

新能源商用车电驱动系统应用匹配研究

翁 焰

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司 陕西 西安 710119

摘要：在全球能源结构转型与绿色交通发展的大背景下，新能源商用车及其电驱动系统的匹配研究显得尤为重要。本文旨在深入探讨新能源商用车电驱动系统的匹配原则、技术细节及其未来发展方向，以为商用车电动化提供更为全面和深入的理论支撑和技术指导。通过详细剖析电驱动系统各关键部件的匹配策略，本文旨在为商用车制造商和研发机构提供有价值的参考。

关键词：新能源商用车；电驱动系统；匹配策略；技术展望

引言

随着全球对环保和可持续发展的日益重视，新能源汽车尤其是商用车已成为交通产业发展的重要方向。电驱动系统，作为新能源汽车的“心脏”，其性能匹配不仅关乎整车的运行效率，还直接影响到车辆的使用寿命和运营成本。因此，对新能源商用车电驱动系统的匹配进行深入研究，不仅具有理论价值，更具有广阔的应用前景。

1 新能源商用车电驱动系统概述

新能源商用车电驱动系统是一个复杂的集成系统，包括电机、电池、电控以及相关的传感器、执行器等。这些部件协同工作，将电能高效、稳定地转化为机械能，从而驱动商用车在各种工况下稳定运行。

2 新能源商用车电驱动系统匹配原则

2.1 动力性原则

商用车在运营过程中，尤其是在重载、爬坡或加速超车等极端工况下，对动力性有着极高的要求。为确保商用车在这些关键时刻能够稳定、高效地完成任务，电驱动系统的匹配必须严格遵循动力性原则。这意味着，在选配电机和电池时，首要考虑的是它们的功率和扭矩等关键参数，确保这些参数能够充分满足商用车在极端工况下的动力需求。同时，电驱动系统的响应速度和动态特性也是评估其动力性能的重要指标，这些都应在匹配过程中得到充分考虑。

2.2 经济性原则

经济性原则在新能源商用车电驱动系统匹配中占据着举足轻重的地位。对于商用车而言，运营成本的直接控制直接关系到企业的盈利能力和市场竞争力。因此，在匹配电驱动系统时，必须高度重视各部件的效率优化。通过精心选择高效的电机、电池以及电控系统，可以有效降低能耗，进而提升续航里程。这不仅能够减少频繁充

电或换电的需求，节省时间成本，还能直接降低电费支出，从而显著减少整体运营成本^[1]。此外，经济性原则还体现在对电驱动系统维护成本的考量上，选择耐用且维护需求低的部件，可以进一步降低长期运营成本。

2.3 可靠性原则

鉴于商用车常常在多变且复杂的环境条件下运行，如高温、低温、高湿、沙尘等，这就要求电驱动系统必须具备出色的稳定性和耐久性。为了确保系统在各种恶劣环境下均能稳定运行，匹配过程中应深入评估电机、电池、电控等关键部件的抗干扰能力和长期耐用性。此外，还需考虑系统的散热性能、防水防尘等级以及抗振动冲击的能力，这些都是影响电驱动系统可靠性的重要因素。通过精心选择和匹配各部件，可以显著提升整个系统的可靠性，从而确保商用车在各种极端条件下都能保持稳定的性能输出。

3 新能源商用车电驱动系统匹配方法

3.1 电机匹配策略

电机作为新能源商用车电驱动系统的核心部件，其匹配策略的制定对于整车性能至关重要。以下是一些关键的匹配策略和方法：

3.1.1 电机类型的选择

(1) 扁线电机与圆线电机的选择：扁线电机：体积小、效率高、导热强、温升低、噪音小。其内部的绕组由粗矩形导线组成，使得槽满率提升，进而提高了功率密度。此外，扁线电机的散热性能更好，相同设计的扁线电机绕组温升比圆线电机低约10%。圆线电机：传统的电机类型，使用多根细的圆线作为绕组。虽然技术成熟，但在体积、效率和温升方面相较于扁线电机可能稍逊一筹。

(2) 选择依据：根据商用车的使用场景和需求来选择。例如，对于追求高效率、低温升和更小体积的应

用,扁线电机可能是更好的选择。

3.1.2 冷却方式的选择

(1) 油冷与水冷的对比:油冷:具有更高的冷却效率,有助于提升电机的功率密度。对于追求高性能的商用车来说,油冷方式可能更为合适。水冷:虽然冷却效率相对较低,但技术成熟且成本较低。对于一般性能的商用车或预算有限的情况,水冷方式仍是一个可行的选择。

