

先进机械制造技术模式初探

刘 巍

(南京师范大学 电气与自动化工程学院, 江苏 南京 210042)

[摘要] 先进制造技术是一个多学科体系,随着全球经济一体化和市场需求多元化的牵引以及信息技术和人工智能技术的推动,目前的生产模式已发生了重大改变.在阐述了先进机械制造技术的起源、内涵和特征后,又探讨了先进机械制造技术的几种典型模式,包括并行工程模式、精益生产模式、虚拟制造模式、敏捷制造模式和绿色制造模式.在此基础上,进一步展望了先进机械制造技术模式的发展前景,提出了以精密工程技术、微型系统制造技术和可持续发展制造技术为各自核心的 3 个发展方向.

[关键词] 先进机械制造技术,典型模式,模式分析,发展方向

[中图分类号] TH16 [文献标识码] A [文章编号] 1672-1292-(2005)01-0065-03

Initial Exploration of Mode of Advanced Mechanical Manufacturing Technology

LU Wei

(School of Electrical and Automation Engineering, Nanjing Normal University, Jiangsu Nanjing 210042, China)

Abstract With the drawing of the integration of the global economy and the multiplicity of market inquiry, and the driving of information technology and artificial manufacturing technology, the advanced manufacturing technology modes, as a multidisciplinary system, have taken place an important change recently. Having illustrated the origin, connotation and character of the advanced manufacturing technology, the paper discusses carefully such typical modes as concurrent engineering, lean production, virtual manufacturing, agile manufacturing and green manufacturing. Based on it, the paper prospects the several fields for priority development in advanced manufacturing technology, and suggests three developing directions with precision manufacture, miniature system manufacture and sustainability manufacture as its own core.

Key words advanced manufacturing technology, typical mode, mode analysis, development trend

0 引言

制造业是国家经济发展的基础和支柱,制造技术是制造业赖以发展的支撑,是发展竞争优势的有力武器. 21 世纪是以知识经济和信息社会为特征的时代,制造业正面临着知识、信息、环境和资源的严重挑战.因此,制造业必须使用新技术、新材料和新工艺来满足不断变化的市场需求.

受全球经济一体化和市场需求多元化的牵引以及信息技术和人工智能技术的推动,机械制造生产模式发生了重大的改变.其主要体现在:从按功能划分的固定组织形式向动态、自主管理的小组组

织形式转变;从质量第一的竞争策略向快速响应市场的竞争策略转变;从以技术为中心向以人为中心转变;从传统的顺序工作方式向并行工作方式转变;从金字塔式的多层次生产管理结构向扁平的网络结构转变.

柔性制造、模块化制造、智能制造、敏捷制造、精益生产、大规模定制等先进的制造模式正是这种转变过程的产物.

先进制造技术一词出现于 20 世纪 80 年代末,在 1994 年美国政府就已批准将先进制造技术列为当今唯一重点支持的科学领域.先进制造技术(Advanced Manufacturing Technology, AMT)作为一

收稿日期: 2004-03-02

作者简介: 刘 巍(1973-),女,博士研究生,讲师,主要从事机械制造及其自动化的教学与研究. E-mail: liuweil@njnu.edu.cn

个专有名词至今还没有一个明确的、一致公认的定义. 通过对其内涵和特征的研究, 目前共同的认是: 先进制造技术是传统制造技术不断吸收机械、电子、信息、材料、能源和现代管理等方面的结果, 并将其综合应用于产品设计、制造、监测、管理、销售、使用和服务的制造全过程, 以实现优质、高效、低耗、清洁和灵活的生产, 且取得理想技术经济效益的制造技术的总称.

先进制造技术是一个多学科体系, 其概念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, 包容了从市场需求、环境需求、创新设计、工艺技术到生产过程的组织与监控、市场信息的反馈在内的工程系统.

1 模式分析

世界各发达国家都在进行现代制造技术的研究与探索, 从管理体制、经营理念、实际方法、方案评价、制造手段等方面总结经验, 探索新思路, 先后提出了各种先进制造模式. 其中主要有以下几种:

1.1 并行工程 (Concurrent Engineering CE)

并行工程是集成地、并行地设计产品及其相关过程 (包括制造过程和支持过程) 的系统方法. 它要求产品开发人员在一开始就考虑产品整个生命周期中从概念形成到产品报废的所有因素, 包括质量、成本、进度计划和用户要求.

