

单片机控制器在卷染机中的应用*

陈跃东** 郎 朗

(安徽工程科技学院电气工程系 安徽芜湖 241000)

【摘要】将卷染机的控制系统从直流电机拖动、自耦调压器有级调速改造为交流电机拖动和变频器无级调速。通过对调节对象的理论分析,得到了一种新的控制策略,研制出以单片机为核心的控制器,在不使用速度和张力传感器的条件下,控制系统可自动对被染织物进行恒速与恒张力控制,以利于染色质量的稳定和提高。经实际运行表明,该系统运行可靠,节能增效显著。

关键词 卷染机; 变频调速; 单片机; 恒张力控制; 恒线速度控制

中图分类号 TP273 文献标识码 A

Application of New Controller in Dyeing Wind Machine Control System

Chen Yuedong Lang Lang

(Dept. of Electrical Engineering AUTS AnhuiWuhu 241000)

Abstract To change the traditional control system of dyeing wind machine from DC motor driving and autotransformer to a new model by AC motor driving VVVF and Single-Chip computer controller (SCCC) was described. By theoretical analysis to regulated object, a new control tactics and controller by take Single-Chip computer as core were obtained and developed. Under the condition of no any analog transducer such as velocity and tension, the dyeing fabric in the control system can be controlled by permanent velocity and tension automatically in order to stabilize and increase the dyeing quality o fabric. The more than two years application of control system shows obvious reliability and save on power energy.

Key words dyeing wind machine; regulate speed by transducer; single-chip computer; control by permanent tension; control by permanent velocity

目前,我国印染行业大量使用的1800型高温高压卷染机属上世纪70年代的产品。该设备的电力拖动控制系统使用了2台3 kW的直流电动机驱动卷辊,并用接触器切换和自耦调压器实现正、反转和转速、张力控制。该控制系统体积大、造价高、电能浪费严重。因其转速不能无级调节而有碍染色质量,再加上染整车间的环境条件恶劣,直流电动机的维护工作量很大,降低了系统的运行可靠性。为了解决这批设备急需改型换代的难题,本文研究了以单片机控制器和交流变频器为核心的技术方案,实现了对原设备的技术改造。

1 控制系统

1.1 物理模型

卷染机主体的物理模型如图1所示^[1]。图中卷辊1和卷辊2分别与2台交流电动机相连接,2台电动机中当M1为驱动时,卷辊1将卷取织物。另一台电动机M2则处于能耗制动状态,使卷辊2开卷传送并能维持一定的张力,每传送完一满辊织物,M1和M2的工作状态进行切换,织物的传送方向会自动地改变一次,织物则在

2002年6月10日收稿

* 安徽省教育厅自然科学基金资助项目,编号:98JL008Z

** 男 46岁 硕士 副教授 主要从事计算机测控技术及自动控制系统方面的研究

合适的张力和恒速往复运动状态下在染色缸中着色。

1.2 驱动卷辊的卷取特性

卷染机驱动卷辊的输入是驱动电动机的转速 $n_1(t)$, 其输出则是卷辊上织物外径的线速度 V_1 , 在高速卷染过程中, 随着被卷织物卷径 D_{1t} 的不断增大, 若要保持线速度 V_1 恒定, 则电动机转速 $n_1(t)$ 必须按下式规律变化^[2]

$$n_1(t) = \frac{V_1}{\pi D_{1t}} = \frac{V_1}{\pi \sqrt{D_0^2 + [(D_T^2 - D_0^2)t/T]}} \quad (1)$$

式中 t 为时间变量; D_0 为空辊外径; D_T 为满辊外径, 两者均为常数。参变数 T 为从空辊到卷满时所需的时间, 随每批织物的厚度 d 而变, d 愈大, T 愈小, 反之亦反, 式(1)可用图2所示的曲线族来描述。

