

现行电价政策下的车网融合(V2G)产业模式及效益研究

孙卓

广东电网有限责任公司珠海供电局, 广东珠海, 519000;

摘要: V2G (Vehicle-to-Grid) 技术是一种创新的电动汽车与电网互动的方式, 通过在电力需求高峰时将电动汽车的电能反馈至电网, 不仅可以提高电网的稳定性和能源利用效率, 还能为车主带来额外的经济收益。随着电动汽车的普及和能源结构的转型, V2G 技术的重要性日益凸显, 电价政策对 V2G 技术的应用和效益有着直接的影响。因此, 本研究探讨现行电价政策下 V2G 产业模式的特点及其经济效益, 为政策制定者和行业从业者提供有益的参考。

关键词: V2G 技术; 电价政策; 产业启示

DOI: 10.69979/3029-2700.25.01.097

1 现行电价政策分析

1.1 峰平谷电价政策概述

峰平谷电价政策是指根据不同时间段的电力需求, 将一天中的用电时间划分为高峰、平段与低谷时段, 设置差异化的电价。在电力需求低谷时段, 电价较低, 鼓励用户增加用电; 在电力需求高峰时段, 电价较高, 抑制用户的用电需求。通过这样的价格杠杆, 电力公司可以有效调节电网负荷, 减轻高峰负荷压力, 而优化电力系统的运行效率。

1.2 峰平谷电价对 V2G 的潜在影响

电价政策很大程度上决定了 V2G (Vehicle-to-Grid) 技术的应用和推广, 尤其是在经济激励方面对用户的充放电行为产生了直接影响。优化充放电时间是基于对电网负荷和电动汽车电池充电需求的双重分析。用户可通过智能调度系统, 在电网负荷较低的低谷时段, 以较低的电价进行充电, 确保车辆在不影响正常使用的前提下完成充电任务。然后, 在电网负荷较高, 用电需求较大的高峰时段, 用户可以将电动汽车的储能通过双向充电桩反馈至电网。为了使收益最大化, 智能调度系统通过预测电网负荷曲线和电价波动情况, 自动规划电动汽车的充电时间和反馈时机, 确保充电成本最低, 反馈收益最高。

2 V2G 产业模式概述

V2G (Vehicle-to-Grid) 技术的商业模式根据电动汽车电池的使用场景和提供的服务类型可以划分为两种主要模式: 储能模式和需求响应模式。

储能模式, 主要利用电动汽车的电池作为电能存储

设备。当电网处于凌晨时段的低谷时段, 电动汽车在这一时段充电, 储存电能。在早晨和傍晚的高峰时段, 车辆通过双向充电桩将电能反馈回电网。通过这种操作, 车主可以利用电价差获取收益。

需求响应模式: 在电网负荷剧增或电力供应紧张的情况下, 电动汽车可以作为灵活负荷参与需求响应。车主可在电网负荷过高时段通过放电反馈电能至电网, 帮助电网平衡需求, 确保电网的稳定运行。车主通过参与需求响应机制, 获得电价折扣、现金奖励或其他形式的补贴等。该模式不仅帮助电网削峰填谷, 有效平衡电力供需, 提升电网稳定性, 也为电动汽车用户带来稳定的电价收益。

3 V2G 技术在峰平谷电价政策下的经济效益分析

3.1 案例分析

为了更深入了解 V2G (Vehicle-to-Grid) 技术的经济效益, 本节结合实际案例进行分析, 具体说明在峰平谷电价政策下, 用户通过 V2G 技术获得经济收益的差异。

以广东省珠三角五市 2024 年 8 月 1-10 (20) 千伏的电价为例, 高峰时段 (10:00-12:00 和 14:00-19:00) 的电价为 129.08 分/kWh (含税), 低谷时段 (00:00-8:00) 的电价为 31.01 分/kWh (含税), 其余时段为平段, 电价为 77.07 分/kWh (含税), 尖峰电价为 160.67 分/kWh (含税), 尖峰电价在峰段电价基础上上浮 25%。

假设用户在低谷时段为电动汽车充电 50 千瓦时, 充电总成本为 $50\text{kWh} \times 0.3101 \text{元/kWh}$, 约为 15.51 元。而在高峰时段将这 50kWh 的电能以 1.2908 元/kWh 的价

格反馈至电网，用户可获得 $50\text{kWh} \times 1.2908 \text{元/kWh}$ ，约为 64.54 元的收入。扣除充电成本后的净收益为 49.03 元。如果用户考虑到电池的磨损成本，每千瓦时的磨损成本约为 0.05 元，总的磨损成本为 2.5 元，最终的净收益为 46.53 元。如果电动汽车用户每天进行一次这样的充放电操作，年度净收益可以达到 $46.53 \text{元} \times 365 \text{天}$ ，约为 16983.45 元。

