

新能源汽车与电网互动（V2G）技术：现状、挑战与未来趋势

张 均

四川满电行新能源科技有限公司 四川成都

【摘要】新能源汽车与电网互动（V2G）技术作为能源转型与交通电动化融合的重要方向，正逐渐成为全球研究与应用的热点。该技术通过实现电动车与电网的双向能量流动，不仅能缓解电力系统峰谷差，还能提升可再生能源的消纳能力。在技术与市场的双重推动下，V2G 展现出广阔前景。当前仍面临电池寿命衰减、充放电标准缺乏统一、电网调度机制复杂及经济性不明朗等挑战。未来发展需要在电池管理优化、政策法规健全、商业模式创新以及智能调控平台建设等方面取得突破，以实现能源与交通系统的深度协同与可持续发展。

【关键词】新能源汽车；电网互动；V2G 技术；能源转型

【收稿日期】2025 年 8 月 21 日 **【出刊日期】**2025 年 9 月 17 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250195

New energy vehicle and grid interaction (V2G) technology: status quo, challenges and future trends

Jun Zhang

Sichuan Man Dian hang New Energy Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan

【Abstract】 As a pivotal integration of energy transition and electrified transportation, Vehicle-to-Grid (V2G) technology has emerged as a global research hotspot. By enabling bidirectional energy flow between electric vehicles and power grids, this innovation not only alleviates peak-valley load variations in power systems but also enhances renewable energy integration capabilities. Driven by technological advancements and market forces, V2G demonstrates vast potential. Current challenges include battery degradation, lack of unified charging standards, complex grid dispatch mechanisms, and economic uncertainties. Future development requires breakthroughs in battery management optimization, regulatory framework refinement, business model innovation, and intelligent control platform development to achieve deep integration and sustainable growth of energy and transportation systems.

【Keywords】 New energy vehicles; Grid interaction; V2G technology; Energy transition

引言

新能源汽车的普及正在重塑交通能源结构，而电网的低碳化进程则为其发展提供了坚实支撑。V2G 技术作为两者的关键纽带，通过双向能量交换使车辆不再是单一的能源消耗终端，而成为灵活的储能与调节单元。这种技术路径不仅有助于削峰填谷、提高电网韧性，还能推动可再生能源的高效利用。其背后蕴含的能源协同与系统优化潜力，正引发学术界与产业界的广泛关注，也为未来智慧能源生态的构建提供了新的可能性。

1 新能源汽车与电网互动技术的发展背景与现实需求

新能源汽车与电网互动技术的提出并非偶然，而是能源结构转型与交通电动化发展的必然产物。随着清洁能源在电力系统中的占比逐渐提高，电网运行面临负荷波动加剧和调节能力不足的压力。新能源汽车的迅速普及使其电池资源规模庞大，具备潜在的储能与调节价值。V2G 技术正是在这一背景下形成的重要技术途径，它将分散的车辆电池转化为可聚合的移动储能单元，从而实现电网与交通系统的深度互动，缓解电力供需矛盾，并为能源系统注入新的灵活性。

随着电动汽车数量的快速增长，车辆充电负荷对配电网的影响日益突出，高峰时段的集中充电不仅可能导致局部电网过载，还会加剧峰谷差异，给

电力系统稳定运行带来挑战。在这一过程中，若仅将新能源汽车视为单一的电力消耗端，其潜在价值难以发挥。而通过构建电网互动机制，车辆能够在电力需求高峰时段向电网反向供电，在低谷时段充电储能，从而形成削峰填谷的动态调节模式。这种双向能量流动不仅有助于提升电网运行的安全性，还为新能源发电的不确定性提供了有效缓冲手段。

新能源汽车与电网互动的需求还体现在能源战略和社会经济层面。国家层面的碳中和目标推动能源系统向低碳化和高效化转型，电力与交通的耦合成为重要抓手。通过 V2G 技术，电动汽车群体能够成为分布式能源的重要组成部分，在支持风能、光伏等可再生能源消纳的同时，也促进智能电网和智慧城市的建设。对于用户而言，电动汽车的双向互动不仅意味着能源使用方式的转变，还可能带来经济收益和能源服务的新模式。在能源转型与交通变革的双重驱动下，新能源汽车与电网互动的背景与需求日益凸显，成为学界与产业界高度关注的焦点。

