

国内外数控技术的发展现状与趋势

杨建武

(北京工业大学, 北京 100124)

Development Status and Trends of NC Technology at Home and Abroad

YANG Jianwu

(Beijing University of Technology, Beijing 100124, CHN)

1 数控技术发展现状

1.1 国外数控技术发展现状

目前国外数控系统技术发展的总体趋势如下:①新一代数控系统向 PC 化和开放式体系结构方向发展。②驱动装置向交流、数字化方向发展。③增强通信功能,向网络化发展。④数控系统在控制性能上向智能化发展。

国外具有世界影响力的机床公司有很多,在此重点介绍以下几家。

(1)日本山崎马扎克公司开发出了 2 种可使用长镗杆切削工件的复合加工机床,一种是以卧式车床为原型,与卧式加工中心(MC)组合而成的卧式复合加工机床“INTEGREX e-650H II”;另一种是以立式车床为原型,与立式 MC 组合而成的立式复合加工机床

“INTEGREX e-1060V/8 II RAM”。

INTEGREX e II 系列装载了 MAZATROL MATRIX 以及各种新功能,以 Mark II 为名称,是对 21 世纪的制造工厂带来革命性冲击的划时代的复合加工机。其主要特点是主轴最高转速 1 600 r/min,快移速度 40 m/min,刀具库容量 40 把,刀具更换时间(刀到刀)1.8 s(刀具质量 20 kg 以下)。

新的卧式复合加工机床在 MC 端的主轴轴头上安装一个带有长 849 mm 镗杆的“长镗杆架”。该镗杆架自顶端起依次由刀具、长柄和刀架组成。该镗杆架的后端有 4 个固定位置,由操作人员将其装在 MC 一侧设计有相同固定位置的主轴轴头上。MC 一侧的主轴除从机床正面观察处于纵深方向的 Y 轴外,还有一个 B 轴(位于 Y 轴四周的轴)。Y 轴的能动范围为 650 mm,B 轴的转动范围在 180°以上。长镗杆架与 MC 一

式:超出控制线,趋势,正常,周期。图 4 为控制图可识别的模式。检验样本的结果表明,新型神经网络能够将 95% 以上的危险情况给出提示,不可避免地,这其中一些是正常的,也就是存在一定的错误率(< 5%)^[5]。报警提示的概率上升,错误率也不同程度的上升,相关的结论依赖于不同情况的样本。

出了有局部竞争型复合神经网络的模式识别方式,并应用到生产实际之中。可对基本失效模式如周期、趋势等进行识别,对提高生产过程的稳定性,提高产品质量有着重要的意义。

参 考 文 献

- 1 韩立群. 人工神经网络理论. 设计及应用. 北京:化学工业出版社, 2002.
- 2 Cheng CS. A neural network for the analysis of control chart patterns. International Journal of Production Research. 1997,35(3):667-697
- 3 阎加强,张培新等. 人工神经网络辅助材料研究进展及问题. 材料导报,1999,13(2):15~16
- 4 Shing I Chang. A hybrid neural fuzzy system for statistical process control. Computational Intelligence in Manufacturing Handbook. Boca Raton: CRC Press LLC,2001.
- 5 乐清洪,滕霖,朱名铨等. 质量控制图在线智能诊断分析系统. 计算机集成制造系统,2004,10(12):1584~1587

(编辑 周富荣)

(收修改稿日期:2008-05-10)

7 结语

本文将人工神经网络应用于统计过程控制中,提

文章编号:81216

如果您想发表对本文的看法,请将文章编号填入读者意见调查表中的相应位置。

侧的主轴轴头的上述动作联动。

在由车床主轴(工件主轴)固定的工件外周上能够加工任意角度的轴孔。而且还能在最后形成的轴孔内径上切削沟槽等。

而立式复合加工机床并没有在 MC 主轴轴头上安装用于镗杆加工的刀架,而是沿着机床立柱在主体垂直方向安装一个供镗杆使用的柱塞。这种柱塞具有 900 mm 的行程,固定在镗杆杆头上的刀具在工件内面可达到 900 mm 的深度。同时还配备供钻孔加工工具专用的自动工具更换装置(ATC),从进料斗中准备的 6 种工具中选择并固定所使用的工具的工作由 ATC 自动完成。该 ATC 是在 MC 一侧的 ATC 之外另外设计的。

