

基于电池共享的新能源汽车后市场服务模式设计

杜汶轩, 王梓含, 殷苏康, 钱力炜

江苏大学管理学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2025年3月31日; 录用日期: 2025年4月16日; 发布日期: 2025年5月20日

摘要

近年来, 新能源汽车制造产业重心正逐步从产品制造向后市场服务提供延伸, 发展过程面临标准化体系缺失导致跨品牌兼容性不足、资源利用效率低下引发资产沉淀与重复投入、用户里程焦虑与使用成本高制约市场渗透率提升等问题。为此, 本研究提出一种基于电池共享的新能源汽车后市场服务模式。该模式依托物联网与区块链技术建立全生命周期管理体系, 实现电池产权分离的资产专业化运营, 并且设计动态定价策略适配差异化的用户需求。研究从理论层拓展了共享经济在新能源汽车领域关键关注点的应用; 研究从实践层破解了电池标准化困境、提升了资源利用效率、缓解了用户焦虑提供系统性解决方案。研究成果为新能源汽车后市场服务标准制定、企业商业模式创新, 及政策支持体系构建提供了决策参考。

关键词

电池共享, 新能源汽车, 共享经济, 后市场服务

Battery-Sharing-Based Aftermarket Service Model for New Energy Vehicles

Wenxuan Du, Zihan Wang, Sukang Yin, Liwei Qian

School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Mar. 31st, 2025; accepted: Apr. 16th, 2025; published: May 20th, 2025

Abstract

In recent years, the focus of the new energy vehicle (NEV) manufacturing industry has gradually shifted from product manufacturing to aftermarket service provision. However, its development faces challenges such as the lack of standardized systems leading to insufficient cross-brand compatibility, low resource utilization efficiency causing asset idling and redundant investments, and user

文章引用: 杜汶轩, 王梓含, 殷苏康, 钱力炜. 基于电池共享的新能源汽车后市场服务模式设计[J]. 电子商务评论, 2025, 14(5): 1148-1158. DOI: 10.12677/ec.2025.1451394

concerns over mileage anxiety and high usage costs that constrain market penetration. To address these issues, this study proposes a battery-sharing-based aftermarket service model for NEVs. The model establishes a full lifecycle management system supported by IoT and blockchain technologies, enabling professional operation of battery assets through ownership separation. Additionally, it incorporates dynamic pricing strategies to accommodate differentiated user demands. Theoretically, this research expands the application of the sharing economy in the NEV sector by identifying critical focus areas. Practically, it provides systematic solutions to overcome battery standardization dilemmas, enhance resource efficiency, and alleviate user anxiety. The findings offer decision-making references for formulating aftermarket service standards, innovating business models, and constructing policy support systems in the NEV industry.

Keywords

Battery Sharing, New Energy Vehicles, Sharing Economy, Aftermarket Service

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

全球能源需求剧增与传统能源资源枯竭的矛盾愈加突出，寻找可替代的清洁能源已成为全球关注的热点问题。新能源汽车作为缓解能源短缺、节能环保、低碳排放的典型代表，被认为是未来交通发展的重要方向。中国汽车工业协会于 2025 年发布的数据显示，中国作为全球最大的新能源汽车生产和消费国，2024 年我国新能源汽车产销量均突破 1280 万辆，并且在过去 20 年里，中国新能源汽车产业在创新专利与制造技术等若干领域已实现了对美国、日本、德国等传统汽车制造强国的“弯道超车”[1]，如电池、电控、自动驾驶等方面，诞生了一批如比亚迪、上汽等极具国际竞争力的本土企业。同时，新能源汽车产业结构不断优化，生产配套设施完善，建立起了较为完备的供应链产业链体系，基本实现了重要零部件的自主自控，基于成本、质量、时间等方面的汽车本体价值创造全球领先。但随着新能源汽车保有量趋于饱和，基于服务的价值创造逐渐成为新能源汽车产业关注的重点。

虽然新能源汽车产业领域已经实现了重大突破，但大部分用户在选择油车与电车时仍存顾虑，其本质是动力电池的使用成本问题。即便随着新能源汽车电池技术的不断更新换代，面向后市场的电池更换服务成为诸多企业关注的重点，但各企业需以长期周期成本投入为代价来部署绝对分散的电池服务提供[2]。我国新能源汽车技术已经达到国际一流，甚至实现部分领域领先，但配套的后市场服务仍存在缺陷，与传统汽车依旧存在不少的差距。尤其是当前产业面临三重结构性矛盾：技术迭代与用户需求脱节：尽管动力电池能量密度以年均 8% 的速度不断提升，但用户续航焦虑仍增速攀升，反映出“技术供给 - 体验需求”的错配。服务模式滞后于产业发展：传统“车电一体”销售模式下，电池购置成本约占整车价格的 30%~50%，而依据中国汽车协会对新能源汽车在 2024 年度的销量数据统计，充电桩车桩比仅为 2.45:1，远未达到 1:1 的理想配置。资源利用与环境保护失衡：中国汽车工程学会与国务院发展中心数据显示 2023 年我国退役动力电池总量已超过 58 万吨，但规范回收率不足 25%，大量电池流入非正规渠道，引发环境污染风险。此背景下，国家发改委《新能源汽车产业发展规划(2021~2035 年)》明确提出“推进车电分离模式创新，完善动力电池全生命周期管理体系”。制造业服务化理论(Servitization)为破解上述困境提供了新思路——通过将电池从“销售商品”转化为“可共享的服务”，重构产业价值分配机制。然而，现有服务模式普遍存在标准化缺失、资产利用率低、用户接受度不足等问题，亟需系统性解决方案。

