

集散控制高速纺丝系统的设计和实现

陈跃东*

(安徽机电学院电气工程系 芜湖 241000)

【摘要】对高速纺丝机采用集散控制是纺机自动控制系统的发展方向。根据系统的主要功能和工艺上的理论分析,以紧凑、经济、运行可靠和便于管理为目标,提出了总系统和各子系统的设计方案,使用一般的开发工具和设备就可进行设计和调试。系统的硬件配置能满足功能要求和设计目标,软件方面尤其是通信接口则颇具技巧,所实施的系统经实验室条件下的运行测试表明运行结果符合设计指标。该方案便于向其他类似的应用系统移植。

关键词 高速纺丝机; 集散控制; 恒张力控制; 逐段精密卷绕; 通信接口

中图分类号 TP311.132.4

高速卷绕机是超细旦涤纶长丝生产上的一台关键设备。每台设备共有8台交流电动机,生产工艺对每台电机的运行都有严格的调速要求,尤其是对2台锭轴电机和1台拨叉电机的控制最为复杂。根据生产规模,每条生产线又可设置4~8台高速卷绕机,可同时生产规格相同或相异的丝束。由此可见,对设备的自控要求很高。其性能的好坏将直接影响产品的质量和企业的效益。

集散控制是一种新兴的工业控制技术,因其良好的管理和控制性能,是我国高速纺自控系统的发展方向,本文介绍一套适用于高速纺丝卷绕机的集散控制变频调速系统。

1 系统结构及工作原理:

1.1 系统结构

系统采用上、下两级分布式结构,如图1所示。上位机选用PC机,人机界面采用汉字下拉式菜单选择方式。根据生产的丝束规格和卷绕速度,可对下位机(包括单片机系统和变频器)进行参数设定,并接受下位机传来的现场数据、故障报警及故障原因显示,还可以进行数据统计和报表打印。下位机包括3片Intel 8098单片机子系统,分别对两台锭轴电机进行恒张力闭环控制及对拨叉电机进行逐段精密卷绕控制。两级之间利用串行通信接口进行信息交换。

1.2 锭轴电机控制

图1中1[#]、2[#]子系统的输入是锭轴电机的转速 $n(t)$,输出是丝束的线速度 V ,在高速纺丝卷绕过程中,随着卷径 D_t 的不断增大,要保持 V 恒定(丝束的张力也恒定), $n(t)$ 必须按下式的规律变化

$$n(t) = \frac{V}{\pi \sqrt{(D_T^2 - D_0^2)t/T + D_0^2}} \text{ (r/min)}$$

式中 t 为卷绕过程任一时刻的时间(s); T 为从空筒到满筒所需卷绕时间(s); D_0 为空筒外径(m); D_T 为满筒外径(m)。 D_0 、 D_T 、 V 是常量,由于生产的丝束粗细不同,则从空筒到满筒的卷绕时间 T 也不相同,故 T 值能反映丝束的粗细,丝越细, T 越大。图2画出了锭轴电机在一组不同丝径下的卷绕特性。从图中可以看出,卷绕调速系统具有以下特点:

2001年4月23日收稿

* 男 44岁 硕士 副教授

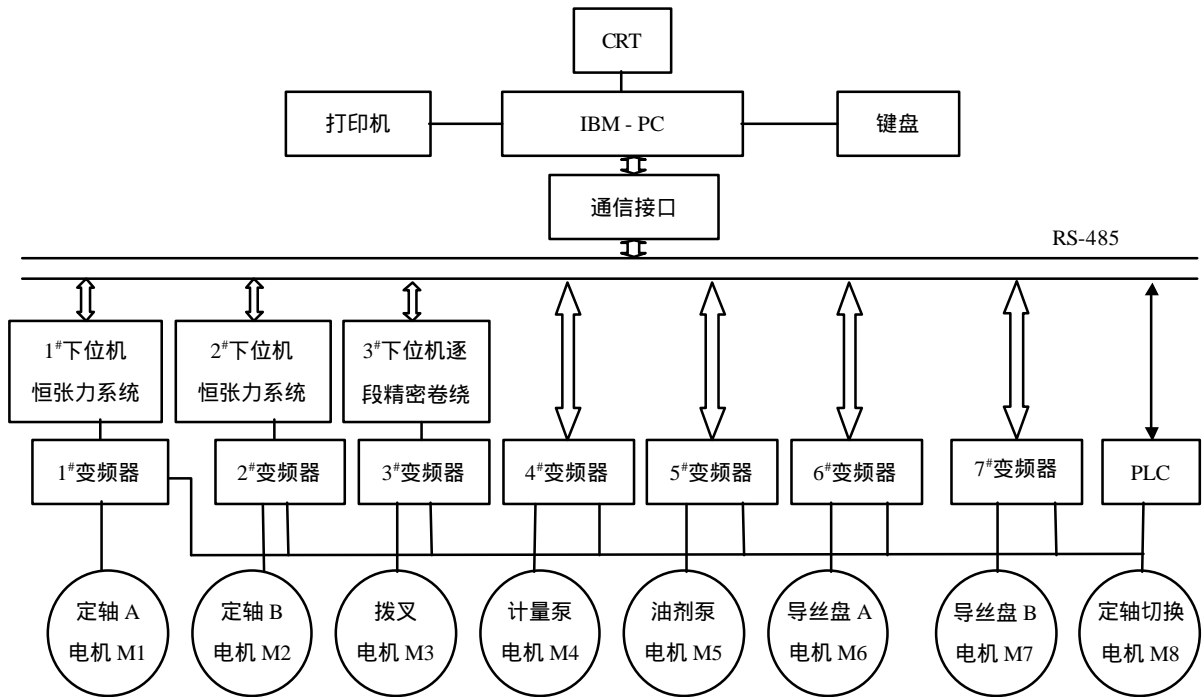


图 1 系统结构图

- 1) 转速 $n(t)$ 是时间 t 的非线性函数；对同一丝径，在 t 较小(即筒径 D 较小)时 dn/dt 较大。
- 2) 此外随着筒径 D_1 的增大，卷绕机构的惯性、旋转时产生的风阻和摩擦力矩也将随之增大。

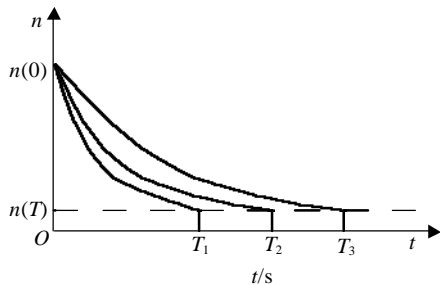


图 2 卷绕机卷绕特性曲线

上述特点决定了无法用常规的线性控制系统对锭轴电机进行控制，为此设计了以 Intel 8098 单片机为主导元件的变参数恒张力闭环控制变频调速子系统。下位机硬件结构框图如图 3 所示，其主要功能是完成恒张力变频调速控制和数据采集并通过串行口和上位机通信。图 3 所示的子系统可独自通过 8279 芯片接受来自键盘的控制命令和设定参数，也能将从现场采集到的数据送数码管显示。把与张力成正比的模拟反馈信号 U_f 直接送入 8098 单片机的 ACH 端口，片内的 10 位 A/D 转换器可将其转换成数字信号。对丝束卷绕线速度的精确测量是保证下位机系统控制精度的前提，为此在测速辊上安装了脉冲发生器，以获得与 V 成正比的脉冲频率 f_v ，经整形隔离后送到 8098 单片机的 HSI 口，通过软件编程进行采样、数值滤波、数字 PI 运算后，在 8098 单片机的 HSO 口输出一个频率

换器可将其转换成数字信号。对丝束卷绕线速度的精确测量是保证下位机系统控制精度的前提，为此在测速辊上安装了脉冲发生器，以获得与 V 成正比的脉冲频率 f_v ，经整形隔离后送到 8098 单片机的 HSI 口，通过软件编程进行采样、数值滤波、数字 PI 运算后，在 8098 单片机的 HSO 口输出一个频率

