

新能源车用电驱动系统效率优化与多目标控制方法

陆海斌

奇瑞汽车股份有限公司 安徽芜湖

【摘要】 新能源汽车的电驱动系统作为其核心技术之一，对提高能效与车辆性能至关重要。电驱动系统的效率优化不仅能有效延长续航里程，还能降低能耗，推动绿色交通的发展。本文提出了一种基于多目标控制的方法，旨在同时优化电驱动系统的功率输出、能量回收和热管理等方面的性能。通过分析系统的多维度运行特性，设计了适应不同工况的控制策略，以实现更高效能量利用。优化后的电驱动系统在多种驾驶环境下均能有效提升整体效率，具备较强的实际应用潜力。

【关键词】 新能源汽车；电驱动系统；效率优化；多目标控制；能量管理

【收稿日期】 2025 年 5 月 15 日

【出刊日期】 2025 年 6 月 6 日

【DOI】 10.12208/j.jer.20250299

Efficiency optimization and multi-objective control method for electric drive system of new energy vehicles

Haibin Lu

Chery Automobile Co., Ltd., Wuhu, Anhui

【Abstract】 As one of the core technologies of new energy vehicles, the electric drive system is crucial for improving energy efficiency and vehicle performance. The efficiency optimization of the electric drive system can not only effectively extend the driving range but also reduce energy consumption, promoting the development of green transportation. This paper proposes a multi-objective control-based method, aiming to optimize the performance of the electric drive system in terms of power output, energy recovery, thermal management, etc., simultaneously. By analyzing the multi-dimensional operation characteristics of the system, control strategies adapted to different working conditions are designed to achieve more efficient energy utilization. The optimized electric drive system can effectively improve the overall efficiency in various driving environments, showing strong practical application potential.

【Keywords】 New energy vehicles; Electric drive system; Efficiency optimization; Multi-objective control; Energy management

引言

电驱动系统作为新能源汽车的核心技术，直接影响着整车的能效和性能表现。如何提升电驱动系统的效率，成为了当前研究的热点。电驱动系统的效率不仅体现在动力输出的高效性上，还涉及到能量的回收、热管理等多个方面。如何在多目标约束下实现电驱动系统的整体性能优化，是面临的一个重要挑战。传统的控制方法多聚焦于单一目标的优化，难以兼顾多方面需求。本研究针对这一问题，提出了一种结合多目标控制策略的方法，旨在系统性地优化电驱动系统的整体效率。通过建立精确的数学模型和控制策略，本研究探索了在不同工况下的优化方案，为新能源汽车电驱动系统的高效运行提供了理论支持。

1 电驱动系统效率优化的挑战与现状

电驱动系统是新能源汽车的核心组成部分，其效率的高低直接决定了整车的能耗和性能表现。在目前的新能源汽车应用中，如何提升电驱动系统的效率，成为了各大研发机构和企业亟待解决的技术难题。传统的电驱动系统大多注重单一功能的优化，如动力输出的提升或是能量回收的增加。然而，随着技术的不断进步，电驱动系统的效率优化已经不再仅仅关注某一单一因素，而是需要全面考虑动力系统的各个维度，特别是在复杂的驾驶环境下，如何平衡动力输出、能量回收和热管理等多个因素，已成为研究的重点。

目前，大多数电驱动系统依然存在着较为明显的能效损失问题，尤其是在低速行驶和急加速等工况下，系统的效率往往低于最佳水平。电池管理和电机控制之间的协同工作尚未达到理想的匹配，导致了电能的

浪费。电机的效率虽然随着技术进步有所提升,但在特定负载下的能效仍然不稳定。电动汽车的热管理问题也是效率提升的一个瓶颈。在高负荷或高速运行下,电驱动系统产生的热量增大,若无法有效散热,将影响系统的稳定性与效率。这些问题都使得电驱动系统的整体效率未能达到其理论最大值,严重制约了新能源汽车的续航能力和市场竞争力。