立式复合加工机床采用由 MC 主轴和钻孔柱塞组成的“双头”结构。因此,在其中一方进行切削的过程中,通过让另一方移至可动范围之外处于待机状态,防止二者相互干扰。

(2)美国法道 VMC4020C 机床是由上海法道机床有限公司严格按照美国法道公司的技术标准在国内组装生产。其具有 16.8 kW(22.5 hp)强大的主轴电动机在全转速范围内提供稳定的扭矩输出。主轴采用无齿轮双速电子调速系统,更宽的调速范围提供更好的运行特性。主轴转速最高可达到 7 500 r/min。采用获得专利的刀柄拉杆机构,确保刀具在强力切削中的锁紧。无论是切削钢件还是铝件,都保证其有充分的动力,既可重切削又可高速切削。刚性攻丝在 150 ~ 1 500 r/min 高速下可保证螺矩和深度精度,且不须额外配备攻丝夹头。床身采用整体铸造,内部遍布网状加强筋结构。重型铸铁的矩型导轨提供更大的接触面,实现最佳的减振性能和刚性。伺服电动机采用世界名品 BALDO 电动机,高达 16 900 N 的轴推力,有着高的安全可靠。机床全部采用直径达到 40 mm 的日本精工滚珠丝杠,在低速下提供工作台的高速移动,延长丝杠寿命,允许长时间重载运行。工作台的承载能力可达到 1 700 kg。加高的 Z 轴立柱,有着长达 711 mm 的垂直行程。主轴端面到工作台面距离可达 102 ~ 813 mm。可容纳 21 把刀具的全封闭刀库,最大刀具直径(邻位无刀具)可达到 152 mm,刀具最大重量可达 6.8 kg。

(3) CNC6132/40 数控车床配备西门子(SINUMERIK 801)系统和交流伺服单元,采用自动刀架及手压式润滑系统。该机床床身导轨采用超音频淬火工艺,最大工件回转直径为 400 mm,耐磨性强,精度保持性好;主轴系统结构先进,回转精度高,抗振性好,主轴

转速范围 100 ~ 1 600 r/min,具有运行平稳、工作可靠、精度高、功能丰富、操作方便、应用范围广等特点,能自动完成开深槽、坯料去除、螺纹车削、深孔、弹性攻丝等,都可以通过固定的车削循环以及丰富的编程指令集来实现。适合于多品种、中小批量产品的加工。

(4)德马吉(DMG)公司生产的 CTX 310 ECO 通用车床其主轴驱动在无级可调情况下,转速可达 5 000 r/min,输出功率为 11 kW,扭矩为 112 N·m,可为 $\phi 51 \sim 200$ mm 直径范围的高要求车削操作提供最佳的前提条件。在此,主轴上的直接测量系统与可供选择的法那科或西门子提供的高端 CNC 控制器相结合,提供最高的定位精度。

此外,在标准配置中就已拥有德马吉的创新产品——1 个带有 12 个刀位的 VDI 30 刀塔,其中的 6 个刀位可以选配动力刀具并配置 C 轴。除此之外,用于轴加工的可编程移动的尾座也包含在标准配置中;标准配置中还包括在所有轴上用于保证工艺稳定性及工件加工精度的直线滚动导轨。每根轴均配有数字驱动装置,它使 X 轴的快移速度可达到 24 m/min,Z 轴的快移速度可达到 30 m/min。