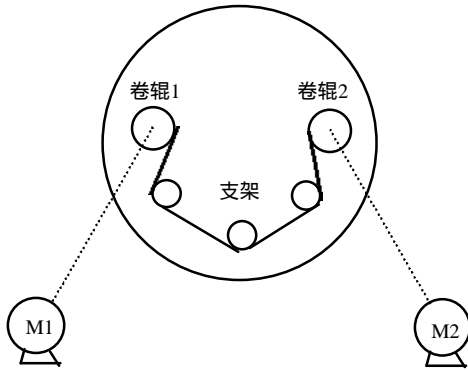


图1 卷绕机示意图

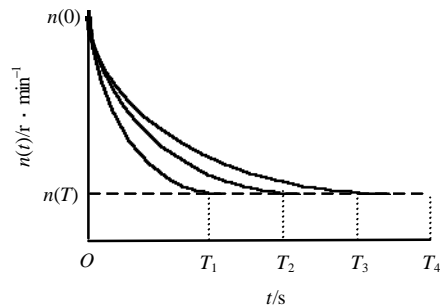


图2 卷取机卷取特性曲线

1.3 张力和速度间的关系及制动状态下的开卷特性

按工艺规程要求, 织物在染色缸中必须恒张力、恒速传送, 才可能有理想的着色效果。若传送的暂态过程中, 卷取速度 V_1 和开卷速度 V_2 之间存在有差值 $\Delta V = V_1 - V_2$, 则产生的张力会使织物产生拉伸变形, 根据胡克定律

$$F = K \int_0^t (V_1 - V_2) dt \quad (2)$$

式中 K 为弹性系数; t 为 ΔV 存在的暂态时间。当传送达到稳态时, V_1 与 V_2 应相等而且保持恒定, 张力 F 也保持恒定。

与式(1)相似, 对于制动状态下的开卷辊, 其上织物外径 D_{2t} 将随时间的延续而减小, 为使 V_2 不变, 其转速 $n_2(t)$ 与时间 t 的关系应满足

$$n_2(t) = \frac{V_2}{\pi D_{2t}} = \frac{V_1}{\pi \sqrt{D_T^2 - [(D_T^2 - D_0^2)t/T]}} \quad (3)$$

式(1)为卷取特性, 式(3)即为开卷特性。

1.4 制动力矩、电流与开卷转速间的关系

欲实现开卷特性以保持 V_2 和 F 恒定, 并不由变频调速来实现, 而是通过调节开卷辊电机的制动电流来完成。为此需考虑能耗制动状态下电动机的制动力矩、电流和转速间的关系。假定在一较短时间间隔内, 制动状态下的电动机处于力矩平衡, 即

$$\sum M = M_f + M_z + M_m = 0 \quad (4)$$

式中 M_f 为张力驱动力矩; M_z 为能耗制动力矩; M_m 为包括风阻在内的各项摩擦力矩。由式(4)可见, 若在开卷过程中忽略 M_m 的变化, 欲保持张力恒定, 则制动力矩 M_z 应满足 $|M_z| = M_f = \frac{1}{2} F D_{2t}$ 。因在电动机中有

