

2019 年度湖南省科技进步奖公示材料

项目名称：

面向智能制造的高效动力系统关键技术及应用

奖励类别：

科技进步奖

主要完成人：

陈志刚，李梦奇，吴海江，刘志辉，伏军，晏毓达，刘长青

主要完成单位：

邵阳学院、邵阳市达力电源实业有限公司

推荐单位：

邵阳学院

项目简介：

机械设备的动力系统至关重要，可靠、环保、高效、便利的动力系统是机械设备实现功能的保障。内燃机由于结构紧凑、成本低、使用方便等优点，仍为当前市场主体动力系统；电动由于环保和高效，产量连年倍增，锂电池由于容量密度大、综合性能突出成为市场热点和未来趋势，研究现有内燃机动力系统制造和锂电装备制造是当前提高动力系统效率的关键。本项目基于多年内燃机燃烧、尾气排放研究基础和锂电装备工程研究基础，以内燃机和锂电动力系统及精密制造技术为研究对象，通过面向效能提升的内燃机燃烧研究，提出核心零部件精度要求，进而研究制造工艺和技术，实现关键曲面和表面达到要求，同时从系统、设备和新技术应用等方面对锂电装备智能制造进行研究。主要创新性成果如下：

（1）动力锂电装备制造理论与技术研究：对卷绕机、涂布机、模切机等锂电制造关键设备建立和求解动力学方程，分析动态特性，进行控制系统仿真和实践，研究设备在高速度、大尺寸下的自动纠偏、自动张力控制、自动平衡；建立建立面向锂电池 50

道工序的生产系统模型，从过程角度研究前道、中道、后道三个阶段的搅拌机、涂布机、模切机、卷绕机、化成机、自动化 pack 等设备接口，建立生产系统模型，研究锂电池电压、容量、内阻以及荷电状态、健康状态等参数与生产过程中的湿度、稳定、极片张力、毛刺等细节数据之间的关系，建立参数质量控制模型，面向高质量电池制造研究生产系统和设备；研究采用 3D 打印技术制造锂电池的锂电材料流变性能研究、打印浆料制备及构建体系，改进面向打印锂电池的 3D 打印机，研究实现工艺参数优化和电池结构优化。

（2）动力系统核心零部件精密制造：研究满足燃烧效率所要求的机体、燃烧室、偶件等加工参数、加工工艺和精度控制，研究新型镁/铝合金的应用、精密铸造和变形加工技术，针对燃烧室内壁等关键部位研究耐磨耐蚀耐热可靠的表面涂层/复合涂层体系及其制造工艺；研究接触在线检测的测点分布与规划方法、检测系统误差补偿和非接触式在线检测系统的图像采集、识别、阈值分割、轮廓提取及优化等，研究装配因素和装配环境对装配精度的影响，建立精度模型预测装配结果，对装配过程进行规划控制，减小装配误差，保障装配精度。

（3）内燃机动力系统效能提升：研究燃料燃烧化学反应与缸内湍流共同作用下混合气形成机理，研究雾化燃油与空气在缸内的混合流动特性、不同压力下油粒分布、贯穿距和油束形状、喷油雾化程度对喷油器的影响，研究高压燃油喷油压力、雾化效果、动态供油跟偶件密封锥面关系；面向效能提升提出机体、燃烧室、偶件等关键零部件的精度，发动机缸体、燃烧室结构，确定主轴孔止推面、内壁、燃烧室、偶件表面粗糙度，明确偶件、喷油孔的尺寸、位置、表面等几何量精度要求以及关键件质量的要求；

本项目承担相关项目 12 项，发表论文 50 余篇，获得授权发明及实用新型专利 10 项，出版专著 3 部，培养硕士 8 名，获得中国机械工业科学技术奖三等奖 1 项。项目研究成果已在邵阳市达力电源实业有限公司等企业推广应用，解决了发动机零部件、锂电装备制造中的关键问题，提升了产品质量，为邵阳地区动力系统制造企业的发展提供了理论及技术支撑，促进了工业聚集发展，提升了区域智能制造水平，取得了显著的经济效益和社会效益。