由于传统的新能源汽车充电模式存在诸多弊端,新能源汽车企业逐渐把目光转向以电池共享为基础的电池共享模式,即换电模式。换电模式是通过集中式充电站对动力电池进行集中存储与维护,并在站内以更换电池的方式实现车辆快速补能的新型商业模式[3]。关于换电模式的研究,学者们主要从换电站选址和运营的角度出发。在共享换电站选址方面:如发现电池续航里程和客户服务时间对换电站选址数量有着正向影响作用[4];通过比较研究充电与换电模式,从电能外部接入角度,研究了充电站的建设[5];考虑政府补贴和企业社会责任对增强换电服务运营的重要影响[6]。在车辆使用效率方面,发现在换电模式下电动汽车用户可租用充满电的蓄电池,更换已经耗尽的蓄电池,有利于提高车辆使用效率,也提高了用户使用的方便性和快捷性[5]。在定价方面,通过分析电动出租车换电模式,得出最优换电定价策略,但仅局限于公共交通领域[7];在充电模式与换电模式并存的情况下,当换电频率较低时,换电站应该采用订阅费策略;反之,应该采用按次付费策略[8]。在销售方面,用户感知有用性、知识、态度以及主观规范正向影响着消费者对换电技术的采用意愿[9]。在供应链方面,考虑供应链结构差异,合作情形下换电运营商利润、市场需求和换电技术研发水平都可达到最优[10]。在服务方面,哈特福德电灯公司(Hartford Electric Light Company) [11]首创电池即服务(Battery as a Service, BaaS)模式或称电池租赁服务(1910~1924年),初始为电动卡车提供的 GeVeCo [12]电池服务,通过将电池资产与整车资产分离,允许用户以租赁形式获取电池使用权,并且可依据需求动态调整电池容量[13]。

根据以上相关文献研究可知,学者对于换电模式已进行了较为深入的研究。同时,在新能源汽车产业领域,服务化成为一个关注的重点。此外,中国逐渐成为新能源汽车制造大国,对于汽车服务方面研究的文献很多,关于新能源汽车服务研究虽然已有不少,但真正从整体上深入研究新能源汽车行业服务,形成并完善系统性的后市场服务模式依旧存在不足。本研究围绕智能汽车产业电池服务体系的优化升级,聚焦三大核心问题展开:首先,在需求侧矛盾方面,系统性解析用户对电池服务的效能诉求量化方法,揭示现有模式在安全可靠、经济性与服务便利性维度的结构性缺陷;其次,构建基于电池共享的新能源汽车后市场服务模式;最后,设计政策规制-技术标准-产业协作三位一体的协同保障机制,确保新型服务模式的商业可行性。

2. 新能源汽车换电模式发展路程与服务模式

2.1. 新能源汽车换电模式发展路程

新能源汽车换电模式研究历经技术验证、模式对比、运营优化与系统协同四大阶段,其核心关注点从早期的补能效率提升,逐步扩展到供应链协同、消费者行为激励及能源网络交互等多元领域。典型形成了如下四个阶段。

(1) 早期探索阶段(2009~2013): 新能源汽车换电模式的学术研究始于技术可行性与基础运营框架的探索。康继光等(2009) [5]首次论证了换电模式对提升车辆使用效率的潜力,提出用户通过快速更换满电电池替代传统充电方式,能够显著缩短补能时间并优化出行效率,为后续商业化应用奠定了理论基础。随着技术路径逐渐清晰,Mak 等(2013) [14]进一步聚焦换电站的设施选址问题,通过构建两阶段鲁棒优化模型,揭示了电池标准化水平与技术进步对设施布局的关键影响,为规模化换电站网络建设提供了早期决策依据。

(2) 模式对比与供应链研究(2015~2017): 此阶段研究转向充换电模式的差异化分析及供应链协同机制。Lim 等(2015) [15]与 Avci (2014) [16]等从供需两端对比发现,换电模式在补能效率、电网负荷调节等方面具备显著优势,但其推广受限于基础设施投资与用户接受度。与此同时,供应链研究逐步深入: Gao 等(2016) [17]通过闭环供应链权力结构分析,指出制造商主导模式更有利于技术研发投入,而零售商主导则通过市场响应能力提升自身利润,为换电产业链分工提供了经济学解释。刘灵恺等(2017) [18]则创新性

地提出换电站电池调度优化模型，证实电池储能特性可有效平抑电网峰谷波动，凸显换电模式在能源网络协同中的独特价值。

(3) 定价策略与运营优化(2018~2022)：随着换电技术进入商业化试点，研究重点转向运营策略的经济性优化。Liang 和 Zhang (2018) [7]以电动出租车为对象构建动态定价模型，证明公共交通场景下换电服务可通过差异化定价实现供需平衡，但该结论在私人消费市场仍需验证。此后，卢志平等(2022) [10]从供应链合作视角出发，论证了整车企业、电池厂商与换电站运营商协同合作对提升市场需求、技术研发水平及整体利润的积极作用，强调产业链整合对规模化发展的必要性。消费者行为研究亦取得突破，Adu-Gyamfi 等(2022) [9]基于技术接受模型，证实用户知识储备、社会规范感知及使用便利性认知是驱动换电技术采纳的核心心理因素，为市场推广策略制定提供了实证依据。

