

新能源汽车及电机驱动的控制技术探究

黄柔斌 田锡锋 范武 汪旭波 马宏宇

吉利汽车研究院(宁波)有限公司 浙江 宁波 315336

摘要: 本文深入探究新能源汽车及电机驱动控制技术。首先明确新能源汽车定义与分类,包括纯电动汽车、混合动力汽车和燃料电池汽车。阐述了新能源汽车的发展背景与意义,强调其对缓解能源环境压力及推动产业升级的重要性。接着分析新能源汽车电机驱动控制技术的重要性,涵盖对行驶性能和核心竞争力的影响。详细论述该技术的特点,如电动机性能优良、高功率性能及低辐射等。最后介绍了直流电机、永磁同步电机、异步电机和开关磁阻电机四类电机驱动控制技术的原理与方法。

关键词: 新能源汽车; 电机驱动; 控制技术

引言: 在全球能源危机与环境问题日益严峻的背景下,新能源汽车作为可持续发展的交通工具备受关注。电机驱动控制技术是新能源汽车的关键组成部分,其性能直接决定了新能源汽车的行驶表现和市场竞争能力。本文将深入探讨新能源汽车及电机驱动的控制技术,分析不同类型新能源汽车的特点,研究电机驱动控制技术的重要性、特点及各类电机的控制方法,以期为新能源汽车产业的发展提供有力的理论支持和技术指导。

1 新能源汽车概述

1.1 新能源汽车的定义与分类

新能源汽车是指采用新型动力系统,完全或主要依靠新型能源驱动的汽车。根据新能源汽车的动力来源和技术特点,主要可以分为以下几类:(1)纯电动汽车(BEV):纯电动汽车是完全由可充电电池(如锂离子电池等)提供电力驱动的汽车。它具有零排放、噪音低等优点。例如,特斯拉Model3是一款知名的纯电动汽车,其续航里程在不同版本下有所不同,但最高版本能够满足大多数日常通勤和城市间短途旅行的需求。纯电动汽车的发展受到电池技术的影响较大,随着电池能量密度的提高和成本的降低,其市场竞争力不断增强。

(2)混合动力汽车(HEV):混合动力汽车结合了传统燃油发动机和电动机的动力系统。在车辆行驶过程中,可以根据不同的工况自动或手动切换动力源。例如,丰田普锐斯是混合动力汽车的典型代表。它在起步和低速行驶时主要依靠电动机驱动,减少了燃油发动机在低效工况下的运行,从而提高了燃油经济性和减少了尾气排放。混合动力汽车又可分为串联式、并联式和混联式混合动力汽车,不同类型在动力系统的连接和协同工作方式上有所区别。(3)燃料电池汽车(FCV):燃料电池汽车以氢气等为燃料,通过燃料电池将化学能转化为电

能来驱动汽车。燃料电池汽车的优点是加氢速度快,续航里程长,且排放物只有水。例如,本田ClarityFuelCell是一款燃料电池汽车。不过,燃料电池汽车目前面临着氢气制取、储存和加氢基础设施建设成本高等挑战。

1.2 新能源汽车的发展背景与意义

随着全球经济的发展,传统燃油汽车对石油资源的依赖日益严重。石油是一种不可再生能源,其储量有限。同时,传统燃油汽车的尾气排放是空气污染和温室气体排放的重要来源。新能源汽车的发展有助于减少对石油的依赖,降低尾气排放中的有害物质,如二氧化碳、氮氧化物和颗粒物等,从而缓解能源和环境压力。如,在一些大城市,汽车尾气排放是雾霾形成的重要因素之一,推广新能源汽车可以有效改善城市空气质量。新能源汽车的发展推动了汽车产业的技术创新和升级。与传统燃油汽车相比,新能源汽车在动力系统、电子控制系统、电池技术等方面都有很大的不同^[1]。这促使汽车制造商加大研发投入,提高自身的技术水平和竞争力。

2 新能源汽车电机驱动控制技术的重要性

2.1 影响新能源汽车的行驶性能

(1)能耗方面:电机驱动控制技术直接影响新能源汽车的能耗。高效的电机驱动控制系统能够使电机在不同工况下保持最佳的工作状态,减少能量损失。例如,通过精确控制电机的转速和转矩,可以使电动汽车在行驶过程中根据路况和驾驶需求合理分配能量,提高能源利用效率。在城市拥堵路况下,适当降低电机转速和转矩可以减少不必要的能量消耗,延长车辆的续航里程。

(2)舒适性:电机驱动控制技术对新能源汽车的舒适性也有重要影响。良好的控制技术可以使电机的运行更加平稳,减少车辆在加速和减速过程中的顿挫感。例如,在电动汽车的起步和换挡过程中(虽然电动汽车没有传

