

基于变频器的工程测控系统

汤漾平, 汪 洋

(华中科技大学 机械科学与工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 针对传统工程测控设备存在的问题,为了提高测控试验中的可控性和测控精度,在对其测控实验进行多次分析的基础上,设计并开发了一套新型的测控仪器。该仪器以变频器和单片机(SCM)为主要控制单元,由上位机与下位机构成,并通过RS485实现了无线通讯;通过多次实验总结出了测控系统控制算法,并有效地消除了测试过程中的电气干扰;试验过程中通过实时监测各传感器的反馈值,实现了对测控过程的连续监督和控制。研究表明,相对传统的测控系统,该工程测控系统的稳定性和操控性得到了很大提高,而其测量精度则提高了10倍以上,该变频器在测控仪器中得到了很好的应用。

关键词: 变频器; 单片机; 测控系统

中图分类号: TH87; TH39 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4551(2012)12-1464-03

Engineering measurement and control system based on converter

TANG Yang-ping, WANG Yang

(School of Mechanical Science & Engineering, Huazhong University of Science & Technology,
Wuhan 430074, China)

Abstract: Aiming at overcoming the shortcomings of the traditional engineering test instrument and improving the controllability and the control precision of the testing, a new type of measurement and control instrument was developed. The instrument with single chip microcontroller (SCM) and converter as the main unit component was made up of the host computer and actuator which communicate via RS485. Control algorithm of the test system was a result summarized from a lot of experiments, and all electrical interferences in testing were also eliminated. The feedback of all sensors and the process were monitored in real time in order to realize continuous measurement and control. Compared with traditional instrument, this instrument has improved stability, manipulation, the control precision of the measurement and control tests increases at least 10 times. The results indicate that the application of the converter in the test instrument is very effective.

Key words: converter; single chip microcontroller(SCM); measurement and control system

0 引 言

许多工程测控类实验都是由泵类负载系统构成,通过对被测对象加压,从而测得某种位移量与压力值的关系。传统的测控实验完全由人工来操控,加压过程难于控制,目标压力也无法精确稳定,而依赖于人工测量的测量值精度更是无法保证。因此,如能研制出一套全新的测控仪器,将大大提高工程测控试验的可控性和精度。

随着变频技术的不断发展和完善、可靠性的不断提高,以及微电子技术和电力电子技术的飞速发展,其相关器件的价格也趋于低廉,由变频调速系统和单

片机系统组成的测控仪器(以下简称变频调速测控系统)的使用越来越广泛^[1-2]。因此,许多泵类负载越来越多地由传统固定转速拖动改为变频调速拖动。

传统的力学测控系统一般都是通过普通三相交流电机带动液压泵加压,在加载到目标载荷的过程中,电机一直以满速状态运行,当压力逼近目标载荷时,控制电机的通断电时间以点冲的方式来实现最后阶段的趋近。这种加压方式无法精确加载,压力不容易控制,得到的实际压力往往与目标载荷相差甚远,而且频繁的启/停对电机和供电系统都有很大损伤。采用变频器的测控系统相对而言具有非常明显的优点:能平稳地加载到目标载荷,加载压力得到较精确

收稿日期: 2012-06-04

作者简介: 汤漾平(1954-),男,湖南湘潭人,教授,硕士生导师,主要从事机电一体化方面的研究。E-mail: typ2913@163.com

的控制,整个实验过程更加完善和可靠^[3]。

本研究介绍一种用于实际工程测控设备中的变频测控系统。

1 系统构成及原理

在工程应用领域里,测控仪器一般由两大部分组成^[4],即数据分析处理与显示系统和测控系统,其组成如图1所示。



图1 测控仪器的组成

数据分析处理与显示系统通常称为上位机,大都采用计算机,通过不同的方式获得测控器采集的数据,并根据实际要求对数据进行分析处理后,生成各种表格和图形。

测控系统通常称为下位机,一般采用单片机或DSP,通过对给定值和反馈值的比较,用PID的控制方式实现对控制对象的控制,同时通过传感器采集各种需要采集的信号并传给上位机。

变频调速测控系统通常由测控器、传感器、变频器等组成,其组成如图2所示。

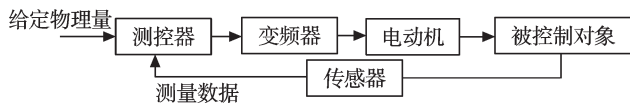


图2 变频测控系统的组成

2 测控器

2.1 系统组成

测控器由C8051F系列单片机和变频器构成。该系统采用电压频率设定器来控制输入电机频率。单片机输出D/A 0~10 V来控制变频器的频率,单片机控制继电器组的接通和断开来控制变频器的运行。接触器MC用于将变频器的输出端接至电动机,热继电器FR用于对电动机进行过载保护。压力传感器与位移传感器分别通过A/D转换模块将信号传给单片机,单片机进行相应计算处理后,通过RS485通讯模块与上位机通讯,上位机给出新的控制频率值,由单片机输出合适的D/A信号来调节变频器的频率。

