

21世纪先进制造技术发展趋势的探讨

阎树田，杨利玲，沙成梅，田波
(兰州理工大学 机电工程学院，甘肃 兰州 730050)

摘要：阐述了先进制造技术的基本概念、定义和作用，分析了先进制造技术的特点和国内外的发展现状，详细论述了21世纪先进制造技术的发展趋势。

关键词：先进制造技术；发展现状；发展趋势；制造业

中图分类号：TH16 文献标识码：A 文章编号：1002-6673 (2004) 06-061-03

0 引言

先进制造技术这一概念自20世纪80年代提出以来，世界各国尤其是工业发达国家都十分注重它的基础理论和应用研究，出现了研究与应用先进制造技术的浪潮。并已形成了这样一个基本定义：先进制造技术是在传统制造技术的基础上，不断吸收现代科学技术在机械、电子、信息、材料、计算机、控制、能源、加工工艺、自动化及现代管理等领域的高新技术成果，并将其优化集成综合应用于产品的开发设计、制造、检测、销售、使用、管理和服务的全过程。以实现优质、高效、低耗、清洁、精益、敏捷、灵活的生产，取得最大经济效益和社会效益的制造技术的总称^[1-3]。

先进制造技术是一个多学科的综合体系，其概念已远远超越了传统制造技术和企业及车间，甚至国家间的界限。它包括了从市场需求、产品开发、创新设计、工艺技术、生产过程的组织与监控、销售服务、市场信息反馈等在内的贯穿整个产品全寿命周期的系统工程。先进制造技术已成为当代国际间科技竞争的重点，它的技术的高低在很大程度上反映了一个国家工业的发展水平。

1 先进制造技术的特点

1.1 先进制造技术是面向未来的技术

先进制造技术是制造技术的最新发展阶段，同时也是在传统制造技术的基础上发展起来的，因此它既保持了传统制造技术中的精华，又不断吸收了各种高新技术成果，并使它渗透到产品生产的所有领域和全过程。先

进制造技术与现代高新技术相结合而产生了一个完整的技术体系，它具有不断提高，不断发展的技术特点，是面向未来的技术。

1.2 先进制造技术是面向全球竞争的技术

20世纪80年代以来，市场和经济的全球化程度有了飞速的发展，各个国家都在通过经济和科技等手段拼命争夺世界市场。随着全球化市场的形成，使得这种市场竞争变得越来越激烈。先进制造技术正是在不断适应这种激烈的市场竞争中产生的，因而它也就毫无疑问地成为提升一个国家制造业的全球市场竞争力的先进技术。

1.3 先进制造技术是面向产品全寿命周期的技术

先进制造技术并不仅仅局限于制造过程本身，它涉及到产品从市场需求、设计开发、工艺技术、生产准备、加工制造、售后服务等产品的全寿命周期的所有领域和环节，并将它们结合成为一个有机的整体。先进制造技术应用的目标是为了全面提高一个企业的市场竞争力和综合实力，其最终目的是要提高一个国家制造业的整体技术水平和综合经济实力。

1.4 先进制造技术是面向多学科集成的技术

先进制造技术特别强调各学科之间的相互交叉和渗透，强调不同技术领域之间的相互融合和集成。它将计算机技术、信息技术、自动化技术、新材料技术、现代加工工艺技术、现代管理技术等全面的应用于产品生产的全过程中，并把它们有机的集成为一个高效的，相互间紧密联系的系统工程。

2 先进制造技术的发展现状

近年来，我国的制造业在采用先进制造技术方面取得了长足的进步，但是必须看到与工业发达国家相比，我们还存在很大的差距。

(1) 设计方面：工业发达国家不断更新设计数据和准则，大量采用新的设计理论和设计方法，广泛使用计

收稿日期：2004-09-30

作者简介：阎树田，男，教授。主要从事机械制造及机电一体化方向的应用研究。Email: yanshut@x263.net

算机辅助设计技术 (CAD/CAPP/CAM), 虚拟设计技术和计算机动态仿真技术也正在逐渐被大量使用, 这些都极大地提高了设计质量和设计效率。我国的大部分企业在这方面还处于起步阶段^[4-5]。

(2) 制造工艺方面: 工业发达国家已大量采用高精密加工技术, 微细加工技术, 激光加工技术, 电磁加工技术, 快速成形加工技术, 复合加工技术等新型加工工艺和加工方法。新材料、新刀具也大量涌现。我国的大部分企业目前制造工艺还比较落后, 新工艺新方法普及率不高^[6]。

