

PC - based 高精度步进式位置伺服系统

陈庆樟

(江西农业大学工学院,江西 南昌 330045)

High - precision Stepping Position Servo System of PC - based

CHEN Qing - zhang

(College of Engineering, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

摘要:详细地分析了步进式位置伺服系统控制方案及其软硬件结构设计。讨论了如何确定系统中步进电机的脉冲频率,分析了系统的性能,并针对系统的误差和精度做出讨论。该系统在对数控系统的研究开发和实验教学中具有广泛的应用前景。

关键词:PC - based; 步进电机; 位置伺服系统; 细分驱动器

中图分类号: TM383; TP336

文献标识码: A

文章编号: 1001 - 2257(2007)03 - 0023 - 03

Abstract: In the paper, stepping position servo system is introduced in the thesis, and the system's controlling scheme and its structure are analyzed detailedly. The thesis has discussed how to confirm the pulse frequency of the stepper motor in the system. The performance of the system, particularly the system error and precision are analyzed emphatically. The stepping position servo system has extensive application foreground in research and experimentation of numerical control system.

Key words: PC - based; stepper motor; position servo system; subdivision driver

0 引言

步进电机是一种将电脉冲信号转换成角位移或直线位移的控制电机,它可用数字信号直接进行开环控制组成位置控制系统,并且系统定位度高,具有良好的跟踪性能,没有积累误差^[1-2]。步进电机转子的位移量严格正比于输入脉冲数,平均转速严格正比于输入脉冲频率。尤其是混合式步进电动机具

有小步距角、快速启停、消耗功率小、断电时有定位转矩的特点,越来越多在工业中得到应用^[3-4]。同时采用细分控制策略又大幅度提高步进电动机的分辨率,并且有效地抑制单步运行中所产生的噪声和振荡现象,无需专门的阻尼器,既减小了控制器的体积,又降低了成本^[5]。利用两相混合式步进电机及细分驱动器的优点,基于 DEC4T 运动控制卡组成一套双坐标的位置伺服控制系统。该系统配备了基于网络技术的视窗交互式控制软件,可以实现二维运动轨迹的合成、插补运算以及在线高速轨迹跟踪和控制,同时具有图示化的编程功能。基于该平台可方便地实现各种数控系统的实验及仿真研究^[6]。

1 系统控制方案及软硬件结构设计

以步进电机及其驱动器作为的执行部件的位置伺服系统,它最大的优点就是能够在开环系统中达到精确的控制^[7]。在该开环步进式位置伺服系统中指令信号是单向流动的,由 DEC4T 卡发出的指令脉冲,经细分驱动器、两相混合式步进电机,通过滚珠丝杠驱动双坐标平台移动。系统开环控制方案如图 1 所示。

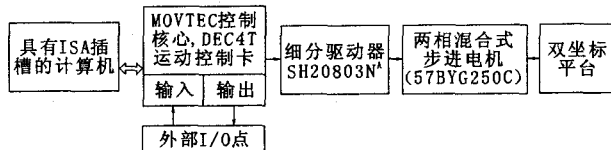


图 1 系统开环控制方案

1.1 基于 ISA 总线的运动控制卡

DEC4T 运动控制卡是德国 MOVTEC 公司开发出来的针对 ISA 总线的运动控制卡。它用于控制步进电机和数字伺服电机,最多可以控制 4 轴 4 联动,进行直线、圆弧插补和样条函数等运动。DEC4T 运动控制卡作为步进电机的上位单元,与计算机构成主从式控制结构。计算机主要完成人机交

互界面的管理、控制系统的检测和控制工作;运动控制卡接收计算机 CPU 发出的指令,进行运动轨迹的规划。这包括脉冲的方向和方向信号的输出、自动升降速处理、原点和限位开关等信号的检测。系统具有软件搜索参考点和软件限位功能,可以保证电机和滚珠丝杠等精密部件不在系统运行中损坏。

1.2 系统执行机构

系统的执行机构采用整体式稀土永磁混合两相步进电动机,该类电机兼有反应式和永磁式步进电机的优点。它既可以像反应式步进电机一样实现小步距角运转,有较高的起动和运行频率;同时又可以像永磁式步进电机那样,控制功率小,功耗低,输出力矩大,具有定位转矩。为了减小低速转矩脉动和噪音,提高运行平稳性、分辨率和精度,电机采用小步距角细分控制,以确保步进电机不丢步,快速实现连续平滑调节。

