

基于 CAN 和 RS485 的电动汽车充电机控制系统

王 勇¹, 崔晓丹², 闫 涛³, 惠 东³, 李卫国¹, 易永利¹, 贾俊川¹

(1. 华北电力大学电气与电子工程学院, 北京 102206; 2. 北京电力公司, 北京 100031;

3. 中国电力科学研究院, 北京 100085)

Charging Controlling System of Electric Vehicles Based on CAN and RS485

WANG Yong¹, CUI Xiao-dan², YAN Tao³, HUI Dong³, LI Wei-guo¹, YI Yong-li¹, JIA Jun-chuan¹

(1. School of Electrical and Electronic Engineering, North China Electric Power University, Beijing 102206, China; 2. Beijing Electric Power Corporation, Beijing 100031, China; 3. China Electric Power Research Institute, Beijing 100085, China)

摘要:运用模块化设计方式,设计并实现了基于 CAN 总线和 RS485 通信的电动汽车用充电机控制系统,介绍了这种双层网络控制结构和基于 DSP 的充电控制单元具体的硬件和软件实现方案,该系统能够实现充电过程的远程和现场的双重控制。

关键词:CAN 总线;RS485;模块化设计;分布式控制系统

中图分类号:TP273

文献标识码:A

文章编号:1001-2257(2008)08-0027-04

Abstract:It designs and achieves charging controlling system of electric vehicles based on CAN-bus and RS485 communication with the method of modularization design, particularly introduces the double network controlling structure and the specific implement project of hardware and software based on DSP charging controlling unit, the system enables to achieve the double control of site control and remote control during charging.

Key words:CAN-bus;RS485;modularization design;distributed controlling system

0 引言

清洁、环保、节能的电动汽车已成为世界汽车工业发展的热点^[1]。根据我国的国情,发展电动汽车更是迫在眉睫。目前制约电动汽车产业发展主要有 2 个方面:一是电池本身,二是充电方式。电动汽车充电机作为电池充电的必要手段,其性能好坏和工

艺复杂程度直接影响到电池的使用寿命和电动汽车的推广。本文提出分布式控制系统有望提高充电系统可靠性、灵活性,解决大规模生产中的开发周期长、成本高的问题。

1 系统概述

控制系统由远程监控模块(以下称上位机)、充电控制模块(以下称下位机)和从控面板模块 3 部分组成。操作人员既通过上位机远程控制下位机,实现充电过程的远程控制和监测,也可以在充电现场通过从控面板与下位机的通信完成充电操作。

在系统中由一台 PC 机作为上位机,提供方便的人机交互界面,实现充电命令的发送和充电侧各种信息的采集与管理。下位机作为整个充电控制系统的关键部分,在此选用 TMS320F2812,实现 PWM 调节、数据采集和检测,提供与远程上位机以及从控面板的通信接口。TMS320F2812 一方面能按从控面板或上位机发送的充电控制命令实现充电机的开启和关闭,另一方面可以响应上位机的数据请求,将充电过程中的状态量回传给上位机。以往的很多设计将诸多功能都由 DSP 芯片单独完成,这种做法不仅在硬件上会导致主控芯片外围电路复杂,在软件上也往往使 DSP 芯片程序编写十分烦琐,从而造成整个控制系统的可靠性降低,故障诊断困难。为此将一些实时性不高的任务交给从控面板的从控芯片去完成,通过主从控芯片的通讯来交换数据、传递信息。从控面板以 AT89S8253 为核心,作为键盘和 LCD 的控制器,并提供与下位机的通信接口。通过键盘,用户可以在充电现场完成各种充电操作;下位机采样充电的电压、电流数据传送给从控面板并由 LCD 显示。在充电过程中,上位机与下

收稿日期:2008-04-03

《机械与电子》2008(8)

• 27 •

位机之间通讯的抗干扰性、可靠性要求高,且传输距离较远,在此选用 CAN 总线通信。相比而言下位机与下行面板之间的通信更为简单,选用 RS485 通信。上位机、下位机、从控面板之间通过双层总线连接,彼此分工明确,构成真正的分布式控制系统^[2]。

