DOI：10.3901/JME.2013.14.091

插电式混合动力汽车换挡规律及转矩分配策略*

杨伟斌[1,2] 陈全世[1] 田光宇[1] 吴光强[3] 秦大同[4]
(1. 清华大学汽车安全与节能国家重点实验室 北京 100084；
2. 北汽福田汽车研究院新能源技术中心 北京 102206；
3. 同济大学汽车学院 上海 201804；
4. 重庆大学机械传动国家重点实验室 重庆 400044)

摘要：提出插电式混合动力汽车自动变速器的换挡规律设计方法，以及发动机和电动机之间的转矩分配策略。该策略通过对变速器挡位、发动机输出转矩和电动机输出转矩的调节，可使发动机沿着最佳燃油经济性曲线运行、电动机工作于高效率区，并且确保蓄电池组的充放电电流限制在额定容量的两倍以内；实现自动变速器、发动机、电动机和电池的集成最优控制。利用仿真分析方法，对控制策略的性能进行仿真测试，测试结果表明该方法可使每个部件均工作于理想状态，提高车辆在城市工况行驶时的燃油经济性。

关键词：插电式混合动力汽车 换挡规律 转矩分配 控制策略
中图分类号：TG156

Shifting Schedule and Torque Distribution Strategy for the Plug-in Hybrid Electric Vehicle

YANG Weibin[1,2] CHEN Quanshi[1] TIAN Guangyu[1] WU Guangqiang[3] QIN Datong[4]
(1. State Key Laboratory of Automotive Safety and Energy, Tsinghua University, Beijing 100084;
2. Alternative Energy Vehicle Technique Center, BEIQI FOTON MOTOR CO., Ltd., Beijing 102206;
3. College of Automotive, Tongji University, Shanghai 201804;
4. State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400044)

Abstract: A shift schedule for automatic transmission of the plug-in hybrid electric vehicle(PHEV), and a torque distribution strategy between engine and motor are devised. By adjusting the gear of the automatic transmission and the output torque of the engine and motor, the control strategy allows the engine run along the best fuel economy curve, electric motors work in the high efficiency area, and ensure the charge or discharge current of the battery are less than twice the rated capacity. Therefore, the integrated optimal control for automatic transmission, engine, motor and battery is realized. The performance of the control strategy is tested by the PHEV simulation model, the simulation results show that this method guarantees each component can work in the optimal state and can improve the fuel economy when PHEV drove in the city cycle.

Key words: Plug-in hybrid electric vehicle Shifting schedule Torque distribution Control strategy

0 前言

插电式混合动力汽车(Plug-in hybrid electric vehicle, PHEV)被认为是解决当前能源和环境问题、实现“低碳社会”目标最有效的途径之一[1]。按照IEEE 能源政策委员会对 PHEV 的定义，PHEV 电池组的容量大于 4 kW·h，纯电动行驶里程在 16 km 以上，带有外接电源充电装置[2]。当前各公司都是根据已有的传统混合动力汽车结构，加大蓄电池的容量，来开发 PHEV。例如 Energy CS 将丰田 Prius 的电池容量提高至 9.8 kW·h[3]，戴姆勒公司在原有装备自动变速器的并联式机构的基础上、将电池容

* 国家自然科学基金(11072183)、中国博士后科学基金(20080440380)和国家高技术研究发展计划(863 计划，2011AA11A206)资助项目。20120928 收到初稿，20130310 收到修改稿