

# 数控技术的发展趋势及产业化

李长文,何雪明

(江南大学 机械学院,江苏 无锡 214122)

**摘 要:**介绍了当今世界数控技术及装备发展的趋势及我国数控技术的发展和产业化,在此基础上讨论发展我国数控技术及装备、提高我国制造业信息化水平和国际竞争能力的重要性,并从战略和策略两个层面分析了我国数控技术发展趋势和产业化应对策略。

**关键词:**数控技术;发展趋势;产业化

**中图分类号:** TG659 **文献标志码:** B **文章编号:** 1671-5276(2010)02-0187-03

## Numerical Control Technology Development Trend and Industrialization

LI Chang-wen, HE Xue-ming

(Mechanical College of Southern Yangtze University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** The CNC technology development trends and industrialization at home and abroad are briefly introduced. In the development of CNC technology, importance of improving the manufacturing's informatization level and international competition ability are discussed in this paper. It also analyses the development trend of Chinese CNC technology and industrialization strategy from the two aspects of strategy and tactics.

**Key words:** CNC technology; development trends; industrialization

## 0 引言

数控技术简称 CNC,它是利用计算机及数字化技术控制机床,实现自动加工过程的先进制造技术。数控机床可以加工复杂零件,而且精度高、生产率高、产品品质稳定、降低工人劳动强度。数控技术现已普及,并且有广阔的发展前景。

数控技术是指用数字、文字和符号组成的数字指令来实现一台或多台机械设备动作控制的技术。它所控制的通常是位置、角度、速度等机械量和与机械能量流向有关的开关量。数控的产生依赖于数据载体和二进制形式数据运算的出现。19世纪末,以纸为数据载体并具有辅助功能的控制系统被发明;1908年,穿孔的金属薄片互换式数据载体问世;1938年,香农在美国麻省理工学院进行了数据快速运算和传输,奠定了现代计算机,包括计算机数字控制系统的基础。数控技术是与机床控制密切结合发展起来的。1952年,第一台数控机床问世,成为世界机械工业史上一件划时代的事件,推动了自动化的发展。

现在,数控技术也叫计算机数控技术,目前它是采用计算机实现数字程序控制的技术。这种技术用计算机按事先存贮的控制程序来执行对设备的控制功能。由于采用计算机替代原先用硬件逻辑电路组成的数控装置,使输入数据的存贮、处理、运算、逻辑判断等各种控制机能的实现,均可通过计算机软件来完成。

## 1 数控技术的发展趋势

数控技术的应用不但给传统制造业带来了革命性的变化,使制造业成为工业化的象征,而且随着数控技术的不断发展和应用领域的扩大,它对国计民生的一些重要行业(如汽车、轻工、医疗等)的发展起着越来越重要的作用,因为这些行业所需装备的数字化已是现代发展的大趋势。从目前世界上数控技术及其装备发展的趋势来看,其主要研究热点有以下几个方面:

### 1.1 高速、高精加工技术及装备的新趋势

效率、品质是先进制造技术的主体。高速、高精加工技术可极大地提高效率,提高产品的品质和档次,缩短生产周期和提高市场竞争能力。为此日本先进技术研究会将其列为5大现代制造技术之一,国际生产工程学会(CRP)将其确定为21世纪的中心研究方向之一。

在轿车工业领域,年产30万辆的生产节拍是40 s/辆,而且多品种加工是轿车装备必须解决的重点问题之一;在航空和宇航工业领域,其加工的零部件多为薄壁和薄筋,刚度很差,材料为铝或铝合金,只有在高切削速度和切削力很小的情况下,才能对这些筋、壁进行加工。近来采用大型整体铝合金坯料“掏空”的方法来制造机翼、机身等大型零件来替代多个零件通过众多的铆钉、螺钉和其他联结方式拼装,使构件的强度、刚度和可靠性得到提高。这些都对加工装备提出了高速、高精度和高柔性的要求。

从IMO2001展会情况来看,高速加工中心进给速度可达80 m/min,甚至更高,空运行速度可达100 m/min左右。

**作者简介:**李长文(1966—),男,江苏东海人,江南大学在职硕士研究生,研究方向为机械制造工程。

右。目前世界上许多汽车厂,包括我国的上海通用汽车公司,已经采用以高速加工中心组成的生产线部分替代组合机床。美国 CNCNATI公司的 HypeMach机床进给速度最大达 60 m/min,快速为 100 m/min,加速度达 2 g,主轴转速已达 60 000 r/min。加工一薄壁飞机零件,只用 30 min,而同样的零件在一般高速铣床加工需 3 h,在普通铣床加工需 8 h;德国 DMG公司的双主轴车床的主轴速度及加速度分别达  $12 \times 1000$  r/min和 1 g。

在加工精度方面,近 10年来,普通级数控机床的加工精度已由 10  $\mu$ m 提高到 5  $\mu$ m,精密级加工中心则从 3 ~ 5  $\mu$ m,提高到 1 ~ 1.5  $\mu$ m,并且超精密加工精度已开始进入纳米级(0.01  $\mu$ m)。

