

文章编号: 1000-5013(2009)04-0376-04

Modbus 协议的变频控制器设计

常 慕, 洪 健

(华侨大学 机电及自动化学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 针对 Modbus 协议相对于如同域控制网总线时间响应差的缺点, 提出一种基于 Modbus 协议的变频控制器的设计方案. 根据 VFD-L 系列变频器 Modbus 具有 Network ASCII 通讯模式的要求, 设计 RS-485 通讯电路和通讯程序, 并且在 RS-485 通讯电路的设计中重点考虑对干扰的屏蔽. 系统以 S3C44B0X 芯片为核心, 使用 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统, 配合 S3C44B0X 处理器构成软硬件环境, 以增强 Modbus 协议在应用中的实时性能.

关键词: 变频控制器; Modbus 协议; 现场总线; 嵌入式系统

中图分类号: TM 571.6+5; TN 773.02

文献标识码: A

现场总线为基础的全数字控制系统是 21 世纪自动化控制系统的主流^[1]. 以变频控制系统应用为例, 目前常用的现场总线有 Profibus-DP, DeviceNet, Modbus, CANopen, SERCOS, CANsync 等^[2]. Modbus 的应用相当广泛, 是一个事实上的工业标准, 许多厂家的变频器、PLC, HMI, 组态软件都支持 Modbus, 而且 Modbus 是一个开放标准, 其协议内容可以免费获得^[2]. 与同属主流现场总线的 Profibus 和 CANopen 相比, Modbus 协议的开发廉价、简单, 可以灵活地应用控制策略^[3], 但时间响应较差, 多应用在控制实时性要求不高的场合. 变频控制器主要实现的工作是, 对工业现场中一定数量的变频器进行控制参数的设定, 同时对运行中的变频器状态进行监控. 本文以 DELTA VFD-L 系列变频器的监控为例, 阐述变频控制器的设计方案.

1 Modbus 协议

VFD-L 系列变频器具有 3 种控制模式: 通讯控制, 面板控制及外部端子控制模式. 由 DIP 开关 6, 7 做选择设定, 3 种控制模式只能选择 1 种. VFD-L 根据 DIP 开关状态, 以决定控制权(DIP 开关只能在停机时切换). 在通讯控制模式时, 面板及外部端子命令皆无效, 交流电机驱动器根据储存于缓存区参数内容运转. 使用该方式可实现远程操作、方便组网, 适用于自动化程度较高的场合.

1.1 通讯格式

VFD-L 的通讯位址由 DIP 开关 1~6 设定. VFD-L 系列通讯格式固定为 Modbus Network ASCII 通讯模式, 每 8 bit 数据由 2 个 ASCII 字符所组成^[4]. 例如, 单字节的数据“64 H”(十六进位表示法), 以 ASCII“64”表示, 包含了“6”(36 H)及“4”(34 H). 这种模式的主要优点是, 运行 2 个字符之间的时间间隔可达到 1 s 且不发生错误. 一个典型的 ASCII 报文帧格式, 如表 1 所示.

1.2 通讯功能

使用 ASCII 模式, 消息以“:”字符(ASCII 码 3AH)开始, 以回车换行符结束(ASCII 码 0DH, 0AH). 其他域可以使用的传输字符是十六进制的 0, ..., 9; A, ..., F. 网络上的设备不断侦测“:”字符, 当有一个“:”字符被接收到时, 每个设备都解码下个域(地址域)来判断是否是发给自己的. 消息中字符间发送的时间间隔最长不能超过 1 s, 否则, 接收的设备将认为传输错误.

收稿日期: 2008-04-29

通讯作者: 洪 健(1970-), 男, 副教授, 主要从事嵌入式系统和检测技术的研究. E-mail: jhong@hqu.edu.cn.

