

基于 TMS320C240 典型控制器的电机控制

陈峰, 纪平, 蒋晶晶, 李江涛
(昆明理工大学 信息工程与自动化学院, 云南 昆明 650051)

摘要: 介绍了以典型电机微控制器 TMS320C240 芯片为控制核心的嵌入式电机控制系统, 阐述了如何利用 TMS320C240 实现电机速度控制, 并给出了相应系统控制策略, 以便为电机控制系统的数字设计提供参考. 由于现在的系统大多要求在多个电机和传动装置之间协调并精确地运动, 因此导致现在的运动控制技术越来越复杂. 使用 DSP 最明显的优点在于提高了系统的可靠性, 并降低了整个系统的成本, 另外, 利用诸如 DSP 能直接产生 PWM 的软件技术, 可明显降低由电磁干扰引起的噪声.

关键词: TMS320C240; DSP; PWM; 电机控制系统

中图分类号: TP271.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2004)01-0057-04

Motor Control Based on the Typical Controller TMS320C240

CHENG Feng, Ji Ping, JIANG Jing-jing, Li Jiang-tao

(Faculty of Information Engineering and Automation, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650224, China)

Abstract: An imbedded control system is presented to control the motor using typical controller TMS320C240, and it describes how a speed controlled motor drive can be implemented and a corresponding controlling strategy is put forward. So it is a reference to the digital design of motor control system. Movement control is becoming more and more complicated, partly because a system requires the harmonious and precise mouement of several motors and gearing. DSP can provide a quick, highlg efficient and full velocity controlling technology for motor control. By using DSP, the main advantage lies in the improvement of system reliability and reduction of overall system cost. In addition, DPS controles can be used to produce the software techniques to significantly reduce the noise effect caused by EMI radiation.

Key words: TMS320C240; DSP; PWM; motor control system

0 引言

随着对全互动产品需求的不断增长,产品会有摇动、挪转、抖动、行走等动作功能.对这些机械旋转运动的管理统称为运动控制,这是近来发展最快的专业之一.运动控制已经成为现代制造业的基础.不管运动控制应用在何种领域,其基本问题都一样:要对一个或多个机电设备进行有效、可靠、经济、精密的控制.当运动控制问题因要使动作协调一致或因运动曲线复杂而变得日益复杂时,转而采用专用处理器即数字信号处理器(DSP)来计算实时轨迹可以做到事半功倍的效果.

1 DSP 特殊优势

在应用中,TMS320C240 所实现的软件包括电动机状态值的采样与计算,控制算法的实施以及 PWM 信号的输出,此外还包括故障检测与保护,数据交换与通信等.TI 公司的 TMS320C240 具有 DSP 内核,从而将 DSP 的高速运算能力与面向电机的高效控制能力集于一体.因此与通用微处理器相比,TMS320C240

收稿日期:2003-04-23.

第一作者简介:陈峰(1977.5~),男,在读硕士.主要研究方向:检测技术与自动化装置.

具有更有效的控制能力:单周期乘加运算能力,可以优化与缩短反馈回路,从而有助于实现数字式电流闭环控制;变速直接驱动能力,减少了传统调速系统中的齿轮、传送带和液压系统等;DSP 内核的高性能运算能力,使得 TMS320C240 可运行复杂控制算法,如可采用高阶 PID 算法进行精密控制,自适应 Kalman 滤波算法可减小传感噪声,而功率因数校正算法则可减小功率损耗,还可以用 FFT 算法对电机的机械谐振、谐波等进行分析,以改善系统性能,同时,也减少了外围电路元件;这种 DSP 作为电机控制管理器,直接支持产生 PWM 输出信号用来控制功率放大器,还包括多个定时器、比较器、死区发生器、状态空间矢量发生器和光学编码器接口等功能部分.这些都为电机运动控制应用带来很大方便.

