维普资讯 http://www.cqvip.com

TMS320F2812 在电机控制系统的设计及应用

姚　金，王彦梅
（贵州大学 电气工程学院，贵州 贵阳 550003）

摘　要：介绍基于新型 DSP 电机控制芯片 TMS320F2812 的电机控制器的设计，描述了其引导加载 ROM、A/D 转换单元、传感器接口、CPLD 等电机控制外设电路的技术关键。阐述了其在异步电动机矢量控制系统中的实际应用。

关键词：电机控制；DSP；光电编码器；霍尔传感器
中图分类号：TP276　　**文献标识码**：B　　**文章编号**：1006 - 2394(2007)03 - 0031 - 03

TMS320F2812 in Design and Application of Control System of Electric Motors

YAO Jin, WANG Yan-mei
(Electrical Engineering College of Guizhou University, Guiyang 550003, China)

Abstract: The designs of controllers of electric motors based on TMS320F2812 was introduced, which was a new typical DSP control chip used in electric motors. The paper described the technical keys of circuits of outside equipment in the control of electric motors that guided loading ROM、A/D element of converting、interfaces of sensors、CPLD and so on. It elaborated the practical applications of vector control system of asynchronous electric motors.

Key words: control of electric motors; DSP; photoelectric encoder; Hall sensor

1　引言

在电机控制领域，TI 公司推出 2000 系列电机控制 DSP。TMS320F2812 属于最新高端产品，适合工业控制、机床控制等高精度应用。目前 2000 系列芯片在电气传动中的应用以 TMS320LF240x 为主，应用 TMS320F(C)28x 的比较少。但 28x 比 24x 系列的 DSP 具有更完备的外围控制接口和更丰富的电机控制外设电路，更高的主频，指令执行时间仅为 6.67ns，流水线采样最高速率 60ns，12 位 A/D 转换通道 16 个，PWM 输出通道 12 个。资源足够同时控制两台三相电机，使控制系统价格大大降低而体积缩小、可靠性提高，可在高度集成的环境中实现高性能电机控制。电机控制系统基本结构见图 1，本文阐述基于 TMS320F2812 的 DSP 电机控制系统设计中的重点。

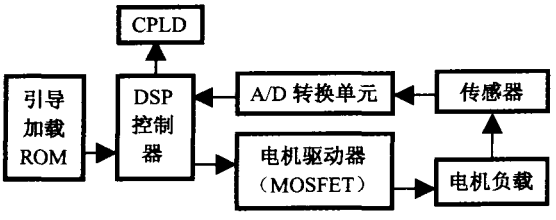

图 1　电机控制系统结构原理图

2　引导加载 ROM

引导加载是指器件复位时执行一段引导程序，一般用于从端口（异步串口、I/O 口或 HPI 主机接口）将 EPROM/FLASH 等非易失性存储器中加载程序到高速 RAM 中。

2.1　TMS320F2812 的启动模式

TMS320F2812 提供了几种不同的启动模式，四个通用 I/O 引脚用于确定选择何种启动模式，如表 1 所示。

GPIOF7	GPIOF12	GPIOF4	GPIOF9	
(SCITXDA)	(SCIMDXA)	(SPISTEA)	(SPICLKA)	模式选择
1	×	×	×	Flash 地址
0	1	×	×	SPI 启动模式
0	0	1	1	SCI 启动模式
0	0	0	0	Parallel 启动模式

2.2　SCI SPI 启动加载器

通过 SPI 同步传输和 SCI 异步传输实现 FLASH ROM 引导加载。硬件电路见图 2，JP15 为 SPI 或 SCI 引导加载器选择，1 - 2 时选择 SPI，2 - 3 时选择 SCI；JP4 是 SPI 数据传输路径的选择，位于 1 - 2 时，连接至外部扩展接口 J6 或串行 ROM，位于 2 - 3 时

