



从“网的需求”到“车的自觉”

面向交能融合构建车企全新竞争力

2026中国汽车产业发展（泰达）国际论坛
天津·2026年9月20日

龚成明

特来电新能源股份有限公司

新能源高比例接入

电力电量平衡与安全稳定的挑战巨大

01 消纳与平衡

充电时段与新能源出力匹配

LS

02 快速调节

车辆集群功率跟随系统需求

ES

03 可靠性支撑

电压、惯量与构网等能力

SS

系统需求决定价值，时间、位置与能力决定匹配

V2G

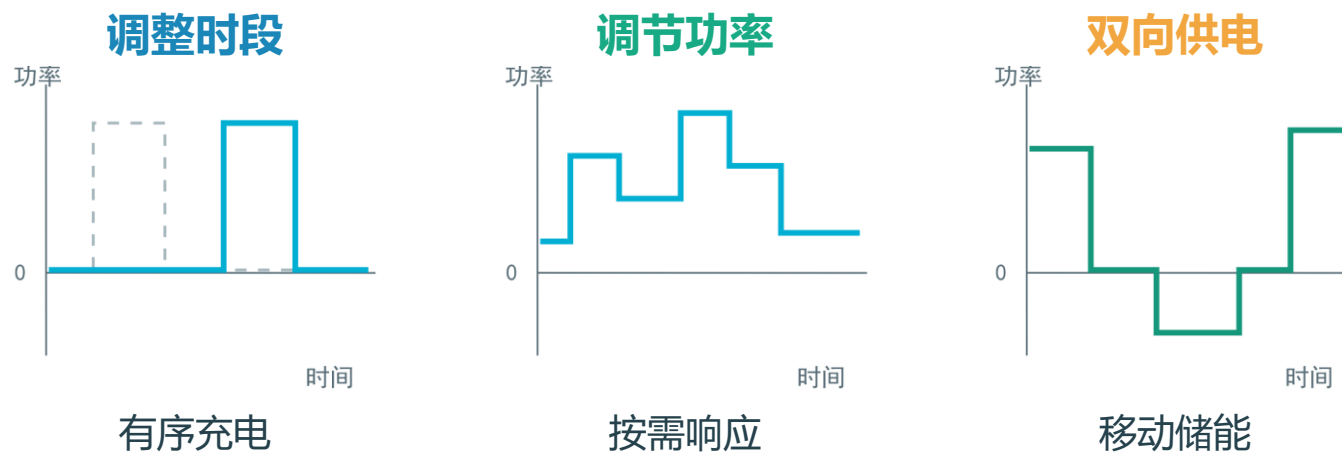
Vehicle-to-Grid

“to” 容易让人只关注能量的流向

VGI

Vehicle-Grid Integration

单向可控充电与双向供电的完整体系



美国能源部将VGI界定为基础设施、软硬件控制、市场与规则共同构成的完整体系

智能网联让车辆的能源状态变得可观测、可预测、可控制

负荷转移 LS

智能充电、时段选择

充电策略进入车机与车云

能量存储 ES

双向充放电、安全边界

BMS与双向功率能力进入产品定义

系统支撑 SS

快速调节、构网性能

变换器与控制能力进入整车指标

能源属性应在车型与产品定义阶段进入设计边界

邓叶航, 龚成明, 高剑, 邵长宏, 郭杉, 张利航. 车网互动的价值匹配与规模化应用路径分析[J]. 电力系统自动化, 2026, 50(15): 23–41. DOI: 10.7500/AEPS20250930012

车网互动的价值匹配与规模化应用路径分析

邓叶航¹, 龚成明¹, 高剑¹, 邵长宏¹, 郭杉¹, 张利航¹
1. 国家电网电动汽车电网友好型充电桩工程研究中心, 江苏南京 210003; 2. 国网电动汽车服务有限公司, 浙江杭州 311101; 3. 国网电动汽车服务有限公司, 北京 100000; 4. 国网电动汽车服务有限公司, 山东济南 250000; 5. 国网电动汽车服务有限公司, 山东济南 250000

摘要: 车网互动(V2G)理论涉及车网双向功率交互, 是实现能源互联网的一个重要“双向”环节。本文从车网互动的价值匹配与规模化应用路径出发, 结合车网互动的技术现状, 提出车网互动的价值匹配与规模化应用路径。首先, 从车网互动的价值匹配出发, 分析了车网互动的价值匹配与规模化应用路径。其次, 从车网互动的规模化应用路径出发, 分析了车网互动的规模化应用路径。最后, 从车网互动的价值匹配与规模化应用路径出发, 分析了车网互动的价值匹配与规模化应用路径。