(4) 政策驱动与模式创新(2023~2025)：当前研究聚焦政策激励与多场景运营创新。Hu 等(2023) [8]提出换电站应根据用户使用频率动态选择收费策略：低频场景采用订阅付费制可降低用户心理门槛，高频场景则通过按次付费实现边际成本覆盖，这一发现为多元化商业模式设计提供了理论支撑。王琪瑛等(2019) [4]与 Wu 等(2025) [6]进一步从政府与企业双重视角强调，换电站选址需综合考虑电池续航能力、服务时间等内生变量，而政府补贴政策与企业社会责任履行可通过降低投资风险与提升社会信任，加速换电网络在区域乃至全国范围的渗透。研究趋势表明，换电模式正从单一技术方案向“经济 - 社会 - 能源”系统化解决方案演进。

2.2. 现有电池共享服务模式

2.2.1. 电池共享服务模式简介

新能源汽车电池共享服务模式是以产权分离与按需取用为核心特征的创新服务体系，将动力电池从传统“车电一体”的所有权体系中剥离，通过租赁化运营实现电池资源的共享流通。该模式通过重构电池资产属性，将其从传统商品转化为可共享的服务资源，旨在实现使用权灵活分配与资源高效配置。其核心在于构建覆盖电池全生命周期的价值网络，用户通过订阅制或按需付费获取电池使用权，而所有权归属于专业化运营主体。在该模式下，用户仅需购买车辆本体，电池则通过服务商提供的租赁方案获取使用权。这种模式突破了“车电一体”的固有思维，通过智能化调度系统实现跨区域、跨场景的电池资源共享，显著降低了用户的初始购置成本，同时通过规模化运营优化电池全生命周期的经济价值。如用户可根据实际需求选择按续航里程或使用时间计费的灵活方案，而电池的维护、更新与回收由专业化服务商统一管理，形成“轻资产用车、重服务支撑”的新型消费模式。

2.2.2. 电池共享模式对比

Table 1. Comparative analysis of battery-sharing models
表 1. 电池共享模式对比

模式类型	代表企业	产权结构	定价机制	技术特征
换电模式	蔚来汽车	车企持有电池	固定月费 + 按次计费	机械臂换电(5 分钟/次)
租赁模式	宁德时代	电池银行持有	里程阶梯定价	模块化电池包
共享平台模式	国家电投	多方联合持有	动态竞价机制	区块链电池护照

当前，电池共享服务的三种典型范式：蔚来汽车主导的换电模式采用“车企持有电池 + 固定月费”架构，其机械臂换电技术实现 5 分钟/次的操作效率，但面临资产重投入的财务压力；宁德时代推行的租赁模式依托电池银行产权结构，采用里程阶梯定价机制，模块化电池包设计使适配车型扩展至 12 款；国

家电投的共享平台模式创新性引入动态竞价机制,通过区块链电池护照技术实现多方联合持有资产的可信管理。不同模式对比见表 1。

2.2.3. 现有电池共享服务模式的缺陷分析

尽管取得显著进展,现有研究仍存在三重理论瓶颈:首先,标准化体系缺失导致市场分割,各车企电池规格差异形成技术壁垒,跨品牌共享成功率不足[19];其次,定价机制缺乏弹性,固定费率模式对供需波动的适应性较动态模型低;第三,数据孤岛现象严重,各企业电池健康数据共享率较低,阻碍全生命周期管理闭环形成。三重理论瓶颈难以突破的原因主要有以下几点:不同品牌和型号的新能源汽车使用的电池技术标准不同,包括电池的化学成分、电压、容量、充电接口等;不同的电池具有不同的安全特性和管理系统,混用可能会导致安全隐患;由于动力电池生产的技术门槛高,多数新能源汽车企业都没有生产动力电池的能力,需要对外采购(如理想和蔚来等)只有少数企业同时掌握了车身制造技术和动力电池生产技术(譬如比亚迪和长城汽车等)[20];在新能源汽车产业链中,动力电池是最核心、附加值最高的关键零部件,占据整车一半左右的价值[21],电池的研发和生产也需要大量的资金投入,同时,由于新能源汽车产业在中国乃至世界范围内仍处于发展阶段,不同型号的新能源汽车电池各有优劣,尚未产生综合性能最优的电池,电池制造商能够也需要通过专利和技术壁垒来保护自己的投资和利润;在电池不能通用的情景下,换电设施运营商需要为不同的电池类型和标准提供不同的换电设备,这增加了运营成本,因而更加容易受到电池制造商和汽车生产商的制约。

当前换电模式的核心问题在于标准化缺失与行业协同能力薄弱。以产品服务系统(PSS)为框架的设计逻辑高度依赖单一企业的技术标准,导致换电设备、电池规格及接口协议无法实现跨品牌兼容。例如,不同车企独立开发的换电技术往往采用封闭式标准,使得用户无法在不同品牌的换电站中获得服务,资源重复投入和利用率低下的现象普遍存在。从服务主导逻辑的视角来看,行业缺乏统一的协作机制,换电站建设和运营以企业自身需求为导向,难以形成覆盖全产业链的协同网络。这种碎片化模式不仅限制了换电网络的规模化扩张,还推高了用户获取服务的综合成本,阻碍了换电技术的社会化普及。