(2) 选择依据:根据商用车的性能要求和预算来选择合适的冷却方式。

3.1.3 功率和转速的选择

(1) 功率选择

电机的功率应与商用车的负载需求相匹配。过高的功率可能导致能耗增加,而过低的功率则可能无法满足行驶需求^[2]。因此,在选择电机时,应综合考虑车辆的重量、行驶速度、爬坡能力等因素来确定合适的功率。

(2) 转速选择

电机的转速范围应与商用车的行驶速度范围相匹配。对于需要高速行驶的商用车,应选择具有较高转速范围的电机。同时,电机的转速还影响到整车的噪音和振动性能,因此在选择时还需考虑这些因素。

3.2 变速箱与整车的安装与集成

3.2.1 安装位置与布局

变速箱的安装位置对整车的性能有显著影响。在设计阶段,需充分考虑整车的重心位置、轴荷分配以及车辆的稳定性。合理的安装位置可以降低车辆的重心,提高行驶稳定性。布局方面,应尽量减少传动路径,以降低传动损失和提高能效。例如,将变速箱紧凑地安装在发动机或电机附近,可以缩短传动轴的长度,从而减少能量在传动过程中的损耗。

3.2.2 与整车的接口设计

为了确保变速箱与整车其他系统的兼容性和协调性,接口设计至关重要。接口应设计得稳定且精确,以确保变速箱与传动轴、车轮等部件的准确连接。在减少振动和噪音方面,可以采用柔性连接件、减震器等措施,以降低变速箱运转时对整车产生的振动和噪音影响。

3.3 TCU换挡策略的优化

3.3.1 智能换挡逻辑

TCU通过实时收集车速、加速度、电池状态等关键数据,动态调整换挡策略。例如,在加速过程中,TCU会根据当前车速和加速度判断是否需要升挡或降挡,以实现最佳的动力输出和燃油经济性。为了实现平稳、快速的换挡过程,TCU会精确控制离合器的结合与分离时机,以及发动机的转速和扭矩输出^[3]。这有助于减少动力

中断和顿挫感,提高驾驶的舒适性。

3.3.2 与电机MCU的协同

TCU与电机MCU之间的紧密配合是实现平稳换挡的关键。在换挡过程中,电机MCU会根据TCU的指令调整电机的转速和扭矩输出,以确保换挡的顺利进行。通过高效的通信协议(如CAN总线),TCU和电机MCU可以实现数据的实时同步和指令的快速传达。这大大提高了整体系统的响应速度和换挡的平顺性。

3.4 与整车VCU的集成与通信

3.4.1 VCU的角色

作为整车的“大脑”,VCU负责整车的能量管理和动力分配。它收集并处理来自各个传感器的数据,如车速、电池电量、发动机/电机状态等,并根据这些数据做出决策,控制各个子系统的工作状态。VCU还具备故障诊断和处理功能,当检测到异常情况时,能够及时调整控制策略或发出警报,确保车辆的安全运行。

TCU与VCU的通信TCU与VCU之间通过CAN总线或其他高速通信协议进行数据传输。这使得VCU能够实时获取变速箱的工作状态和数据,为换挡策略的调整提供准确依据。根据整车的实际需求和状态,VCU会动态调整TCU的换挡策略。例如,在高速行驶时,VCU可能会指示TCU保持在较高的挡位以实现更好的燃油经济性;而在爬坡或加速时,VCU则会指示TCU降挡以提高动力输出。这种动态的换挡策略调整有助于实现最佳的能效比和驾驶性能。

4 电驱动系统技术展望

4.1 电机技术的革新

随着科技的不断进步,电机技术正迎来前所未有的革新。新型电机材料和先进的结构设计成为推动这一革新的两大驱动力,它们共同预示着电机效率和功率密度的显著提升。在电机材料方面,新型高温超导材料的研发和应用为电机技术的突破带来了新的希望。这类材料在低温环境下具有零电阻特性,能够极大地减少电能在传输过程中的损失,从而提升电机的整体效率。虽然目前高温超导材料还需要在较低的温度下工作,但随着科研的深入,未来有望开发出更高温度下的超导材料,进一步推动电机效率的提升。除了材料革新,电机结构设计方面也在不断探索和创新。分布式电机设计理念的提出和实施,为电机技术的发展注入了新的活力。这种设计理念将多个小型电机分散布置,每个电机负责驱动车辆的一部分,这样不仅可以更精确地控制车辆的行驶状态,还能有效提高电机的功率密度。分布式电机的应用,将使商用车在动力性、操控性和节能性方面达到新