在操控方面,无论是 CTX 310 ECO 还是 CTX 510 ECO,都采用西门子和发那科的高科技三维 CNC 数控系统,同时还提供最大可达 15 英寸的彩色 LCD 操作显示器,标准键盘和电子控制手轮。除了在任何情况下都极具说服力的硬件配置,CTX 310 ECO 和 CTX 510 ECO 外,还有若干在现场信息领域内支持操作人员对车床进行舒适操控的软件,其中包括整合在西门子控制系统中的 ShopTurn 图形化编程软件以及法那科控制系统中的 Manual Guide i 图形化编程软件。ECO 系列产品在操控方面的其他过人之处在于强大的刀具管理以及直观的图形界面设置,还具有强大的图形界面故障诊断功能。

1.2 国内数控技术发展现状

我国数控技术起步于 20 世纪 50 年代末期,经历了初期的封闭式开发阶段,“六五”、“七五”期间的消化吸收、引进技术阶段,“八五”期间建立国产化体系阶段,“九五”期间产业化阶段,现已基本掌握了现代数控技术,建立了数控开发、生产基地,培养了一批数控专业人才,初步形成了自己的数控产业。目前,较具规模的企业有广州数控、航天数控、华中数控等,生产了具有中国特色的经济型、普及型数控系统。经半个世纪的发展,产品的性能和可靠性有了较大的提高,逐渐被用户认可,在市场上站稳了脚跟。但是由于系统技术含量低,产生的附加值少,不具备与进口系统进行

全面抗衡的能力,只在低端市场占有一席之地,还不能为我国数控产业起到支撑的作用,与国外相比,还有不小的差距。主要问题有以下几方面:

(1)技术创新成分低、消化吸收能力不足 目前我国数控技术的研究主要还是依照国外开发的一些模式按部就班地进行。真正创新的成分不多,对国外技术的依赖度较高,对所引进技术的消化依旧停留在掌握已有技术和提高国产化率上,没有完全形成产品自主开发能力和技术创新能力。技术引进是加快我国数控技术发展的一条重要途径,但引进的技术要实现从根本上提高我国数控技术水平,必须进行充分的消化吸收。消化吸收的力度不强,不但无法摆脱对国外技术的依赖,而且还会造成对国外技术依赖性增强的反作用。

(2)技术创新环境不完善 我国尚未形成有利于企业技术创新的竞争环境。企业技术创新的动力来源于对经济利益的追求和外部市场的竞争压力,其技术创新意识不强。企业还没有建立良好的技术创新机制,绝大部分企业的技术创新组织仍处于一种分散状态,很难取得高水平的科研成果。

(3)产品可靠性、稳定性不高 可靠性的指标一般采用平均无故障时间(MTBF,单位为h),国外数控系统平均无故障时间在10 000 h以上,国产数控系统平均无故障时间仅为3 000~6 000 h。这使得可靠性、稳定性上就与国外技术相差很大,必然影响产品的市场占有率。

(4)网络化程度不够 我国数控技术的网络化程度不够,目前主要用于NC程序传送,采用纸带阅读器、串口通讯技术,其集成化、远程故障排除、网络化水平有限。

(5)体系结构不够“开放” 大部分数控产品体系结构不够开放,用户接口不完善,少数具有开放功能的产品又不能形成真正的产品,只是停留在试验、试制阶段。用户不能根据自己的需要将积累的技术经验融入到系统中,无形中流失了很多对数控技术改进、创新和完善的资源。

针对以上存在的不足,国内机床公司厂家作出了很大的努力。目前,较具规模的企业有广州数控、航天数控、华中数控等,生产了具有中国特色的经济型、普及型数控系统。下面作简单的介绍。

(1)华中“世纪星”数控系统在功能和配置方面远优于国外普及型数控系统。特别是在多轴(9轴)联动、三维图形显示、动态仿真、大容量程序内存、双向螺距补偿、汉字界面、网络功能、开放体系结构、TFT彩色

