



上海工程技术大学  
Shanghai University of Engineering Science

[www.sues.edu.cn](http://www.sues.edu.cn)

# 机械与汽车工程学院可推广科研成果汇总



# 目 录

- 1.基于国产芯片的电子水泵控制器
- 2.氢能源汽车空压机
- 3.汽车结构件疲劳寿命预测与评价
- 4.建筑施工打孔作业机器人关键技术应用及产业化
- 5.基于北斗定位与激光测距融合的架空输电线路弧垂智能测控技术研究
- 6.基于CAN总线的可扩展压力采集系统及应用
- 7.离相封闭母线检测维护机器人
- 8.特种设备安全双重预防体系及安全保障技术
- 9.流体驱动---兰姆波系列
- 10.新能源汽车锂电池热电参数耦合测量表征方法与热安全管理技术

# 1.基于国产芯片的电子水泵控制器



成果名称：基于国产芯片的电子水泵控制器

团队负责人：郭辉

联系人：马西沛 13621986202 maxipei@163.com

成果简介（可包含获奖、专利等）：

在汽车车规级芯片属于“卡脖子”风险等级较高领域，其中电子水泵控制器是新能源汽车热管理及热安全系统关键部件，预计到2025年市场容量将达57亿元，前景广阔。

为规避“卡脖子”风险，本成果以60W电子水泵为研究对象，基于车规级国产芯片(AC78013MDQA)开发了电子水泵控制器原型机、控制算法及软硬件系统。采用三段式控制方法使电子水泵具有良好的运行特性，实验结果表明，该研究采用的国产芯片电子水泵控制与现有采用进口芯片的华域电子水泵产品的各项性能指标基本一致，在4800rpm的情况下，背压流量比等性能更优于后者。

该研究成果具有较好的拓展性，基于国产芯片的电子水泵控制器技术可广泛应用于各类直流无刷电机的控制器的开发中，以加速产品的国产化进程、降低产品的开发周期、提高产品的核心竞争力。

# 1. 基于国产芯片的电子水泵控制器



## 应用领域:

随着中国新能源汽车的发展，汽车行业对电子水泵等新型汽车零部件的需求也与日俱增。每台新能源汽车需要配备2~5个电子水泵，预计到2025年新能源汽车电子水泵市场规模达到57亿元。通过对基于国产芯片水泵控制器的研究，可减少此类产品的进口与对于国外芯片的依赖，降低中小功率电子水泵的开发周期，其经济效益未来10年预计达到100亿元，将解决我国汽车产业在此类领域中长期受控于人的困境。

## 技术创新点:

基于国产芯片的控制器设计，研究电子水泵控制算法，设计了全速段控制算法，实现了电子水泵全速段的控制，优化了调速性能，对电子水泵的性能提升和国产化具有一定的参考意义。

- (1) 基于国产芯片AC7801为核心设计了汽车电子水泵控制器通用开发平台，实现基于国产MCU的汽车电子水泵控制器的快速开发。
- (2) 设计了电子水泵电机转速的不同状态实现三段式控制方法，估算精度和动态响应速度得以提升，形成具有可移植的基于国产芯片的电子水泵控制器通用开发平台。
- (3) 基于该通用开发平台设计了一款电子水泵控制器，通过自行设计的电子水泵性能测试台架进行试验，试验测试表明所开发的电子水泵控制器已达到设计指标的要求并能稳定运行。

# 1.基于国产芯片的电子水泵控制器



## 已有实验室条件:

经华域皮尔博格泵技术有限公司实际使用，验证了该汽车电子水泵控制器的功能，具体包括：基于电子水泵控制器通用开发平台，支持车规级国产芯片做主控MCU的硬件电路设计与多种控制算法编写；基于无位置传感器FOC全速段控制策略，满足永磁同步电机无传感器控制系统的转速控制精度，无超调与抖振问题，抗外部干扰能力满足要求；基于国产芯片AC7801x的电子水泵控制器与华域原电子水泵性能基本一致，在占空比达到90%~95%时，略优于原有电子水泵。

技术成熟度：实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产

# 1. 基于国产芯片的电子水泵控制器



成果相关图片:



