

FANUC 最新数控和伺服技术

北京发那科机电有限公司 (100085) 李佳特

一、高档数控系统

FANUC 近年来开发的 30i 系列是功能最高的系统, 适合于先进、复合、多轴、多通道、纳米 CNC, 该系列包括 FS30i/31i/32i-MODEL A。其中 30i-MODEL A 的功能最高。其特点如下:

1. 采用最新的硬件技术

NGC 的 30i-MODEL A 系列采用了最新的超高速微处理器。CNC 内部的总线实现了高速化的处理, 因而大幅度提高了构成系统的 CNC 处理器、PMC 处理器、数字伺服处理器之间的数据传输速度。

30i-MODEL A 系列, 把 CNC 系统的数控功能板安装在显示器背面, 这种显示器一体型的 CNC, 其系统厚度只有 60mm, 是超小型、超薄型的控制装置, 大幅节省了机床的 CNC 系统安装空间, 从而也为机床的小型化做出了贡献。

30i-MODEL A 系列, 为了提高系统的操作性, 显示器采用了 15in 的宽屏彩色液晶显示器, 该装置具有 1024 点 × 768 点, 将丰富多彩的信息显示在屏幕上。另外, 除了在液晶显示器的下面配备的横排软键外, 还在液晶显示器的旁边新设了竖排软键。利用横竖两排软键, 可方便地进行屏幕操作。显示器前面还配置了一个 PCMCIA 接口, 可以将存储卡完全插入 CNC 控制装置进行 DNC 的运行。作为用来将各类数据输入到 CNC 中的键盘, 具有与 PC 机的键盘相同排列的 QWERTY (标准的传统键盘)。熟悉 PC 机操作的用户可以驾轻就熟地操作 CNC。另外, 备有标准机床操作面板, 允许用户对不同的机床按键进行自定义。

NGC 系列采用高速光缆; FANUC 串行伺服总线 FSSB, 将 CNC 与多个伺服放大器串行联接, 传送速度比以往提高 2 倍以上。1 根光缆最多可以控制 16 轴伺服电动机。采用高速 DSP 和高速 FSSB 传送伺服控制信号, 实现 $31.25\mu\text{s}$ 的伺服电路控制周期。由于采用光缆传送

信号, 速度高, 同时大大减少了连接的电缆, 因此也大大提高了可靠性。

2. 多轴、多通道的数控系统

30i-MODEL A 系列具有先进的扩展功能, 可实现对 10 个路径、32 个伺服轴和 8 个主轴的控制, 可用于各种大型机床、复合机床和自动车床。

FS30i-MODEL A, 可以进行 5 轴加工。5 轴加工机床的配置大致可分为“刀具旋转型”、“转台旋转型”、“混合型”(刀具/转台均旋转)。每种形式具有不同的配置。因此以上系统的 5 轴加工功能, 不管是哪种机械配置, 都可以与之对应。NGC 系列具有丰富的 5 轴加工功能, 这些功能主要为: ①用于 5 轴加工的刀具中心点位置控制。②倾斜面加工命令。③用于 5 轴加工的手动进刀。④5 轴加工用的刀具半径补偿, 可以在垂直于刀具方向的补偿平面上针对指令路径在右/左侧进行刀具半径补偿。

3. 具有丰富的高精、高速功能

(1) 纳米插补 纳米插补产生以纳米为单位的指令给数字伺服控制器, 使数字伺服控制器的位置指令平滑, 因而也就提高了加工表面的平滑性。纳米插补的方框图见图 1, 其中 HRV 是“高反应矢量”控制的意义。



图 1

(2) AI 纳米轮廓控制功能 该功能不需要选择专用的硬件, 就可以在直线插补和圆弧插补时进行纳米插补。

(3) AI 纳米高精度控制 以相应于机床性能的最佳进给率, 在纳米插补下进行加工。为了使平滑的运动有效, 可对机床的各个轴因不同惯量产生不同的偏差进行分别的加速度设定; 这样可以达到多程序段的平滑加

减速。

(4) 加加速度控制 防止由于加工形状的突然变化而产生的加速度的急剧变化,从而引起冲击和振动,这个功能可以提高加工表面的质量,减少加工时间。

(5) NURBS 插补 NURBS (Non Uniform Rational B-Spline) 是一种自由曲线;当采用 CAD 设计模具时, NURBS 被广泛地用来表示自由曲线。30i-MODEL A 系列支持对 NURBS 曲线的编程。开发出 NURBS 插补的方法。允许用较少的程序段定义出由大量短直线段组成的程序。减轻了数据流的瓶颈。