维普资讯 http://www.cqvip.com

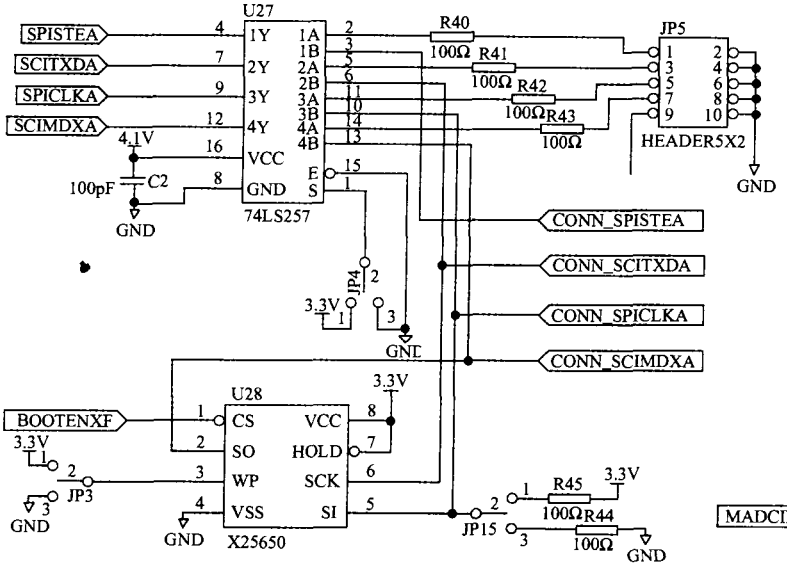

图 2 SCI SPI 启动加载器

连接至 J5 仿真数据传输接口。SPI 仿真接口可参考文献 2。

3 A/D 转换模块

TMS320F2812 电机控制芯片内部集成了 16 路 12 位 A/D 转换模块，模拟量信号采样输入范围是 0 ~3.3V，16 路 A/D 通道分为两组，AD0 ~ AD7 为一组，AD8 ~ AD15 为一组。每组都有一个专门输入端。事件管理器可将 ADC 配置为两个独立的 8 通道模块，也可串接成一个 16 通道模块。尽管有多个输入通道和两个序列发生器，转换器只有一个。8 通道模块将 8 路输入信号自动排序，并按序选择一路输入信号进行转换，转换完成后的结果保存在对应的结果寄存器中。串接模式下，成为 16 通道的 A/D 模块允许对同一个通道信号进行多次转换，主要用于过采样的算法中。与单采样 A/D 转换模块相比是个进步。

4 与传感器的接口

4.1 霍尔位置传感器

TMS320F2812 通过芯片内部自带的 ADC 转换模块中的三个 A/D 转换通道捕捉霍尔位置传感器上的三个相位置信号。此信号为模拟量，接到 A/D 转换通道 ADCINA3、ADCINA4、ADCINA5 等引脚上，可以检测转子的转动位置。

4.2 霍尔电流传感器

DSP 同时需要三个 A/D 转换通道对霍尔传感器电流进行采集以获得三个相电流信号。霍尔电流传感器采集的是模拟量信号，采用内部的 A/D 转换模块，特别注意的是要防止相电流过高造成对 DSP 的冲击损坏。这里采用双重保护，即信号经过 RC 滤波后连接至一个运放比较器，比较器有一个参考电压，当信号低于这个参考电压，信号经运算放大后输出；当信号超过参考电压，说明逆变器发生过流情况，比较器输出低电平将 DSP 的 PDPINT 引脚拉低，此时所有的 PWM 输出立即被置为高阻态，从而起到对 DSP 的保护作用。电路见图 3。

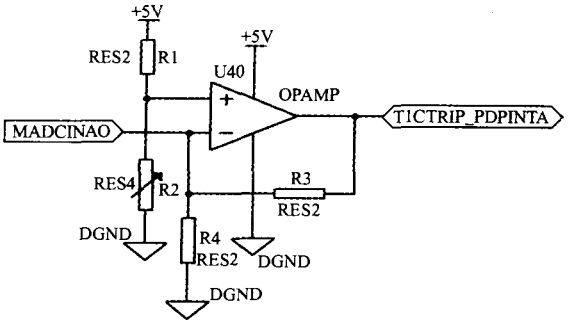

图 3 信号过电流保护电路

经过比较器的信号连接到采样保持放大器的反相输入端。调节可变电阻，A/D 转换单元的参考电压输入端 ADCREFP 和 ADCREFM 引脚获得 0 ~ 3.3V的可变电压，从而把检测到的信号偏置到模/数转换内核正常的输入范围，以实现对 DSP 的保护。