(3) 自动化技术方面: 工业发达国家已普遍使用数控机床, 加工中心, 柔性制造单元, 柔性制造系统等高度自动化、数字化的加工设备, 在很大程度上实现了柔性自动化, 控制智能化和制造网络化。我国的大部分企业目前设备的数控化比例不高, 自动化水平还比较低。

(4) 生产组织管理方面: 工业发达国家广泛采用计算机管理, 非常重视组织和管理体制、生产模式的更新发展, 提出了诸如: 准时生产 (JIT), 敏捷制造 (AM), 精益生产 (LP), 并行工程 (CE) 等先进的管理思想和管理技术, 极大地改善了企业的管理和提高了企业的经济效益。我国的大多数企业还没有采用计算机管理技术, 仍然处于经验管理阶段^[7]。

3 先进制造技术的发展趋势

纵观 21 世纪制造技术的发展趋势, 可以用以下十一个方面来概括:

(1) 精密化: 现代高新技术产品对加工制造精度提出了越来越高的要求, 据有关资料统计, 目前世界上的超精密加工精度已经达到 $0.01\mu\text{m}$, 表面粗糙度 Ra 值达到 $0.05\mu\text{m}$ 。可以预计在不远的将来, 加工精度将达到 $0.001\mu\text{m}$, 即纳米加工精度水平^[8]。精密和超精密加工技术的发展和推广必将带动和促进精密检测技术的不断提高, 这将极大地提高产品的质量和性能以及整个制造业的技术水平。

(2) 高速化: 随着新型刀具材料的不断问世和轴承、润滑、电力驱动等科学技术的快速进步, 切削速度和主轴转速得到了极大的提高。据有关资料统计, 目前加工中心的切削速度普遍达到 300m/min , 主轴转速达到 1 万转/分, 有的甚至达到切削速度 1000m/min , 主轴转速 10 万 r/min 。这就大大地提高了生产效率, 降低了生产成本, 提高了产品的竞争力。

(3) 柔性化: 市场竞争的结果, 必将是对产品的要求越来越多样化和个性化, 生产企业的生产模式也必然是小批量多品种。这就要求加工制造技术必须具有高度的柔性, 这样才能不断适应市场对产品的多样化要求,

企业才能在激烈的市场竞争中立于不败之地。

(4) 集成化: 它是以计算机技术为基础, 综合运用现代管理技术、制造技术、信息技术、自动化技术、系统工程技术等。将企业全部生产活动中的信息流与物质流有机集成, 并实现最优化。它特别强调信息的集成和信息的共享, 通过网络数据库使企业的所有生产活动紧密地联系在一起。充分发挥技术、管理和人的作用, 全面提高企业的整体管理水平、产品质量和经济效益。

(5) 智能化: 是未来制造技术的发展方向, 它是将人工智能融入到生产过程的各个环节中去。通过模拟人类专家的智能活动, 取代生产系统中的部分脑力劳动。在生产过程中, 系统能根据生产实际进行推理, 并做出合理判断, 自动调整其参数, 使生产活动达到最佳状态。智能化是自动化的高级阶段, 是柔性化和集成化的延伸和发展。

(6) 标准化: 随着制造技术的不断发展, 制造标准化问题越来越显得重要。标准化促进生产企业之间的技术交流和合作, 促进产品、设备之间的相互配套和兼容。更为重要的是, 一些标准确定了制造技术进一步发展的方向。例如, 已经颁布实施的 ISO9000 系列国际质量标准和 ISO14000 国际环保标准就充分体现了上述的思想。

(7) 网络化: 网络通讯技术的迅速发展和普及, 给企业的生产和经营活动带来了革命性的变革。市场开发, 产品设计, 物料选择, 零件加工, 产品销售等生产活动都可以异地和跨国界进行。这就极大的加快了技术信息的交流, 加强了企业之间产品开发的生产合作, 促进了企业之间的优化和重组, 大大缩短了产品的生产周期, 提高了产品的市场竞争力。

(8) 虚拟化: 是指设计过程中的拟实技术和制造过程中的虚拟技术, 它可以大大加快产品的开发速度和减少开发的风险。产品设计中的拟实技术是面向产品的结构和性能, 以优化产品性能和降低成本为目标, 包括产品的动力学分析, 运动仿真, 造型设计, 强度和刚度的有限元计算等等。制造过程中的虚拟技术是面向产品生产过程的模拟, 检验产品的可加工性和加工工艺的合理性, 并进行生产过程计划、组织管理、车间调度等活动的建模和仿真。虚拟化的核心是计算机仿真, 通过仿真来模拟真实系统, 及早发现产品设计开发制造过程中的缺陷, 以保证产品设计开发制造的合理性, 并尽可能使其达到最佳。

