

PCL-839 运动控制卡数控系统的开发

贾 敏 忠 谢 明 红

(华侨大学机电及自动化学院, 福建 泉州 362021)

摘要 PCL-839 是一块具有 3 路独立步进控制功能的运动控制卡, 可以直接与伺服驱动器相连. 文中讨论在 Windows 平台上开发数控系统的关键技术, 并介绍 PCL-839 运动控制卡工作方式. 重点分析通过上位机与运动控制卡的有机连接, 使得运动控制卡与软件共同完成数控系统的实时控制任务.

关键词 数控系统, 多媒体定时器, PCL-839 运动控制卡, 插补运算, 升降速控制

中图分类号 TG 659; TP 273⁺.5

文献标识码 A

目前, 基于 PC 的数控系统主要有 PC 嵌入 NC^[1]、NC 嵌入 PC 和全软件型 NC. 其中全软件数控系统主要体现在机床的控制功能, 包括轴控制和机床逻辑控制等实时性要求很高的功能, 这完全以应用软件的形式体现^[2]. 开发全软件型的数控系统中, 对操作系统不仅影响数控系统性能和稳定性, 还涉及能否利用软件工程中的新理论、新技术. 目前, 基于 Windows 操作系统, 采用面向对象的 Visual C⁺⁺ 6.0 语言为开发工具的数控系统, 已成为全软件数控系统的热点. 在 Windows 操作系统上开发数控系统的关键是, 如何解决数控系统所要求的实时性问题.

1 Windows 操作系统下实时性的实现^[3]

Windows 操作系统是基于消息机制来工作的, 消息响应函数 `OnTimer()` 可以用来实现需周期性完成的事件. 但 `WM_TIMER` 被认为是一种低优先级的消息, 在消息对列中总被放到最后. 在系统忙时, 这种消息发生的频率是不固定的, 甚至出现丢掉该消息的问题. 因此, 它不能满足数控系统实时性的要求. 采用虚拟驱动对硬件进行中断, 实现准确定时, 可得到 10 kHz 的准确时间. 但其编程较为复杂, 涉及对内存的操作, 容易导致内存泄漏, 出错几率增加, 从而影响系统的稳定性.

Windows 的多媒体扩展还包括一个高精度的多媒体定时器, 它不依赖于 Windows 的消息. 由于多媒体定时器能得到底层 API 支持, 获得精确的系统时间, 可用它来周期性地执行一个事件. 另外, 应用多媒体定时器编程简单, 开发数控系统时采用多媒体定时器来解决实时性问题. 多媒体定时器虽然计时精度高, 但时间间隔最小值为 1 ms. 如果以脉冲形式控制伺服驱动器, 能用的插补方法所达到的精度太低, 并且所能达到的最高速度较低, 一般不能满足实际需要. 因此, 考虑加一个运动控制卡, 在上位机上完成粗插补, 在运动控制卡上完成精插补, 这样不仅提高插补精度, 而且也能提高速度.

2 基于 PCL-839 运动控制卡的数控系统

2.1 PCL-839 运动控制卡

PCL-839 是研华科技有限公司生产的 3 轴高速步进电机控制卡^[4], 控制卡与驱动器连接, 如图 1 所示. 控制卡与其中的一个伺服驱动器连接, 由 24 V 的开关电源供电, R 为限流电阻. 该控制卡所具有的

收稿日期 2006-01-19

作者简介 贾敏忠(1972), 女, 讲师, 硕士, 主要从事数控技术的研究. E-mail: jiaminzhong01@163.com

基金项目 福建省重点科技计划资助项目(2003H005)

功能(部分函数)如下:

```
int out_port(int port_no, int value); // 向端口送值
int in_port(int port_no); // 从端口读入状态
int set_base(int b); // 设置基地址
int set_mode(int ch, int mode); // 设置工作模式, 方向模式或脉冲模式
int set_speed(int ch, int r1, int r2, int r4); // 为控制通道设置初始速度、最高速及加速度
int arc(int plan_ch, int dir, long x1, long y1, long x2, long y2); // 圆弧插补
int line(int plan_ch, int dx, int dy); // 直线插补
```

虽然该控制卡的功能很强,但是如依靠它的速度控制功能,会使系统开发者减少了许多自主性,数控系统也会失去可扩展性.因此,在开发数控系统时,利用控制卡向驱动器送脉冲,其余工作由上位机的软件实现.

在 Windows 平台上用 Visual C++ 6.0 语言开发数控系统,通过 PCL-839 运动控制卡控制伺服驱动器.然后,通过控制机床 PC 机内的应用软件完成数控系统的功能(实时性强的轴控制功能和实时性不太强的显示等功能),PC 机完成粗插补结果送到 PCL-839 卡,通过它精插补后送到伺服驱动器.应用软件与 PCL-839 的连接是通过程序来完成.

2.2 软件结构

CNC 系统是个多任务实时控制系统,要求在规定的时间内,系统可以对信息进行快速处理和响应.在软件型数控系统中,实时和非实时功能都是由软件来完成,因此软件结构在此显得尤其重要.数控系统的软件结构^[5]是指数控系统软件的组织管理方式,即系统任务划分方式、任务调度机制、任务间信息交换机制及系统集成方法等.软件结构解决的问题是,如何组织和协调数控系统各个任务的执行,使之满足一定的时序配合要求和逻辑关系.

因此,合理确定数控系统的软件结构是非常重要的.数控系统软件的设计,按数控功能对实时性要求的高低不同来考虑.实时性要求高的插补运算,以及向伺服控制器送脉冲用多媒体定时器来完成;而实时性要求不高的,如坐标显示、加工轨迹的显示等用线程调度来完成.插补运算结果作为坐标显示与加工轨迹显示的数据源.图 2 为软件的结构图,其中实线为控制流,虚线为数据流.由图 2 可看出,数控系统由线程调度和定时器两部分共同完成,定时器属于 Windows 的内核不受线程调度,它为非实时部分提供数据源.

2.3 插补运算和升降速控制

采用时间采样法进行插补运算,插补周期为多媒体定时器的最小间隔(1 ms).每一个插补周期向控制卡各通道送出的脉冲个数,可由每一个插补周期的进给量 f ($f = t \times F / 60 \times 1\,000\text{ mm}$),再根据正切关系计算出每个坐标的进给量 f_x, f_y 得出.在进给量转换成脉冲个数的过程中,不足一个脉冲当量的距离要累计.升降速由软件来完成,由于加工轨迹的长短不同,其升降过程的时间速度关系也不同,一般有两种情况,如图 3 所示.图 3(a)表示加工过程有升速、匀速和减速过程,即所谓的梯形关系;图 3(b)由于距离短,速度(v)和时间(t)呈三角形关系.图 3 中 a 点为电机的最高启动速度, b 为要求的速度, c 点为减速点, d 为程序终点.图形所围成的面积为轨迹的大小,显然减速点是容易计算的,步进电机都有一

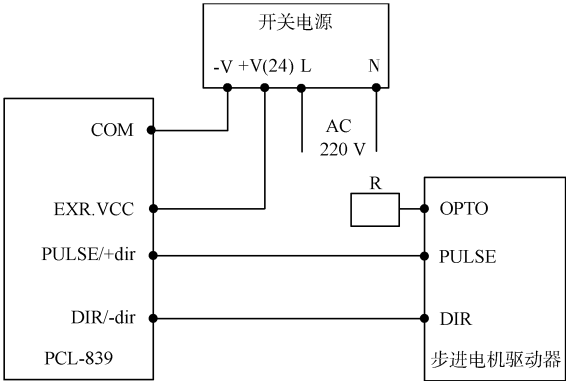


图 1 PCL-839 与驱动器的联接

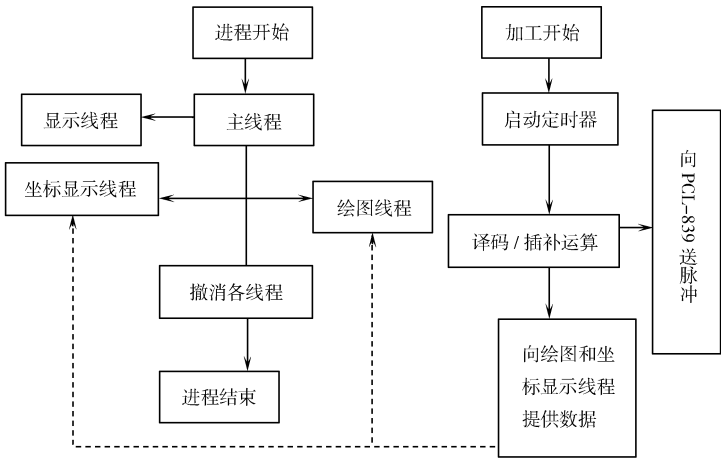


图 2 数控系统的软件结构

个最高的启动速度,文中开发所使用的57BYGH316电机,其最高启动速度为 $0.8\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$,最高速度为 $12\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$.软件上处理升降速的思想是:当加工时需要的速度低于或等于最高启动速度时,不需要升降速;当加工速度高于电机最高启动速度时,就必须有升降速.第1个插补周期以最高启动速度

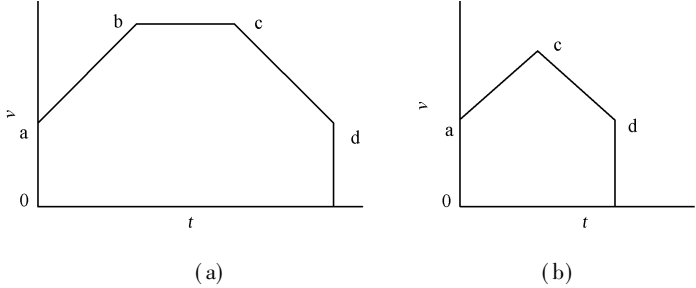


图 3 速度和时间关系

F_0 计算,下一个插补周期的进给速度 $F_1(F_1=F_0+\Delta)$,再下一次插补周期的进给速度 $F_2(F_2=F_1+\Delta)$;依次往下,直到要求的速度.当到了减速点,进给速度的计算就是升速的相反,即每个插补周期进给速度为前一个周期的进给速度减去 Δ 升降速控制的具体流程图,如图 4 所示.图中, K 记忆当前插补的周期数.由于升降速前进行数据预处理,计算出到达规定速度的插补周期个数 n 、每个插补周期所对应的进

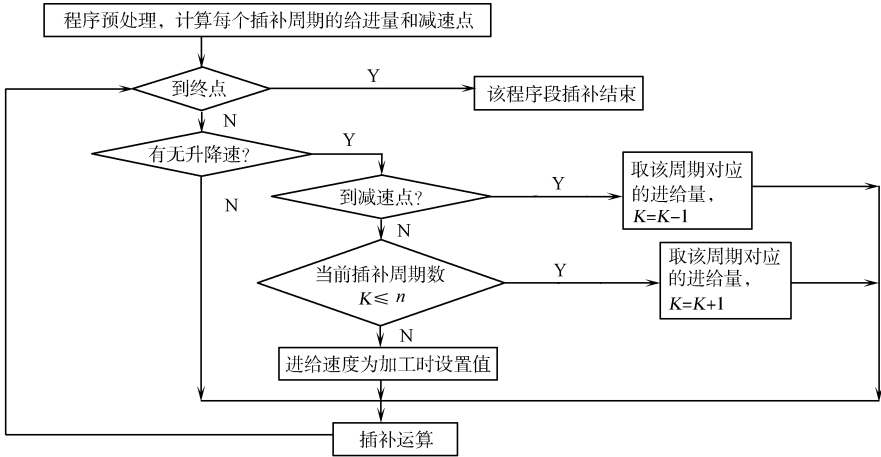


图 4 软件实现升降速的流程图

给量、减速点距终点的距离.由于每个插补周期所对应的进给量和减速点距终点的距离,到达减速点后,插补周期恰好与升速时相反,所以时间和速度呈三角关系也解决了.

2.4 对 PCL-839 控制卡送脉冲

在进行程序设计时,为 PCL-839 控制卡添加一个类 Class CControl,该类属于一般类.其构造函数编写如下:

```
CControl::CControl()  
{对升降速控制寄存器设置;  
  对控制通道复位;  
  取消卡内中断控制;  
  设置各控制通道的工作方式(此次开发时设置为脉冲控制形式),  
  对控制通道复位;  
}
```

实践表明,在对升降速控制寄存器设置时,图 4 中, a 点和 b 点的值必须和软件中的速度时时匹配.如软件插补结果是在一个插补周期中送出了 6 个脉冲,此时,升降速控制寄存器中低速和高速寄存器中的值就为每秒 6 000 个脉冲,而加速度最大值始终设为每秒 1 023 个脉冲,这样设置不但速度达到要求,而且运行平稳.

在 Class CControl 中加入送脉冲函数 SendPulse(int dirc, long int l, unsigned int ch). 其中, dirc 表示进给方向;l 表示所送脉冲个数;ch 表示控制通道(即坐标轴),base 表示基地址(其值与卡上的拔档开关一致).具体函数如下

```
CControl::SendPulse(int dirc, long int l, unsigned int ch)
```

```
{ short int ch _ comd ;
ch _ comd= base+ ( ch- 1) * 4; // 通道所对应的储存器号
if( 0= = l) return;
else
{ if( dirc> 0)
_ outp( ch _ comd , 0x44); // 正方向
else
_ outp( ch _ comd , 0x4c); // 负方向
}
_ outp ( ch _ comd, 0x80); // 启动 R0 计数器;
// 把脉冲送出
_ outp( chcomd+ 1, l);
l= l> > 8;
_ outp( chcomd+ 2, l);
l= l> > 9;
_ outp ( ch _ comd+ 3, l);
}
```

通过上面两个函数, 就可以利用 PCL- 839 运动控制卡, 把上位机粗插补结果送到伺服驱动器, 完成数控系统与伺服驱动之间的联接. 由于控制卡还能进行插补运算, 可把送来的脉冲均匀地送到伺服驱动器, 所以运行效果平稳.

3 结束语

此次开发的数控系统用于激光切割的机床上, 可对有机玻璃、皮革的切割和布匹的剪裁等. 该机床根据实际使用要求, 机床的脉冲当量采用 0. 01 mm, 使用功率为 40 W 的 CO₂ 激光器, 光斑的大小决定割缝的宽度. 实验证明, 通过上面的方法开发的数控系统运行平稳, 满足使用要求, 开发的数控系统是成功的.

参 考 文 献

1 章富元, 方江龙, 汤季安. 我国数控技术发展的思考[J] . 中国机械工程, 1999, (10): 1 100~ 1 103

2 George K. PG- based motion control through software[J] . Control Engineering, 2000, 47: 107~ 108

3 贾敏忠, 谢明红, 叶建华. Windows 平台上数控激光影雕加工系统的研究[J] . 制造业自动化, 2005, 127(6) : 31~ 33

4 谢明红, 蔡伯阳, 朱国力, 等. 基于 Windows 平台的 CNC 实时多任务设计[J] . 机械与电子, 2000, (1) : 36~ 37

5 李海波, 何雪涛. 步进电机升降速的离散控制[J] . 北京化工大学学报(自然科学版) , 2003, 30(1) : 92~ 94

Research CNC System Based on the PCL- 839

Jia Minzhong Xie Minghong

(College of Mechanical Engineering and Automation, Huaqiao University, 362021, Quanzhou, China)

Abstract PCL- 839 is a motion control card with the function of 3 way independent stepping control, which can be connected directly to a servo actuator. The key technology of the development of a CNC system based on PCL- 839 on the Windows platform is discussed, the working mode of PCL- 839 motion control card is introduced. The effective connection between PC and PCL- 839 motion control card is analyzed in detail, from which the real time controlling task has been implemented by the motion control system.

Keywords CNC system, multimedia timer, PCL- 839 motion control card, interpolation calculation, ascending and descending velocity control