换电模式的经济可持续性面临重资产投入与收益失衡的双重挑战。换电站的初期建设需要投入大量资金用于场地租赁、设备采购和电池储备,而单一站点的服务能力受限于用户规模与电池周转效率。在运营层面,电池采购、维护及电力成本叠加导致服务定价缺乏市场竞争力,用户对换电价格敏感度显著高于充电模式。从商业模式来看,企业通常采用“电池租赁 + 服务费”的复合收费机制,但该模式难以覆盖全生命周期成本,尤其在低利用率场景下易陷入亏损循环。此外,电池技术快速迭代带来的资产贬值风险进一步加剧了企业的财务压力。

换电模式的权责划分模糊性为行业发展埋下隐患。由于电池所有权与使用权分离,电池在循环使用中的性能衰减、故障归责及赔偿机制缺乏清晰的法律界定,用户与企业间的纠纷风险显著增加。从技术安全角度,不同规格电池在物理结构、化学体系上的差异性可能导致换电过程中的机械磨损、热失控等问题,而频繁拆装操作对电池包密封性和电路连接的稳定性提出更高要求。此外,跨品牌电池管理系统(BMS)的协议差异可能引发数据交互障碍,影响电池状态监测精度,形成潜在的安全管理漏洞。

本研究围绕智能汽车产业电池服务体系的优化升级,聚焦核心问题展开:首先,在需求侧矛盾方面,系统性解析用户对电池服务的效能诉求量化方法,揭示现有模式在安全可靠、经济性与服务便利性等维度的结构性缺陷;其次,构建基于电池共享的新能源汽车后市场服务模式;最后,设计政策规制 - 技术标准 - 产业协作三位一体的协同保障机制,确保新型服务模式的商业可行性。在理论层面,本研究突破传统共享经济理论的应用边界,建立新能源汽车后市场服务模式的模型,深化制造业服务化转型理论。实践层面,通过构建电池资产全生命周期管理体系(充电→运维→更换),为产业转型升级与可持续发展提供系统性解决方案。

3. 新能源汽车后市场电池共享服务模式设计

3.1. 电池共享服务模式的影响因素

- 当前，影响电池共享服务模式的影响因素可归纳为如下核心维度：
- (1) 技术标准化与兼容性是基础支撑，不同车企的电池规格差异(如接口协议、化学体系)导致跨品牌兼容性不足，需通过产业联盟(如吉利与蔚来合作)制定统一标准。
 - (2) 动态定价与成本结构需平衡用户接受度与运营可持续性，例如采用阶梯式计费(如宁德时代里程定价)或超模博弈模型优化定价策略，但换电站重资产投入要求保证日均服务单量以确保盈利。
 - (3) 用户需求分化驱动场景适配，B 端高频运营车辆(如外卖骑手、出租车)需求占比高，而私家车用户对“车电分离”的接受度受电池所有权归属及长期成本透明度影响，需通过灵活租赁方案(如蔚来 BaaS)降低购车门槛。
 - (4) 技术整合与智能化提升管理效能，如区块链技术实现电池全生命周期数据存证(国家电投案例)，AI 算法优化充换电调度(易易互联智能平台使运维效率提升)。
 - (5) 政策与产业协同是关键推力，政府通过补贴(如换电站建设补贴)、标准制定(GB/T 39084-2020)及碳积分制度引导规模化发展，而车企、电池商、能源企业的联盟化合作(如宁德时代与一汽、广汽合资)促进技术路线统一。
 - (6) 环境效益闭环需完善梯次利用机制，退役电池经分选重组后用于储能(如国家电网青海项目降低度电成本)，并通过碳足迹量化(深圳试点)实现生态价值转化。
 - (7) 基础设施布局需兼顾效率与成本，换电站网络优先覆盖高频场景(如高速公路服务区、物流园区)，结合加油站改造降低用地成本，同时智能电网调度实现谷电集约化充电。
- 上述影响因素之间呈现多维耦合的复杂关系，其相互作用机制见表 2。

Table 2. Interaction of influencing factors
表 2. 影响因素互相作用

作用维度	技术标准化	用户需求	政策规制	环境效益
动态定价	需兼容多标准电池成本	响应场景化支付偏好	受反垄断法规约束	碳积分定价联动
换电站布局	接口标准化降低改造成本	匹配高频/长尾场景分布	用地审批政策导向	梯次利用就近配套
数据系统构建	区块链实现跨品牌互信	多模态捕捉实时需求	隐私保护合规要求	全生命周期溯源

