

文章编号:1671-251X(2013)12-0113-04 DOI:

郑鑫,宋建成,曲兵妮,等. 开关磁阻电动机驱动系统人机界面设计[J]. 工矿自动化,2013,39(12):113-116.

开关磁阻电动机驱动系统人机界面设计

郑鑫^{1,2}, 宋建成^{1,2}, 曲兵妮^{1,2}, 靳志欣^{1,2}, 张中华^{1,2}

(1. 太原理工大学 电气与动力工程学院, 山西 太原 030024;

2. 煤矿装备与安全控制山西省重点实验室, 山西 太原 030024)

摘要:针对现有的开关磁阻电动机驱动系统缺乏友好的人机界面来显示系统运行状态、设置给定参数的问题,提出了一种基于简化的 ModBus 通信协议的开关磁阻电动机驱动系统人机界面的设计方案。给出了开关磁阻电动机驱动系统总体结构,详细介绍了人机界面中串行通信电路及通信程序的设计。调试结果表明,该人机界面运行稳定,实现了开关磁阻电动机驱动系统的友好显示和在线参数修改功能。

关键词:开关磁阻电动机驱动; 人机界面; ModBus 通信协议; 串行通信

中图分类号:TD614 文献标志码:B 网络出版时间:

网络出版地址:

Design of human machine interface of switched reluctance drive system

ZHENG Xin^{1,2}, SONG Jian-cheng^{1,2}, QU Bing-ni^{1,2}, JIN Zhi-xin^{1,2}, ZHANG Zhong-hua^{1,2}

(1. College of Electrical and Power Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China; 2. Shanxi Key Laboratory of Coal Mining Equipment and Safety Control, Taiyuan 030024, China)

Abstract: In view of problem that current switched reluctance drive systems are lack of friendly human machine interface to display running state of the system and set given parameters, the paper proposed a design scheme of human machine interface of switched reluctance drive system based on simplified ModBus communication protocol. It gave general structure of the switched reluctance drive system, and introduced design of serial communication circuit and communication program in the human machine interface. Debugging result shows that the human machine interface runs stably and realizes functions of friendly display and online parameters modification for the switched reluctance drive system.

Key words: switched reluctance drive; human machine interface; ModBus communication protocol; serial communication

0 引言

开关磁阻电动机驱动(Switched Reluctance Drive, SRD)系统中电动机转速、相绕组电流信号、转子位置信号测量的实时性、准确性及稳定性直接影响系统性能,以 DSP 为核心的 SRD 系统需要向用户展示这些运行参数,同时提供在线修改部分控制参数的功能^[1]。现有的 SRD 系统缺乏友好的人机界面(Human Machine Interface, HMI)来显示系

统运行状态、设置给定参数^[2-6], 鉴此, 本文提出一种 SRD 系统人机界面的设计方案。该界面使得操作人员可实时观察 SRD 系统关键变量信息和故障信号、在线修改 PI 参数和变量给定值, 故障时能及时停止系统运行并报警。

1 SRD 系统结构

SRD 系统主要由开关磁阻电动机(Switched Reluctance Motor, SRM)、电流检测电路、位置检测

收稿日期:2013-08-19。

基金项目:太原市科技局大学生创新创业专项(110148032)。

作者简介:郑鑫(1985—),男,山西怀仁人,硕士研究生,研究方向为矿用智能电器,E-mail:zhengxin6331@163.com。

电路、功率变换器、控制器和人机界面等构成,其结构如图 1 所示。SRM 用于实现机电能量的转换;电流检测电路用于 SRM 绕组电流检测、电流斩波控制(Current Chopping Control, CCC)及过流保护;位置检测电路用于检测 SRM 转子位置信息;功率变换器由主开关器件及其驱动和保护电路等组成;控制器综合处理 SRM 绕组电流、电压、转子位置、给定输入、转速等信号,输出 PWM 信号来控制功率变换器的通断,实现系统调速;人机界面能在线修改参数,实时显示各相绕组电压与电流、直流母线电流、位置信号等关键参数和 SRM 运行状态,实现系统状态显示、参数修改及故障报警功能。

