维普资讯 http://www.cqvip.com

DSP在变频电源下的电动轮自卸车控制中的应用

谢芳芳，章 兢，王镇道
（湖南大学 电气与信息工程学院 湖南 长沙 410082）

摘 要：介绍了154吨电动轮自卸车的电气原理，简要说明了以TMS320F2812为核心的控制系统对154吨电动轮自卸车的控制过程，重点讨论了TMS320F2812如何通过硬件检测到有效的同步信号，并利用软件产生同步移相触发信号，最终将控制量转换为同步移相触发信号的输出，以实现对154吨电动轮自卸车进行励磁调速的过程。试验结果表明，该控制方案有效消除了变频电源对154吨电动轮自卸车控制的影响。

关键词：变频电源；电动轮自卸车；TMS320F2812；同步移相触发信号
中图分类号：TN86 **文献标识码**：B **文章编号**：1004-373X(2006)05-105-03

Application of DSP in the Control of Electromotive Well-automatic Discharge Car Using Frequency Conversion Power

XIE Fangfang, ZHANG Jing, WANG Zhendao
(College of Electric and Information Engineering, Hunan University, Changsha, 410082, China)

Abstract: The electric principle of 154 ton electromotive well-automatic discharge car is introduced, and the control of it by the control system which takesTMS320F2812 as core is summarized. It mainly discusses that how TMS320F2812 tests effective synchronous signal through hardware, and synchronous phase-shift triggering signal is produced making use of software, and control target is converted into the output of synchronous phase-shift triggering signal, to realize the control of TMS320F2812's excitation timing to the 154 ton electromotive well-automatic discharge car. The experiment result indicates that this method eliminates effectively the influence of frequency conversion power on 154 ton electromotive well-automatic discharge car.

Keywords: frequency conversion power; electromotive well-automatic discharge car; TMS320F2812; synchronous phase-shift triggering signal

1 引 言

某厂使用的154吨电动轮自卸车（以下简称自卸车）是大型露天矿山的高效运输设备，使用的电源频率宽（0～480 Hz），各种噪声和干扰大，其控制系统是一个车载系统，工作环境恶劣。采用传统的移相控制来实现在稳定的工频电源下的电机控制方法将导致过大的误差。本文提出以TMS320F2812为核心的控制系统，具有高度的可靠性、强大的实时数据处理能力和丰富的外设资源。他采用经过特殊处理的同步信号，在每个信号周期计算周期宽度、控制角，并通过同步移相触发信号的数字输出控制整流电路导通角的方式来控制电动机转速，较好地避免了宽频带强干扰电源信号给控制精度带来的影响。

2 自卸车的电气原理

自卸车由柴油机带动交流发电机发电，发电机驱动直流电动机从而带动车轮运转。发电机发出的电为电动机提供电枢电流，同时通过可控硅整流电路分别给发电机本身与电动机提供励磁电流 I_{AF} 与 I_{MF}。通过控制发电机与电动机励磁电流整流电路的可控硅导通角来控制 I_{AF} 与 I_{MF} 的大小，从而使电动机转速达到所需要求，使自卸车按一定的车速运行。

