

# 机械科技近期发展趋势

雷源忠 陈栋豪 黄志建

(国家自然科学基金委员会材料与工程科学部)

**摘要** 机械科技是现代科学技术和工业发展的重要基础。一方面,现代科学技术的发展对机械科技不断地提出新课题;另一方面,机械科技本身的发展也必须依赖于其它科技的进步。与计算机和信息技术相联系的自动化、智能化,与其它学科相联系的综合交叉以及系统化、集成化是机械科技发展的三个明显特征。智能机器人、微型机械、计算机集成制造系统和智能制造系统是这些特征的最新体现。

## 一、发展机械科技的重要意义

机械科技(Mechanical Engineering Science and Mechanical Engineering Technology)是研究机械系统(或产品)性能、设计、制造的基础理论和技术的科学。它包括机构学、传动机械学、机械振动学、机械结构强度学、摩擦学、设计理论与方法、机械热加工、机械冷加工、特种加工、测试理论与技术以及计算机辅助制造系统等。

机构科技在人类文明史上一直有重要的作用,近代史上每一次工业革命都是以机械科技的发展为基础的。现代科技中许多新领域的发展也都依赖于机械科技的发展,例如计算机技术中硬盘和硅片的超精加工技术、航空航天技术中精密及自动化机械仪器和装备、深海探测作业的水下机器人、低噪声潜艇中高质量大型螺旋桨、微细工程、特殊环境工程、卫星通讯等高新技术领域都对机械科技提出了许多新课题。

随着新技术革命的发展,机械科技本身也在不断进步,尤其是计算机和电子技术的迅速发展及其在机械中的应用,使机械科技发生了极为广泛与深刻的变化。现在机械科技几乎处处离不开计算机和电子技术。计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、CAD/CAM一体化、计算机辅助测试(CAT)与分析(CAA)、计算机数值模拟与图形仿真、计算机在线监控与故障诊断技术等等,在一定意义上可以说,计算机开创了机械科技的新时代。信息传感技术、系统控制理论与技术、企业经营管理技术、生物技术等与机械科技相结合,产生了以机器人和计算机集成制造系统为代表的全新的机械系统。

此外,传统产业迫切需要机械科技来改造,以适应今日现代化生产的要求。国民经济各行业要求机械科技及其企业提供自动、高效、节能、耐用、安全可靠的各类机械和装备仪器。据统计,机械工业产值约占工业总产值的四分之一,在国民经济中起着举足轻重的作用。

## 二、我国机械科技发展的现状和差距

近年来,我国机械科技有了长足的进步,有不少领域,特别是基础理论的研究和技术方面

已经跨入国际先进水平的行列。例如: 空间机构运动分析、机构弹性动力学和多刚体系统动力学、机械结构强度数值分析方法、模态分析理论、振动信号处理与分析、弹性流体动力润滑理论、常用优化方法程序、齿轮啮合原理、并联机器人的运动学和动力学、切削颤振非线性理论等研究都已达到世界先进水平; 在机械制造工艺和技术方面, 例如超精车床、电化学齿轮修形、激光波长基准装置、三坐标测量仪、高温塑性成形过程模拟技术、新型 MIG 焊接电弧控制法等也已经迈入国际先进行列。

但是必须清醒地认识到, 我国机械科技只在局部领域或这些领域的某些方面是先进的。从总体看, 与发达国家相比仍然存在较大差距, 主要表现在: 第 1, 理论研究成果水平较高, 但试验手段较差, 基础数据积累不足, 工艺落后, 许多关键设备和技术不得不依赖进口, 如大规模集成电路, 计算机硬盘, 重要的测试、分析和试验的仪器设备, 许多产品的自动化生产线, 数控机床和加工中心, 大型成套机械设备, 各类高级车辆, 录相机等。第 2, 新技术新工艺的应用开发能力差, 许多机械科技成果未能转化为生产力。第 3, 由于我国自己的数据库不健全, 某些要求有大量数据为后盾的理论研究无法进行, 使有限元结构分析程序的前后处理、可靠性设计、智能设计、设计方法学、摩擦学设计及应用、数控技术、基础工艺、超精加工技术、模具技术、微型机械等研究方面仍存在不小差距。

