

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2016.09.023

一种基于 CAN 总线的电机测试数据通信系统设计

赵锦园¹, 王婷婷², 马钧华²

(1. 海军驻杭州地区军事代表室, 浙江 杭州 310023; 2. 浙江大学 电气工程学院, 浙江 杭州 310027)

摘要:为解决电机控制系统运行参数的多通道实时监测可能影响系统正常调试和运行的问题,提出了异步电机 PWM 控制系统主控制器 TMS320F28069 与副控制器 TMS320F2812 配合使用的新方案,设计了一种通过主、副控制器的 eCAN 模块实现的基于 CAN 总线的电机测试数据通信系统的硬件和软件,并采用 TI 公司自带图形显示功能的 CCS3.3 集成开发工具,实时监测显示多通道变量波形。实验结果表明,该测试数据通信系统具有抗干扰能力强、实时性好、准确性高、简单可靠,且对主控制程序执行无影响等特点。

关键词: CAN 总线; 测试数据; 通信系统

中图分类号: TP273; TH39

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2016)09-1149-05

Communication system of tested datum for motor based on CAN bus

ZHAO Jin-yuan¹, WANG Ting-ting², MA Jun-hua²

(1. Military Affairs Office of Navy in Hangzhou Area, Hangzhou 310023, China;

2. College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Aiming at the problem of the normal testing and running of motor control system was affected by monitoring the multi-channel internal operation datum of system, a new scheme was put forward, where main controller of PWM induction motor control system TMS320F28069 and auxiliary controller TMS320F2812 were cooperated. The hardware and software of communication system of tested datum on CAN bus were designed by eCAN modules of main and auxiliary controllers. The waveforms of multi-channel variables were monitored and shown in real time with graph function of TI integrated design tools CCS3.3. The experimental results indicate that the communication system of tested datum peculiarity such as strong anti-interference ability, good real-time, high accuracy, simpleness, reliability, no effect to main control program, and so on.

Key words: CAN bus; test data; communication system

0 引言

各类电机控制系统,如装备的伺服随动系统在运行或调试过程中,需要实时监测很多参数,如电压、电流、速度、位置和各种解耦变量和调节器输入输出量等。一般可将需要监测的变量数据存储在 DSP 的数据存储空间中,通过开发工具,如 TI 公司自带波形显示功能的 CCStudio 系列集成开发工具,就可以实时显

示监测到的变量波形。但当一次性监测的变量数据较多时,这种方法会占用较大的存储空间,影响电机控制程序的调试或运行。有时可通过外扩存储器,将数据存储在外扩存储器中。然而,有的主控制器,如 TMS320F28069 无法外扩存储器^[1],而 TMS320F2812 可以通过片外扩展存储器以增加其存储空间^[2]。

本研究设计一种基于 CAN 总线的电机测试数据通信系统^[3-5],将用于电机控制的主控制器 TMS320F28069 与副控制器 TMS320F2812 配合使用,

两者之间通过各自的 eCAN 模块形成一个小型的 CAN 通信网络,以实现测试数据的传递。

1 CAN 总线特点和协议简述

CAN 是一种主要用于各种设备检测及控制的网络,它能够实现不同电子设备间的通信和数据交换,达到信息共享、协调工作的目的。CAN 总线具有结构简单、成本低、通信方式灵活等特点,支持多主串行通信协议,适合于有电磁干扰的环境下使用,为工业控制系统中高可靠性的数据通信提供了一种很好的解决方案^[6]。

本研究中,CAN 网络只有 TMS320F28069 和 TMS320F2812 形成的两个 CAN 节点,且 TMS320F28069 作为发送节点,TMS320F2812 作为接收节点,所以只用到数据帧。标准帧的标识符为 11 位,数据帧长度为 44~108 位;扩展帧的标识符为 29 位,数据帧长度为 64~128 位,标准帧和扩展帧的位域分布构成如图 1 所示^[7]。



