

A portrait of Yang Weimin, a middle-aged man with dark hair, wearing a grey suit jacket, a light blue and white striped shirt, and a dark tie with diagonal stripes. He is sitting at a desk, looking directly at the camera with a slight smile. He is holding an open book with both hands, and the pages are visible. The background is a dark wood paneling.

杨卫民

高分子材料先进制造专家

■ 杨卫民 Yang Weimin

长江学者特聘教授

Chang Jiang Scholar

北京化工大学机电工程学院教授、博士生导师

Professor and Doctor Advisor of Mechanical Electrical Engineering College  
of Beijing University of Chemical Technology

☞: 在您多年的研究成果中, 有哪些已经应用于航空航天领域? 请您介绍一下具体的应用情况。

**杨卫民:** 北京化工大学高分子材料先进制造创新团队, 主要研究方向是先进制造技术领域的聚合物成型加工原理及设备, 包括塑料精密注射成型、轮胎 CAE 与先进制造, 聚合物熔体微分静电纺丝等多项课题。有一些成果直接或间接地应用于航空航天领域, 如精密注射成型装备。

航空航天仪表、导航、通讯等电器元件等越来越多采用塑料取代传统的金属材料, 这类塑料零件必须满足极高尺寸公差、形位公差和表面粗糙度要求, 其加工制造除了需要精密模具以外, 还必须采用精密成型工艺技术和装备。研究团队经过对注射成型装备的核心技术进行攻关并取得突破, 采用液压动力按需输出和工艺参数优化控制的方法, 研制成功伺服节能注射成型装备, 使国产注塑机能耗降低 30% 以上; 还基于 PVT 在线测试与控制的发明专利技术, 使注塑制品的重复精度由 1.9‰ 提高到 0.37‰, 实现了节能、精密、高效和大规模产业化的目标。精密注射成型装备畅销全球包括美、德、日在内的几十个国家和地区, 销售收入超过百亿元, 使我国成为该类装备的出口大国, 彻底扭转了航空航天领域高端精密注射成型装备完全依赖进口的不利局面。

☞: 据了解, 目前您领导的实验室已成为世界著名的 CAE 软件公司美国 Moldflow 公司授权的“中国北京高级技术应用研究中心”, 请介绍一下该中心的研究情况。

**杨卫民:** 2008 年北京化工大学与美国 Moldflow 公司合作成立美国 Moldflow-北化华北技术推广中心, 成功建立起高校与企业的横向合作研究平台, 为 CAE 软件应用型人才培养和学校材料加工工程学科的发展发挥了重要作用。Moldflow 自 1976 年发行以来一直主导着塑料 CAE 软件市场, 为全

球塑料行业提供整体解决方案, 并于 2009 年与 Autodesk 公司强强联合。目前, 研究室已将 CAE 技术应用于整个高分子材料先进制造领域, 相关研究成果先后荣获中国 CAE 年会第四届、第五届、第七届优秀论文一等奖。研究室利用 CAE 模拟分析技术针对橡胶基复合材料成型加工的复杂非线性问题开展持续深入的研究, 研制成功国内外首创的巨型工程轮胎超宽幅胶片挤出成型装备, 2010 年至今在山东时风集团成功应用, 年创经济效益 22 亿元。

☞: 在数字化生产的发展进程中, 工业机器人扮演了不可或缺的角色。请您介绍一下软体机器人与传统机器人的区别, 及其未来的发展和应用前景。

**杨卫民:** 硬体机器人主要采用金属等硬体材料制造, 刚劲有余而柔韧不足。软体机器人则是由柔韧的聚合物高分子材料制成, 具有无限自由度和连续变形能力, 克服了传统机器人(包括超冗余度机器人)运动自由度低和尺寸无法变化等环境适应性差的性能缺陷, 在医疗检测、抢险救灾、间谍侦查等众多高精尖领域将具有广阔的应用前景。软体机器人的研究涉及机械、材料及其加工、电子、控制和工业设计等多领域的知识。目前软体机器人的研究热点为其致动机理, 为此, 基于我们研究团队多学科交叉的研究背景, 提出了一种软体机器人表皮聚合物材料弹性变形与电磁力耦合致动的新型致动方式。目前, 我们正在利用这种致动方式建立一款以蚕体为原型的软体机器人。由于电磁铁的能耗效率高, 可将机器人的控制电路和电源置于体内, 由此实现软体

机器人控制的“无尾化”, 相关结构设计和制造方法已申请多项发明专利。

☞: 您认为, 航空航天领域的高分子材料先进制造技术有何发展趋势?

**杨卫民:** 航空航天领域所需的高分子及其复合材料模塑成型制品轻量化、高精度、高可靠等, 应当是今后的发展趋势。根据高分子材料模塑成型精度控制的科学基础, 基于材料 PVT 特性对制品精度实施在线诊断

**杨卫民:** 教授、博士生导师, 工学博士, 主要研究方向为机械工程与先进制造领域的“聚合物成型加工原理及设备”。先后入选 1999 年北京市“新星计划”, 2005 年教育部“新世纪优秀人才支持计划”, 2011 年教育部“新长江学者奖励计划”首批特聘教授。近 5 年, 主持国家自然科学基金和科技支撑计划重点项目等 30 余项并取得多项创新成果。获得国家科技进步二等奖 2 项, 省部级奖 6 项, 申请发明专利 158 项(已授权 72 项), PCT 国际专利 6 项, 发表论文 180 余篇, 被 EI 收录 52 篇, SCI 收录 25 篇, 著作 8 本, 译著 3 本, 国内外学术会议邀请报告 20 余次, 获“全国化工优秀科技工作者”等称号。



与自愈调控将成为未来精密注射成型装备智

能化的发展方向。为应对航空航天领域对于高分子制品尺度微小化的迫切需求, 提出了高分子材料加工成型与先进制造的“微积分”新思想。其基本原理是: 利用行星齿轮微分泵等手段对高分子熔体进行微尺度分割和微单元叠加, 以高精度、高效率、低成本地制造微型精密制品或制备纳米微结构的复合材料。其中, 熔体微分注射成型方法与装备、熔体微分静电纺丝方法与装备、熔体模内微积分叠层纳米复合材料制备方法与装备等原理样机均已研制成功。这些研究成果将为航空航天事业的发展提供更多成型装备技术支持。

(采访 夏宛 责编 深蓝)