

文章编号:1671-6833(2008)04-0065-04

转辙机功率传感器设计

冯冬青, 李风光, 黄俊杰, 郭 艳

(郑州大学 电气工程学院, 河南 郑州 450001)

摘 要: 为了实现对铁轨转辙机工作状态的在线监测, 设计了新型的功率传感器装置. 该装置基于高速、流水线结构的 MCU 系统, 结合自带 DSP 内核的高精度三相电能专用芯片 ATT7022, 构成装置的核心部分. 考虑到系统工作环境恶劣, 受到干扰大的特点, 采取对供电电源、信号采集通道以及信号输出通道进行必要的抗干扰设计, 实现了高精度、低功耗、抗干扰能力强的特性.

关键词: 转辙机; 功率传感器; C8051F041; 脉宽调制; 光隔 485 总线

中图分类号: TP 212.9

文献标识码: A

0 引言

对转辙机的功率和动作电流实时监控, 能精确地反映转辙机推动道岔转换过程中各部件运动状态的变化和负载的变化. 正常情况下道岔转换是一个相对稳定的过程, 功率和动作电流也是一条有规律的曲线. 通过监测设备的智能诊断软件分析电流波形和数值的变化, 可判别出转辙机工作是否正常, 并记录其劣化趋势; 或进行故障定位和分离, 找出故障部件和位置, 从而及时报警以预防事故, 同时给维修工作提供科学的指导.

笔者设计的功率传感器, 用于采集铁路道岔转辙机启动及动作过程中的电流和功率, 实现在工业场合的三相电动机功率的在线监测, 并且以更及时、准确、简单的方式获取所需的工业数据, 与上位机实时通讯.

笔者的设计对象是三相四线制电动机功率的在线监测. 为满足高性价比、微机监测、有效管理的目的, 本系统采用专门的功率芯片 ATT7022, 结合 C8051F041 单片机实现了转辙机参数的在线监测, 采用光电隔离的 485 模块与上位机通讯, 实现故障在线检测与诊断. 该系统具有高精度、低功耗、抗干扰能力强等特点.

1 系统硬件电路设计

本次设计包括软件和硬件两大部分. 硬件设计部分主要是下位机与通讯电路的设计, 主要子

模块包括: 信号采集及有功功率检测模块、485 通讯模块、功率信号转换模块、DC/DC 电源电路、输出电流为 4~20 mA 的电流源、在线调试入口电路以及振荡器电路等部分.

1.1 系统硬件设计原理

本系统硬件原理图的设计以及电路板的设计是在开发环境 Altium Designer 6.7 中进行的, 该系统的硬件结构示意图如图 1 所示.

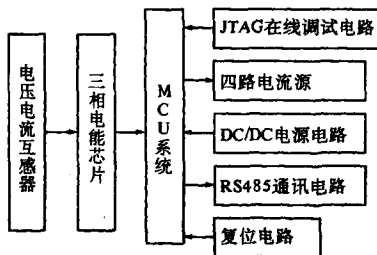


图1 系统硬件原理框图

Fig.1 Hardware block-diagram of system

本系统主要由电压、电流输入电路、功率芯片以及 MCU 系统组成. 为使得干扰尽量减小, 首先将高压信号用电压或电流互感器转换成小的电流信号. 在经过 L/V 变换后, 成为电压信号, 再经过放大和调整到 0.5 V 左右后, 把信号输入功率芯片 ATT7022. ATT7022 功率芯片采用双端差分信号输入, 并且具有 AD 转换功能, 使系统有更高的集成度, 减少干扰源又方便了调试. 通过对去直流分量后的电流、电压信号进行乘法、加法、数字滤

收稿日期:2008-06-27;修订日期:2008-08-18

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60774059)

作者简介:冯冬青(1958-),男,广东佛山人,郑州大学教授,博士,研究方向为智能控制理论与应用.

波等一系列数字信号处理后得到有功功率。前端的 ADC 采用过采样技术,可充分保证电流、电压采样速率。

ATT7022 通过 SPI 接口与 C8051F410 通讯,把功率信号输入到 C8051F410 并对其求半个周期的平均功率,这样功率误差更小,精度得到保证。此外,ATT7022 内部的电压监测电路可以保证

加电和断电时正常工作。

1.2 电流源模块

功率信号及三相电流有效值经过 C8051F041 后要经过光电耦合器之后再把电压转换为电流的电路即电流源,把电压信号变成 4~20 mA 的电流信号,具体电路如图 2 所示。

