

文章编号 :0253-9721(2007)01-0108-04

基于网络和变频技术的印染机械同步系统

潘湘高,李晓峰

(湖南文理学院 电气工程系,湖南 常德 415000)

摘 要 针对印染机械多电机传动中传统同步控制系统松紧架多而造成设施故障率高,使用维护不方便和维修工作量大的情况,论述减少或取消松紧架的原理和方法,研究采用变频技术和计算机网络技术实现无松紧架和无张力传感器的数字化给定控制多电机同步调速方案,简化了同步系统结构,提高了系统的可靠性和稳定性。给出了由 IPC 通过 RS-485 总线控制变频器调速取代传统直流调速的多电机同步控制系统实例,其运行结果证明该方案是成功有效的。

关键词 印染机械;多电机同步;网络;变频;张力控制

中图分类号:TS103.7 文献标识码:A

Dyeing and printing machine synchronization system based on network and frequency conversion technologies

PAN Xianggao, LI Xiaofeng

(Department of Electrical Engineering, Hunan University of Arts and Science, Changde, Hunan 415000, China)

Abstract Traditional synchronous control systems in multi-drive dyeing and printing machines have too many drawing frames, which leads to frequent malfunction, effort-taking operation and painstaking maintenance. The article probes into principles for a solution to these problems and presents a design for a multi-drive synchronization speed control system with no or fewer drawing frames and tension sensors. The system is based on frequency conversion and computer network technologies. Its digital control over multi-drive speed regulation simplifies the synchronization system and provides higher reliability and stability. In the actual design of such a system, the IPC controls the frequency inverter via RS-485 bus in replace of the traditional DC speed-control system with multi-drive control system. The smooth operation proves that this system is successful and effective.

Key words dyeing and printing machine; multi-drive synchronization; network; frequency conversion; tension control

变频调速技术已开始 in 纺织行业大量使用,在风机、空调上大量采用变频器后,节能达 35.6% ~ 50.2%^[1]。精梳机、粗纱机、细纱机、梳棉机、经编机、气流纺纱机和丝光机、皂洗机、退煮漂联合机等设备应用变频调速技术后,提高了设备转速和调速精度,使产品的产量、质量都上了一个新台阶。如果将网络技术、计算机控制技术和变频技术相结合,应用于印染机械多电机同步控制之中,则可相得益彰。

1 多单元电气传动的协调控制问题

印染设备常组合成联合机,各加工单元的主动辊分别由一台电动机传动。织物在连续加工过程中,常要求从各单元进出的速度一致;但是,由于各种原因会造成速度差,即线速度不一致,会使织物垂下来或拉得过紧,甚至造成绕辊或断料,所以要求多

收稿日期:2006-03-26 修回日期:2006-06-13

基金项目:湖南省自然科学基金资助项目(JJ0402);湖南省教育厅资助科研项目(06C603)。

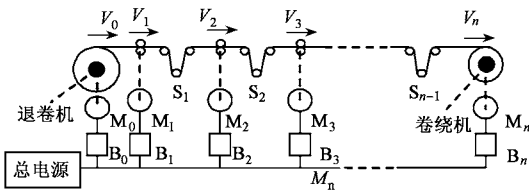
作者简介:潘湘高(1963—),男,副教授,硕士。研究方向为自动化技术、计算机控制技术及应用。E-mail:pxg987654321@163.com。

单元电气传动系统能“同步”地协调运行,这是需要解决的关键问题。

图 1 为一种典型的印染机械多单元电气传动系统,其中 M_1 为主令电机,其它的为从动电机,在织物的连续加工过程中,根据工艺的不同要求,各单元要以一定的速度(V)关系保持协调运行,其关系为

$$k_i V_i = k_{i-1} V_{i-1} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

当 $k_i < k_{i-1}$ 时, $V_i > V_{i-1}$, 为牵伸加工;当 $k_i = k_{i-1}$ 时, $V_i = V_{i-1}$, 为紧式加工,也称同步运行,这是一种极其普遍的印染加工控制要求;当 $k_i > k_{i-1}$ 时, $V_i < V_{i-1}$, 为松式加工^[2]。



M—电机;B—电机驱动电源;V—轧辊线速度;S—松紧架。

图 1 一种典型纺织印染机构多单元电机传动系统

Fig.1 A typical multi-drive power transmission system in dyeing and printing machines