- 鉴于上述关系的复杂性，亟需解决如下几个方面的协调。
- (1) 技术标准化与商业模式创新的共生演进
 - 技术标准化突破与商业模式创新形成双向驱动。车企间电池规格的差异化竞争导致资源碎片化，倒逼行业通过模块化设计降低兼容成本。动态定价策略需适配不同技术标准的运营成本差异，推动产业联盟加速标准化进程。区块链技术的应用既保障跨品牌数据互通，又为差异定价提供可信依据，形成技术赋能与模式迭代的协同机制。
 - (2) 用户需求分化与基础设施布局的动态适配
 - 用户场景化需求驱动基础设施网络重构。高频运营场景要求换电站密集布局于产业聚集区，而长尾需求需沿交通干线布点。这种时空分布差异促使定价模型实施超地域策略，通过多模态数据融合捕捉用户行为特征，实现资源供给与需求热点的精准匹配，显著提升服务网络弹性。
 - (3) 政策规制与产业生态的协同进化
 - 政策工具通过激励约束机制重塑产业关系。财政补贴降低标准化改造成本，碳积分交易促进环境效

益转化，数据安全法规倒逼技术合规升级。这种规制环境催生竞争性合作新生态，电池供应商既参与产业链协作，又在细分市场形成差异化竞争，推动行业从零和博弈转向价值共创。

(4) 环境闭环与运营效率的价值共振

全生命周期管理构建经济环境双重复制机制。健康度分级利用延长电池创收周期，碳足迹追踪实现减排量货币化，梯次利用网络与换电站的协同布局产生资源再配置乘数效应。这种闭环体系将环境外部性转化为企业内生竞争力，形成可持续运营的底层逻辑。

这种复杂相互作用要求构建开放协同的生态系统，通过技术标准共建、数据系统互联、政策工具组合、环境价值共享等机制，破解当前行业发展的结构化矛盾。

3.2. 电池共享服务模式机制设计

基于新能源汽车电池共享服务模式的影响因素及相互作用机制，本研究从技术协同、运维体系、服务场景和产业生态四个维度构建系统性解决方案，形成以下理论框架：

(1) 技术协同创新机制

标准化建设与模块化设计构成技术突破的双轮驱动。针对车企电池规格碎片化问题，需建立跨行业标准联盟推进接口协议统一。借鉴宁德时代“巧克力换电块”的模块化方案，通过可拆卸式电池单元实现多车型兼容。智能充电网络部署需整合动态功率调度系统，利用光伏储能协同降低碳排放，区块链技术实现能源溯源与碳积分流转。技术迭代过程中应注重开放式架构设计，预留 5G 通信和 AI 算法的扩展接口，形成“标准迭代 - 技术适配 - 模式创新”的正反馈循环。

(2) 全周期运维管理体系

电池健康状态监测与资产运营构建价值闭环。植入多参数传感器实时采集电压、温度等数据，通过机器学习预测衰减曲线并分级处置：车用级电池实施预防性维护，储能级电池进行梯次利用评估，回收级电池定向拆解再生。运维流程需建立“监测 - 响应 - 处置”三级体系，依托运维一体化平台实现远程诊断与工单智能派发，通过不动产投资信托基金模式将电池资产证券化，形成“使用 - 维护 - 增值”的价值链条。该体系通过数字孪生技术模拟电池全生命周期，优化维护策略并延长服役周期以上。

(3) 场景化服务供给策略

换电网络布局与用户需求分层实现精准匹配。依据出行热力图构建三级服务网络：高速公路枢纽站配置全自动换电设备，城市网格站整合便利店等公共空间，偏远地区部署移动补给车形成动态覆盖。针对 B 端高频用户推出里程计费套餐，C 端用户实施“家庭共享电池”模式，应急需求启用浮动溢价机制。人机交互界面需集成 AR 导航与语音控制功能，实时显示电池健康度与碳排放数据，通过情感化设计提升用户体验黏性。

(4) 产业生态系统协同路径

政策工具组合与价值共享机制驱动生态进化。政府通过“建设补贴 + 碳税减免”形成激励约束，建立电池护照制度规范流通市场，碳积分交易机制将环境效益货币化。产业联盟需搭建数据中台，车企开放电池设计参数，运营商贡献使用数据，保险公司基于故障率开发差异化产品。在长三角等试点区域，应构建“车 - 站 - 网 - 储”能源互联网，通过基础设施吸引社会资本，形成技术共研、风险共担、利益共享的协同网络。

(5) 定价模型

构建多维度的定价模型，综合考虑基础使用成本、时空因素、电池状态和环境价值等变量。通过参数化设计实现费率动态调整，既保障运营可持续性，又提升用户付费意愿。系统设置价格波动预警机制，避免极端市场条件下的定价失衡。

如图 1 该机制通过技术创新、管理革新、服务重塑和生态重构的四维协同，破解了资源碎片化、运营低效化、场景割裂化等发展瓶颈，为新能源汽车产业转型升级提供了系统性解决方案。后续研究需重点关注多主体博弈下的利益分配机制，以及技术扩散过程中的路径依赖效应。

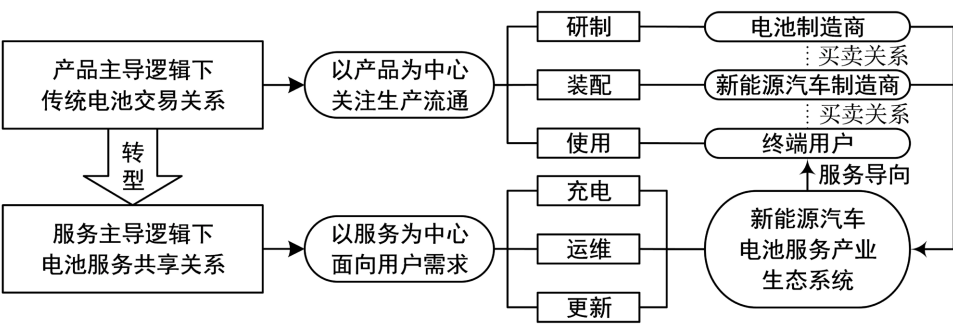


Figure 1. Battery-sharing-based aftermarket service model for the new energy vehicle (NEV)
图 1. 基于电池共享的新能源汽车后市场服务模式