在可靠性方面,国外数控装置的 MTBF 值已达 6 000 h 以上,伺服系统的 MTBF 值达到 30 000 h 以上,表现出非常高的可靠性。

为了实现高速、高精加工,与之配套的功能部件如电主轴、直线电动机得到了快速的发展,应用领域进一步扩大。

## 1.2 五轴联动加工和复合加工机床快速发展

采用 5 轴联动对三维曲面零件的加工,可用刀具最佳几何形状进行切削,不仅粗糙度高,而且效率也大幅度提高。一般认为,1 台 5 轴联动机床的效率可以等于 2 台 3 轴联动机床,特别是使用立方氮化硼等超硬材料铣刀进行高速铣削淬硬钢零件时,5 轴联动加工可比 3 轴联动加工发挥更高的效益。但过去因 5 轴联动数控系统、主机结构复杂等原因,其价格要比 3 轴联动数控机床高出数倍,加之编程技术难度较大,制约了 5 轴联动机床的发展。

当前由于电主轴的出现,使得实现 5 轴联动加工的复合主轴头结构大为简化,其制造难度和成本大幅度降低,数控系统的价格差距缩小。因此促进了复合主轴头类型 5 轴联动机床和复合加工机床(含 5 面加工机床)的发展。

在 EMO2001 展会上,新日本工机的 5 面加工机床采用复合主轴头,可实现 4 个垂直平面的加工和任意角度的加工,使得 5 面加工和 5 轴加工可在同一台机床上实现,还可实现倾斜面和倒锥孔的加工。德国 DMG 公司展出 DMUVoution 系列加工中心,可在一次装夹下 5 面加工和 5 轴联动加工,可由 CNC 系统控制或 CAD/CAM 直接或间接控制。

## 1.3 智能化、开放式、网络化成为当代数控系统发展的主要趋势

21 世纪的数控装备将是具有一定智能化的系统,智能化的内容包括在数控系统中的各个方面:为追求加工效率和加工品质方面的智能化,如加工过程的自适应控制,工艺参数自动生成;为提高驱动性能及使用连接方便的智能化,如前馈控制、电机参数的自适应运算、自动识别负载自动选定模型、自整定等;简化编程、简化操作方面的智能化,如智能化的自动编程、智能化的人机界面等;还有智能诊断、智能监控方面的内容、方便系统的诊

断及维修等。

所谓开放式数控系统就是数控系统的开发可以在统一的运行平台上,面向机床厂家和最终用户,通过改变、增加或剪裁结构对象(数控功能),形成系列化,并可方便地将用户的特殊应用和技术诀窍集成到控制系统中,快速实现不同品种、不同档次的开放式数控系统,形成具有鲜明个性的名牌产品。目前开放式数控系统的体系结构规范、通信规范、配置规范、运行平台、数控系统功能库以及数控系统功能软件开发工具等是当前研究的核心。

网络化数控装备是近两年国际著名机床博览会的一个新亮点。数控装备的网络化将极大地满足生产线、制造系统、制造企业对信息集成的需求,也是实现新的制造模式如敏捷制造、虚拟企业、全球制造的基础单元。

## 2 我国数控技术及其产业发展的概况

### 2.1 近 50 年我国数控技术的发展历程。特别是经过四个 5 年计划的攻关,总体来看取得了以下成绩

a) 奠定了数控技术发展的基础,基本掌握了现代数控技术。我国现在已基本掌握了从数控系统、伺服驱动、数控主机、专机及其配套件的基础技术,其中大部分技术已具备进行商品化开发的基础,部分技术已商品化、产业化。

b) 初步形成了数控产业基地。在攻关成果和部分技术商品化的基础上,建立了诸如华中数控、航天数控等具有批量生产能力的数控系统生产厂。兰州电机厂、华中数控等一批伺服系统和伺服电机生产厂以及北京第一机床厂、济南第一机床厂等若干数控主机生产厂。这些生产厂基本形成了我国的数控产业基地。

c) 建立了一支数控研究、开发、管理人才的基本队伍。

### 2.2 我国数控技术水平和产业化水平

虽然在数控技术的研究开发以及产业化方面取得了长足的进步,但我们也要清醒地认识到,我国高端数控技术的研究开发,尤其是在产业化方面的技术水平现状与我国的现实需求还有较大的差距。虽然从纵向看我国的发展速度很快,但横向比(与国外对比)不仅技术水平有差距,在某些方面发展速度也有差距,即一些高精尖的数控装备的技术水平差距有扩大趋势。从国际上来看,对我国数控技术水平和产业化水平估计大致如下。

a) 技术水平上,与国外先进水平大约落后 10 ~ 15 年,在高精尖技术方面则更大。

b) 产业化水平上,市场占有率低,品种覆盖率小,还没有形成规模生产;功能部件专业化生产水平及成套能力较低;外观品质相对差;可靠性不高,商品化程度不足;国产数控系统尚未建立自己的品牌效应,用户信心不足。

