

数控技术发展趋势——智能化数控系统

北京机床研究所 张俊 魏红根

摘要 介绍了国内外数控系统发展概况,详述了数控技术发展趋势,提出了具有实时动态全闭环控制体系结构的智能化新一代 PCNC 数控系统的构成。

关键词 数控技术 发展趋势 PCNC 数控系统 智能化

1 国内外数控系统发展概况

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。

长期以来,我国的数控系统为传统的封闭式体系结构,CNC 只能作为非智能的机床运动控制器。加工过程变量根据经验以固定参数形式事先设定,加工程序在实际加工前用手工方式或通过 CAD/CAM 及自动编程系统进行编制。CAD/CAM 和 CNC 之间没有反馈控制环节,整个制造过程中 CNC 只是一个封闭式的开环执行机构。在复杂环境以及多变条件下,加工过程中的刀具组合、工件材料、主轴转速、进给速率、刀具轨迹、切削深度、步长、加工余量等加工参数,无法在

现场环境下根据外部干扰和随机因素实时动态调整,更无法通过反馈控制环节随机修正 CAD/CAM 中的设定量,因而影响 CNC 的工作效率和产品加工质量。由此可见,传统 CNC 系统的这种固定程序控制模式和封闭式体系结构,限制了 CNC 向多变量智能化控制发展,已不适应日益复杂的制造过程,因此,对数控技术实行变革势在必行。

2 数控技术发展趋势

2.1 性能发展方向

(1) 高速高精高效化 速度、精度和效率是机械制造技术的关键性能指标。由于采用了高速 CPU 芯片、RISC 芯片、多 CPU 控制系统以及带高分辨率绝对式检测元件的交流数字伺服系统,同时采取了改善机床动态、静态特性等有效措施,机床的高速高精高效化已大大提高。

(2) 柔性化 包含两方面:数控系统本身的柔性,数控系统采用模块化设计,功能覆盖面大,可裁剪性强,便于满足不同用户的需求;群控系统的柔性,同一群控系统能依据不同生产流程的要求,使物料流和信息流自动进行动态调整,从而最大限度地发挥群控系统的效能。

(3) 工艺复合性和多轴化 以减少工序、辅助时间为主要目的的复合加工,正朝着多轴、多系列控制功能方向发展。数控机床的工艺复合化是指工件在一台机床上一次装夹后,通过自动换刀、旋转主轴头或转台等各种措施,完成多工序、多表面的复合加工。数控技术

珩院士一再呼吁加速仪器仪表与测量技术的发展。测量技术发展的重要趋势是与信息技术的融合。

(4) 加强对技术转产的支持。目的是使中国人的创新和发明首先在国内开花、结果,形成经济效益。国外很多技术创新一开始就是在企业支持下进行的,不存在转产的问题。我国在机械制造技术发展上还存在很

多问题,一是企业力量不够雄厚,对企业领导的技术经济考核短期指标多;二是知识没有形成产业,对中间开发的支持体系没有形成,要从体制上解决这些问题。

作者:张国雄,天津大学精密仪器与光电子工程学院,邮编:300072

(编辑 张芳丽) (收稿日期:1999-11-29)

的进步提供了多轴和多轴联动控制,如 FANUC 15 系统的可控轴数和联动轴数为 2~15 轴,西门子 880 系统控制轴数可达 24 轴。

(4) 实时智能化 早期的实时系统通常针对相对简单的理想环境,其作用是如何调度任务,以确保任务在规定期限内完成。而人工智能则试图用计算模型实现人类的各种智能行为。科学技术发展到今天,实时系统和人工智能相互结合,人工智能正向着具有实时响应的、更现实的领域发展,而实时系统也朝着具有智能行为的、更加复杂的应用发展,由此产生了实时智能控制这一新的领域。在数控技术领域,实时智能控制的研究和应用正沿着几个主要分支发展:自适应控制、模糊控制、神经网络控制、专家控制、学习控制、前馈控制等。例如在数控系统中配备编程专家系统、故障诊断专家系统、参数自动设定和刀具自动管理及补偿等自适应调节系统,在高速加工时的综合运动控制中引入提前预测和预算功能、动态前馈功能,在压力、温度、位置、速度控制等方面采用模糊控制,使数控系统的控制性能大大提高,从而达到最佳控制的目的。