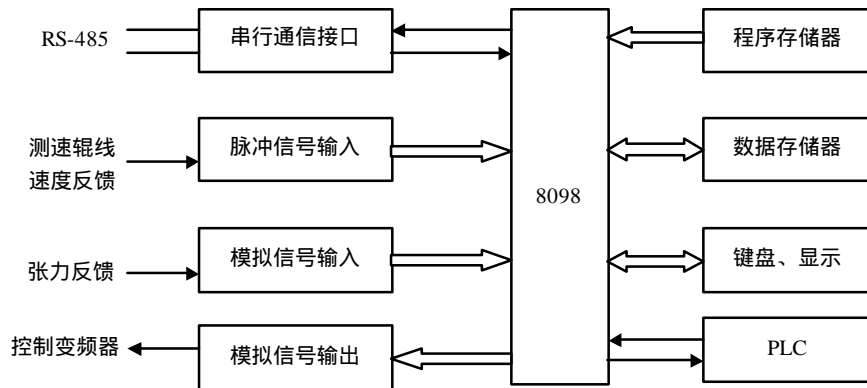


图 3 下位机硬件结构框图

为500 Hz, 占空比可调的PWM波形, 其占空比由数字PI调节器的输出决定, 最后经过有源滤波网络, 产生一个(0~10 V)的模拟电压, 作为变频器的控制信号。

1.3 拨叉电机控制

丝束在卷筒上有序地卷绕, 有时会出现“重叠”现象。重叠上去的丝束有可能在卷绕过程中滑向被重叠丝束的两侧, 使丝束之间互相嵌缠, 从而使丝筒的退绕性能大大下降。其原因是因卷绕比*i*、卷绕角 α 、卷绕直径 D_i 和由拨叉电机驱动的导丝器的动程 H 之间存在下述关系:

$$iD_i = \frac{2H}{\delta \operatorname{tg} \alpha}$$

式中 $i=n(t)/m(t)$; $n(t)$ 为卷筒转速; $m(t)$ 为导丝器每分钟往复次数

卷绕实践表明, 当卷绕比*i*等于整数时, 丝束就会发生重叠。特别是在丝束很细或卷绕直径 D_i 较大的情况下, 重叠现象可能频繁发生。解决这一问题的最好方法是分时段地保持 $i(t)=i_0, i_1, i_2, \dots$, i_r 为一个合适的非整数常数序列, 即刚开始卷绕时, 导丝器每分钟往复次数按

$$m(t) = \frac{n(t)}{i_0} = \frac{V}{\pi i_0 D_i}$$

的规律随 D_i 的增大而逐渐减少, 减至某一值时突然迅速增加, 使卷绕比迅速减小至另一个合适的卷绕比 i_1 , 此时导丝器每分钟往复次数改为按

$$m(t) = \frac{n(t)}{i_1} = \frac{V}{\pi i_1 D_i}$$

的规律随 D_i 的增大而逐渐减小 \dots , 如此逐段有序地进行下去, 直至 D_i 到达满筒卷绕直径 D_T 为止。这种方法称为逐段精密卷绕。 $n(t)$ 、 $m(t)$ 和 $i(t)$ 之间的关系如图4所示。3#下位机子系统的作用就是实现图4所示的 $m(t)$ 控制特性。

1.4 上位机对变频器的通信控制

图1中计量泵电机、油剂泵电机和导丝盘电机的转速与丝束的粗细、卷绕线速度的大小成正比, 比例关系确定后, 在绕卷过程中无调速要求, 3台电机均选用稳速性能较好的同步变频电机。控制方法则利用变频器上固有的RS-485串行接口, 由上位机对变频器进行通信控制, 即将丝径 δ 和卷绕线速度 v 作为二维变量, 预先计算出对应的变频器的输出频率(f), 利用通信软件将此频率设定值传给变频器。锭轴切换电机采用4极/8极变极电机, 仅在两个锭轴切换过程中通电动作一次, 采用PLC进行控制。