(6) 纳米平滑 在模具加工中,可以再现由 CAD 设计的自由曲面,实现“无研磨”平滑。具有自由曲面形状的模具加工,在利用 CAD/CAM 系统创建加工程序的过程中,采用减小设计形状和程序命令的容许误差,即“公差值”,以提高加工表面的质量的方法。“纳米平滑”是以 NURBS 曲线从 CAD/CAM 系统创建的微小线段程序中推测原来的自由曲面,以纳米为单位对业已创建的 NURBS 曲线进行插补的技术。因此,可以得到接近所设计形状的光洁的加工表面,减小手工研磨的工序。

(7) 前瞻控制 为了使机床连续运行,在执行某个程序段时,读取另一个程序段并进行运算,把运算的结果存到缓冲器中。这样,运行的程序完成以后,下个程序段可以立刻进行。当数控系统应用在高速加工时,进给率大大提高,因此由于加速度、减速度产生的延迟和伺服产生的延迟引起的误差也大大增加。如果在不同的加工形状时对进给率和加减速进行预计算,使得数控系统在程序编制以后,执行以前,预先计算出各程序段的运动轨迹和运动速度;即对将要运行的程序进行预先处理,根据上面提到的控制进给率和加、减速度方法,预先计算出一些程序段的进给率和加、减速度,进而计算出运动的几何轨迹,然后送到多段缓冲器,当运行时刀具按一定的速度高速运动,而加工形状的误差却仍然小。这就是“前瞻控制”(lookahead)。30i-MODEL A 系列的最大前瞻控制段可达 1000 段。

4. 高速、大容量、多通道的 PMC

30i-MODEL A 系列由专用的处理器和最新的专用 LSI 组成的 PMC,对大量的顺序控制进行高速处理。可以在一台 PMC 上执行最多 3 个通道、各自独立的梯形程序。每个梯形程序对应其自身独立的数据区,因而可以进行具有较高独立性的模块化、程序化的开发。

5. 丰富的网络功能

利用丰富的网络功能和软件,通过网络传递和共享信息,管理系统和使用系统。利用以太网与工厂的网络相互连接构成 FA (工厂自动化) 系统、也可以从工厂外部进行远程监控;将 CNC 与 PC 机连接起来,即可观察 NC 程序的传输和机床的运转状态,又可以实时集中监控加工现场的作业。另外,通过将 CNC 连接到工厂的网络,即可将管理部门和加工工厂连接起来。这样,就可以通过生产指令和实际加工数据对整个工厂进行管理,从而提高生产效率。此外,也从工厂外的管理部门和家庭连接因特网,远程监控机床的运转状态。在显示器旁插入 PCMCIA 卡,可以简单地与计算机连接起来,进行机床的调试和维护。系统支持下列的现场总线:① FL-net。② PROFIBUS-DP,实现基于欧洲标准的 12Mbps 的高速传输。③ DeviceNet。④ I/O Link-II。

系统可以配置数据服务器,将微小移动距离、连续模具加工的大容量程序,存储在内置的快速数据服务器 ATA 闪存卡中进行高速加工。数据服务器运行的同时,也可以使用其他的以太网功能。在数据服务器和 PC 之间,可以高速进行加工程序的传输。也可以进行 CNC 参数和刀具信息文件等的接收和发送。可以调用 ATA 闪存卡中的宏语句和子程序的存储器运行。也可以从 PC 机执行 DNC 的运行。对存储在 ATA 闪存卡中的程序可以进行编辑。通过系统的以太网功能,利用 FANUC 的软件调试工具“SERVO GUIDE”可以对伺服进行调试;也可以利用“FAPT LADDER”的软件对系统 PMC 的梯形图进行调试。

6. 方便操作的 MANUAL GUIDE

它是在一个画面上支持从加工程序的编制、程序的检查、准备到实际加工等所有操作的操作指南功能;免掉了操作人员来回切换屏幕的麻烦;可以在程序屏幕和偏置屏幕上,一次显示出大量数据,提高输入和确认的效率;在多轴系统中可以一次显示出多个位置信息,使得操作性有了改善;在多路径的系统中,最多可以将 4 个路径显示在一个屏幕上。在构建复杂的多路径系统中,实现优良的可视性和操作性。

7. 适应控制器开放的要求

30i-MODEL A 系列也可以开放。与 Windows 的 OS 对应的开放式数控系统。它是在系统中,增加了 PC 机,

PC 机通过 CNC 的独有高速接口连接起来,并能高速传输大量数据,形成了最佳的融合。由于它工作可靠,界面开放,不仅可以简单地实现机床制造商独有的功能,而且还与最终用户的要求灵活对应;可以使用最新的信息技术,因此,越来越受到机床制造商的欢迎。