薄形显示器等配置方面,已达到国外高档系统(如FANUC-18、SIMENSE-840)的水平。

众所周知,国外的高档数控系统价格非常昂贵,如意大利Fidia仿形数控系统价格为60~70万元人民币,英国的雷尼绍仿形测头价格高达28万元人民币;德国Walter的数控工具磨床,仅一种刀具的编程软件即需1万美元。而华中数控与菲地亚相同档次的仿形数控系统价格约仅为其1/3。此外,若进口五轴联动以上的数控系统,还受到西方政府的管制,要对最终用户和最终用途进行调查,限制其使用,若认为与军事工业有关,则不予批准。即使我国民用工业能购进口这类设备,其价格也非常昂贵,仅一套CNC单元价格高达20多万元人民币,而华中数控五轴CNC,价格约为其1/4。

另外开放式、网络化已成为当今数控系统发展的主要趋势。华中“世纪星”系列数控系统包括世纪星HNC-18i、HNC-19i、HNC-21和HNC-22四个系列产品,均采用工业微机(IPC)作为硬件平台的开放式体系结构的创新技术路线,充分利用PC软、硬件的丰富资源,通过软件技术的创新,实现数控技术的突破。通过工业PC的先进技术和低成本保证数控系统的高性价比和可靠性。并充分利用通用微机已有软硬件资源和分享计算机领域的最新成果,如大容量存储器、高分辨率彩色显示器、多媒体信息交换、联网通讯等技术,使数控系统可以伴随PC技术的发展而发展,从而长期保持技术上的优势。

(2)广州数控生产的GSK983M系统是中高档数控系统产品,该系统最多可实现5轴4联动,可实现高速高精闭环加工,最高移动速度达24 m/min,精度达1 μ m。可实现12种固定循环,空间螺旋线插补,刀补C,螺补,用户宏A/B,比例缩放,坐标系旋转等功能;内嵌式PMC,192/128个I/O点,5 000步容量,梯形图编程,大大方便和简化机床强电设计并可由用户自行二次开发。可实现DNC加工,程序及参数传输功能,极大方便于加工程序备份保存和机床调整。图形显示,中/英文菜单,后台编辑;配备10.4英寸TFT液晶显示器。具有低价格、高性能、高可靠性,等等优点,较适用于铣床和小型加工中心。其加工稳定性在国产系统中占有一定的优势,该系统已被国内绝大多数机床厂家认可。

(3)北京航天数控系统有限公司最新推出的CAS-NUC2100E数控系统是一个将PC104板嵌入到控制系统中的一体化的车、铣床闭环数控系统。该系统是将控制系统、显示面板、操作面板集于一体,结构紧凑,易

于安装;彩色 LCD 显示,具有功能全面、性能可靠、连接简单、性价比高等优点。CASNUC 2100E 数控系统适用于车床、铣床、钻床、磨床等 4 轴以下的机械设备的控制。

(4)凯奇数控开发的 NC-110 系统采用开放式结构,模块化设计,嵌入式 PC 机。可跟踪 PC 机的技术发展,不断丰富系统的功能,保持系统的高处理速度。该系统经过广泛的国际、国内合作,能为用户提供最佳的软硬件配置方案和合理的性能价格比。系统可进行多过程控制,大容量程序存储,内藏 PLC 控制器,提供充足的 I/O 点。系统采用一体化设计,使用维修方便,并经过严格的国内外电磁兼容性和环境试验、检测,具有高可靠性。

软件功能强大,可控制多种机床,如车床、铣床、各种类型加工中心、磨床等。该系列产品已在国内外得到广泛应用。

(5)由齐齐哈尔二机床集团、清华大学和哈尔滨电机厂有限公司“产学研用”密切合作开发的 XNZD2415 大型龙门式五轴联动混联机床,是我国在并联机床研究方面的一个突破。该机床结合串联结构与并联结构的优点,采用双柱龙门工作台移动式,用直线驱动实现虚拟空间坐标位置变换。结构简单,多自由度运动能力强,具有较高的柔性和工艺集成度。并联运动采用两组平行四边形机构, A/C 摆角铣头采用双蜗杆消隙机构驱动,交叉滚柱轴承支撑,刚度高,保证了主轴进给刚度及精度,实现 A 轴转角 $\pm 105^\circ$ 、C 轴连续转角 $0 \sim 400^\circ$,可实现叶片、导叶等复杂空间曲面的加工。由清华大学开发的基于 RT-Linux 的数控系统采用高精度控制算法,应用数控后置处理系统将标准刀位文件转换为标准加工代码。