为了解决这些问题,越来越多的研究开始关注如何通过多维度优化方案来提升电驱动系统的整体效率。单一目标的优化方法无法解决电驱动系统中多种性能的矛盾,尤其是在不同工况下的系统调节需求。多目标控制方法的引入成为了提高系统整体效率的关键。通过同时考虑动力输出、能量回收和热管理等多方面因素的优化,可以使电驱动系统在不同驾驶模式下实现更高的能效^[1]。采用多目标控制策略能够精确调控电池的充放电过程、电机的转速及扭矩分配,进而提升系统的响应速度与能源利用效率。随着多目标控制方法和技术的不断发展,未来的电驱动系统将能够实现更高效、更智能的运行,推动新能源汽车向更高效、绿色的方向发展。

2 多目标控制方法在电驱动系统中的应用

多目标控制方法在电驱动系统中的应用,能够通过优化多个关键性能指标,全面提升系统整体效率。在电驱动系统中,各个目标如动力输出、能量回收、热管理和电池性能等,常常相互制约且具有复杂的耦合关系。传统的控制方法通常只关注其中一个方面,例如通过提高电机功率输出或者优化电池充放电效率来提升性能,但这种单一的优化方式无法兼顾系统中的多个目标,容易导致某些性能指标的牺牲。通过引入多目标控制方法,可以同时考虑多个目标的影响,并在这些目标之间实现协调与平衡,从而通过全局优化提升整体系统的效率。这种方法能够灵活应对不同工况变化,并确保系统在各种驾驶环境下都能保持最优性能,显著提升电驱动系统的综合效能。

在多目标控制的框架下,每个性能指标都会被转换为一个数学模型,控制策略通过权衡这些指标来优化系统的整体表现。电机的输出功率和电池的充放电效率常常存在相互冲突的关系,高功率输出可能导致电池的能量损耗增大,而为了提高电池的使用寿命,过高的充放电电流又会影响电机的高效运行。通过引入多目标优化算法,可以在满足电机需求的平衡电池的能量使用,并实现最佳的功率分配。热管理问题也是多目标控制中不可忽视的因素,控制系统需要考虑到电

机和电池的温度变化,在保证性能的避免系统过热导致的效率下降。

多目标控制方法的应用不仅限于理论优化,实际操作中通过精确的模型和算法,能够在不同驾驶环境下动态调整电驱动系统的各项参数。在城市交通中,频繁的起停会导致能量回收的需求增大,而在高速公路上,电机输出功率的需求则更为重要^[2-6]。通过实时监测和控制,电驱动系统能够根据当前的工况自动调整工作模式,以最大化效率并降低能源消耗。采用多目标控制还可以提高系统的容错性,通过灵活调节系统的不同部件,避免某一部分的过载或故障对整体性能造成重大影响。多目标控制方法不仅提升了电驱动系统的性能,还在实际应用中增强了其适应性和可靠性,推动新能源汽车向更加智能化和高效的方向发展。

3 电驱动系统效率优化策略的设计与实现

电驱动系统效率优化策略的设计与实现,核心目标是提升系统的整体能效,确保在各种工况下均能够达到最佳的运行状态。在电驱动系统中,电池、电机和电控单元是主要的能源和动力源,如何协调这三者的工作,避免能源浪费,并有效提升能量转换效率,成为了优化策略设计的关键。优化策略不仅需要考虑电驱动系统的动态性能,还需要兼顾各项因素之间的复杂耦合关系。针对这一需求,现代电驱动系统的优化策略通常结合实时监控、数据分析与控制算法,形成一套能够自动调节、精确控制的智能优化体系。

在设计电驱动系统效率优化策略时,首先需要建立高效的数学模型,准确反映各个部件的工作特性。电池的充放电效率、电机的转速与负载关系、以及电控单元的工作模式,都是影响系统整体效率的关键因素。通过精确的建模,可以为后续的优化策略提供理论依据。随后,针对不同的运行环境,设计多元化的控制算法,以满足不同驾驶模式下的需求。在高速行驶时,系统会优先调整电机输出功率,以确保车辆的加速性能;而在城市低速行驶时,则会增强能量回收功能,以提高整体能效。通过多层次、多角度的优化设计,能够在确保驾驶体验的极大地提高能源使用的效率。