### 三、机械科技的发展特征及发展趋势

近年来机械科技发展有几个明显特征。其一, 机械科技研究的新进展几乎都与计算机技术难以分开; 其二, 机械科技的新发展具有多学科交叉的特点。例如, 重大项目“机械制造若干关键技术基础”中的电流变技术项目, 就是机械学、化学、电学、计算机控制等多学科的交叉。数控技术基础项目则是计算机、微电子、自动控制 and 机械等多门学科的交叉。其三, 机械科技新发展都带有智能化、集成化和系统化特征。例如, 机械系统性能完整性及优化设计就是要研究机械系统的机构学、动力学、运动学、强度学、摩擦学等; 计算机集成制造系统就是包括计算机辅助设计(CAD), 计算机辅助工艺过程设计(CAPP), 计算机辅助制造(CAM)和生产管理系统控制在内的生产过程的知识集成、信息集成、过程集成和系统集成, 它是机械科技发展最前沿的代表。

受多学科交叉和先进科学技术的影响和推动, 90 年代的机械科技在以下几个方面将有获得迅速发展的趋势。

1. 微型机械的研究和发展将产生与传统的机械观念相差甚远的新概念和新技术, 其意义也许仅次于大规模集成电路的出现。微型机械在未来的十年里有获得迅速发展的趋势。最近几年, 发达的欧美国家正在投资研究和开发微型机械, 我国也已有少数单位开始进行研究。微型机械是微电子技术 with 机械技术的结合, 它的零部件以至系统的结构和功能类似于普通机械, 如微型手术刀、微型锯、微型齿轮、微型轴、微型泵和阀、微型传感器、微型机器人等。其特点是: (1) 尺寸非常小, 如轴的直径可以小至几微米, 整体机械在数毫米之内; (2) 大都选用半导体硅为基质材料; (3) 制造加工方法一般要采用三维蚀刻等微细加工方法; (4) 微型机械不仅仅是传统机械的微型化, 且是微电子学、自动控制、光学、流体力学、声学、磁学、计算机科学的结合和集成, 是一种完全新概念的机械。美、日、德等国从 80 年代末开始投资研究并已取得明显进展。美国贝尔实验室已试制出直径仅  $650\mu\text{m}$  的小汽轮机, 转速达 2.4 万转/分, 可用于血管

内的精细手术。1988年美国加州大学伯克利分校研制出微型静电电机,其转子直径为 $60\mu\text{m}$ 。日本通产省已将医疗、产业用微型机械开发列入1991年开始的十年规划中。

微型机械的发展趋势是将微执行器、驱动器、传感器、控制器、电源等集成在微小硅片上,形成完备的微型机械电子系统。微型智能机器人可进行微小空间的高精度作业和控制,可广泛用于工业、农业、医学、生物、航天、军事等领域。

2. 智能制造系统将是继柔性制造系统(FMS)、集成制造系统(CIMS)之后的新型制造系统。日、美、西欧从1990年开始执行智能制造系统(IMS)研究的十年规划,投资数十亿美元。IMS系统在制造的全过程贯穿着知识活动并使其与智能机器融合,以柔性方式将全部生产过程(从定货、设计、生产到市场)集成起来,从而提高生产效率。计算机集成制造系统(CIMS)的范围只局限于生产工厂,而IMS的范围已扩大到生产过程之外的其它业务领域,包括市场调查研究,生产决策,生产计划,产品设计,工艺设计,生产过程的管理、调度和控制,原材料选购、运输、存贮,产品的加工制造、装配、检验、包装、库存和经营销售,甚至包括广告宣传、公共关系等。IMS通过国际计算机网络通讯系统对上述过程进行知识集成、信息集成、过程集成和系统集成。日本除了高校和研究所外,不少公司也都投资参与研究,他们相信智能制造系统将会节省人力,为公司带来可观效益。