关键词: 车网互动; 价值匹配; 规模化应用; 车网互动; 车网互动

0 引言
随着碳达峰、碳中和目标的提出, 我国能源结构正加速向绿色低碳转型。电动汽车作为重要的能源载体, 在实现能源互联网、构建新型电力系统等方面具有重要作用。车网互动(V2G)作为电动汽车与电网之间实现双向能量交互的关键技术, 是实现能源互联网、构建新型电力系统的重要途径。本文从车网互动的价值匹配与规模化应用路径出发, 结合车网互动的技术现状, 提出车网互动的价值匹配与规模化应用路径。首先, 从车网互动的价值匹配出发, 分析了车网互动的价值匹配与规模化应用路径。其次, 从车网互动的规模化应用路径出发, 分析了车网互动的规模化应用路径。最后, 从车网互动的价值匹配与规模化应用路径出发, 分析了车网互动的价值匹配与规模化应用路径。

观点文章

该文发表于电力系统领域学术顶刊《电力系统自动化》, 属于面向价值机理、运营主体和产业路径的观点型研究, 可供行业战略与产业协同参考。

第一步：从充电优化开始经营能源成本



落地路径 01

电动车与燃油车的根本差异，是用能时间、地点和功率都可以调度

燃油车

油价 × 油耗 × 行驶里程

加油后完成消费，可优化空间较小。

电动车

电量

需要充多少

时间

什么时候充

位置

在哪里充

功率

以多大功率充

动态电价和市场信号

电动车第一次把车辆能源成本从“采购结果”变成“可主动经营的过程”

武汉公交实践：优化充电降低用能成本



路线和回场时间可预测，使公交车成为充电优化的典型场景

车辆运行计划

发车时间、回场时间



场站资源约束

终端功率、变压器容量



购电价格信号

峰谷电价、市场价格

联合优化充电计划

-0.10
元/kWh

武汉公交案例中的用能成本降幅

无需改变车辆硬件，仅优化充电时间即可为用户创造可感知的收益

虚拟电厂把分散、随机的车辆能力组织成电网可调度的确定性资源

分散车辆与充电网

汇集在线状态、出行约束、电池与场站能力。

01

资源感知与预测

识别可用时间、功率和安全边界

02

价格引导与聚合调控

引导车主选择，实时分解调度任务

03

申报、履约与核验结算

对外提供可预测、可控、可核验的能力

电网与电力市场

统一接口
可交易的能源产品

微电网处理场站与园区的本地约束

虚拟电厂对外提供统一、可信的交易与调度接口

车企通过虚拟电厂，把车辆能力变成可交易、可履约、可结算的能源产品

车企竞争力一：能源信息连接与优化能力



在安全和隐私保护的基础上，车企需要连接出行需求与能源系统



谁能把车辆安全接入能源优化闭环，谁就能率先形成车辆的“能源连接力”

