

储能技术在未来电力系统中的角色与定位研究

曹浩然

华电山西能源销售有限公司 山西 太原 030000

摘要：随着全球能源转型的加速推进，新型电力系统正逐步构建，其中储能技术作为关键支撑手段，扮演着至关重要的角色。本文旨在探讨储能技术在未来电力系统中的角色与定位，分析其技术特点、应用场景、发展趋势及面临的挑战与应对策略。

关键词：储能技术；未来电力系统；角色；定位

引言

随着“双碳”目标的提出，新型电力系统以新能源为主体的特征日益显著。然而，新能源的随机性、波动性和间歇性给电力系统带来了巨大挑战。储能技术作为一种优质的灵活性调节资源，具有电源和负荷的双重属性，能够有效解决新能源出力快速波动问题，提高系统的可控性和灵活性。

1 储能技术的技术特点

储能技术依据能量的存储形式，可细分为电化学储能（例如铅酸电池、锂离子电池等）、电磁储能（如超导磁储能、超级电容器等）、机械储能（包括抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能等）以及热储能（涵盖显热和潜热储能方式）。在全球范围内，抽水蓄能技术以其成熟度和装机规模领先，而电化学储能技术则紧随其后，发展迅速。新型储能技术展现出了精确控制、迅速响应、灵活部署以及四象限功率灵活调节的显著优势。它们能够为电力系统在多个时间维度上提供全面的平衡、支撑和调控能力。以锂离子电池为例，其性能已实现显著提升，电池能量密度翻倍，循环使用寿命也延长了2至3倍。在液流电池领域，全钒液流电池的关键技术难题已被攻克，关键材料、部件、单元系统乃至整个储能系统的国产化已成为可能。

2 储能技术在未来电力系统中的角色

2.1 支撑高比例可再生能源接入和消纳

可再生能源，如风能和太阳能，凭借其清洁、可再生的优势，正逐步成为未来电力系统的核心能源。然而，这些能源的发电输出易受天气和季节变化的影响，展现出明显的间歇性和波动性，给电力系统的供需平衡带来了巨大挑战。储能技术，凭借其大规模充放电的能力，成为了应对这一挑战的关键技术。在可再生能源发电高峰时段，如阳光明媚或风力强劲的时期，储能系统能够吸收并储存多余的电能。而当可再生能源发电不足

或用户需求激增时，储能系统则能释放储存的电能，满足电力系统的即时需求。这种“削峰填谷”的功能，不仅有效平衡了电力系统的供需，还显著提升了可再生能源的利用率，减少了因发电过剩而导致的弃风、弃光现象。随着用户用能模式的转变，如电动汽车的广泛普及和智能家居的广泛应用，电力系统的负荷特性也发生了显著变化。储能技术能够灵活应对这些负荷变化，提供即时的电力支持，确保电力系统的稳定运行。同时，储能系统还可作为备用电源，在电力系统出现故障或紧急情况时，提供必要的电力支援，增强电力系统的安全可靠性。更重要的是，储能技术还能在长时间尺度上支撑电力系统的电力电量供需平衡。通过优化储能系统的充放电策略，可以实现对电力系统长期运行计划的精确调控，确保电力供应的持续稳定和可靠。这对于推动可再生能源的大规模开发利用，以及构建清洁、低碳、安全、高效的能源体系具有至关重要的作用^[1]。

2.2 提升电力系统灵活性和可控性

储能技术独特地兼具电源与负荷的双重特性，这一特性使其在提升电力系统灵活性和可控性方面扮演着关键角色。新能源发电输出的快速波动是电力系统面临的一大难题，而储能技术凭借其快速响应和调节能力，能有效平抑这些波动，确保电力系统的平稳运行。在电力需求管理方面，储能技术能够根据电力系统的负荷变化，灵活调整其充放电策略，实现负荷的有效平移和优化配置。在用电高峰时段，储能系统释放储存的电能，有效减轻电网的负荷压力；而在用电低谷时段，则吸收电能，为后续的用电高峰做好储备。这种灵活的调节机制，不仅提升了电力系统的运行效率，还降低了电网的建设和运营成本。此外，储能技术还为电力系统提供了必要的惯量支撑。随着可再生能源在电力系统中比例的提升，传统旋转备用机组的比例逐渐下降，导致系统惯量不足的问题日益突出。储能技术通过模拟传统机组的

惯性响应特性，为电力系统提供了额外的惯量支撑，增强了系统的稳定性和可控性。同时，储能技术在电压补偿、频率调节以及电能质量治理等方面也发挥着重要作用。通过精确控制储能系统的充放电过程，可以实现对电力系统电压、频率等关键参数的精准调节和控制，从而提高了电力系统的运行质量和可靠性。这对于保障电力系统的安全稳定运行，以及满足用户对高质量电能的需求具有至关重要的意义。