图1 产品结构图



图2 控制器实物



图3 产品实物

## 2. 氢能源汽车空压机



成果名称：氢能源汽车空压机

团队负责人：周天俊

联系人：刘新田 13918658653 [xintianster@sues.edu.cn](mailto:xintianster@sues.edu.cn)

成果简介（可包含获奖、专利等）：

空压机是车载氢燃料电池堆氧气供给的重要部件，空压机的性能直接影响到氢燃料电池堆的功率密度、热效率、紧凑性以及平衡特性，提高空压机的压比可以有效的减小燃料电池电堆尺寸和制造成本，因此对氢燃料电池空压机的内部流动机理的研究显得尤为重要。通过数值仿真模拟方法得出离心空压机在全工况下的进口流道、叶片流道以及出口流道的气动灵敏度，分析流道在氢燃料电池工作空气流量的流动特性，确定氢燃料电池离心空压机不稳定工作的流量值，结合伴随理论优化方法，建立精确的目标方程以改进离心空压机各个流道的结构，最大限度减小气体泄漏、涡流损失和能量损失，提高离心空压机在乘用车燃料电池系统各工况流量的空压比，扩大空压机的稳定工况区间。

应用领域：

此成果用于氢能源汽车产业市场，氢燃料电池其化学反应产物主要是水，实现真正的零污染，具备高效率、无污染、使用性广、低噪声等特点。氢燃料电池发动机被认为是未来最有可能替代传统内燃机的汽车动力源，具有广泛的市场前景。

## 2. 氢能源汽车空压机



### 技术创新点:

优化氢燃料电池离心空压机的整体流道结构。通过分析氢燃料电池空压机的流动机理结合伴随理论方法优化离心空压机各个流道的结构，最大限度地减小气体泄漏、涡流损失和能量损失，再通过多目标优化方法，使氢燃料电池空压机的整体流道结构匹配乘用车氢燃料系统的性能（能量密度、系统效率、水平衡和热损失）。空压机壳体采用全新设计的内部回流结构，提高空压机在低流量工况下的工作效率。