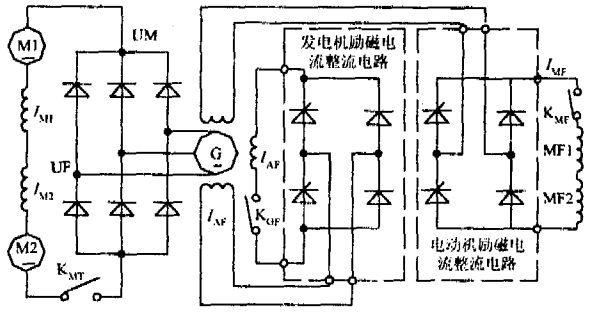

图1 154吨电动轮自卸车的电气原理图

3 自卸车的控制过程

一方面，TMS320F2812通过I/O模块读入当前开关量，对电气控制所需要满足的各种逻辑关系进行运算，再通过I/O模块输出相应的开关控制量；另一方面，

收稿日期：2005-09-16

维普资讯 http://www.cqvip.com

TMS320F2812通过A/D转换模块输入各种模拟量,包括当前各路电压电流检测值、转速检测值、同步信号检测值等,根据发电机与电动机励磁电流各自的控制回路当前给定量,反馈量,通过PI运算计算出控制量,再将控制量转换为同步移相触发信号输出,分别控制发电机与电动机励磁电流的整流电路导通角,从而控制发电机与电动机励磁电流的大小,共同使电动机转速达到所需要求。

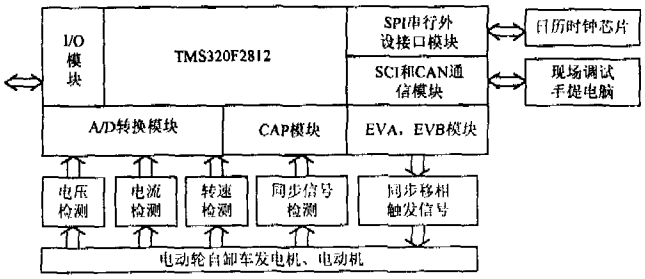

图2　控制系统的硬件结构图

在自卸车的运行过程中,DSP将处理各种开关量和模拟量输入,并对各种开关量的逻辑关系和各种模拟量关系曲线进行计算。如果有故障产生,DSP还将记录当前故障信息,并保存此前一定时间内所产生的故障数据。TMS320F2812的CPU时钟周期达到了150 MHz,集成了128 k的FLASH,18 k的RAM[1]。高速的运算能力保证了控制的实时性,大容量的存储空间无需扩展片外RAM即能满足存储需求,保证了控制系统的高度可靠性。TMS320F2812片内有多达56个通用、双向引脚的数字输入/输出模块、2个事件管理模块EVA和EVB,12位的16通道模/数转换模块以及串行外设接口模块SPI,串行通信接口模块SCI,CAN控制器模块[1]。通过SPI可连接日历时钟芯片,记录下每个故障产生的时刻;通过对SCI和CAN的软件设置和硬件连接可方便地实现DSP与进行现场调试检测用的手提电脑之间的信息交换。

通过PI运算计算出的控制量,需要转换为DSP的同步移相触发信号输出,而引入DSP的同步信号波形需要转换为规则的矩形波以满足DSP对输入信号波形的要求。本系统采集的同步信号频率波动大,从0～480 Hz,且含有各种谐波,为了得到理想的同步移相触发信号,需要在信号的每个周期检测信号的过零点,计算周期宽度、导通角。这样信号在过零点处的波动将直接影响整个控制。所以,同步信号过零点的检测成为控制系统首先要考虑的问题,TMS320F2812丰富的芯片资源不仅保证了控制系统的高度可靠性,强大的数据处理能力,也为同步信号的处理与控制量的数字输出提供了方便。

下文将重点叙述TMS320F2812如何将控制量转换为同步触发信号输出的过程。

4　同步移相触发信号的实现

4.1　同步信号的硬件处理

使用过零比较器对同步信号进行波形转换,会在过零点附近出现抖动,无法满足控制要求。采用高精度、高性能的比较器LM339,他内部装有4个独立的电压比较器,每个比较器有2个输入端和1个输出端。当输入"+"端电压高于"－"端时,输出管截止,相当于输出端开路。当"－"端电压高于"+"端时,输出管饱和,相当于输出端接低电位。将运放OP07输出的信号$u_2(t)$分成两路输入到LM339的IN1－,IN2－,当$u_2(t)$从0增大到v_{11}($v_{11}=(15-3-0.7)*R_4/(R_4+R_5+R_6)$)时,OUT1从截止变成饱和,TPS1+输出低电平;由于此时OUT1相当于接低电平,参考电位v_{11}变为v_{12}($v_{12}=0$),当$u_2(t)$从正半周减小到0时,OUT1从饱和变为截止,TPS1+输出高平。此时LM339相当于一个迟滞比较器,他的上限触发电平为v_{11},下限触发电平为v_{12}。同理可得TPS1－的波形,如图中所示,此时的$v_{21}=-v_{11}$,$v_{22}=0$。将TPS1+与TPS1－结合起来:在一个周期内,当$u_2(t)$从0到v_{11}后取TPS1+的输出,当$u_2(t)$从0到v_{21}后取TPS1－的输出,即可得到一个完整的矩形波,此波形即为从LM339输出到DSP相应引脚的同步信号TPS1。