2 系统硬件设计

2.1 基于 TMS320F2812 的下位机控制模块^[3]

控制电路的控制原理是通过主电路的逆变部分的 PWM(脉宽调制)调节,控制 IGBT 开关管导通、关闭的时间,以达到控制主电路输出部分的电压、电流的大小。整个控制单元以 TMS320F2812 为核心,通过编程和外部电路的配合,实现电动汽车用蓄电池的充电控制,如图 1 所示。

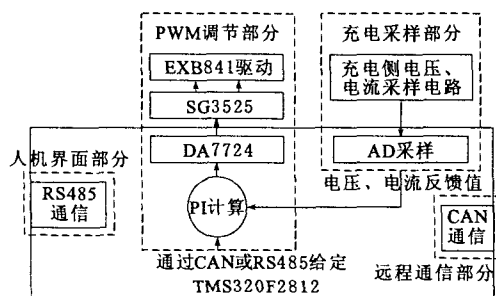


图1 下位机控制单元

a. 数据采样部分。通过霍尔电压、电流传感器以及滤波电路对充电侧的电流、电压信号加以处理,由 A/D 采样电路进行数字采样。

b. PWM 调制部分。TMS320F2812 根据设定的基准电流、电压值以及 a 中采样所得的实际电流、电压值,对实测值与基准值之间的误差信号进行 P(比例)、I(积分)运算,得到电压反馈值,由 DAC7724 输出引脚输出,该输出电压作为调制波与 SG3525 的载波进行比较输出 PWM 信号,控制 IGBT,以实现充电端电压、电流的控制。

c. 远程通讯部分。通过 CAN2.0 控制器与上位机进行通信,以获取充电机开机命令、紧急停机指令,充电过程中的基准电压、电流值,以及将充电过程中的状态量实时传递到回传到 CAN 总线上,并交由上位机 PC 友好地显示。

d. 现场通讯部分。该模块通过 RS485 总线完成下位机与从控面板的通信。从控面板主要包括输入(键盘)和输出(LCD 显示器)2 部分。键盘采用 44 阵循环扫描阵,用于输入基准电压、电流等参数;LCD 显示器用 YM12864R,为现场操作人员获得各

种充电参数提供了良好的界面。

2.2 CAN 通信设计

采用 USBCAN-I 智能 CAN 接口卡与 PC 机的 USB 接口连接到 CAN 网络,构成上位机的网络控制结点。USBCAN-I 智能 CAN 接口卡与 USB1.1 总线兼容,集成一路 CAN 接口的智能型 CAN-bus 通讯接口卡,符合 CAN2.0A/B 协议,通讯波特率在 5 kbit/s~1 Mbit/s 间的任意可编程。

下位机的 TMS320F2812 的 eCAN 模块集成了 CAN 控制器,提供了完整的 CAN 协议,仅需外置收发装置^[3]。这里采用 TI 公司的 SN65HVD230 作为收发器,该收发器具有差分收发能力,最高速率可达 1 Mbit/s。如图 2 所示,CAN 控制器的输出引脚 Tx 接到 SN65HVD230 的数据输入端 D,可将此 CAN 节点发送的数据传送到 CAN 网络中;而 CAN 控制器的接收引脚 Rx 与 SN65HVD230 的数据输出端 R 相连,用于接收数据。图 2 中 RS 通过跳线和一端接地的斜率电阻器(10 k Ω)连接,使其工作在斜率模式下。为了增强 CAN 通讯的可靠性,总线两端并入 120 Ω 的终端匹配电阻。