基金项目: 泉州市科技计划重点项目(2006G6)

报文帧由地址域、功能域、数据域和 LRC(Longitudinal Redundancy Check) 校验域构成,合法的地址域(ADR)范围在 1~ 63 之间. 通讯位址为 0,表示对所有交流电机驱动器进行广播. 在此情况下,交流电机驱动器将不会回应任何讯息给主装置. 数据域格式依功能码而定,可用的功能码叙述: 功能码 03H,读取连续 N 个数据(N 最大为 12); 功能码 06H,写入数据到暂存器. ASC II 模式采用 LRC 侦测值,方法为由地址到数据内容加起来的值(不包括起始位及结束位)取 2 的补数.

表 1 ASC II 报文帧格式

Tab. 1 Format of ASC II message frame

起始位	设备地址	功能代码	数据	LRC 校验	结束位
“:”(3AH)	2 个 ASC II 码	2 个 ASC II 码	2 N 个 ASC II 码	2 个 ASC II 码	ODH, OAH

2 变频控制器的总体设计

变频控制器的总体结构有电源模块、主电路板、薄膜按键模块、液晶显示模块、RS-485 通讯接口和报警模块,如图 1 所示.

2.1 硬件设计

采用 S3C44BOX 的 ARM 芯片,它具有一个高性能的 32 bit ARM7 内核,可以在高达 66 MHz 的频率下操作,并且具有 LCD 控制器,方便运行图形界面. 采用 MAX485 芯片,可完成控制器的逻辑电平与 RS-485 差分电平的相互转换^[5]. 微处理器和 RS-485 收发器之间采用光耦器件将信号隔离. 系统的硬件框图,如图 2 所示.

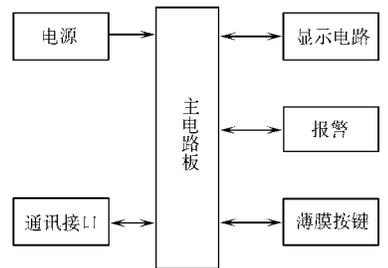


图 1 变频控制器的结构图

Fig. 1 Structure of controller for variable frequency converter

RS-485 通讯接口电路作为控制板上独立的部分,除采用独立电源供电外,还使用光耦器件 TLP521,将 CPU 控制信号与 MAX485 端口信号进行隔离,以进一步屏蔽外部信号对通讯信号的干扰. 通讯接口电路如图 3 所示.

MAX485 采用半双工工作模式,其中 CI_TE 作为发送/接收的选通信号. 当 $CI_TE=1$ 时, $TE=1$,发送功能有效; 当 $CI_TE=0$ 时, $RE=0$,接收功能有效. RS-485 标准规定: 数据信号采用差分传输方式(Differential Driver Mode),也称作平衡传输. 它使用一对双绞线,将其中一线定义为 A,另一线定义为 B,当 A 引脚的电平高于 B 时,代表发送的数据为 1; 当 A 的电平低于 B 端时,代表发送的数据为 0.

主控制器采用图 3 的电路,可以在工况条件下有效地和各变频器通讯,从而实现由变频器的输出信号控制现场的电机,同时把现场信息传递给主控制器. 同样,主控制器可采用 RS-485 接口与中央控制 PC 机通信,有利于管理人员对生产信息的掌控.