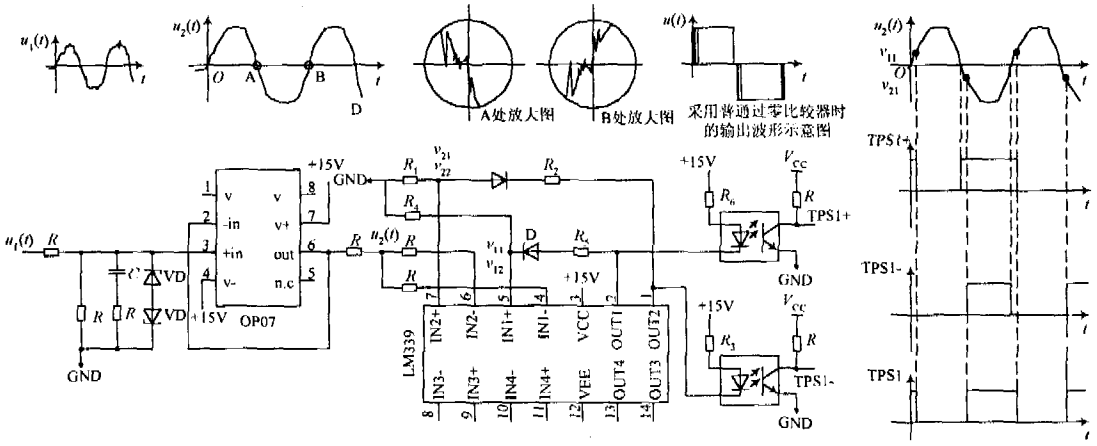

图3　同步信号的硬件处理与输出波形示意图

维普资讯 http://www.cqvip.com

可以看出经过LM339的相当于2个迟滞比较器的处理后，有效地消除了信号在过零点的波动影响。

4.2 同步移相触发信号的软件实现

设引入到DSP的同步信号TSP1在一个周期内波形如图4所示，根据当时PI调节器计算出来的控制量，要求在同步信号正半周过零点后延时控制角A时发出具有宽度为B的触发脉冲到整流电路的一个桥臂上的可控硅，在同步信号负半周过零点后延时同样控制角A时发出具有宽度B的触发脉冲到另一个桥臂上的可控硅。

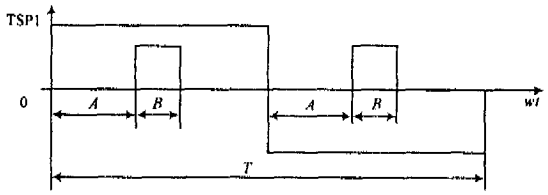

图4 同步移相触发信号的产生

为实现上述同步移相触发信号的产生，需要利用TMS320F2812 DSP的两个定时器CPUTIMER0、GPTIMER2；一个捕获单元CAP2；两个数字输出端口GA0，GA2。其中，CPUTIMER0用作计算同步信号的周期T：DSP在同步信号相邻两个正半周过零点时读取他的当前计数值COUNT1，COUNT2，T=COUNT2－COUNT1；GPTIMER2用于产生定时器比较匹配中断，在使用中可将他的比较寄存器设置成当写信息到影子寄存器时立即加载，他在同步信号一个周期内将产生4次比较匹配中断；CAP2用于捕获同步信号正半周过零点，他在同步信号每个周期的正半周过零点时都将产生捕获单元中断；GA0、GA2用于分别输出触发信号到一个整流电路的两个桥臂上的可控硅。得到周期T即可计算出正半周触发信号下降沿到负半周上升沿之间的宽度W，$W=T/2-B$。

