**公示内容**

**项目名称：**新能源纯电动汽车智能电控系统研发及应用

**提名单位：**西南交通大学

**提名意见：**

发展新能源纯电动汽车是实现汽车工业可持续发展的必由之路，电控系统一直以来都是汽车的核心技术，而且新能源纯电动汽车对电控系统的要求更高。长期以来，电控系统作为高附加值的核心技术一直被西方所垄断，国内电控系统发展十分缓慢，急需高性能、高稳定性的电控系统来适应新能源汽车产业的高速发展。所以，对电控系统核心技术的研究具有非常重要的战略意义与应用前景。

项目组针对新能源纯电动汽车的主要技术难题开展了深入、系统的研究与技术创新，提出了整车电控系统多状态识别-多信息融合-多约束寻优的全局优化控制技术、发明了基于“死区”的动力电池管理系统参数自适应荷电状态智能估计算法以及电池安全管理策略、提出了一种新的高实时、可扩展、满足功能安全的电控系统软硬件并行架构、构建了整车动力系统多层次、人-车-路-环境多维度仿真模型，提出了基于数字孪生的智能虚拟标定方法。

主研发的VCU和BMS产品已为一汽、奇瑞、现代等国内近20家车企提供近30余项技术开发服务，累计配套供货近80000套，技术水平和性能指标得到行业和市场验证，取得了显著的经济效益和社会效益。

提名该项目为四川省科技进步奖。

**项目简介：**

《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》作为发展新能源汽车的纲领性政策，规划中指出要突破关键零部件技术，构建关键零部件技术供给系统。发展智能化电控技术及零部件已成为汽车产业转型发展重要方向。本项目聚焦解决纯电动汽车智能化电控系统核心技术，其中包括整车控制器（Vehicle Control Unit，VCU）和车载电池管理系统（Battery Management System，BMS），从零部件、子系统到动力总成等多维层面上综合考虑突破技术壁垒，实现了纯电动汽车智能化电控系统核心控制器软硬件架构设计、提出了对电控系统目标参量最优控制技术，为整车全功能、强性能、高质量提供技术支撑。

主要创新点如下：

1、发明了基于“死区”的动力电池管理系统参数自适应荷电状态智能估计算法以及电池安全管理策略，研发了车载电池管理系统BMS。

提出了基于死区的参数自适应荷电状态估计算法，解决了电池状态与参数联合估计算法易出现的发散和失稳的问题，提高算法的稳定性和估算精度；提出了一种考虑温度的电池荷电状态估计方法，建立温度对电池容量和温度对电池开路电压的拟合公式，实现了在不同温度下电池荷电状态的高精度估计。

2、提出了整车电控系统多状态识别-多信息融合-多约束寻优的全局优化控制技术以及一种新的高实时、可扩展、满足功能安全的电控系统软硬件并行架构，研发了整车控制器VCU。

创建了全工况工作模式的状态机识别模型，解决了车辆运行状态不精准难题；采集多渠道信息进行融合分析，精准定位车辆运行态势并对有效信息筛选处理，提高控制决策准确可靠性；提出状态模型观测器控制技术，并构建基于动态响应、功率及安全等方面多约束目标函数对复杂系统进行优化求解，实现整车最优控制。

创建了基于AUTOSAR标准和满足全功能开发需求的软硬件架构，提出全新软硬件架构并行协调机理方法，解决软硬件资源冲突、实时性不高的难题；并将软硬件信息交互接口模块化，实现整体架构可扩展功能，以便软硬件版本迭代升级。

3、构建了整车动力系统多层次、人-车-路-环境多维度仿真模型，提出了基于数字孪生的智能虚拟标定方法。

设计了基于人-车-路-环境多维度的物理和经验模型，构建了针对从传感、执行、子系统控制器到整个动力系统多层次的仿真测试及标定平台。该平台与台架标定平台协同工作，通过人工智能算法学习标定经验对参数进行智能化标定，实现对控制系统精确建模及关键参量的高质量标定。

成果发表SCI/EI论文23/54篇，授权发明专利13项，软件著作权11项，参与制定国家标准3项，科技成果评价会专家组一致认为“该成果整体技术达到了国际先进水平，其中部分技术达到国际领先水平”。

