

汽车安全与节能国家重点实验室 苏州研究中心

Suzhou Research Center of State Key Laboratory of Automotive Safety and Energy

苏州研究中心是汽车安全与节能国家重点实验室与清华大学苏州汽车研究院联合建立的产学研基地。

苏州研究中心以市场需求为导向，聚焦国际前沿、国家目标以及行业重大需求，依托国家重点实验室的原始创新能力，借助清华大学苏州汽车研究院已有的应用技术开发、中试验证和产业孵化平台，构建从基础研究、应用开发到成果转化的产业科技创新链，形成我国汽车产业可持续发展的重要支撑平台。

Suzhou Research Center is established jointly by State Key Laboratory of Automotive Safety and Energy and Suzhou Automotive Research Institute, Tsinghua University.

Suzhou Research Center is aimed at building an industrial technological innovation chain, covering basic research, product application and technology transfer, and becoming an important supporting platform for sustainable development of automobile industry in China. By orienting to market demands, focusing on international frontier, national goals and industry requirements, and relying on original innovation capability of the State Key Laboratory, Suzhou Research Center can draw support from existing platforms for application technology development, pilot scale test verification and industrial incubation of Suzhou Automotive Research Institute, Tsinghua University.



北京市海淀区清华园
清华大学汽车安全与节能国家重点实验室
State Key Laboratory of Automotive Safety and Energy,
Tsinghua University, Beijing, China

邮编 100084
传真 010-62785708
电话 010-62785708/62785963

2019年4月 印



STATE KEY LABORATORY OF
AUTOMOTIVE SAFETY AND ENERGY

汽车安全与节能 国家重点实验室



汽车安全与节能国家重点实验室是国家计委利用世行贷款建设的 75 个国家重点实验室之一。实验室依托清华大学，涵盖车辆工程、动力机械及工程两个国家重点学科。

1989 年经国家计委批准立项，1995 年通过国家验收并正式运行和对外开放。自创建以来，实验室围绕汽车的“安全、节能、环保”三大主题以及我国国民经济发展中的重大需求，瞄准国际前沿、国家目标，定位于汽车工业共性关键基础技术、汽车工程交叉学科基础理论、汽车领域宏观发展基本问题，致力于绿色化、智能化的生态汽车的研究与发展，已经形成了自己的优势研究领域和特色。

实验室始终坚持“开放、流动、联合、竞争”的运行方针，支持国内外优秀科研人员和学者开展前瞻性研究，同时积极开展与世界著名大学、科研院所、汽车公司的广泛深入的学术交流与合作，形成了具有总体国内领先和部分国际先进水平的科研基地，在跨地区、跨学科集成创新研究中发挥了国家公共科研基础平台作用。

实验室于 1997 年、2003 年、2008 年、2013 年和 2018 年先后顺利通过了由教育部或科技部组织的国家重点实验室评估。

The State Key Laboratory of Automotive Safety and Energy (ASE), attaching to Tsinghua University, is one of the 75 state key laboratories founded by Chinese government with a loan from the World-Bank.

ASE was approved in 1989, and formally opened up in 1995 after passing the governmental certification. Focusing on the theme of “Safety, Energy Efficiency, and Environmental Protection” and aiming at the demands of the development of our national economy, the research of ASE has targeted the global frontiers and the national development goals. ASE has pitched itself into the common key basic technology, the basic interdisciplinary theory, and the macroscopic development of the automotive field. ASE has devoted itself to the research and development related to green and intelligent ecotype automobiles. The competitive research areas with distinct characteristics have been formed.

Following the policy of being “Open, Mobile, Cooperative, and Competitive”, ASE has already supported a large group of domestic and overseas excellent researchers and scholars to conduct prospective fundamental researches. Meanwhile, ASE is actively developing and maintaining extensive and deep academic communication and cooperation with globally famous universities, research institutes, and automobile manufacturers. ASE has formed a scientific research base reaching domestically advanced level and partially reaching internationally advanced level, playing the role of foundational platform for national public researches in the interregional and interdisciplinary innovative activities.

ASE has successively passed the state key laboratory evaluations organized by the Ministry of Education and the Ministry of Science and Technology in 1997,2003,2008,2013 and 2018, respectively.



学术委员会

Academic Committee



主任 | Chairman

王玉明 * | 教授

Wang Yuming Professor

清华大学

Tsinghua University

* 中国工程院院士

Member of Chinese Academy of Engineering

** 中国科学院院士

Member of Chinese Academy of Sciences

副主任 | Vice-Chairman

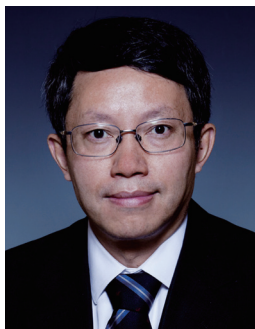
钟志华 *	教授 Professor	中国工程院 Chinese Academy of Engineering
林忠钦 *	教授 Professor	上海交通大学 Shanghai Jiaotong University
孙逢春 *	教授 Professor	北京理工大学 Beijing Institute of Technology

委员 | Committeeman

翟婉明 **	教授 Professor	西南交通大学 Southwest Jiaotong University
李骏 *	教授 Professor	清华大学 Tsinghua University
欧阳明高 **	教授 Professor	清华大学 Tsinghua University
毛明	教授级高工 Professor Senior Engineer	中国北方车辆研究所 China North Vehicle Research Institute
董扬	高工 Senior Engineer	中国汽车工业协会 China Association of Automobile Manufacturers
刘涛	教授 Professor	国家自然科学基金委员会 National Natural Science Foundation of China
张进华	高工 Senior Engineer	中国汽车工程学会 SAE-China
李开国	研究员 Research Professor	中国汽车工程研究院 China Automotive Engineering Research Institute
吴志新	教授 Professor	中国汽车技术中心副主任 Deputy Director of China Automotive Technology Center
王笑京	研究员 Research Professor	交通运输部公路科学研究院 Research Institute of Highway, China Ministry of Transport
余卓平	教授 Professor	同济大学 Tongji University
管欣	教授 Professor	吉林大学 Jilin University
李克强	教授 Professor	清华大学 Tsinghua University
赵福全	教授 Professor	清华大学 Tsinghua University
李建秋	教授 Professor	清华大学 Tsinghua University

实验室负责人

Leader of Laboratory



实验室主任 | Director

李国强 | 教授

Li Keqiang Professor

清华大学

Tsinghua University

实验室副主任 | Vice Director

张扬军 Zhang Yangjun	教授 Professor	清华大学 Tsinghua University
王建强 Wang Jianqiang	教授 Professor	清华大学 Tsinghua University
成波 Cheng Bo	研究员 Research Professor	清华大学 Tsinghua University
李亮 Li Liang	教授 Professor	清华大学 Tsinghua University
李哲 Li Zhe	副教授 Associate Professor	清华大学 Tsinghua University

实验室研究人员

Research Staff

2018 年实验室共有固定人员 86 人，其中中国科学院院士 1 人，中国工程院院士 1 人，国家杰出青年科学基金获得者 2 人，长江学者特聘教授 4 人，长江学者特聘讲座教授 1 人，国家千人计划 2 人，万人计划 6 人，国家优秀青年科学基金获得者 3 人，国家青年千人计划 2 人，青年长江学者 1 人。

We have 86 research staff up to 2018, including 1 Member of Chinese Academy of Sciences, 1 Member of Chinese Academy of Engineering, 2 awardees of National Science Fund for Distinguished Young Scholars, 4 Chang Jiang Scholars, 1 Chang Jiang Scholar Visiting Professor, 2 awardees of National Thousand Talents Program, 6 awardees of Ten Thousand People Plan, 3 awardees of National Science Fund for Outstanding Young Scholars, 2 awardees of National Youth Thousand Talents Program, 1 Youth Chang Jiang Scholar.

主要研究方向

Main Research Areas

汽车主动安全性

Automotive Active Safety

汽车动力学与控制

Vehicle Dynamics and Control

汽车振动与噪声控制

NVH Control

驾驶行为识别与安全辅助系统

Driver Behavior Recognition and Driver Assistance Systems

交通安全与事故再现

Traffic Safety and Accident Reconstruction

汽车被动安全性

Automotive Passive Safety

汽车碰撞力学

Vehicle Crash Mechanics

汽车安全性设计

Automotive Safety Design

乘员保护及人体损伤机理

Occupant Protection and Human Body Injuries

汽车新型材料与轻量化

Advanced Materials and Lightweight of Vehicle

先进发动机与排放控制

Advanced Engines and Emission Control

发动机燃料与燃烧

Engine Fuels and Combustion

发动机排放控制

Engine Emission Control

发动机热流体学

Engine Thermofluids

动力总成与性能优化

Powertrain Optimization and Control

电动汽车与新型动力

Electric Vehicles and New Powertrains

车用动力电池系统

Vehicular Battery Systems

纯电驱动系统

Pure Battery Powertrains

混合动力系统

Hybrid Powertrains

燃料电池动力系统

Fuel Cell Powertrains

汽车电子控制

Automotive Electronics

发动机电子控制

Electronics Control Systems of Engines

底盘电子控制

Electronics Control Systems of Vehicle Chassis

智能汽车

Intelligent Vehicles

智能交通

Intelligent Transportation Systems

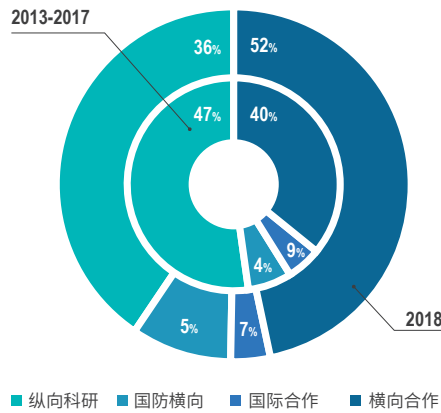
研究成果

Research Fruits

2013-2017 年共承担科研项目 715 项，科研总经费 7.5 亿元；2018 年共承担科研项目 160 余项，科研经费 2.4 亿元。

We have undertaken 715 projects from 2013 to 2017, and more than 160 projects in 2018. The received funding is up to 750 million RMB from 2013 to 2017, and 240 million RMB in 2018.