图 1 eCAN 模块的数据帧

2 eCAN 通信系统设计

2.1 F2812 与 F28069 的 eCAN 模块

TMS320F2812 与 TMS320F28069 芯片片内集成的 eCAN 模块完全相同,均是一个功能完备的 CAN 控制器。它兼容 CAN2.0 总线协议,并可提供 32 个可配置邮箱及灵活可靠的串行通信接口。eCAN 模块的结构框图及接口图如图 2 所示。

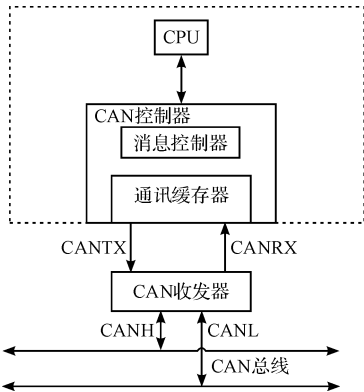


图 2 eCAN 模块框图和接口图

2.2 eCAN 通信系统硬件设计

TMS320F28069 控制主板上采用隔离 eCAN 收发器 ISO1050,以降低干扰。而 TMS320F2812 控制板则采用 SH65HVD230 作为 eCAN 收发器。两个控制器之间的 CAN 总线连接图如图 3 所示。

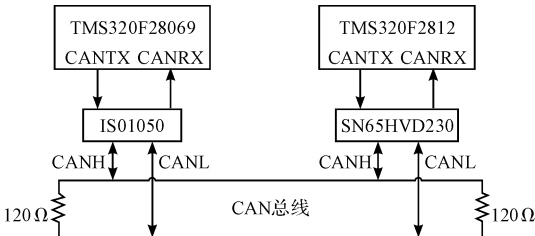


图 3 控制器之间的 CAN 总线连接图

隔离 eCAN 收发器 ISO1050 与 5 V 隔离电源配合使用,可以防止总线上的噪声电流流入控制器地线。ISO1050 最高通信速率为 1 Mb/s,与 CAN 标准一致;可承受过压、串线干扰;具有接地保护和过热关断功能^[8]。ISO1050 芯片由控制器 5 V 隔离电源供电,芯片 B0505S 实现将电路板上的 5 V 电源转换成独立的 5 V 电源。在输出的 CAN 总线差分信号引脚 CANH,CANL 间连接 120 Ω 终端电阻。eCAN 收发器原理图如图 4 所示。