### 已有实验室条件:

本成果已于氢能源汽车零部件企业共同进行研发工作，针对不同功率的车型进行相应的定制设计。

技术成熟度: 实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产



图1 空压机外观图

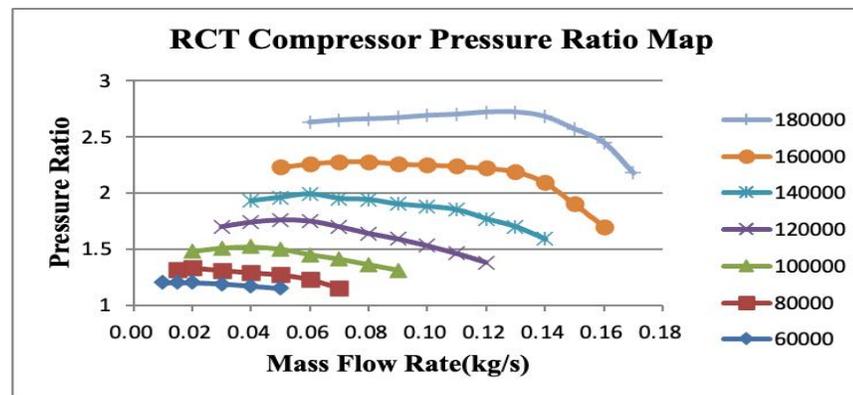


图2 空压机性能曲线图

### 3.汽车结构件疲劳寿命预测与评价



成果名称：汽车结构件疲劳寿命预测与评价

团队负责人：刘新田

联系人：刘新田 13918658653 xintianster@sues.edu.cn

成果简介（可包含获奖、专利等）：

考虑数据误差因素，结合误差圆和改进自举法，估算低合金钢锻钢S-N曲线。基于Walker模型，结合叠加原理和闭合效应，考虑残余应力、裂纹闭合效应和荷载偏心等因素，提出一种预测弹簧疲劳寿命的改进方法。根据疲劳等效损伤模型与材料疲劳特性曲线中幂律系数的相关性，建立与强度退化系数相关的等效损伤模型。根据不同负载序列提出了改进等效损伤模型，推导了基于强度退化的非线性疲劳损伤模型。以缺口支座系数和应变为损伤参数，采用改进的临界平面方法选取受损平面。考虑加载前缺口处的损坏，利用动态权重系数探讨最大应力平面对损坏平面的影响。通过红外热像仪记录不同加载幅度和频率下试件的表面温度，在不考虑内摩擦的影响下，计算熵产生率和累积熵，构建疲劳寿命与熵之间的关系，建立了基于金属热力学熵的疲劳寿命预测模型。

### 3.汽车结构件疲劳寿命预测与评价



#### 应用领域:

该系列成果可以应用于汽车、航空航天、轨道交通车辆、机车车辆等产业领域，可以开展汽车、飞机、高铁、地铁车辆等相关系统关键零部件开发及其材料特性方面研究，具有较广的市场前景。

#### 技术创新点:

- (1) 结合误差圆和改进自举法，估算低合金钢锻钢S-N曲线。
- (2) 根据叠加原理和闭合效应，考虑残余应力、裂纹闭合效应和荷载偏心等影响因素，提出一种预测弹簧疲劳寿命的改进方法。
- (3) 根据不同载荷加载顺序，推导了基于强度退化的非线性疲劳损伤模型。
- (4) 通过红外热像仪获取不同加载幅度和频率下试件的表面温度，建立了基于金属热力学熵的疲劳寿命预测模型。
- (5) 开展过程能力指数与产品质量损失及其固有可靠性的之间的关系研究。

#### 已有实验室条件:

已与部分汽车零部件企业开展了汽车试验场道路载荷采集与台架复现试验、关键零部件疲劳寿命预测与评价等方面研究，探讨产品质量控制、可靠性设计、全生命周期预测与评价的新方法、新视角。

技术成熟度: 实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产



成果相关图片:



图1 道路载荷谱采集系统



图2 高频共振试验台

## 4.建筑施工打孔作业机器人关键技术应用及产业化



成果名称：建筑施工打孔作业机器人关键技术应用及产业化

团队负责人：崔国华

联系人：张振山 13585563569

成果简介（可包含获奖、专利等）：

建筑打孔机器人的作用就是专门为建筑及构筑物混凝土板、梁顶置面的钻孔而设计的，用于地铁隧道、装修吊顶等混凝土顶置面安装孔的钻取。目前大型建筑物的钻孔数量每幢可达数十万个。从确定钻孔的位置，到搭建一个平台，再到人工钻孔，效率很低，一天每人只能钻约50个左右的孔，而采取钻孔机器人，每单机日作业量可达400~600孔，可以极大地提高生产效率、降低人工成本。该机器人是基于建筑信息模型（BIM）和人工智能技术，自主开发的移动操作一体化机器人，实现机器人自动场景识别、自动定位导航、自动路径规划、自动智能施工，可取代人工完成建筑物建造过程中打孔施工环节，并可以拓展建筑物质量检测、喷涂等功能。



### 应用领域:

建筑安装业，尤其是建筑物内各种设备、线路、管道安装，上述安装工作的第一道工序为打孔作业。

建筑行业的矛盾（如劳动力缺口和老龄化、安全事故频发、施工效率低下等问题）将激发建筑机器人的需求增长，预计2025年建筑安装业所需机器人产值约390个亿。

### 技术创新点:

- (1) 基于BIM数据模型驱动的打孔作业规划及室内栅格地图构建技术。
- (2) 打孔法线自适应识别、控制和跟踪技术。
- (3) 基于多源数据融合和误差补偿的室内环境高精定位、轨迹规划、运动控制和跟踪技术。
- (4) 室内多孔作业规划、避筋以及室内高动态环境下移动避障和打孔避障技术。

### 已有实验室条件:

建筑打孔机器人经过三代样机的技术迭代，具备自主知识产权的软硬件技术，相关成果已经转化到浙江台州湾落地，成功孵化公司，2020年应邀参展工博会，2023年8月应邀参展世界机器人大会，2023年下半年将投产。

