

绿色质量观察

基于 CANopen 协议的多圈绝对光电编码器的设计

Development of Multi-turn Absolute Optoelectronic Based on CANopen Protocol

杜雪珍(连云港杰瑞电子有限公司,江苏 连云港 222006)

Du Xue-zhen (Jiangsu Automation Research Institute of China Shipbuilding Industry Corporation, Jiangsu Lianyungang 222006)

摘要:光电编码器是用来检测角度、位置、速度和加速度的传感器。依靠轴杆、齿轮、测量轮或绳缆的控制,线性位移就能被检测。光电编码器把实际的机械参数转换成电气信号,这些信号可以被计数器、转速表、PLC 和工业 PC 处理。光电编码器为每一个轴的位置提供一个独一无二的编码数字值,特别是在定位控制系统中,光电编码器减轻了电子设备的计算任务,从而省去了复杂和昂贵的输入装备。CANopen 协议以其成熟的结构,以及抗干扰能力强等优势越来越多地应用到各种工业活动中,成为各种行业的标准,已成为未来现场总线发展的一种趋势。该文介绍使用 C8051F504 单片机芯片实现光电编码器数据采集和 CANopen 协议的方法并给出其软硬件设计方案。

关键词:C8051F504;CANopen 协议;光电编码器

中图分类号:TN762

文献标识码:A

文章编号:1003-0107(2013)01-0029-04

Abstract: Optoelectronic encoder is used to detect the angle, position, velocity and acceleration sensor. Rely on the shaft, gear, a measuring wheel or cable control, linear displacement can be detected optoelectronic encoder to actual mechanical parameters are converted into electrical signals, these signals can be counter, tachometer, PLC and industrial PC. Rotary encoder for every position of the one and only provide a coded digital values, especially in the positioning control system, rotary encoder reduces electronic equipment computing tasks, thereby eliminating the need for complex and expensive input equipment. The CANopen protocol with its sophisticated structure, strong anti interference capability and other advantages more and more applied to various industrial applications, also become the industry standard, and has become the future development trend of field bus. This paper describes the use of C8051F504 microcontroller chip optoelectronic encoder data acquisition and CANopen protocol method and gives the design scheme of software and hardware.

Key words: C8051F504; CANopen protocol; optoelectronic encoder

CLC number: TN762

Document code: A

Article ID: 1003-0107(2013)01-0029-04

0 引言

随着现代微电子技术的迅速发展以及材料科学的进步,光电编码器的技术性能得到极大的提高,其可靠性、精度等指标远远超过传统的产品。光电编码器已经由民用领域发展到军用领域,目前国内外武器系统已开始使用光电编码器产品^[1]。本文介绍一种基于 CANopen 协议接口的多圈绝对光电编码器的实现方法。

1 实现原理

光电编码器是基于光电扫描 24 位的多圈绝对值编码器,单圈分辨率为 12 位,多圈分辨率为 12 位,总分辨率为 24 位,采用 CAN 总线进行数据传输,其转换原理框图如图 1 所示。

作者简介:杜雪珍(1979-),女,工程师,主要研究方向为轴角转换技术,人机接口控制技术等。

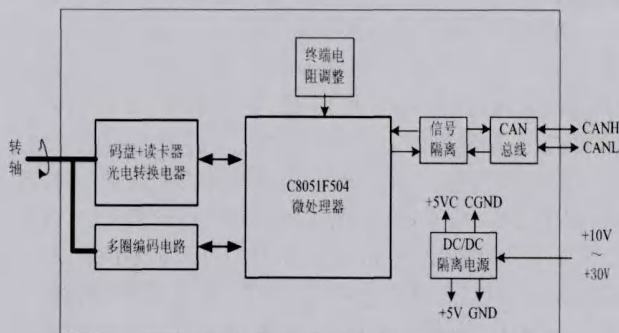


图 1 原理框图

光电编码器的光电转换电路由码盘和读卡器组成,码盘采用玻璃材料制作,热稳定性好,具有 12 位高分辨率。读卡器由光源、光电信息转换电路组成,光源采用发光二极管,具有光强自动补偿和检测功能,光电信息转