(9) 全球化: 目前世界经济已经步入了全球化经济的时代, 一方面国际和国内市场竟争越来越激烈, 另一方面国内外企业间的合作也在不断加强, 这就形成了企业之间既合作又竞争的局面。上述两方面原因的相互作

用，已成为全球化制造业发展的强大动力。制造业和制造技术的全球化，是21世纪最重要的发展趋势之一。

(10) 绿色化：随着人类社会的进步和发展，可持续发展和环境保护问题越来越引起人们的高度重视。绿色制造是通过绿色生产过程（包括：绿色设计、绿色材料、绿色设备、绿色工艺、绿色包装、绿色管理等）生产出绿色产品，产品使用完以后再经过绿色处理后加以回收利用。绿色制造是人类社会可持续发展战略在现代制造业上的充分体现，它必将成为现代制造技术中不可缺少的组成部分。

4 结论

当前，全球经济正处于一个根本性的变革时期，人类社会正在由工业经济时代步入了知识经济时代。在以高新技术为主要产业支柱，以智力资源为主要依托的知识经济条件下，高科技的知识经济促使制造业发生了革命性的变化。先进制造技术正是为了适应这一时代的要求，在不断吸收高新技术的最新成果，对传统制造技术

进行更新改造中逐渐形成的一个技术体系。它是一个不断发展，不断更新的技术体系，是决定一个国家制造业发展水平的关键。因此，研究和探讨它的内涵、特点和发展趋势就显得尤为重要。

参考文献：

- [1] 汪应洛.先进制造生产模式与管理研究[J].中国机械工程,1997,2.
- [2] 唐立新.先进制造技术系统讲座[J].机械与电子,1997,12.
- [3] 顾新建.面向21世纪制造系统模式的比较研究[J].1997,7.
- [4] 王彪.先进机械制造技术的发展现状[J].科技情报开发与经济,1998,2.
- [5] 盛晓敏.先进制造技术[M].机械工业出版社,2000.
- [6] 刘晓波.机械制造技术新发展在我国的研发和应用[J].机械设计与制造工程,2001,4.
- [7] 武永利.机械制造技术新发展在我国的研究和应用[J].机械制造与自动化,2003,1.
- [8] 王世敬.现代制造技术及其发展趋势[J].石油机械,2002,11.

Research Into Developing Trend Of Advanced Manufacturing Technology In The 21th Century

YAN Shu-Tian, YANG Li-Ling, SHA Cheng-Mei, TIAN Bo

(College of Mechano-Electronic Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou Gansu 730050, China)

Abstract: Basic concept, definition and action of advanced manufacuring technology are discussed. Feature, developing situation and developing trend of advanced manufacuring technology are researched.

Key words: advanced manufacuring technology; developing situation; developing trend; manufacuring industry

欢迎订阅《金属热处理》杂志月刊

《金属热处理》杂志是中国热处理行业会刊，1958年创刊，1979年公开发行。本刊由北京机电研究所、中国热处理学会、中国热处理行业协会合办，拥有资深编委、高级顾问60余名，其中两院院士12名（含外籍院士），180多名通讯员遍布全国各省市，精英荟萃，已发表论文5000余篇，500余家中外客户刊登广告。长期入选CA、MA、Ei、AJ、日速报等期刊检索系统，荣获全国优秀科技期刊一等奖、二等奖，3次评为机械、冶金工业核心期刊，2001年荣获中国期刊方阵双奖期刊。

《金属热处理》杂志，国内统一刊号：CN11-1860/TG，国际刊号：ISSN 0254-6051，CODEN：JRECDB，刊名商标注册号：第309308号。广告经营许可证：京海工商广字第0012号，邮发代号：2-827（国内）0687-MO（国外）。大16开，150页，2004年每册7.00元，年订价84元（国内）和90美元（国外）。

地址：北京市海淀区学清路18号《金属热处理》编辑部 邮编：100083

电话：010-62935465，82415083 传真：010-62935465 联系人：周莉

E-mail: jsrcl@vip.sina.com http://jsrc.chinajournal.net.cn

《金属热处理》杂志坚持理论联系实际，普及与提高并重，促进行业技术进步，努力为提高机电产品质量和企业的经济效益服务，同时注重国际交流，信息量大，精品意识强，广告宣传效果好。

欢迎订阅，欢迎赐稿，欢迎刊登广告，欢迎技术咨询！