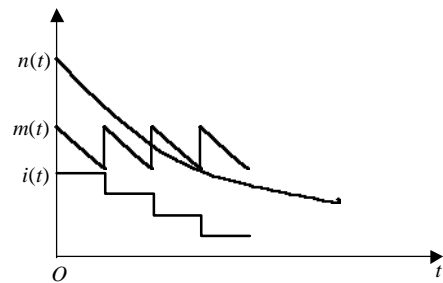


图4 导丝器往返控制特性曲线

2 系统的通信接口协议及软件设计

系统的通信接口如图5所示, 采用异步串行通信方式。鉴于系统采用的变频器均选用西门子公司生产的MM/MD系列变频器, 其内备的RS-485串行通信接口可与另外31台负载(上位机、下位机或其他变频器)联网。再综合考虑传输距离、抗干扰能力和编程方便, 系统使用RS-485标准串行通信接口。由于IBM-PC内配的是RS-232标准串行接口, 它与RS-485的电气规范不一致, 需使用一只ADAM-4520隔离变换器, 对PC机的软、硬件不作任何改变, 便可实现上位机与下位机之间的通信。图5中的驱动器SN75174和接收器SN75175, 可以将8098单片机输出的TTL电平信号进行转换使之能与RS-485相适应。

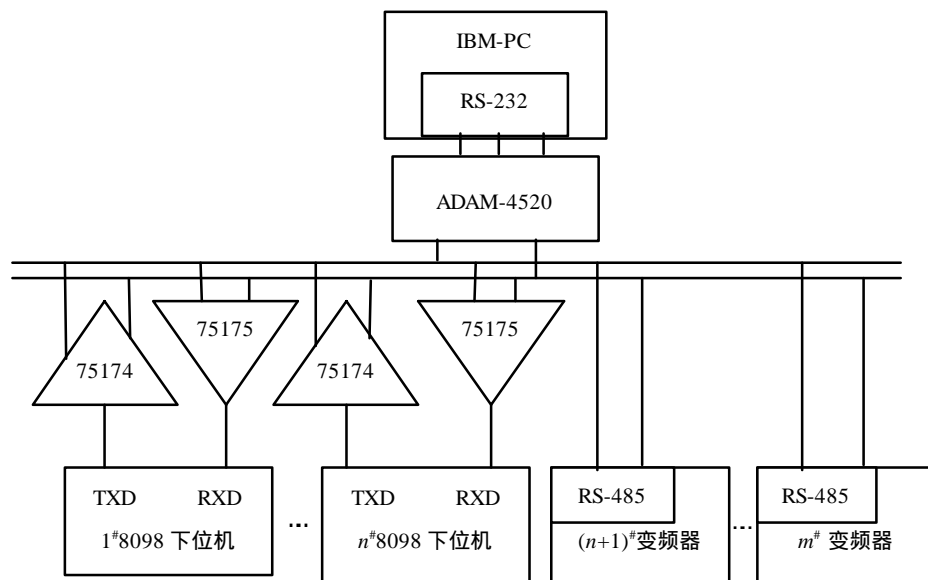


图 5 系统通信接口

为实现正常通信，各接口须有识别功能。8098单片机在串行通信方式2下，如果接收到的第9位数据不是1，则不会引起串行口中断，其发送的11位数据帧格式如下：

起始位	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	TB8	停止位
-----	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----	-----

可通过使TB8=0或TB8=1将数据帧和地址帧区别开来。IBM-PC串行口的核心是芯片8250，其可控的串行数据帧格式如下：

起始位	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	奇偶位	停止位
-----	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----	-----

它与8098单片机串行通信字符长度相同，不同处在奇偶校验位和TB8。只要在编程时给8250的控制寄存器(3FBH)写入特定的控制字，即发送地址时奇偶位恒为1，而发送数据或命令时奇偶位恒为0，则奇偶位便完全模拟了TB8位，实现了格式的统一。

在上述接口的基础上，通信模式分为两种，一是每隔5 s，上位机轮流与所有下位机通信一次，接收下位机传来的现场数据。另一种则是上位机实时地与选定的某台下位机通信，发送命令或数据。本系统在数据通信中使用了累加和校验方法。