4.3 速度传感器

测量电机转速常用的方法是用增量编码器和测速发电机。用编码器时，TMS320F2812 包含一个正交编码脉冲(Q. E. P)单元，电机的码盘信号 A、B 通过 DSP 的 CAP1、CAP2 端口进行捕捉。捕捉到的数据存放到寄存器中，通过比较捕捉到的 A、B 两相脉冲值可以确定当前电机转子的速度和方向，完成这些仅需两个数字量输入和一个 16 位或 32 位的内部计时寄存器。图4为接两部电机速度传感器的电

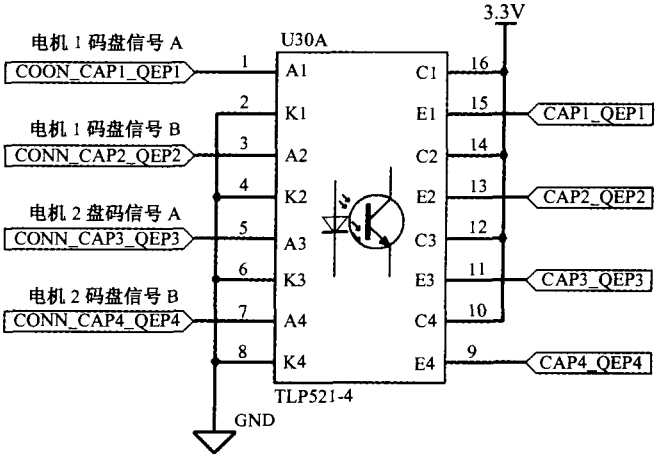

图 4 码盘信号捕捉电路

维普资讯 http://www.cqvip.com

路。电机速度码盘信号经过一个四通道光耦合器件 TLP521 - 4 连到 DSP 的 CAP 引脚上进行捕捉。

5 实际应用

5.1 异步电动机矢量控制系统

用 TMS320F2812 新型电机控制芯片设计的异步电动机矢量控制系统的基本结构如图 5 所示。

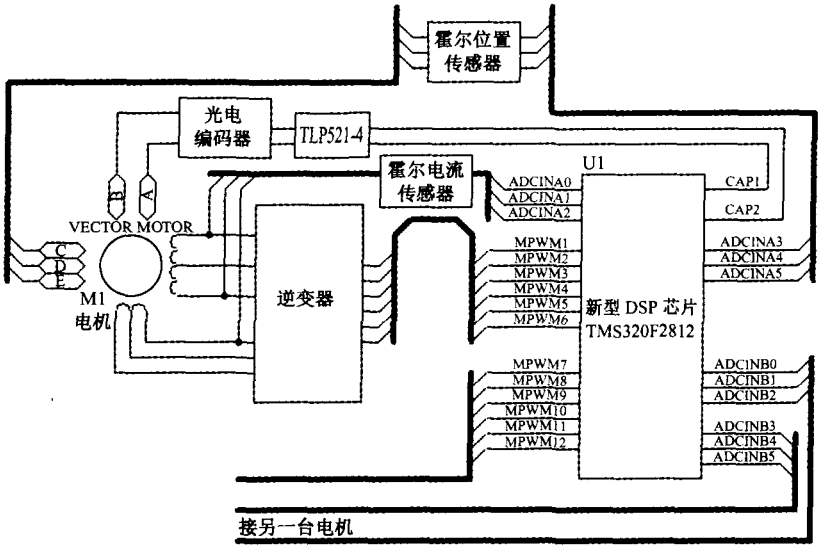

图 5　应用于异步电机矢量控制系统

用可编程 I/O 口捕捉转子的速度反馈信号，电机的相电流反馈信号采集到 ADC 通道进行转换。接收光电编码器的信号，计算电机的转速。采集电机相电流的瞬时值，依此估计电机的实时运行状态，如转矩的大小和方向、电机的转速和滑差等。按照某种调控规律产生 PWM 信号，控制逆变器的开关动作，对电机运行状态进行调控。系统开发板采用长沙明伟电子公司的 DSP2812 开发板。板载资源如下：