$$M_z = C_M I^2(t) n_2(t) \quad (5)$$

式中 C_M 为包括各种结构常数在内的力矩常数, 当张力恒定时应有

$$I(t) = K_1/n_2(t) \quad (6)$$

即制动电流与转速成反比关系。

2 控制系统的实现

2.1 控制系统原理图

卷染机交流电力拖动及控制系统原理图如图3所示。

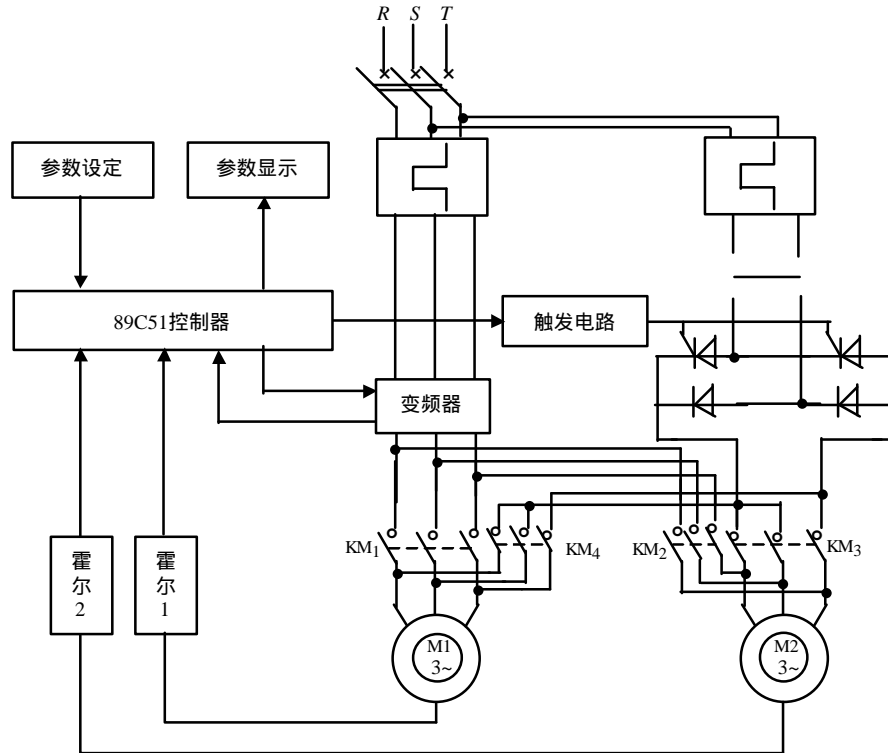


图3 拖动控制系统原理图

图中2台3 kW的交流电动机分别与2只卷辊机械上相连接，运行时变频器按控制器输出的模拟信号将合适的变频电源向电动机馈电，以驱动卷辊达到式(1)所需的转速。此时另一台从动电动机则工作于能耗制动状态下，所需的制动电流由控制器和可控直流电源提供，其控制规律应满足式(6)，保证织物在恒线速度和恒张力状态下均匀染色。

2.2 单片机控制器硬件配置框图

单片机控制器由89C51芯片、接口芯片和外围器件组成，其硬件配置框图如图4所示^[3, 4]。图中主要芯片MAX813L提供系统的监控功能，上电、掉电和电网电压过低时会输出复位信号，同时还能跟踪1.6 s的定时信号，为软件运行提供Watch dog防护。另一个主要芯片为DS1225，该芯片为非易失带掉电自保护的SRAM。系统根据工艺规程要求的各项原始运行参数(如厚度、速度、张力等)均通过按键予置在其中，在断电情况下其中信息可保持10年以上。两片ADC0832分别连接到变频器和可控直流电源的模拟输入端，以便对 $n_1(t)$ 和张力进行协调控制。通过串口扩展电路可实现16位数显和8只按键设置，由于显示位数较多，为保证亮度软件中采用了按段扫描方式。

2.3 时间变量 t 的离散化

织物在染色的每个单向行程中，时间变量连续地由0变到 T ，它是控制系统的关键性输入信号，但对单片机控制器而言，必须将其离散化。为此系统中采用了2只霍尔开关量传感器，卷辊每旋转一圈，传感器便输出一个脉冲信号，通过中断和响应，控制器便可实时地采集到圈数信号。设卷取辊的累计圈数(织物层数)为 $N_1(t)$ ，则