科研经费构成



论文 Papers (2013-2018)

2013-2017

SCI 收录 843
EI 收录 1471

2018

SCI 收录 212
EI 收录 374

2013-2017

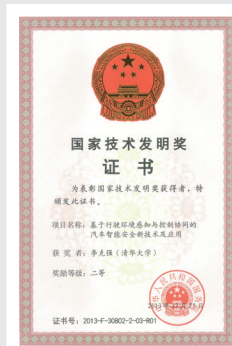
Indexed by SCI 843
Indexed by EI 1472

2018

Indexed by SCI 212
Indexed by EI 374

论文引用获奖	获奖人	获奖年度
全球高被引科学家	欧阳明高	2017 (清华 Engineering 领域唯一)
中国高被引学者	欧阳明高	2015、2016、2017
	帅石金	2014、2015、2016、2017
清华大学纪念梅贻琦学术论文奖	欧阳明高	2016
	卢兰光	2017 (清华工科排名第一)

成果名称 Title	授奖类别 Category	获奖年度 Year
基于共用架构的汽车智能驾驶辅助系统关键技术及产业化	国家科技进步奖二等奖	2018
XXXX 高强度柴油机设计技术与工程应用	国家科学技术进步二等奖	2016
车辆联网感知与智能驾驶服务关键技术及应用	国家科学技术进步二等奖	2015
基于路感跟踪的高性能电动助力转向系统关键技术及应用	国家科学技术进步二等奖	2014
基于行驶环境感知与控制协同的汽车智能安全新技术及应用	国家技术发明二等奖	2013
内燃机全工况高增压关键技术及工程应用	国家科学技术进步二等奖	2013
道路交通事故现场快速处置与事故重建系统	国家科学技术进步二等奖	2011
城市客车多能源一体化混合动力系统及其系列化车型应用	国家技术发明二等奖	2010
运动汽车噪声综合识别及控制技术	国家技术发明二等奖	2010
混合动力城市客车节能减排关键技术	国家科学技术进步二等奖	2009
车用柴油发动机新型电控系统及其应用	国家技术发明二等奖	2007
汽车碰撞试验与测试分析处理系统的研究	国家科学技术进步二等奖	1997



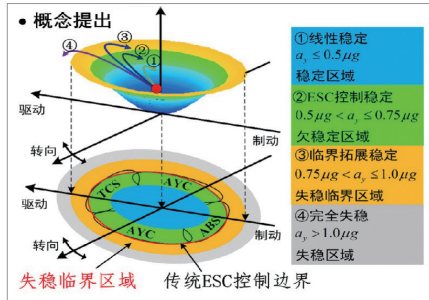
主要项目与进展

Main Research Projects and Progresses

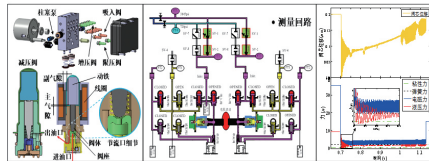
汽车主动安全性

Automotive Active Safety

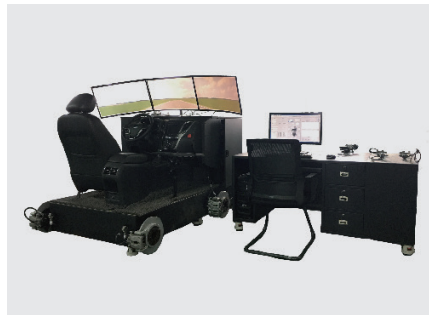
汽车动力学稳定性控制——在国家自然科学基金项目持续支持下，针对高速车辆瞬态转向过程中纵向、横向、垂向动力学的相互耦合，建立了统一的汽车在三个维度上非线性瞬态动力学特性的模型及其实时解算方法；建立了基于汽车三维稳定性裕度矩阵多步预测的分层调控机制；有效弥补了汽车侧滑、纵滑与侧翻控制交界处盲区。攻克了 ABS/TCS/ESC 系统、电动主缸线控制动系统、线控底盘以及整车动力学仿真系统等核心关键部件和系统技术。并将汽车动力学控制技术拓展应用到 AMT 并联混合动力系统复杂机电耦合驱动与复合制动过程动态切换控制中，研制出 8 种工作模式高效电控自动机械变速式商用车并联混合动力系统。其中，高效并联混合动力构型及应用成果获北京市技术发明一等奖（2016 年）、客车电动化系统与整车底盘一体化技术获得山东省科技进步一等奖（2016 年）、汽车电子稳定性控制系统及先进主动安全控制技术成果获重庆市科技进步一等奖（2017 年）。



▲ 动力学机理与建模：汽车失稳机理及模型



▲ ESC 系统设计与精密液压调控回路分析



▲ 底盘软硬件在环仿真试验台

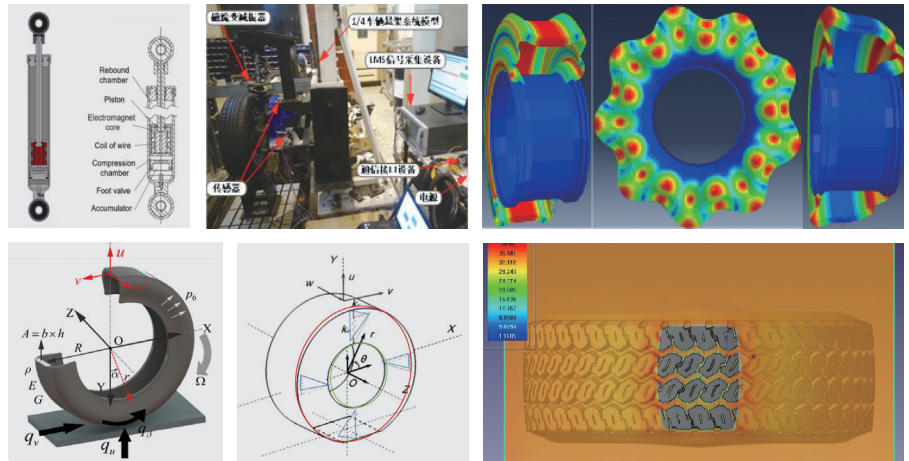


▲ 研制的汽车主动安全电子控制系统系列产品

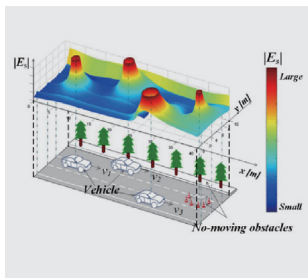


▲ 汽车 ESC 全工况液压试验台

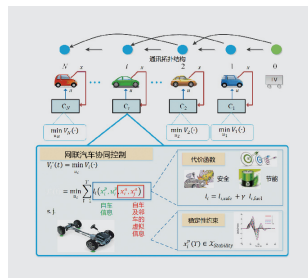
轮胎动力学与智能悬架技术——智能悬架与智能轮胎技术通过实时控制悬架的阻尼系数，实现悬架运动和力的自适应控制，达到车辆舒适性和安全性的统一；而智能轮胎通过将被动轮胎变成感知与控制元件，实时监控轮胎的运动与受力状态，真正实现轮胎的实时力反馈和运动反馈，提高车辆的控制精确性和底盘的智能化感知能力。