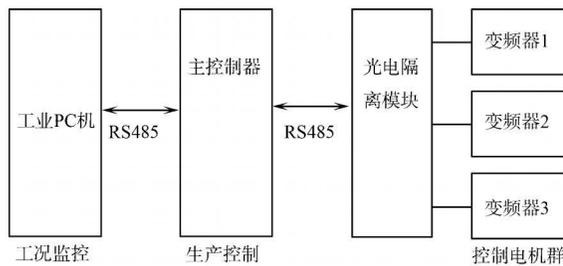


图 2 系统硬件框图

Fig. 2 The architecture of hardware system

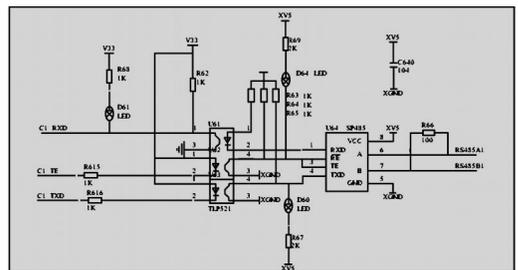


图 3 通讯接口电路

Fig. 3 Interface circuit for communication

2.2 软件设计

变频控制器的软件设计使用 $\mu C/OS-II$ 操作系统^[6],以及 $\mu C GUI$ 图形界面^[7,8],主要创建了两种任务,一种是底层驱动任务,另一种是应用程序任务. 底层驱动任务主要有 3 个,分别是键盘扫描任务、液晶显示任务和 RS-485 通讯任务. 应用程序任务主要有 5 个,分别是 `void TaskMotLink(void * pdata)`, `void TaskIfMotCtl(void * pdata)`, `void TaskSyVDeal(void * pdata)`, `void TaskIfMotCfg(void * pdata)`,以及 `void TaskIfMot_N_Cfg(void * pdata)`.

(1) 任务 TaskMotLink(). 主要负责定时更新发送变频器控制命令, 并获取运行信息. 控制命令包括设置频率、启动变频器、停止变频器, 出错标识置 1、设置正转和反转, 设置启动、正转及频率, 设置启动、反转及频率、停止变频器、频率清零和复位 9 种.

(2) 任务 TaskIfMotCtl() 或任务 TaskSyVDeal(). 通过消息队列传递控制命令, 而运行信息则包括从变频器接收的错误码、输出频率、输出电流及输出电压等信息. TaskIfMotCtl() 为手动控制任务, 创建一定的图形界面, 并响应键盘任务, 将控制命令传递给任务 TaskMotLink().

(3) 任务 TaskSyVDeal(). 自动控制任务, 实时采样外部控制电压信息, 通过分段拟合方式转化成频率值, 记录并控制变频器在启动、运行、暂停和停止 4 种模式下的自动切换. 同时, 将新的模式下的控制命令通过消息队列传递给任务 TaskMotLink().

(4) 任务 TaskIfMotCfg(). 变频器创建参数设置界面, 设定共同的参数, 如变频器总数、马达控制电压下限、马达输出上限频率等. 同时, 在按下特定键对变频器具体的参数进行设定时, 创建任务 TaskIfMot_N_Cfg() 并挂起自身.

(5) 任务 TaskIfMot_N_Cfg(). 创建任务 TaskIfMotCfg() 主界面下面的子界面, 为单个变频器设置控制目的不同的参数信息, 如电机启动加速时间、电机启动加速频率、电机停止反抽时间, 以及电机停止反抽频率等.

图 4 为主控制程序流程图. 步骤修改参数对应任务 TaskIfMotCfg() 和 TaskIfMot_N_Cfg(), 控制变频器的运行对应任务 TaskMotLink(), 获取手动/自动控制命令则分别对应任务 TaskIfMotCtl() 和 TaskSyVDeal(). 控制器与变频器利用 Modbus 协议通讯的子程序, 即