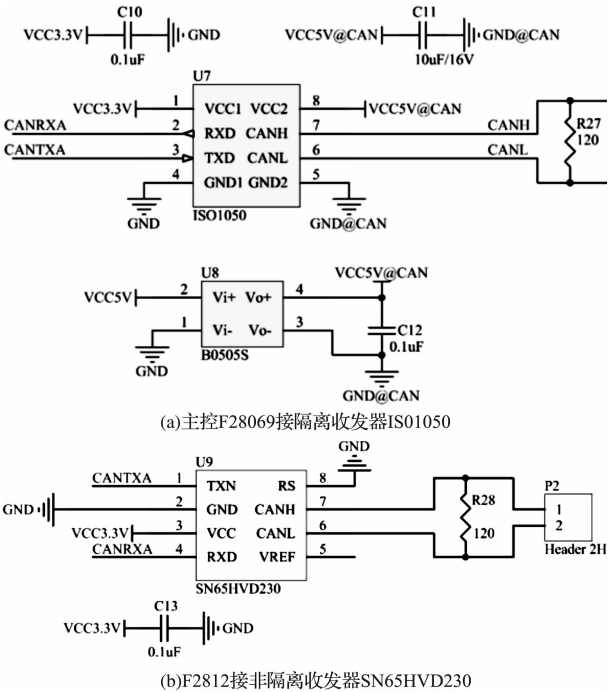


图 4 eCAN 收发器原理图

其功能与 ISO1050 类似,但不需要配合隔离电源工作,工作电压与 DSP 工作电压一致,为 3.3 V。

2.3 eCAN 通信系统软件设计

eCAN 模块具有 32 个可配置的邮箱。每个邮箱可以配置为发送邮箱或接收邮箱,并可以写入最大 8 字节的数据。发送邮箱有优先级,在标准 CAN 模式下,邮箱编号大的优先级高。但在 eCAN 模式下,则由消息控制寄存器中的 TPL 位决定,该值越大,优先级越高,消息优先发送。当 TPL 为一样时,编号大的邮箱优先级高。在主控制器 TMS320F28069 中所有的变量都定义为 int16 或化为 int16 进行运算,因此每个邮箱最多可以写入 4 个变量。本研究使用 4 个邮箱传送 16 个变量,并将这 4 个邮箱的 TPL 位设置一样的值,因此,这 4 个邮箱的优先级根据各自的邮箱编号决定。

TMS320F2812 与 TMS320F2809 的 eCAN 模块完全相同,对 eCAN 模块的初始化配置可以通用。两者对 eCAN 的初始化配置流程如图 5 所示。

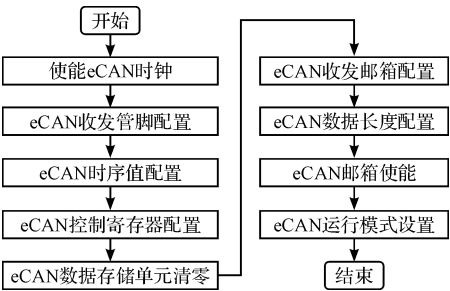


图5 eCAN 模块初始化流程图

对于 TMS320F28069,eCAN 时钟频率为 60 MHz,TMS320F2812 的 eCAN 时钟频率为 150 MHz。在对 eCAN 模块进行时序配置时需要注意,位时序影响着 eCAN 模块的波特率。本研究将波特率配置为 1 Mb/s。

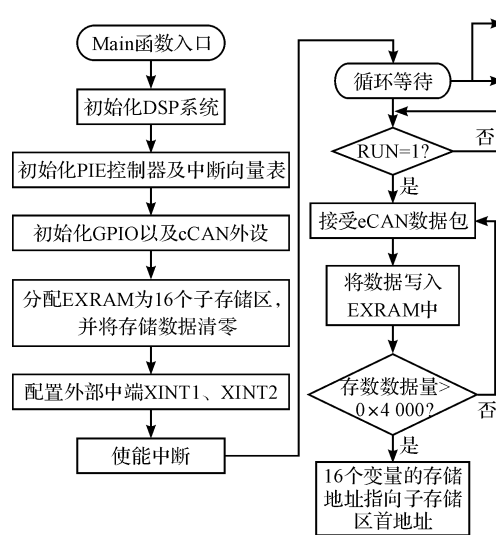


图6 TMS320F2812 接收数据程序流程图

另外,本研究将 TMS320F28069 中的邮箱配置为发送邮箱,TMS320F2812 配置为接收邮箱,且相对应的接收邮箱和发送邮箱的消息标志位需配置为一样。

主控制器 TMS320F28069 有中断服务程序来完成电机控制算法,中断周期为电机控制 PWM 调制周期,该周期为 0.1 ms。为了兼顾测试数据实时性和 CAN 总线的传输流量^[9],设置每 10 个中断周期将 16 个变量写入 eCAN 发送邮箱一次,则 eCAN 数据的发送周期为 1 ms。不计 ID 等控制位,实际数据的净流量是:16 * 16 b/1 ms = 256 kb/s;计入 ID 等控制位,需要 512kHz 左右的带宽,小于选用的 CAN 波特率 1 Mb/s。

