

# 新能源轻型商用车转向系统发展浅析

李宇鑫 倪 娇

陕西重汽专用汽车有限公司 陕西 西安 710201

**摘 要：**本文围绕新能源轻型商用车转向系统展开研究，阐述其核心特征、功能分类及核心要求，分析当前转向系统的发展现状，指出EPS适配性不足、SBW技术瓶颈、核心零部件国产化率低等现存问题，结合行业发展趋势，从技术、产业、政策层面提出优化路径，为转向系统的技术升级、国产化替代及规模化发展提供思路，助力新能源轻型商用车产业契合“双碳”目标，实现安全、节能、智能化高质量发展。

**关键词：**新能源；轻型商用车；转向系统发展

**引言：**随着新能源汽车产业快速发展，轻型商用车电动化进程加速，其城市配送、短途物流的核心场景对转向系统提出更高要求。转向系统作为车辆操控与安全的核心部件，直接影响整车性能、能耗与驾驶安全性。当前，传统转向系统已难以适配新能源车型的电控协同与节能需求，新技术迭代与产业升级迫在眉睫，因此，深入探析其发展现状、问题与趋势，对推动行业技术进步、实现产业自主可控具有重要现实意义。

## 1 新能源轻型商用车转向系统相关基础理论

### 1.1 新能源轻型商用车核心特征

（1）动力系统特性：以电机驱动为主，动力输出平顺且响应迅速，无发动机机械传动损耗，动力参数可通过电控系统精准调控。相较于传统燃油车型，其动力系统结构更紧凑，需适配转向系统的电控协同需求，避免转向与动力输出出现干涉，保障操控一致性。（2）使用场景与工况需求：主要用于城市配送、短途物流等场景，频繁启停、低速转向、窄路会车工况突出，且常面临满载、空载切换的情况，对转向系统的轻便性、稳定性和适配性要求更高，需适应复杂城市路况的灵活操控需求。（3）节能环保核心诉求：核心目标是降低能耗、减少排放，整车设计侧重轻量化和能效优化，转向系统需同步契合这一诉求，避免冗余能耗，通过优化结构和控制逻辑，助力整车实现节能目标。

### 1.2 转向系统的核心功能与分类

（1）转向系统核心功能：核心是精准传递驾驶员转向意图，控制车辆行驶方向，同时缓解转向操作力度，吸收路面冲击，提供清晰路感，保障车辆直线行驶稳定性和转向灵活性，适配不同工况下的操控需求。（2）传统转向系统分类及特点：主要分为机械转向系统和液压助力转向系统。机械转向系统结构简单、可靠性高，但转向费力；液压助力转向系统减轻操作强度，但能耗

较高、存在油液泄漏隐患，不适配新能源车型的节能需求。（3）新能源适配型转向系统分类：主流为电动助力转向系统（EPS），分为转向柱助力式、小齿轮式等类型，具有能耗低、响应快、助力可调的优势；高端车型已开始应用线控转向系统（SBW），取消机械连接，适配高阶智能驾驶需求<sup>[1]</sup>。

### 1.3 新能源轻型商用车转向系统的核心要求

（1）动力匹配要求：需与电机动力输出特性精准匹配，转向助力大小随车速、动力输出实时调整，避免转向迟滞或助力不足，确保动力与转向协同顺畅。（2）安全性能要求：具备完善的冗余保护机制，传感器采用双冗余配置，故障时可快速切换至安全模式，避免转向失控，同时需承受满载工况下的转向载荷，保障行驶安全。（3）能耗控制要求：采用“按需供能”模式，转向时激活助力电机，无转向操作时停止工作，减少无效能耗，同时通过轻量化设计降低整车负荷，契合新能源车型节能诉求。（4）适配智能驾驶要求：支持与智能驾驶系统协同，可接收自动转向指令，实现精准转向控制，响应延迟低，具备数据交互能力，为高阶智能驾驶提供可靠支撑。

## 2 新能源轻型商用车转向系统发展现状与现存问题

### 2.1 发展现状

（1）主流技术应用情况：目前电动助力转向系统（EPS）是新能源轻型商用车的主流配置，分为转向柱助力式、小齿轮式等类型，相较于传统液压助力系统能耗更低、响应更快，部分车型已应用电液耦合助力转向系统（EHCPS），兼顾助力性能与节能需求，线控转向（SBW）处于试点应用阶段，主要适配高端智能车型，尚未实现规模化普及。（2）市场渗透率与产业布局：随着新能源轻型商用车保有量提升，EPS渗透率逐步增长，预计2025年可达32%，产业布局呈现集中化趋势，长三