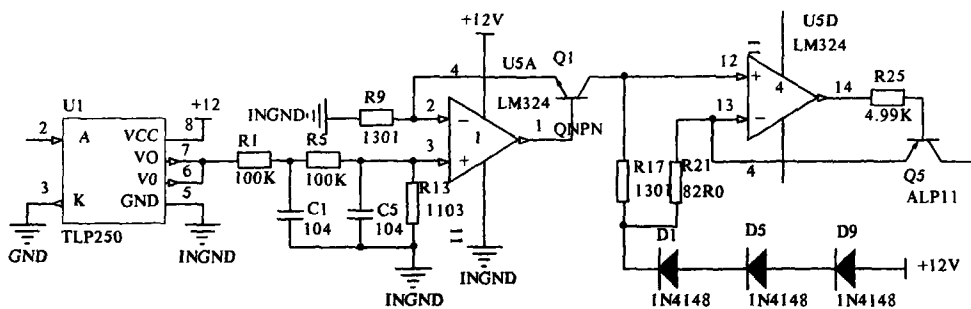


图 2 电流源原理图

Fig. 2 Block - diagram of current source

图中的反相器起到驱动作用,经过双路的放大整流,可以把电压信号转化为与之线性的电流信号。这样保证了输入与输出的对应关系,使得输出能准确的反映采集到的信号变化情况。

1.3 光隔 RS485 总线部分

为增强 RS485 总线节点的抗干扰能力, C8051F410 的输出不直接和 MX1487 相连,而是通过高速光耦 6N137 后再相连。光隔 RS485 总线电路如图 3 所示。

光耦电路所采用的两个电源 VCC 和 VDD 必须完全隔离,否则采用光耦也就失去了意义。电源的完全隔离可采用小功率电源隔离模块,为了避免后续信号处理部分带强电,同时避免数字信号对模拟信号的干扰,提高系统性能,采用了高速光电耦合器件。由于采用了串行模数转换器,使得电路接口变得简单,同时串行时钟变得很高,普通光电耦合器件远不能满足要求。我们采用了 6N137 光电耦合器,速度高达 10 MHz。

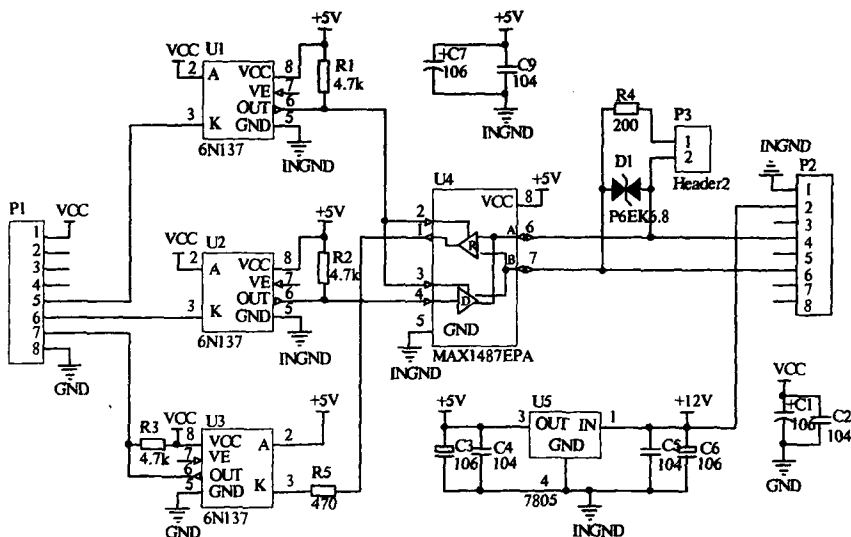


图 3 光隔 RS485 总线电路图

Fig. 3 Circuit diagram of photoelectric isolating 485 Bus

1.4 工作电源模块

DC/DC 型的电压隔离稳压单输出(正压或负压)转换器具有输出稳压精度高,隔离特性好的特点,无需外接任何外转元件即可工作.特别适用于输入电压较稳,对输出电压精度和纹波噪声要求很高的 DC 电压变换器系统.具体电路图如图 4 所示.

1.5 硬件抗干扰设计

1.5.1 基准电压

采用在 C8051F410 系统中自带的内部 2.45 V 参考电压作为基准电压.该电压稳定性高,受外部环境影响小,抗干扰能力强.在三相电压、电流通过互感器输入时又加入 RC 抗干扰电路,进行逐级滤波,以提高抗干扰能力.

1.5.2 布线及滤波

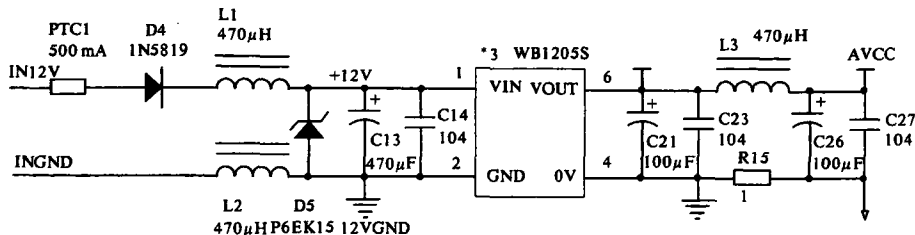


图 4 DC/DC 电路图

Fig. 4 Circuit of DC/DC

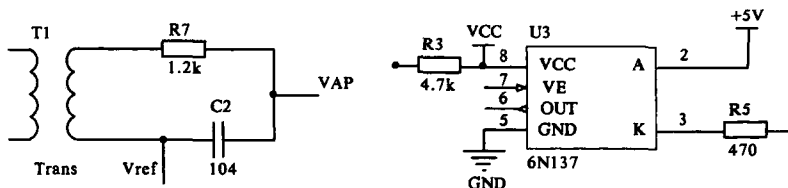


图 5 抗干扰电路图

Fig. 5 Circuit diagram of Anti-jamming

图中的 Vref 是由芯片 ATT7022 提供的基准电压,它的精度高,受到的干扰小.针对单片机系统采用看门狗电路,提高 MCU 的抗干扰能力.