副控制器 TMS320F2812 接收邮箱中的数据会被不断接收到的消息覆盖,因此需要将邮箱中的数据保存到外扩存储器中。TMS320F2812 外扩了型号为 IS61LV25616AL 的静态 RAM 芯片,其最大存储空间为 256 kW(千字)。要观察 16 个变量,需要对外设 RAM 空间进行分配。将其平均分为 16 份,每个变量可分得 256 kW/16 = 16 kW 的存储空间。按 1 ms 一个数据的速度记录,可以记录 16 个变量的时长 16 s 的动态数据。另外,RAM 中的数据是循环记录的,老数据会被新数据自动覆盖,需要设置按钮控制数据记录的开始和停止时刻,保证希望记录到的数据不被覆盖。

TMS320F2812 开发板上有两个按钮与 DSP 的外部中断引脚相连,将这两个引脚配置为外部中断 XINT1、XINT2,其中按钮 SW2 启动 eCAN 接收数据使能及刷新数据;按钮 SW4 停止接收数据。数据停止刷新后,调用 CCS3 的绘图工具绘制指定 RAM 区域中数据的曲线。

TMS320F2812 程序流程图如图 6 所示。

3 实验结果

异步电机控制用 TMS320F28069 主控制器中 eCAN 模块将邮箱 1~4 设为发送邮箱,TMS320F2812 副控制器中的邮箱 16~19 作为接收邮箱,主控制器发送邮箱 1~4 与副控制器接收邮箱 16~19 的标识符一一对应。

eCAN 通信的可靠性表现在发送方通过检测接收方的应答位,判断报文是否被成功接收。当 TMS320F2812 中的 eCAN 不接收报文时,TMS320F28069 中的邮箱不停地重复发送相同的报文。通过逻辑分析仪检测到的 TMS320F2812 引脚上的信息如图 7 所示。从图 7(a)中可以看出,TMS320F2812 的 CANRX 引脚收到报文,但是 CANTX 引脚没有任何输出,说明 TMS320F2812 内部的 eCAN 控制器没有对报文做相关处理,没有产生应答信号。

当启动 SW2 按钮后,TMS320F2812 的 eCAN 控制器开始处理报文信息,此时检测 TMS320F2812 的 eCAN 模块的引脚信号,可以发现 4 个邮箱的报文按优先级均发送成功,且每个邮箱发送完后都会收到一个应答信号。