(6)山东大学研制的具有自主知识产权的内装式电动机驱动的磁悬浮轴承高速主轴单元样机。通过采用遗传算法对电磁轴承进行了多目标优化设计,开展了磁悬浮轴承的仿真研究、轴承刚度测试以及工业磨削试验、磁悬浮轴承起浮实验等。该主轴单元样机的最高转速达到 34 000 r/min,刚度达 645.9 N/ μm ,回转精度达 0.001 5 mm。数字控制器采用 DSPTMS320 VC33 为系统硬件平台,PC 机监视状态实时显示。通过在济南四机数控机床有限公司研制的 J4K-095 数控内外圆复合磨床上进行磨削试验,目前磨出的钢件内孔表面粗糙度为 0.89 μm 。

(7)南京数控机床公司开发的高效、大型车削单元是国内重机、军工和航天等行业急需的设备。通过大型车削加工单元的研制,主轴最大输出扭矩达 2 500

N·m,主轴最高转速 2 500 r/min,可适合大扭矩切削,高加工效率。同时对主轴的加工工艺,轴单元的动平衡,主轴箱体孔的研磨工艺,轴承与主轴和箱体孔的配合,主轴轴承的预加负荷及温升控制进行了大量的试验,保证主轴单元规定的技术要求。采用模块化设计,针对加工不同零件实现不同的模块组合,使机床具有较宽适用范围。此外还针对兵器和航天行业典型的弹体类零件的特点和要求设计了龙门式上下料机械手。

(8)武汉重型机床厂研制的 CKX53160 型数控单柱移动立式铣车床,加工直径 16 m,加工高度 6.3 m,工作台承重 550 t 并可精确分度,要求工件一次装卡完成车、铣、镗、钻、攻丝、磨削全部加工工序,制造难度大。该机床的试制成功,保证了三峡电站 550 t 巨型水轮机转轮的加工。武汉重型机床厂研制开发的重型七轴五联动车铣复合加工机床,最大加工高度 2 000 mm,最大加工直径 8 000 mm,承重 100 t,具有五联动车、铣复合加工,在线测量等功能,可实现工作台自动精确分度,能一次装卡完成螺旋桨的全部工序的加工,是我国首台自行研制的大型螺旋桨数控五轴联动加工机床,并达到当代国际先进水平。

2 数控技术发展趋势

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。当今世界各国制造业广泛采用数控技术,以提高制造能力和水平,提高对动态多变市场的适应能力和竞争能力。工业发达国家还将数控技术及数控装备列为国家的战略物资,不仅大力发展自己的数控技术及其产业,而且在“高精尖”数控关键技术和装备方面对我国实行封锁和限制政策。因此大力发展以数控技术为核心的先进制造技术已成为世界各发达国家加速经济发展,提高综合国力和国家地位的重要途径。数控技术是用数字信息对机械运动和工作过程进行控制的技术,其技术范围覆盖很多领域:①机械制造技术;②信息处理、加工、传输技术;③自动控制技术;④伺服驱动技术;⑤传感器技术;⑥软件技术等。从目前世界上数控技术发展的趋势来看,其主要研究热点有以下几个方面。

2.1 高速、高精度化

高速切削加工不仅可以提高生产效率,而且可以改善加工质量,所以自 20 世纪 90 年代初以来,便成为机床技术重要的发展方向。各国相继推出了许多主轴

转速 10 000 r/min 至 60 000 r/min 以上的加工中心和数控铣床。高速切削加工正与硬切削加工、干切削和准干切削加工以及超精密切削加工相结合;正从铣削向车、钻、镗等其他工艺扩展;正向较大切削负荷方向发展。