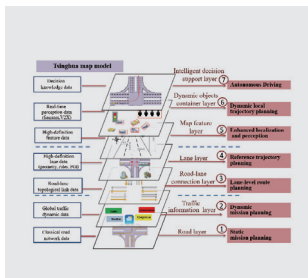
▲ 轮胎动力学模型



▲ 智能驾驶场景的安全态势评估



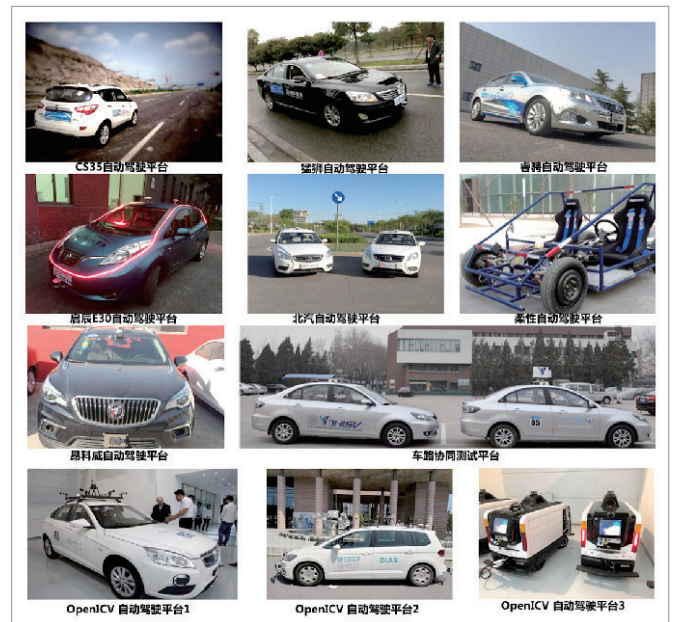
▲ 网联车辆队列协同控制



▲ 动态高精度自动驾驶地图模型



▲ 高动态六自由度驾驶模拟器

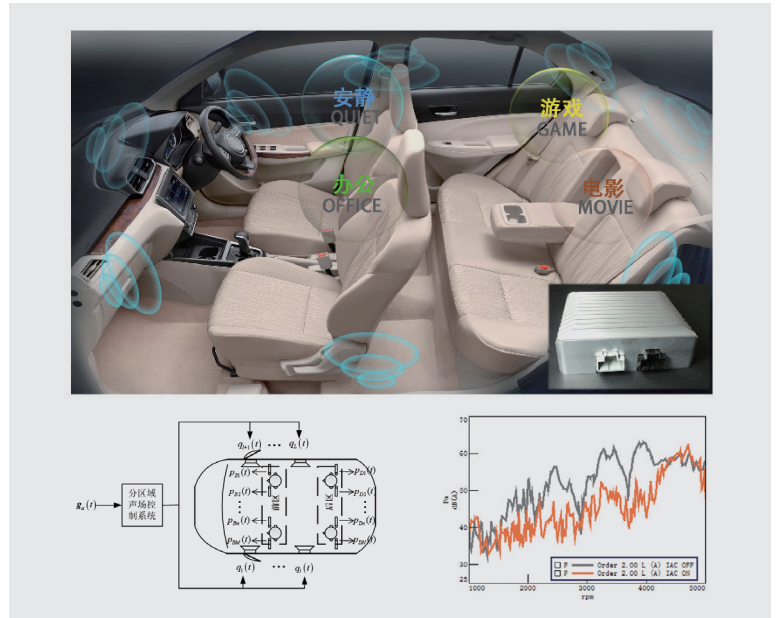


▲ 智能汽车测试平台

智能汽车——面向智能网联汽车安全、节能、环保所需的关键科学问题，开展了多源传感器融合、高精度地图与定位、行驶安全风险评估、群体学习与智能决策、纵向向运动控制以及无人驾驶汽车测评等系列化关键技术攻关，形成了“人-车-路”一体化且“融合感知、拟人决策、协同控制”的智能汽车技术特色。在国家智能网联汽车战略规划中发挥了重大作用，主笔完成《中国智能网联汽车技术路线图》，推动一

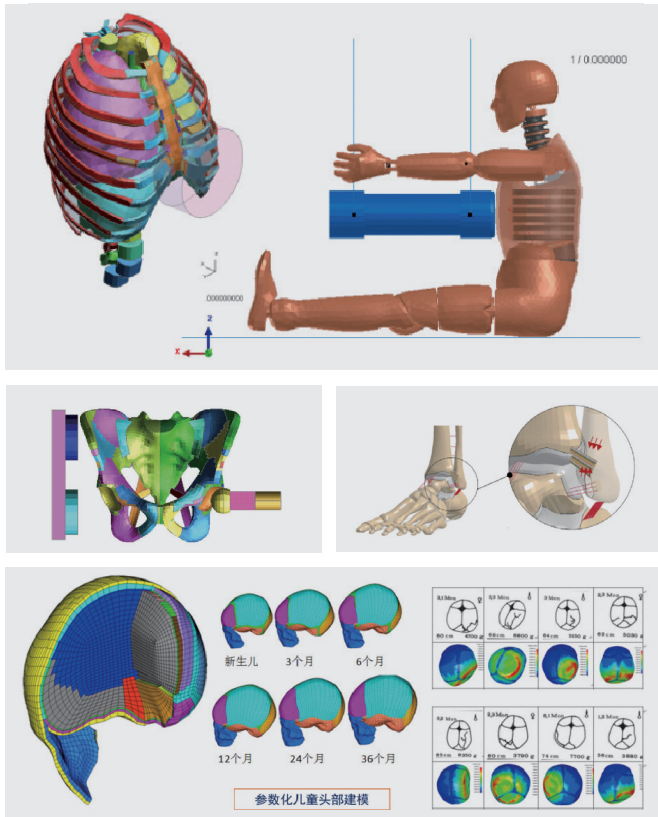
系列智能汽车领域的国家及行业标准制定。主导建立我国第一个汽车领域高校成果产业孵化基地（清华大学苏州汽车研究院）。研究成果形成了具有完全自主知识产权的汽车智能安全及节能驾驶辅助技术，在商用车、军用车、乘用车上实现了大规模产业化应用。研究成果获得国家技术发明二等奖（2013年）和科技进步二等奖（2018年）各1项。

低噪声汽车设计——建立了基于三维随机阵列的衍射声全息方法，实现了汽车噪声源定位识别及声场可视化再现；建立了运行工况下噪声传递路径识别方法，解决了声源贡献率快速定量识别难题；建立了系统化的低噪声汽车正向设计方法，实现了满足整车声学目标的关键总成噪声限制分配，及吸声、消声结构的正向设计，突破了低噪声汽车设计的薄弱环节。在此基础上，通过对空间三维声场与车外声源多重耦合分析，结合车载音响系统，将主动消声与发声相结合进行车内声场主动均衡控制，实现车内安静、舒适、运动等多模式声音氛围，以及不同乘员位置个性化声环境，已应用在汽车、高速列车上。



汽车被动安全性

Automotive Passive Safety

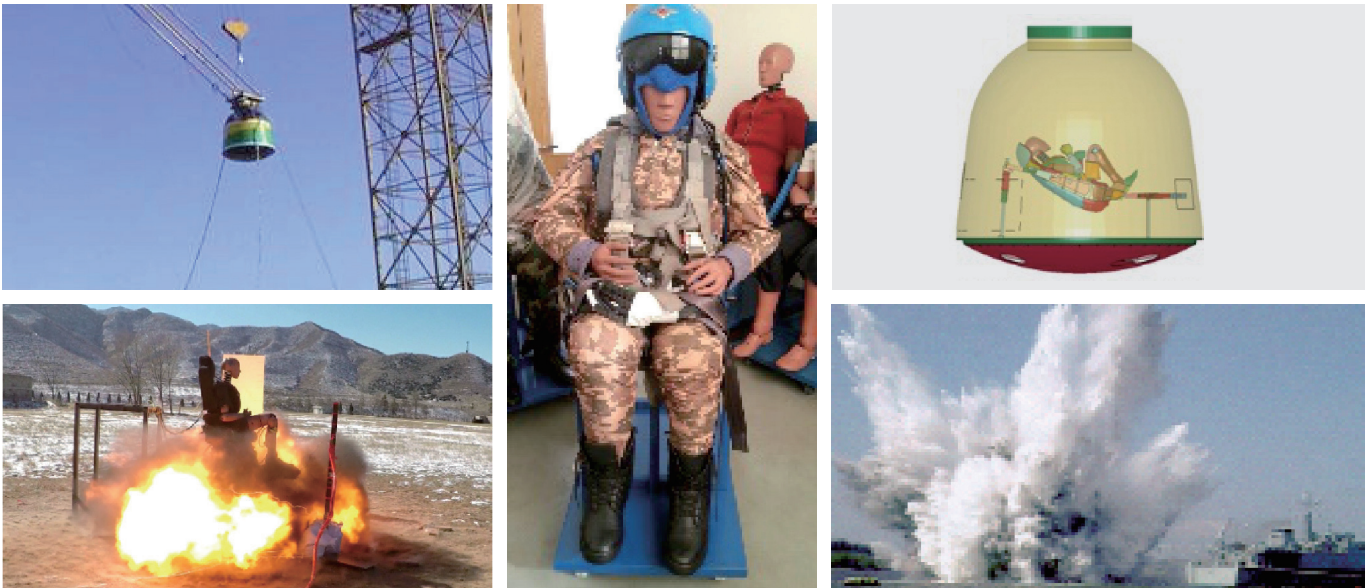


▲ 人体碰撞损伤机理研究

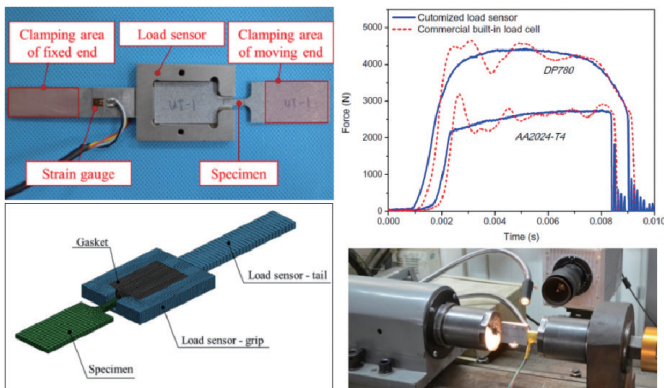
作为国内最早开展汽车碰撞技术与安全设计方法研究的团队，已经系统建立了完备的多工况乘员和行人碰撞损伤机理、评价和防护研究体系。相关成果已拓展应用到登月返回器着陆冲击防护、水下非接触爆炸舰艇乘员抗冲击装备设计和舰载机弹射起飞乘员安全性评估。

