

Economic efficiency evaluation and optimization of urban public transportation operation under the background of new energy vehicle promotion

Xue Wang

Taihe Overlimit and Overload Detection Station, Provincial Road 308, Fuyang, Anhui, 236000, China

Abstract

With the advancement of global energy transition and environmental policies, new energy vehicles have become a key driver for green development in urban public transportation. While China has achieved remarkable progress in promoting new energy buses, challenges remain in economic efficiency evaluation and optimization. This study systematically analyzes the impacts of new energy buses on operational costs, benefit structures, and economic efficiency in urban transit systems. By reviewing domestic and international policies and practices, we establish a multidimensional economic efficiency evaluation framework. Through case studies of representative cities, we empirically examine operational efficiency and policy effectiveness. Addressing operational bottlenecks, we propose integrated recommendations including technological innovation, policy refinement, and management optimization. The research highlights the need to improve subsidy policies, enhance data utilization, and optimize route planning and energy consumption management. Finally, it explores the trend of intelligent and networked development in new energy buses and urban transportation coordination, providing theoretical and practical references for green upgrades in urban public transit systems.

Keywords

new energy vehicles; urban public transportation; economic efficiency; operation optimization; green development

新能源汽车推广背景下城市公共交通运营的经济效率评估与优化

王雪

阜阳市省道308太和超限超载检测站, 中国·安徽 阜阳 236000

摘要

随着全球能源转型和环保政策推进, 新能源汽车成为城市公交绿色发展的关键动力。我国新能源公交推广成效显著, 但经济效率评价与优化仍存挑战。本文系统分析新能源公交对城市公交运营成本、效益结构和经济效率的影响, 梳理国内外政策与实践, 构建多维经济效率评价框架, 并通过典型城市案例实证分析运营效率与政策效果。结合运营瓶颈, 提出技术创新、政策完善、管理优化等一体化建议。研究指出, 应完善补贴政策、强化数据运营、优化线路和能耗管理。最后展望智能化、网联化下新能源公交与城市交通协同发展的趋势, 为城市公共交通绿色升级提供理论与实践参考。

关键词

新能源汽车; 城市公共交通; 经济效率; 运营优化; 绿色发展

1 引言

随着城市化加速和绿色出行需求增长, 新能源汽车, 特别是纯电动和混合动力公交车, 因其低能耗、零排放优势, 在城市公共交通领域实现大规模推广。中国通过政策激励推动新能源公交应用, 促进了产业升级和交通模式转型。但在实际运营中, 新能源公交仍面临购置成本高、基础设施不足、续航有限和管理滞后等挑战。如何科学评估其经济效率、制

定优化路径成为行业关注重点。本文聚焦新能源公交推广下的城市公交经济效率, 通过政策梳理、模型构建与案例分析, 系统评估新能源公交运行效益, 提出针对性地提升对策, 为我国城市公共交通绿色高质量发展提供理论和实践参考。

2 新能源汽车在城市公共交通领域推广的现状与发展驱动力

2.1 全球与中国新能源公交推广政策及发展趋势

近年来, 全球主要经济体将交通低碳转型纳入国家战略, 新能源汽车推广是实现“双碳”目标的重要抓手。欧美通过立法、补贴等多元政策加快新能源公交应用, 如欧盟、

【作者简介】王雪(1990-), 女, 中国安徽阜阳人, 本科, 会计师, 从事财务管理研究。

美国、日本的相关战略。中国自“十二五”起密集出台推广政策，涵盖购置、运营补贴等，推动新能源公交快速普及。近年来政策重心向全生命周期运营转变，强调补贴与市场并行。截至2024年底，全国新能源公交保有量超70万辆，带动相关产业协同发展，加快构建城市绿色交通生态体系。

2.2 新能源汽车应用对城市公交系统的经济与环境影响

新能源公交在城市公共交通中优势显著。经济上，电池技术进步与规模效应使其全生命周期成本降低，充电和维护费用低于传统燃油车。环境方面，零排放、低噪音改善了城市大气环境与居民出行体验，减少污染治理和健康损失成本。国内外实证表明，其在运营成本、能耗、环境绩效上均优于传统公交。不过，其经济效率受购置价格、补贴、电价、充电设施利用率和车辆调度管理等因素影响，评估时需兼顾短期与长期、直接与间接效益，以全面反映其价值。