2.3 促进多能协同和能源互联网构建

随着能源技术的不断进步和智能化水平的提高，多能协同和能源互联网成为未来能源发展的重要方向。储能技术作为能源系统中的重要组成部分，通过与数字化、智能化技术的深度融合，将成为电、热、冷、气、氢等多个能源子系统耦合转换的枢纽。在多能协同方面，储能技术能够实现不同能源形式之间的灵活转换和互补。例如，在电力系统中，储能可以吸收多余的电能，并将其转换为热能或冷能储存起来；在需要时，再将这些热能或冷能转换为电能或直接供应给用户。这种灵活的能源转换和互补能力，不仅提高了能源系统的整体效率，还增强了能源系统的可靠性和韧性^[2]。同时，储能技术还能够促进能源生产消费的开放共享和灵活交易。通过构建能源交易平台，实现储能系统与用户、发电企业等市场主体的信息交互和能量交易。用户可以根据自身的用能需求和价格信号，灵活选择购买或出售电能、热能等能源产品；发电企业则可以根据市场动态和储能系统的状态，优化发电计划和能源配置。这种开放共享和灵活交易的机制，不仅激发了市场活力，还推动了能源新业态的发展。在能源互联网构建方面，储能技术作为能源系统中的关键节点和枢纽，承载着能源信息的采集、传输和处理等功能。通过与其他能源子系统、智能设备等的互联互通，储能系统能够实现对能源系统的全面感知、动态监测和智能控制。这种高度智能化的能源管理系统，不仅提高了能源系统的运行效率和可靠性，还为用户提供了更加便捷、高效、智能的用能体验。

3 储能技术在未来电力系统中的定位

3.1 发电侧储能

在发电侧，储能技术作为可再生能源发电的重要配套设施，其作用不可或缺。风能、太阳能等可再生能源，因其清洁、可再生的优势，正逐步成为未来电力系统的核心能源。然而，这些能源的发电输出易受天气和季节变化的影响，具有显著的间歇性和波动性，给电网的稳定运行带来了挑战。储能技术的引入，为这一难题提供了有效解决方案。具体来说，储能系统能够吸收可再生能源发电过程中的多余电能，并在电力需求增加或

可再生能源发电不足时释放储存的电能，从而使可再生能源发电更加平稳地接入电网。这种调节能力不仅减轻了可再生能源发电对电网的冲击，还提高了可再生能源的发电效率和可靠性。在风力发电中，储能系统可以在风速较高、发电量过剩时吸收多余的电能，并在风速较低、发电量不足时释放电能，确保风力发电的稳定输出。同样，在太阳能发电中，储能系统可以在白天阳光充足、发电量过剩时吸收多余的太阳能电能，并在夜晚或阴天发电量不足时释放电能，满足用户的用电需求。此外，储能技术还起到了可再生能源发电与传统火电之间的桥梁作用。在可再生能源发电不足时，储能系统可以释放储存的电能，减少对传统火电的依赖，进而降低碳排放和环境污染。同时，储能系统还可以与传统火电机组协同运行，提高火电机组的灵活性和响应速度，使电力系统更好地适应可再生能源的接入和消纳。

3.2 电网侧储能

在电网侧，储能技术作为电网的调节工具，发挥着至关重要的作用。电网作为电力系统的核心部分，负责将发电侧产生的电能输送到用户侧。然而，由于电力需求的波动性和不确定性，电网在运行过程中面临着诸多挑战。储能技术的引入，可以有效提高电网的灵活性和可靠性。具体来说，储能系统可以通过充放电控制，平衡电网的电力供需。在电力需求高峰时段，储能系统可以释放储存的电能，减轻电网的负荷压力；在电力需求低谷时段，储能系统则可以吸收多余的电能，为后续的用电高峰做准备。这种调节能力不仅有助于稳定电网的电压和频率，还能够提高电网的运行效率和可靠性。此外，储能系统还可以作为电网的备用电源。在电网发生故障或紧急情况时，储能系统可以迅速提供电力支持，确保重要用户和关键设施的用电需求^[3]。这种备用电源的能力对于提高电网的韧性和应对突发事件具有重要意义。同时，储能系统还可以与其他电网调节手段（如调频机组、无功补偿装置等）配合运行，共同维护电网的稳定运行。随着智能电网和能源互联网的发展，储能技术在电网侧的应用前景更加广阔。通过与其他智能设备和技术（如物联网、大数据、人工智能等）的融合应用，储能系统可以实现对电网的全面感知、动态监测和智能控制。这种高度智能化的电网管理系统不仅有助于提高电网的运行效率和可靠性，还能够为用户提供更加便捷、高效、智能的用能体验。