统意义上的变速箱换挡，但类似的动力切换过程），精确的电机驱动控制可以实现平滑过渡，提供舒适的驾乘体验。（3）平稳性和安全性：电机驱动控制系统能够确保电机的稳定运行，从而提高车辆的平稳性。在高速行驶时，稳定的电机输出有助于保持车辆的行驶稳定性。同时电机驱动控制技术也与新能源汽车的安全性密切相关。

2.2 决定新能源汽车的核心竞争力

在新能源汽车市场竞争中，电机驱动控制技术的先进性是企业核心竞争力的重要体现。先进的电机驱动控制技术可以提高电机的性能，如提高功率密度、扩大调速范围等。这使得新能源汽车在动力性能、续航里程等方面具有优势。例如，一些高端新能源汽车品牌通过自主研发先进的电机驱动控制技术，实现了更高的加速性能和更长的续航里程，吸引了更多消费者的关注。有效的电机驱动控制技术还可以降低新能源汽车的生产成本。通过优化电机的控制算法和电路设计，可以减少电机和相关控制器件的成本。例如，采用更简单高效的控制策略可以降低对高性能但昂贵的电机组件的需求，同时提高整个动力系统的可靠性和寿命，从而降低车辆的总体制造成本，提高产品的市场竞争力。

2.3 新能源汽车电机驱动控制技术的特点

2.3.1 电动机性能优良

（1）高转矩密度：新能源汽车的电机需要在有限的体积和重量下提供足够的转矩。高转矩密度的电机可以使车辆具有更好的起步加速性能。例如，永磁同步电机具有较高的转矩密度，在新能源汽车中得到广泛应用。它能够在较小的尺寸下输出较大的转矩，满足汽车快速启动和爬坡的需求。通过合理的电磁设计和材料选择，如采用高性能的永磁材料，可以进一步提高电机的转矩密度。（2）宽调速范围：新能源汽车在不同的行驶场景下需要不同的电机转速。电机驱动控制技术应能实现电机的宽调速范围。从城市低速行驶到高速公路上的高速行驶，电机需要在较宽的转速范围内稳定、高效地运行。如，交流异步电机通过变频调速技术可以实现较宽的调速范围，适应新能源汽车的各种行驶工况。宽调速范围也有助于提高车辆的动力性能和能源利用效率，减少不必要的换挡或动力切换操作^[2]。（3）高效率运行：为了提高新能源汽车的续航里程，电机必须在不同的负载和转速条件下保持高效率运行。电机驱动控制系统通过优化控制算法，如采用矢量控制或直接转矩控制等方法，可以提高电机的效率。如，在轻载和重载情况下，通过调整电机的磁场和电流，可以使电机始终工作在高效区域。高效运行的电机可以减少电池的能量消耗，延长车辆的

续航里程，这对于新能源汽车的实用性至关重要。

2.3.2 高功率性能

（1）高功率密度：新能源汽车的动力系统需要在有限的空间内提供足够的功率。高功率密度的电机可以满足这一要求。如，一些新型的电机设计采用了紧凑的结构和高性能的材料，提高了电机的功率密度。这使得汽车制造商可以在不增加动力系统体积和重量的情况下，提高车辆的动力性能。在高性能新能源汽车中，高功率密度的电机能够实现快速加速和高速行驶的需求。（2）瞬时功率大：在新能源汽车的行驶过程中，如快速超车或紧急加速时，需要电机能够提供瞬时大功率输出。电机驱动控制系统需要具备快速响应的能力，以满足这种瞬时功率需求。如，在电动汽车的加速过程中，电机驱动控制系统可以迅速调整电机的电流和磁场，使电机在短时间内输出较大的功率，实现车辆的快速加速。瞬时功率大的电机可以提高新能源汽车的动力性能，使其在行驶过程中更加灵活自如。

2.3.3 低辐射

新能源汽车中的电机驱动系统会产生电磁辐射。由于车内有许多电子设备，如中控系统、传感器等，电机驱动系统需要满足电磁兼容性（EMC）要求，以避免对其他电子设备造成干扰。例如，通过合理的电路设计、屏蔽措施和滤波技术，可以降低电机驱动系统的电磁辐射，确保车内电子设备的正常运行。同时，低辐射的电机驱动系统也符合相关的安全和环保标准，减少对人体健康和周围环境的潜在影响。