2.2 功能发展方向

(1) 用户界面图形化 用户界面是数控系统与使用者之间的对话接口。由于不同用户对界面的要求不同,因而开发用户界面的工作量极大,用户界面成为计算机软件研制中最困难的部分之一。当前 INTERNET、虚拟现实、科学计算可视化及多媒体等技术也对用户界面提出了更高要求。图形用户界面极大地方便了非专业用户的使用,人们可以通过窗口和菜单进行操作,便于蓝图编程和快速编程、三维彩色立体动态图形显示、图形模拟、图形动态跟踪和仿真、不同方向的视图和局部显示比例缩放功能的实现。

(2) 科学计算可视化 科学计算可视化可用于高效处理数据和解释数据,使信息交流不再局限于用文字和语言表达,而可以直接使用图形、图像、动画等可视信息。可视化技术与虚拟环境技术相结合,进一步拓宽了应用领域,如无图纸设计、虚拟样机技术等,这对缩短产品设计周期、提高产品质量、降低产品成本具有重要意义。在数控技术领域,可视化技术可用于 CAD/CAM,如自动编程设计、参数自动设定、刀具补偿和刀具管理数据的动态处理和显示以及加工过程的可视化仿真演示等。

(3) 插补和补偿方式多样化 多种插补方式如直线插补、圆弧插补、圆柱插补、空间椭圆曲面插补、螺旋插补、极坐标插补、 $3D+2$ 螺旋插补、NANO 插补、NURBS 插补(非均匀有理 B 样条插补)、样条插补

(A、B、C 样条)、多项式插补等。多种补偿功能如间隙补偿、垂直度补偿、象限误差补偿、螺距和测量系统误差补偿、与速度相关的前馈补偿、温度补偿、带平滑接近和退出以及相反点计算的刀具半径补偿等。

(4) 内装高性能 PLC 数控系统内装高性能 PLC 控制模块,可直接用梯形图或高级语言编程,具有直观的在线调试和在线帮助功能。编程工具中包含用于车床铣床的标准 PLC 用户程序实例,用户可在标准 PLC 用户程序基础上进行编辑修改,从而方便地建立自己的应用程序。

(5) 多媒体技术应用 多媒体技术集计算机、声像和通信技术于一体,使计算机具有综合处理声音、文字、图像和视频信息的能力。在数控技术领域,应用多媒体技术可以做到信息处理综合化、智能化,在实时监控系统和生产现场设备的故障诊断、生产过程参数监测等方面有着重大的应用价值。

2.3 体系结构的发展

(1) 集成化 采用高度集成化 CPU、RISC 芯片和大规模可编程集成电路 FPGA、EPLD、CPLD 以及专用集成电路 ASIC 芯片,可提高数控系统的集成度和软硬件运行速度。应用 FPD 平板显示技术,可提高显示器性能。平板显示器具有科技含量高、重量轻、体积小、功耗低、便于携带等优点,可实现超大尺寸显示,成为和 CRT 抗衡的新兴显示技术,是 21 世纪显示技术的主流。应用先进封装和互连技术,将半导体和表面安装技术融为一体。通过提高集成电路密度、减少互连长度和数量来降低产品价格,改进性能,减小组件尺寸,提高系统的可靠性。

(2) 模块化 硬件模块化易于实现数控系统的集成化和标准化。根据不同的功能需求,将基本模块,如 CPU、存储器、位置伺服、PLC、输入输出接口、通讯等模块,作成标准的系列化产品,通过积木方式进行功能裁剪和模块数量的增减,构成不同档次的数控系统。

(3) 网络化 机床联网可进行远程控制和无人化操作。通过机床联网,可在任何一台机床上对其它机床进行编程、设定、操作、运行,不同机床的画面可同时显示在每一台机床的屏幕上。

(4) 通用型开放式闭环控制模式 采用通用计算机组成总线式、模块化、开放式、嵌入式体系结构,便于裁剪、扩展和升级,可组成不同档次、不同类型、不同集成程度的数控系统。闭环控制模式是针对传统的数控系统仅有的专用型单机封闭式开环控制模式提出的。由于制造过程是一个具有多变量控制和加工工艺综合作用的复杂过程,包含诸如加工尺寸、形状、振动、噪

