

# 整经机 PLC 恒张力自动控制系统

张水英 麻寿光

(浙江工程学院信电分院,杭州,310033)

摘要:设计了一种基于 PLC 的分批整经机恒张力自动控制系统,具体介绍整个系统的构成,恒张力控制的 PID 实现,及参数整定等。

关键词:可编程控制器 自动控制 分批整经机 PID 控制

中图分类号:TS 103.7 文献标识码:A 文章编号:0253-9721(2004)01-0083-02

用于丝织物的分批整经机的工艺简图如图 1 所示。

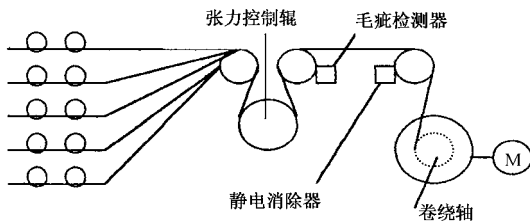


图 1 丝织物分批整经工艺简图

整经机的传动卷绕机构的电动机所产生的转矩,需克服空载转矩和动态转矩,剩下的转矩才是产生张力力矩的,而动态转矩和空载转矩在运行中是要随着卷经  $D$  和运行速度  $v$  的变化而变化的,当电机转矩恒定时,这个变化会引起张力的波动,当张力变小时松卷,张力变大以致织物被拉断。所以在生产实践中,必将采取措施以实现恒张力控制。

传统的恒张力控制系统很多,如基于模拟电路的电流负反馈调节系统,有利于卷经增大作控制信号的接触式张力控制系统等。而本文所设计的恒张力控制系统是以可编程控制器为核心,配以简单的外围电路而形成的,随着可编程控制器的功能的不断增强,用可编程控制器来控制模拟量的 PID 闭环调速已成为现实,本系统就是用三菱公司的  $FX_{2N}$  型 PLC 来实现分批整经机中的恒张力控制系统。

## 1 PLC 恒张力自动控制系统

### 1.1 系统组成及工作原理

PLC 恒张力自动控制系统的组成框图如图 2 所示,系统输入输出量均为模拟量,而 PLC 的 CPU 只能处理数字量,我们用模拟量输入模块  $FX_{2N}$ -4AD 来进行 A/D 转换。用模拟量输出模块  $FX_{2N}$ -4DA 来进行 D/A 转换,它们都是 12 位的 4 通道变换模块,相对于最大值,精度可达 1%,晶闸管触发脉冲发生电路用来把 PLC 输出的调节量换成六相脉冲去触发

三相桥式整流电路中的晶闸管,三相全波桥式整流电路由 6 个晶闸管组成,用来把三相交流电整流成直流电输入到直流电机的电枢上,励磁电源电路包括触发脉冲电路、单相电源整流和失磁,用来把 PLC 输出的调节量换成直流电源输入到直流电机的励磁线圈中,信号反馈电路由测速发电机和检测电路组成,用来向 PLC 提供线速度、电枢电压和电枢电流。

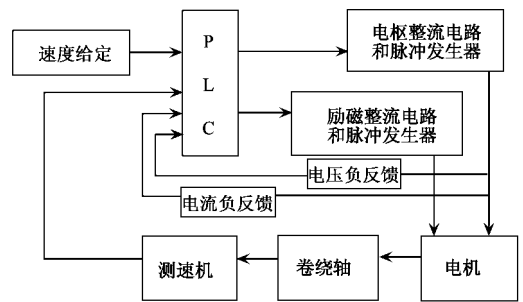


图 2 PLC 恒张力自动控制系统

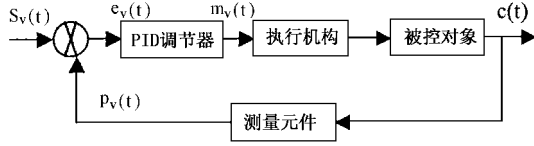
工作时 PLC 根据设定的线速度值和测量的线速度值所提供的电流,用 PID 控制算法计算出所需的调节量,由触发脉冲电路产生移相六相双脉冲,经光耦器件触发晶闸管,当电枢电压升到一定值后,通过调速电路继续进行弱磁升速,以此来实现直流电动机转速的 PID 闭环控制,使张力棍上的线速维持恒定,进而得到恒定的张力,系统 PID 闭环控制的方框图如图 3(a), (b) 所示。

图 3(a) 中  $s_v(t)$  是输入量(给定值),  $p_v(t)$  为反馈量,  $c(t)$  为输出量, PID 调节器的输入输出关系为:

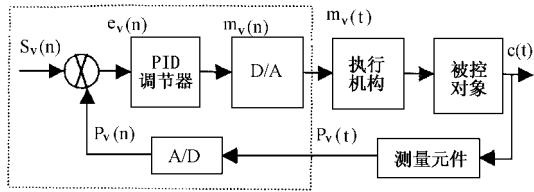
$$m_c(t) = K_p \left[ e_v(t) + \frac{1}{T_i} \int e_v(t) dt + T_D \frac{de_v(t)}{dt} \right] + M$$

式中,误差信号  $e_v(t) = s_v(t) - p_v(t)$ ,  $m_c(t)$  是调节器的输出信号,  $K_p$  是调节器的比例系数,  $T_i$  和