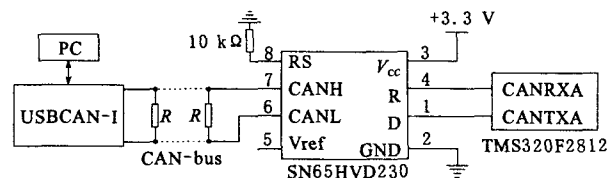


图2 CAN通信结构

2.3 RS485 通信设计

AT89S8253 与 MCS51 系列单片机的指令和管脚兼容。它可以通过引脚 RXD(串行数据接收端)和引脚 TXD(串行数据发送端)进行串行通信,有 2 个物理上独立的接收、发送缓冲器 SBUF,它们占用同一地址 99H,可以同时发送、接收数据^[4]。

TMS320F2812 的可编程 SCI 模块,具有 2 个 I/O 引脚 SCIRXD(串行数据接收端)和 SCITXD(串行数据发送端),具有一个发送器 SCITXBUF 及其主寄存器 TXSHF,存放由 CPU 载人的待发送的数据,并每次一位地将数据移位至 SCITXD 引脚,具有一个接收器 SCIRXBUF 及其主寄存器 RXSHF,每次一位地将 SCIRXD 引脚数据移入,载入 SCIRXBUF 和 SCIRXEMU,由 CPU 读取。

从控面板 AT89C51 系统与下位机 TMS320F2812 系统之间进行异步通信的接口电路如图 3 所示,电路符合简单的 RS485 总线接口标

准。图中使用的接口芯片是 Maxim 公司的 MAX485, MAX485 收发器采用平衡收发和差分接收, 因此具有抑制共模干扰的能力, 通信距离可达几十米到上千米。同 2.2 节, 为了增强 RS485 通讯的可靠性, 总线两端也并入 120 Ω 的终端匹配电阻。

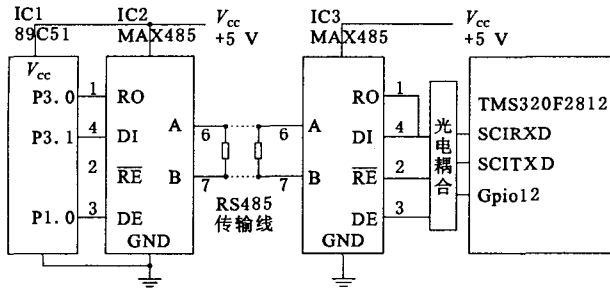


图 3 RS485 通信

3 系统软件设计

3.1 控制单元的程序设计^[3]

下位机的程序设计作为整个控制系统的主体部分, 具有至关重要的作用, 是控制的核心环节。控制过程采用“循环+中断”的程序结构, 对实时性要求不高的 CAN 通信、RS485 通信发送过程, 放在主循环程序中顺序执行, 而对实时性要求较高的 AD 采样过程以及 PI 计算程序放在中断服务程序中, 另因 RS485 通信接收数据的随机性, 也将其放在中断中加以处理。一旦满足了中断触发条件, 相应的子程序将立即得到执行, 保证了控制的实时性。

主程序流程如图 4 所示。完成一系列初始化操作后, 在主循环程序中进行 CAN、RS485 发送过程, 以实现经由 CAN 总线传输的上位机充电控制指令的接收和充电状态量回传, 以及操作员对充电过程现场的控制和监测。

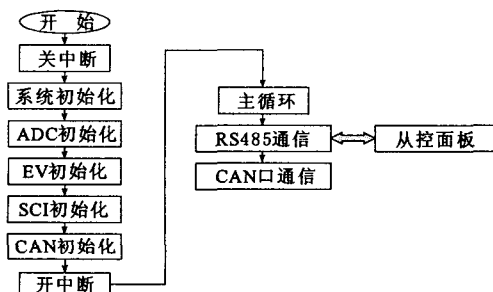


图 4 主程序

ADC 中断服务程序如图 5 所示, 包括电压与电流信号采集、PI 计算和电压输出 3 个过程。充电过程分恒流、恒压 2 个阶段^[4], 通过对采样得到的电压、电流值的判断, 当电压小于阈值电压时, 用大电