图 2 信号处理电路

换电路采用 ASIC 专用集成电路设计,不仅零部件减少,结构紧凑简单,而且检测精度、速度和抗干扰能力得到了提高,光电转换电路完成单圈 12 位编码数字信号。光电编码器的多圈编码电路由机械齿轮组、发光二极管、光敏三极管和转换电路组成,采用机械齿轮计圈数,能够保证多圈圈数不受停电状态的影响,多圈编码电路完成 12 位多圈编码数字信号。光电编码器的信号处理电路采用 C8051F504 微处理器设计,其中,外围电路有信号隔离电路、CAN 总线电路、终端电阻调整电路和 DC/DC 隔离电源,完成 24 位编码数字信号,编码数据信号为格雷码,采用 CAN 总线方式进行传输。光电编码器采用一体式结构框架,封装采用金属铝外壳,提高抗干扰能力^[2]。

2 系统硬件设计

光电编码器采用微处理器设计,采用内部时钟、外部存储器、电压监控器工作方式,信号采集、处理和变换采用软件完成,简化了电路设计,提高系统集成度和可靠性。

2.1 光电转换电路设计

光电编码器的光电转换电路主要是采集被测物体各部位提供的不同光信息,并将这些信息转换为编码信号,其电路设计的好坏直接影响光电编码器的性能指标。

光电转换电路由码盘和读卡器组成,码盘载体为钢化玻璃,其膨胀系数为 8ppm/K,接近钢的膨胀系数(10ppm/K),码盘分辨率为 13 位,能够满足 12 位分辨率的要求,采用套轴的方式进行安装,可降低安装的难度。读卡器是集光源、光敏二极管阵列和转换电路为一体,光源采用发光二极管,具有光强自动补偿和检测功能,光敏二极管阵列和转换电路采用 ASIC 专用集成电路设计,结构紧凑简单,提高检测精度与速度,信号最高的转换频率为 16MHz,分辨率为 13 位,能够满足光电转换电路的要求^[3]。

2.2 多圈编码电路设计

光电编码器的多圈编码电路采用机械齿轮计圈数,主要由机械齿轮、发光二极管和光敏三极管电路组成,转换的分辨率为 12 位,能够满足 12 位多圈分辨率的要求,

其主要技术指标如下:

- (1)分辨率:12 位;
- (2)最大转速:1 200RPM;
- (3)读信号延迟时间:57 μ s;
- (4)工作电源:+4.5V ~ 5.5V;
- (5)工作电流:20mA;
- (6)工作温度:-40 $^{\circ}$ C ~ +125 $^{\circ}$ C。

2.3 信号处理电路设计

光电编码器的信号处理电路采用微处理器设计,其外围电路包括信号隔离电路、CAN 总线电路和 DC/DC 隔离电源^[4],其信号处理电路图如图 2 所示。

3 软件设计

3.1 数据采集处理软件的设计

本系统的软件设计主要采用模块化设计的思想,把软件分解成若干功能模块,在主程序中调用各功能模块。软件设计模块主要包括主程序、数据采集程序、数据处理程序、铁电存储程序、CANopen 通讯程序。软件编制、编译和调试均采用 Sliabs 公司提供的集成开发环境 Keil uVision3,该环境提供友好的视窗接口以便进行程序的编辑和单步调试查看^[5]。

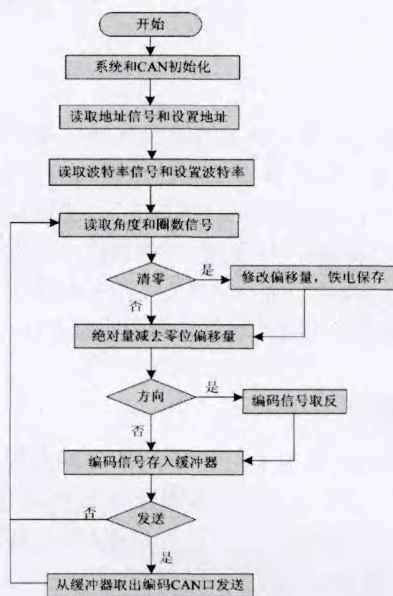


图 3 软件设计流程

图 3 所示为该设计的软件设计流程。该流程设置了初始化单片机、主程序循环、读取绝对角度量、读取绝对圈数、组合成 24 位数据与偏移量相减得到相对角度和圈数、CANopen 接口输出等模块。

3.2 CANopen 通讯的设计

3.2.1 CANopen 协议简介

CANopen 协议是作为标准化来应用的, 因为 CANopen 协议是 CAN 总线的一种应用层协议, CANopen 是建立在设备对象描述的基础上。CANopen 支持两类基本数据传输机制: 一类是 PDO 实现高实时性的数据交换; 另一类是 SDO 用于传输配置参数、低实时性的对象字典条目的访问, 或者长数据域的传输^[6]。