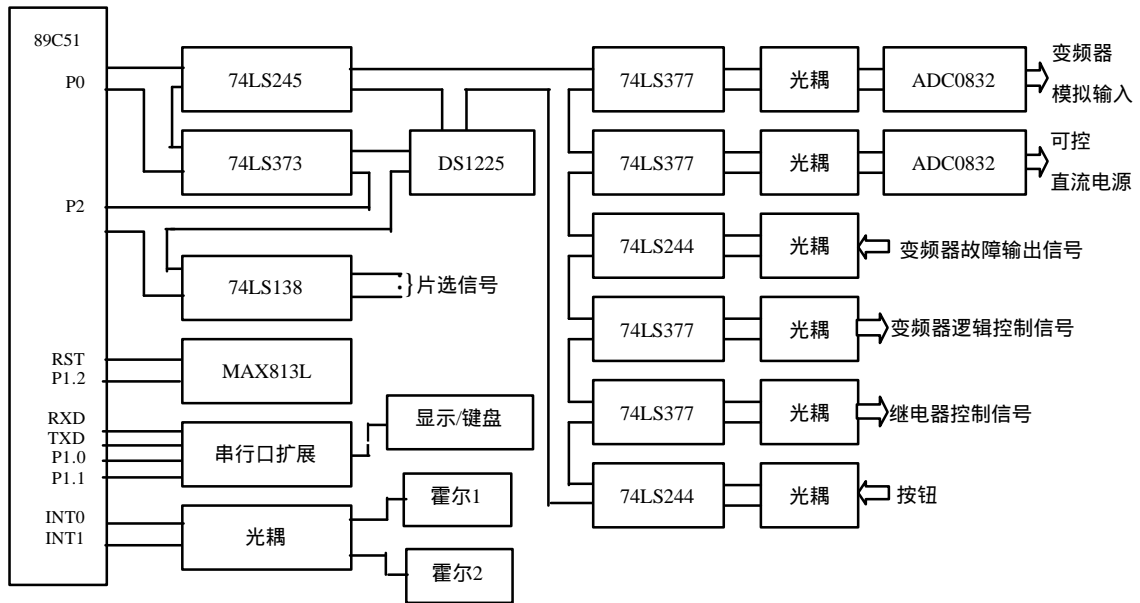


图4 控制器硬件配置框图

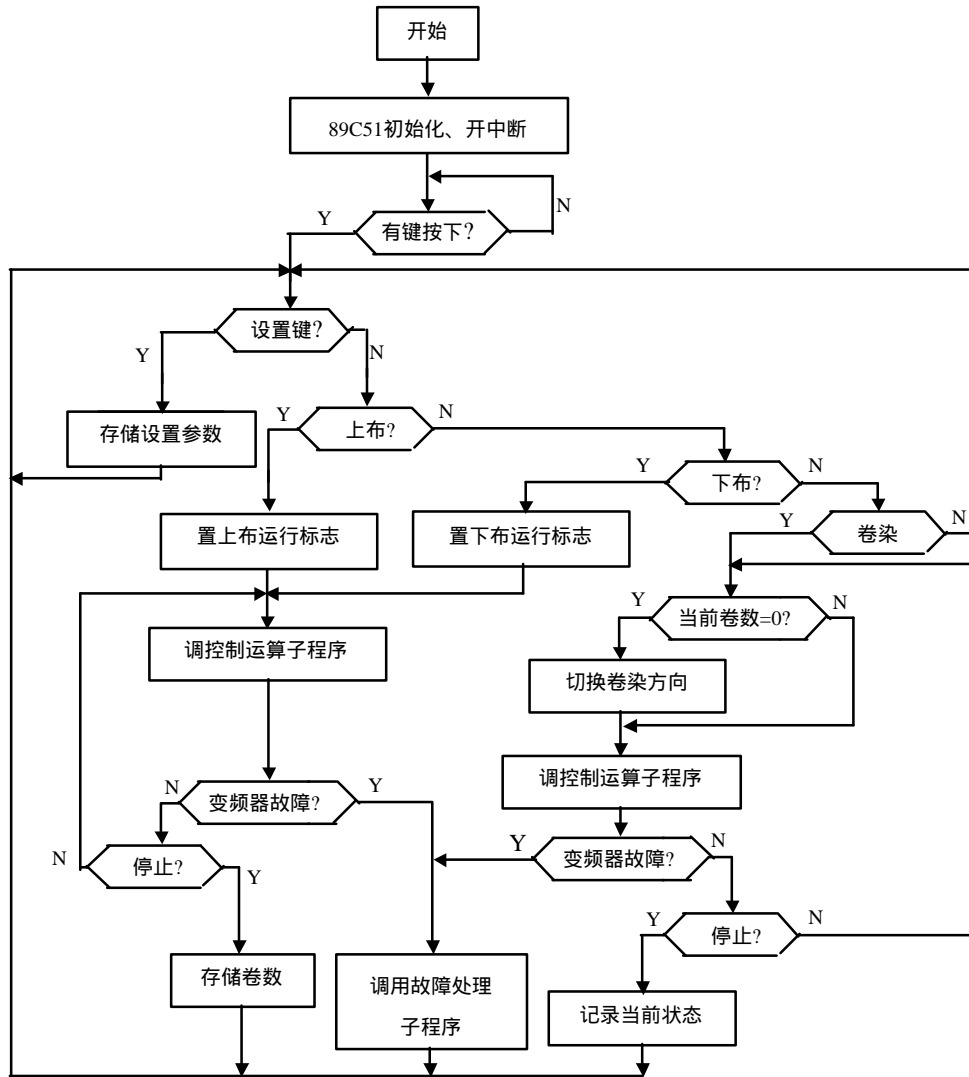


图5 主程序流程图

$$N_1(t) = K_2 t / (D_0 + D_{1t}) \quad (7)$$

式中 $K_2 = N_F (D_T + D_0) / T$, N_F 为满辊时圈数。由式(7)不难看出, 时间 t 、圈数 $N_1(t)$ 和转速 $n_1(t)$ 之间是单值一一对应的, 单片机通过对圈数 $N_1(t)$ 的采样($N_1(t) = 0, 1, 2, \dots, N_F$)实现了对时间变量的离散化。

2.4 控制器软件设计

控制器软件包括监控程序、计数中断程序、控制运算程序等, 其中监控程序完成系统的运行参数设置、刷新显示; 计数中断程序完成卷辊的圈数计数, 并根据计数值判定是否需要切换卷染方向; 控制运算程序根据预设的系统运行参数, 按照式(1)和式(6)的控制规律, 通过实时计算以及查表得出对应的输出数字量, 再经D/A变换得到变频器和可控直流电源所需的模拟控制电压, 其主程序流程框图如图5所示。

3 结束语

