求其必须具有高度的可靠性和稳定性^[2]。然而,由于储能系统的复杂性和多样性,其在实际运行中可能会遇到各种故障和问题,如电池性能衰退、系统控制器故障等,这些都可能影响到储能系统的可靠性和整体性能。

2.3 储能技术的标准化与兼容性问题

标准化与兼容成问题是电力储能技术在新型电力系统中推广和应用时必须面对的重要挑战,标准化问题主要体现在储能系统的设计、制造、测试以及运行维护等方面。由于目前储能技术种类繁多,且不同技术之间的性能参数、接口标准以及安全规范等存在差异,这就给储能系统的标准化和统一化管理带来了很大的困难。兼容性问题则主要体现在储能系统与电力系统的融合和互操作性上。在新型电力系统中,储能系统需要与各种电力设备进行互联和互通,这就要求其必须具有高度的兼容性和互操作性。然而,由于储能技术的多样性和电力系统的复杂性,目前储能系统与电力系统的兼容性仍存在一些问题。例如,不同储能技术的充放电特性和响应速度存在差异,这可能导致在电力系统中进行调度和控制时产生困难;储能系统的接入和保护机制也需要与电力系统的保护设备相协调,以确保在故障情况下能够迅速切断故障电流,防止事故扩大。

3 新型电力系统中电力储能技术的应用

3.1 电力储能技术在电源侧的应用

在新型电力系统中,可再生能源如风电和太阳能发电的比例显著增加,但其发电具有随机性和波动性,给电力系统的稳定运行带来了挑战。此时,电力储能技术便显得尤为重要;在风电和光伏电站中,电力储能系统可以平滑可再生能源发电的波动,提高发电的可预测性和可控性。通过储能系统在风电和光伏大发时储存电能,在发电不足时释放电能,可以显著减少可再生能源发电对电网的冲击,提高电网的稳定性和安全性。另外,电力储能技术还可以用于提高可再生能源的利用率。在可再生能源发电过剩时,储能系统可以储存多余的电能,避免能源浪费;在发电不足时,储能系统可以释放储存的电能,满足电力需求,从而提高可再生能源的消纳比例。对于传统火电厂来说,电力储能技术也具有重要的应用价值^[3]。在电力需求低谷时,火电厂可以降低出力,将多余的电能储存到储能系统中;在电力需求高峰时,火电厂可以关闭部分或全部机组,利用储能系

统释放电能,以节约燃料成本并减少环境污染。

3.2 电力储能技术在电网侧的应用

在新型电力系统中,电网需要具备更高的灵活性和可靠性,以应对可再生能源发电的随机性和波动性。电力储能技术正是实现这一目标的关键手段之一。在电网侧,电力储能系统可以用于调节电力系统的频率和电压,提高电力系统的稳定性和安全性。当电力系统频率升高时,储能系统可以吸收电能,降低频率;当频率降低时,储能系统可以释放电能,提高频率。同时,储能系统还可以用于调节电力系统的电压,使其保持在规定的范围内。电力储能技术还可以用于缓解电网拥堵,提高电网的输电能力和供电可靠性。在电力传输过程中,由于线路电阻和电感的存在,会产生一定的电能损耗和电压降落。通过储能系统在输电线路两端进行有功功率和无功功率的补偿,可以降低线路损耗和电压降落,提高电网的输电能力和供电质量。在电网故障或突发事件发生时,电力储能技术还可以作为应急备用电源,为关键负荷提供电能支持。

3.3 电力储能技术在用户侧的应用

在新型电力系统中,电力储能技术可以帮助用户实现电能的优化管理,提高用电效率和经济效益。对于工商业用户来说,电力储能系统可以用于削峰填谷,降低用电成本。在电力需求高峰时,储能系统可以释放电能,满足用户的电力需求;在电力需求低谷时,储能系统可以吸收电能,降低用户的用电成本;储能系统还可以用于改善用户的电能质量,减少电压波动和闪变等问题。对于居民用户来说,电力储能技术可以用于智能家居的电能管理。通过储能系统与智能家居系统的联动控制,可以实现家庭用电的智能化管理和优化调度。例如,在太阳能发电充足时,储能系统可以储存多余的电能;在夜间或阴雨天时,储能系统可以释放电能,为家庭提供稳定的电力供应。通过储能系统与电动汽车充电桩的联动控制,可以实现电动汽车充电的智能化管理和优化调度。例如,在电力需求低谷时,储能系统可以吸收电能并为电动汽车充电;在电力需求高峰时,储能系统可以释放电能并为电动汽车提供充电服务^[4]。