c) 可持续发展的能力上,对竞争前数控技术的研究开发、工程化能力较弱;数控技术应用领域拓展力度不强;相关标准规范的研究、制定滞后。

## 2.3 分析存在上述差距的主要原因有以下几个方面

a) 认识方面。对国产数控产业进程艰巨性、复杂性和长期性的特点认识不足;对市场的规范、国外的封锁加扼杀、体制等困难估计不足;对我国数控技术应用水平及能力分析不够。

b) 体系方面。从技术的角度关注数控产业化问题的时候多,从系统的、产业链的角度综合考虑数控产业化问题的时候少;没有建立完整的高品质的配套体系、完善的培训、服务网络等支撑体系。

c) 机制方面。不良机制造成人才流失,又制约了技术及技术路线创新、产品创新,且制约了规划的有效实施,往往规划理想,实施困难。

d) 技术方面。企业在技术方面自主创新能力不强,核心技术的工程化能力不强。机床标准落后,水平较低,数控系统新标准研究不够。

## 3 数控技术国内外现状

随着计算机技术的高速发展,传统的制造业开始了根本性变革,各工业发达国家投入巨资,对现代制造技术进行研究开发,提出了全新的制造模式。在现代制造系统中,数控技术是关键技术,它集微电子、计算机、信息处理、自动检测、自动控制等高新技术于一体,具有高精度、高效率、柔性自动化等特点,对制造业实现柔性自动化、集成化、智能化起着举足轻重的作用。目前,数控技术正在发生根本性变革,由专用型封闭式开环控制模式向通用型开放式实时动态全闭环控制模式发展。在集成化基础上,数控系统实现了超薄型、超小型化;在智能化基础上,综合了计算机、多媒体、模糊控制、神经网络等多学科技术,数控系统实现了高速、高精、高效控制,加工过程中可以自动修正、调节与补偿各项参数,实现了在线诊断和智能化故障处理;在网络化基础上,CAD/CAM与数控系统集成为一体,机床联网,实现了中央集中控制的群控加工。

## 4 对我国数控技术和产业化发展的战略思考

### 4.1 战略考虑分析

我国是制造大国,在世界产业转移中要尽量接受前端而不是后端的转移,即要掌握先进制造核心技术,否则在新一轮国际产业结构调整中,我国制造业将进一步“空心”。我们以资源、环境、市场为代价,交换得到的可能仅仅是世界新经济格局中的国际“加工中心”和“组装中

心”,而非掌握核心技术的制造中心的地位,这样将会严重影响我国现代制造业的发展进程。

应站在国家安全战略的高度来重视数控技术和产业问题,首先从社会安全看,因为制造业是我国就业人口最多的行业,制造业发展不仅可提高人民的生活水平,而且还可缓解我国就业的压力,保障社会的稳定;其次从国防安全看,西方发达国家把高精尖数控产品都列为国家的战略物质,对我国实现禁运和限制,“东芝事件”和“考克斯报告”就是最好的例证。

### 4.2 发展策略分析

从我国基本国情的角度出发,以国家的战略需求和国民经济的市场需求为导向,以提高我国制造装备业综合竞争能力和产业化水平为目标,用系统的方法,选择能够主导21世纪初期我国制造装备业发展升级的关键技术以及支持产业化发展的支撑技术、配套技术作为研究开发的内容,实现制造装备业的跨越式发展。

强调市场需求为导向,即以数控终端产品为主,以整机(如量大面广的数控车床、铣床、高速高精高性能数控机床、典型数字化机械、重点行业关键设备等)带动数控产业的发展。重点解决数控系统和相关功能部件(数字化伺服系统与电机、高速电主轴系统和新型装备的附件等)的可靠性和生产规模问题。没有规模就不会有高可靠性的产品;没有规模就不会有价格低廉而富有竞争力的产品;当然,没有规模中国的数控装备最终难以有出头之日。

在高精尖装备研发方面,要强调产、学、研以及最终用户的紧密结合,以“做得出、用得上、卖得掉”为目标,按国家意志实施攻关,以解决国家之急需。

在数控技术方面,强调创新,强调研究开发具有自主知识产权的技术和产品,为我国数控产业、装备制造业乃至整个制造业的可持续发展奠定基础。

### 参考文献:

- [1] 杨学桐,李冬茹,何文立,等. 跨世纪数控机床技术发展战略研究[M]. 北京:国家机械工业局,2000.
- [2] 华茂发. 数控机床加工工艺[M]. 北京:机械工业出版社,2001.
- [3] 黄金秋. 基于开放式结构的高性能数控系统的研制[J]. 制造技术与机床,1998:8.
- [4] 梁训,王宣,周延佑. 机床技术发展的新动向[J]. 世界制造技术与装备市场,2001(3):21-28.
- [5] 王志平. 数控机床及应用[M]. 北京:高等教育出版社,2002.

收稿日期:2009-12-11

# 欢迎刊登广告 欢迎订阅 欢迎投稿