角、珠三角地区聚集了多数生产企业,形成了从零部件生产到系统集成的初步产业链,但区域发展不均衡,部分地区配套能力薄弱。(3)国内外主流企业技术布局:国外企业如博世、采埃孚重点布局线控转向与智能转向技术,推出适配新能源车型的专用系统;国内企业如浙江世宝、恒立液压等聚焦EPS技术优化,逐步推进核心技术自主化,部分企业已实现转向系统与智能驾驶平台的适配。

## 2.2 现存技术问题

(1)电动助力转向(EPS)适配性不足:现有EPS多基于传统燃油车型改进,难以适配新能源车型电机动力输出特性,满载与空载工况下助力调节不够精准,低速转向轻便性不足,高速行驶时稳定性欠佳,且部分系统存在故障检测灵敏度不足的问题。(2)线控转向(SBW)技术瓶颈:核心技术被国外企业垄断,国内自主研发的SBW系统存在响应延迟、信号抗干扰能力弱等问题,冗余备份设计不完善,故障切换时易出现动力中断,且工程化落地面临空间布局与动力耦合难题,成本居高不下。(3)可靠性与耐久性适配问题:新能源轻型商用车频繁启停、重载的工况,导致转向系统零部件磨损加快,部分EPS电机易出现过热、堵转故障,缺乏完善的冗余保护机制,低温、潮湿等极端环境下,系统稳定性下降,难以满足长期使用需求。

## 2.3 产业与市场层面问题

(1)核心零部件国产化率偏低:转向控制器、高精度传感器等核心零部件主要依赖进口,国内产品在精度、可靠性上存在差距,国产化零部件适配性不足,难以满足高端车型需求,制约产业自主发展。(2)成本控制与性价比失衡:EPS、SBW系统核心零部件进口成本较高,自主研发投入大,导致转向系统整体成本偏高,相较于传统液压助力系统性价比不足,中小车企采购压力较大,影响新技术的推广应用<sup>[2]</sup>。(3)行业标准与测试体系不完善:目前针对新能源轻型商用车转向系统的专项标准缺失,测试项目未充分覆盖其工况特点,故障判定、耐久性测试等标准不统一,难以规范产品质量,影响行业有序发展。

## 2.4 政策与环境适配问题

(1)政策引导与技术落地衔接不足:相关政策多聚焦于整车节能与智能驾驶,针对转向系统的专项扶持政策较少,技术研发与产业化落地缺乏有效衔接,部分先进技术因缺乏政策支撑,难以快速实现规模化应用。(2)节能环保政策对转向系统的新要求:“双碳”目标下,节能环保政策日益严格,要求转向系统进一步降低

能耗,现有系统在无转向操作时的无效能耗仍需优化,同时需配合整车轻量化设计,对转向系统的材料与结构提出了更高的节能要求。

## 3 新能源轻型商用车转向系统发展趋势与优化路径

### 3.1 技术发展趋势

(1)EPS技术升级与高性能化:现有电动助力转向(EPS)将向精准化、自适应方向升级,优化助力控制算法,实现基于车速、载荷、路况的动态助力调节,解决满载与空载工况适配性不足的问题。同时,提升EPS电机的功率密度与散热性能,采用高效节能电机降低无效能耗,搭配高精度传感器与故障诊断系统,提高系统可靠性,适配新能源轻型商用车频繁启停、重载的工况需求,进一步缩小与国外高端产品的差距。(2)线控转向(SBW)规模化应用:随着智能驾驶技术的成熟,线控转向(SBW)将逐步打破技术瓶颈,实现规模化普及。通过优化冗余备份设计,提升信号抗干扰能力,缩短响应延迟,解决故障切换时的动力中断问题,同时降低核心零部件成本,推动其从高端车型向中端车型渗透。未来SBW将与整车控制系统深度融合,实现转向与制动、动力系统的协同控制,适配高阶智能驾驶的自主转向需求<sup>[3]</sup>。(3)智能化与网联化融合发展:转向系统将深度融入整车智能化与网联化体系,搭载车联网模块与智能决策算法,实现转向数据的实时采集与分析,根据路况、驾驶习惯动态调整转向特性。同时,支持V2X车路协同,接收道路信息、车辆状态等数据,提前预判转向需求,提升行驶安全性与操控舒适性,逐步实现自适应转向、自动泊车转向等智能化功能,适配新能源轻型商用车的智能升级趋势。(4)轻量化与集成化趋势:为契合新能源车型的节能诉求,转向系统将采用轻量化材料,如铝合金、高强度塑料等,替代传统钢材,降低系统重量,减少整车能耗。同时,推进转向系统与悬架、制动系统的集成化设计,简化结构布局,缩小安装空间,提升整车空间利用率,降低制造成本,同时减少零部件磨损,提升系统整体可靠性与耐久性。