串行总线计算机数控系统

北京机床研究所 郑立新

摘要 论述了串行总线的优点,介绍了国内外数控系统总线接口的发展概况,提出了串行总线计算机数控系统(SCNC)的概念及其发展对策。

关键词 串行总线 计算机数控系统 并行总线

1 前言

在计算机系统中,总线接口对整个系统的性能和功能都有直接影响,有关专家预测,在下一世纪里,串行总线将逐渐取代并行总线。

在数控系统中,个人计算机技术与数控技术越来越紧密地结合,由此而产生的具有开放性的PCNC数控系统,正在取代传统形式的数控系统,并成为市场的主流产品。计算机总线结构的变革,必将影响数控系统的体系结构,串行总线的应用将极大地改变现有的传统数控系统的结构形式。

2 串行总线的优点

同并行总线相比,串行总线具有许多优点。串行总线连接引脚数量少,连接简单,成本较低,系统可靠性高。串行总线对系统体系结构具有重大的影响,它的应

用有助于数据流计算机体系结构的实现。

对于高速计算机系统,串行总线比并行总线更容易使用。在并行总线中,传输数据的各个位必须处于一个时钟周期内的相同位置,频率越高,对器件的传输性能和电路结构要求越严格,系统设计难度加大,致使系统成本提高,可靠性降低。相比之下,使用串行总线时,数据的各个位是串行传输的。在串行总线设计时,既可以嵌入时钟信号作为同步信号,也可以采用锁相环的时钟恢复方式;同并行总线相比,串行总线的传输线效应比较容易处理,从而降低设计难度和系统成本。

另外,以串行信息包为基础的系统,不需要编写驱动程序。当断开任何一根互连线,对全部信息包进行解码时,串行总线将这些信息包移入存储器并中断处理器,这是一种局部的中断或事件。随后微处理器将查看这些信息包,而不需要用驱动程序进行上述工作。系统将成为一种信息传递系统,而不是事件驱动系统。

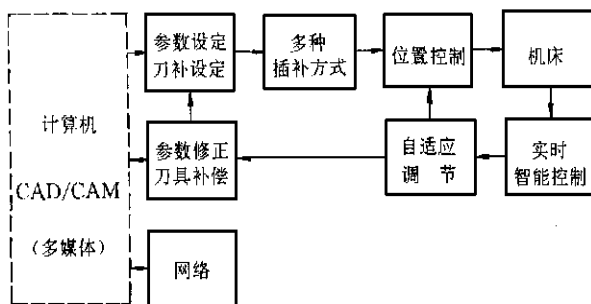
声、温度和热变形等各种变化因素,因此,要实现加工过程的多目标优化,必须采用多变量的闭环控制,在实时加工过程中动态调整加工过程变量。加工过程中采用开放式通用型实时动态全闭环控制模式,易于将计算机实时智能技术、网络技术、多媒体技术、CAD/CAM、伺服控制、自适应控制、动态数据管理及动态刀具补偿、动态仿真等高新技术融于一体,构成严密的制造过程闭环控制体系,从而实现集成化、智能化、网络化。

3 智能化新一代PCNC数控系统

当前开发研究适应于复杂制造过程的、具有闭环控制体系结构的、智能化新一代PCNC数控系统已成为可能。这种数控系统的体系结构如下图所示:

由图可知,智能化新一代PCNC数控系统将计算机智能技术、网络技术、CAD/CAM、伺服控制、自适应控制、动态数据管理及动态刀具补偿、动态仿真等高新

技术融于一体,形成严密的制造过程闭环控制体系。



参考文献

- 1 周德俭.使用PC的开放式计算机数控系统——CNC的发展方向.机电一体化,1997.7
- 2 黄金秋.基于开放式结构的高性能数控系统的研制.制造技术与机床,1998.8

第一作者:张俊,北京市东直门外望京路4号,北京机床研究所数控工程中心,邮编:100102

(编辑 董雅萍)

(收修改稿日期:1999-09-13)