$T_p$ 分别是积分时间常数和微分时间常数,  $M$ 是偏移量。式中等号右边的前3项分别是比例、积分、微分部分,它们分别与误差、误差的积分和微分成正比。



(a) 模拟量闭环系统



(b) PLC闭环系统

图3 闭环控制系统方框图

图3(b)中虚线部分在可编程序控制器内,图中的  $s_v(n)$ 、 $p_v(n)$ 、 $e_v(n)$ 、 $m_v(n)$  均为第  $n$  次采样时的数字量,  $p_v(t)$ 、 $m_v(t)$ 、 $c(t)$  为模拟量。假设采样周期为  $T_s$ ,系统开始运行的时刻为  $t=0$ ,用矩形积分逼近精确积分,用差分近似精确微分,可得 PLC 闭环控制 PID 输入输出关系如下:

$$m_v(n) = K_p e_v(n) + K_i \sum_{j=0}^n e_v(j) + K_d [e_v(n) - e_v(n-1)] + M$$

式中,  $K_i = K_p T_s / T_I$ ,  $K_d = K_p T_D / T_s$ , 分别是积分系数和微分系数。

### 1.2 PID控制算法的实现

用可编程控制器对模拟量实现 PID 控制时,有3种方法可用来实现 PID 算法。第一可以使用 PID 过程控制模块,此方法使用简单,但该模块价格昂贵,我们没有采用;其次使用 PID 功能指令,这条功能指令实际上是调用实现 PID 控制的子程序,当 PID 功能指令与模拟量输入、输出模块一起使用时,可以得到类似于 PID 过程控制模块的效果,但价格便宜得多;第三就是采用自编的程序实现 PID 闭环控制,因为有些 PLC 没有 PID 功能指令,在不使用 PID 过程控制模块的情况下,只能自编 PID 算法的程序。由于我们采用的  $FX_{2N}$  型 PLC 有 PID 功能指令,所以我们采用的是第二种方法。

### 1.3 PID功能指令及系统程序框图

三菱  $FX_{2N}$  型 PLC 的 PID 回路运算指令的功能指令编号为 FNC88,源操作数  $[S1]$ 、 $[S2]$ 、 $[S3]$  和目标操作 D 均为 16 位运算,占 9 个程序步,  $[S1]$  和  $[S2]$  分

别用来存放给定值  $SV$  和当前的测量到的反馈值  $PV$ ,  $[S3] \sim [S3]+6$  分别用来存放控制参数的值,即采样周期  $T_s$ ,动作方向,输入滤波常数,比例增益,积分时间,微分增益和微分时间,  $[S3]+7 \sim [S3]+9$  被 PID 指令占用,运算结果存放在  $[D]$  中,另外还有输入、输出变化量的增加、减少的报警设定值,报警输出等。使用 PID 功能时,必须先用 MOV 指令将  $[S3]+7$  清零。 $FX_{2N}$  型 PLC 的 PID 功能指令如图 4 所示。

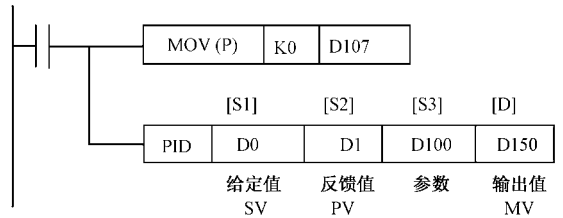


图4  $FX_{2N}$ 型 PLC 的 PID 指令

## 2 PID参数整定

在调节 PID 的参数时,首先需要确定参数的初始值,如果预定的参数初始值与理想的参数值相差太远,将给以后的调试带来很大的困难。因此如何选择一组较好的 PID 参数初始值是 PID 参数整定中的关键问题。本系统在确定参数时采用的是扩充响应曲线法,我们先对系统进行开环测试,获得系统的开环阶跃响应曲线,从开环阶跃响应曲线中获得被控对象(卷绕轴拖动电机)的纯滞后时间  $\tau$  和上升时间常数  $T_1$ ,再求出系统的控制度,接下来根据求出的  $\tau$ 、 $T_1$  和控制度的值,我们得到 PID 控制器的  $K_p$ 、 $T_I$ 、 $T_D$  和  $T_s$ ,最后,再对系统进行闭环调试,根据闭环阶跃响应的特征,适当修改控制系数,从而使系统获得最佳的控制效果。

## 3 结束语

基于 PLC 的分批整经机恒张力控制系统,通过  $FX_{2N}$  型 PLC 的 PID 功能指令及简单的外围电路,使恒张力控制系统达到了稳、准、快的要求,实现了整经机在卷绕经纱过程中经纱的恒张力自动控制,克服了传统恒张力控制系统的种种缺陷,使产品质量有了明显的提高,取得了较高的经济效益。

### 参 考 文 献

- 1 廖常初. 可编程控制应用技术. 重庆: 重庆大学出版社, 1998.
- 2 张深基. 纺织厂电气控制技术. 北京: 中国纺织出版社, 1998.
- 3 单象福. 棉纺织设备控制电路. 北京: 纺织工业出版社, 1989.