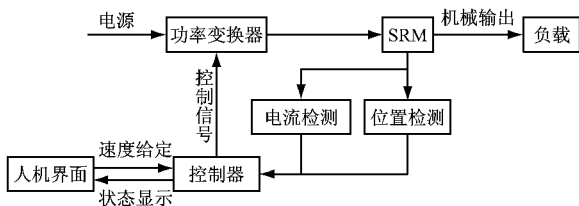


图 1 SRD 系统结构

控制器选用 DSP TMS320LF2407A, 人机界面选用彩色液晶触摸显示屏 DOP-B07S201。TMS320LF2407A 与显示屏通过 RS485^[7] 串行通信接口电路连接, TMS320LF2407A 将采集数据及部分数据处理结果传送到显示屏。显示屏接收和显示系统运行参数和故障信号, 并能在线调节和修改系统给定参数。

2 串行通信电路硬件设计

串行通信电路硬件结构如图 2 所示。TMS320LF2407A 和通信收发器 MAX485 芯片之间的串行通信采用 RXD, TXD 和 I/O 三条线, 其中 RXD, TXD 用来收发数据, I/O 用来控制 MAX485 的接收器输出使能端 RE 和驱动器输出使能端 DE。TMS320LF2407A 的串行通信接口不支持 RS485 电路标准的电平信号, 需要设计信号转换接口电路, 该电路包括光电耦合电路、RS485 转换模块和失效保护电路。

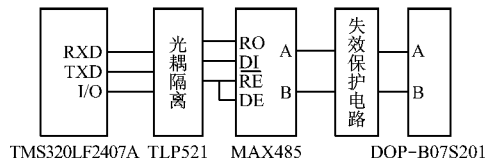


图 2 串行通信电路硬件结构

2.1 光电耦合电路设计

由于 SRD 系统的工作环境复杂, 现场干扰较

大, 为了确保系统硬件电路可靠工作, 采用光耦隔离方式实现系统与外界环境的隔离、接收数据与发送数据的隔离、接收控制信号与发送控制信号的隔离及电平转换, 光电耦合电路如图 3 所示。

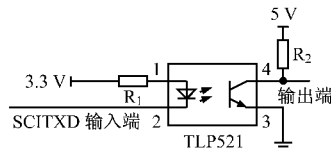


图 3 光电耦合电路

2.2 RS485 转换模块及失效保护电路

RS485 转换模块电路如图 4 所示, 其中, MAX485 的 A, B 端子为差分信号端子, 用以接收和发送数据, 在 A, B 端子间跨接一个电阻, A 端接上拉电阻, B 端接下拉电阻, 从而保证 A 端电位高于 B 端^[8], 避免数据错误接收。用一路控制信号分别控制 MAX485 的数据收/发状态^[9], 发送数据时, 将控制端子设置为高电平, 开发送端子, 关接收端子, 待发送数据从输入端子接入, 经 MAX485 转换为差分信号, 由 A, B 引脚传出; 接收数据时, 将控制端子设置为低电平, 开接收端子, 关发送端子, 待接收信号从 A, B 引脚经 MAX485 转换为数字信号, 由输出端子输出数据。

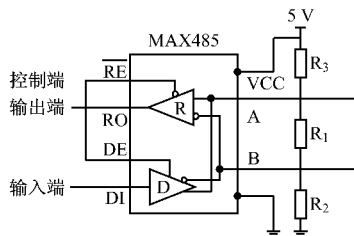


图 4 RS485 转换模块电路

3 通信程序设计

SRD 调速程序主要由 4 个中断程序完成: 捕获中断程序用于实时计算 SRM 转速; 定时器 T1 中断程序主要实现 CCC/PWM 这两种控制方式; 定时器 T3 周期中断程序用于系统计时; 外部引脚中断程序用于保护 IGBT。要保证 SRM 稳定运行在给定转速附近, 实时显示和在线控制 SRD 系统时, 还需要人机交互程序的辅助。

人机界面和 DSP 程序开发环境分别为 Screen Editor 和 Code Composer Studio(CCS)。人机界面程序设计包括画面设计和通信程序设计 2 个部分。

