 DOI: https://doi.org/10.12349/tie.v3i9.11791

Research on Energy Saving and Emission Reduction Benefits of Vehicle Energy Saving Maintenance Technology

Hong Tang Ke Chen Jun Jia

Chongqing Gas Mine, Southwest Oil and Gas Field Branch, China National Petroleum Corporation, Chongqing, 400021, China

Abstract

This research systematically discusses the energy-saving and emission reduction benefits of vehicle energy-saving maintenance technology. In view of the current problems of fuel vehicles such as reduced combustion efficiency and excessive emissions caused by non-standard maintenance and aging parts, researchers proposed an energy-saving maintenance system with performance optimization as the core. The research elaborated the technical path of power system refined maintenance, chassis resistance treatment, old vehicle renovation and electronic control system optimization, and analyzed its effect of reducing consumption and emission. The results show that standardized and differentiated energy-saving maintenance can effectively repair vehicle performance, reduce comprehensive fuel consumption and exhaust emissions, provide theoretical and practical support for low-carbon operation and maintenance of fuel vehicles, and promote the transformation of vehicle maintenance to energy-saving and low-carbon type.

Keywords

energy saving maintenance; automobile maintenance; energy consumption optimization; emission reduction; vehicle performance repair

汽车节能维修技术的节能减排效益研究

唐红 陈柯 贾军

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司重庆气矿，中国 · 重庆 400021

摘 要

该研究系统探讨了汽车节能维修技术的节能减排效益。针对当前燃油车辆因养护不规范、零部件老化等导致的燃烧效率下降、排放超标问题，研究者提出以性能优化为核心的节能维修体系。研究详细阐述了动力系统精细化养护、底盘阻力治理、老旧车辆翻新及电控系统优化等技术路径，并分析其降耗减排效果。结果表明，规范化、差异化的节能维修可有效修复车辆性能，降低综合油耗与尾气排放，为燃油车辆低碳运维提供理论与实践支撑，推动汽车维修向节能低碳型转型。

关键词

节能维修；汽车维保；能耗优化；尾气减排；车辆性能修复

1 引言

随着我国交通运输领域绿色低碳转型不断深入，机动车节能减排已经成为节能环保和能源降耗的主要工作。目前新版车辆油耗及污染物排放标准不断升级，对燃油车能耗、尾气治理提出越来越高的要求。市面上大量的中大排量 SUV、商务客车、轻型皮卡等常用燃油车型，由于复杂的行驶工况、养护不当、零部件老化等原因，普遍存在燃烧效率低、行驶阻力大、排放超标等问题。传统维修只注重故障的修复，缺少系统的节能思想，不能从根源上解决车辆能耗和排放问题。目前学界对于重型货车、单一车型的节能研究较多，但是针对皮卡、越野 SUV、商务 MPV 等多品类民用车型的节能维修专项研究较少。因此本文对汽车节能维修技术体系进行梳理，分析各种节能技术的节能减排效果，寻找规范化低碳维保路径，为燃油车辆精细化节能运维提供理论和实践支持。

【作者简介】唐红（1973–），男，从事汽车驾驶，维修，技术改革，新能源等研究。

2 动力系统节能维修：实现车辆源头降耗减排

2.1 进气系统精细化养护，优化空燃比抑制不完全燃烧

发动机进气系统的通畅度、进气精度，直接影响到油气混合比例、燃烧效率，是空燃比稳定的保证。空气滤芯堵塞、节气门积碳、进气传感器失效、进气管路破损等都会造成进气量不足或者数据偏差，ECU 会通过增加喷油量来补偿偏差，从而造成燃油浪费，产生大量未充分燃烧的污染物。中汽研实验数据表明，空气滤芯堵塞度大于 85% 时，车辆百公里油耗上升 0.8 ~ 1.5L，碳氢化合物、一氧化碳排放上