典型的力学变频测控系统结构图如图3所示。

2.2 工作原理

下位机以C8051F系列单片机和变频器为核心控制器,油压传感器和位移传感器作为输入,变频器作为执行器,其输出0~10 V对应控制电机的停止到满速状态。在实验中,油压传感器采集到的被测对象所承

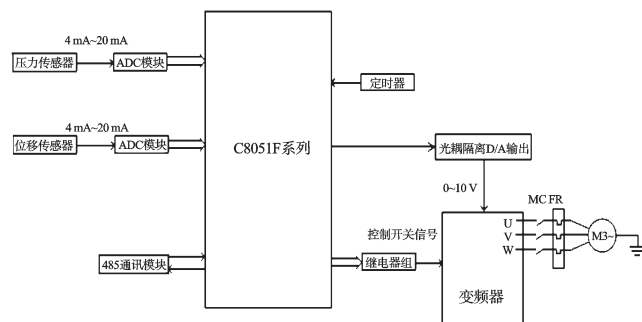


图3 变频测控系统结构图

受的压力,得到对应的模拟信号,单片机系统的A/D模块将其转换成数字信号,进入单片机。同时,位移信号也以同样的方式进入单片机。单片机按照数据协议将压力信号和位移信号整合在一条通讯信号中,并通过与之连接的RS485模块传送给上位机。

在上位机控制软件上,本研究采用VC++编写的程序,以串口通讯的方式与下位控制器通讯。按照测试规范来完成加载,在实验过程中,系统实时对压力、位移等值进行监测判断,一旦发生异常情况,便停止供油加压,并在显示器上指示出故障形成,以帮助用户排除故障。

3 系统软件设计

传统的测控设备完全由人工操作来控制加压过程,没有软件与控制算法可以借鉴。本研究通过对原测控试验反复分析并多次实验,得出一种全新的控制算法,能够平稳、智能地完成加压过程。

该系统软件采用模块结构设计,主要由上位PC机、下位单片机和通信模块组成^[5]。其中,PC端模块主要完成对压力、位移等测量值的实时显示以及变频器的控制,另外,包括特定曲线的生成^[6];通信模块实现PC机与单片机间的数据传输;单片机模块则完成定时采样和控制电机转速。

系统控制算法程序图如图4所示。

图4中, P_0 , P_1 分别表示 t_0 时刻和 $t_1(t_1 > t_0)$ 时刻采集到的压力值, P 为目标压力值, $\Delta t = t_1 - t_0$, f_1 表示 t_1 时刻的变频器频率值, f 表示计算后再次传给下位机的频率值, Δf (特定值)表示每次调整增加或减少的频率值,考虑到本研究的系统中采样和控制频率较高,通常, Δf 选取较小值即可,能很好地满足系统控制精度的要求。另外,该测控系统要求匹配不同的液压系统,因此若选用PID算法对于不同的液压系统需要不同的对应参数,达不到适应性要求。 K_1 和 K_2 为百分比系数($0 < K_1 < K_2 < 1$)。