4 新型电力系统中电力储能技术的发展趋势与展望

4.1 储能技术的多元化发展

4.1.1 技术类别的多元化

新型储能技术涵盖了机械储能、电化学储能、电磁储能、热储能和氢储能等多种类型。机械储能主要包括压缩空气储能、飞轮储能、二氧化碳储能、重力储能等,其中压缩空气储能技术因具有长时储能能力而备受

关注。基于人工硐室的压缩空气储能利用基岩造穴，布局灵活，未来发展前景广阔。电化学储能则包括锂离子电池、钠离子电池、铅蓄电池、液流电池等。锂离子电池是目前应用最广泛的技术，但钠离子电池和液流电池等新型电化学储能技术正快速发展，它们具备本质安全且具备长时储能能力，尽管存在一些运行问题，如钠离子电池在高温下的腐蚀问题和液流电池充放电效率偏低，但从中远期来看，应用前景广阔；电磁储能具有较高的技术安全性和布局灵活性，但能量密度低、成本高，主要用于超短时间尺度储能。热储能具有容量大、寿命长、安全性好等优点，但转化损耗大、效率较低。氢储能能量密度高且无污染，是极具潜力的新型大规模储能技术，但全过程转换效率低且存在安全隐患。

4.1.2 应用场景的多元化

储能技术在电力系统中的应用也日益多样化。集中式、大型化储能电站的建设成为趋势，提高了储能系统的整体效率和可靠性。此外，分布式储能与微电网的结合，使能源可以就地消纳和高效利用，提高了能源系统的整体效率。储能还广泛应用于家庭、工商业和移动储能等领域，满足了多样化的能源需求；在新能源领域，储能技术与风能、太阳能等可再生能源的结合，有效缓解了新能源的波动性和间歇性问题，提高了新能源发电的利用效率。储能电站不仅在发电侧和电网侧发挥作用，还在用户侧提供电力服务，实现了能源的有效管理和平衡。

4.2 储能技术的智能化与网络化发展

4.2.1 智能化管理技术

通过引入大数据、人工智能等技术，储能系统能够实现智能监控、优化调度和故障预测等功能。智能监控系统能够实时监测储能系统的运行状态，包括电池的充放电状态、温度、电压等关键参数，从而及时发现潜在的安全隐患并进行预警。同时，结合人工智能技术，可以对储能系统的历史数据进行深度学习和分析，建立精确的预测模型，实现储能系统的优化调度。这不仅提高了储能系统的运行效率，还延长电池的使用寿命，降低运维成本^[5]。

4.2.2 网络化协同运营

通过构建储能系统与电力系统的通信网络，实现储能系统与电网、其他分布式能源、负荷之间的信息共享和协同控制。这种网络化协同运营模式，使得储能系统能够根据电力系统的实际需求，灵活地进行充放电操作，为电力系统提供调峰、调频、备用等多种服务；网络化协同运营还促进了储能系统与可再生能源发电、电动汽车充电站等分布式能源的集成和互补，提高了整个能源系统的效率和可靠性。在新型电力系统中，储能技术的智能化与网络化发展还体现在与物联网、区块链等技术的结合上。物联网技术可以实现储能系统与周围环境的交互和监测，为储能系统的运行提供更加丰富的数据支持。而区块链技术则可以用于储能系统的能源交易和结算，提高能源交易的透明度和安全性。这些技术的结合，使得储能系统在新型电力系统中发挥更加重要的作用，推动了电力系统的智能化转型和可持续发展。

结束语

电力储能技术作为新型电力系统中的关键技术之一，其发展与应用对于推动能源转型和实现“碳达峰、碳中和”目标具有重要意义。本文全面梳理了储能技术的原理、关键技术问题以及在新型电力系统中的广泛应用，展望了其未来的发展趋势。未来，随着技术的不断进步和应用的深入拓展，电力储能技术将为构建更加清洁、高效、安全的能源体系贡献力量，助力人类社会实现可持续发展。

参考文献

- [1]饶宇飞,司学振,谷青发等.储能技术发展趋势及技术现状分析[J].电器与能效管理技术,2020(10):17-25.
- [2]李建林,靳文涛,惠东,张义.大规模储能可在再生能源发电中典型应用及技术走向[J].电器与能效管理技术,2021(14):9-14+61.
- [3]陈启梅,郑春晓,李海英.基于文献计量的储能技术国际发展态势分析[J].储能科学与技术,2020,9(1):296-305.
- [4]李彦荣,王康民.新能源电力系统中的储能技术探究[J].应用能源技术,2022(5):54-56.
- [5]孙翠清.储能技术在新能源电力系统的应用研究[J].电子世界,2022(1):27-28.