相比之下，北京市的峰平谷电价差异较小。根据北京市 2024 年 8 月 1-10 千伏的电价政策，低谷时段的电价为 0.5499 元/kWh，高峰时段的电价为 1.1572 元/kWh，假设用户在北京市充放电 50kWh，扣除电池磨损 2.5 元后的净收益仅为 27.87 元，与广东珠三角地区的收益差异明显。

3.2 问题分析

表 1 案例电价分布情况

政策	详情 (2024 年 8 月)	问题与分析
广东省珠三角峰平谷电价政策	- 尖峰时段电价： 1.6067 元/千瓦时	- 尖峰时段电价虽然高，但持续时间短，仅在夏季三个月，限制了用户全年高收益的机会。 - 用户用车需求与低谷时段不匹配时，经济效益无法最大化。
	- 高峰时段电价： 1.2908 元/千瓦时	- 电池的频繁充放电导致磨损成本增加，用户长期使用成本高，可能影响 V2G 参与积极性。
	- 平段时段电价： 0.7707 元/千瓦时	- 高峰电价差异明显，有助于用户在高峰时段放电，获得显著收益，但同样受限于用户的实际用车需求和放电时段的匹配。 - 平段电价相对较低，但相比低谷时段充电的经济收益不如低谷电价明显，可能限制用户在平段时段参与 V2G 操作的积极性。
	- 低谷时段电价： 0.3101 元/千瓦时	- 低谷时段电价低，激励用户在此时段充电，但实际用车需求（如白天使用车辆）可能使用户无法充分利用低价充电时段。
北京市峰平谷电价政策	- 尖峰时段电价： 1.3029 元/千瓦时	- 尖峰时段持续时间短，限制了用户全年高收益的机会。
	- 高峰时段电价： 1.1572 元/千瓦时	- 电价差相比与广东较小，用户的潜在收益有限，缺乏显著的经济激励。
	- 平段时段电价： 0.8333 元/千瓦时	- 平段电价相比广东略高，但经济效益不明显，用户缺乏强烈的参与动力。
	- 低谷时段电价： 0.5499 元/千瓦时	- 电价差异相对广东珠三角较小，用户通过 V2G 技术获取的收益有限，难以形成显著的经济激励。

从广东珠三角峰平谷电价政策可以看出，显著的电价差异对 V2G 技术的推广起到了积极的作用。然而，现有政策在时间匹配和季节性收益等方面仍存在一定的局限性，当用户的用车需求与低谷时段不匹配时，他们可能无法充分利用低电价进行充电，从而影响其经济收益。此外，电池的磨损成本也是影响 V2G 技术推广的关键问题，频繁的充放电操作会加速电池的老化，增加用户的长期使用成本。如果没有合理的电池补贴或磨损补偿机制，用户可能会因电池寿命的缩短而减少参与 V2G 技术的频率，从而影响技术的普及。

4 结果讨论

4.1 电价政策优化建议

4.1.1 灵活调整峰平谷电价的差异化

现行的峰平谷电价政策在一定程度上激励了用户根据电价时段调节用电行为，但不同地区的电力需求特点，气候条件和产业结构不同，需要针对区域特点进一

步细化峰平谷电价的差异化策略。广东珠三角地区作为经济发达地区，用电负荷较大且高峰时段集中在夏季，特别是尖峰时段的电价可进一步上调，以应对高温天气带来的空调负荷激增。同时，在冬季和非尖峰时段，电价差异可适当缩小，以平衡全年的电网负荷。通过区域化、季节性的电价差异，能够更加精准地调控电力使用，实现电力资源的优化配置，减轻电网负荷压力。

4.1.2 加快 V2G 与电力市场化交易的融合

随着能源结构转型，化石能源依赖减少，可再生能源接入比例增加，传统的电力交易模式可能无法有效应对突发的供需变化，因此有必要加快新型电力系统的建设、电力现货的推广和绿电交易的融合。V2G 技术被视为构建新型智慧电力系统的重要组成部分，电动汽车作为分布式储能资源，聚合参与虚拟电厂的运作，提供辅助服务和需求响应，动态化参与电力市场化交易，这些有助于实现分布式储能系统的规模化应用，从而提高电网的灵活性和稳定性。