近五年在国家重点研发计划、中美清洁汽车联盟合作项目、国家自然科学基金和国际知名企业合作项目支持下，针对新能源汽车动力电池组等新系统和新材料结构碰撞安全问题，在材料与结构冲击力学表征、人体碰撞损伤评估与防护、事故重建与分析、动力电池碰撞失效机理及预测研究方面取得理论与技术创新。

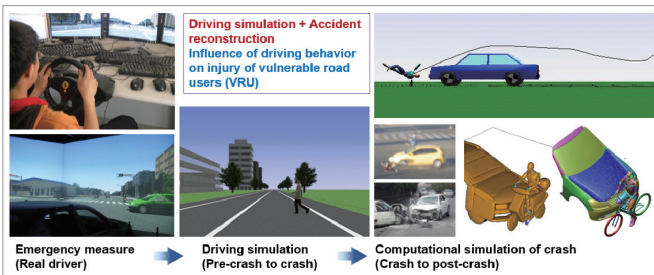
具体进展有：①开展汽车新型材料与轻量化研究，系统开发了车身材料力学测试与表征技术平台，提出了车身结构多学科并行设计优化方法，发展了面向国防需求的特种运载平台和装备系统动态设计。②依托智能交通、碰撞感知和状态识别技术，开展智能乘员约束系统研究，建立了乘员约束系统构型优化设计方法和综合评价体系，提升了多工况碰撞保护的兼容性和有效性。③开展事故再现理论与方法研究，形成了事故现场勘查与场景再现、事故车辆分析及交通安全评估的系统技术平台。④率先在国内开展新能源汽车的动力电池碰撞安全研究，基于从组分材料、电池单体到电池模组的多层级冲击断裂和碰撞失效的实验表征和机理分析，建立了完备的碰撞工况电池机电热响应测试分析技术平台，开发了有效的电池碰撞模型和防护设计。



▲ 乘员碰撞防护技术在航天和舰船领域的应用



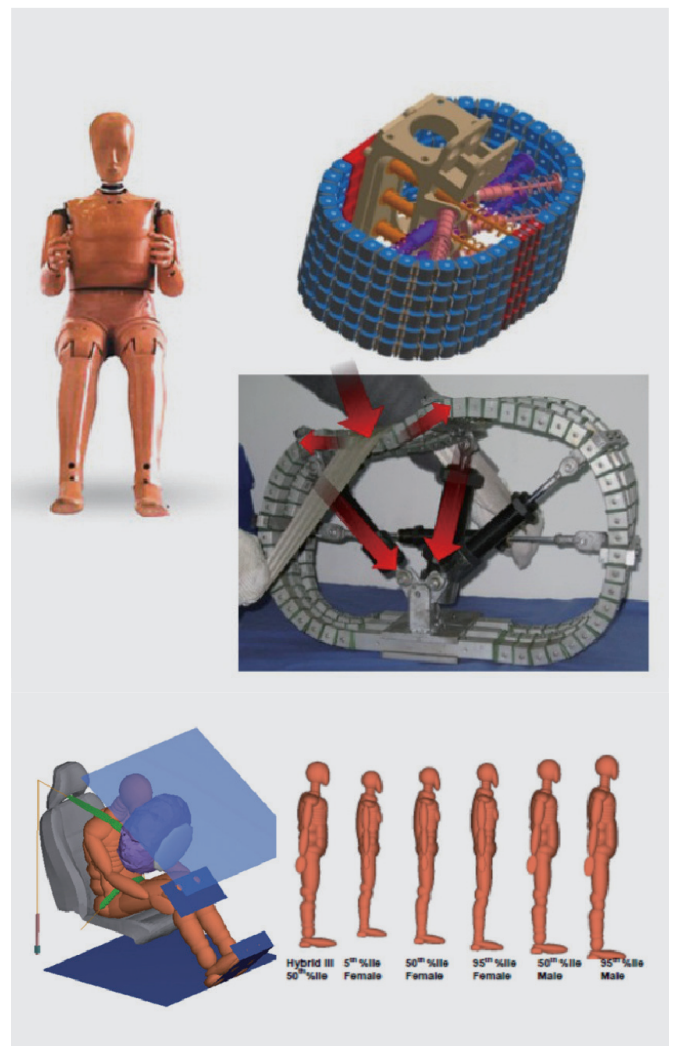
▲ 轻质材料动态测试技术开发和验证



▲ 结合驾驶模拟与事故重现技术的VRU碰撞伤害及驾驶行为影响分析



▲ 电池单体挤压损伤演化分析和电池系统碰撞失效分析



▲ 面向多种碰撞工况和体型差异的智能乘员约束系统设计开发平台

先进发动机与排放控制

Advanced Engines And Emission Control

在国家 973 基础研究计划支持下，提出了宽馏分燃料的新概念，炼油过程中汽油、煤油和柴油不分馏，减低炼油成本。在实际发动机上已获得同时降低油耗和 PM 排放的显著效果，展示了未来将传统的汽油机和柴油机统一的前景。

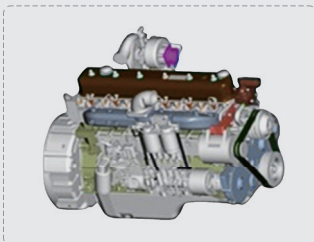
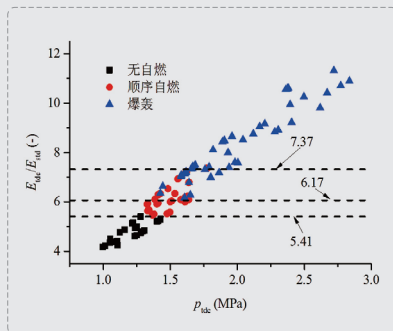
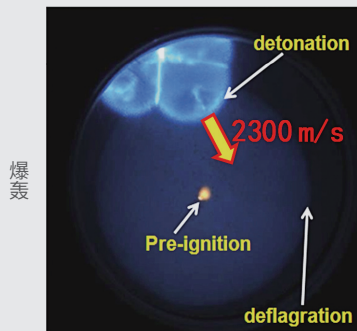
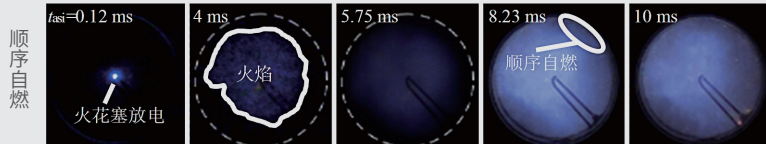
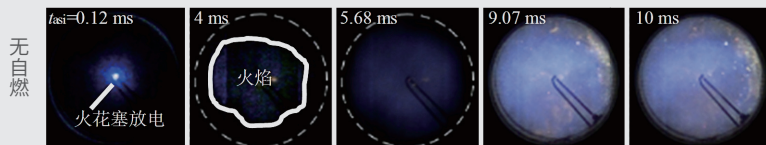
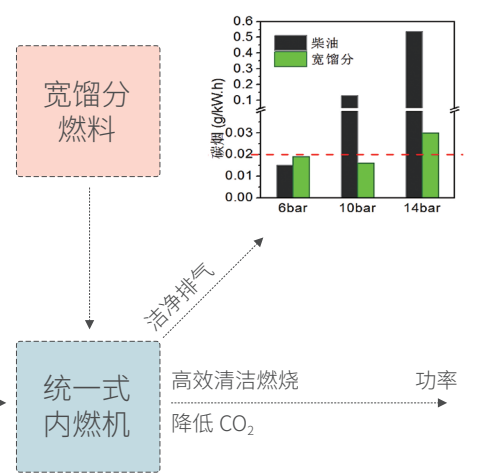


炼油工业 不分馏，降低 CO₂



汽车工业

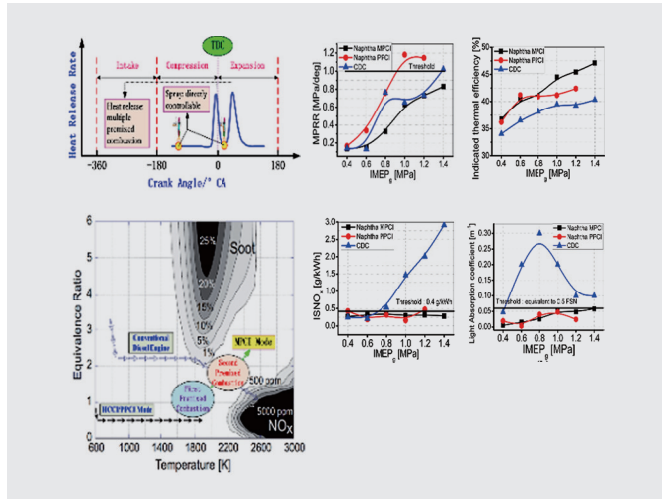
单机型大量生产
降低 CO₂



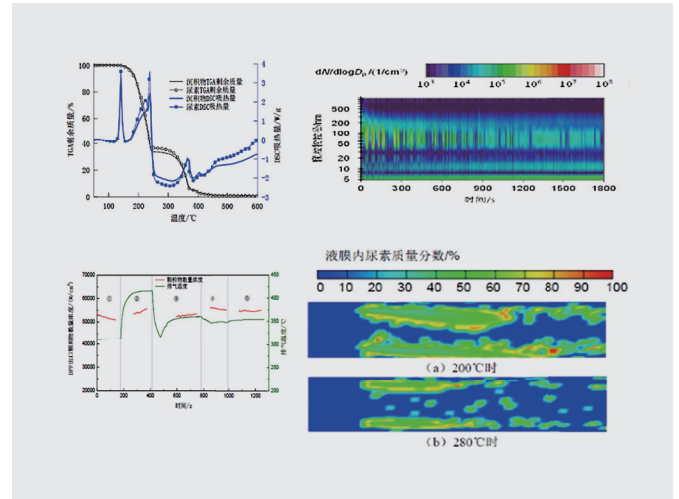
在国家自然科学基金重点项目支持下，对内燃机爆震现象进行了研究，发现爆震强度与燃烧室内末端混合气的燃烧模式有关，超级爆震的实质为爆轰燃烧，提出了高混合气能量密度是导致爆轰产生的主要因素。