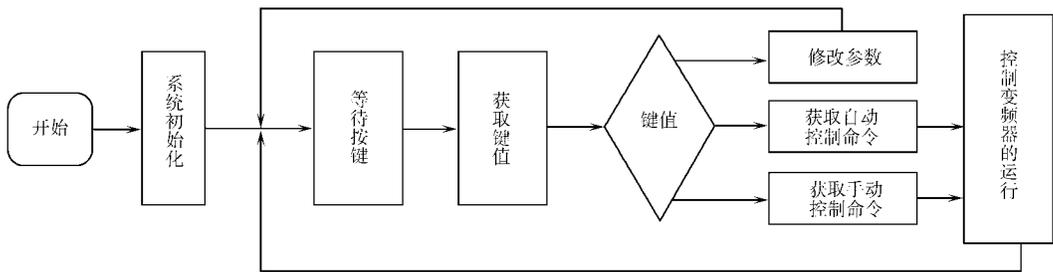


图 4 控制程序总流程图

Fig. 4 General flow chart of control program

```

BOOLEAN TvComu(INT8U ch, INT8U*
    tBuf, INT8U * rBuf)
{
    static INT8U TxDBuf [ COM1FRAME
    LENMAX];
    INT8U * pD;
    INT8U i, sum;
    INT8U err;
    ch += 1;
    TxDBuf[0] = ":";
    // 码制转换: 1 byte 16 进制数拆成
    2 byte // ASCII 码
    TxDBuf[1] = Hex2Asc [(ch & 0xF0) >>
    4];
    TxDBuf[2] = Hex2Asc [ch & 0x0F];
    sum = ch;
    pD = &TxDBuf[3];
    for (i = 0; i < 5; i++)
    {
        INT8U d;
        d = (* tBuf);
        sum += d;
        * pD = Hex2Asc [(d & 0xF0) >> 4];
        pD++;
        * pD = Hex2Asc [d & 0x0F];
        pD++;
        tBuf++;
    }
    // 和校验码
    sum = 0 - sum;
    * pD = Hex2Asc [(sum & 0xF0) >> 4];
    pD++;
    * pD = Hex2Asc [sum & 0x0F];
    pD++;
    * pD = 0x0D;
    pD++;
}
  
```

```

* pD = 0x0A;
// 数据发送到发送缓冲区, 触发串口发送
中断
Com1_Transmit(TxDBuf, rBuf);
// 回读发送信息, 判断发送是否成功
OSSemPend(Sem_Com1, 50, & err);
if (err == OS_NO_ERR)
return TRUE;
else
return FALSE;
}

```

3 结束语

采用 Modbus 总线协议组网通信, 减化了系统结构, 降低了设备运行风险. 同时, 可对 Modbus 总线进行分时复用, 有效避免通信冲突, 使系统的运行可靠性大大增强. Modbus 协议提供全方位的通信透明, 同样的通信能够在串行链路及以太网上运行, 为系统的升级与扩展提供了便利. 提出的结合现场总线技术与嵌入式技术的方法, 对变频控制应用领域中的设备研制和组网具有一定的借鉴意义.

参考文献:

- [1] 吴新忠, 乔宏颖, 任子晖. 现场总线技术综述[J]. 工矿自动化, 2004(1): 23-25.
- [2] 孙剑峰. 变频调速驱动系统中常用现场总线综述[J]. 工业仪表与自动化装置, 2006(4): 9-12.
- [3] 王永初. 智能控制理论与系统的发展评述[J]. 华侨大学学报: 自然科学版, 2004, 25(1): 1-4.
- [4] 金 纯, 吴小波, 王时龙, 等. $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 在总线式数据采集中的应用[J]. 计算机工程, 2007, 33(6): 259-261.
- [5] 潘长清, 蒋大明, 欧阳劲松. 基于 S3C44B0X 处理器 Modbus 通信协议的实现[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2007(2): 26-27.
- [6] LABROSSE J J. 嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ [J]. 2 版. 邵贝贝, 译. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [7] 吴倚龙, 郝卫东, 赵瑞芳. $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 在 S3C2410 上的整合移植实现[J]. 桂林电子工业学院学报, 2006, 26(4): 271-274.
- [8] 王田苗. 嵌入式系统设计与实例开发[M]. 2 版. 北京: 清华大学出版社, 2003: 208-253.

Development of Control System for Variable Frequency Converter Based on Modbus Protocol

CHANG Mu, HONG Jian

(College of Mechanical Engineering and Automation, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: A designing scheme of controller for variable frequency converter (VFC) based on Modbus protocol is presented since time response of Modbus protocol is weak compared with controller area network-BUS (CAN-bus). The RS-485 communication circuit and program is designed with an emphasis on how to shield the disturbing signal, according to that Modbus protocol for VFD-L series Inverter is need of Network ASCII communication mode. The system provides a hardware software environment in order to enhance the real time performance of Modbus protocol in the practical application, in which S3C44B0X is as the kernel, $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ as the operating system, and S3C44B0X processor is combined.

Keywords: controller for variable frequency converter; Modbus protocol; field bus; embedded system

(责任编辑: 陈志贤 英文审校: 郑亚青)