在地线方面,模拟地和数字地要分开布线,然后用 5Ω 的电阻相连,该电阻要有寄生电感,以使模拟地和数字地分开,避免了两者之间的相互干扰.在通常工作条件下,输出电路对于过流及短路情况无保护功能.最简单的方法是在输入端串接一个自恢复保险丝,或在电路中外加一个断路器.

2 系统软件设计

软件部分的设计工作主要涉及到信号的采

在一些对噪声和纹波敏感的电路中,可在 DC/DC 输出端和输入外加滤波电容,以减少纹波值.但输出滤波电容器的容值要适当,若电容太大,很可能会造成启动问题.对于每一路输出,在确保安全可靠工作的条件下,为了获得非常低的纹波值,可在 DC/DC 转换器输入输出端联接一个“LC”滤波网络.这样滤波的效果更明显.同时应注意到电感值的大小及“LC”滤波网络其自身的频率应与 DC/DC 频率错开,避免相互干扰.

为了提高模拟量的输入阻抗,减少损耗.在进行 A/D 转换前加入一级电压跟随器,将检测的信号电压转换成电流,再并联电阻恢复成电压信号,使用了高精度的 12 位双积分 A/D 转换器.为消除数字量的杂波干扰,电路中加入 $10\mu\text{F}$ 的滤波电容组,具体电路图如图 5 所示.

集、计算转化输出、复位功能的实现、软件陷阱抗干扰部分.

首先进行系统初始化,采样采取定时器中断的方式,进入循环数据采集与处理子程序.并将采集的数据进行处理,处理过程主要包括数据滤波,信号的转化等.因本系统要求平均功率和有效电流信号转化为 $4\sim 20\text{mA}$ 的电流信号,而采集到的二进制信号的范围为 $0\sim 255$,利用公式 $A = B * 4/5 + 51$ 的方法可将电流信号转化到要求的范围.

本设计是基于在 C 程序中调用汇编的设计思想进行混合编程,对时间要求严格的关键程序

采用汇编语言. 软件设计模块主要包括: 系统初始化、数据采集、数据转化处理及输出 8 位占空比可变化的 PWM 子程序. 在本系统中 MCU 每隔 10 ms 对功率芯片采样一次, 将采集到的平均功率, 三相电流有效值经过 C8051F410 处理输出.

在实际得到的输出电流, 会发现有微小的波动. 这是由于在将采集到的数据写入寄存器 PCA0CPHn 时发生的抖动现象. 笔者采取的办法是 8 点算术平滑滤波. 把采集到的 8 组数据存入固定的寄存器中, 每次右移三位, 相当于求 8 组数据的平均值. 此方法简单, 速度快, 实现起来容易. 经过试验取得了很好的效果, 减少了输出毛刺的出现, 实现了平滑输出.

3 结束语

基于 Cygnal C8051F410 单片机的可编程计数器阵列 PCA, 设计出了对电动机功率及三相电流有效值进行监测的功率传感器. 改进了标准的 8051 单片机通过仿真 PWM 口对电动机进行监测

的方法, 很大程度上简化了外围电路, 同时通过必要的一些抗干扰设计, 使得系统能很好的适应电磁干扰较强的工作环境, 具有很好的应用前景.

参考文献:

- [1] 童长飞. C8051F 系列单片机开发与 C 语言编程 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [2] 陈特放, 石英春, 余明扬, 等. 基于数字控制的功率因数校正器的设计 [J]. 郑州大学学报: 工学版, 2006, 27(2): 98 ~ 101.
- [3] 任玉才, 李富超. 电动机控制中的 PWM 和测频在 C8051 中的实现 [J]. 船电技术, 2004, 24(06): 20 ~ 23.
- [4] 吴 军, 涂光瑜, 罗 毅, 等. 基于功率平衡保护的紧急负荷控制研究 [J]. 郑州大学学报: 工学版, 2005, 26(2): 47 ~ 50.
- [5] 潘琢金, 施国君. C8051Fxxx 高速 SOC 单片机原理及应用 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002, .5

The Design of Power Sensor for Switch Machine

FENG Dong-qing, LI Feng-guang, HUANG Jun-jie, GUO Yan

(School of Electrical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: To realize the on-line detection of working conditions of the Rail Switch Machine, this paper designs a new Power Sensor, which is based on a high-speed and pipeline structured MCU system, combined with the high precision special chip ATT7022 which owns DSP kernel for three phase electric energy, forming the core of the whole device. Taking the bad working environment and large inference of the system into consideration, we carry out necessary anti-jamming design to power supply, signal collection and output channel, to achieve the characteristics of high-precision, low-consumption and strongly anti-jamming.

Key words: SwitchMachine; PowerSensor; C8051F410; Pulse Width Modulation; Photoelectric isolating 485 BUS