在 863 和国家自然科学基金项目的支持下，开展了天然气掺氢发动机 (HCNG) 燃烧、排放研究，揭示了 HCNG 内燃机循环变动与稀燃极限、热效率、排放的变化规律及其影响机理。20% 含氢量 HCNG 发动机排放满足欧 VI、ETC 循环燃料消耗率比原天然气发动机降低 7~10%、而动力性不变。研究成果获 2011 年北京市科学技术一等奖，应用于东风、潍柴等多家汽车公司。

在国家自然科学基金支持下，提出了低辛烷值汽油多段预混压燃 (MPCI) 的新燃烧模式。该模式能有效解决汽油压燃中燃烧粗暴的问题，在较低 EGR 条件下 NO_x 排放满足欧 VI 要求，油耗和碳烟排放低于传统柴油燃烧。

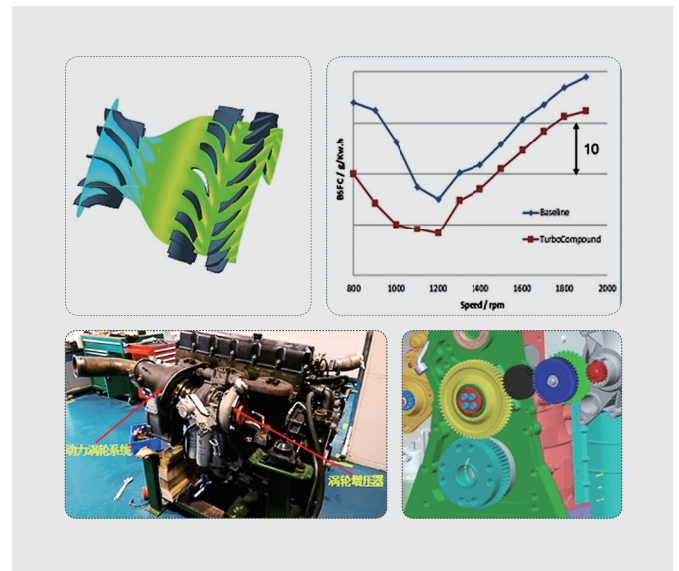
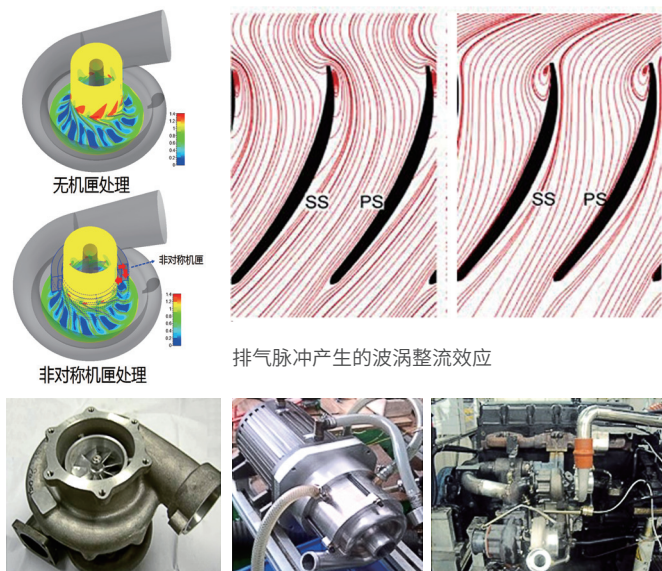


在国家 863 计划和国际合作项目的支持下，对尿素选择性催化还原 (Urea-SCR) 尿素分解、低温沉积物、不同类型 SCR 催化剂反应特性、柴油机颗粒捕集器 (DPF) 主、被动再生特性等多项柴油机后处理技术进行了研究，设计了避免 SCR 沉积物生成的低温排气加热装置，开发了 SCR 闭环控制策略，提出了基于颗粒物数量浓度变化趋势的 DPF 平衡温度测量方法。

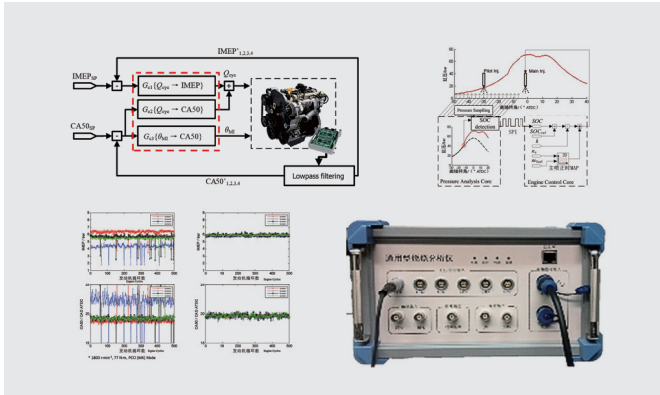


在 973、863 和国际合作项目等支持下，开展内燃机及燃料电池涡轮增压的热流体基础研究。提出压气机流场匹配扩稳新原理，发展了非对称机匣处理扩稳技术；揭示涡轮脉冲流场整流增效新机制，发展了涡轮动态设计方法。技术和方法应用于 GM 和 IHI 等国际公司，拓展应用于通用航空领域。研究成果获 2013 年国家科技进步二等奖、2013 年国防科技进步一等奖。

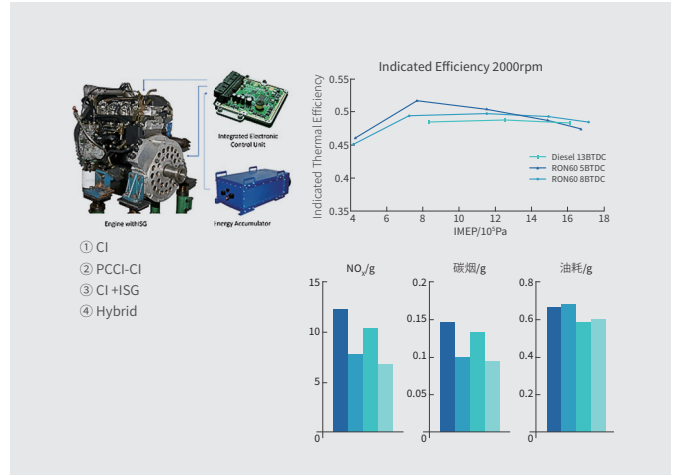
在 973 和国防预研项目等支持下，开展动力涡轮复合、ORC 余热发电等发动机总能利用技术的热流体基础研究。提出对转涡轮复合新技术，研制出我国首台车用涡轮复合柴油机原理样机；发展 ORC 循环总能优化方法，研制出船用 110kWORC 余热发电系统。



在国家“十一五”973和“十二五”863项目支持下，开展了基于缸压的柴油机燃烧闭环控制技术研究，实现了循环间燃烧重心和放热量及循环内燃烧始点的闭环控制，研制出了我国第一个带有燃烧闭环控制功能的高压共轨柴油机双核ECU产品，及高性价比通用燃烧分析仪产品。



将内燃机均质压燃控制技术和 ISG 电机控制技术融合，研究了同时具备清洁燃烧和高效节能特性的混合发动机技术，开发了产品样机；并将该技术用于汽油压燃，实现了比柴油机更高的热效率。