在前 2 类加工中要求保持各单元之间的织物张力恒定或者线速度成适当关系。一般的做法是在各单元电动机之间安装一种同步自动调节装置。传统设备采用直流电动机驱动,单元之间采用摆式或辊式松紧架同步装置调节电机的速度^[3]或采用张力传感器构成恒张力控制系统^[4]。这些方法虽然可实现同步控制,但要么精度较低,可靠性较差;要么因需用高精度、高质量的传感器和控制器而使设备成本太高,况且有些纺织机械如双电机驱动的热定型机、预缩机等,电气传动须有很高的同步控制精度才能满足生产工艺的要求,然而这类机械却又无法安装传统的同步控制装置,即使安装上也无法满足高精度同步控制的要求^[3]。

2 无松紧架和无张力传感器控制方案

在印染设备中采用多电机同步调速方案的设备非常多。近几年来国内外采用异步电机交流变频调速取代直流电机调速,技术水平有了很大的提高,但同步检测调节单元仍然沿用了原有的松紧架同步装置,存在不足。这类设备多为恒转矩负载,生产工艺要求调速,但对速度的精度要求却不高,本文为此研究了基于网络、计算机和变频技术的无松紧架和无

张力传感器的多电机协调控制方案。

2.1 松紧架的利弊

印染设备上的传动辊特别多,如果主动辊少,一个主动辊拖动的被动辊多,则被加工织物的张力均匀性差;反之,则织物的张力均匀性好。一般来说各主动辊之间需要松紧架或张力传感器加以同步调节,为了满足对张力均匀性要求越来越高的需要,新设备设计中要增加主动辊的数量,从而要增加传动电机和松紧架的数量,但这样做的弊端是增加了设备的复杂性和故障率,还给操作和维修带来困难。由于松紧架是设备的薄弱环节,影响设备性能,所以需要想办法不增加甚至减少松紧架的数量或完全取消松紧架。

2.2 减少或取消松紧架的方法

现今变频器的功能越来越多,速度传感器矢量控制变频器既可以工作在速度模式,也可以工作在转矩模式,可以检测和输出电机的转速、线速度、转矩、电压和电流等信号。借助于这些功能,可以构造一些减少或取消松紧架的同步调速方法。

2.2.1 软机械特性法

如果几个单元的功能和结构都相似,每个单元有 1 台电机和 1 台变频器驱动,可以考虑引入矢量控制变频器的转矩(或电流)输出负反馈来构造异步电机传动系统的软机械特性(不会因此降低效率),如图 2 所示。那么有跑快倾向的电机因负载加重而快不起来,有跑慢倾向的因负载变轻也慢不了,最终维持线速度一致。这样使得电机之间不需要松紧架便能保持良好的同步,各单元的线速度给定值设定时应使前面的比后面的依次稍大一些,以实现加工所要求的张力调节。

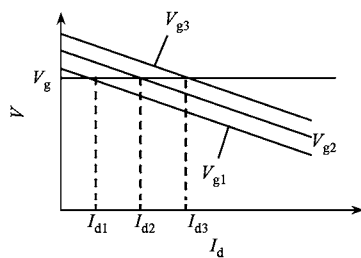


图 2 变频调速软机械特性同步法

Fig.2 Soft mechanical property synchronization for frequency conversion speed regulation

2.2.2 大小电机法

1 个单元用 2 台电机传动,其中一台的功率大,另一台的功率小。大功率的电机足以将该单元驱动,其变频器工作在速度模式,决定该单元速度的大

小;小功率的电机可以提供一定的辅助驱动转矩,但不足以单独将设备驱动,其变频器工作在转矩模式,用来调节转矩以改善张力的均匀性。这样 2 台大电机之间不设松紧架,同样能很好地同步并且可以调节张力。

2.2.3 用 1 台变频器驱动多台电机

如果几个单元的功能和结构都相似,每个单元有 1 台驱动电机而且功率都不大,距离也不太远,可以考虑使用 1 台变频器来驱动多台电机,它们之间不用松紧架,但各主动辊的直径应略有差别,前面的比后面的依次稍微大一些,以保证必要的张力。