3.3. 模式创新性提炼

设计的新模式为支撑动力电池全生命周期管理，提出了多维度协同保障体系。但尚需注意完善如下几方面的事项：(1) 标准化建设：制定统一电池规格、接口协议及运维流程，推动跨品牌兼容性，降低协同成本。如吉利汽车与蔚来汽车合作开发通用换电站标准，为行业提供可复制的解决方案。(2) 应急管理体系：建立“事前预警－事中响应－事后复盘”机制，结合智能化调度平台与区域化响应团队，提升故障处理时效性。如特斯拉通过 OTA 远程升级技术，实现软件故障的即时修复。(3) 质量监控系统：通过唯一编码标识实现全流程追溯，结合远程诊断技术动态优化维保策略。例如，科波拉公司通过“电动工坊”服务网络，为电池再制造提供数据支持。

本研究提出的新能源汽车后市场服务模式在创新维度呈现多重突破：在机制设计层面，突破传统以产品交易为核心的线性模式，构建基于使用价值共享的服务生态系统，通过动态定价机制与收益分成体系实现服务价值与用户需求的精准匹配。在技术应用维度，创建“区块链＋物联网＋人工智能”的融合架构，依托区块链确保电池全生命周期数据可信存证，运用物联网实现实时状态监测与故障预警，结合机器学习算法优化服务响应策略，形成智能决策闭环。在产业协作方面，搭建涵盖整车企业、电池厂商、金融服务机构的协同创新平台，通过联合研发机制推动快换接口标准、残值评估模型等关键技术规范的制定，促进产业链资源的高效整合。该模式通过制度重构、技术赋能与组织变革的系统性创新，有效破解了资产重配置效率低、服务标准化程度不足等产业痛点，为新能源汽车后市场服务模式转型提供了理论框架与实践路径。后续研究应重点关注服务定价机制优化、多方协同治理规则设计等议题，同时加强政策适配性研究，推动创新模式与现行监管体系的有机衔接，加速产业化应用进程。

4. 应用场景分析

4.1. 案例介绍

吉利汽车的可快速更换电池包技术是其新能源战略的一部分，旨在解决电动汽车充电时间长的问题。以下是关于吉利汽车可快速更换电池包的详细信息：吉利汽车的可快速更换电池包技术基于底盘整体换电的平台架构，涵盖了换电技术平台、车型架构平台以及大数据运营平台。这种架构可以覆盖 2700~3100 mm 的轴距，兼容轿车、SUV、MPV 甚至轻型货车、皮卡等多种级别的车身形式。其电池包采用扁平化设计，外形方正，以适配更多的车型，有利于形成行业通用化标准。电池包配备有液冷温控系统，确保

电池在不同环境下的性能稳定。吉利汽车的智能换电站采用模块化设计，外观类似集装箱。换电站可以存储 27~39 块电池，站内配备液冷温控系统，确保电池充电、存储的安全性。电池在站内的充电时间为 2 小时。换电站内的机械运动部件尽量不外露，提升了安全性和可靠性。换电站配备了完善的安全设施，包括三级安全防火系统。吉利智能换电站的换电过程非常迅速，例如在合肥首座吉利智能换电站，最快 60 秒左右就能实现整车电池更换，这一速度甚至比普通燃油车加满一箱油所需的时间还要快。同时吉利汽车与蔚来汽车签署了合作协议，共同开发通用的车用电池和换电站规格，让两家车企生产和销售的电动车都可到对方品牌旗下的换电站更换电池。吉利汽车还计划在 2025 年将其在中国的换电站数量提高到 5000 个。吉利汽车的可快速更换电池包技术已经应用于多款车型，例如枫叶 80V 和睿蓝 9 等。这些车型不仅支持普通的充电插口充电，同时还拥有快速换电功能，大大增加了车辆的续航里程和使用便利性。

4.2. 技术优势与经济效益

吉利汽车在换电领域的技术创新体系已形成多维度竞争优势。① 在技术层面：其自主研发的液冷温控系统与三级消防系统构建了电池安全防护网络，通过实时监测电池温度、电压等核心参数，有效规避热失控风险。智能调度算法与大数据平台的深度融合，实现了电池全生命周期的健康管理，系统可自动识别电池容量衰减趋势并触发维护流程，使电池使用寿命较传统充电模式大大延长。在补能效率方面，模块化设计的双仓式换电站支持并行换电作业，单站日均服务能力突破行业平均水平，尤其在重庆、杭州等试点城市形成规模效应，显著提升区域补能网络密度。② 在运营场景层面，网约车、出租车等 B 端市场具有高频补能的现实需求，针对三四线城市充电基础设施薄弱的现状，可采取“换电主站 + 移动补能”的混合部署模式，依托现有加油站网络进行改造升级，降低土地获取成本。③ 在经济效益层面，吉利开创的“车电分离”商业模式有效重构价值链。用户可通过电池租赁服务降低初始购车成本，企业则依托规模化运营摊薄电池资产管理成本。夜间谷电的集约化利用策略，使换电站运营能耗成本较日间峰值时段显著降低。这种能源管理智慧不仅提升企业盈利能力，更通过峰谷电价差实现电网负荷均衡，形成经济效益与社会效益的良性循环。此外，换电站的标准化组件设计与预制化施工工艺，使新建站点部署周期缩短，显著提升基础设施投资效率。

