

新能源汽车动力传动系统优化研究

孙云龙

哈尔滨东安汽车发动机制造有限公司 黑龙江 哈尔滨 150060

摘要: 本文首先阐述了新能源汽车的分类及特点,涵盖纯电动、混合动力和燃料电池电动汽车,并剖析其动力传动系统的主要组成,包括电机、变速器、电池和电控系统。接着探讨了动力传动系统的性能评价指标,如动力性、经济性和舒适性方面的具体指标。深入研究了优化的理论基础,涉及力学原理、控制理论和优化算法。详细论述了优化方法,包含参数优化、结构优化和控制策略优化。旨在为提升新能源汽车动力传动系统性能提供理论支持和实践指导。

关键词: 新能源汽车; 动力传动系统; 优化策略

引言: 随着环保要求的日益严格和能源危机的加剧,新能源汽车迎来了快速发展的机遇。动力传动系统作为新能源汽车的核心部分,其性能优劣直接决定了车辆的整体表现。然而,当前新能源汽车动力传动系统在动力性、经济性和舒适性等方面仍存在诸多挑战。因此,深入研究新能源汽车动力传动系统的优化具有重要的现实意义。

1 新能源汽车动力传动系统概述

1.1 新能源汽车的分类及特点

新能源汽车是指采用非常规的车用燃料作为动力来源,或使用常规的车用燃料但采用新型车载动力装置的汽车。目前,新能源汽车主要包括纯电动汽车、混合动力汽车和燃料电池电动汽车。(1)纯电动汽车(BEV)完全由电池提供能量,通过电机驱动车辆行驶。其动力传动系统相对简单,主要由电池组、电机控制器和驱动电机组成。工作原理是电池向电机控制器提供直流电,电机控制器将直流电转换为交流电并控制电机的转速和扭矩,从而驱动车辆。纯电动汽车具有零排放、低噪音、能源效率高等优点,但续航里程和充电时间是其面临的主要挑战。(2)混合动力汽车(HEV)结合了内燃机和电机两种动力源。根据电机和内燃机的功率比例以及连接方式的不同,又可分为串联式、并联式和混联式。串联式混合动力汽车的内燃机主要用于发电,电能驱动电机驱动车辆行驶;并联式汽车的内燃机和电机均可单独或共同驱动车辆;混联式则兼具串联和并联的特点。混合动力汽车的优点是续航里程较长,燃油经济性较好,但系统结构较为复杂。(3)燃料电池电动汽车(FCEV)以燃料电池作为主要动力源,通过化学反应将氢气转化为电能,再由电机驱动车辆。其动力传动系统主要包括燃料电池堆、储氢罐、电池、电机等。燃料电池电动汽车

具有加注燃料时间短、续航里程长、零排放等优点,但目前燃料电池成本较高,加氢基础设施不完善。

1.2 动力传动系统的主要组成部分

新能源汽车动力传动系统的主要组成部分包括电机、变速器、电池和电控系统。(1)电机是将电能转化为机械能的关键部件,其性能直接影响车辆的动力性和经济性。不同类型的电机,如永磁同步电机、交流异步电机等,具有不同的特点和适用场景。永磁同步电机具有效率高、功率密度大等优点;交流异步电机则具有成本较低、可靠性高等优势。(2)变速器在动力传动系统中起着调节电机转速和扭矩的作用,以适应不同的行驶工况。与传统燃油汽车的变速器相比,新能源汽车的变速器通常结构更为简单,挡位数量较少,有的甚至采用固定速比变速器。(3)电池是新能源汽车的能量存储装置,其性能决定了车辆的续航里程和充电时间^[1]。目前常用的电池类型有锂离子电池、镍氢电池等。锂离子电池具有能量密度高、循环寿命长等优点,是目前新能源汽车应用最广泛的电池类型。(4)电控系统是新能源汽车的大脑,负责对电机、电池等部件进行控制和管理。它包括电机控制器、电池管理系统等。电机控制器根据车辆的运行状态和驾驶员的操作指令,精确控制电机的输出功率和扭矩;电池管理系统则实时监测电池的状态,如电量、电压、温度等,确保电池的安全和高效使用。