系统软件包括控制软件和管理软件两大部分。用C语言为上位机设计了一个三级汉字菜单式管理软件。在任何一级菜单中都在CRT上开有报警窗口，当系统出现故障时，该窗口由绿色变为红色，并伴随报警声。操作员可以从CRT上选中故障诊断菜单，确定故障位置和原因。管理软件框图如图6所示。控制软件用汇编语言编写，软件框图从略。

3 结束语

本系统的软、硬件都在实验室中通过调试。运行结果表明，系统具有使用方便、控制性能好、可靠性高的优点。将此系统用于企业的技术改造，可提高生产的自动化水平，提高产品的质量和产量。虽然设计的只是一台高速卷绕机，但只要对系统的软、硬件稍加修改，就可推广应用到对多电机(交流机或直流机)进行调速控制的领域，具有较强的实用性。

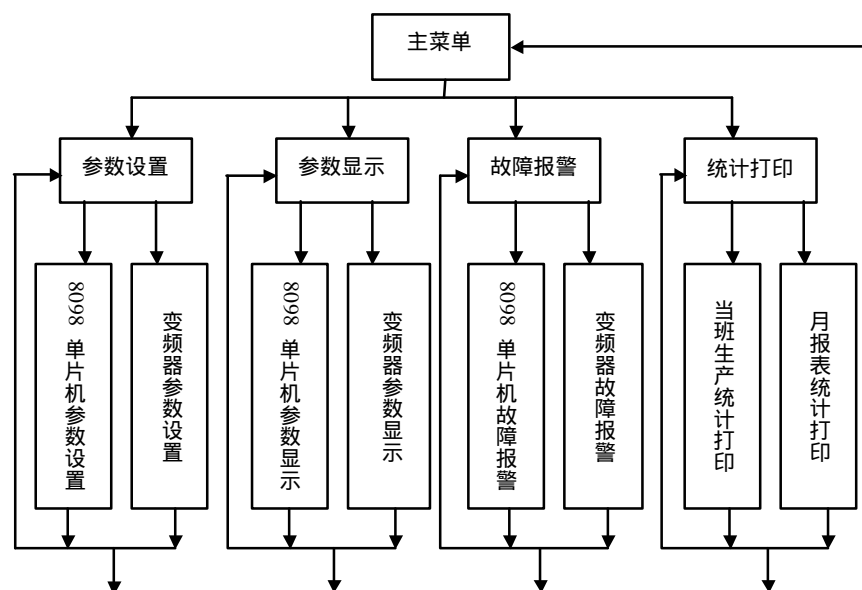


图 6 上位机信息管理软件框图

参 考 文 献

- 1 王常力, 廖道文. 集散型控制系统的设计与应用. 北京: 清华大学出版社, 1993
- 2 张幽彤, 陈宝江. MCS8098系统实用大全. 北京: 清华大学出版社, 1993
- 3 高速纺工程组. 涤纶高速纺丝生产技术. 上海: 中国纺织大学出版社, 1991
- 4 高速纺工程组. 紧凑型高速纺丝机PK6MF电气自控系统使用说明书. 上海: 中国纺织大学出版社, 1995
- 5 胡建人. 利用兼容机主板实现工业控制制的方法. 成都: 电子科技大学学报. 1999, 28(3): 311-315
- 6 吴 斌, 王 昕. 现场总线控制系统信息通道结构分析与优化设计. 成都: 电子科技大学学报, 2000, 9(5): 525-530

Design and Implement of High-speed Spinning Machine with Distributed Computer System

Chen Yuedong

(Dept. of E. E, AIMEE Wuhu 241000)

Abstract To adopt distributed computer system in the high-speed spinning machine is the development direction of automatic control system in spinner area. On basis of main function of system and theoretical analysis on technique and take aim at compactness economics, reliability as well as convenient management, the design idea and scheme of main system and subsystems are presented. To engage in design and debugging with general debugging tool and equipment. The function requirement and design aim of system can be satisfied by the allocation of hardware. Also, in respect of software especially in communication interface rather possess skill. In laboratory conditions, the operating debugging of implemented system shows that the operating results satisfied design requirement. This scheme is very easy to be transplanted to other similar applied system.

Key words high-speed spinning machine; distributed computer system; control by permanent tension; precisely step reel; communication interface