8. 双检安全功能

对于 30i 系统,还设置有双检安全功能;它适合于欧洲安全标准是 EN954-1 的安全功能。内嵌在 CNC 中的多个处理器双重监控伺服电动机和主轴电动机的位置、速度以及与安全相关的 I/O。这样,可以大幅简化为保证安全所必备的主轴电动机速度监控装置、使用在紧急停止电路等为适合安全标准所追加的电路,因而可以降低机床必要的成本。由于该功能对以往在外部电路中一直难以实现的伺服电动机的停止状态和位置也实行监控,因而可以将当今最高的安全功能添加到机床上。此外,机床制造商还可以将使用的液压、气动外围设备等用于控制的 I/O 信号作为安全关联 I/O 进行定义,并通过双重监控实现灵活而又便于使用的功能。

9. 纠错码的应用

FANUC 的 CNC 是基于系统化的 LSI。根据 FANUC 设计开发的原则,其电路的印制板应含最少的元件。由于 CNC 计算速度的提高,电子电路的速度也提高,它需要降低供电电压,以降低其损耗;这时驱动 LSI 的数字信号就像一个模拟信号,这降低了 CNC 的信噪比,降低系统的可靠性。纠错码是一种最尖端的可靠性技术,它在传输各类数据的过程中将纠错码添加在数据上,以使在数据传输过程中即便发生错误,也可以通过纠错码而检测出错误并予以纠正。

二、最新伺服技术

(1) FANUC 的伺服 HRV (High Response Vector)

控制是对纳米 CNC 系统的高速、高精伺服控制。目前已发展和实现了 HRV4 控制。它是伺服 HRV3 的替代版;基于 HRV3 的伺服控制以它的高速和高精加工能力为著称。HRV4 对于进一步实现纳米级的高质量加工起了重要的作用。它的特点如下:①在全部时间,施加纳米级运动指令。②由于施加超高速伺服控制处理器,电流控制的周期时间为 $31.25\mu\text{s}$,位置和速度控制的周期时间为 $250\mu\text{s}$ 。③由于采用共振跟踪形式的 HRV 滤波器,避免了机械共振;同时由于采用了转矩的预控制,也降低

了在该点的机械振动。④采用 $16 \times 10^6/\text{rev}$ 的高分辨率 αi 脉冲编码器采用 HRV4 的电流控制,其伺服控制的反应频率最大可达 1kHz 。较高速度的电流控制也使速度控制得到较大的增益。对直线电动机和需要超高速度和超高精度的齿轮机械,HRV4 是最佳控制。伺服的 HRV 控制如图 2 所示。

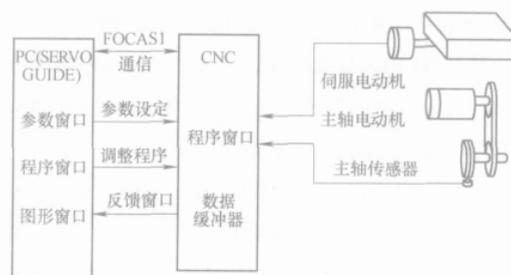


图 2

(2) 主轴 HRV 控制 主轴 HRV 控制可实现主轴的

高响应性和高精度。主轴 HRV4 的控制具有以下特点:①在位置控制方式下与纳米插补相应,与进给轴一样,在主轴上也实现了纳米 CNC 系统。②通过利用绕组温度信息的最佳电流相位控制,降低电动机的发热量,实现不受温度影响的恒定输出。通过主轴 HRV 控制,实现机床主轴的高精度、高响应和高效。

(3) 伺服调试工具 伺服引导 (SERVO GUIDE),

它通过 CNC 的以太网,把 CNC 和 PC 机连在一起,利用 FANUC 的“SERVO GUIDE”软件作为伺服和主轴的调整工具;可很方便检测出机床的误差,并确定最佳伺服调整的状态。该伺服调试工具具有:①参数窗口:通过 PC 设定伺服参数,输出到 CNC。②程序窗口:从 PC 机端编制测试程序,输出给 CNC 执行。③图形窗口:电动机反馈脉冲经过 CNC 的缓冲器后显示在图形窗口,以便观测测试结果。如图 3 所示。

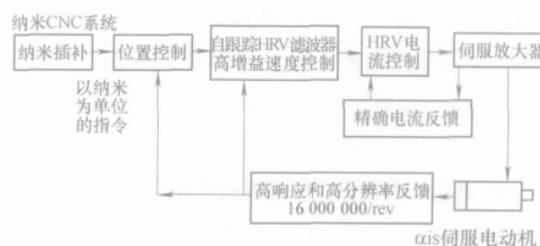


图 3

其中 PC 与 CNC 间的联系通过 FANUC 的 FOCASI,即 FANUC 开放 CNC 应用编程接口 1 版的软件交换信息。

(收稿日期:20070105)