2 控制系统的实现

基于 TMS320C240 的控制系统结构框图和控制框图如图 1、图 2 所示.其中三相逆变器采用六管封装的 IGBT 来完成功率转换.IGBT 即绝缘栅双极型晶体管,它既有单极型电压驱动器件 MOSFET 的优点,又结合了双极型器件 BJT 耐高压、电流大的特点^[1].

2.1 电流检测

用电流传感器检测三相输出的两相电流 i_A 、 i_C ,计算出第三相电流 $i_B = -(i_A + i_C)$,从而获得电动机的

定子实时电流信息.根据电流检测值,首先判断主电路是否过电流,从而决定是否要执行过电流保护程序.如果电流检测值在允许的范围内,其便构成了对 PWM 波宽调整的一个因素.

TMS320C240 内部集成了两个 10 位 A/D 转换器,并带有内部采样保持电路,共有 16 路模拟输入通道.但是 ADC 模块的结构要求采样/转换时间要大于等于 $6\mu\text{s}$,以保证正确转换.因此,

ADC 提供了一个预定标功能来保证无论 DSP 时钟如何变化都可以确保 ADC 保持最优性能.这样一来,通过选择合适的预定标值就可以满足上述要求.预定标值由下式决定:

SYSCCLK 时钟周期 $\text{TSYSCCLK} \times \text{预定标值} \times 6 \geq 6\mu\text{s}$,预定标值由 ADC 控制寄存器 ADCTRL2 的其中三位决定.

ADC 的 10 位数字量结果由下面公式近似给出:

$$\text{数字结果} = 1023 \times \frac{\text{输入模拟电压} - V_{\text{REFLO}}}{V_{\text{REFHI}} - V_{\text{REFLO}}}$$

其中 V_{REFHI} 和 V_{REFLO} 分别指 ADC 模拟参考电压高和,均由外部电源提供.

2.2 转向与速度检测

TMS320C240 的事件管理器 EV 含有一个正交解码脉冲电路 QEP(Quadrature Encoder Pulse).该电路可对两个引脚 CAP1/QEP1 及 CAP2/QEP2 上的正交解码输入脉冲进行编码和计数.所谓正交解码脉冲是具有 90° 固定相移和频率变化的两个脉冲^[2].当电机轴上的光电编码器产生正交编码脉冲时,将两个脉冲分别送入正交编码电路输入引脚,通过 QEP 检测两个序列的先后(GPT_xdir),就可以确定电机的转向.通过脉冲计数和脉冲频率可以测出角位置和速度^[3].