升 10% 以上。越野 SUV、轻型皮卡在城郊、工地等复杂路况下行驶，进气系统容易积攒沙尘杂质，造成加速性能下降。不同于传统的固定里程粗放养护，节能维修采取精细化、场景化的养护方式，对丰田普拉多、长城坦克 500 等越野车型进行定期的进气配件检查更换，清理节气门、进气歧管积碳，校准怠速节气门开度，清洁进气传感器，防止进气数据偏移造成喷油紊乱。

2.2 燃油供给系统深度维修，提升燃油雾化燃烧效率

燃油供给系统完成燃油输送、加压、雾化工作，喷油嘴堵塞、油路积胶、燃油滤芯老化、燃油泵性能衰减等都会造成燃油雾化效果变差、油滴粒径过大，燃烧不充分、油耗升高、尾气污染物超标 [1]。相关研究显示，燃油供给系统深度养护可以使得车辆一氧化碳、氮氧化物、颗粒物排放分别下降 8.74%、14.13%、32.41%，综合油耗降低 3%。传统维修只在车辆出现动力不足、抖动等显性故障时检修油路，不能避免长期隐性能耗损耗。节能维修以预防性养护为主，推行差异化检修方案，对丰田考斯特、轻型皮卡等高频运营车型缩短燃油滤芯更换周期，定期检查燃油泵滤网，清理油路胶质；对别克商务、丰田普拉多等车型采用超声波清洗工艺清理喷油嘴，彻底修复燃油雾化性能。

2.3 润滑系统精准维保，降低发动机机械摩擦能耗

润滑系统的主要功能就是降低发动机内部机械摩擦阻力，机油型号不符、机油变质、换油周期不合理、油路堵塞等问题，都会大大削弱润滑效果，增加活塞、曲轴等部件运转阻力，增加机械能耗和部件磨损。美国能源部研究数据表明，使用非原厂标号机油会使油耗增加 1%~2%，老旧车辆能耗增加 5% 以上。传统维保存在机油混用、忽略工况差异的现象，造成不必要的能耗损耗。节能维修坚持精准适配、按需维保，严格按照原厂标准匹配机油型号和换油周期。丰田普拉多、长城坦克 500、别克商务 MPV 等中大排量车型，适合低粘度全合成机油，可以降低部件运转阻力；轻型皮卡、丰田考斯特长期重载、高频启停，需要选用高抗衰减合规机油，根据拥堵工况缩短换油周期。同时检查机油散热器、润滑管路，防止机油高温变质、油路堵塞。精准的润滑维保可以有效地降低发动机机械损耗，达到节能降耗和机件延寿的双重效果 [2]。

2.4 点火系统周期化检修，保障燃油充分燃烧降碳减排

点火系统是燃油燃烧的触发装置，火花塞老化、电极间隙过大、点火线圈漏电等都会造成点火能量不足、缺缸失火，使燃油燃烧不充分，是造成车辆油耗升高、碳排放超标的主要隐性原因。火花塞超期使用会使车辆油耗增加 8% 到 12%，尾气污染物也跟着增加。传统维保存在明显的滞后性，只在车辆出现故障报警的时候才更换配件，长期忽视隐性能耗损耗。节能维修建立周期化、标准化检修机制，根据车型工况差异化制定更换周期，搭载铱金火花塞的普拉多、坦克 500、别克商务等车型按标准周期检测火花塞工况和电极间隙，高频运营的皮卡、丰田考斯特因工况恶劣、配件损耗快，提前更换火花塞，配套检修点火线圈和高压线路，杜绝点火故障。