该系统控制算法经由多次实验分析得出,其通过控制压力的加速度来控制加压过程,适用范围非常

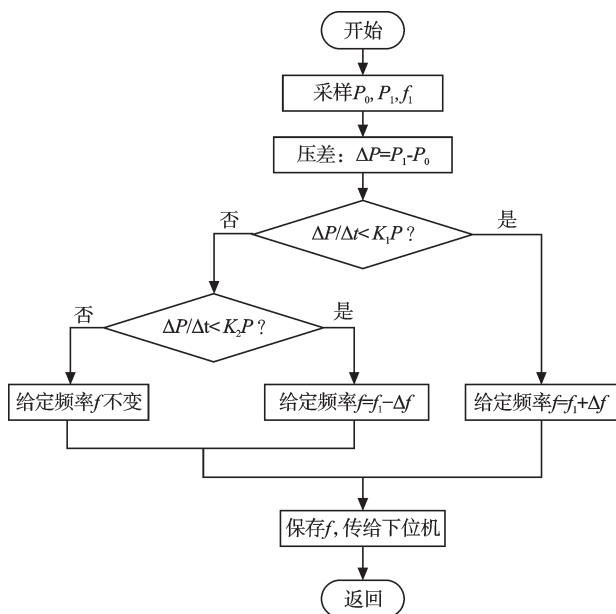


图4 控制算法的程序框图

广。无论目标压力高或低,均能控制其在相同时间内达到,提高了系统的适应性与快速性。

4 抗干扰性设计

变频器在工作中由于整流和变频,周围产生了很多的干扰电磁波,这些高频电磁波对附近的仪表、仪器产生干扰,而且会产生高次谐波,这种高次谐波会通过供电回路进入整个供电网络,从而影响其他仪表^[7-8]。如果变频器的功率很大,占整个系统25%以上,则需要考虑控制电源的抗干扰措施。本研究的单片机系统和变频器组成的测控系统抗干扰设计尤为重要,单片机和变频器都工装在同一个壳体当中,因此抗干扰效果将直接影响到测控系统的可用性。

4.1 硬件的抗干扰设计

本研究开发的变频调速测控系统全部封装在壳体中,由于其工装的特殊性,无法对单片机单独供电,只能从同一电网中引出电源对其供电,这就使得该系统无法从单独供电这方面来进行抗干扰设计,只能考虑其他的措施:

(1) 设置滤波器。通过使用滤波器可以阻止干扰信号沿电源线传输并进行阻抗变换,使干扰信号不能通过地线传输而被反射回干扰源。本研究在变频器输出侧设置输出滤波器,吸收谐波和增大电源或负载的阻抗,达到抑制谐波的目的。

(2) 屏蔽。屏蔽干扰源是抑制干扰的最有效的方法。变频器本身可以用铁壳屏蔽,不让其电磁干扰泄漏。为使屏蔽有效,屏蔽罩接地。另外,单片机也用铁壳封装,大大降低其受到的干扰。施工时将铁壳、电缆屏蔽层、电机外壳三者连接在一起。

4.2 软件的抗干扰设计

该测控系统接收到的信号将传送给上位机,由上位机控制软件进行分析处理。本研究在对反馈的信号进行分析处理时,对数据进行严格的筛选,过滤掉那些不正常的数。同时,基于采集频率高的特点,本研究对数据进行适当的软件滤波取平均,提高了数据对瞬时波动的抗干扰性。

通过软件抗干扰,该系统测量数据的稳定性大大提高,与此同时并没有延迟数据的实时性显示。

5 结束语

本研究介绍了一种用于工程测控设备中的变频测控系统,并对该系统的组成和工作原理,以及其硬件设计、软件设计和抗干扰3个方面进行了研究。

本研究开发的测控系统能很好地满足测试规范要求,相对传统的测试系统具有不可比拟的优点:大大提高了电动机轻载时的效率,实现了节能的目的;通过变频器实现了无级调速,以及电动机的软启动、软停车,使系统的控制精度高、动态性能好,大大减少了电和机械的冲击,从而改善了运行性能^[9-10];其测量值精度相比传统的人工测量,由原来的毫米级精度至少提高了10倍以上,达到了百微米级,使得实验结果更加科学与可靠。

参考文献(References):

- [1] 朱应煌. 变频器在空气压缩机恒压控制中的应用[J]. 自动化仪表, 2009(30): 66-69.
- [2] 刘美俊. 基于AT89C51单片机的变频恒压供水控制系统[J]. 轻工机械, 2004, 22(2): 102-104.
- [3] 韩安荣. 通用变频器及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [4] 高圣伟. 变频器智能控制系统的研究[D]. 天津: 河北工业大学电气工程与自动化学院, 2005.
- [5] 付娟. 基于89C51单片机的喷油校泵台调速系统设计[J]. 电子设计工程, 2009, 17(3): 103-105.
- [6] 冯清秀, 叶春宇, 汤漾平. 基于PC的静力试验台自动控制系统[J]. 机电工程, 2012, 29(3): 311-313.
- [7] 何劲. 变频器应用过程中的干扰及其解决方法[C]//第七届工业仪表与自动化学术会议. 上海: [出版者不详], 2006: 51-53.
- [8] 王幸之. 单片机应用系统抗干扰技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
- [9] 李宇峰. 用可编程控制器变频器实现三相异步电动机闭环速度控制地实验[J]. 电气电子教学学报, 2001, 23(2): 75-76.
- [10] 孙计伟. ATV61变频器在核工业厂房通风系统中的应用[J]. 电机与控制应用, 2009, 36(10): 1-4.

[编辑: 张翔]