技术成熟度: 实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产

## 4. 建筑施工打孔作业机器人关键技术应用及产业化



成果相关图片:

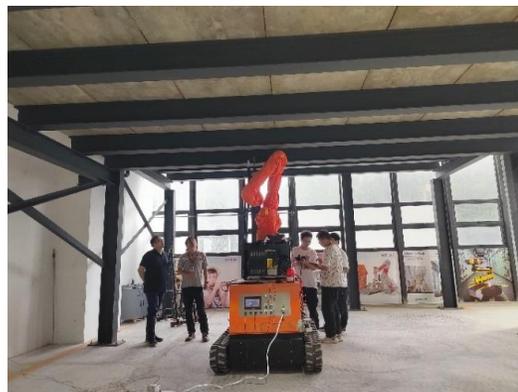


图1 建筑打孔机器人第1代样机及调试场景



图2 建筑打孔机器人第2代样机及参展2023北京世界机器人博览会

## 5.基于北斗定位与激光测距融合的架空输电线路弧垂智能测控技术研究



成果名称：基于北斗定位与激光测距融合的架空输电线路弧垂智能测控技术研究

团队负责人：方宇

联系人：杨皓 15317188468

成果简介（可包含获奖、专利等）：

通过项目研究，基于北斗定位与激光测距融合技术，开发架空输电线路导地线弧垂智能测量、控制方法和装置，实现架空输电线路导地线弧垂测量的自动化与智能化，为架空输电线的紧线施工、竣工验收质量管控提供重要技术支撑。

应用领域：

针对目前架空输电线路弧垂测量人工操作存在的诸多问题，本项目开发架空输电线路弧垂智能测量、控制方法与装置，实现架空输电线路弧垂测量的自动化，为架空输电线的紧线施工、竣工验收质量管控提供重要技术支撑。



## 技术创新点:

- (1) 基于北斗定位的架空输电线路坐标标定。
- (2) 基于激光测距技术的架空输电线路坐标选取。
- (3) 架空输电线路数值拟合及模型建立。
- (4) 架空输电线路弧垂测量与控制技术的设计与实现。
- (5) 开发由北斗空输电线，提高施工效率，保证安装效果符合规范要求。

## 已有实验室条件:

定位装置、激光测距装置与上位机组成的架空输电线路弧垂智能测量与控制系统。用以指导安装人员松、紧架基于该成果，和国网上海市电力公司合作，进行了架空输电线路弧垂测量，实现了弧垂测量的自动化，取得了很好的效果。

技术成熟度: 实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产



图1 架空输电线路弧垂智能测量与控制样机外观图



图2 500kV辰花路现场测试现场图

## 6.基于CAN总线的可扩展压力采集系统及应用



成果名称：基于CAN总线的可扩展压力采集系统及应用

团队负责人：周志峰

联系人：周志峰 13564125476

成果简介（可包含获奖、专利等）：

多点位大面积压力采集在医疗护理、工业监控等领域有广泛应用前景。本成果以单片柔性阵列压力传感器（单片有1024个压力采集点）为对象，设计了相应的硬件电路、下位机和上位机软件，开发了一种基于CAN总线的可扩展压力采集系统，实现了分布式或大面积压力采集，基于采集的数据，设计了压疮预防和人体卧床睡姿识别算法，并在相关医院护理部进行实验研究。该成果授权发明专利1项、获中国研究生电子设计竞赛上海赛区一等奖1项、培养硕士研究生1名。

应用领域：

- (1) 医学护理领域，对长期卧床患者的体表压力进行采集，基于采集的压力数据实现压疮的预防和患者睡姿的识别。
- (2) 工业检测领域，基于CAN总线实现分布式或大幅面的压力采集和图形化显示，可在安防监控、入侵检测、大面积压力采集等领域应用。

## 6.基于CAN总线的可扩展压力采集系统及应用



### 技术创新点:

- (1) 单片电路板可以实现1024个压力点信号采集。
- (2) 基于CAN总线可以快速构建分布式或大幅面的压力采集系统，最大可实现127片共130048个压力信号采集和显示。
- (3) 基于该成果，可以实现压疮预防、人体睡姿识别、大面积压力采集等应用。