DSP 为 TMS320F2812，32 位定点高速数字信号处理器，最高工作频率 150MHz，片内内置 128K * 16 位 FLASH、18K * 16 位 SRAM，片外扩展 256K * 16 位 SRAM、4M FLASH，板上有 RTL8019AS 以太网接口芯片，有 RS232、RS485、CAN2.0 转换电路，方便用户通讯。板上提供 5 路外扩可屏蔽中断源输入接口、2 路外扩非屏蔽中断源输入接口、8 路输入输出接口。

5.2 软件设计中部分程序代码

（1）初始化程序

```
    CLRC CNF            ;B0
    SETC OVM
    SPM 0
    SETC SXM            ;扩展符号
    LAR AR0,#DEC_MS
    LAR AR1,#(24 - 1)   ;24 个
    LACC #ANGLES_       ;指向源
    LARP AR0
INIT_TBL
    TBLR * + ,AR1       ;一个
    ADD #1              ;下一个地址
    BANZ INIT_TBL,AR0   ;AR1 = 0 结束
    LAR AR4,#79H        ;用于堆栈保存现场,B2(60H - 80H)
    LDP #0E0H           ;装载数据页指针
    SPLK #68H, WDCR     ;不用看门狗
    SPLK #0284H,SCSR1       ;CLKIN10M,CLKOUT 20MHz
    LDP #0E1H
    SPLK #0900H,ADCTRL1     ;ADC 预分 10,1MHz
    SPLK #0001H,MAXCONV     ;两个通道
    SPLK #0010H,CHSELSEQ1   ;选择 ADCIN0 和 ADCIN1
    LACC MCRA
    OR #0FD8H               ;设置 PWM,QEP
    SACL MCRA
```

（2）电流采样和 A/D 转换子程序

```
    LDP #0E1H           ;装载数据页指针
    SPLK #2000H,ADCTRL2 ;启动 AD 转换 CONVERSION
    BIT ADCTRL2,3       ;将忙状态位复制到 TC
    BCND CONVERSION,TC  ;等待
    LACC RESULT0,10     ;左移后加载累加器
    LDP #0
    SACH IA             ;高位左移并存储
    LDP #0E1H
    LACC RESULT1,10
    LDP #0
    SACH IB;            高位左移并存储
```

6 结束语

基于 TMS320F2812 的异步电机矢量控制系统已研制成功，实践证明它具有优异的性能和良好的控制能力。目前应用的一些性能优越的电机控制技术，如矢量控制和直接力矩控制都属于计算密集型控制方法，采样周期短、算法复杂而且检测和计算精度高。它凭借优异的控制能力，可以胜任复杂精确的计算和控制，可以用于励磁脉冲控制系统、电力保护系统，也可延伸到不间断电源（UPS）、变频开关电源、机器人等高精度控制领域。

参 考 文 献

[1] 刘和平，张卫宁，刘林，等. TMS320C28x 系列 DSP 指令和编程指南[M]. 北京：清华大学出版社，2005.

[2] 苏奎峰，吕强，耿庆锋，等. TMS320F2812 原理与开发[M]. 北京：电子工业出版社，2006.

[3] 苏涛，蔡建隆，何学瑞. DSP 接口电路设计与编程[M]. 西安：西安电子科技大学出版社，2003.

[4] 沈本荫. 现代交流传动及其控制系统[M]. 北京：中国铁道出版社，1997.

（许雪军编发）

收稿日期： 2006 - 12

作者简介： 姚金（1982—），男，硕士研究生，研究方向为网络化测控技术、计算机控制技术等。