4.1.3 引入长期电池维护与折旧补偿机制

频繁的充放电操作会导致电动汽车电池的加速老化,这是当前V2G推广中的一个主要障碍。为了消除用户的顾虑,电网企业可以考虑引入长期电池维护与折旧补偿机制。例如,电动汽车用户在参与V2G操作时可以根据其放电量获得一定的电池折旧补偿,作为电池使用成本的部分补偿。该补偿机制可以通过补贴形式直接反映在电费账单中,或者通过V2G操作累积用户积分,定期给予维修补贴。此外,可以鼓励电动汽车制造商与电网企业合作,提供针对V2G用户的电池延保服务,避免用户在频繁参与V2G操作后不会因电池老化而承担过高的维护费用。

4.1.4 统一V2G技术标准与安全规范

为了确保V2G技术的安全广泛的应用,有必要制定统一的技术标准和安全规范。首先,设立V2G充放电设备的认证标准,确保所有设备在电网连接、操作安全和数据传输等方面符合一定的技术要求。其次,规范车辆与电网之间的接口要求,确保不同品牌和型号的电动汽车都能与电网兼容,保障V2G系统的互操作性。另外,制定V2G数据通信和隐私保护的相关规定,确保个人信息和电力数据在V2G操作过程中不会被泄露或滥用。这些措施能够增强用户对V2G技术的信任感,减少安全顾虑,从而促进V2G技术的市场化应用和推广,推动整个产业的健康发展。

4.2 产业启示

4.2.1 技术启示

电动汽车充放电效率和电池寿命方面的技术进展是决定V2G经济效益的关键因素。通过优化改进电池管理系统(BMS),精准控制充放电的速度和频率,能够提升整个电力系统的能源利用率,进一步降低用电成本。另外,新型固态电池、锂硫电池等技术正在成为电池创新的热点,这些新型电池材料具有更高的能量密度和更长的使用寿命。通过这些技术突破,不仅可以降低电池的更换频率,还能增强用户对V2G技术的信任,推动其在节能减排和可再生能源消纳方面发挥更大作用。

4.2.2 市场启示

在“源网荷储”协同发展的大背景下,电网公司和能源服务商应积极推动市场宣传,进一步提升公众对V2G技术在能源消纳、节能减排等方面价值的认知。电网企业可加强与政府、学术机构和新能源汽车制造商的合作,共同推动V2G的商业化应用和技术优化。通过联合建立V2G试点示范项目,帮助电网企业积累实践经验,

发现技术和市场推广中的实际问题并及时调整策略,促进V2G技术与模式的协同创新。通过发挥电力市场的激励作用、完善价格与需求响应机制等,以解决V2G项目推广过程中遇到的技术和商业模式挑战。

4.2.3 政策启示

当前,国家正在积极推动“碳达峰、碳中和”战略,V2G技术作为推动能源转型的重要手段,需要政策层面的强力支持。政府可针对电动汽车用户的电能反馈量,给予不同层次的电价激励、税收减免和长期补贴政策等,从而降低用户参与V2G技术的成本。随着政策的推动和市场机制的完善,电动汽车车主有望通过参与电力现货、绿电交易以及储能容量租赁等市场活动获得额外收入。这些均有助于V2G技术与市场需求的紧密结合,为能源系统的灵活性和稳定性提供重要支撑,推动中国实现“双碳”目标和能源结构的绿色转型。

5 结论

本文通过对现行电价政策下V2G(Vehicle-to-Grid)技术的经济效益及产业模式的详细分析,揭示了电价政策对V2G技术推广应用的关键作用。在峰平谷电价政策下,电动汽车用户不仅能够通过合理的充放电操作获得显著的经济收益,而且也帮助电网平衡负荷,减少火电或其他常规机组的备用容量,提高供电稳定性。随着技术的不断进步、市场机制的完善和政策的支持,V2G技术的商业化应用前景更为广阔,将进一步促进能源转型和可持续发展。

参考文献

- [1]周芷宁,鄢如麟,秦伟杰,等.基于V2G技术的电动汽车与电网融合市场前景分析[J].汽车与新动力,2024,7(04):127-130.
- [2]尹昊.基于深度强化学习算法的V2G充换电供需两侧调度策略优化[J].电气应用,2024,43(06):8-15.
- [3]严雯.10kV配电网电动汽车V2G调度控制应用分析[J].大众用电,2024,39(06):37-38.
- [4]罗浩先.规模化电动汽车V2G并网影响分析及应用建议[J].大众用电,2024,39(05):33-34.
- [5]潘迪,王永婷,邹以欣,等.电动汽车V2G在配电系统中实施的成本效益研究[J].电气技术与经济,2024,(05):165-167.

作者简介:姓名:孙卓,1989年5月,女,汉,硕士研究生,甘肃兰州人,中级职称,研究专业方向:工商管理。