### 已有实验室条件:

- (1) 基于该成果，和上海市第一人民医院（松江）护理部合作，进行了卧床患者压疮监控实验，实现卧床患者体表压力采集和显示，对压疮进行预防。
- (2) 2021年第十六届中国研究生电子设计竞赛上海赛区一等奖。
- (3) 实现科技成果转让，协议金额36.6万元。

技术成熟度：实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产

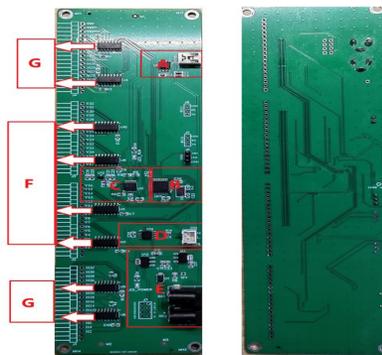


图1 单片柔性薄膜压力传感器（1024个压力点）采集硬件

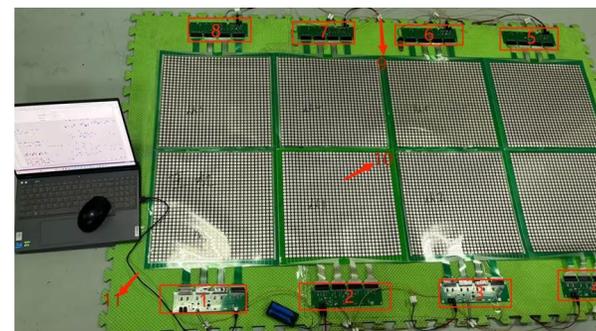


图2 基于CAN总线的8片传感器实验平台（可铺在病床上）

## 7.离相封闭母线检测维护机器人



成果名称：离相封闭母线检测维护机器人

团队负责人：吴明晖

联系人：吴明晖 15802161419 wmhui@yeah.net

成果简介（可包含获奖、专利等）：

离相封闭母线是一种广泛应用于50MW及以上发电机引出线回路的一种大电流传输装置，主要由同心的圆管状铝导体和铝外壳、对称支撑绝缘子等组成，内部导体与外壳之间只有约250mm的间隔。在运行过程中，需要定期对母线内部进行检测和维护，目前主要是采用人工爬进母线内部进行检修，在这种狭长封闭空间内作业困难大风险高，容易导致危及检修工人安全的事故发生。

针对目前离相封闭母线检测维护难题，研制了一种可在母线内部这类狭窄空间进行爬壁、绕圆管运动的机器人。机器人主要由履带移动底盘、弹性顶压机构、视觉传感器、灰尘清扫和控制系统组成。通过遥控操作，机器人可以在母线内自由地进行全位置移动，并能自动实现对母线内部的视觉检测、粉尘清扫。

应用领域：

本项目研发的机器人主要优先应用于水电、火电、核电等发电机组母线的检测和维护。目前市场还未见有相应功能的机器人，该项目填补了国内空白。截止2023年我国发电装机容量约26.7亿千瓦，市场前景广阔。



### 技术创新点:

- (1) 机器人通过顶压力产生摩擦力，不是采用传统的负压吸附方式实现机器人的爬壁运动功能，具有爬壁稳定可靠，壁面适应能力强、安全性好的优点。
- (2) 机器人采用承重轮独立悬挂的履带底盘，结合万向轮柔性顶压机构，机器人具有良好爬壁、转向和越障性能。
- (3) 机器人柔性好，可满足目前常用管径母线的检测维修作业；集成化高，可同时在母线内部进行视觉检测和灰尘清扫作业。

### 已有实验室条件:

在项目研发方面与江苏大全母线有限公司建立了战略合作关系，江苏大全母线是国内规模名列前茅的母线制造、维护的公司，为机器人的功能完善和市场推广提供全方位的支持。同时与长江三峡电力集团乌东德水电站就机器人的应用建立了初步合作意向。