高速加工对机床和功能部件的要求是:主轴功能部件的速度应能达到 12 000 ~ 40 000 r/min;工作台最高进给速度应达到 40 ~ 60 m/min;加速度达到 1g;高刚性的机械部件结构;高稳定、高刚度、冷却良好的高速主轴;精确的热补偿系统;高速处理能力的控制系统(具有 NURBS 插补功能和预处理能力的控制系统)。

瑞士的米克朗(MIKRON)公司生产的 HSM 立式加工中心,它的主轴转速为 30 000 r/min(12.5 kW)、进给速度 40 m/min、加速度 17 m/s²的情况下,实现平稳运行;日本安田公司生产的 YBM950V 型立式加工中心,其主轴在 20 000 ~ 30 000 r/min 高速运转时,仍十分平稳,铣削平面的粗糙度可达 0.4 μm。

国产数控机床及其功能部件无论在技术参数上,还是在各种动态指标上,与工业发达国家的同类产品均存在一定差距。目前,国内沈阳机床集团在引进技术的基础上成功开发出 BW60HS/I 型系列高速卧式加工中心,并已批量进入市场。该机采用电主轴,主轴最高转速 16 000 r/min,由零至最高转速的时间为 1 s,快速移动速度 60 m/min。宁江集团开发的高速加工中心主轴转速高达 40 000 r/min。

当前,在数控机床精密化方面,美国的水平最高,不仅生产中小型精密机床,而且由于国防和尖端技术的需要,研究开发了大型精密机床。其代表产品有 LLL 实验室研制成功的 DTM-3 型精密车床和 LODTM 大型光学金刚石车床,它们是世界公认水平最高的、达到当前技术最前沿的大型精密机床。其它国家也相应研制成功各种类似的装备,如英国的 Cranfield、日本的东芝机械等。近年来我国对超精密机床的研制也一直在进行。北京机床研究所研制成功了 JCS-027 型超精密车床、JCS-031 型超精密铣床、JCS-035 型数控超精密车床等。

2.2 智能化、开放式、网络化

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质量方面的智能化,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、电动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。

日本 MAZAK 株式会社的日本工厂是世界上为数不多的智能管理的代表。整个工厂实行计算机网络智能化管理。智能生产中心通过机床的数控系统、生产线上的网络管理 PC 机、立体仓库的计算机进行管理。智能生产中心由 CAM-WARE 辅助制造编程系统、智能化日程管理系统、智能化工具管理系统、智能化监控系统组成。马扎克公司在中国的企业,生产现场的数控机床用以太网并与智能生产中心相连。在此基础上再借助以太网与企业上层的 CAD/MRP(EPR)等系统联接,实现整个企业的信息集成,建立了智能网络化工厂。

为解决传统的数控系统封闭性和数控应用软件的产业化生产存在的问题,目前许多国家对开放式数控系统进行研究,如美国的 NGC、欧共体的 OSACA、日本的 OSEC、中国的 ONC 等。数控系统开放化已经成为数控系统的未来之路。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。国内外一些著名数控机床和数控系统制造公司都在近两年推出了相关的新概念和样机,如在 EMO2001 展中,日本山崎马扎克公司展出的“Cyber-Production Center”(智能生产控制中心,简称 CPC);日本大隈机床公司展出的“IT plaza”(信息技术广场,简称 IT 广场);德国西门子公司展出的“Open Manufacturing Environment”(开放式制造环境,简称 OME)等,反映了数控机床加工向网络化方向发展的趋势。

2.3 环保化

随着人们环境保护意识的加强,对环保的要求越来越高。不仅要求在机床制造过程中不产生对环境的污染,也要求在机床的使用过程中不产生二次污染。在这种形势下,装备制造领域对机床提出了无冷却液、无润滑油、无气味的环保要求,机床的排屑、除尘等装