2.3 城市新能源公交推广的主要障碍与运营瓶颈

尽管政策推动和市场需求促进了新能源公交的大规模应用，但其在推广过程中仍面临一系列实际障碍。首先，购置与更换新能源公交的初始投资大，部分城市财政压力较重，导致车辆更新速度与推广目标不匹配。其次，充电桩、换电站等基础设施建设进度滞后、空间布局不合理、兼容性不强，影响了新能源公交的运营效率与可靠性。再次，受电池续航和充电时间限制，新能源公交调度管理难度提升，极端天气和高峰时段更易出现“运力瓶颈”。此外，部分城市在车辆利用率、线路优化、数字化管理、技术人员培养等方面存在短板，制约了新能源公交的全流程经济效益释放。有效解决上述问题，需要多部门协同、科技创新、管理优化与政策机制联动。

3 新能源公交城市运营经济效率评价体系构建

3.1 新能源公交经济效率评价的理论基础

经济效率评价是衡量新能源公交系统运行质量和资源配置优化程度的关键工具。传统评价多侧重于运营成本、车辆周转、人员投入等单一经济指标，难以反映新能源公交多维度、全周期、系统性的经济与社会价值。为适应绿色转型和数字化升级需求，需构建涵盖投入产出、环境效益、管理绩效、用户体验等多元维度的综合评价体系。评价理论可借鉴DEA（数据包络分析）、AHP（层次分析法）、CBA（成本效益分析）等方法，结合多目标决策理论与可持续发展指标体系，实现定量与定性相结合、静态与动态兼顾的系统评估。经济效率评价不仅关注投入产出比和成本回收期，更强调生态价值、社会影响与创新能力的综合体现，为城市公交系统优化升级提供科学依据。

3.2 新能源公交经济效率评价指标体系设计

构建科学合理的新能源公交经济效率评价指标体系，需要覆盖成本控制、收益提升、环境绩效、服务质量、技术

创新等核心环节。成本类指标包括车辆购置与折旧、能源消耗、充电设施建设、运营维护、人员费用等；收益类指标涵盖客运收入、政府补贴、社会外部性收益（如碳减排、健康效益）、品牌价值等；环境类指标则包含碳排放减少、能源结构优化、噪音降低、空气质量改善等。管理与服务类指标则聚焦车辆利用率、准点率、发车间隔、投诉率、乘客满意度、数字化管理水平、智能调度能力等。技术创新类指标可纳入车辆智能化程度、车联网覆盖率、远程监控与故障诊断、自动驾驶技术应用等前瞻性因素。通过权重分配与层级分析，形成综合经济效率得分，实现新能源公交系统的横向比较与纵向优化。

3.3 新能源公交运营效率测度方法与案例分析

经济效率测度方法需结合定量模型与实际运营数据。DEA模型常用于不同城市、不同运营主体间的效率横向对比，AHP与CBA方法可结合专家打分与数据采集，进行多目标加权综合评估。以某沿海发达城市为例，其新能源公交车辆占比达90%以上，运营成本较传统公交下降18%，每年碳减排量超20万吨，客流量保持稳定增长，车辆准点率、调度效率显著提升。通过建立投入产出、能耗管理、车辆利用率等核心指标的数据库，并结合年度绩效评估与运营反馈，形成动态优化闭环。案例分析结果表明，新能源公交系统在经济、环境、服务等多维度效益显著，但成本结构和运营效率仍受电池寿命、充电桩利用率、线路布局等因素影响，需持续优化投入结构与管理机制。

4 新能源公交经济效率提升的关键路径

4.1 技术创新驱动运营效率提升

技术进步是提升新能源公交运营效率的核心动力。近年来，动力电池能量密度提升、充电速度加快、车辆智能管理系统广泛应用，为公交企业降本增效提供了技术支撑。大数据、物联网和云平台的引入，使车辆状态实时监控、智能调度、能耗优化成为可能。部分城市通过搭建公交云平台，集成车辆运行、能耗分析、路线优化、运力分配、充电桩分布等功能，实现了新能源公交从传统“粗放调度”向“智能管控”的升级。电池管理系统（BMS）提升了充电安全性和电池寿命，远程诊断和预测性维护技术减少了突发故障与维护成本。技术创新还促进了新能源公交与自动驾驶、车路协同、智慧站台等前沿应用的融合，为运营效率的持续提升提供了丰富的技术储备。

4.2 政策激励与多元化投融资机制

政策支持是新能源公交高效推广与经济效率提升的重要保障。当前，中央和地方政府通过补贴政策、税收优惠、绿色信贷、碳交易、创新示范项目等多元机制，降低了公交企业购车与运营成本，增强了行业投资吸引力。随着政策重心转向全生命周期支持，运营补贴、基础设施建设补助、智能运维平台建设等逐步纳入政策体系，激励公交企业提升管

理效益。多元化投融资机制也逐渐成型，社会资本、产业基金、PPP模式、绿色债券等为新能源公交基础设施建设与车辆更新注入新活力。合理的政策激励有助于缓解企业资金压力，促进资源优化配置和市场化运行，提升行业整体经济效率和可持续发展能力。