技术成熟度：实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产

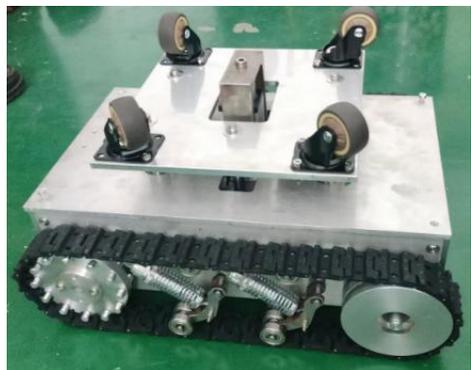


图1 离相封闭母线检测维护机器人外观图



图2 离相封闭母线检测维护机器人测试现场图

## 8.特种设备安全双重预防体系及安全保障技术



成果名称：特种设备安全双重预防体系及安全保障技术

团队负责人：严祯荣

联系人：严祯荣 13321960762 Yanzr2010@163.com

成果简介（可包含获奖、专利等）：

新《安全生产法》明确要求生产经营单位构建生产安全双重预防机制。基于生产安全和特种设备安全的区别和联系，分析构建特种设备安全双重预防体系的必要性，提出了特种设备安全双重预防体系的内涵和组成框架；结合特种设备的公共安全社会属性，运用PDCA循环管理模式构建并诠释策划、实施、检查、持续改进和有效运转特种设备安全双重预防体系，为《中华人民共和国特种设备安全法》和《特种设备安全监察条例》的修订提供技术依据。为确保双重预防体系的有效运转，提出特种设备的关键部件失效分析方法、基于风险的RBI检测方法及隐患排查治理措施。

应用领域：

基于新《安全生产法》的特种设备安全双重预防体系，基于机械与热物理联合作用的特种设备关键部件失效分析方法以及超（超）临界锅炉基于风险的RBI检测方法，在电力行业、石油化工行业、钢铁行业以及有色金属行业等特种设备安全保障方面具有非常广阔市场前景。



# 8.特种设备安全双重预防体系及安全保障技术

## 技术创新点:

- (1) 基于新《安全生产法》的特种设备安全双重预防体系。
- (2) 基于机械与热物理联合作用的特种设备关键部件失效分析方法。
- (3) 超（超）临界锅炉基于风险的RBI检测方法。

## 已有实验室条件:

已在电力行业多家电厂得到应用，并获得上海市科技进步奖二等奖和国家质量监督检验检疫总局科技兴检奖三等奖。

技术成熟度: 实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产

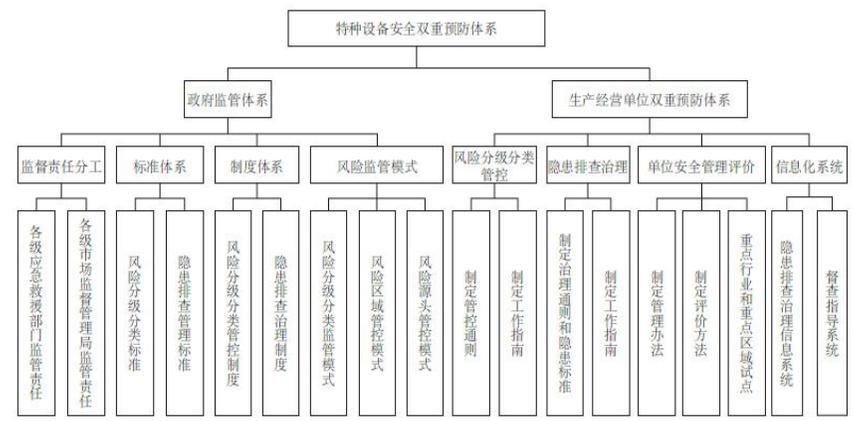


图1 特种设备安全双重预防体系组成框架



图2 特种设备安全保障技术



成果名称：流体驱动---兰姆波系列

团队负责人：梁威

联系人：梁威 17317767686、wei.liang@sues.edu.cn

成果简介（可包含获奖、专利等）：

流体驱动---兰姆波系列是一项面向汽车产业的科技成果，涵盖了两个重要的技术创新：基于兰姆波的汽车后视镜自动除雨雪冰霜方法及装置，以及兰姆波消除锂电池枝晶技术开发。