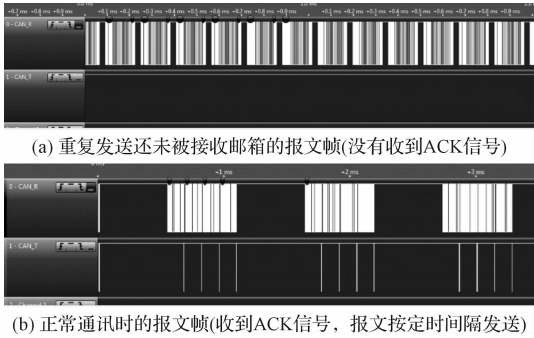


图 7 TMS320F 2812 引脚上的 CAN 信号帧逻辑分析仪解码图(纵坐标是逻辑 1 和 0) 波形图如图 8 所示。

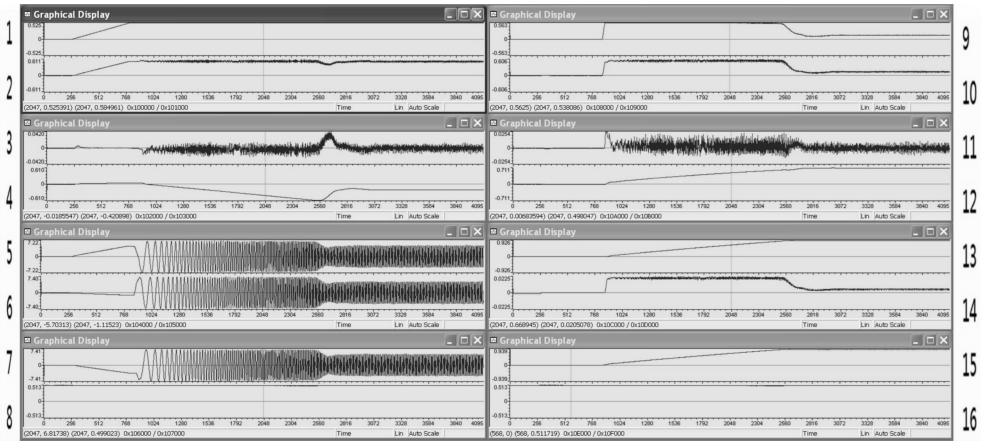


图 8 某型 3 kW 异步电机控制系统 16 通道测试数据波形图(参数名和单位见表 1)

图 8 中名数和单位如表 1 所示。

表 1 图 8 所示各通道测试数据纵坐标参数名称及其单位(横坐标均为时间,单位:ms)

通道号	参数符号	参数名称(单位)	通道号	参数符号	参数名称(单位)
1	Pi_id. Ref	直轴电流调节器给定值(%)	9	iq. Ref	交轴电流调节器给定值(%)
2	Pi_id. Fbk	直轴电流调节器反馈值(%)	10	iq. Fbk	交轴电流调节器反馈值(%)
3	Pi_id. up	直轴电流调节器比例项(%)	11	iq. up	交轴电流调节器比例项(%)
4	Pi_id. ui	直轴电流调节器积分项(%)	12	iq. ui	交轴电流调节器积分项(%)
5	iu_10A	U 相电流(10A)	13	Wr	转子转速(%)
6	iv_10A	V 相电流(10A)	14	Wslip	转子转差(%)
7	iw_10A	W 相电流(10A)	15	We	同步转速(%)
8	bat_100V	蓄电池电压(100V)	16	Uzk_100V	直流母线电压(100V)

本研究通过一个实例,验证了电机控制系统多通道参数的传递效果。在开发工具 CCS3.3 中显示的某型 3 kW 异步电机控制系统传输到 TMS320F2812 中的 16 通道测试数据波形如图 8 所示。它记录了该异步电机的空载启动过程,包含:电压、电流、转速和 PI 调节器的

输入输出量。记录时间 4.1 s。从上到下,从左到右,共计 16 个通道,通道号见图 8 两侧数字所示,图 8 中各参数符号、名称和单位如表 1 所示。每 4 个变量由同一个邮箱发送,共使用 4 个 eCAN 邮箱收发。从图 8 可以看出,TMS320F2812 与 TMS320F28069 之间可通过 eCAN

准确无误地传输多通道的实时测试数据。

4 结束语

本研究以TMS320F28069芯片平台构建的异步电机PWM控制系统为例,配合应用TMS320F2812副控制器,设计了一种通过TMS320F28069与TMS320F2812芯片片内集成的eCAN模块实现的基于CAN总线的电机测试数据通信系统的硬件和软件,并采用TI公司研发的自带波形显示功能的CCS3.3集成开发工具,实时显示监测到的变量波形。实验结果表明该测试数据通信系统具有抗干扰能力强、实时性好、准确性高、对主控制程序执行无影响且简单、可靠等特点,可推广应用于各类电机控制系统,以便实时监测系统运行情况,优化控制系统参数,确保系统正常可靠工作。

参考文献(References):

- [1] 吕红涛,王国胜,吕强,等.基于TMS320F28069的自平衡机器人控制系统设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2012,12(9):42-45.

本文引用格式:

赵锦园,王婷婷,马钧华.一种基于CAN总线的电机测试数据通信系统设计[J].机电工程,2016,33(9):1149-1153.

