

基于 PLC 的控制系统

陈宗农 张刚林 詹建潮 朱新杰

(浙江大学,杭州,310027)

摘要:以纺织络筒中的渐减模式为对象,在保证卷绕恒线速和圆锥母线直线性的条件下,从理论上导出卷绕电机转速 n 和络成移动动程 L 的变化关系。

关键词:络筒机 PLC 控制系统 卷绕模式 变频器 系统参数 软件系统

中图分类号:TS 103.321

高速自动络筒机中比较著名的有德国 Schlafhorst 公司的 Auto-coner238-2 型;意大利 Savio 公司的 Ras15 型;日本村田公司的 Mach-coner No7-2 型;韩国水山 STP-100A 型^[1]。上述机型都采用微机或 CNC 控制及变频调速,具有慢速启动特性,改进了传动性能,并具有统计和分类纱疵的功能、故障报警显示和统计显示各锭的生产数据;但往往系统庞大,成本昂贵,维护困难。国内同类型的控制系统基本上都是从国外引进的,或者是对过去控制系统的局部改动,还没有拿出完全能代替且具有类似功能的系统。本文针对上述现状,在达到国外同类设备所具有功能的基础上,从提高控制系统的可靠性、维护性、特别是降低成本,并从有利于以后对整个工厂进行 DCS 控制出发,设计了一套能满足国内使用并推广的络筒机 PLC 控制系统。由于 PLC 具有高可靠性、逻辑控制功能、通讯网络功能等特点,所以该系统具有良好的经济效益和市场前景,完全可以替代国外同类的控制系统。

1 系统参数计算

络筒机的作用是将纺织厂的原纱卷绕成纱锭。根据原纱种类的不同,卷绕的模式也相应不同。本文仅以渐减模式^[2]为例。在该模式中采用不变的横动速度 v_1 ,而改变移动幅度 L 的方法。为使张力均匀,保持卷绕速度 v_0 不变,

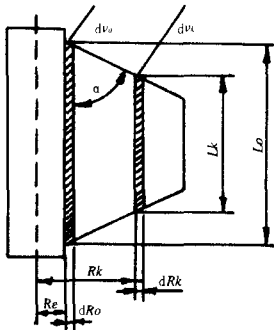


图 1 渐减模式工作示意图

但卷绕过程中卷绕半径始终在变化,因此要求出卷绕电机转速 n 和卷绕半径 R 的变化关系。如图 1 所示,设已卷绕在筒体上的丝线体积为 V ,因卷绕线速度 v_1 为常数,所以 $dV/dt = C$, C 为常数, dV_0 和 dV_k 分别是 t_0 和 t_k 时刻后的单位时间内绕上络筒的丝线的体积。 R_0 和 R_k 分别是对应丝层的半径。为保证成型良好,在卷绕过程中应保证成型角 α 保持不变,由图 1 可得:

$$dV_0 = L_0 * 2\pi R_0 * dR_0$$

$$dV_k = L_k * 2\pi R_k * dR_k$$

又由 $\frac{dV}{dt} = C$, 得 $dV_0 = dV_k$ 即故 $L_0 R_0 dR_0 =$

$L_k R_k dR_k$ 。由图可知 $R_k = R_0 + \frac{L_0 - L_k}{2} \tan \alpha$, 因此可以求得:

$$\frac{dR_0}{dR_k} = \frac{(L_0 - 2(R_k - R_0) \text{ctg} \alpha) R_k}{L_0 R_0}$$

为了保证成型角 α 不变,所以 $dR_k/dL_k = dR_0/dL_0$, 其中: dL_0 为减幅量的初始值, dL_k 为减幅量的当前值, 所以

$$dL_0/dL_k = L_k [R_0 + (L_0 - L_k/2) \tan \alpha] / L_0 R_0$$

卷绕开始时, L_0 和 dL_0 由用户设定。卷绕半径初始值 R_0 就是锭子的半径,它是已知的。成型角一般取为 18° , 于是可求得移动幅度的变化规律:

当 $t = t_i$ 时, $L_i = L_{i-1} - dL_{k-1}, i = 1, 2, \dots, k$

然后由 $R_k = R_0 + ((L_0 - L_k) * \tan \alpha) / 2$ 可求得 R_k 。卷绕电机的转速根据卷绕直径的变化来控制,卷绕开始时:

$$v_0 = \frac{2\pi R_0 i_{\text{传}} n_0}{1000} \tan \alpha$$

上式中, v_0 为卷绕线速度 (mm/min), R_0 为卷绕的初始半径,即锭子的半径 (mm), $i_{\text{传}}$ 为卷绕电机出轴处至锭子的传动比, n_0 为卷绕电机的初始卷绕转速 (r/min), 所以有:

$$n_0 = 500 v_0 / \pi R_0 i_{\text{传}} \tan \alpha$$

由于卷绕线速度不变,即 $2\pi n_0 R_0 = 2\pi n_k R_k$, 从而求出卷绕装的转速 n_k :

$$n_k = \frac{n_0 R_0}{R_k} = 500 v_0 / \pi R_k i_{\text{传}} \tan \alpha$$

因导丝器采用滚珠丝杆传动,横动电机每转一圈导丝器移动 6mm,故横动电机的转速为:

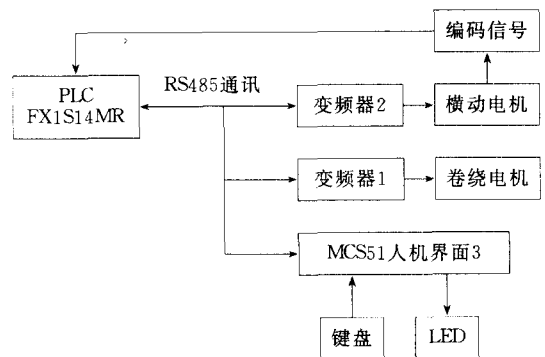


图 2 系统硬件结构

$$n' = \frac{v_1}{6} * 60 = 10v_1(\text{r/min})$$

上式中 v_1 为横动电机速度 v_1 (mm/s)。

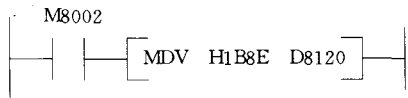
2 控制系统的设计

考虑到本系统在纺织厂的实际使用情况,要求该系统具

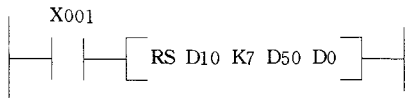
有以下特点:高可靠性、通用性好、操作简单、性能价格比高、控制精确、维修方便等。根据络筒机的控制要求及 PLC 的实际情况^[3],本系统采用三菱 FX1S 可编程控制器、两台变频器(站 1 和站 2)和 MCS51CPU,后者为从站的人机显示界面(站 3)。系统的具体结构如图 2。系统中采用一台 PLC 分时控制三站台。变频器 1 带动卷绕电机使之保证恒线速,变频器 2 带动横动电机相联的滚珠丝杆,由安装在滚珠丝杆上的编码器将编码信号回传到 PLC 实现闭环控制。所需参数可通过控制面板进行设置,以适用不同的要求。该系统与其他的 PLC 系统相比有以下两大特点:1)PLC 与变频器之间没有采用传统的 D/A 转换模块而直接采用 RS485 通讯^[4~5],由于采用了数字通讯既提高了系统的精度,同时又提高了系统的可靠性,并降低了成本;2)没有采用 PLC 厂商提供的显示模块而是采用小系统单片机代替;又进一步地降低了成本,且同样可以通过键盘方便灵活的设置参数,通过 LED 显示监视机器运行。

3 软件系统的设计

该系统软件中要求设置的参数有卷绕速度、横动速度、横动电机的最大横动行程、卷装的斜边长度、横程减幅量的初始值和总卷绕层数等。该软件系统除了要满足目的功能外,还要满足以下要求:1)动态显示工作过程;2)系统的自检功能。软件系统框图,如图 3。该系统中采用了 RS485 通讯,下面就对其进行阐述:首先对 D8120 进行赋值,设定通讯形式,设定如下:



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:



计算机 → 变频器	ENQ	站号	指令代码	等待时间	写入数据	总和校验代码
		0 1	E 1	1	0 7 A D	F 4
ASCII码 →		H30 H31	H45 H31	H31	H30 H37 H41 H44	H46 H34 ← 二进制代码

其中 D10 为发送数据地址, WK7 为发送数据点数, D50 为接收数据地址, D0 为接收数据点数。

变频器 → 计算机	STX	站号	写入数据	ETX	总和校验代码
		0 1	0 7 A D		3 0
ASCII码 →		H30 H31	H30 H37 H41 H44	H03	H33 H30 ← 二进制代码

写入与读出的数据格式如上:

(1) 写

人: H1F4 = H30 + H31 + H45 + H31 + H31 + H30 + H37 + H41 + H44 + H46 + H34, H1F4 为总和, 1 为进位位省略。

(2) 数据读出:

H130 = H30 + H31 + H31 + H37 + H30 + H33 + H30, H130 为总和, 1 为进位位省略。

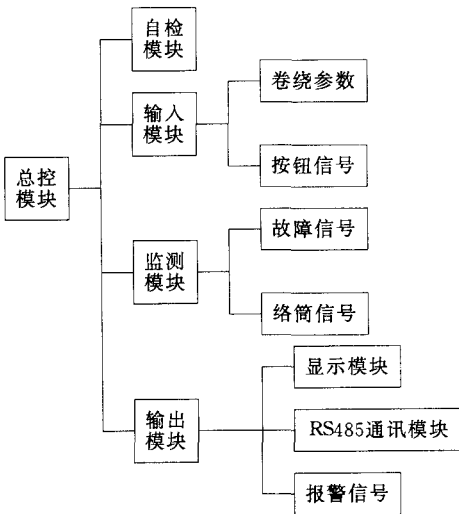


图 3 软件系统框图

4 总结

由于该系统采用 PLC 为控制中心,变频器调速,RS485 数字通讯,所以该系统具有抗干扰性强、通用性好、操作简单、维护容易等特点;该控制系统不仅适用于渐减模式卷绕,同样适用于其它模式的卷绕,如圆锥筒子的卷绕等^[6];由于其采用的是 PLC 控制,这为以后工厂发展 DCS 控制打下了很好的基础,只要把该系统作为 DCS 系统中的最底层网络,增加和上层网络的通讯程序就可以直接使用。浙江大学已先后向江苏无锡宏源集团、杭纺机总厂、绍兴纺织机械集团公司、萧山江南纺机有限公司等多家单位提供该系统的技术,广泛应用于国内纺织行业,替代了进口设备,并获浙江省科技进步奖。

参考文献

- 1 寿逸明. 国外 3 种型号自动络筒机的比较. 毛纺科技, 2000(2): 15~18.
- 2 陈元甫. 机织工艺与设备. 北京: 纺织工业出版社, 1982. 2: 63~70.
- 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. 5: 94~98.
- 4 MITSUBISHI. 三菱微型可编程控制器编程手册. MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. 2000. 3: 72~73.
- 5 MITSUBISHI. 三菱变频调速器使用手册. MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. 2000. 5: 105~114.
- 6 辛玉军. 圆锥卷绕曲线的分析与设计. 纺织学报, 1999(6): 9~11.