流对电池进行恒流充电, 同时电池两测的电压随之变大; 当超过阈值电压时, 改用恒压充电, 在恒压过程中, 当充电侧电流小于终止电流时, 充电结束。

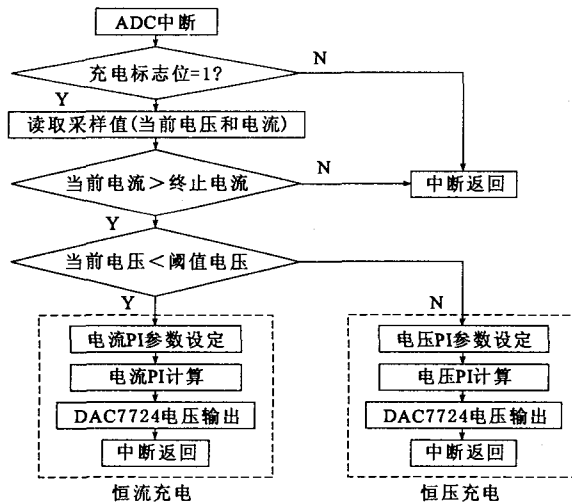


图 5 ADC 中断服务程序

3.2 上位机与下位机的 CAN 通信软件设计

CAN 总线结构模型取 ISO/OSI 参考模型的第 1、2、7 层协议。即物理层、数据链路层和应用层。基于 CAN 总线的通讯系统, 其物理层、数据链路层协议在相关器件中已经实现, 在软件设计时只须考虑应用层协议的制定。应用层协议的设计工作主要集中在标识符(ID)与数据域(Data)2 个部分。

为了让系统更加灵活和有利于节点的进一步扩展, 系统选择扩展帧格式。对 CAN2.0B 的 29 位标识符的定义如图 6 所示。

28~26	25~24	24	23~16	15~8	7~0
P(优先级)	R(保留位)	DP(页码)	PF(帧类型)	PS(目的地址)	SA(源地址)
从0到7, 值越小, 优先级越高, 共8个优先级	取0	可为0或1(现为0, 当PS使用充电机地址超过255时可为1用于扩展充电地址)	使用0~239表帧类型, 共可表面化240种帧类型(240~255时PS为组扩展, 暂用0~239)	上行时该字节为监控计算机地址, 下行时为充电机地址	上行时该字节为充电机地址; 下行时为PC地址

图 6 标识符分配

数据域由 8 个字节组成, 将其分成 4 个部分, 每个部分 2 个字节, 分别用于上位机向下位机发送下行数据以及下位机向上位机发送的上行数据。

系统选用 USBCAN - I 作为上位机通信适配器, 上位机在 VisualC++ 6.0 环境下, 通过调用 API 函数实现系统参数(如波特率、报文标识与屏蔽位等)设置、充电参数设定、数据发送和接收、下位机状态查询等功能。CAN 通讯过程采用定时循环机制, 查询接收下位机上发的数据帧; 而对于数据帧的

下发,亦采用定时循环机制发送。

下位机 CAN 通信包括初始化和数据接收以及发送操作。下位机 CAN 数据接收环节包括接收上位机经由 CAN - bus 的发送数据。如图 7 所示,邮箱接收标志置位时读取接收邮箱的数据区,当接收到开机命令开机标志置 1,当接收到紧急停机指令开机标志置 0;根据接收数据区上位机发送的数据,确定充电动作以及充电参数。发送环节包括定时将充电过程中充电侧参数的发送。借由 ADC 采样环节得到的充电过程中实际的电流、电压,对发送邮箱数据场更新、发送。