本项目研发的VCU和BMS产品已为一汽、奇瑞、现代等国内近20家车企提供近30余项技术开发服务，累计配套供货近80000套，技术水平和性能指标得到行业和市场验证。自首次运用以来（2016年5月）累计产生销售额（整车）48.9亿元，利税12.7亿元，近三年产生销售额（整车）13.4亿元，利税4.1亿元（其中项目研发成果占整车单价2%），经济效益显著。

**主要知识产权：**

1.胡广地；周鹏凯；郭峰；赛景辉；胡坚耀. 不同环境温度下锂离子电池荷电状态及健康状态估计方法.专利号：ZL 2019 1 0682614.5，授权日：2021年05月04日.（发明专利）

2.胡广地；向顺；郭峰；叶梦琪；胡坚耀. 一种磷酸铁锂动力电池SOC估计方法. 专利号：ZL 2018 1 1292989.2. 授权日：2019年09月27日. （发明专利）

3.胡广地；周鹏凯；郭峰；赛景辉；胡坚耀. 一种锂离子电池的局部敏感度分析方法. 专利号：ZL 2019 1 0688791.4. 授权日：2019年07月29日. （发明专利）

4.朱仲文；周炼；王旭；何超；李丞；董勇涛；魏庆；刘志宏. 一种新能源汽车整车控制器硬件在环测试系统. 专利号：ZL 2018 1 1334078.1，授权日：2020年11月13日.（发明专利）

5.胡广地；郭峰. 电动汽车锂电池的能量供给系统. 专利号： ZL 2016 2 0128133.1，授权日：2016年07月13日.（实用新型专利）

6. 田瑞华；王旭；窦茹振；李顶根.一种锂离子电池热失控危险性控制方法专利号：ZL 2017 1 0056267.6，授权日：2019年11月22日.（发明专利）

7.朱仲文；李丞；王旭；程章；魏庆；黄登高；周炼；刘二喜.一种分布式汽车多工况识别差速转向方法及系统. 专利号：ZL 2019 1 0308885.4，授权日：2019年04月17日.（发明专利）

8.Smart ECU Flashing Tool上位机软件V1.0.登记号：2018SR499573 日期：2018年06月29日.著作权人：中汽研（天津）汽车工程研究院有限公司（计算机软件著作权）

9.整车控制策略软件V1.0.登记号：2020SR1265320 日期：2020年07月31日.著作权人：中兴智能汽车有限公司（计算机软件著作权）

10.电动汽车远程服务与管理系统技术规范.标准编号：GB/T 32690.1-2016颁布日期：2016年08月29日.起草单位：中国汽车技术研究中心（国家标准）

**论文专著目录：**

1. A multi-scale parameter adaptive method for state of charge and parameter estimation of lithium-ion batteries using dual Kalman filters/ENERGY/Feng Guo, Guangdi Hu, Shun Xiang, Pengkai Zhou, Ru Hong, Neng Xiong
2. A parameter adaptive method with dead zone for state of charge and parameter estimation of lithium-ion batteries/Journal of Power Sources/Feng Guoa, Guangdi Hua,∗, Ru Hongb
3. State of charge estimation in electric vehicles at various ambient temperatures/INTERNATIONAL JOURNAL OF ENERGY RESEARCH/Guo, Feng; Hu, Guangdi; Zhou, Pengkai ; Hu, Jianyao ; Sai, Yinghui
4. The equivalent circuit battery model parameter sensitivity analysis for lithium-ion batteries by Monte Carlo simulation/INTERNATIONAL JOURNAL OF ENERGY RESEARCH/Guo, Feng;Hu, Guangdi;Zhou, Pengkai;Huang, Tiexiong;Chen, Xu;Ye, Mengqi;He, Jiajin
5. 分布式汽车驱动力能量效率优化分配控制/计算机工程与应用//洪濡，胡广地，李雨生，姚克迪

**主要完成人：**

胡广地，李丞，王旭，孟树兴，郭峰，

胡坚耀，高明秋，黄铁雄，季传龙，周鹏凯

**主要完成单位：**

西南交通大学

中国汽车技术研究中心有限公司

中兴智能汽车有限公司

工业和信息化部电子第五研究所

中汽研汽车检验中心（广州）有限公司

中汽研（天津）汽车工程研究院有限公司

四川嘉垭汽车科技有限公司