3.1 画面设计

(1) 根据显示内容要求, 规划显示画面; 选择每个页面所需显示的元件, 对其进行布局; Screen

Editor 界面有按钮、指示灯、数据显示、数值写入及静态文字等元件,满足设计需要。

(2) 对显示屏的画面、元件进行合理的地址配置。画面显示的变量见表 1。

表 1 画面显示的变量

可修改变量	不可修改变量	可修改变量	不可修改变量
给定转速	实际转速	PWM 方式	位置信号
给定启动时间	启停/ 正反转状态	比例系数	错误故障
转速滤波次数	总故障标志	CCC 方式	CCC 方式
CCC 方式	风扇故障	电流下限	速度偏差
积分系数		CCC 方式	CCC 方式
		电流上限	给定电流
CCC 方式	驱动故障	PWM 方式	PWM 方式
比例系数		占空比下限	速度偏差
PWM 方式	过压/ 欠压故障	PWM 方式	PWM 方式
积分系数		占空比上限	给定占空比

显示屏自带的触摸功能可进行参数整定,显示屏页面和变量值分别通过换画面按钮和数值写入元件修改,显示屏接收到数据后给 TMS320LF2407A 返回当前页码和可修改变量值,TMS320LF2407A 收到返回值后,将其取出赋给相应的变量,若当前页码变化,说明换画面按钮已按下,则把当前页码赋给发送指针变量;若对变量进行了修改,表明数值写入按钮已按下,则更新变量值。

3.2 通信协议构建

标准的 ModBus 通信协议中部分数据是为特定需求设定的,该人机界面设计用不到这些数据,因此,采用简化的 ModBus 协议,所制定的数据帧结构如图 5 所示。页码地址位用来表示该帧数据要送往的具体显示画面;校验位用来校验显示屏接收的数据是否正确。

页码地址	数据 1,2,...,N	校验位
------	--------------	-----

图 5 数据帧结构

TMS320LF2407A 给显示屏发送数据,显示屏全部画面将本页页码与接收到的页码地址位相比较,若不同则不接收剩余帧,若地址相符则接收本次链接数据包中其他帧。每一画面内,根据显示的元件数开辟了相应存储块,显示屏接收的数据将依次被存入各个元件中,并在画面上显示。

显示屏共有 3 个端口,COM1 口支持 RS232 通信,COM2 与 COM3 口支持 RS485 通信。该人机界面通信口选为 COM2,该通信口可直接与

TMS320LF2407A 相连接,不需要转换接口。

3.3 通信程序设计

通信程序设计过程中,为防止通信总线上由于时间问题而造成收发数据冲突,编写了防总线冲突程序。一般情况下,设置一个标志位来解决,其高低电平状态分别对应 DSP 接收和发送数据;在一定时限之后软件自动给该标志位清零,使 DSP 继续发送数据,确保通信正常进行。该时间先大概估计,然后逐步细调。通信程序设计主要包括 DSP 发送数据子程序和显示屏接收及反馈数据子程序。

3.3.1 DSP 发送数据子程序

DSP 发送数据子程序流程如图 6 所示。DSP 主程序初始化完成后并检测到发送标志位为 1 时,DSP 就跳到发送数据子程序准备发送数据,先判断页码地址位,接着调用变量更新子程序,然后发送第 1 个数据,再判断有没有发够 N 个数据,不够就回到发送数据子程序发送下一个数据,如此循环。

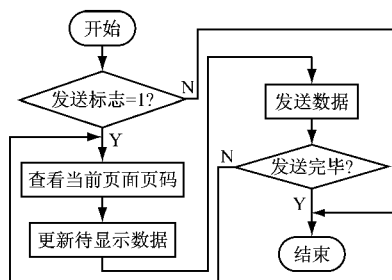


图 6 DSP 发送数据子程序流程

由于数据存储单元是复用的,一旦数据有变化,可能导致显示屏上某些元件闪烁,因此,需要在 DSP 接收数据之后、发送数据之前将数据存储单元清空,防止显示不稳定现象的发生。