置也发生了深刻的变化。上述绿色加工工艺愈来愈受到机械制造业的重视。目前在欧洲的大批量机械加工中,已有 10% ~ 15% 的加工实行了干切削或准干切削。美国 HARDING 的 QUEST 系列车床、德国 HUELLER 的高速加工中心均采用了干切削技术;日本原洲公司加工中心采用了液氮冷却技术;日本富士公司的数控车床采用了冷风冷却技术。

2.4 采用五轴联动加工和复合快速加工

采用五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,不仅粗糙度好,而且效率也大幅度提高。一般认为,1 台五轴联动机床的效率可以等于 2 台三轴联动机床,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工件时,五轴联动加工可比三轴联动加工发挥更高的效益。但过去因五轴联动数控系统、主机结构复杂等原因,其价格要比三轴联动数控机床高出数倍,加之编程技术难度较大,制约了五轴联动机床的发展。

当前由于电主轴的出现,使得实现五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五轴联动机床和复合加工机床(含五面加工机床)的发展。

在 EMO2001 展会上,新日本工机的五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,使得五面加工和五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,可在一次装夹下五面加工和五轴联动加工,可由 CNC 系统控制或 CAD/CAM 直接或间接控制。

我国复合加工机床刚刚起步,主要是车铣复合加工机。国内首台复合加工机床是由沈阳机床集团与德国 MAX - MULLER 公司合作生产的车铣复合中心。

2.5 重视新技术标准、规范的建立

如前所述,开放式数控系统有更好的通用性、柔性、适应性、扩展性,美国、欧共体和日本等国纷纷实施战略发展计划,并进行开放式体系结构数控系统规范(OMAC、OSACA、OSEC)的研究和制定,世界 3 个最大的经济体在短期内进行了几乎相同的科学计划和规范

的制定,预示了数控技术的一个新的变革时期的来临。我国在 2000 年也开始进行中国的 ONC 数控系统的规范框架的研究和制定。

STEP - NC 的出现可能是数控技术领域的一次革命,对于数控技术的发展乃至整个制造业,将产生深远的影响。首先,STEP - NC 提出一种崭新的制造理念,传统的制造理念中,NC 加工程序都集中在单个计算机上。而在新标准下,NC 程序可以分散在互联网上,这正是数控技术开放式、网络化发展的方向。其次,STEP - NC 数控系统还可大大减少加工图纸(约 75%)、加工程序编制时间(约 35%)和加工时间(约 50%)。

欧美国非常重视 STEP - NC 的研究,欧洲发起了 STEP - NC 的 IMS 计划(1999. 1. 1 ~ 2001. 12. 31)。参加这项计划的有来自欧洲和日本的 20 个 CAD/CAM/CAPP/CNC 用户、厂商和学术机构。美国的 STEP TOOLS 公司是全球范围内制造业数据交换软件的开发者,已开发了用作数控机床加工信息交换的超级模型(Super Model),其目标是用统一的规范描述所有加工过程。这种新的数据交换格式已在配备了 SIEMENS、FIDIA 以及欧洲 OSACA - NC 数控系统的原型样机上进行了验证。

3 对我国数控技术和产业化发展的战略思考

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,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“空芯”。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。我们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。

(编辑 李 静) (收修改稿日期:2008 - 11 - 05)

文章编号:81217
如果您想发表对本文的看法,请将文章编号填入读者意见调查表中的相应位置。

· 书讯 ·

旋压技术与应用(北京有色金属研究总院建院 55 周年系列丛书) 赵云豪,李彦利编著,2008 年 1 月出版 邮购价:34 元
书中阐述了普通拉深旋压、缩径和扩径旋压的变形特征;变薄旋压机理;变薄旋压工艺;特殊旋压工艺;旋压件质量控制;产品缺陷分析和消除措施;旋压设备及工装;工艺要素与变形;旋压技术实施;材料与产品;工艺实例。论述侧重实践与应用,可供从事旋压工作的研究人员、技术人员及相关专业的大专院校师生参考。

来款请寄:100102 北京市朝阳区望京路 4 号,机床杂志社收。