

单德彬

塑性成形技术专家

■ 单德彬 Shan Debin

长江学者特聘教授

Chang Jiang Scholar

哈尔滨工业大学材料科学与工程学院教授、博士生导师

Professor and Doctor Advisor of School of Materials Science and Engineering,
Harbin Institute of Technology

☞：您如何看待塑性成形技术发展中所面临的“开发难成形材料的新工艺与实现大型有限元模拟软件的国产化”难题？

单德彬：塑性成形技术是先进制造领域的重要发展方向，其设备能力和技术水平已经成为衡量一个国家工业发展和国防建设的主要指标之一。近年来，我国塑性成形装备与技术的发展十分迅速，一批具有重大影响先进塑性成形设备研制成功。但是，如何充分发挥这些重大装备的能力，开发塑性成形新技术、新工艺成为亟待解决的难题。

(1) 我国航空航天、舰船和兵器等国防工业发展迅速，要求各种关键受力构件具有高性能、轻量化和高可靠性，为此在新型飞机、导弹和舰船上大量采用钛合金、铝合金、镁合金和高温合金等难变形材料以及大型、整体、复杂和轻量化结构，这给塑性成形技术带来很大的挑战。目前面临的主要问题是改善难变形材料的成形能力以及如何实现多场耦合作用下复杂形状构件的精确控形、控构和控性，迫切需要加快塑性成形理论、技术和工艺的自主创新。

(2) 材料和结构的需求牵引推动塑性成形技术的不断进步和发展。此外，大型模锻压力机、板材热成形机和内高压成形机等先进设备的研制成功也为难变形材料成形新工艺的提出和研究奠定了很好的基础。

(3) 有限元仿真和优化技术是开展难变形材料复杂形状构件塑性成形技术研究的重要手段，对于提高构件成形质量、缩短开发周期和降低成本具有重要意义。我国学者在塑性有限元理论和建模方面做了大量研究工作，推出了一些具有自主知识产权的软件，但是模拟精度、算法优化和商业推广等有待进一步提高。同时，国内缺少大型专业软件公司和对软件知识产权的有效保护也是制约大型有限元模拟软件国产化的瓶颈问题。

☞：随着微/纳米科学与技术不断发展，微机电系统(MEMS)的提出和技术上的实现为塑性微成形技术的发展提供了空间，您认为目前塑性微成形技术应用面临的挑战有哪些？其未来的发展方向是什么？

单德彬：塑性微成形技术继承了传统塑性成形的优点，具有成形效率高、成本低、工艺简单以及成形零件性能好和精度高等特点，已经成为21世纪塑性加工领域的一个重要发展方向。近年来，微成形技术的加工尺度范围不断延伸，特别是随着尺度更小的新型微/纳机电系统的不断涌现，微结构和微型构件的尺寸从微米尺度延伸到纳米尺度，这给建立在介观尺度范围的塑性微成形技术带来挑战和机遇。

(1) 介观尺度微成形的尺度效应是一个非常复杂问题，已经成为影响塑性微成形工艺的一个重要因素。

(2) 微型构件尺度不断减小，其最小特征尺寸在亚毫米数量级，而微结构的最小特征尺寸和加工精度要求在亚微米或纳米数量级，使得单纯依靠模具施加载荷(力场)的微成形方法难以进行，尺度极限成为微成形技术的一个重要挑战，需要发展塑性微成形新原理、新方法和新工艺。此外，当构件的特征尺寸非常微小时，传统的检测方法和仪器设备已经无法对坯料的成形性能和构件的质量进行检测和表征，这方面的研究工作涉及到测量学、机械学、力学和物理学等多学科，是微成形技术应用中面临的一个难题。

(3) 微成形技术受到国内外学者和相关企业的高度重视，德国、美国、英国和日本等国家制订了各种研究

计划，投入大量人力和财力，开展相关基础理论和关键技术研究。其未来发展方向主要有：(1) 开展介观尺度下非连续、非均质材料塑性变形物理本质及其对微成形尺度效应影响机制的研究，建立介观尺度下塑性微成形理论和工艺设计规范；(2) 将电场、电磁场和超声波等特种能场作用于微型坯料，利用特种能场与材料相互作用的新效应，突破微成形尺度极

单德彬：哈尔滨工业大学材料科学与工程学院教授、博士生导师，长江学者特聘教授，国家“百千万人才工程”入选者，兼任全国塑性工程学会理事，黑龙江省机械工程学会理事兼锻压专业委员会主任。

长期从事精密塑性成形理论与技术研究，作为课题负责人先后完成国家自然科学基金、国家“863”项目、国防基础科研、国家纳米重大研究计划和欧盟框架项目30余项；获国家技术发明奖二等奖1项、国家科学技术进步奖二等奖1项和省部级科技奖4项；发表200余篇学术论文，SCI收录149篇，主编和参编中文专著7部、英文专著2部。



限和扩大可加工材料的范围，实现跨尺度、多材料和可控的微成形；(3) 材料微成形性能和微型构件质量的检测和表征。

☞：您所带领的团队获得了多项专利，近年来更是硕果累累，捷报频传，怎样才能做到这样不断创新，超越自我？

单德彬：创新是一个团队科研活力的重要表现，同时，也是团队未来发展的不竭动力。在团队内部我们努力形成轻松自由的科研氛围，鼓励年轻人不囿于已有的理论和方法，勇于探索、敢为人先，同时也要做一个脚踏实地、勤于钻研、耐得住寂寞的人，通过不断的理论探索和大量试验来实现和验证新发现、新观点和新方法。(采访 春早 责编 叶枫)