2 现阶段新能源汽车与电网互动技术的主要应用与典型模式

新能源汽车与电网互动技术的应用逐渐由实验验证走向工程示范，部分地区已在电力系统和交通系统的交汇点形成了较为成熟的探索。以 V2G 双向充电桩为代表的基础设施逐步铺开，使车辆能够在充放电之间实现灵活切换。这类设施不仅支持传统的慢充与快充模式，还通过通信协议实现车网双向数据交互，使电动汽车在运行过程中具备能源调度功能。在区域电网压力增大的场景中，新能源汽车可通过有序充电技术实现负荷转移，将分布式储能作用嵌入电网运行机制之中，从而缓解局部电力紧张问题。

在典型应用模式方面，削峰填谷与辅助服务已成为主要实践路径。当电网处于负荷高峰，电动汽车通过反向供电向电网回馈电能，形成分布式电源的作用，而在低谷电价时段则集中充电，既降低系统运行成本，也为用户创造经济收益。部分电网运营商在电力调度中引入车辆储能集群，将其视为可调节资源参与频率调节与备用容量市场，以提高电力系统的灵活性与稳定性。在分布式能源比例不断上升的背景下，这种模式不仅增强了电网对波动性电源的消纳能力，也为电动汽车提供了新的价值体现。

在不同地区的试点工程中，新能源汽车与电网互动的模式呈现出多样化特征。部分国家和城市积极推

动车到家庭（V2H）和车到建筑（V2B）应用，使电动汽车电池在家庭或商业建筑中充当备用电源，提升用户端的能源独立性。在分布式光伏等可再生能源系统中，电动汽车通过双向能量管理实现本地平衡与余能回馈，推动多能互补与微电网建设。这些典型模式显示出新能源汽车不仅是交通工具，更是能源系统的重要组成部分，其在电力市场、分布式能源系统以及智能电网环境中的应用潜力正在不断被释放和验证。

3 面向新能源汽车与电网互动技术挑战的关键解决路径

新能源汽车与电网互动技术在快速发展的过程中面临着多方面挑战，其中电池寿命衰减问题最为突出。频繁的充放电循环容易加速动力电池的性能退化，影响整车使用寿命与用户体验。为应对这一问题，需要在电池管理系统层面引入更为精细化的控制策略，通过智能算法对充放电功率、深度和频率进行动态优化，以减少不必要的能量损耗。电池材料的改进和新型储能技术的研发也至关重要，例如固态电池、梯次利用电池在未来的应用可以为 V2G 技术提供更高的安全性和稳定性。通过技术创新与管理优化的结合，能够在延缓电池衰减的同时，保障车网互动的可持续运行。

标准体系和通信协议的不完善是制约新能源汽车与电网互动大规模推广的另一关键因素。不同厂商的充电设备与电动汽车接口存在兼容性差异，缺乏统一的双向能量交换标准，导致跨平台运行和规模化调度难以实现。为解决这一瓶颈，亟需在国际和国家层面建立统一的技术标准和接口规范，涵盖充放电接口、通信协议、数据安全以及计量结算机制。通过建立统一标准，不仅能够提升系统互操作性，还能降低企业研发和用户使用的成本。智能电网与车联网的融合应通过高可靠性的信息安全体系加以保障，确保数据在传输和处理过程中免受网络攻击与隐私泄露的风险。只有在统一标准和安全保障的基础上，新能源汽车与电网互动才能真正实现跨区域、跨平台的规模化运行。

经济性不足和商业模式缺乏清晰路径同样阻碍了新能源汽车与电网互动的推广。当前在大多数地区，用户参与 V2G 的收益不足以弥补电池损耗与时间成本，这使得大规模推广缺乏吸引力。解决这一问题的关键在于建立合理的市场机制与补偿体系。电网运营商应通过容量补偿、电价差分、辅助服务

奖励等方式提升用户参与积极性，同时探索基于聚合商模式的市场化运营路径，将分散的电动汽车储能资源整合为统一的调度单元，以提高市场竞争力。在政策层面，应出台支持性措施，推动新能源车企、电网企业与第三方服务商的协同合作，探索车主、电力公司和社会三方共赢的商业模式。通过经济激励与市场机制的创新，新能源汽车与电网互动才能在实际应用中形成可持续的发展路径，并在能源转型与智慧交通的双重战略中发挥应有作用。