这些组成部分相互协作,共同实现新能源汽车的高效、稳定运行。电机、变速器和电池的合理匹配以及电控系统的精确控制,是优化新能源汽车动力传动系统性能的关键。

2 新能源汽车动力传动系统的性能评价指标

2.1 动力性指标

动力性是衡量新能源汽车性能的重要指标之一,主

要包括最高车速、加速性能和爬坡能力。(1)最高车速反映了车辆在理想条件下能够达到的最大行驶速度。对于新能源汽车而言,电机的功率和扭矩输出特性以及车辆的空气动力学设计都会对最高车速产生影响。一般来说,高性能的新能源汽车能够达到较高的最高车速,满足消费者在高速公路等场景下的行驶需求。(2)加速性能是指车辆从静止状态加速到一定速度所需的时间。这一指标对于驾驶者的驾驶体验至关重要。新能源汽车由于电机能够在瞬间输出较大扭矩,通常在起步加速阶段具有明显优势。例如,一些纯电动汽车的百公里加速时间可以达到数秒以内,远远优于传统燃油汽车。加速性能的优劣不仅取决于电机的扭矩特性,还与动力传动系统的传动效率、车辆的整备质量等因素有关。(3)爬坡能力则体现了车辆在陡峭山坡上行驶的能力。较大的爬坡能力意味着车辆能够应对复杂的地形条件。在新能源汽车中,电机的持续功率和扭矩输出以及车辆的驱动力分配系统都会影响爬坡能力。良好的动力传动系统设计可以确保车辆在爬坡时提供足够的动力,保证行驶的稳定性 and 安全性。

2.2 经济性指标

经济性是新能源汽车发展的关键因素之一,主要的评价指标包括电能消耗率和续航里程(1)电能消耗率表示车辆在单位行驶里程中所消耗的电能。较低的电能消耗率意味着车辆能够更有效地利用电能,降低使用成本。这一指标受到多种因素的影响,如车辆的动力传动系统效率、行驶工况、车辆重量以及风阻等。通过优化电机和变速器的匹配、采用节能的控制策略以及轻量化设计等手段,可以降低电能消耗率,提高车辆的经济性。(2)续航里程是消费者在购买新能源汽车时最为关注的指标之一。它指的是车辆在一次充电或加注燃料后能够行驶的最大里程。续航里程的长短取决于电池的容量、能量密度、车辆的能耗水平以及使用环境等因素。为了提高续航里程,一方面需要不断提高电池技术,增加电池容量和能量密度;另一方面,通过优化动力传动系统和整车设计,降低能耗,也能够有效延长续航里程。

2.3 舒适性指标

舒适性也是衡量新能源汽车品质的重要方面,其中振动与噪声水平是重要的评价指标。(1)振动主要来源于电机的运转、路面不平以及动力传动系统部件之间的相互作用。过度的振动会影响驾驶者和乘客的乘坐舒适性,甚至可能导致疲劳和不适。通过优化动力传动系统的安装和悬挂设计、采用减震材料以及精确的制造工艺,可以有效地降低振动水平。(2)噪声在新能源汽车

中主要来自电机的电磁噪声、风扇噪声以及轮胎与路面的摩擦噪声等。相比传统燃油汽车,新能源汽车在发动机噪声方面具有优势,但其他噪声源仍可能对车内安静环境造成影响^[2]。通过采用隔音材料、优化电机设计以及改进轮胎性能等措施,可以降低噪声水平,为车内人员提供一个安静舒适的驾乘环境。

3 新能源汽车动力传动系统优化的理论基础

3.1 力学原理

在新能源汽车动力传动系统的优化中,力学原理起着基础性的作用。扭矩传递是其中的关键概念之一。扭矩是使物体发生转动的一种特殊的力矩,在动力传动系统中,扭矩从电机通过变速器等部件传递到车轮,以推动车辆前进。了解扭矩在不同部件之间的传递规律,对于优化传动系统的效率和性能至关重要。例如,合理选择变速器的传动比,可以确保在不同车速和负载条件下,扭矩能够有效地传递到车轮,实现最佳的动力输出。功率平衡原理也是重要的力学考量因素。在新能源汽车运行过程中,电机输出的功率需要与车辆行驶过程中克服各种阻力所消耗的功率相平衡。这些阻力包括空气阻力、滚动阻力和爬坡阻力等。通过对功率平衡的分析,可以准确评估电机在不同工况下的工作负荷,从而为电机的选型和控制策略的制定提供依据。基于功率平衡原理,还可以优化动力传动系统的能量传递路径,减少能量损失,提高整车的能源利用效率。

