



## 陈远龙 CHEN Yuanlong


合肥工业大学机械制造工程系主任  
Director of Department of Mechanical Manufacturing Engineering, Hefei University of Technology  
特种加工研究所所长  
Head of Non-Traditional Machining Institute

工学博士、教授、博士生导师,中国机械工程学会特种加工分会常务理事、副秘书长、电化学加工技术委员会主任,全国特种加工机床标准化技术委员会委员,中国兵工学会特种加工专业委员会委员,江苏省数字化电化学加工重点建设实验室学术委员会委员。获省级科技进步奖2项、市级科技进步奖1项。主持和参加国家863、国家自然科学基金、总装备部、国防科工委、中国机械工业联合会(等)计划项目。发表学术论文100余篇,授权发明专利2项,软件著作权3项,主持制定国家及行业标准10项,主(参)编著作及教材9部。

# 专注与积淀, 自主造就高性能 电加工装备

Devotion and Accumulation Realized Independent Research and Development of Electromachining Equipment

本刊记者 海山

: 合肥工业大学特种加工研究所在航空发动机叶片的电解加工方面做了大量研究工作,并取得了很多成果,请为我们做简单介绍。


**陈远龙:** 合肥工业大学特种加工研究所成立于1976年,是国内最早开展特种加工技术研究的单位之一。长期从事特种加工工艺技术研

究和设备研发,也是国内电解加工(电化学加工)设备研制及工艺技术研发的最重要基地之一。专注从事电化学成形加工、精微制造、表面光

整处理等技术及装备研发 40 余年。


(1) 开展电化学加工机理研究, 如: 电流效率曲线、电极电位、极化曲线等对电化学溶解规律的研究, 电化学多场耦合机理研究等; (2) 开发研究多项电化学加工工艺技术, 如: 低浓度非线性复合电解液、脉冲电流、振动进给等先进技术, 电化学蚀刻、电解磨、电化学去毛刺、电化学机械复合镜面抛光等加工工艺; (3) 自主研发系列电化学加工成套装备系统, 并在航空、航天、核能等领域的大型骨干企业获成功应用, 典型用户有: 西安飞机国际航空制造股份有限公司、航空工业西安航空发动机(集团)有限公司、南京晨光集团有限责任公司、沈阳航天新光集团有限公司、西安航天发动机厂、首都航天机械公司、中国原子能科学研究院等。

作为全国特种加工机床标准化技术委员会委员单位, 主持制定了电解加工行业的 10 项国家标准及行业标准, 参与了近百项特种加工标准的制修订工作, 促进了我国电解加工乃至整个特种加工装备行业的规范发展。作为中国机械工程学会电化学加工技术委员会主任单位, 主导制定学科规划, 引领行业发展方向, 为电解加工机理研究、技术研发和产业应用做出重要贡献。

: 您带领团队自主研发的系列电化学加工成套装备已成功应用于航空制造领域, 替代了进口设备, 在成果转化的背后做了哪些工作?


**陈远龙:** 为了满足电化学反应体系的严苛要求, 电化学加工装备系统不是单体结构, 而是必须包括机床本体、整流电源、电解液系统 3 个主要实体以及相应的控制系统。各组成部分相对独立而且专业技术领域各异, 但同时又必须在统一的技术工艺要求下, 形成一个相互关联、相互制约、相互匹配的有机整体。正因为如此, 相对于传统切削机床, 电化学加工机床具有典型的特殊性、综合性

和复杂性。因此, 对于电化学加工装备的设计制造团队, 应拥有机械、电气和化学等多门学科交叉人才, 具备机理研究、工艺研发、装备和控制设计等方面综合能力, 方能保证研发出满足电化学加工过程需要的易操控、高效率、稳定可靠的高性能系统装备。合肥工业大学特种加工研究所正是依靠数十年的全方位积淀, 才将机理研究和工艺研发的成果融入装备和控制系统设计, 进而打造出应用于航空制造领域关键零部件批量生产的电化学加工装备, 并满足用户“交钥匙工程”的要求。

: 如何才能有效地利用电解加工技术解决航空发动机关键零部件技术难题, 未来该项技术会向着哪些方面发展?

**陈远龙:** 电化学加工为常温下发生的电化学反应过程, 因而特别适合航空、航天等领域中高表面完整性要求(不容许有残余应力、微裂纹和再铸层等)的关键零部件(如发动机叶片、整体叶轮等)的制造。从加工机理而言, 电化学加工是离子级别的加工, 与其他分子级别以上的特种加工相比, 更容易实现精密、微细甚至微纳加工, 能够精确地复制芯模形状及其细微结构。电化学加工技术已经逐渐从常规加工领域推进到精密加工领域, 电化学成形加工过程也将从自动化、数控化发展至信息化、智能化。近年来, 微细电解加工的最小加工尺度正在从微米尺度向纳米尺度发展, 目前已具备制造数十纳米尺度简单微结构的能力。电铸技术是航天、航空、兵器以及微型机械等领域重要的制造技术, 用于推力室外壁、反射镜、药型罩、MEMS 引信安全保险装置等关键零部件成形、复合材料构件成形用模具制造以及具有高强度、高延展性、低热膨胀等特殊功能材料的制备等。电化学复合加工在特种加工中所占的比例也越来越大。电化学加工将致力于创新工艺、高性

能机床、智能控制、绿色制造等方面开展深入研究探索, 努力攻克以下关键技术难关: 电化学加工过程多场耦合仿真优化、电化学加工间隙检测与控制、电化学加工过程智能化、电化学加工流场控制技术、双极性电化学加工技术; 超短脉冲电流电源技术、微加工间隙内物质的强化传输技术、微细电解加工过程智能控制技术、微细电极制备技术、绿色微细电解加工技术; 大壁厚零件的高效电铸及装备、电铸层壁厚均匀性的高精度控制、特定材料性能的准确调控; 高效低损耗脉冲电源技术、电化学复合加工机床的集成化、加工状态检测控制技术、多种加工效应能量作用匹配优化技术、电化学复合加工的绿色化。

: 请谈谈近年来将团队研究成果应用于军工企业过程中较深的感悟。

**陈远龙:** 国家严格规定装备科研生产单位的保密、安全生产和质量体系等资质要求, 并进行严格的资质审查和监督; 严格规定装备科研生产的进度、质量等要求, 必要时进行全程监管。装备研发单位及其归口管理部门, 也要加强技术保密意识和相应管理制度建设。

现行的机制壁垒一定程度制约了军工产业及其企业的发展, 比如, 在标准体系上, 目前我国就有 26000 多项国家标准、11000 多项国家军用标准, 军用标准涵盖范围过多、过细, 成为军民技术和军民产品互通共享的重要障碍。顶层统筹协调体制缺乏、政策法规和运行机制滞后、工作执行力度不够等问题也比较突出。

国防工业应进行跨领域、跨部门、跨区域的军民协同创新, 组织规划重大技术协同攻关, 加快攻克长期制约我国各领域发展的相关核心技术、关键技术, 以及关键零部件、原材料等技术难关, 加快提升国防工业和国家整体科技创新能力和水平。

(责编 大漠)