因为并行工程是在 CAD、CAM、CAPP 等技术的支持下, 并且吸收了当前正迅速发展的计算机技术和网络技术的优秀成果, 所以并行工程是先进机械制造技术的基础. 我国一直在研究并行工程, 也取得了一些成果, 但是仍存在下面几个问题:

(1) 研究的深度和广度还不够. 例如: 还没有把与供应商的集成问题提到日程上来.

(2) 技术实用化不够. 我国目前还没有商品化软件诞生, 而国外已推出一些商品化的软件, 例如: PTC 的 Pro-Engineering, CV 的 CADDSS

1.2 精益生产 (Lean Production LP)

精益生产不仅是一种生产方式, 更重要的是一种运用于现代制造业的组织管理方法. 精益生产是通过系统结构、人员组织、运行方式和市场供求等方面的变革, 使生产系统能很快适应用户需求而不断变化, 具有以人为本和精简生产中的一切不产生价值环节的特点. 它对内以人为中心, 对外以用户为上帝, 在组织机构上以精简为手段, 最终目标是实现零缺陷.

精益生产创始于 20 世纪 50 年代的日本丰田

汽车制造公司. 20 世纪 60 年代中期, 精益生产日益成熟, 开始在日本各个汽车制造业推行, 取得了巨大成效.

1.3 虚拟制造 (Virtual Manufacturing VM)

虚拟制造利用信息技术、仿真技术、计算机技术对现实制造活动中的人、物、信息及制造过程进行全面的仿真, 以发现制造中可能出现的问题, 在产品实际生产前就采取预防措施, 从而使得产品一次性制造成功, 达到降低成本、缩短产品开发周期、增强产品竞争力的目的. 虚拟制造技术将对制造业产生革命性的影响, 它是并行工程、敏捷制造、精益生产的支撑技术, 是品质工程实现的有力保证.

目前, 虚拟制造技术已经在国外有所应用. 例如日本 Matsushita 公司开发的虚拟厨房设备制造系统, 允许消费者在购买商品前, 在虚拟的厨房环境中体验不同设备的功能. 按自己的喜好评价、选择和重组这些设备, 他们的选择将被存储并通过网络送至生产部门进行生产. 再如美国 Coventry-School of Art and Design 开发的虚拟原型制作系统, 设计者在设计的初始阶段能够在计算机中构造虚拟原型并对此原型进行评价. 我国正在探索中的客车拟实制造系统, 以客车拟实制造环境为中介, 把人、软硬件资源、生命周期的活动评价以及真实制造系统积极地协调起来, 大大地缩短了新客车的开发周期.

1.4 敏捷制造 (Agile Manufacturing AM)

敏捷制造是指制造企业采用现代通信手段, 通过快速配置各种资源 (包括技术、管理和人), 以有效和协调的方式响应用户需求, 实现制造敏捷性的一种制造模式. 其目的是使企业能够快速灵敏地响应市场的多样性变化, 满足市场的多样化需求, 获取长期的经济效益.

敏捷制造概念在 1991 年由美国提出, 目前在各个行业已取得了一定的进展. 例如: 在遥测装置生产的敏捷制造示范项目中, 它联合了加利福尼亚的圣地亚国家实验室、新墨西哥的圣地亚国家实验室、联合信号公司和机械主箱、印刷电路板供应商. 通过联合大大弥补了单一企业资源不足的弱点, 生产效率显著提高. 我国从 1993 年就开始对敏捷制造进行跟踪研究, 但与国外相比, 这些研究只能算原则性的研究工作, 还没有应用到实际, 所以我国企业还不可能实现敏捷制造. 但是可以尝试建立一个研究性的虚拟企业, 为今后的发展作一定的技术储备.