第二步：安全释放动力电池的富余循环价值

落地路径 02

车辆行驶未必消耗动力电池的全部设计循环次数

富余循环不等于 可无限放电

评估基础

- 年行驶里程与持有年限
- 电池健康、温度与倍率
- SOC窗口与用户出行需求

私家车

年行驶里程相对低，富余循环潜力更大

网约车与出租车

行驶强度高，更适合充电优化与快速调节

公交与物流车

路线和场站稳定，适合组织化试点

核心不是尽可能多放电，而是识别并安全利用未被出行需求消耗的电池能力

单车寿命富余与产业规模同时构成车网互动的资源基础

私家车：保守估算下的循环使用

1,000+次

国家标准最低保证循环次数

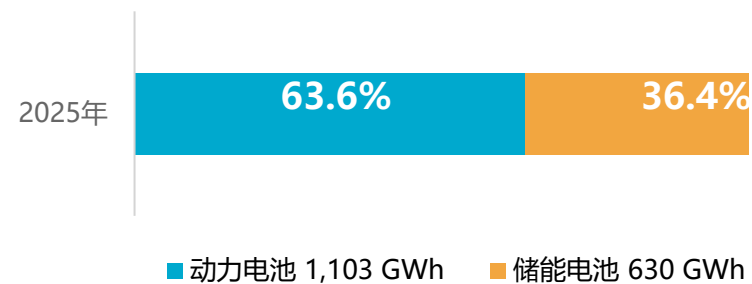


按400 km续航、20万 km生命周期估算，行驶约使用500次循环。

2025年两类电池出货量结构

约64%

动力电池占动力与储能电池合计出货量



动力电池出货量约为储能电池的1.8倍

动力电池既有单车层面的富余寿命，也有产业层面的规模优势

车企竞争力二：动力电池资产管理能力



车企需要让用户看得见收益，也看得见损耗与保障

01 准确刻画

SOC、SOH、SOP
温度与剩余寿命



02 区分工况

行驶消耗
对外放电



03 优化模式

浅充浅放
倍率与SOC窗口



04 保障用户

差异化质保
保险与收益补偿

质保从“是否放电”转向“实际健康影响”