3 底盘与附属系统节能维修：削减行驶隐性能耗损耗

3.1 轮胎系统规范化维保，稳定滚动阻力降低行驶能耗

轮胎是车辆唯一接地部件，胎压异常、轮胎偏磨、动平衡失效、花纹堵塞等问题，都会直接增大滚动阻力，提高发动机行驶负荷。根据行业实测数据可知，胎压每低于原厂标准 0.3Bar，百公里油耗增加 1.5%，偏磨变形轮胎会额外拉高 3%~5% 综合油耗。不同车型轮胎的损耗特点不一样，越野车型容易泄压、胎面卡杂，皮卡重载行驶容易胎压失衡、轮胎偏磨，商务车型高速行驶居多，动平衡失效为主要能耗问题。节能维修创建标准化轮胎维保体系，严格按照原厂标准控制冷车胎压，根据空载、重载工况微调参数；定期开展轮胎换位、动平衡校准，清理胎面杂物，及时更换磨损超标轮胎。常态化轮胎维保可以稳定滚动阻力，减少无效行驶能耗，延长轮胎使用寿命，降低间接碳排放，达到多重节能效果。

3.2 四轮定位与传动系统检修，消除底盘无效行驶阻力

车辆底盘磕碰、长期重载、高频转向等工况，容易造成四轮定位数据偏移、底盘胶套老化、传动系统失衡，引起轮胎侧向摩擦、动力传输损耗，大量动力消耗在底盘无效阻力上，直接造成油耗升高、动力下降，是传统维修容易忽略的能耗痛点。节能维修把底盘和传动系统检修当作常态化的节能维保 [3]。对普拉多、坦克 500 等越野车定期校准四轮定位数据，重点检查转向拉杆、下摆臂胶套，及时更换老化配件，防止定位数据偏移；对重载皮卡、丰田考斯特，常态化检修传动轴动平衡、万向节润滑状态，消除传动卡顿损耗；对商务车型，按期更换变速箱油，排查打滑、顿挫故障，保证动力传输效率。

3.3 制动系统专项检修，杜绝制动拖滞引发的持续能耗

制动卡钳回位不良、导向销锈蚀、分泵卡滞等故障，会造成刹车片和刹车盘不断摩擦，增加车辆的拖拽阻力，属于隐蔽性高能耗问题。实测结果表明，单个车轮制动拖滞会造成固定油耗上升 3%~5%，同时摩擦产生的金属颗粒物会加重空气污染。皮卡、越野 SUV、商务客车经常处在启停频繁、路况复杂、重载行驶的环境下，制动拖滞故障较多。节能维修把制动回位检测列为必查项目，通过检测刹车盘温度、养护制动卡钳、更换导向销润滑脂、调节驻车制动行程等方式，彻底解决制动拖滞问题；对丰田考斯特等大型商务

车辆，定期做制动分泵深度保养，防止重载卡滞故障。该种维保方式可以消除无效能耗，减少污染物排放，延长制动配件的使用寿命。

3.4 空调系统精细化维修，优化附属设备运行能效

空调系统是车辆核心附属能耗设备，冷凝器堵塞、冷媒泄漏、蒸发箱积尘等问题，会降低制冷效率，使压缩机长期处于高负荷运转状态，大大增加发动机附属能耗，是夏季油耗暴涨的主要原因。传统维修只在空调失效之后进行检修，没有考虑到能效衰减的持续能耗损耗。节能维修以能效优化为方向，实行精细化、常态化检修：别克商务等长途通勤车型定期清洗冷凝器、按原厂标准加注冷媒，防止压缩机过载；普拉多、坦克 500 等越野车型重点检测空调管路密封性，修复磕碰造成的冷媒渗漏；丰田考斯特等大型车辆按期更换干燥瓶、清洁蒸发箱，保证系统高效运转。空调系统精细化维保可以有效地降低压缩机的负荷，减少附属设备无效能耗，实现节能减排和用车体验的双提升。