同步触发信号的产生的软件实现流程如图5所示。

设某一时刻PI调节器输出的控制量转换成发电机整流电路的控制角为A，按GPTIMER2初始化要求将A换算成所对应的值为N_1（设GPTIMER2采用CPU内部时钟150 MHz，输入时钟预定标系数选128分频，则$N_1=150\times10^6A/128\pi$）。在同步信号正半周过零点处CAP2将产生CAP2中断，在CAP2中断服务程序中将N_1存入GPTIMER2的比较寄存器，同时开GPTIMER2比较匹配中断，GPTIMER2的计数器立即从0开始计数。当GPTIMER2计数器的值和他的比较寄存器的值之间发生匹配时，产生第一次GPTIMER2比较匹配中断。

在GPTIMER2第一次比较匹配中断服务程序中，DSP将第一次比较匹配中断标志位清零，同时将GPTIMER2的计数器的值清零，并将触发脉冲宽度B相对应的值N_2立即存入定时器2的比较寄存器，此时计数器重新从0开始计数，当定时器2计数器的值再次与GPTIMER2比较寄存器的值发生匹配时，产生第二次GPTIMER2比较匹配中断。同理，在GPTIMER2第二次比较匹配中断服务程序中，DSP将W相对应的值N_3存入GPTIMER2的比较寄存器，产生第三次GPTIMER2比较匹配中断。在GPTIMER2第三次比较匹配中断服务程序中，DSP将B相对应的值N_4存入定时器2的比较寄存器，产生第四次GPTIMER2比较匹配中断。

这样，DSP通过事件管理器中的一个定时器完成在一个信号周期内产生两个触发脉冲的输出过程，从而实现对励磁电流的有效控制。

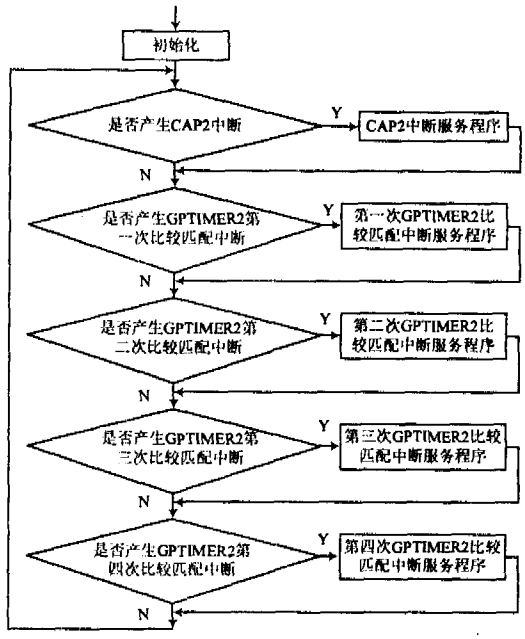

图5 同步移相触发信号的产生流程图

5 结 语

采用一台频率可变的发电机、一台直流电动机以及DSP控制器，按照文中提到的控制原理组成一个试验系统。在试验中，发电机分别输出从200～480 Hz左右的电源信号，待系统稳定后得到下表数据。可以看出，在不同的发电机电源频率下，实际测得电功率与给定电功率一致，整个系统控制精度高、可靠，有效消除了变频电源对电动轮自卸车控制的影响。

参 考 文 献

[1] Texas Instruments. TMS320F2812 Digital Signal Processors Data Manual[Z]. 2004.

作者简介 谢芳芳 女，1978年出生，湖南新田人，在读硕士研究生。研究方向为控制理论与控制工程。