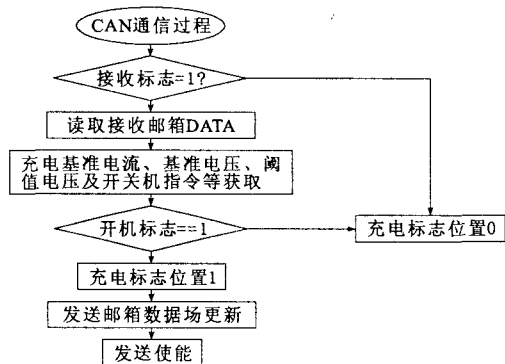


图 7 下位机 CAN 通信过程

3.3 下位机与从控面板之间通信软件设计

在本设计中,下位机 TMS320F2812 的 SCI 模块采用的是空闲线多处理器模式,关闭极性选择功能。它的一帧格式为:1 个起始位(0)、8 个数据位、1 个停止位。从控面板 AT89S8253 以 DSP 已定的模式为基准,串行接口采用工作方式 1,8 位 UART,波特率可变。在方式 1 状态下,串行口为 8 位异步通信接口。一帧信息为 10 位。1 位起始位(0),8 位数据位(低位在先)和 1 位停止位(1)。这样的选择实现了通讯的帧格式的统一。另下位机与从控面板通过 RS485 总线,以数据包的形式由唯一的地址标识,其数据包结构格式如图 8 所示。

开始字节	地址字节	命令字节	数据	检验字节	结束字节
1个字节	1个字节	1个字节	3个字节	1个字节	1个字节

图 8 RS485 通信字节包

设计 TMS320F2812 串行通信软件可采用查询和中断 2 种方式。本设计中,发送数据采用的是查询方式,接收数据采用的是中断方式,如图 9 所示。考虑到下位机接收从控面板发出的充电动作命令的随机性,下位机平时处于数据接收状态,只有在充电过程中(满足充电标志位为 1),才在主循环中定时

发送数据到从控面板。数据发送流程如图 9b,在数据包的缓冲区中存入充电侧参数,然后按数据包的格式发送即可。

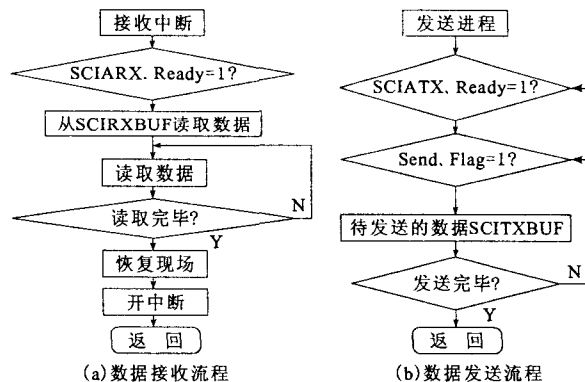


图 9 数据接收与发送

从控面板和下位机使用不同的开发环境,但它们处理 RS485 的流程是类似的。从控面板只有在检测到键盘命令,并判断出是开、关机指令时才发送数据,平时也处于接收状态。接收数据也采用中断方式来完成。

4 结束语

目前已在中国电力科学研究院电工所研制出充电样机,该充电控制系统能较好地实现电动汽车用蓄电池的充电控制,恒流、恒压过程波形平稳。上位机与下位机 DSP 间以及 DSP 与从控面板间的通信可靠,能够迅速、便捷地实现远程和现场的充电操作,充电过程中充电侧的参数能适时、准确地回送并显示到上位机的监控页面和从控面板的 LCD。

参考文献:

- [1] 陈清泉,孙逢春,祝嘉光. 现代电动汽车技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,2002.
- [2] 阳宪惠. 现场总线技术及应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [3] 苏奎峰,吕强,耿庆锋,陈圣俭. TMS320F2812 的原理与开发[M]. 北京:电子工业出版社,2005.
- [4] 赵建领. 51 系列单片机开发宝典[M]. 北京:电子工业出版社,2007.
- [5] 李洪涛,蒋云峰,张蓄. 基于 DSP 的蓄电池智能充电电源的研究[J]. 节能,2005,(1):16-18.

作者简介:王勇 (1982-),男,江苏盐城人,硕士研究生,研究方向为电动汽车充电控制技术;崔晓丹 (1964-),女,黑龙江人,硕士,高级工程师,研究方向为电力系统及其自动化。