3. 新技术、新理论与传统的机械科学(传动学、机构学、设计方法学、摩擦学等)相结合,在90年代将继续得到发展。如:电流变技术(Electro-Rheological Technic)是80年代兴起的一项非常有前景的新技术,它将在流体传动与控制领域例如离合器、制动器、减振器、机器人关节、密封技术等方面得到应用;机构学与计算机、微电子以及电、磁、气、液驱动结合将产生新机构和仿生机械;智能机器人等都将会有新进展。

除此以外,90年代,在基础工艺,少、无切削,精密成形技术、成形工艺质量控制;新材料、难加工材料的成形与加工技术和方法;非接触、在线及自动测量;传统工艺的创新和传统产业的改造研究等方面也给予重视和支持。

根据上述发展趋势,我们认为,我国对本学科前沿的基础研究要适度超前,但要注意学术思想、理论或方法的创新;对国外高技术要积极跟踪,目前在加强智能机器人和计算机集成制造系统研究的同时应适度支持智能制造和微型机械的研究;在研究学科前沿和高技术的同时,要注意加强基础技术、基础工艺和基础数据的研究,而这些方面却往往容易被人们所忽视或轻视;还应注意推进新技术向生产和市场的转化,结合生产和市场需要选择研究课题。只有这样,我国的机械科技才能在理论、技术、产品方面不断缩小与发达国家间的差距,使机械科技全面兴盛起来。

## DEVELOPMENT TREND OF MECHANICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY IN RECENT YEARS

Lei Yuanzhong Chen Donghao Huang Zhijian

(Dept. Materials and Engineering Sciences, NSFC)

### Abstract

Science and Technology of Mechanical Engineering (STME) is a important base of current

science and technology and industry. On the one hand, novel research subjects are brought up continuously in the developments of current science and technology. and on the other, the advance of STME must rely on the progress of science and technology of other disciplines. Automation and intelligence in connection with computer and sensor technique, intersection and synthesis in connection with other disciplines and systematization and integration are of the three characteristic of STME. Intelligent robot, micro machinery, computer integrated manufacturing system and intelligent manufacturing system are their new representatives.

\*\*\*\*\*

· 资料信息 ·

## 我国第一部科学基金百科全书

### ——《中国科学基金年鉴》问世

由科学基金研究会主编、科学出版社出版的我国第一部《中国科学基金年鉴》(1990 年版)与大家见面了。这是献给我国科学基金制十周年的一份礼物。

《年鉴》记录了我国科学基金制的诞生、发展以及所走过的历史足迹,收录了有关我国科学基金制宝贵的历史性文献资料,是一部我国科学基金制的史书!

《年鉴》主要内容包括:党和国家有关科学基金制的决策,领导同志的讲话和批示,科学家论科学基金制,科学基金制的研究、探索及经验总结;国家、行业和部门、地方、基层和民间等不同层次、不同类型科学、技术基金(会)的创建、宗旨、经费、机构、资助范围和对象、项目受理、评审方式及成立以来的工作情况;部分基金会的章程、管理办法及申请书和项目进展报告等格式;科学基金(会)名录;科学基金制大事记;部分科学基金资助项目成果名录;以及附有国内外重要科技指标。资料全面、翔实、系统、准确,集中国科学基金之大成,是一部中国科学基金的百科全书!

《年鉴》(1990 年版)收录了直到 1989 年底以前我国实施科学基金制以来的全部情况,1992 年版《年鉴》将于 1993 年出版,以后每 1 至 2 年出一本,因而它将成为我国科学基金发展的历史见证,是从事科学基金管理工作和理论、方法、政策研究人员及有关领导干部、广大科技人员不可缺少的工具书、参考书!

《年鉴》由科学基金研究会组织全国科学基金理论和政策研究、科学基金管理专家、学者撰写,并得到有关领导、国家自然科学基金委员会和其他科技基金组织的大力支持,经一年多时间而完成的,因而这是一部具权威性的著作!

国务委员、国家科委主任宋健同志、全国科协主席朱光亚同志和国家自然科学基金委员会主任张存浩同志为本书题词,中国农工民主党主席、全国政协副主席卢嘉锡同志为本书题写了书名。

(商玉生 供稿)