

TMS320F241 在混合动力汽车电机控制中的应用

北京清华大学电机工程与应用电子技术系(100084) 刘忠祥 邱阿瑞 柴建云 王同勋

摘要: 一种专用于电机控制且内嵌 CAN 模块的 DSP 芯片 TMS320F241 的主要特点。根据混合动力汽车(HEV)永磁无刷直流电机控制方案,提出了用 DSP 芯片实现电机控制的策略,并简要地介绍了 TMS320F241 的外围设计和 CAN 编程。

关键词: TMS320F241 混合动力汽车 CAN 总线 无刷直流电机

随着城市环境污染问题的日益严重,汽车尾气的控制越来越受到人们的重视,很多国家都开展了电动汽车的研究。但是电动汽车存在续航里程短、动力性能差等弱点,加之成本太高,目前还无法大批量投入市场。为了兼顾传统燃油汽车和电动汽车的优点,国内外都开始进行混合动力汽车的研究。

由于混合动力汽车有两套驱动系统,驱动系统与整车控制单元(VCU)之间的信息交换与协调就显得尤其重要。CAN(Controller Area Network)总线即控制器局域网,是一种有效支持分布式控制或实时控制的串行通信网络,属于现场总线的范畴,具有实时性强、可靠性高、抗干扰性强、结构简单、操作性好、价格低廉等优点,因此被广泛用于工业控制中。

TMS320X24X 是 TI 公司专为数字电机控制而设计的系列芯片。而 TMS320F241 与同系列的 TMS320C240 或 TMS320F240 相比,除了具有后者的基本功能之外,还内嵌了 CAN 模块,因此很适合混合动力汽车电机驱动系统的控制。

1 TMS320F241 的主要特点

与 TMS320X240 相比,TMS320F241 除了多出一个 CAN 模块之外,还具有以下不同之处:

- TMS320X240 具有双 10 位 A/D 转换器,16 个输入通道,转换时间为 $6\mu\text{s}$;而 TMS320F241 则只有一个 10 位 A/D 转换器,8 个输入通道,转换时间为 $1\mu\text{s}$ 。

- TMS320X240 的事件管理器中有 3 个定时/计数器、4 个捕获单元和 9 路 PWM 输出(6 个 Full PWM 和 3 个 Simple PWM);而 TMS320F241 的事件管理器中只有 2 个定时/计数器、3 个捕获单元和 6 路 PWM 输出(6 个 Full PWM),计数器的计数方式也少了单上升沿和单上升/下

降沿两种模式。

TMS320F241 具有 8K 片内 Flash,没有扩展 RAM 接口,调试起来不是很方便。但可以用同系列的 TMS320F243EVM 板进行调试,程序几乎不用修改就能移植到 TMS320F241 芯片内运行。

2 无刷直流电机控制系统方案

图 1 为电机系统控制框图,采用转速和电流双闭环控制。

转子位置由霍尔元件检测,是 3 个相差 120 度(电角度)、脉宽为 180 度(电角度)的重叠信号。由转子位置可得出转速,进而得到电流的计算值;而由电流传感器可以检测到实际的电流,根据电流给定值与实际值两者的差值调节 PWM 信号的占空比,并根据当前转子位置触发相应的功率开关器件,从而达到控制电机转速的目的。

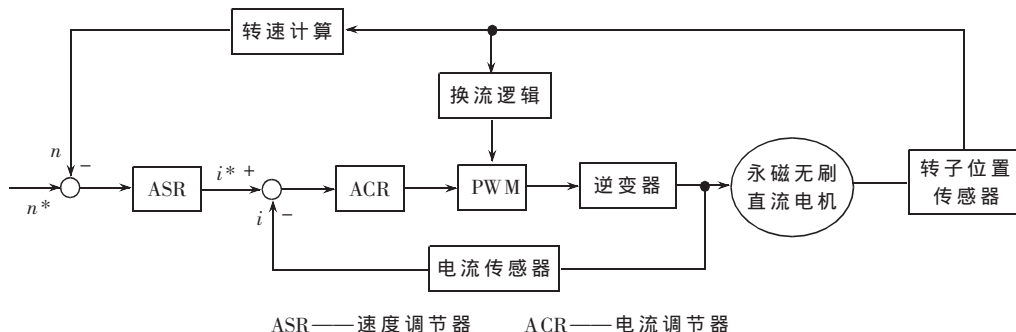
逆变器采用 IPM 智能功率模块,它内含功率开关器件和驱动电路以及过电压、过电流等检测电路,其中的开关器件为 IGBT。

电机控制策略中各功能模块(包括 ASR、ACR、PWM、换流逻辑和转速计算)都由 TMS320F241 芯片实现。

3 TMS320F241 的外围设计

图 2 是 TMS320F241 芯片的主要外围接线图。有关说明如下:

XTAL1 和 XTAL2 之间接 5MHz 的晶振,提供系统时钟。



ASR——速度调节器 ACR——电流调节器

图 1 无刷直流电机系统控制框图

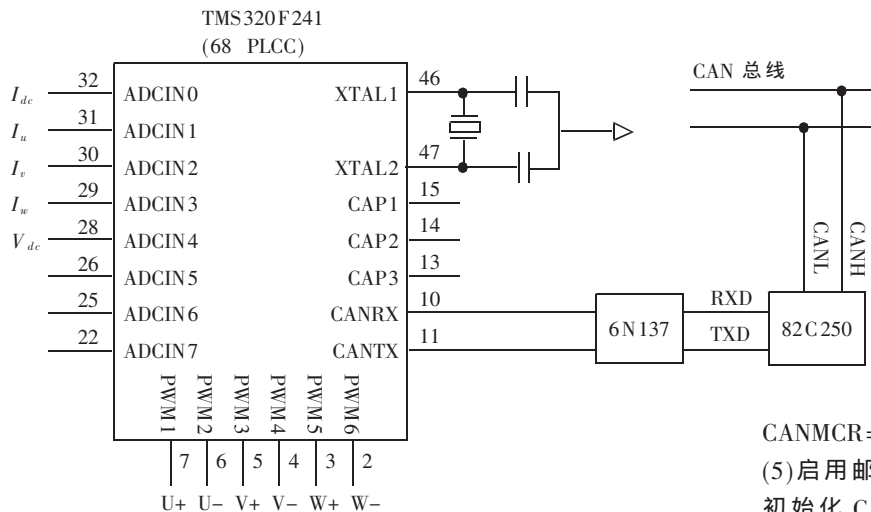


图2 TMS320F241 芯片的主要外围设计

3个捕获单元的引脚CAP1、CAP2、CAP3连接到霍尔元件的输出,转子的位置信号存储到捕获单元的缓冲器,经过计算可以得到转子的转速。

A/D转换器的8个输入通道中,用了5个通道,输入量分别是直流母线电流 I_{dc} 、电压 V_{dc} 以及电机三相电流 I_u 、 I_v 、 I_w ;另外3个通道经过电阻接地。

6路PWM输出接到逆变器六个开关器件的控制端,其中 U_+ 、 V_+ 、 W_+ 接上桥臂, U_- 、 V_- 、 W_- 接下桥臂。这6路PWM信号控制着开关器件的开通与关断,从而决定了电流的流经路径。

TMS320F241的CAN模块引脚CANRX和CANTX通过光耦器件6N137连接到收发器82C250,而收发器82C250再通过两个引脚CANH和CANL与CAN总线相连,从而实现了TMS320F241与CAN总线间的通讯。其通讯介质采用双绞线,如果通讯距离在40m之内,最高传输速率可达1Mbps。

4 TMS320F241的CAN编程

TMS320F241的CAN模块是FullCAN控制器,可以发送和接收标准帧(11位标识符)和扩展帧(29位标识符),它含有6个邮箱(Mailbox)以及15个不同的16位寄存器。这些寄存器分为控制寄存器、状态寄存器、中断寄存器和本地接收屏蔽寄存器,它们映射到DSP的数据地址空间为0x7100h~0x710Fh。6个邮箱中有两个收件箱(编号为0和1)、两个发件箱(编号为4和5),还有两个邮箱(编号为2和3)可以根据需要设置为收件箱或发件箱。而每个邮箱又包含标识符、信息长度及远程帧发送请求、数据等三个部分,其中发送或接收的数据长度为8字节。6个邮箱占用地址空间为0x7200h~0x722Fh。

要使TMS320F241芯片能够正确地收发信息,首先要初始化CAN模块。CAN总线上每个节点的位传输时间是可以编程的(通过设置波特率),但必须相同。当一

个节点收到一幅帧时,接收器必须与发射器保持同步。邮箱初始化的步骤如下:

- (1)禁用邮箱
CANMDER=0000000000000000b
- (2)设置改变数据请求
CANMCR=0000000100000000b (bit8 CDR=1)
- (3)改变邮箱的标识符、控制字和数据(只有发件箱才能改变数据)
- (4)返回正常模式

CANMCR=0000000000000000b

- (5)启用邮箱(ME=1)

初始化CAN模块之后,再经过正确的配置,就能够收发数据信息了。

图3和图4分别是CAN模块发射和接收信息的流程图。

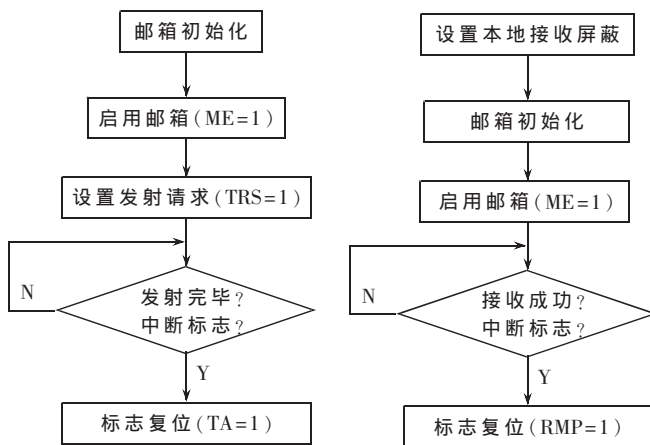


图3 CAN模块发送信息流程图 图4 CAN模块接收信息流程图

通过以上介绍可以看出,TMS320F241是一种专用于电机控制且内嵌CAN模块的DSP芯片。用它可以方便地对混合动力汽车(HEV)的永磁无刷直流电机实现速度控制,同时利用其内嵌的CAN模块,可以通过CAN总线(协议规范CAN2.0)与混合动力汽车的整车控制单元(VCU)进行通讯。因而非常适用于混合动力汽车永磁无刷直流电机控制系统。

参考文献

- 1 汪锐,许静宇. 基于DSP芯片的永磁无刷直流电机控制器. 微电机,2000;33(4):27~29
- 2 薛迎成. 基于DSP的永磁无刷直流电动机位置伺服系统. 电力电子技术,2001(2):18~20
- 3 Texas Instruments. Understanding the CAN Controller on TMS320C24x DSP Controller. Application Report SPRA500, Dec.1998

(收稿日期:2002-01-28)