首先，基于兰姆波的汽车后视镜自动除雨雪冰霜方法及装置，是针对传统汽车后视镜在恶劣天气下易受雨水、雪和冰霜影响，导致驾驶视野模糊，安全隐患增加的问题而提出的创新解决方案。

其次，兰姆波消除锂电池枝晶技术是针对锂电池在长期使用过程中枝晶堆积可能导致电池性能下降甚至故障的问题而提出的创新解决方案。这种兰姆波消除锂电池枝晶技术简便高效，无需额外添加剂，有望大幅提升锂电池的安全性和循环寿命，为电动汽车行业带来更可靠和高性能的动力电池解决方案。



### 应用领域:

通过利用兰姆波效应,有效去除雨水、雪和冰霜,提高驾驶可视性和安全性。同时,兰姆波消除锂电池枝晶技术可防止锂电池枝晶堆积,提高电池性能和寿命。这两项技术创新在汽车和新能源领域具有重要应用价值和市场前景。

### 技术创新点:

(1) 针对利用兰姆波驱动汽车后视镜的自动除雨雪冰霜方法及装置,这种创新的除雨雪冰霜技术不依赖传统的加热或喷水装置,更加节能环保。

(2) 该系列还包括兰姆波消除锂电池枝晶技术。这一技术创新通过兰姆波振动作用于电池内部,实现对枝晶的有效抑制与消除。相比传统解决方案,该技术不涉及复杂的电化学处理,有望提高锂电池的安全性和寿命,推动电动汽车行业的发展。

### 已有实验室条件:

研究团队与上海复享光学股份有限公司深度合作,取得了重要突破,合作双方共同开发了兰姆波驱动的锂电池枝晶消除装置。这一创新技术极大地提高了电池的稳定性和寿命,为电动车的续航性能和安全性带来了显著的提升。

技术成熟度: 实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产



成果相关图片:

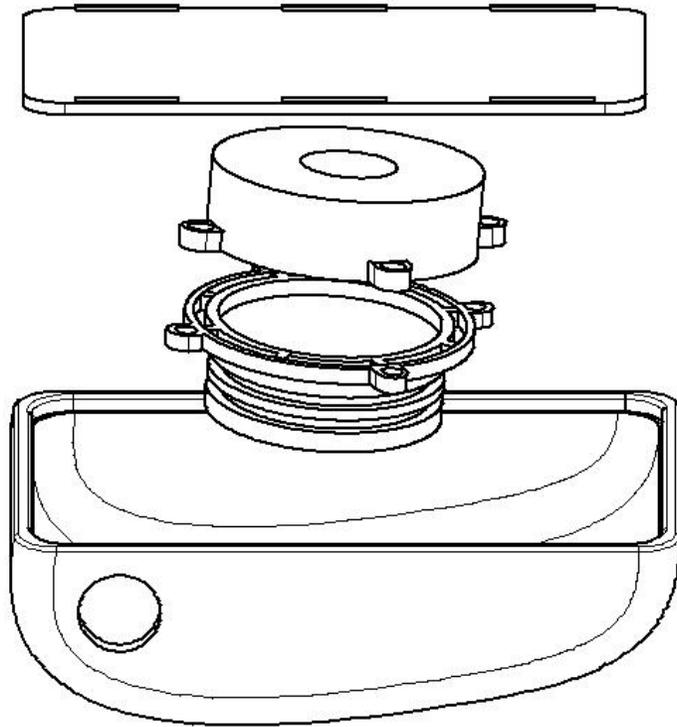


图1 示意图



图2 测试现场图

# 10.新能源汽车锂电池热电参数耦合测量表征方法与热安全管理技术



成果名称：新能源汽车锂电池热电参数耦合测量表征方法与热安全管理技术

团队负责人：张恒运

联系人：张恒运 15618700189 zhanghengyun@sues.edu.cn

成果简介（可包含获奖、专利等）：

发展新能源汽车是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路，是应对气候变化、推动绿色发展的战略举措，并采用锂离子电池作为主要动力和储能部件。然而，锂离子电池性能受温度影响很大，在使用当中其热电特性互相耦合，并且随电池老化状态而变化，温变特性不易预测、管控，导致热管理、热安全问题时有发生，成为制约动力电池发展的关键因素之一。本项目针对新能源汽车锂电池的热电参数进行测量表征，能够准确表征电池的基本热电参数，包括电池内阻、熵热系数、比热容、导热系数、以及随时间与老化状态变化的瞬时产热率，从而能够预测评估电池导热、温升与产热特性，并基于实测热参数进行电池热安全管理设计，提高电池管理与热安全防护水平。

应用领域：

项目成果优先应用于汽车交通领域以及储能电站领域以锂电池为主的多种储能电池，能够为电池的安全运行提供技术支持，鉴于锂电池产业正逐步达到上万亿元，而目前电池质量测试方法与能力仍不完善，预期相关测试设备与服务可达上百亿元规模。



## 技术创新点:

本项目针对电池的结构特点与工作特性,提出了测量电池热电参数原位测量方法。

- (1) 提出了锂电池的校准测量方法,能够准确快速测量电池比热,精度对标常用的ARC设备,而成本与测量时间大大降低。
- (2) 提出了电池的各向异性导热系数测量方法,能够获得电池的各向异性导热特性。
- (3) 提出了随工况变化的实时瞬态产热率的估计算法,能否准确获得电池的即时产热与温升。
- (5) 基于实测电池热电参数进行电池老化估计与热安全设计,动态管控电池温度变化。

## 已有实验室条件:

本技术已与相关企业进行了产学研合作、协同攻关,部分成果在企业得到了实际应用,包括深圳比克、苏州宇量、上海远景能源集团、江苏恒义等公司,并应用于相关的热管理设计,取得了较好的经济效益。在与某机动车检测中心合作项目中,针对电池比热、导热系数、产热率进行了实际测量,能够高效精准设计电池的热安全管理方案、预防电池热失控的扩散。

技术成熟度: 实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产

# 10. 新能源汽车锂电池热电参数耦合测量表征方法与热安全管理技术



成果相关图片:

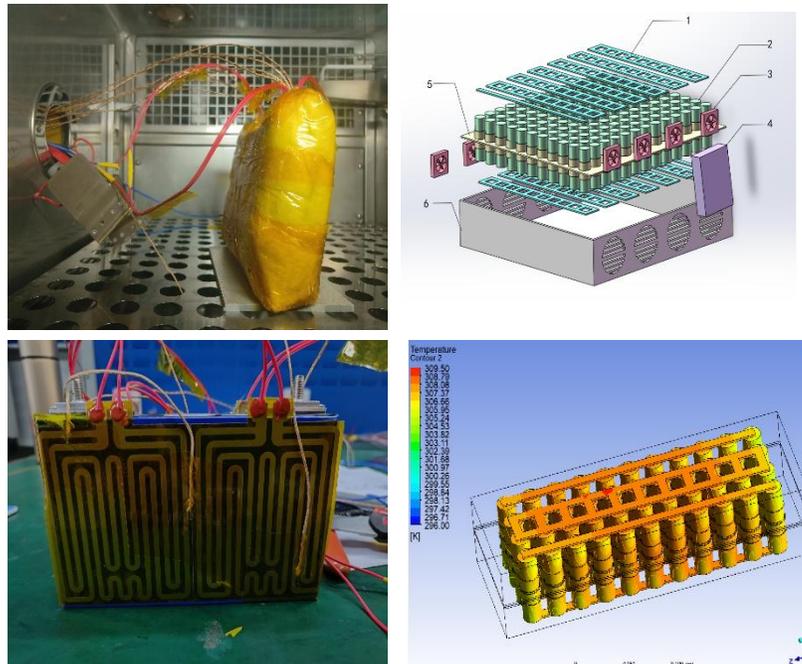


图1 锂电池校准量热测试与热管理设计图



图2 主要科技成果与奖项