3.3.2 显示屏接收及反馈数据子程序

显示屏的画面设计需要配合宏程序才能进行通信以实现数据的接收与显示。显示屏接收及反馈数据子程序流程如图 7 所示。

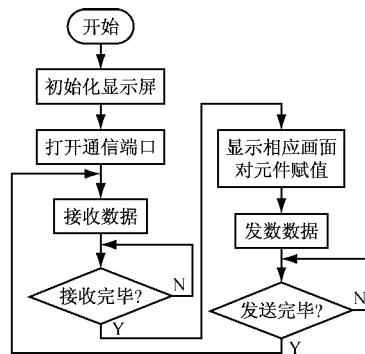


图 7 显示屏接收及反馈数据子程序流程

4 实验分析

采用 DSP 给串口调试助手发送一系列十六进制数,串口调试助手能够成功接收数据。在 CCS 界面下运行 DSP 程序,利用调试窗口的寄存器地址观测发送数据,如图 8 所示,串口调试助手显示结果与 DSP 发送数据一致。

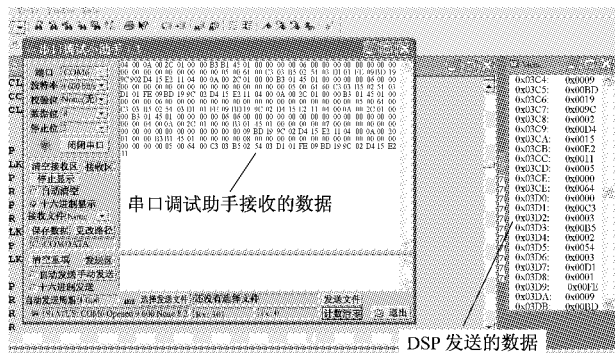


图 8 串口调试助手通信程序结果

在 Screen Editor 环境下编写了显示屏的 ModBus 通信程序,实验结果如图 9 所示。调试过程中,DSP 向显示屏发送不同数据,显示屏可以成功显示不同画面及相应数据,真实反映了 SRD 系统的工作状态。

开关磁阻电动机驱动系统			
CCC 方式积分系数	5	PWM 方式积分系数	4
CCC 方式比例系数	7	PWM 方式比例系数	7
CCC 输出电流最小限值	0.51 A	PWM 占空比最小限值	600
CCC 输出电流最大限值	26.99 A	PWM 占空比最大限值	6 000
CCC 方式速度偏差	0	PWM 方式速度偏差	0
第 1 次故障标志	0	PWM 方式积分累积量	0
2013-03-28 19:39:31			

图 9 DSP 与显示屏通信结果

5 结语

从工程应用的角度,提出了基于 DSP 和显示屏的 SRD 系统人机界面的设计方案,介绍了通信接口电路和通信应用程序的设计,并进行了软硬件联调。结果表明,该人机界面运行稳定,实现了 SRD 系统人机界面的友好显示和在线参数修改功能,验证了该方案的可行性和适用性。

参考文献:

- [1] 袁臣虎,王臻,李秀艳,等.基于 ModBus 协议的触摸屏与 TMS320F2812 串行通信研究[J].天津工业大学学报,2010,29(2):63-67.
- [2] 王珊珊,宋亮.矿井下通讯控制系统的人机接口模块的设计[J].电子设计工程,2011,19(4):186-189.
- [3] 王佳庆,姜映红,彭芳.触摸屏在 MPS 系统中的应用[J].机电工程技术,2010,39(6):104-108.
- [4] 白华,赵争鸣,刘建政,等.交流电机变频调速系统人机界面通信[J].电力自动化设备,2003,23(3):30-32.
- [5] 毛朝辉.PLC 与人机界面在变频监控系统上的应用[J].电工技术杂志,2004(3):31-34.
- [6] 霍发仁.人机界面设计研究[D].武汉:武汉理工大学,2003.
- [7] 吴军辉,林开颜,徐立鸿.RS485 总线通信避障及其多主发送的研究[J].测控技术,2002,21(8):41-43.
- [8] 潘群,向军,王琳.RS-485 串行通信接口数据电路的设计与应用[J].常州工学院学报,2009,22(3):44-48.
- [9] 赵良叶,陈开颜,王少华,等.利用 RS-485 总线实现安防与环境监测系统的数据通信[J].河北省科学院学报,2005,22(1):24-27.