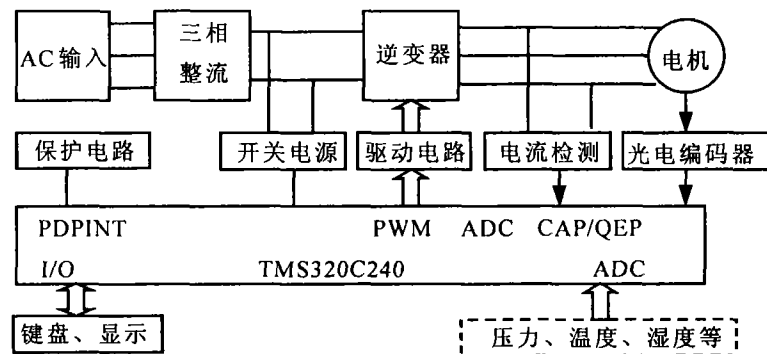


图1 系统框图

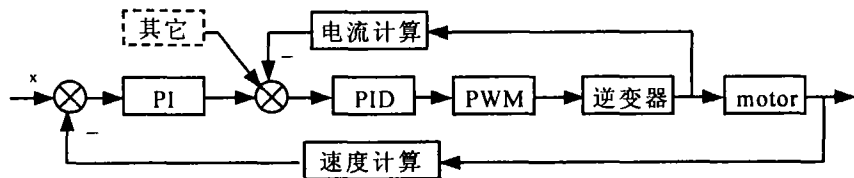


图2 控制框图

2.3 PWM 输出

PWM 信号产生过程就是电流调整过程.通过产生和调节一系列的控制脉冲来控制逆变开关管的导通角,从而调整输出电流平均值,达到转速控制目的.应用 TMS320C240 自身提供的 PWM 输出功能.可产生 6 路具有可编程死区和可变输出极性的 PWM 信号,经由功率驱动电路控制功率逆变晶体管的开关模式,进而控制电机的转矩与转速.一个 PWM 信号实际上是一串宽度变化的脉冲序列,这些脉冲平均分布在一段定长的周期中,即每个脉冲的周期相同,该定长周期被称为 PWM 载波周期,它的倒数被称为 PWM 载波频率^[3].

EV 的三个全比较单元的每一个都可以产生一对具有可编程死区及输出极性的 PWM. PWM 脉冲宽度及增减变化量最小为一个 CPU 时钟周期,16 位的最大分辨率.死区时间间隔由 DBTCON 中的位决定.假设 DBTCON[15—8]的内容为 m ,并且死区定时器的预定标因子为 x/p ,那么死区时间间隔 $p * m$ 为个 CPU 周期, $p = m = 1$ 时,最小死区时间为 1 个 CPU 时钟周期^[3].死区时间的产生,保证了全比较单元产生的一对 PWM 信号所控制的两个功率器件的开启时间不重叠,从而避免出现逆变颠覆现象^[1].

假设各寄存器在头文件已用 .set 定义过它们的地址,中断已初始化,产生一对 PWM 的子程序如下:

```
LDP    # 232;数字页指针指向 EV 寄存器所在页
SPLK  # 666H,ACTR;全比较动作控制寄存器设置
SPLK  # 05E0H,DBTCO;死区定时器周期,并使能 3 个全比较单元死区定时器
SPLK  # 0CB57H,COMCON;全比较工作于 PWM 模式,并使能比较操作
SPLK  # 0AH,CMPR1;全比较单元 1 比较寄存器赋值为 10
SPLK  # 14H,T1PR;通用定时器 1 周期寄存器 = 20
SPLK  # 0H,T1CNT;通用定时器 1 计数寄存器 = 0
SPLK  # 0A80AH,T1CON;定时器 1 初始化
SPLK  # 03FH,GPTCON;初始化通用定时器控制寄存器
SPLK  # 0A84AH,T1CON;启动定时器计数
```

生成的波形如图 3,包括一个输出,一个补偿输出,并带有死区.(在具体应用时,根据实际情况设置寄存器的值.)

2.4 其它

利用 TMS320C240 多路 A/D 转换接口,把温度、压力、湿度等环境因素经检测转换电路送入片内与速度、电流一同形成对 PWM 波宽调整,使电机运行更柔性化.

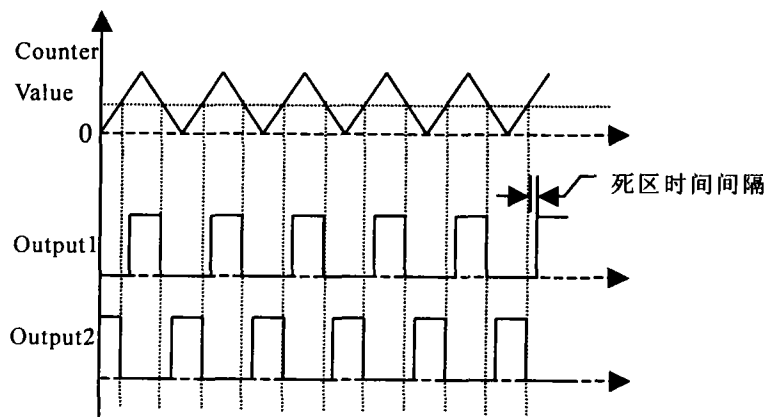


图 3 带死区的全比较输出波形

3 整体系统软件设计

软件程序设计是整个逆变电源控制的核心,它决定逆变电源输出的特性,如:电流大小及稳定度、谐波含量、保护功能的完善、可靠性等.系统软件由主程序和 PWM 中断服务程序构成,其流程图分别是图 4 与图 5.软件设计中,TMS320C240 初始化命令、控制命令的参数计算及 PWM 波形的生成、死区时间等,应根据具体实际情况及文献资料.