4.3. 商业化进程中的结构性挑战

尽管技术体系趋于成熟，行业标准缺失仍是制约发展的核心瓶颈。当前换电设备仅适配吉利枫叶系列、蔚来部分车型，与宁德时代主导的“巧克力换电块”标准存在技术路线竞争。这种碎片化格局导致供应链协同困难，单个换电站服务车型受限，设备利用率难以突破临界规模。从投资回报视角分析，换电站建设涉及土地购置、设备采购、电池储备等重资产投入，其中电池库存成本占比超过总投资的 45%，而现阶段私家车用户渗透率不足，导致单站日均服务频次尚未达到盈亏平衡点。

用户认知培育面临双重困境：一方面，私家车主对电池所有权转移存在心理抗拒，担忧频繁更换影响车辆整体性能；另一方面，换电服务定价机制尚未形成透明化标准，消费者对长期使用成本缺乏稳定预期。市场调研显示，大部分的潜在用户更倾向“充电为主 + 换电应急”的混合补能模式，这对换电站的场景化布局提出更高要求。

4.4. 推广前景

破解当前困局需构建多层次推广体系。在运营场景选择上，网约车、出租车等 B 端市场具有高频补能需求，针对三四线城市充电基础设施薄弱的现状，可采取“换电主站 + 移动补能”的混合部署模式，依托现有加油站网络进行改造升级，降低土地获取成本。

标准化建设方面，吉利与蔚来已建立跨品牌合作机制，共同开发兼容性换电接口标准。建议进一步

联合宁德时代、国网电动等产业链核心企业，推动换电设备规格、通信协议、支付系统等关键要素的行业统一。政策维度需把握“新基建”战略机遇，争取将换电站纳入城市基础设施专项规划，通过用地审批优先、电力扩容补贴等政策工具降低进入壁垒。未来，换电模式或形成“充电为主、换电为辅”的补能格局，在特定场景(如高频运营、长途出行)中占据核心地位。

5. 研究结论与建议

5.1. 研究主要发现与结论

本研究通过分析新能源汽车后市场服务模式的现状与问题，提出基于电池共享的服务模式创新路径。结合行业实践与政策导向，主要结论如下：

(1) 经济性与效率提升：电池共享模式通过所有权与使用权分离，显著降低用户购车成本(如蔚来BaaS模式将电池成本从整车价格中剥离)。同时，规模化运营与专业化管理可提升电池使用效率，延长生命周期。例如，吉利换电站通过模块化设计实现60秒极速换电，电池循环利用率提升30%。

(2) 技术与管理挑战：当前行业面临电池标准化不足(如车企间接口差异导致换电站兼容性差)、电池健康监测缺失(如内阻、容量衰减数据未实时反馈)等问题。此外，三电系统维修技术门槛高，专业技师缺口达40%，制约服务网络扩展。

(3) 生态协同必要性：模式需整合车企、电池厂商、金融机构及第三方服务商资源。如中石化易捷与TIMS咖啡的异业合作通过高频消费场景引流至低频维保服务，提升用户到店频次；途虎养车通过数字化平台整合供应链，推动服务标准化。

5.2. 策略建议

基于研究结论与行业痛点，提出以下政策与实践建议：

(1) 强化产业标准化建设，设计跨品牌合作机制，共同开发兼容性换电接口标准。建议进一步联合宁德时代、国网电动等产业链核心企业，推动换电设备规格、通信协议、支付系统等关键要素的行业统一。政策维度需把握“新基建”战略机遇，争取将换电站纳入城市基础设施专项规划，通过用地审批优先、电力扩容补贴等政策工具降低进入壁垒。未来，换电模式或形成“充电为主、换电为辅”的补能格局，在特定场景(如高频运营、长途出行)中占据核心地位。

(2) 建议财政部联合工信部、科技部、发改委加大对换电站建设、电池回收网点的补贴力度与范围。工信部需牵头成立“新能源汽车换电技术联盟”，联合吉利、蔚来、宁德时代等企业，依据《GB/T 39084-2020》制定统一的快换接口机械结构、通信协议及电池包尺寸标准，设立2025~2035年为过渡期，通过税收优惠引导企业逐步切换至统一标准。市场监管总局应修订《新汽车三包规定》，明确电池所有权归属，并依托区块链技术建立“电池全生命周期追溯平台”，强制记录电池生产、流通及报废数据，率先在深圳、上海等试点城市要求换电站上传电池健康状态至公共监管平台，2035年前完成全国推广。

(3) 新能源车企应在销售页面公示典型场景下的容量衰减曲线，并建立“电池健康度查询平台”供用户实时查看，试点“电池租赁试驾”模式。国家人力资源和社会保障部及工业和信息化部应新增“新能源汽车维修工程师”职业资格认证，联合职业院校开设“电池诊断与梯次利用”定向班，对聘用认证技师的企业按减免所得税。鼓励车企与电商平台合作上线轻改套餐(如三膜、轮胎)，用户凭购车发票可享折扣优惠，地方政府对参与企业提供线下体验店租金补贴。