电池数据记录实际循环、温度和倍率，为质保、保险和二手车残值提供依据。

从售后保障走向全生命周期经营

购车、使用、参与能源服务、质保、转售和梯次利用可以进入同一个电池资产账户。

不仅销售电池，而是管理电池在全生命周期中的安全、寿命和收益

第三步：车辆可以跨越空间搬运低价值电能

落地路径 03

所谓“捡垃圾电”，指在富余地点吸纳低价、零价或存在弃电风险的电能

能源富余点

- 风光大发
- 局部消纳不足
- 低价或零价时段

充电

时间转移

低价时充，高价时用

车辆移动

通过出行或系统调度，将能量与容量带到新的节点。

空间转移

富余处充，稀缺处放

能源稀缺点

- 尖峰时段
- 容量受限节点
- 应急保障场景

放电或避免当地充电

应急支撑

为特定节点提供临时电力

固定储能主要进行时间搬移，移动储能还能改变能源所在的位置

三个层次分别解决物理交换、资源组织和跨节点能源配置

能源枢纽

物理节点

车辆接入、充放电、局部消纳、安全控制与计量结算

虚拟电厂

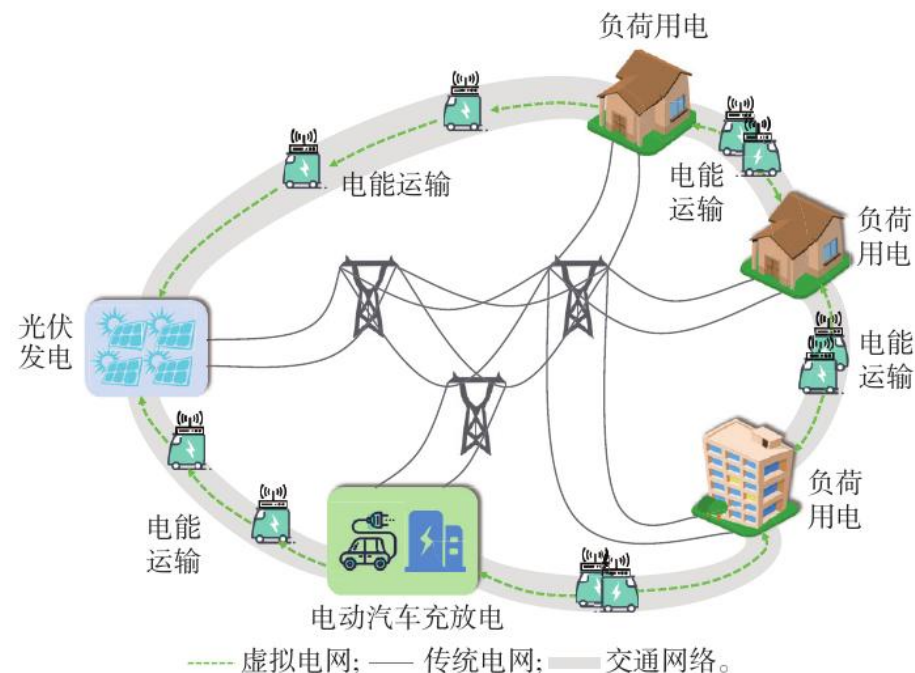
组织与运营层

聚合车辆与场站，完成预测、优化、交易、调度和收益分配

虚拟电网

移动能源网络

车辆在多个枢纽之间移动，形成跨节点的能源和容量配置

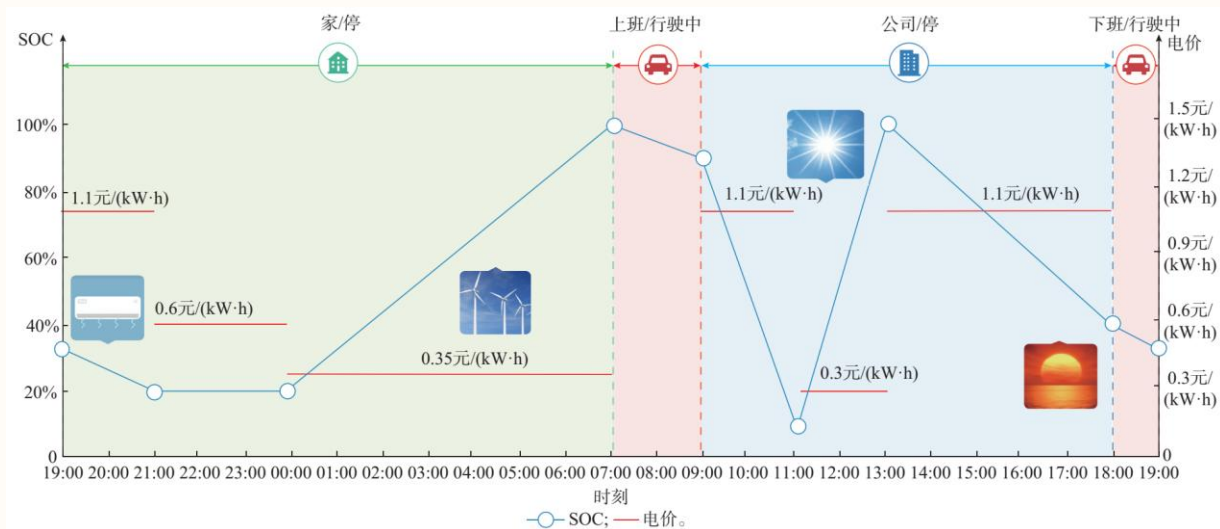


论文图9：车辆沿交通网络在充电、发电和用电节点之间运输电能构成虚拟电网

能源枢纽完成物理交换，虚拟电厂完成组织与交易，车辆移动把多个节点连成虚拟电网

车企竞争力三：从出行服务延伸到能源服务

“出行即服务” 不仅完成人和货物的位移，也可以同步完成能源任务



出行任务

路线、到达时间与保底续航

能源任务

充放电时窗、价格与系统需求

资产边界

电池安全、损耗与用户授权

收益来源

- 降低用能成本
- 需求响应与辅助服务
- 枢纽运营

车企可以经营车辆在出行与能源两个市场中的综合价值

第四步：自动驾驶大幅提升移动储能的调度空间

落地路径 04

车辆可以在闲置时窗主动驶向充放电枢纽，完成能源任务后重新布置



- 01 识别空闲时窗
出行需求优先
- 02 匹配能源任务
价格、位置与容量
- 03 自主驶向枢纽
无人化接入
- 04 完成充放电
检测、计量与结算

自动驾驶提供了构建能源枢纽的基础

容纳多能源形式的充放电枢纽

大型多层枢纽集中接纳自动驾驶车辆，并与超高压变电、储能和输电系统协同，氢能源增程车辆也可接入放电



未来枢纽需要同时具备规模化车辆接入、自动充放电、能源调度与电网支撑能力

车的自觉：从顶层规划交通能源融合下的汽车产业

四步落地路径对应四层能力，最终形成车企的新竞争力

落地路径	车企需要形成的能力	对用户和车企的价值
充电优化	能源信息连接与调度能力	降低用能成本，改善补能体验
电池储能	电池健康与资产管理能力	增加用户收益，强化质保与残值管理
虚拟电网	出行与能源联合运营能力	开拓能源服务收入，提升用户黏性
自动驾驶能源枢纽	交通能源生态组织能力	获得未来基础设施和生态合作位置

车企的全新竞争力，是降低用户全生命周期成本、经营车辆能源资产，并在交通能源生态中形成持续服务能力

从“网的需求”到“车的自觉”

让每一辆车既服务出行，也服务能源系统



特来电的使命

实现新能源车充新能源电，
让尾气 and 雾霾远离人类。

谢谢聆听