1.5 绿色制造 (Green Manufacturing GM)

绿色制造是一个综合考虑环境影响和资源消

耗的现代制造模式,其目标是使得产品从设计、制造、包装、运输、使用到报废处理的整个周期中,对环境的负面影响最小,资源的使用效率最高,并使企业经济效益和社会效益协调优化。

绿色制造的提出是人们日益重视环境保护的必然选择,发展不能以污染环境为代价。国际制造业的实践表明,通过改进整个制造工艺来减少废弃物,要比处理工厂已经排放的废弃物大大节省开支。近年来,以美国、加拿大、德国为首的西方发达国家对绿色制造及其相关问题进行了大量的研究。美国国家科学基金会 1999 年对绿色制造相关研究课题资助多达十余项。ISO 颁布的 ISO 14000 系列标准也推动了绿色制造业更加迅速地发展。我国国家自然科学基金和 863 计划均支持了一定数量的绿色制造研究课题。

绿色制造是制造业发展的必由之路,它将使传统的制造业发生巨大的变化,是可持续发展战略的重要保证。

2 模式的发展方向

在 21 世纪,现有的 AMT 将继续不断改进、完善和发展,新的 AMT 更会大量涌现。对于企业来说,开发和应用 AMT 应能使其内部和其他企业、市场之间的各种活动得以灵活、敏捷、职能、高效、协调地运行,以达到产品上市快、质量好、成本低、服务好、环境清洁、资源消耗少等目的。由于先进制造技术的推动,制造业未来的发展将呈现以下几个趋势:

2.1 精密工程技术

进入 21 世纪,社会的发展对一些产品的质量提出了越来越高的要求。诸如一些航空航天产品、仪器仪表产品和电子产品,其精度要求已达到亚微米级,甚至纳米级,这样的精度要求是普通加工方法难以实现的。这决定了制造业未来的重点是发展精密加工技术以及诸如激光加工、电火花加工等特种加工技术。

精密和超精密加工技术的发展和推广,提高了整个机械制造业的加工精度和技术水平,并普遍提高了机械产品的质量、性能和竞争力。例如,纽约 Akron Strippit-Houdaille 公司将激光器与小组合冲孔机结合,因为激光束直径仅是人头发的两倍那么粗细,编程人员可以根据所设想的两维、三维空间形状加以切割与冲凿,它能切割一般冲孔机所不能切割的小角弧面与冲凿曲面工艺品,这也为模具制造带来了极大的便利。

2.2 微型系统制造技术

微型系统制造技术一般是指能实现总尺度很微小(如不超过几个毫米)的制造技术。它是机械技术与电子技术在微/纳米尺度上相融合的产物,发展极为迅速。

早在 1959 年就有科学家提出微型机械的设想,1962 年第一个硅微型压力传感器问世,其后,开发出了尺寸 50~500 μm 的齿轮、齿轮泵、气动涡轮及连接件等微型机构。美国是微型机械技术的发源地,在这一研究领域积累了丰富的经验。美国科学家正在研制质量是 0.37 g 可直接射入血液中去清除沉积胆固醇的微机器人。日本东京大学的学者也即将研制成功高度不到 1 mm 的微机器人,它能穿过静脉血管和其他人体器官,能把它在体内的部位和检查结果传递给医疗专家加以治疗。微型系统制造技术有可能对世界科技、经济发展和国防建设产生巨大的影响。

2.3 可持续发展制造技术

可持续发展制造技术的目标是必须在产品的生产和消费两个方面承担起节约资源和保护环境的重要职责,而不再仅局限于实现产品的功能和满足用户的需求。它要求在产品的生产过程中就应采取面向产品整个生命周期的设计方法,目的是保证产品对环境的负面影响最小,资源利用率最高,对环境不构成危害。

可持续发展制造技术中的绿色制造技术是一种综合考虑环境影响和资源效率的 AMT。以绿色制造技术为代表的可持续发展制造技术必将使传统制造业发生一系列巨大的变革和创新,从而成为 21 世纪的主要 AMT。

[参考文献]

- [1] 黎明,雷源.现代制造科学展望[J].机电一体化,2001,(3):6-8
- [2] 马艳,逢淑波.现代集成制造系统的技术构成及发展策略[J].西部探矿工程,2003,80(1):173-175
- [3] 余震,袁根福.先进制造技术在机械制造业中的应用现状及发展趋势[J].安徽建筑工业学院学报(自然科学版),2003,11(3):41-46
- [4] 李勇,李成志.先进制造技术发展综述[J].国防科技,2001,(12):23-26
- [5] 刘飞.21 世纪制造业的绿色变革与创新[J].机械工程学,2000,36(1):7-10
- [6] 师汉民,易传云.人间巧艺夺天工——当代先进制造技术[M].武汉:华中理工大学出版社,2000

[责任编辑:刘健]