4 新能源汽车与电网互动技术在能源体系中的综合价值与启示

新能源汽车与电网互动技术在能源体系中所展现的价值是多层次的，其意义不仅体现在技术应用层面，更延伸至能源结构优化与能源安全保障。通过 V2G 机制，大规模电动汽车群体能够转化为分布式储能网络，协助电网实现削峰填谷和负荷平衡，缓解传统电力系统对集中式调峰电源的依赖。在可再生能源接入比例不断上升的背景下，这一作用尤为突出。风电与光伏发电的间歇性和波动性往往给电力系统带来稳定性挑战，而新能源汽车的储能功能为其提供了灵活调节手段。通过车网互动，电动汽车在电力过剩时段吸收能量，在电力紧张时段反哺电网，使能源供需关系更加平衡，从而提升了能源体系的可靠性与韧性。

在能源利用效率提升方面，新能源汽车与电网互动技术提供了新的思路。传统电力系统中存在大量峰谷差异和冗余容量，而 V2G 的双向流动能够有效调节负荷曲线，使电力资源得到更高效的利用。在需求响应机制的推动下，电动汽车车主能够根据电价信号调整充放电行为，在满足自身交通需求的同时参与电网调度。这种模式不仅降低了电力系统运行的整体成本，还促进了分布式能源与大电网的融合。通过车到家庭（V2H）与车到建筑（V2B）等应用场景，电动汽车能够在停驶状态下为家庭或企业提供备用电力，提升用户的能源自主性，推动终端用能模式的多元化。这种跨领域的灵活性体现出新能源汽车在能源体系中所具有的独特价值。

新能源汽车与电网互动技术的启示在于其所展现的跨行业协同效应和系统集成能力。能源系统与交通系统的耦合不仅改变了电力的生产和消费模式，也推动了能源市场与交通市场的融合。通过建立完善的商业模式和政策体系，电动汽车可以作为新型

电力市场的活跃主体，参与容量市场、辅助服务市场和分布式能源交易，从而拓展能源体系的边界。车网互动的推广也为智慧电网与智慧城市建设提供了新思路，将信息技术、能源管理和交通运行紧密结合，形成更具弹性和可持续性的城市能源生态。新能源汽车与电网互动不仅是一项能源技术创新，更是一种能源系统变革的路径选择，其所释放的综合价值将深刻影响未来能源格局与社会发展模式。

5 结语

新能源汽车与电网互动技术的发展正在推动能源与交通的深度融合，这一过程不仅体现了能源转型的必然趋势，也揭示了分布式储能在电力系统中的巨大潜力。V2G 的双向能量流动使电动汽车超越了交通工具的单一属性，成为灵活的电力资源和调节单元，为削峰填谷、提升电网韧性以及促进可再生能源消纳提供了有效途径。在解决电池寿命、标准体系与经济性等挑战的同时，该技术的推广也为构建智能电网与智慧城市提供了新的思路。其综合价值正在重塑能源格局，并为可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 武晓斌. 构建成都特色新能源汽车行业培训认证体系的路径[J]. 汽车知识, 2025, 25(09): 224-226.
- [2] 常军学, 梁琰. 新能源汽车故障模拟教学系统构建[J]. 汽车知识, 2025, 25(09): 205-207.
- [3] 宋小彦. 中职学校新能源汽车检测与维修专业人才培养模式探索[J]. 汽车知识, 2025, 25(09): 221-223.
- [4] 徐慧明, 杜晓东, 缪晓琴. 新能源汽车海外消费者购买行为理论模型研究[J]. 汽车知识, 2025, 25(09): 227-229.
- [5] 姚文军, 孔凡坊, 杨桥桥. 电网友好型低碳建筑光储直柔互动系统实施研究[J]. 建筑电气, 2025, 44(07): 10-14.
- [6] 王宵. 微电网与配电网互动特性分析及其对系统稳定性影响的研究[J]. 自动化应用, 2025, 66(S1): 40-42.
- [7] 林达, 陈哲, 李志浩, 等. 含多微电网的配电网双层互动式电能交易方法[J]. 浙江电力, 2025, 44(06): 20-30.
- [8] 韩郁文, 单国剑. 大数据技术在充电桩负荷预测与电网互动机制中的应用[J]. 集成电路应用, 2025, 42(05): 234-235.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS