

# 纺织印染机械中实现同步控制的新方法

吕文刚 詹建潮 陈宗农

(浙江大学,杭州,310027)

**摘要:**利用 PLC 与变频调速器构成的多分支通讯网络,即节省下传统使用 D/A 转换模块的费用,又不受执行机构分布的影响。利用 PLC 的 PID 运算功能进行调速控制,PLC 直接对 MC14489 进行数字传送而实现参数显示。

**关键词:**PLC 变频器 同步控制 PID 等速控制 运算功能  
**中图分类号:**TS 103.7

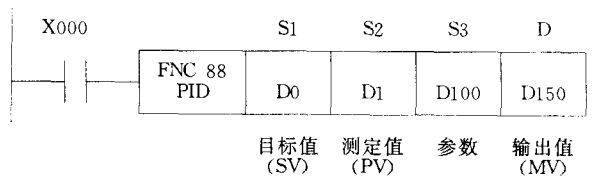
在纺织、印染机械中,常需多个运动单元具有同一转速或线速度。但由于多种原因,往往会形成各单元间的速度差,因此要采用各种调速的方法,以保证各单元的速度的协调。传统法是采用在各单元之间安装同步控制装置、自整角系统<sup>[1]</sup>等,但精度较低且效果不佳。也有采用通过控制机(PLC、工业 PC、单片机等)设定比例运行参数,然后通过 D/A 转换模块发出控制变频调速器的速度指令来达到调速目的,如数字多单元电气传动同步控制器<sup>[2]</sup>,采用 8031 单片机做主机,提高了控制精度。但大量附加的 D/A 转换模块也使系统成本增加。根据 PLC 和变频器的特点,本文提出采用 RS485 通信协议<sup>[3]</sup>在 PLC 和变频器间进行通讯,利用 PLC 的 PID 运算功能进行调速。且在系统中采用 PLC 直接对 MC14489 进行数字传送而实现参数显示。

间;4) 三菱变频调速器 FR-E500,  $N(N \leq 32)$  只变频器。在本系统中变频器作为从站执行来自主站(PLC)发出的命令,变频器反馈信息给 PLC,采用 RS485 通讯线中的两根双绞线就可完成所需功能。根据通讯协议设定变频器的各个参数、站台号;5) 电机  $N(N \leq 32)$  只。编码器  $N(N \leq 32)$  只,分别测量  $N$  只电机的转速,反馈给 PLC,作为进行 PID 运算的参数,完成系统的调速功能;6) 终端电阻一只(100Ω)。显示面板一块,利用 PLC 的 CPU 直接控制显示,本系统的面板采用 LED 驱动芯片 14489 驱动和五只 LED 进行显示,亦可根据需要利用 14489 进行基联,使 LED 的数目成倍增加,以显示多组参数。

## 2 本系统采用的 PID 控制算法。

PID 控制算法是迄今为止最通用的控制策略,有许多不同的方法以确定合适的控制器参数,根据现代理论的观点,PID 调节器具有本质的鲁棒性、符合二次型最优控制选型原则、且具有智能化的专家特色<sup>[4]</sup>。PID 调节器及其改进型是在工业过程控制中最常见的控制器(至今在全世界过程控制中用的 84% 仍是纯 PID 调节器,若改进型包含在内则超过 90%)。系统直接利用三菱 PLC 中自带的 PID 控制功能。

PID 的指令如下<sup>[5]</sup>:



控制用的参数设定值要在 PID 运算开始前通过 MOV 等指令预先输入。目标值根据要求电机之间要满足的转速关系设定:

$$N_n = \alpha_n N_1$$

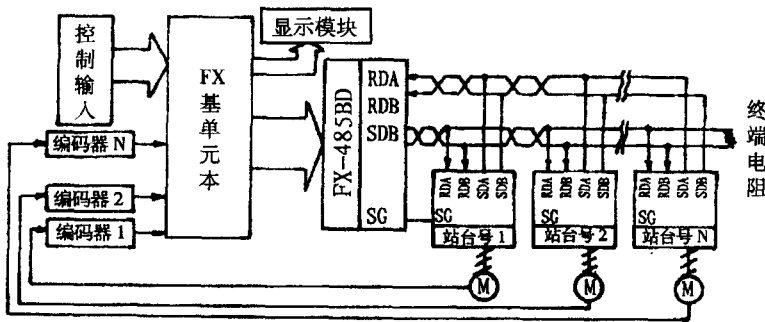


图 1 系统结构图

## 1 系统硬件构成

在对以往系统研究的基础上,提出了基于 RS485 通信的多运动单元等速控制的一种新方法,其系统结构如图 1 所示。

1) 用三菱 FX 系列 PLC 作为核心单元,本系统使用 FX1S 执行用户软件(软件编制见 4),是命令的发出者;2) 系统使用 RS485 协议,采用 FX-485BD 做 PLC 的通讯适配器,完成 PLC 与变频器之间的通讯;3) RS485 通讯线,连在 FX-485BD 与变频器的 PU 口

以编码器 1 测得的电机 1(以其作参考)的值与  $\alpha_n$  ( $\alpha_n$  为对应于电机  $n$  的系数)的乘积作为目标值,测得的电机  $n$  ( $n = 2, 3, 4 \dots N$ ) 的值作为测定值。其参数的设定可以用扩充临界比例法结合 PLC 的特性设定,临界比例法参数整定计算公式如表 1。参数整定过程为:确定采样周期(应该是一个大于 PLC 的运算周期的值)投入比例控制器,形成闭环,逐渐增大比例系数,使系统对阶跃输入的响应达到临界振荡状态,记下此时的比例系数  $K_r$ (临界比例系数)和振荡周期  $T_r$ (临界振荡周期)。然后利用经验公式(见表 1)求取 PID 控制器的参数,按求得的参数运行,观察控制效果,调整有关参数,以获得最佳效果。

表 1 比例法参数整定计算公式

	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$0.5K_r$		
PI	$0.45K_r$	$0.85T_r$	
PID	$0.6K_p$	$0.5T_r$	$0.12T_r$

### 3 PLC 与变频器之间的通信

PLC 与变频器之间的数据通讯执行过程如图 2 所示:

从图中可以看出 PLC 与变频器的通讯分为五个过程:1) 根据用户程序请求发送到变频器。2) 变频器处理时间。3) 从变频器返回数据。4) PLC 处理时间。5) PLC 根据反回数据应答。\*1 发现错误重试。\*2 发现错误数据重发。

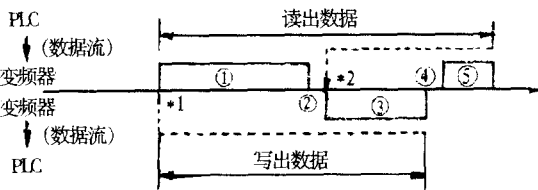
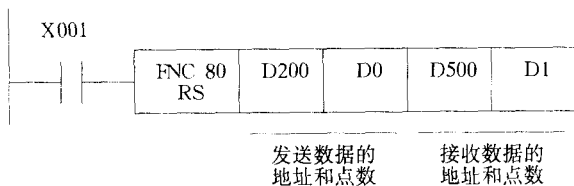


图 2 通信过程示意图

用 PLC 的 RS 指令可以完成与变频器之间的数据交换。其指令格式如下:



数据写入和读出的格式如下<sup>[6]</sup>:

#### [数据写入]

3	变频器	指令代码	等待	数	总和	4
NEQ	站号		时间	据	校验	
1	2 3	4 5	6	7 8 9 10	11 12	13 ← 字符数

#### [数据读出]

3	变频器	指令代码	等待	总和	4
NEQ	站号		时间	校验	
1	2 3	4 5	6	7 8	9 ← 字符数

### 4 设计编程

本软件可用 FX-10P/20P 手持编程器或者在计算机上用图形界面编程软件 SWOPC-FXGP/WIN-C 编制。软件执行过程如下:开机后按照系统要求进行初始化,设定各初始参数;接收来自各编码器的测量数据并与初始设定数据比较,如果完成相符则送零误差给显示面板;如果误差超出设定范围则显示出错并发送命令给变频器使其停机;如果没有超出设定范围则送误差数给显示面板,并进行 PID 运算以尽可能减小误差。

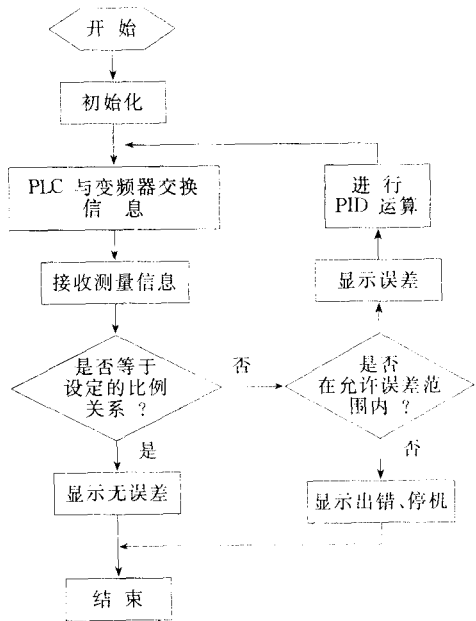


图 3 软件流程图

### 5 应用分析及结论

笔者提出的以 PLC 为核心单元实现多运动单元等速控制的新方法,在杭州奇观机电有限公司生产的加弹机中的多台电机实时控制中取得了满意的控制效果。图 4 为  $K_p$  取不同值时的控制效果比较。

由于 PLC 和 RS485 通信自身的特点,大大提高了系统的抗干扰能力;数字量直接传送,省去了一般系统采用 D/A 转换模块,减少了中间环节,保证了

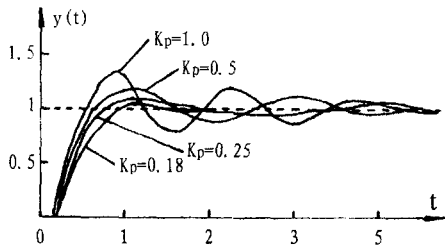


图4  $K_p$  取不同值时控制效果的比较

精度;不会因为电机的分布距离太远而影响控制效果;用 PLC 直接控制显示模块,充分利用了 PLC 的

资源;可根据使用者的需要设定变频器和数目以及系统参数,系统变更方便。

### 参 考 文 献

- 1 黄 炯等. 纺织电气传动控制系统. 北京: 纺织工业出版社, 1982.
- 2 于海生等. 纺织印染机械电气传动同步控制器的研制. 纺织学报, 1999(4): 249~251.
- 3 徐世许. 可编程序控制器 原理 应用 网络. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2000.
- 4 李甲申. 实用二自由度 PID 控制. 自动化仪表, 2000(11): 10~12.
- 5 MITSUBISHI. 三菱微型可编程控制器编程手册. 2000.
- 6 MITSUBISHI. 三菱变频调速器使用手册. 2000.