1.3 系统的控制软件

系统采用通用数控软件 EdiTasc 来实现对硬件的控制功能。其中包括连续点动、搜索参考点、软件限位和在线编写运动轨迹等。EdiTasc 是一个高度开放的开发平台,可以直接控制各种工业自动化设备,开发专用的界面和控制系统。其汉化软件可以识别国际标准的 DIN66025G 代码和 MTASC 高级语言。EdiTasc 由底层运动控制软件和用户操作界面组成,底层运动控制软件跟运动控制卡建立通讯,对运动控制卡的插补运动进行控制,同时也可以对所需要的参数进行设置。EdiTasc 软件可以接收来自多种 CAD/CAM 软件产生的加工程序,如 Mastercam、海尔软件和文泰软件等。

图 2 所示为步进式位置伺服软硬件系统结构设计原理。

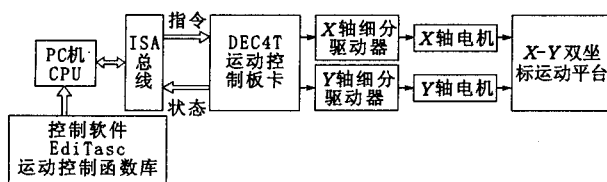


图 2 步进式位置伺服软硬件系统结构设计原理

2 步进电机脉冲频率确定及参数验算

步进电机主要参数:脉冲分配方式为两相四拍,步距角 0.9° ,静态相电流 3 A,保持转矩 $1.0 \text{ N} \cdot \text{m}$,空载起动频率 2 KPPS,转动惯量 $0.23 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 。

为了计算脉冲频率必须先确定脉冲当量 δ_p ,即每一个电脉冲负载产生的直线位移量。步进电机细分驱动器采用 8 细分,由此, $\delta_p = \frac{\beta/8 \cdot t \cdot i}{360^\circ}$,其中 $\beta = 0.9^\circ$ 为半步驱动方式时的步距角, $t = 4 \text{ mm}$ 为丝杠螺距, $i = 1$ 为传动比。可以得出脉冲当量 $\delta_p = 0.00125 \text{ mm/P}$ 。

系统的快速直线插补运动速度为 200 mm/s ,此时步进电机转速为 3000 r/min ,精度为 0.01 mm 。在键盘上每一次按键运动控制卡发出的脉冲为 8 个,转换成位移量为 $\delta_p \times 8 = 0.01 \text{ mm}$ 。而丝杠螺距为 4 mm ,步进电机转动一圈需要的脉冲数为 $360^\circ / (0.9^\circ/8) = 3200$ 个,电机转动一圈丝杠位移为一个螺距,即 4 mm 。因此,丝杠位移 0.01 mm 时所需要的脉冲数为 8 个。这就是说,在步进电机的转速为 3000 r/min 时,运动控制卡发出的脉冲数等于步进电机所接收到的脉冲数,并且准确地转换为丝杠的直线位移。

3 系统的性能研究

3.1 系统的误差和精度分析^[8-9]

双坐标步进式位置伺服系统的误差主来源有 2 方面,一是机械方面,包括滚珠丝杠副等传动部件;二是电气方面,主要是步进电机。滚珠丝杠副都进行了预紧,从理论上讲消除了其出现误差的可能性。实际上对于有相对运动的传动部件,必然会存在间隙,因而丝杠反向运行时将会出现微小的空程,这个空程足以影响系统的精度。同时丝杠的螺距误差和传动刚度对系统的精度也有很大的影响。

步进电机的步距角精度和振动对系统的精度也造成很大的影响。典型的步进电机的步距角精度可以达到 $3\% \sim 5\%$,并且不积累。步进电机位置精度如图 3 所示。当步进电机接收到一个脉冲信号转过一个角度会产生步距角误差,步距角误差 = 测量步

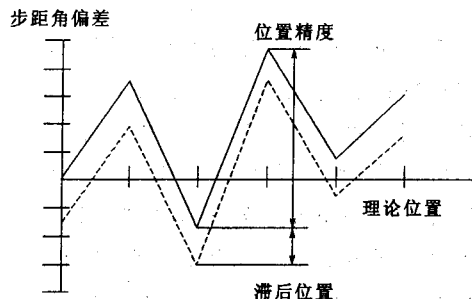


图 3 步进电机位置精度

距角度—理论步距角度。当步进电机转过 N 个步, 并且从电机开始转动的初始位置测量电机转过的角度为 θ_N , 设步距误差为 $\Delta\theta_N$, 则 $\Delta\theta_N = \theta_N - \beta \cdot N$, 其中 β 为步进电机的步距角。一般用户根据步距误差的最大与最小值之差来计算, 即 $\Delta\theta_N = \pm \frac{1}{2}(\Delta\theta_{\max} - \Delta\theta_{\min})$ 。

3.2 提高系统性能的措施

为了消除滚珠丝杠的空程影响可以通过软件和硬件 2 方面来实现。采用补偿电路或者软件补偿方法, 补偿滚珠丝杠的空程和螺距误差, 以提高系统的位移精度。在该系统中选用高精度的滚珠丝杠副和坐标运动机械平台, 从机械结构方面保证系统的精度, 并且控制软件来保证系统的精度。EdiTasc 能够在插补运动时按设定的时间段周期性地与运动控制卡 DEC4T 建立通讯, 使 DEC4T 获得相关轴运动的速度和长度, 软件具有预读功能和预加速/减速功能, 这样可以保证速度的恒定和平稳过渡。运动控制软件自动计算位置偏差, 并根据该差值对位置偏差进行 PID 调节, 以保证系统精确运动, 运动控制卡 DEC4T 按接收的指令自行控制步进电机进行插补运动。

两相混合式步进电机采用微步驱动模式, 可以达到平滑的运动轨迹, 提高分辨率、消除振动, 从而提高了系统的精度。运动控制卡可以实现控制脉冲的精确定时功能, 采取了抗干扰措施。

4 结束语

以两相混合式步进电机为执行部件的位置伺服系统是一个典型的机电一体化系统, 具有开放性、灵活性、可靠性并且具有较高的精度。它可以作为机电一体化的实验平台, 满足了现代运动控制技术研究 and 实验的需要。通过该系统可以掌握各类数控的基本原理、运动控制的基本概念、运动控制系统的集成方法。同时本系统也可以作为数控系统的开发工具。该系统符合工业现场标准, 可以直接进行工业现场控制。

参考文献:

- [1] 舒志兵. 现代伺服运动控制系统[M]. 哈尔滨: 黑龙江人民出版社, 2004.
- [2] 李永义, 等. 8253 在步进电动机运动控制系统中的应用[J]. 《机械与电子》2007(3)

用[J]. 微电机, 2002, 35(5): 33—35.

- [3] 李峻, 李学全, 胡德金. 步进电机的运动控制系统及其应用[J]. 微特电机, 2000, 28(2): 37—39.
- [4] 刘景林, 马瑞卿, 韩英桃. 高精度步进电机位置伺服系统[J]. 中小型电机, 2002, 29(6): 35—37.
- [5] 周志明. 基于运动控制卡的步进电机控制系统[J]. 煤矿机械, 2004, (3): 95—97.
- [6] 李刚. 德国 MOVTEC 公司运动控制卡及其应用[J]. 机械工人(冷加工), 2003, (5): 47—48.
- [7] 杜毓瑾, 等. 一种基于 ISA 总线的步进电机控制卡的实现[J]. 机床与液压, 2003, (6): 155, 227—228.
- [8] Harb Ahmad M, Zaher Ashraf A. Nonlinear control of permanent magnet stepper motors[J]. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2004, (1): 443—458.
- [9] Sergey Edward Lyshevski. Motion control of electro-mechanical servo - devices with permanent - magnet stepper motors[J]. Mechatronics, 1997, 7(6): 521—536.

作者简介: 陈庆樟 (1973—), 男, 江西泰和人, 博士, 研究方向为汽车机电一体化、电液伺服控制。

研华优诺 UNO 系列升级至

Windows XP SP2

研华科技日前宣布, 其嵌入式无风扇工业级嵌入式控制器优诺 UNO 系列的操作系统已全面升级至 Windows XP Embedded SP2。这一系列产品的设计以 EWF 及 HORM 等多项工业级专属功能为主; 它同时也内建 .NET Framework 1.1, 并支持 9 种主要语系。

此次研华针对 UNO 所提供的 Windows XP SP2 包含 4 种加强功能, 第 1 种是 EFW (enhanced write filter), 透过此一组件可使操作系统的磁盘区成为只允许读取的磁盘区, 可防止突然断电、震动或是病毒入侵对于系统或是应用程序的伤害。同时提供整合的 AdvEwUtility, 工程师无需额外撰写程序即可方便地设定 EWF 功能。

第 2 种是 HORM (hibernate once / resume many), 可在少于 1 分钟的时间内重新启动计算机。此一功能类似计算机的休眠状态, Windows Embedded XP 将内存存入磁盘, 并关掉电源。当电源恢复时, 所有的应用程序会重新开启, 并保持之前使用的原状。

第 3 种是解压缩 NTFS 档案系统。

第 4 种是支持 9 种主要语系, 提供英文、繁体中文、简体中文、日文、韩文、西班牙文、德文、俄文、法文等 9 国语言。

目前研华的 UNO - 2160XPe / UNO - 2170XPe 系列已开始批量生产。这一系列产品具备开放式架构、扩充性、无风扇和无硬盘设计等特点, 能满足不同行业的应用。