3.2 控制理论

控制理论在新能源汽车动力传动系统优化中具有核心地位。电机控制是实现高效动力输出和精确调速的关键。通过先进的电机控制技术,如矢量控制和直接转矩控制,可以精确地调节电机的转速、扭矩和功率,以满足不同行驶工况的需求。例如,在加速过程中,电机控制器能够迅速响应驾驶员的指令,输出大扭矩,实现快速加速;而在匀速行驶时,又能保持电机在高效工作区域运行,降低能耗。能量管理控制对于新能源汽车的续航里程和能源利用效率至关重要。这一控制策略需要综合考虑电池的状态、电机的工作效率、车辆的行驶需求以及外部充电条件等因素。通过实时监测和分析这些参数,能量管理系统能够智能地分配电池能量,决定何时使用电机驱动、何时进行能量回收以及是否启用辅助动力源(如内燃机在混合动力汽车中),以实现最优的能源利用和续航性能。

3.3 优化算法

优化算法为新能源汽车动力传动系统的优化提供了有效的工具。遗传算法是一种基于自然选择和遗传变异

原理的优化方法。在动力传动系统优化中,可以将传动系统的参数,如齿轮比、电机参数等作为基因进行编码,然后通过模拟遗传进化过程,不断迭代寻找最优的参数组合。这种算法具有全局搜索能力,能够在复杂的设计空间中找到接近最优的解决方案。粒子群优化算法则是通过模拟鸟群的觅食行为来寻找最优解。在新能源汽车动力传动系统优化中,粒子代表了可能的设计方案,通过粒子之间的信息共享和相互影响,在解空间中快速收敛到最优或次优解。该算法具有计算效率高、易于实现等优点,适用于处理多变量、多约束的优化问题,如同时优化电机和变速器的参数以实现最佳的动力性和经济性。

4 新能源汽车动力传动系统的优化方法

4.1 参数优化

参数优化是新能源汽车动力传动系统优化的重要手段之一。电机参数的优化对于提升系统性能至关重要。电机的转速、转矩特性以及效率曲线等参数直接影响着车辆的动力输出和能源消耗。通过精确的建模和仿真分析,可以对电机的磁极对数、绕组匝数、磁钢材料等参数进行优化,以提高电机在不同工况下的效率和性能。变速器传动比的优化设计同样关键。合理的传动比能够使电机在高效工作区间运行,提高能源利用效率。在优化过程中,需要综合考虑车辆的最高车速、加速性能、爬坡能力以及电机的特性。例如,为了满足车辆的加速性能要求,需要在低挡位设置较大的传动比,以放大电机的转矩输出;而在高速行驶时,则需要较小的传动比来降低电机转速,提高运行效率。

4.2 结构优化

不同的动力传动系统结构布局会对新能源汽车的性能产生显著影响。例如,在纯电动汽车中,采用轮毂电机直接驱动车轮的结构可以省去传统的传动轴和变速器,减少能量传递损失,提高传动效率,同时还能实现更加灵活的车辆操控性能和空间布局。对于混合动力汽车,串联、并联和混联等不同的结构形式具有各自的特

点^[1]。串联结构适用于城市频繁启停的工况,发动机可以稳定在高效工作区间为电池充电;并联结构在高速行驶时能够充分发挥发动机的动力优势;混联结构则结合了两者的优点,通过复杂的控制策略实现多种工况下的优化运行。此外,电池的布置位置和方式也会影响车辆的重心分布和空间利用,进而影响车辆的操控稳定性和乘坐舒适性。

4.3 控制策略优化

控制策略的优化是提升新能源汽车动力传动系统性能的重要途径。能量回收策略的优化可以显著提高车辆的能源利用效率和续航里程。通过精确感知车辆的制动状态和行驶工况,合理调整能量回收的强度和时机,能够在不影响驾驶舒适性的前提下最大限度地回收制动能量。换挡策略的优化对于提高动力传动系统的平顺性和效率具有重要意义。根据电机的特性和车辆的行驶需求,制定智能的换挡规律,使换挡过程更加平稳、迅速,减少动力中断和冲击,提高驾驶体验。同时结合实时的路况和车辆状态信息,动态调整换挡策略,以适应不同的行驶条件。

结语:本文对新能源汽车动力传动系统的优化进行了全面且深入的探讨。明确了不同类型新能源汽车的特点及动力传动系统组成,确定了性能评价指标,阐述了优化的理论依据和具体方法。但新能源汽车技术仍在不断发展,未来还需进一步探索新的材料、优化控制策略,并结合智能网联技术,以实现动力传动系统更高效、更智能的优化。

参考文献

- [1]李龙,夏秋芳.试析新能源汽车动力总成传动系统技术及其应用[J].汽车知识,2022,22(4):50-52.
- [2]王金城.新能源汽车电气动力系统技术发展策略[J].汽车知识,2022,22(7):64-66.
- [3]余雷.新能源汽车动力传动系统优化策略分析[J].汽车测试报告,2022(13):76-78.