电动汽车与新型动力

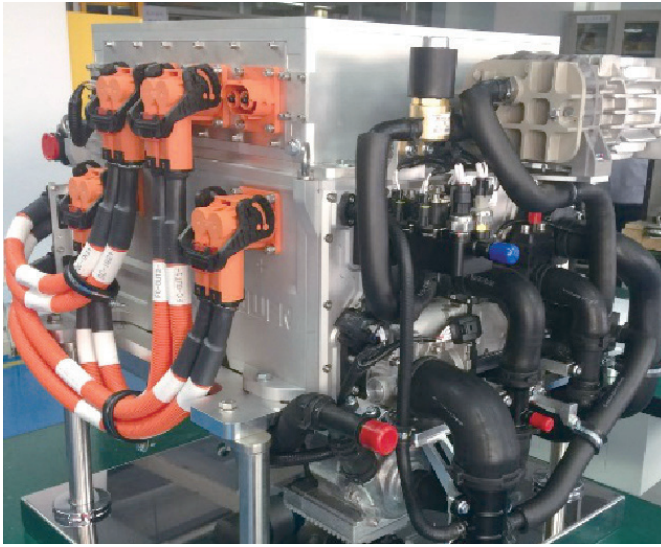
Electric Vehicles And New Powertrains

在国家 863 计划、科技部重点研发计划、北京市重点项目支持下，对以燃料电池客车为代表的新能源汽车进行了多年技术攻关，取得了以“城市客车多能源一体化混合动力系统”为代表的一系列创新成果。研制了国产燃料电池发动机系统，电堆（石墨板）额定功率密度达到 2.0kW/L，系统净功率 30~100kW，实车寿命超 10000 小时，实现 -25℃低温冷启动。研制了我国第一批通过产品认证的燃料电池城市客车，保障了一系列重大国际赛

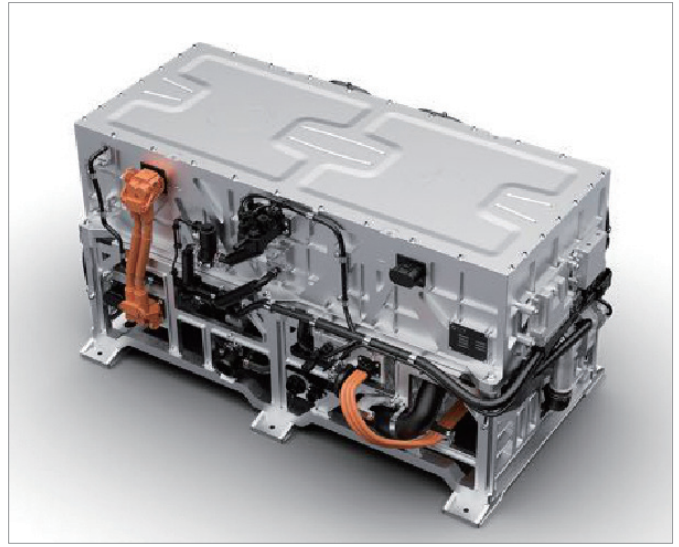
事（北京奥运会，上海世博会，新加坡青奥会）和商业运营项目（UNDP-GEF、北京、佛山、张家口等）的顺利进行，为北京冬奥会大规模示范奠定了基础。国产燃料电池商用车技术指标国际先进，应用规模处于世界引领地位（包含客车、物流车、有轨电车、环卫车和轿车等车型），且具有成本优势。相关技术成功应用于北汽福田、宇通、中通、申沃等国内主要客车厂家。



▲ 燃料电池客车示范、产业化历程及拓展应用（燃料电池客车、物流车、有轨电车、轿车）

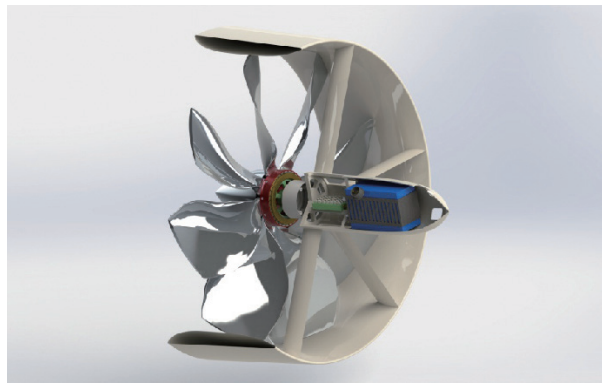


▲ 30kW 国产燃料电池发动机

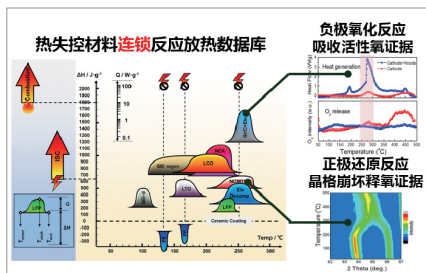


▲ 60kW 国产燃料电池发动机

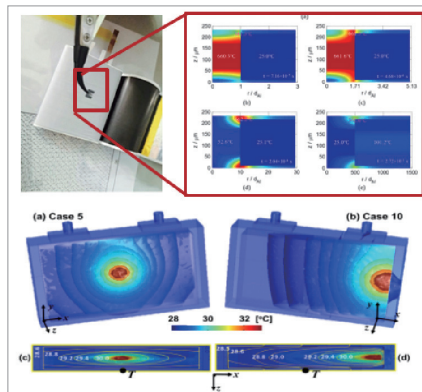
在国家重点研发计划和国家自然科学基金重点项目等项目资助下，开展燃料电池增压及电动风扇增压推进技术研究。创新提出低比转速电动空压机设计技术，突破空气动力学轴承技术瓶颈，研发出压比 2.5、效率 78% 的燃料电池电动空压机。创新风扇电机一体化构型的电动涵道风扇推进系统，提出并发展基于平板热管的电池热管理技术，研发出无人飞行汽车 10kgf 推力电动风扇推进系统、特种陆空两栖车辆 100kgf 推力电动风扇推进系统。



▲ 10kgf 推力电动风扇推进系统



▲ 热失控连锁反应放热机理



▲ 内短路热 - 电耦合特征模拟

针对新能源汽车“驾驶员 - 动力系统 - 复杂路况”协同和控制问题，提出了动力系统构型匹配和能量管理联合优化方法，建立了分布式电驱动力系统迟滞动力学及协调控制方法，研制了世界首台混合动力五轴独立电驱特种车辆。

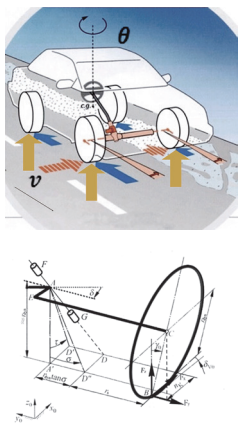
首创了基于内部温度测量的大容量动力电池绝热热失控测试技术，揭示了热失控诱发及蔓延机理，发明了动力电池主动安全防控技术，热失控提前预警时间 >30min；突破了“电化学机理与能量管理”、“老化机理与健康监测”、“热失控机理与安全管理”三方面核心技术，相关知识产权许可给国际汽车公司（戴姆勒 - 奔驰）。

汽车电子控制

Automotive Electronics

汽车动力系统控制涵盖了从小惯量发动机工作过程高频控制，到大惯量车辆行驶工况的低频控制，涉及油量控制、转矩控制和能量管理三个层面的一系列核心关键问题。本室与骨干企业组成的合作研究团队对此进行了十多年系统研究，构建了以内燃机燃烧过程闭环控制为基础，以热-机-电协调控制为核心的车用动力系统控制新平台。部分技术成果已开始产业化。

双核发动机控制器 Dual-Core ECU
 MCU1 Core for Engine Control (MPC5634)
 MCU2 Core for Combustion analysis (MPC5644A)
 Working Frequency: 150 MHz
 AD Conversion: 0.688 us

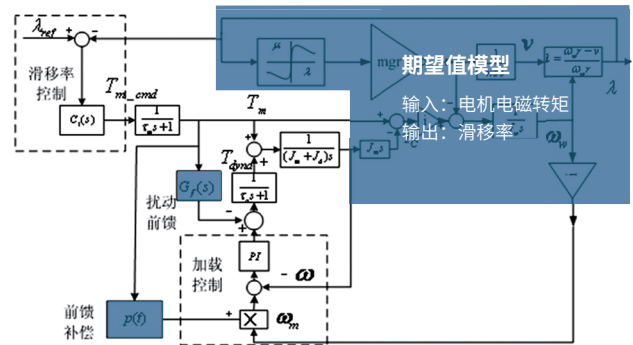


转向操纵控制和电动助力转向系统 (EPS) 技术研究: 提出了基于“目标车型固有路感”的 EPS 助力特性设计方法, 解决了 EPS 与整车匹配难题; 突破了 EPS 关键技术, 实现了规模化应用。相关技术成果获 2012 年北京市科学技术一等奖、2014 年国家科技进步二等奖。

电驱动电制动系统动态负载模拟实验技术研究：解决了电驱动与电制动系统极端动态过程负载模拟的宽频、高精度控制难题。



▲ 电驱动电制动系统动态负载模拟装备



▲ 基于模型预估补偿的前馈解耦控制方法

混合动力系统多模式驱动动力学与平滑切换控制：实现了城市公交复杂工况条件下的驱动安全，综合节油率 30% 以上。

系统8种工作模式： $N = C_3^1 \times C_3^1 - 2 + 1$
 发动机={驱动, 停机, 反拖}; 电机={驱动, 停机, 发电}
 电控机械式自动变速器 盘式永磁同步电机 电控离合器 混动专用发动机

混合驱动爬坡>30%
 高效工作区动态拓展公式
 $MAP_{\text{high}}^{\text{mixed}} = \max_{\omega} \max_{T} \{ MAP_{\text{high}}^{\text{engine}} \cup MAP_{\text{high}}^{\text{motor}} \}$
 原工作区高效耦合公式
 $MAP_{\text{high}}^{\text{original}} = \min \{ MAP_{\text{high}}^{\text{engine}}, MAP_{\text{high}}^{\text{motor}} \}$
 行车充电提高发动机负荷(效率)