### 3.2 产业发展趋势

(1)核心零部件国产化替代加速:随着国内企业研发投入的持续加大,转向控制器、高精度传感器、助力电机等核心零部件的国产化技术逐步成熟,将逐步打破国外企业的技术垄断与市场垄断。国内企业将聚焦核心技术自主化,重点优化产品精度、可靠性与适配性,通过技术创新与工艺升级,缩小与国外产品的差距,同时依托规模化生产降低产品成本,推动转向系统整体国产化率提升至80%以上,助力新能源轻型商用车产业实现自

主可控发展。(2)企业协同与产业链整合深化:未来行业将打破“各自为战”的格局,呈现“分工协作、协同发展”的核心态势。整车企业将与转向系统集成企业、核心零部件企业深度合作,开展联合研发,针对新能源轻型商用车的工况特点与需求,定制化开发转向系统,提升产品适配性。同时,产业链上下游企业将加强资源整合,优化供应链布局,实现零部件生产、系统集成、检测测试、售后保障的一体化发展,提升产业链整体竞争力,有效降低研发、生产与物流成本,推动行业高质量发展<sup>[4]</sup>。(3)市场化竞争格局优化:随着新能源轻型商用车市场规模的持续扩大,转向系统市场竞争将日趋激烈,竞争模式将从传统的价格竞争转向技术竞争、质量竞争与服务竞争。具备核心技术优势、完善产业链布局与优质售后服务的企业将占据市场主导地位,行业集中度逐步提升。同时,中小企业将聚焦细分领域,打造差异化产品与服务,形成“头部引领、细分互补”的市场化竞争格局,倒逼全行业加大技术研发投入,提升产品质量与性能,推动转向系统产业向高端化、智能化、节能化转型。

### 3.3 优化路径

(1)技术层面优化策略:加大核心技术研发投入,建立企业主导、产学研协同的创新体系,重点突破EPS高性能化、SBW冗余设计与信号抗干扰、轻量化材料应用、集成化设计等关键技术,推动技术创新成果快速转化为产业化产品。加强与高校、科研院所的合作,开展专项技术攻关,优化测试验证体系,模拟新能源轻型商用车频繁启停、重载、极端环境等复杂工况,全面提升产品的可靠性、适配性与安全性。同时,引进国外先进技术与经验,进行消化吸收再创新,缩短技术研发周期,提升核心技术竞争力。(2)产业层面发展建议:加快核心零部件国产化进程,加大对国内优质零部件企业的扶持力度,搭建国产化零部件适配平台,推动国产化产品批量应用与迭代升级。深化产业链整合,推动整车企业、转向系统企业、零部件企业建立战略合作伙伴关系,优化供应链布局,实现资源共享、优势互补,降低

制造成本与市场风险。加强行业交流合作,建立行业协会牵头的技术共享平台,推动行业技术标准统一,规范市场秩序,避免恶性竞争,促进产业有序健康发展<sup>[5]</sup>。

(3)政策层面完善建议:出台转向系统专项扶持政策,加大对核心技术研发、国产化替代、产学研协同创新的资金支持与税收优惠,鼓励企业开展技术创新与产业化落地。完善行业标准与测试体系,制定针对新能源轻型商用车转向系统的专项标准,明确测试项目、故障判定、耐久性要求、节能指标等,规范产品质量,提升行业整体水平。同时,结合“双碳”目标,出台针对性政策,引导企业研发节能型、轻量化转向系统,推动转向系统与整车节能环保需求深度适配,助力新能源汽车产业实现绿色低碳发展。

### 结束语

新能源轻型商用车转向系统的发展与整车节能、安全、智能化升级深度绑定,当前虽已形成以EPS为主流的技术格局,但仍面临技术瓶颈、产业短板与政策适配不足等问题。未来,需以技术创新为核心,加速核心零部件国产化替代,深化产业链协同,完善政策与标准体系,推动转向系统向高性能、轻量化、智能化、集成化转型。唯有破解现存难题,持续优化发展路径,才能助力新能源轻型商用车产业高质量发展,为“双碳”目标实现提供有力支撑。

### 参考文献

- [1]朱成明,胡华强.电动轻型商用车模块化底盘设计及分析[J].专用汽车.2024,11(8):92-94.
- [2]张亚庆,李声超,程小强,等.某轻型商用汽车EPS偶发助力失效分析[J].南方农机.2024,55(19):262-265.
- [3]聂梦龙,崔震,徐礼成,等.某轻型商用车操纵稳定性仿真与试验对标[J].计算机辅助工程.2023,32(2):161-163.
- [4]高立军.轻型商用车非独立悬架系统减振器设计经验[J].今日制造与升级.2022,12(6):78-81.
- [5]刘俊荣,牛营凯,尹华清,等.新能源轻型商用车转向系统发展浅析[J].汽车实用技术.2022,10(19):107-109.