3.3 用户侧储能

在用户侧，储能技术作为分布式能源的重要组成部分，发挥着越来越重要的作用。随着分布式能源（如屋

顶光伏、小型风力发电等)的普及和发展,用户侧的电力生产和消费模式正在发生深刻变化。储能技术的引入,可以进一步提高用户的用电可靠性和经济性。具体来说,储能系统可以通过调节用户的用电行为,降低用电成本。在电价低谷时段,储能系统可以吸收多余的电能并储存起来;在电价高峰时段,储能系统则可以释放储存的电能,满足用户的用电需求。这种“削峰填谷”的用电模式不仅有助于减少用户的电费支出,还能够平衡电网的负荷压力。此外,储能系统还可以作为用户的备用电源。在停电或电力供应不足时,储能系统可以迅速提供电力支持,确保用户的基本用电需求。这种备用电源的能力对于提高用户的用电可靠性和应对突发事件具有重要意义。特别是在重要用户和关键设施中,储能系统的备用电源功能更是不可或缺。随着智能家居和智能用电技术的发展,储能技术在用户侧的应用前景也更加广阔。通过与其他智能设备和技术(如智能家居系统、智能电表等)的融合应用,储能系统可以实现对用户用电行为的全面感知、动态监测和智能控制。这种高度智能化的用电管理系统不仅有助于提高用户的用电效率和可靠性,还能够为用户提供更加便捷、舒适、智能的用能体验。

4 储能技术的发展趋势

未来,储能技术将迎来前所未有的发展机遇,其发展趋势将呈现多个显著特点。在储能材料方面,将朝着低成本、高储能密度、高循环稳定性以及长周期存储的方向不断迈进。科研人员将致力于开发新型储能材料,以降低储能成本,提高能量存储密度,确保材料在多次充放电循环中保持稳定,并延长储能周期,满足长期储能需求。储能装备的发展也将迎来新转变。从过去单纯关注单体设备的效率和成本,未来将更加注重满足差异性需求的高品质供能以及储用协调。这意味着储能装备将更加注重与各类能源系统的兼容性和协同性,以提供更为灵活、高效的能源解决方案。规模化储能技术的应用领域也将不断拓展。从单纯的供能功能,将逐渐转向兼顾电网辅助服务和综合能源服务的多元化用能^[4]。随着国家相关政策的支持和体制机制的不断完善,储能产业已展现出多元化、快速发展的良好态势,并在商业化模

式中展现出更大的应用价值。新型储能技术正加速走向工程化、规模化、系统化和产业化,迎来快速发展的黄金时期。

5 储能技术面临的挑战与应对策略

当前,储能技术在电力市场中的身份和地位尚不明确,这使其在市场准入、计量、结算等环节面临诸多难题。同时,储能项目的建设缺乏统一的标准规范,存在较大的安全隐患。此外,储能参与电力市场的机制尚不健全,其在新型电力系统建设中的重要作用也未得到充分认识。为应对这些挑战,需采取以下策略:首先,要提升储能服务新型电力系统的能力,考虑组建专门服务于新型电力系统建设的储能业务机构;其次,应制定和完善新型储能配置的一系列标准,明确各地区的储能规模及项目布局规划;最后,要深化储能电力辅助服务市场的建设,完善调频、调峰、备用等市场品种,并制定出适应抽水蓄能、新型储能等新兴市场主体参与的交易机制,以充分发挥储能技术在新型电力系统中的重要作用。

结语

储能技术在未来电力系统中扮演着至关重要的角色,是支撑高比例可再生能源接入和消纳、提升电力系统灵活性和可控性、促进多能协同和能源互联网构建的关键技术手段。随着储能技术不断进步、商业化模式日趋成熟以及市场机制逐步完善,储能行业必将得到空前规模化发展。未来,储能技术将朝着技术多元化、低成本化、规模化与产业化的方向发展,为实现“双碳”目标提供有力支撑。

参考文献

- [1]曹建.基于新型电力系统的储能技术分析[J].现代工业经济和信息化,2024,14(12):276-279.
- [2]李建林,康靖悦,辛迪熙.新型电力系统储能技术应用研究[J].分布式能源,2024,9(06):1-8.
- [3]李智勇,张庆辉,管亿民.“双碳”能源时代下电力系统调度中的储能技术[J].现代工业经济和信息化,2024,14(11):198-200.
- [4]黄源源.储能技术在新能源电力系统中的应用分析[J].中国高新科技,2024,(20):59-61.