新系统的主体器件为交流电动机、变频器和单片机控制器, 与原系统中使用的直流电动机和自耦调压器相比, 不仅技术先进, 而且在造价和节能等方面的效益显著。新系统中不用速度传感器和张力传感器, 而采用单片机软件控制技术保证工艺规程所要求的调节范围和精度, 不仅提高了系统的自动化程度, 而且增加了系统运行的可靠性。经实际运行表明, 其在恶劣的环境下工作可靠, 速度和张力调节范围及控制精度能满足生产工艺的要求。新系统还可灵活拓展, 可适量增加控制对象的通道, 还可为其他行业类似设备的技改提供借鉴。

参 考 文 献

- 1 朱亚伟, 赵健平. 丝织物染整设备[M]. 北京: 中国纺织出版社, 1998
- 2 陈跃动. 集散控制高速纺丝系统的设计和实现[J]. 电子科技大学学报, 2002, 31(1): 39-43
- 3 余永权. Flash单片机原理及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 1997
- 4 李 华. MCS-51系列单片机实用接口技术[M]. 北京: 航空航天大学出版社, 1993

编 辑 徐培红

· 成果与专利 ·

光全息群体图案效果灯

光全息群体图案效果灯是利用全息光栅片将一束白光衍射分光为多束彩光的原理制作的灯具。该灯是由光源、图案模片、滤色片、全息光栅片、平凸镜和反光镜构成的光路, 自动控制电路与图案模片、全息光栅片、滤色片以及多个平面镜组成的反光镜中的控制电动机相联接, 使各种图案能进行自动切换。该灯彩光色彩丰富, 光照范围宽广, 是舞台灯光、文娱声所和霓虹灯广告宣传的最佳产品。

· 文 争 ·