ZHAO Jin-yuan, WANG Ting-ting, MA Jun-hua. Communication system of tested datum for motor based on CAN bus[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2016,33(9):1149-1153.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>

(上接第1143页)

融合光电编码器精确测量特性,利用FPGA+ARM优越的控制和数据处理能力,设计了实现旋转变压器角度误差校正系统,实现了旋转变压器角度误差校正方法,可对单一旋转编码器的输出结果进行校正,当误差分析表的分辨率更高时,可以获得更好的校正效果。实验结果表明,系统补偿方法优越,用该方法设计实现的旋转变压器角度误差校正系统反应速度快,精度高。该校正系统能将旋转变压器的最大误差由21.2弧分降低到5.3弧分,大大提高了旋转变压器输出数据精度,在高精度及大中型数控系统、机器人控制及工业控制等领域中具有较好的应用价值。

参考文献(References):

- [1] 山丹,胥效文,史忠科.一种旋转变压器误差分析和校正方法[J].计算机技术与发展,2014,24(2):183-185.
- [2] 帅浩,杨瑞峰,郭晨霞.旋转变压器的数字解码算法研究[J].中国科技论文,2014,9(10):1192-1196.
- [3] 董卫红.磁阻式旋转变压器设计[J].机电工程技术,2015,44(3):44-47.

- [2] 王忠勇,陈恩庆.TMS320F2812 DSP原理与应用技术[M].北京:电子工业出版社,2012.
- [3] GOUQING TONG, LEI CHEN, ANZHI YANG, et al. Research on CAN BUS-Based Electronic and Electric Platform of Automobile[C]//Proceedings of the FISITA 2012 World Automotive Congress: Vehicle Electronics. Beijing: Society of Automotive Engineers of China, International Federation of Automotive Engineering Societies, 2012:297-310.
- [4] 王渝卉,郝矿荣,丁永生,等.车载CAN网关实时性分析与改进[J].机电工程,2012,29(8):873-876.
- [5] 张泱泱,李优析,姚震,等.一种电动汽车车载信息系统的研究与设计[J].机电工程技术,2014,43(1):26-30.
- [6] 贾宇辉,游林儒,乔飞,等.电梯楼层及轿厢CAN总线通讯设计[J].电气传动自动化,2004,26(2):43-44.
- [7] 韩丰田.TMS320F281x DSP原理及应用技术[M].北京:清华大学出版社,2009.
- [8] 李零零.电动汽车电机CAN通信与测试系统研究[D].杭州:浙江大学电气工程学院,2015.
- [9] 张珣,叶海龙.基于CAN总线的船舶数据通信系统[J].机电工程,2010,27(3):89-92.

[编辑:周昱晨]

- [4] 张京娟,张仲毅,刘俊成.一种新型的旋转变压器测角误差标定技术[J].仪器仪表学报,2010,9(1):149-153.
- [5] BENBRAHIM L, BENANMMAR M, ALHAMADI M A. A resolver angle estimator based on its excitation signal[J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2009, 56(2):574-580.
- [6] 王玉珏,翁浩宇,张海勇,等.基于AD2S1210的电机解码系统设计[J].电子技术应用,2013,39(2):48-51.
- [7] 王安,赵林峰,陈奇志,等.基于AD2S1210的EPS电动机转子位置检测研究[J].北京汽车,2013(2):15-18,21.
- [8] 司姐,唐立军,吴定祥,等.多总线技术在剑杆织机控制中的应用[J].机电工程,2014,31(7):903-907.
- [9] Analog Devices Inc. Variable resolution, 10-bit to 16-bit R/D converter with reference oscillator AD2S1210[M]. Norwood: Analog Devices Inc. 2010.
- [10] 倪有鹏,胡清科.基于AD2S1210的永磁同步电机转子位置及速度检测电路设计[J].山东理工大学学报(自然科学版),2015,29(5):64-68.
- [11] ADI.用于AD2S1210旋变数字参考信号输出的高电流驱动器[J].电子技术应用,2011,37(7):25.

[编辑:周昱晨]