的高度^[4]。电机技术的革新不仅限于此，未来还有望通过先进的控制算法和智能化技术，进一步提升电机的自适应能力和运行效率。例如，通过实时监测车辆的运行状态和路况信息，电机可以动态调整其输出功率和扭矩，以适应不同的行驶需求，从而在保证动力性能的同时，最大化能源利用效率。

4.2 变速箱技术的展望

4.2.1 混合动力专用变速箱（DHT）的推广

DHT变速箱以其生产成本低、结构简单、体积小且无功率损耗等优点，在新能源汽车领域具有广阔的应用前景。DHT技术通过混合动力驱动，实现了电机与发动机的优化匹配，有效提高了能源利用效率和行驶里程。随着DHT技术的不断创新和完善，未来有望在新能源商用车中得到更广泛的应用。

4.2.2 智能化和电气化变速箱技术

智能化和电气化是变速箱技术发展的另一大趋势。通过将先进的传感技术、控制算法和电气化元件融入变速箱设计中，可以实现更精准的换挡控制和更高的传动效率。此外，智能化变速箱还能与整车的其他系统进行实时通信和协同工作，从而提升整车的性能和安全性。

4.2.3 轻量化与紧凑化设计

为了满足新能源商用车对续航里程和能效的更高要求，变速箱的轻量化和紧凑化设计也成为技术发展的重要方向。通过采用新型材料和先进的制造工艺，可以在保证变速箱强度和可靠性的前提下，降低其重量和体积，从而提高整车的能效和运行效率。

4.3 智能化电控技术的发展

智能化电控技术是新能源商用车发展的重要趋势，它融合了人工智能、大数据等前沿科技，为电驱动系统带来了前所未有的智能化和自适应性。随着这些技术的不断深入应用，电控系统正逐步演变成为一个能够实时分析、自主决策的智能系统。在未来的电控系统中，人工智能将发挥核心作用。通过深度学习和神经网络等技术，电控系统能够实时处理和分析大量的车辆运行数

据，如电机转速、电池电量、车辆速度等。这些数据不仅反映了车辆当前的运行状态，还能预测未来的性能表现。基于这些数据，电控系统可以自动调整电驱动系统的工作状态，以达到最佳的性能和效率。大数据技术的应用则进一步提升了电控系统的智能化水平。通过收集和分析海量的车辆运行数据，电控系统可以建立起精准的数据模型，为决策提供科学依据。例如，在行驶过程中，电控系统可以根据历史数据和实时路况信息，预测未来的能耗和行驶时间，从而自动调整电机的输出功率和电池的放电策略，以实现最佳的续航里程和行驶效率。此外，智能化电控技术还将使商用车具备更强的自适应能力。在面对复杂多变的行驶环境和路况时，电控系统能够根据实际情况迅速做出调整，确保车辆始终保持在最佳的工作状态。这种自适应能力不仅提升了车辆的行驶性能和安全性，还大大降低了驾驶员的操作难度和疲劳度。

结语

新能源商用车电驱动系统的匹配研究是一个涉及多个学科领域的综合性课题。本文通过对匹配原则、方法以及技术发展趋势的深入探讨和分析，为商用车电动化提供了更为全面和深入的理论支撑和技术指导。展望未来，随着相关技术的不断创新和突破，新能源商用车电驱动系统将更加高效、智能和可靠，为推动全球能源转型和绿色交通发展作出重要贡献。

参考文献

- [1]王特特,赵铁栓.新能源商用车电驱动系统综述[J].南方农机,2021(18):115-119.
- [2]李文渊,杨文静.新能源商用车电驱动系统应用研究[J].汽车测试报告,2022(11):94-96.
- [3]杨志刚,辛晓鹰,栗林涛,等.重型商用车动力总成设计及匹配方法,CN113449405A[P].2021.
- [4]范成君.新能源汽车动力电池应用现状及发展[J].时代汽车,2022(21):3.