3.2.2 CANopen 通讯工作过程

CANopen 通讯工作过程如图 4 所示。

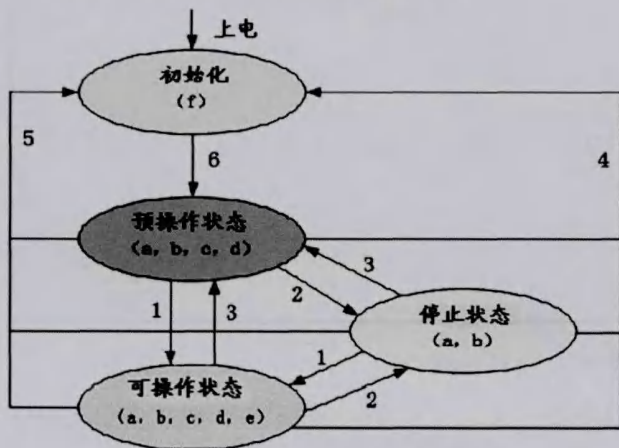


图 4 CANopen 工作过程

在图 4 中, (1) 括号内的字母 a~f 表示可以使用的通讯对象:

a.NMT; b.节点守护; c.SDO; d.紧急情况; e.PDO; f.启动。

(2) 数字 1~6 代表状态转移或命令:

1: 启动远程节点(0x01);

2: 停止远程节点(0x02);

3: 进入预操作状态(0x80);

4: 复位节点(0x81);

5: 复位通讯(0x82);

6: 设备初始化结束, 自动进入预操作状态, 发送 "启动" 消息。

3.2.3 节点的 CANopen 协议的软件实现

CANopen 协议是在 CAN 总线基础上的应用层协议,

因此首先要实现 CAN 总线数据的收发。接收数据的过程是: 一旦 CAN 总线上有数据传过来时, 就会进入 F504 接收中断处理函数, 把 CAN 接收寄存器接收到的数据放到定义好的接收缓冲中, 对接收缓冲中的数据进行分析, 根据当前的状态和接收到的 CANID 进行判断, 调用相应的子函数 (NMT 处理子函数、SDO 请求处理子函数、heart-beat 处理子函数等) 进行处理。发送数据的过程是: 把需要发送的数据按 CANopen 协议的要求封装成相应的对象, 将数据放入 C8051F504 的 CAN 数据寄存器中, 送到总线上^[7]。

主程序中除上面所述的正常初始化 C8051F504 相关硬件外, 还要初始化 CANopen 协议中的一些通信相关参数, 例如对象字典、节点号、TPDO 等。本程序中设定的初始 Node-ID 为 7, 实现了两个 TPDO, TPDO1 的 COB-ID 为 187H, TPDO2 的 COB-ID 为 287H, 上传 SDO 的 COB-ID 为 587H, 下发 SDO 的 COB-ID 为 607H。在正常通信后本程序实现了两个 TPDO, 就是通过这两个 TPDO 向主机发送实时角度和圈数数据, 其中, TPDO1 为定时发送模式, 即按固定时间间隔向主机发送数据, 这个时间间隔可由主机通过 SDO 向编码器配置; TPDO2 为同步发送模式, 即本光电编码器每收到一次主机发送的 SYNC 同步命令后向主机发送一次数据。

4 上位机测试界面

对从站 CANopen 编码器的测试需要用到 USB-CAN-E-P 主站卡。连接好设备打开主站卡的配套测试界面软件 CANmanager for CANopen 后, 便可对从站设备即编码器进行测试和调试。这个界面软件可载入 EDS 文件、配置从站、接收、发送报文测试等。在系统设置中设置好参数再搜索设备, 搜索到设备后在设备栏中显示该设备的 ID 号以及设备 EDS 文件。此时可对从站编码器进行配置和接收从站 PDO 数据。测试界面如图 5 所示。

5 结束语

本文主要阐述了一种基于 CANopen 接口协议的绝对式光电编码器的设计与实现。目前, 国内光电编码器由于技术和工艺的落后, 与国外光电编码器存在一定的差距, 国内绝大多数的光电编码器产品仍以进口为主, 而本文介绍的产品经检测, 各项性能指标均达到了设计的要求, 与德国倍加福公司同类产品完全兼容, 其工作稳定、可靠, 可以直接替代国外同类产品。产品的技术处于国内领先水平, 达到了国际同类产品的水平。