多档并联混动(单电机)

多档混联混动(双电机)

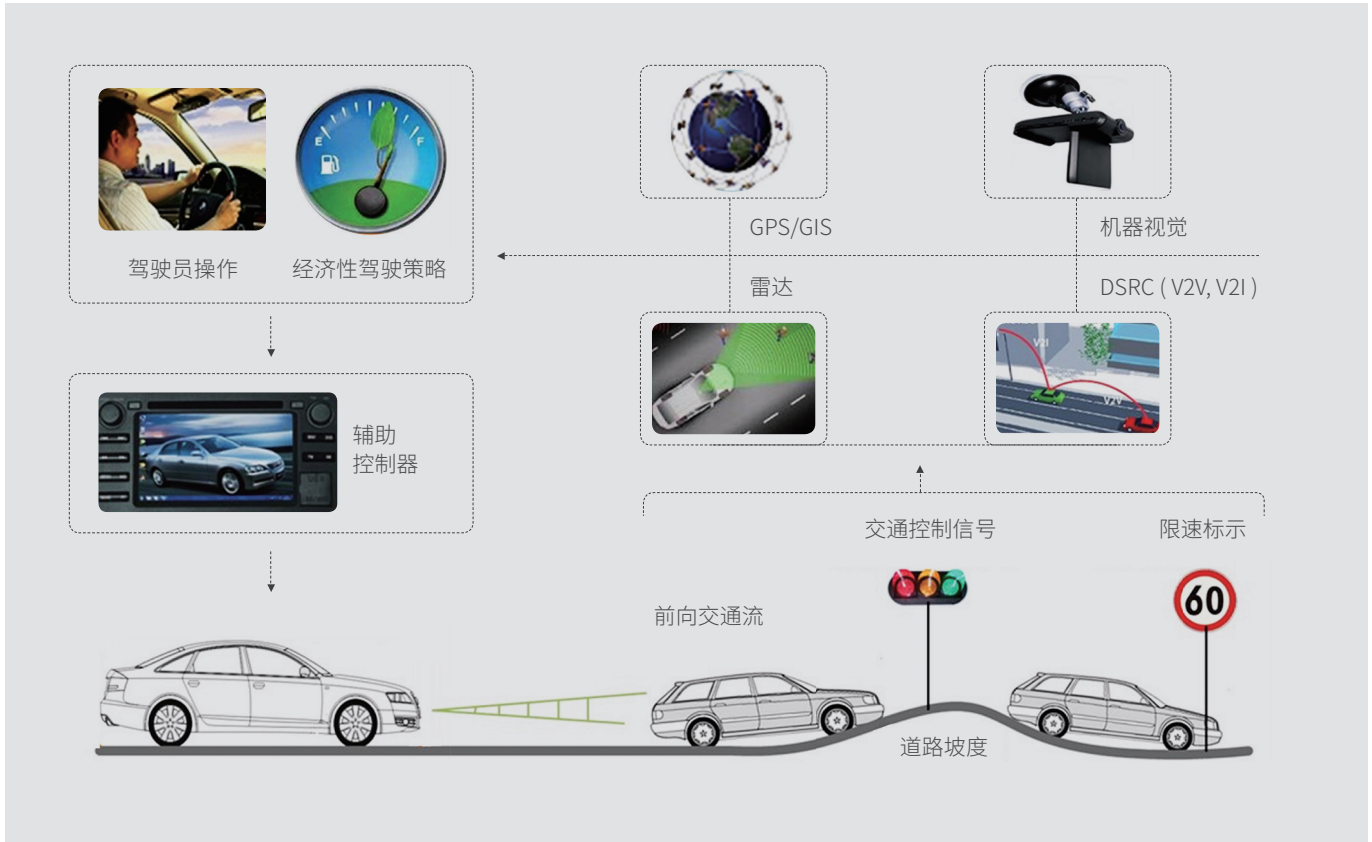
单档混联混动(双电机)

两档电驱桥

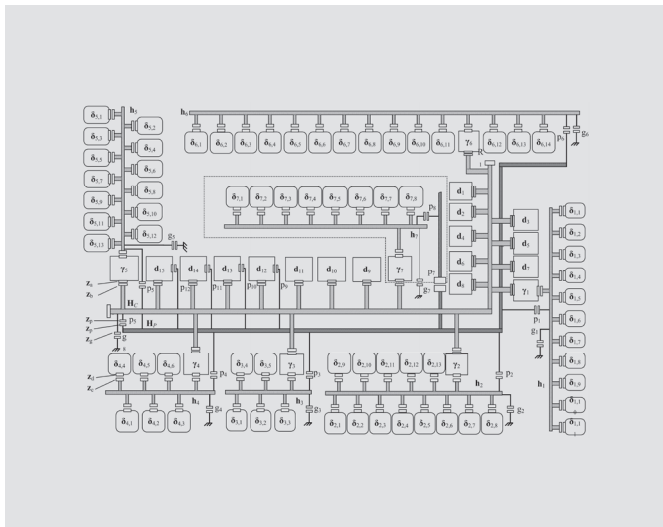
集中式纯电动

▲ 混合动力系统的系列化产品与拓展应用

在国家 863 项目，工信部重点基金以及发改委重大专项的支持下，开展车联网技术的研究。开发了车内网，提出了全新的电子电器架构，技术应用于一汽、吉利以及福田多个项目；开发了车路协同技术，实现了车辆节能驾驶及行车路径优化；发明了支持道路自增量的车载导航及 Telematics 关键核心技术，开发了国内首款货车专用导航软件，相关产品被陕汽前装选用。



▼ 智能电器及车内网



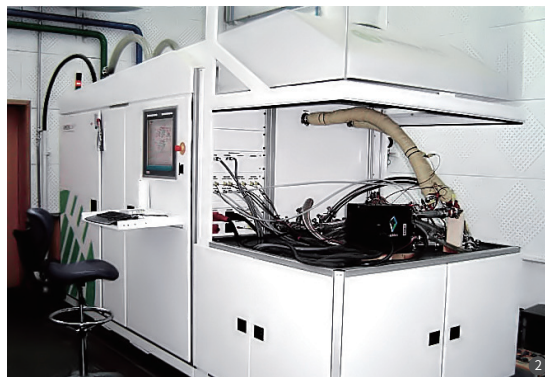
▼ 智能导航及 Telematics 服务



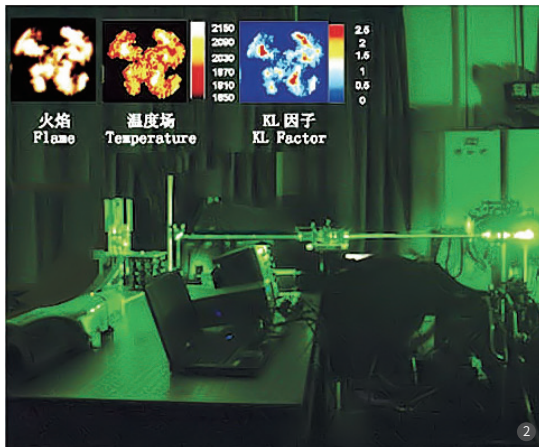
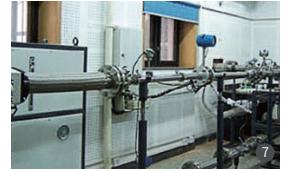
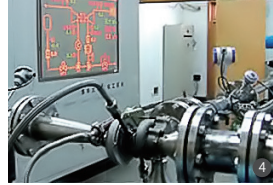
主要仪器设备

Main Research Equipment and Instruments

近五年新增设备 264 台套，设备总值达 6289 万元，30 万以上设备 43 台套，总值 3409 万元，占新增设备总值的 54%。



- ① 轻型车转鼓试验台和排放测试系统
Chassis Dynamometer for Light Duty Vehicle with CVS Emission Analysis System
- ② 燃料电池堆测试台
Fuel Cell Stack Testbed
- ③-⑥ 多能源动力与车辆测试系统
Test Bed for Multiple Power Systems
- ⑦-⑩ 汽车碰撞试验室与部分设备
Automobile Crash Lab and Instruments
- ⑪ 大型驾驶模拟试验台
Driving Simulator



发动机动态试验台 ①
Test Bed for Engine Dynamic Performance

发动机可视化测试平台 ②
Visualization Test Bench Based on Optical Engine

气压 ABS-ASR 混合仿真系统 ③
Hybrid Simulating System of Pneumatic ABS-ASR

涡轮增压与发电系统动态测试平台 ④-⑦
Turbocharging and Turbogenerating Test Platform

电液式激振器与振动台 ⑧-⑩
Vibration Exciter and Test Bed

汽车驾驶辅助系统硬件在环仿真试验台 ⑪-⑬
Hardware-in-the-Loop Simulator for Driver Assistant System



开放与交流

Open and Exchange

牵头中美清洁汽车联盟

LEAD CERC-CVC



作为创始主任单位，我室组织“中美清洁汽车联盟”连续承担和实施了5项政府间国际创新科技合作重点专项项目，引领了中美两国电动汽车科技领域的发展方向，确立了我室动力电池安全研究的全球领先地位。

As the founding director unit, our Laboratory has organized the U.S.-China Clean Energy Research Center - Clean Vehicle Consortium (CERC-CVC) to successively implement five key intergovernmental special projects on international innovative scientific and technological cooperation. These projects have guided the direction for the development of electric vehicle technology between the U.S. and China, and established the Laboratory's global leadership in the research of power battery safety.