4 老旧车辆专项修复与智能化节能维修，创建长效节能减排体系

4.1 老旧高里程车辆整机翻新，修复老化性能实现降耗减碳

车辆使用年限和里程增加，发动机密封件老化、缸压下降、排气堵塞、三元催化失效等不可逆问题会引发燃烧效率永久衰减，常规维保无法解决老旧车辆高油耗、高排放问题。大部分使用 8 年以上的中大排量 SUV、皮卡、商务客车都会出现此类性能老化问题。节能维修摒弃了“不坏不修”的被动模式，推行老旧车辆预防性整机翻新。针对高里程车辆，检测气缸压力，对缸压衰减车型更换气门油封、座圈等密封配件，恢复发动机原厂燃烧性能；重点检测三元催化工况，对堵塞、失效的三元催化器进行清洗或更换，降低排气背压、恢复尾气净化能力，适配老旧普拉多、皮卡、考斯特等车型的整改需求。

4.2 车载电控系统适配优化，消除电控隐性能耗故障

现代燃油车依靠 ECU 电控系统精确控制喷油、点火、进气参数，氧传感器、进气流量传感器等核心部件参数偏移或者失效，会造成喷油逻辑混乱，出现隐性高油耗、燃烧不充分、尾气超标等状况，这类故障没有明显的显性症状，人工排查困难，是造成车辆能耗异常的重要诱因。传统维修忽略电控数据流检测，造成车辆长期带病运行，不断产生无效能耗。智能化节能维修把电控数据流检测、参数校准当作常规维保内容，用专业设备排查隐性故障，定期检测氧传感器工作状态，更换信号异常配件，杜绝喷油调节失准，校验水温、进气流量传感器参数，解决冷机高喷油、油气匹配失衡问题，针对带智能节能模式的商务车、越野车型，排查线路与程序故障，保证节能功能正常启用。电控系统精准检修可以修复软件层面的能耗缺陷，使发动机的运行参数回到原厂标准，稳定燃烧效率和排放水平。

4.3 差异化节能维修规范构建，实现低碳运维长效落地

汽车节能维修的长效效益要依靠标准化、差异化的运维规范来支撑，防止零散维修造成的效果不稳定。不同品类车型的结构特性、运行工况、损耗规律差别很大，统一维保标准不能适应各类车型节能需求。因此需要建立分类维保体系，越野 SUV 重点加强进气、动力、底盘老化部件的检修，轻型皮卡重点加强重载工况下润滑、制动、传动系统的保养，商务客车和 MPV 重点加强电控、空调、尾气后处理系统的优化。同时在维修作业中融入节能理念，优化施工工艺，杜绝不规范操作造成的性能损耗，根据车辆年限、里程动态调整维保周期，形成精准化、分级式的低碳运维体系，持续稳定发挥各类节能维修技术的降耗减排价值。

5 结语

在交通领域绿色低碳转型、机动车能耗和环保管控越来越严格的背景下，节能维修是燃油车辆节能减排、提高资源利用率、降低尾气污染的主要途径。与传统的故障维修模式相比，节能维修以性能优化、能耗控制、减排提质为宗旨，从动力系统精细化维保、底盘附属系统阻力治理、老旧车辆性能翻新、电控系统智能化优化四个方面入手，全方位解决车辆性能衰减、油耗偏高、排放超标等问题。该技术不需要大规模的硬件改装，依靠规范化、差异化的精细维保，可以有效地修复车辆的原始工况，降低油耗、碳排放和尾气污染物总量，具有明显的生态和经济效益。未来汽车维保行业要持续推广节能维修技术，适应不同车型工况优化维保方案，推动行业从故障修复型向节能低碳型转变，充分挖掘燃油车全生命周期节能潜力，为交通运输领域双碳目标落地、生态环境保护和能源节约提供坚实的科技支撑。

参考文献

[1] 周昌彬.汽车发动机节能减排维修技术改进实践研究[J]. 汽车测试报告, 2026, (9): 88-90.

[2] 张小平,覃杰. 汽车节能维修技术的节能减排效益分析[J]. 湖北农机化, 2020, (6): 187.

[3] 马国力,马成, 周康震. 绿色维修技术在汽车维修中的实施与发展[J]. 时代汽车, 2024, (24): 161-163.