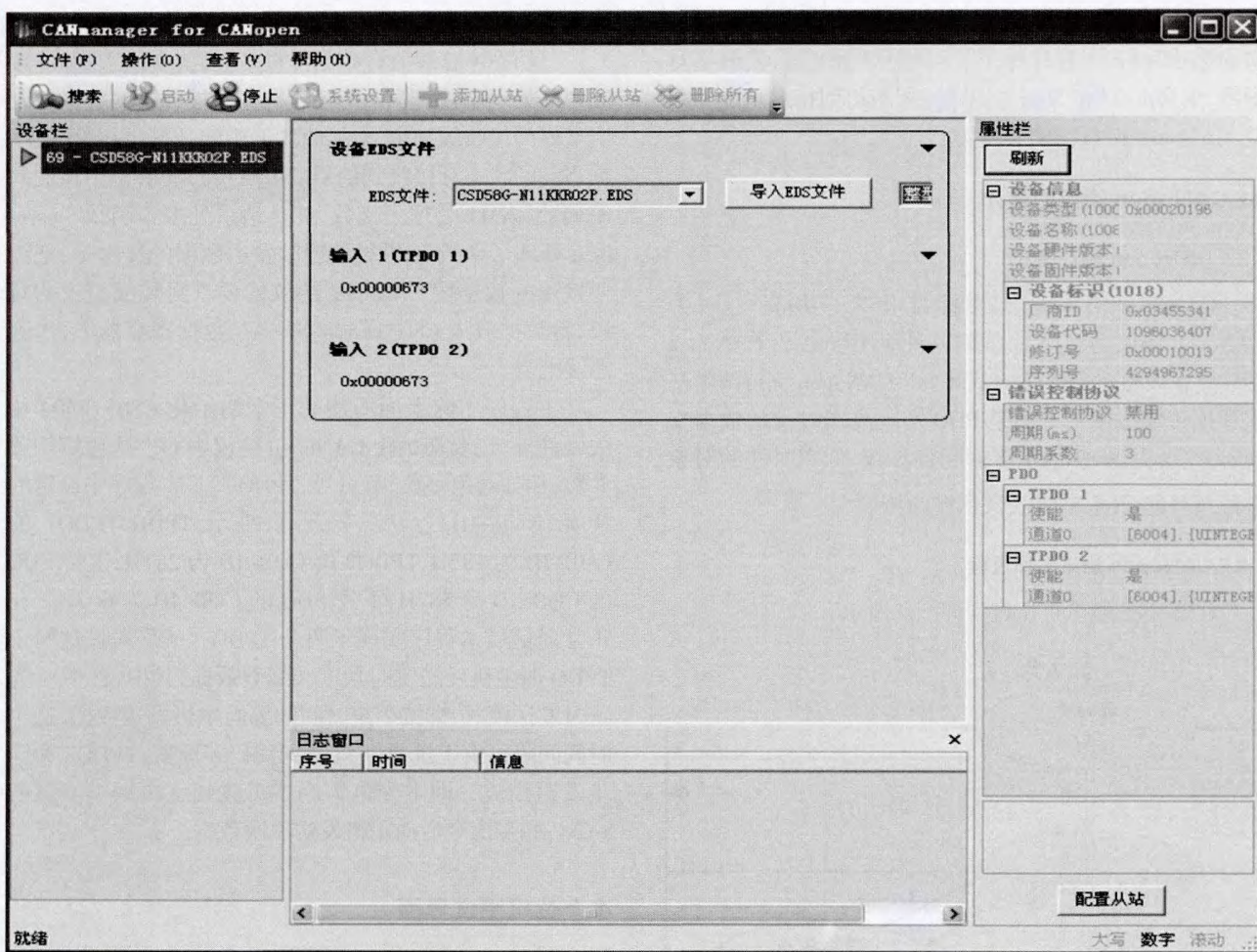


图 5 数据接收界面

参考文献:

- [1]谭力铭,韩峻峰,杨叙.基于 CAN 总线车载网络传感器协议的发展与应用[J].国外电子测量技术,2009,28(11):26-29.
- [2]高文政.CAD58G-NF1AAR02P-1212 多圈绝对值光电编码器技术方案[Z].2012,4.
- [3]朱孝立,陈军宁.光电编码器 LED 光源的准直[J].光学精密工程,2009,17(4).
- [4]孙肖子,张企民.模拟电子技术基础[M].西安:西安电子科技大学出版社,2001.
- [5]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.
- [6]钊宽明.CAN 总线原理和应用系统设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,1996.
- [7]广州致远电子有限公司.基于 CAN 总线的 CANopen 协议讲座[Z].