3 多电机同步调速系统实例

由于现今 PC 机软硬件资源丰富且价格低,质量高,故在 PC 机箱中插入各种高性能的 CPU 卡、RAM、ROM/Flash 电子盘、各类外设卡及工业 I/O 卡,再配以相应的工控软件,便可构成一个工业过程控制 IPC 系统。下面以印染厂 L 型练漂联合机技术改造为例,主要论述由工控机 IPC、变频器组成 RS-485 总线^[5]网络来完成设备全部控制过程的交流变频调速同步控制系统。

3.1 L 型练漂联合机简介

西北第一印染厂的 L 型练漂联合机是 1989 年从日本引进的设备,全机分 A、B、C 3 个部分(大单元),共使用了 28 台直流电机传动,其中 A 单元 10 台,B 单元 7 台,C 单元 11 台。3 个单元同步调速,单元间设有三辊式松紧架和旋转变压器,以调节线速度一致和维持适当的织物张力。整个联合机属两级同步,A 为主动单元,B 和 C 为从动单元,调速范围为 35~140 m/min,3 个单元既可联合运行也可单独运行。原系统采用共-分电源混合直流同步传动:单元内部各直流电机共(电枢)电源,同步采用调激磁;单元之间采用分(电枢)电源,同步采用调电枢电压。单元内部各主令电机的主轴上装有测速发电机,引入速度反馈,以保证速度稳定。这台联合机已使用多年,部件损坏严重,因此提出对 L 型练漂联合机实行技术改造,将电力传动系统由直流调速改为鼠笼电机变频调速。

3.2 同步控制系统改造方案

多单元速度的公调和自调都通过变频器来实现。经过技术革新,将 A、B、C 单元均成功改造成用 IPC 数字控制的多电机变频同步调速。下面以 C 单元改造为例加以论述。C 单元的 11 台电机分别各

由 1 台变频器驱动,由 IPC 统一控制,电机间原来有的 8 套松紧架同步装置除保留最关键的 1 套进行织物张力的控制(自调)外,其余的 7 个全部去掉。在 IPC 内部的 ISA 插槽插有 2 块板卡,其中一块是开关量 I/O 卡,完成 C 单元全部逻辑关系的控制;另外一块是模拟量 I/O 卡,通过 A/D 转换完成实时监测保留的 1 个松紧架位置信号和 11 台电机的负载电流信号显示于计算机屏幕上。同时,计算机将主令频率给定以控制 11 台变频器的主频率给定(公调),而松紧架的位置信号经同步装置转换成电压信号,作为松紧架前方的一台电机变频器的辅助频率给定(自调),另外 10 台变频器的辅助频率(实际上是调节张力)是根据其所需的负载电流计算得出的,主频率和辅助频率同时作用于变频器,进行同步(张力)调节。

3.3 总体设计方案和 RS-485 总线控制网络

图 3 为 L 型练漂联合机集散控制系统(DCS)^[5]的总体设计方案及单元 RS-485 总线控制网络(虚线框内)。上位 PC 机(总站)和 3 个单元的 IPC(兼作现场工作站)连成一个以太网并分别安装网络版 MCGS 工控组态软件,A、B、C 3 个大单元的监控各由 1 台 IPC 完成。每个大单元的 IPC 通过 ADAM4520(RS-232/RS-485)转换器与该单元的所有变频器(带 RS-485 总线接口)相连接组成 RS-485 总线控制网。变频器都采用三菱公司的 A 系列智能型变频器,它们支持 RS-485 总线通讯方式。每台变频器被赋予各自的地址码用以识别身份,这样 IPC 便能通过 RS-485 通讯线对联网的所有变频器进行控制操作,上位 PC 机可以通过 IPC 对整台联合机的所有变频器进行监控和管理。

通过上位机和工作站可以对每一台变频器的运行参数进行改写,代替变频器的面板按钮功能,如设置变频器的启、停时间,正反转,运行频率,控制模式等参数,同时也能对电动机的运行情况(如定子电流、电压、频率等参数)进行监视、显示、存储和打印。

3.4 IPC 与变频器间的通讯实现方法和协议

图 3 虚线框内是基于 RS-485 总线构成的 C 单元控制网络(A、B 单元都相似),IPC 与变频器之间采用主从方式进行多机通讯,由主机控制完成网上的每一次通讯。

三菱公司生产的 A 系列变频器是高性能矢量控制交流电机驱动变频器,通讯模式遵守 Modbus 协议,如表 1 所示,通讯方式设定为 RS-485,通讯资料格式可自行设定。在 IPC 的串口通讯中,常用 Windows 的 API 函数来编写通讯程序,即用