4 结束语

电机控制专用芯片的出现,给电机调速装置的设计带来了极大的便利.这些芯片控制功能强,保护功

能完善,工作性能稳定,组成的系统所需外围电路简单,抗干扰能力强,特别适用于工作环境恶劣,对控制器体积、价格性能比要求较高的场合.TMS320C240 将实时处理能力与控制器的外设功能集于一身,为控制系统数字处理提供了一个理想的解决方案.

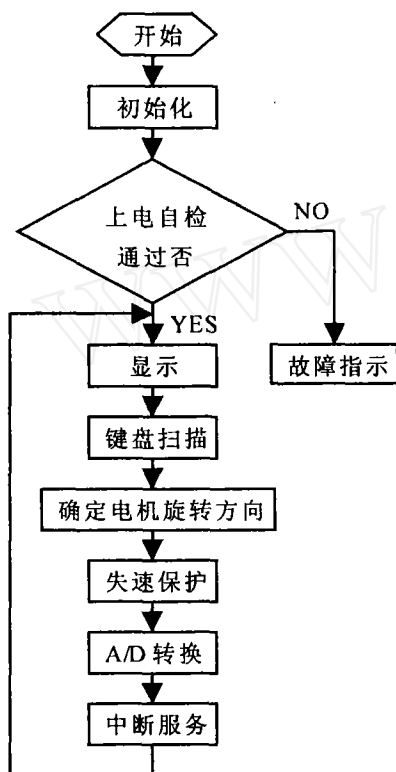


图4 主程序流程图

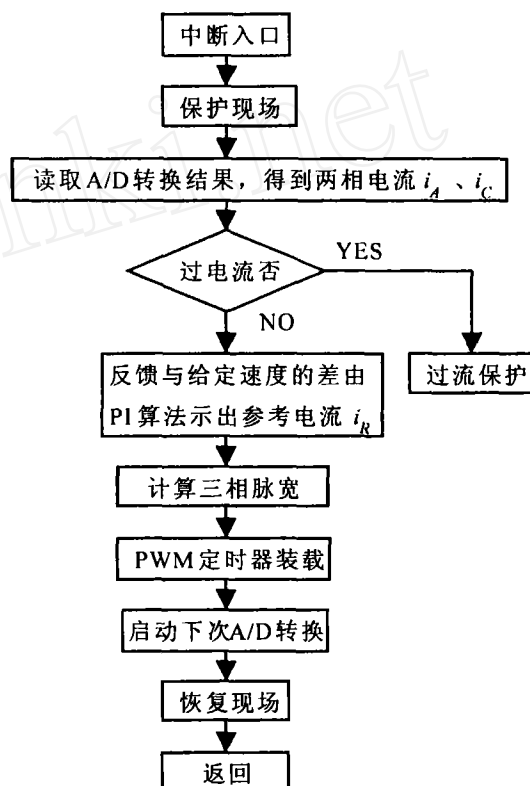


图5 中断服务程序流程图

参考文献:

- [1] 林辉,王辉. 电力电子技术[M]. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2002. 55~213.
- [2] 张卫宁. TMS320C2000 系列 DSPs 原理及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002. 60~279.
- [3] 宁改娣,杨拴科. DSP 控制器原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 60~250.
- [4] P&S 武汉力源电子股份有限公司. TMS320C24X DSP 控制器参考手册[Z]. 2001. 78~207.