为了实现这些优化策略,实时监控系统和数据处理技术的结合变得尤为重要。通过传感器和控制单元的协同工作,系统能够实时感知电池状态、电机负荷及环境因素等数据,并根据这些信息自动调整各部件的工作状态。电池的温度与电压波动、外部气候条件等因素,都可能影响电驱动系统的效率。通过智能控制算法,能够在不同工况下快速响应,并做出精准调节,从而有

效避免性能下降或能源浪费。热管理策略的优化也是其中不可忽视的一环^[7]。电驱动系统在高负荷下容易产生大量热量,如何在保证效率的同时有效散热,是设计优化策略时必须要考虑的一个重要因素。综合运用热管理与多目标优化策略,能够确保系统在全负载运行时,仍然维持高效、稳定的性能。

4 基于多目标控制的电驱动系统性能分析

基于多目标控制的电驱动系统性能分析,通过精确的控制算法和实时反馈机制,能够在不同工况下实现电驱动系统的最佳运行状态。多目标控制方法的关键在于同时优化多个性能指标,例如电池能量的利用效率、电机输出功率、系统响应时间以及热管理效果等。在这种控制框架下,电驱动系统能够在满足动力需求的最大限度地提高能量回收效率,并有效降低系统的整体能耗。通过多目标优化,系统能够在不同的驾驶环境下,自主调节各项参数,保证在城市行驶时增加能量回收,在高速行驶时提供充足的动力输出,从而实现综合效能的提升。

在实际性能分析中,基于多目标控制的电驱动系统展现出显著的优势。通过实验和仿真研究,能够验证该控制策略在不同工况下的效果。在城市复杂交通环境中,频繁的启停会导致传统控制策略下的能效损失,而通过多目标控制策略,可以有效提升制动能量回收并平衡电池的充电和放电过程,确保电池在高效状态下工作^[8]。在高速行驶模式下,多目标控制系统能够优化电机输出功率,保证车辆的加速性和高效性。该系统还可以有效管理电池的热量,避免因温度过高导致的效率下降。通过系统的实时调节,电驱动系统不仅在各项性能指标上都表现出优异的稳定性,还能在长时间运行中维持高效的性能。这一控制方法的成功应用,为新能源汽车的进一步发展提供了理论依据和实践支持,推动了新能源汽车技术向更高效、更智能的方向发展。

5 结语

基于多目标控制的电驱动系统优化策略,通过综合考虑多个性能指标,有效提升了系统的整体效率与可靠性。该方法不仅解决了传统控制策略中能效损失

和性能不稳定的问题,还能在不同工况下实现精准调节,最大化能源利用率。通过对电机、能源管理和热管理的协同优化,电驱动系统能够在实际应用中展现出显著的性能优势,提升了新能源汽车的续航能力和市场竞争力。未来,随着技术的不断进步,基于多目标控制的优化方案将进一步推动新能源汽车行业向智能化、高效化方向发展,为实现绿色出行和可持续交通目标提供强有力的支持。

参考文献

- [1] 关明杰,武梦钰,车璞璘,等.新能源车用轻量化重组杨桉混杂复合板制备及性能[J/OL].林业工程学报,1-10 [2025-06-24].
- [2] 陈彬.新能源车用铁氧体永磁辅助同步磁阻电机设计与优化[D].华南理工大学,2024.
- [3] 李明远,新能源车集成电驱动系统技术开发及产业化.浙江省,威睿电动汽车技术(宁波)有限公司,2023-07-28.
- [4] 张明莉,雷勇,费晓榕.新能源车电驱动系统的现状及未来发展路径[J].大众标准化,2023,(13):112-114.
- [5] 卢明,刘洋,李彬.新能源车用驱动电机系统的匹配应用[J].汽车实用技术,2022,47(13):1-4.
- [6] 吴博峰.电驱动技术创新助推新能源车市场发展[N].中国消费者报,2022-01-19(003).
- [7] 黄苏刚,徐雁超,邹兵凤.新能源车用电驱动桥的设计[J].汽车工艺师,2021,(06):50-53.
- [8] 高凌宇,周会军,王成,等.新能源车电驱动系统的发展概况及趋势分析[J].电工钢,2020,2(01):27-31+34.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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