(4) 工信部与商务部需将中国换电标准(GB/T 39084)纳入“一带一路”合作框架，在巴基斯坦、哈萨克斯坦等国家试点“光储充换”一体化站，对参与中资企业提供政治风险赔付的海外投资保险。支持宁德时代、格林美等企业在印尼、菲律宾建立“电池回收+再制造”基地，对出口拆解设备免征关税，并

通过技术授权(收取 3%~10%专利费)推广锂、钴回收工艺(回收率 $\geq 90\%$)。针对欧盟碳壁垒,推动国内认证机构与 TÜV 莱茵合作互认电池碳足迹核算方法,降低出口合规成本。

基金项目

国家级大学生创新创业训练计划项目:基于电池共享的新能源汽车后市场服务模式设计研究(202410299022Z)。

参考文献

- [1] 王勇, 徐婉, 赵秋运, 等. 中国新能源汽车何以实现换道超车——基于新结构经济学的分析[J]. 经济理论与经济管理, 2023, 43(9): 39-54.
- [2] 王利, 陈丽. 新能源汽车后市场服务模式分析[J]. 物流工程与管理, 2022, 44(6): 116-120.
- [3] 杜建国, 王文轩. 不同权力结构下新能源汽车换电供应链定价决策研究[J]. 软科学, 2024, 38(2): 124-133.
- [4] 王琪瑛, 李英, 李惠. 带软时间窗的电动车换电站选址路径问题研究[J]. 工业工程与管理, 2019, 24(3): 99-106.
- [5] 康继光, 卫振林, 程丹明, 等. 电动汽车充电模式与充电站建设研究[J]. 电力需求管理, 2009, 11(5): 64-66.
- [6] Wu, J. and Zhang, C. (2025) Incentivizing New Development of Battery Swapping Services: Government Subsidies and CSR. *Computers & Industrial Engineering*, **200**, Article 110771. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110771>
- [7] Liang, Y. and Zhang, X. (2018) Battery Swap Pricing and Charging Strategy for Electric Taxis in China. *Energy*, **147**, 561-577. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.01.082>
- [8] Hu, X., Yang, Z., Sun, J. and Zhang, Y. (2023) Optimal Pricing Strategy for Electric Vehicle Battery Swapping: Pay-Per-Swap or Subscription? *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **171**, Article 103030. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103030>
- [9] Adu-Gyamfi, G., Song, H., Obuobi, B., Nketiah, E., Wang, H. and Cudjoe, D. (2022) Who Will Adopt? Investigating the Adoption Intention for Battery Swap Technology for Electric Vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **156**, Article 111979. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111979>
- [10] 卢志平, 姚逸飞, 陆成裕. 差异供应链结构下新能源电动汽车换电租赁定价策略[J]. 系统工程, 2022, 40(2): 27-37.
- [11] Lienert, P. and Carey, N. (2022) Factbox: Swapping Electric Car Batteries since the Gilded Age. <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/swapping-electric-car-batteries-since-gilded-age-2022-03-24>
- [12] Gogoro (2021) Gogoro Announces 400,000 Monthly Battery Swapping Subscribers, Surpasses 200 Million Battery Swaps.
- [13] Garthwaite, J. (2011) Range Anxiety: Fact or Fiction? <https://www.nationalgeographic.com/culture/article/110310-electric-car-range-anxiety>
- [14] Mak, H., Rong, Y. and Shen, Z.M. (2013) Infrastructure Planning for Electric Vehicles with Battery Swapping. *Management Science*, **59**, 1557-1575. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1120.1672>
- [15] Lim, M.K., Mak, H. and Rong, Y. (2015) Toward Mass Adoption of Electric Vehicles: Impact of the Range and Resale Anxieties. *Manufacturing & Service Operations Management*, **17**, 101-119. <https://doi.org/10.1287/msom.2014.0504>
- [16] Avci, B., Girotra, K. and Netessine, S. (2015) Electric Vehicles with a Battery Switching Station: Adoption and Environmental Impact. *Management Science*, **61**, 772-794. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2014.1916>
- [17] Gao, J., Han, H., Hou, L. and Wang, H. (2016) Pricing and Effort Decisions in a Closed-Loop Supply Chain under Different Channel Power Structures. *Journal of Cleaner Production*, **112**, 2043-2057. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.066>
- [18] 刘灵恺, 雷霞, 李竹, 等. 电动汽车换电站可用电池组数动态调度策略[J]. 电工技术学报, 2017, 32(22): 242-250.
- [19] 张芳, 包先建. 我国新能源汽车市场推广问题与对策研究[J]. 价格理论与实践, 2011(5): 85-86.
- [20] 邹宗保, 陈力豪, 梁强, 等. 集中还是分离——车电运营策略对竞争对手电池供应商选择的影响研究[J/OL]. 中国管理科学, 1-17[2024-11-30]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2023.0984>
- [21] 潘寻, 赵静, 蒋京呈. 中国新能源汽车动力电池回收政策解读及建议[J]. 世界环境, 2020(3): 33-36.