3 新能源汽车电机驱动控制技术的类型

3.1 直流电机驱动控制技术

（1）直流电机的基本原理：直流电机是通过直流电流在磁场中产生转矩来驱动电机旋转的。它由定子、转子、电刷和换向器等部分组成。定子产生磁场，转子在磁场中旋转。电刷和换向器的作用是使电流能够在转子绕组中按照一定的方向流动，从而产生持续的转矩。直流电机具有调速性能好、起动转矩大等优点。比如，在早期的电动汽车发展中，直流电机曾被广泛应用于车辆驱动。（2）直流电机驱动控制方法：直流电机的驱动控制主要通过改变电机的电枢电压或磁场强度来实现调速。常见的控制方法有电枢电压控制和磁场控制。电机转速调节可以通过调整电枢两端所施加的电压来实现，此方法具备广泛的调速范围和较高的效率。另一种方式是磁场控制，即通过调节电机的激磁电流来变动磁场强度，进而控制电机转速，然而该方式调速范围有限。在直流电机驱动控制中，还需要考虑电机的保护，如过流

保护、过压保护等，以确保电机的正常运行。

3.2 永磁同步电机驱动控制技术

(1) 永磁同步电机的基本原理：永磁同步电机的转子采用永磁体，当定子绕组接入三相交流电流时，会形成旋转磁场，该旋转磁场与转子的永磁磁场相互影响，进而产生转矩，驱动电机进行旋转。永磁同步电机因其高效率、较大的功率密度以及优异的转矩特性而备受青睐。比如，在现代许多新能源汽车中，永磁同步电机是主流的驱动电机选择^[3]。它能够在较小的体积下提供较高的转矩和功率，满足新能源汽车的动力需求。(2) 永磁同步电机驱动控制方法：永磁同步电机的驱动控制主要采用矢量控制和直接转矩控制等方法。矢量控制是通过将三相电流分解为励磁电流和转矩电流，分别进行控制，从而实现对电机的精确控制。这种方法可以提高电机的效率和动态性能。直接转矩控制则是直接对电机的转矩进行控制，不需要复杂的坐标变换，具有响应速度快的优点。在永磁同步电机驱动控制中，还需要对电机的温度、转速、电流等参数进行实时监测和保护，以确保电机的可靠运行。

3.3 异步电机驱动控制技术

(1) 异步电机的基本原理：异步电机（感应电机）由定子和转子组成。定子绕组通入三相交流电后产生旋转磁场，转子在旋转磁场的作用下产生感应电动势和感应电流，从而受到电磁力的作用而旋转。异步电机具有结构简单、成本低、可靠性高等优点。例如，在一些新能源汽车，特别是大型新能源客车中，异步电机也有广泛的应用。它能够适应较大的负载变化，并且在长时间运行中具有较好的稳定性。(2) 异步电机驱动控制方法：异步电机的驱动控制主要采用变频调速技术。通过改变定子绕组的供电频率来调节电机的转速。在变频调速过程中，需要考虑电机的转矩-转速特性，以确保电机在不同频率下能够稳定运行。此外，还需要对电机的电压、电流等参数进行合理控制，以提高电机的效率和功率因数。例如，采用矢量控制技术的异步电机驱动系统

可以提高电机的动态性能和调速精度，使其在新能源汽车中的应用更加广泛。

3.4 开关磁阻电机驱动控制技术

(1) 开关磁阻电机的基本原理：开关磁阻电机的定子和转子均为凸极结构。定子绕组按照一定的规律通电，产生磁场，使转子向磁场最强的方向转动。开关磁阻电机具有结构简单、成本低、可靠性高、调速范围宽等优点。例如，在一些特定的新能源汽车应用场景中，如小型电动车辆或特定工况下的工业车辆，开关磁阻电机有一定的应用。它能够在较宽的速度范围内实现高效运行，并且对环境的适应能力较强。(2) 开关磁阻电机驱动控制方法：开关磁阻电机的驱动控制需要精确控制定子绕组的通电顺序和时间。通过采用合适的控制策略，如角度位置控制、电流斩波控制等，可以实现电机的高效运行和良好的调速性能^[4]。在开关磁阻电机驱动控制中，还需要对电机的位置、速度、电流等参数进行实时监测和反馈，以优化电机的控制效果。

结束语：新能源汽车及电机驱动控制在当今社会具有重大意义。不同类型的电机驱动控制技术各有其优势与适用场景，汽车制造商应根据实际需求进行选择和优化。将来，随着科技的不断进步，新能源汽车电机驱动控制技术将朝着更加智能化、高效化和可靠化的方向发展，为新能源汽车产业的蓬勃发展注入强大动力，同时也为实现可持续交通和环境保护目标做出积极贡献。

参考文献

- [1]徐茹栋.新能源汽车及电机驱动的控制技术探究[J].汽车知识,2023,23(8):69-71.
- [2]邓秋雅,陈正华.新能源汽车及电机驱动的控制技术探究[J].电脑采购,2021(32):61-63.
- [3]车玉婷.新能源汽车及电机驱动的控制技术探究[J].工程与管理科学,2022,4(2):49-51.
- [4]黎庆荣.新能源汽车驱动电机及控制技术故障分析与处理探索[J].时代汽车,2023(21):86-88.