在项目的支持下，2013-2017年期间发表论文 SCI/SSCI 论文 185 篇，中文期刊论文 70 篇，中美项目团队成员联合发表论文 89 篇，申请美国专利 20 项。2016 年 11 月，基于中美清洁汽车合作联盟在国际科技合作中的卓越成效，科技部确定“中美清洁汽车技术国际联合研究中心”为“国家国际科技合作基地”，担负整合电动汽车技术中美优势资源、按照国际接轨体制机制管理和运行，继续组织承担国际科技合作项目，建设有特色、具有持续创新能力的国际清洁汽车技术学术研究基地。



Supported by these projects, we have published 185 SCI/SSCI papers between 2013 and 2017 and 70 papers on Chinese journals. Besides, members of the Chinese and U.S. project teams have jointly issued 89 papers, and applied for 20 patents in the U.S. In November 2016, based on the extraordinary achievements the CERC-CVC has made in international scientific and technological cooperation, the Ministry of Science and Technology (MOST) rated the “U.S.-China International Joint Research Center for Clean Vehicle Technologies” as a “state-level base

for international science and technology cooperation”. It is responsible for integrating Chinese and the U.S. advantageous resources in electric vehicle technologies, carrying out the management and operation according to international standard systems and mechanisms, and further organizing international science and technology cooperation projects, so as to build into a featured international academic research base for clean vehicle technologies that boasts sustainable innovation capabilities.



通过中美清洁汽车技术联盟合作，不仅在下一代纯电驱动汽车关键技术联合突破方面取得了显著成果，而且搭建起了中美两国科研人员的学术交流、人才培养和人才引进平台。共组织电动汽车与动力电池技术等清洁汽车技术国际学术论坛 14 次，其中境外会议 7 次。培养博士研究生 55 名，硕士研究生 16 名，访问学者 8 名；中美人员互访等人才交流 50 次。

By cooperation of CVC, the breakthrough on next generation have been made and the platform of academic exchanges, personnel training and talents introduction is set up as well. Up to now, 14 large-scale international academic forums were hold in both China and overseas focusing on advanced technologies of battery system, electric vehicles, etc. based on cooperation of CVC, 79 senior talents were trained 100 visits were executed.

中美清洁汽车联盟的合作被誉为科技部国际合作的新模式，带动了一批国际合作中心的成立。

The cooperation of the CERC-CVC has been hailed as a new model of international cooperation of the MOST, driving the establishment of a number of international cooperation centers.

联合研究中心 Joint Research Centers	合作期 Term of Partnership
清华大学 - 丰田自动驾驶汽车人工智能技术联合研究中心 Tsinghua University-Toyota Joint Research Center for AI Technology of Automated Vehicle	2018-2022
清华大学（汽车系）- 戴姆勒可持续交通联合研究中心 Tsinghua University(Department of Automotive Engineering)-Daimler Joint Research Center for Sustainable Transportation	2013-2018（三期） (Phase 3)
清华大学（汽车系）- 日产智能出行联合研究中心 Tsinghua University(Department of Automotive Engineering)-NISSAN Joint Research Center for Intelligent Mobility	2016-2018
清华大学（汽车系）- 壳牌清洁能源联合研究中心 Tsinghua University (Department of Automotive Engineering)-Shell Joint Research Center for Clean Mobility	2017-2019

开放基金

Open Funds

2013-2017 年，开放基金共资助 55 项，总经费 630 万元，项目负责人中，国外专家学者占 27%。发表论文总计 270 篇，其中 SCI 收录 110 篇，授权专利 58 项，国际会议特邀报告 13 次、国内会议特邀报告 7 次，主持和参与中文专著 10 本、外文专著 11 本。

The Laboratory subsidized 55 open funds with the total budget of RMB 6.3 million between 2013 and 2017. Among project heads, 27 percent were foreign experts and scholars. The Laboratory has published 270 papers, including 110 SCI papers, and gained 58 patents. Besides, it has addressed 13 keynote speeches at international conferences as well as seven at domestic conferences, and presided over and participated in 10 Chinese-language monographs and 11 foreign-language monographs.

学术沙龙

Academic Salons

我室汽车学术沙龙已举办 230 期，每期现场听众都在 150 人以上，累计 17900 人次。近 5 年共邀请院士 16 名，国家杰出青年和长江学者等 20 余名，国外著名专家 50 余名。第 200 期学术沙龙主讲嘉宾潘际銮院士的报告，吸引现场观众 500 人，网络播放量达到 27445 次。

The Laboratory has hosted 230 phases of automotive academic salons, with each attracting more than 150 people. The total audience size has come to 17,900. In the past five years, it has invited 16 academicians, nearly 20 Distinguished Young Scholars and Cheung Kong Scholars, as well as 50 well-known foreign experts. Academician Pan Jiluan, the guest speaker of phase 200 academic salon, delivered a report that attracted 200 attendees on the scene, and achieved 27,445 network playbacks.



国内学术交流

International Academic Exchanges

国际来访：近五年共接待国外来访的专家学者 1000 人次以上，包括多名国际知名专家学者，国际讲学达到 150 人次以上。

国际出访：近五年因公派出（长期）15 人次、短期交流共计 360 人次。赴国际著名高校和国家研究中心交流访问。

International incoming visits: In the past five years, it has received more than 1,000 foreign experts and scholars, including a few world-renowned ones. Among them, over 150 have given international lectures.

International outbound visits: In recent five years, it has dispatched 15 persons for public affairs (in the long run) as well as 360 persons for short-term exchanges. They have paid exchange visits to well-known international universities and colleges as well as national research centers.



李克强教授为大众汽车集团（中国）总裁海兹曼颁发清华论坛证书 ①

赵福全教授当选国际汽车工程师学会联合会候任主席（2018-2020）②

荷兰基础设施与环境大臣来访 ③

与美国阿岗国家实验室签订合作备忘录 ④

创办中英文学术期刊

Found Chinese and English Languages Academic Journals

汽车安全与节能学报

Journal of Automotive Safety and Energy

2013-2017 年共出版 20 期，发表文章 257 篇。作者中国内外院士 7 人，教授 137 人；海外论文 19 篇，远高于国内同类核心期刊；国家自然科学基金论文 55 篇，省部级基金论文 38 篇，基金论文比为 0.89。

2013-2017 年学术影响力：五年影响因子为 2.008，其中他引影响因子为 1.953；在国内汽车工程类期刊中排名第 1；在全国交通运输工程 149 种期刊中排名第 3。



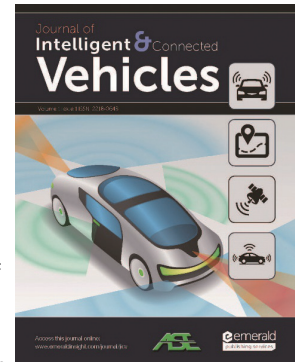
The Journal has published 257 articles in a total of 20 issues from 2013 to 2017. Among the authors were seven Chinese and foreign academicians and 137 professors. Among the articles were 19 foreign papers, much more than those in China's similar core journals, as well as 55 national fund papers and 38 provincial and ministerial fund papers. The proportion of fund papers accounted for 0.89.

Academic influence between 2013 and 2017: The five-year impact factor was 2.008, of which the non-self-citing impact factor was 1.953. It ranked No. 1 in China's automotive engineering journals and No. 3 in 149 transportation engineering journals nationwide.

《Journal of Intelligent and Connected Vehicles》

在国内外智能网联汽车快速发展的大背景下，我室于 2017 年创建了全英文期刊《Journal of Intelligent and Connected Vehicles》(JICV)，该刊由我室年轻教授王建强担任主编。2017 年 10 月，来自欧洲、美国、日本、韩国、澳大利亚以及我国的十余位业内专家和期刊编委出席期刊建设研讨会。2018 年该期刊已经出版了两期。

Amid the rapid development of intelligent and connected vehicles at home and abroad, the Laboratory founded the Journal of Intelligent and Connected Vehicles (JICV), an English-language journal, in 2017. Wang Jianqiang, a young professor from our Laboratory, acts as Editor-in-Chief. In October 2017, a periodical construction workshop was attended by more than 10 industry experts from Europe, the U.S., Japan, South Korea, Australia and China. The journal has published two issues since 2018.



《eTransportation》

2019 年 1 月，我室欧阳明高院士担任主编的爱思唯尔 (Elsevier) 旗下新刊《交通电动化》(eTransportation) 在北京举行全球创刊启动仪式。欧阳明高院士是爱思唯尔旗下期刊中首位担任创始主编 (founding Editor-in-Chief) 的国内学者。该期刊已经拥有来自 10 个国家的 32 名具有高国际学术声誉和影响力的学者构成的编委团队。

The global launch ceremony of eTransportation, a new journal under Elsevier, was held in Beijing in January 2019. Academician Ouyang Gaoming from our Laboratory serves as Editor-in-Chief of the new journal. He is the first Chinese scholar who acts as the founding Editor-in-Chief at a journal under Elsevier. The editorial team of this journal consists of 32 scholars with high international academic reputation and influence from 10 countries.