4.3 管理模式创新与运营机制优化

管理创新是新能源公交经济效率提升的关键。公交企业需完善从车辆采购、调度、充电、维护到人员管理的全流程标准化、数据化和精细化运作。推动“车辆+运力+线路+能源+服务”一体化管理，实现各环节高效衔接与协同。数据运营能力的提升是核心，包括利用客流数据预测高峰时段，智能调度运力，动态调整班次和充电时间表，提升车辆利用率与能耗经济性。建立绩效考核、成本控制、风险预警与用户反馈闭环，优化运营资源配置。创新管理还需重视人才培养与团队建设，强化技术人员、运营管理、服务保障等多层次队伍能力，确保企业在新能源公交运营中的综合竞争力持续提升。

5 城市新能源公交运营优化策略与实践创新

5.1 充电基础设施建设与能耗管理优化

充电基础设施的科学布局和高效率利用是新能源公交经济效率优化的基础。城市需根据公交线路密度、客流分布、车辆班次、用电高峰等实际需求，科学规划充电站点，推进“快充+慢充+换电”多元模式，提升充电设备利用率。推进充电基础设施智能化升级，实现充电过程的实时监控、预约管理、能耗预测和负荷平衡。鼓励公交企业与电力公司、第三方平台协作，探索分布式能源管理和峰谷电价策略，降低用电成本。加强电池回收与二次利用体系建设，延长电池生命周期，降低全生命周期能耗和环境负担。案例显示，部分城市通过“公交+储能”一体化，利用夜间低谷充电和白天高峰供电，实现能源经济效益与绿色运营双提升。

5.2 线路布局优化与智能调度实践

优化公交线路布局 and 智能调度是提升新能源公交运营效率的关键举措。公交企业需根据大数据分析，动态调整线路走向和班次密度，强化核心干线、支线与微循环线路的协同，满足不同区域和时段的多样化出行需求。利用智能调度系统，对车辆位置、剩余电量、客流高峰、路况信息等实时监控，实现按需派车、充电、回库的自动决策。推广分时段运营、快速响应和柔性调度模式，提升公交系统整体运力和服务弹性。城市应加快“公交专用道+智能信号控制”联动，

缓解高峰期拥堵，提高新能源公交的通行效率与准点率。借助物联网与云平台，推动跨线路、跨区域的协同管理，打造全域一体化、智能高效的公交运营网络。

5.3 多元主体协同与用户体验提升

新能源公交系统的经济效率提升离不开政府、企业、科研机构、用户等多元主体的协同创新。政府部门应加强顶层设计与政策协调，推动标准化、数据共享、信息互通，形成城市公交绿色发展的合力。公交企业与科研机构联合攻关动力电池、能耗优化、智能调度、远程运维等核心技术，提升行业创新能力。加强与互联网平台、出行服务商的合作，探索公交+定制出行、移动支付、智慧客服、乘客积分等融合新模式，提升用户体验与出行满意度。用户作为公交运营的重要参与者，应引导其树立绿色出行意识，积极参与服务评价与运营反馈，形成企业与用户共建共享的良性生态。通过建立城市公交用户大数据平台，精准把握用户需求与出行行为，为线路优化与服务提升提供科学依据。

6 结语

新能源公交的推广与高效运营是城市绿色交通和实现碳达峰、碳中和目标的重要举措。本文梳理了国内外政策环境与发展趋势，构建了经济效率评价体系，结合案例分析我国城市新能源公交的经济绩效及运营瓶颈。研究显示，新能源公交在降能耗、减排、提升服务等方面成效突出，但受购置成本、基础设施、技术与管理等因素制约。提升经济效率需加强政策激励、技术创新、管理优化和多主体协同，推动充电设施智能化、线路科学调度、能耗精细管理与服务多元提升。展望未来，智能网联与绿色金融政策将助力新能源公交与智慧城市深度融合，构建高效、智能、绿色的公共交通生态，推动城市交通可持续高质量发展。

参考文献

- [1] 孔国栋.基于新能源汽车的公共交通运营模式的转型分析[J].汽车与驾驶维修(维修版),2024,(10):11-13.
- [2] 常昊.面向新能源汽车的公交专用车道共享策略研究[D].长安大学,2023.
- [3] 张清辉.基于成本效益分析的公共交通优化策略应用[J].现代企业,2024,(08):103-105.
- [4] 贾艺伟.京津冀城市客运交通减排政策成本及环境效益分析[D].中国石油大学(北京),2021.
- [5] 王海波.平定县公交公司新能源汽车配置策略研究[D].山西大学,2021.