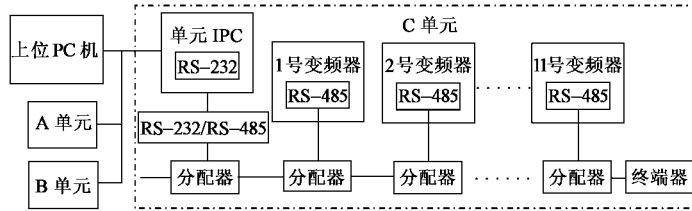


图 3 L 型练漂联合机三单元变频器集散控制系统 (DCS)

Fig. 3 Tri-unit frequency converter DCS for L-type scouring and bleaching machines

CreateFile() 函数来打开 1 个串口,用 WriteFile() 函数写串口,用 ReadFile() 函数读串口。当然也可用 MFC 类库或 ActiveX 控件方式来操作串口,还可以用 MCGS 的设备组态功能来实现,这需要变频器或控制变频器的 PLC 的设备通讯驱动程序(多数厂家可以提供),这样就无需编写复杂的通讯程序了^[6-7]。

表 1 Modbus 通讯协议

Tab.1 Modbus communication agreement

STX	起始字符 = ' ' (3AH)
Address Hi	通讯位址:
Address Lo	8. bit 位址由 2 个 ASCII 码组合
Function Hi	功能码:
Function Lo	8. bit 功能码由 2 个 ASCII 码组合
DATA(n-1)	资料内容:
... ..	$n \times 8$. bit 资料码由 $2n$ 个 ASCII 码组合
DATA(0)	$n < 25$, 最大 50 个 ASCII 码
LRC CHK Hi	LRC 检查码:
LRC CHK Lo	8. bit 检查码由 2 个 ASCII 码组合
END Hi	结束字元:
END Lo	END Hi = CR(0DH), END Lo = LF(0AH)

3.5 系统控制的工控软件实现

上位 PC 机和 IPC 主机采用人机交互界面,系统软件用 MCGS 组态软件编程实现,系统按优先级来管理多个任务线程(如串口通讯、数据处理、控制算法、工艺动画显示、趋势曲线、报警画面和打印等任务),通过每个任务的时间片轮转,宏观上实现多个线程的并行运行,这样充分利用单 CPU 构成的 IPC 的计算能力来实现实时多任务功能,友好直观的人机操作界面使得对整台联合机的控制管理变得非常的灵活和方便。

改造后的整个同步控制系统运行多年,工作一直稳定可靠,效果非常好。

4 结 论

1) 传统印染设备多单元直流电机传动系统和松紧架同步控制装置已成为故障多,维护和维修工作量大,严重影响产品产量和质量的薄弱环节。

2) 现代网络技术、计算机控制技术和交流变频调速技术为取代传统的直流同步调速系统提供了有利条件,并且要注意尽量减少松紧架甚至完全取消松紧架。

3) 利用 RS-485 总线网络和变频技术实现的无松紧架、无张力传感器的同步控制系统运行结果证明,该方案是成功有效的,不但可以节能降耗,而且还极大地提高了系统的可靠性和控制管理水平,大大降低了设备成本和维修费用,有利于提高产品的产量、质量和设备运行的经济效益,有较大的推广应用价值。

FZXB

参考文献:

[1] 周莉莉,刘在平.变频调速装置在纺织空调风机上的应用[J].棉纺织技术,1999,27(6):36-37.

[2] 成玲,何勇.印染机械多电机同步控制系统[J].纺织学报,2005,26(1):97-99.

[3] 于海生,潘松峰,吴贺荣.纺织印染机械多电气传动同步控制器的研制[J].纺织学报,1999,20(4):53-56.

[4] 隋淳,曹景森,张杰.恒张力同步调速系统[J].山东师大学报:自然科学版,1996,11(4):44-48.

[5] 张长胜,张云生.基于变频器总线网络的分布式远程监控系统的应用研究[J].昆明理工大学学报,2002,27(5):74-79.

[6] 王强华.国内外印染机械现状及发展态势[J].纺织导报,2005(2):6-14.

[7] 陈伯时.电力拖动自动控制系统[M].2版,北京:机械工业出版社,2003.