

电梯控制系统 CAN 通信节点设计*

丁忠林, 刘尧猛, 于秀丽

(天津科技大学 计算机科学与信息工程学院, 天津 300222)

摘要: 针对电梯控制系统对分布式、实时性和模块化的特点要求, 设计了以 AT91RM9200 微处理器为核心、以 MCP2510 为 CAN 控制器的 CAN 通信节点, 从硬件和软件两方面详细叙述了如何进行 CAN 网络节点的设计, 并将其成功应用在电梯控制系统中, 提高了系统实时响应和抗干扰能力。

关键词: CAN 总线; CAN 控制器; 智能节点; 电梯控制系统; MCP2510

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)07-0033-03

CAN bus communication node design in elevator control system

Ding Zhonglin, Liu Yaomeng, Yu Xiuli

(College of Computer Science and Information Engineering, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: According to the requirement of distributed, real-time and modularization characteristics of elevator control system, CAN communication node is designed by using AT91RM9200 microprocessor as the core and MCP2510 as the CAN controller. The paper describes the hardware and software design of CAN network node, which is applied in elevator control system successfully. It improves the real-time response and anti-interference ability of the system.

Key words: CAN bus; CAN controller; intelligent node; elevator control system; MCP2510

现场总线控制系统 FCS (Fieldbus Control System) 是一种非常典型的实现分布式网络控制的总线结构。它将工业控制现场大量的传感器、电子控制单元和执行机构等装置互连, 实现高准确性、快实时性的控制。CAN (Controller Area Network) 总线属于现场总线的范畴, 它是一种有效支持分布式控制或实时控制的多主串行总线, 能将挂接在其上作为网络节点的智能设备连接成网络系统, 并进一步构成自动化系统, 实现控制的目的。CAN 总线通信具有速度快 (最高可达 1 Mb/s)、传输距离长 (最远可达 10 km) 和干扰小等特点, 被认为是最有前途的现场总线之一, 被广泛应用于交通工具、智能楼宇、医疗仪器和工业现场控制等领域中^[1]。

CAN 总线网络的拓扑结构是多个智能装置节点分别连接在总线上构成局域网, 进行信息传递用以实现实时控制。设备控制器连接到 CAN 总线主要是通过 CAN 控制器和 CAN 驱动器。CAN 控制器主要分为两大类: 一类直接集成在微控制器 (MCU) 上, 即用于控制的 MCU

本身具有用于 CAN 总线通信的模块; 另一类则是独立可编程 CAN 控制器芯片。前者不需另外扩展 CAN 口, 集成度较高, 但价格较昂贵; 后者配置灵活, MCU 的选择范围不受限制, 独立的 CAN 控制器功能也更加完善。CAN 总线驱动器提供了 CAN 总线控制器与物理总线之间的接口, 是影响系统网络性能的关键因素之一^[2]。本文设计了以 AT91RM9200 微处理器为核心、以 MCP2510 为 CAN 控制器和以 PCA82C250 为总线驱动器的 CAN 通信节点, 并应用于电梯控制系统中, 提高了系统实时响应和抗干扰能力。

1 电梯控制系统结构

电梯控制系统的结构示意图如图 1 所示。对于一个单梯系统, 主要包括外呼控制器、内选控制器和主控制器。外呼控制器分布于大楼各层电梯间内, 主要负责收集和向主控制器传送乘客目的楼层的方向 (上行或下行) 信息, 还负责显示目的楼层方向和当前电梯所在楼层等信息。内选控制器位于电梯轿厢内, 主要负责收集和向主控制器传送乘客目的楼层号 (要去第几层) 信息, 还负责显示轿厢内所有乘客的目的楼层号和当前电梯

* 基金项目: 天津市自然科学基金 (08JCYBJ03500); 天津科技大学校基金 (20080222)

所在楼层等信息。主控制器汇总接收到的外呼、内选控制器的信息,依据规则进行逻辑调度以控制电机实现轿厢运行接送乘客,同时发送电梯运行信息给各外呼、内选控制器去显示,此外,主控制器还兼有其他的扩展功能。外呼控制器、内选控制器和主控制器通过 CAN 总线进行信息传递,它把三者连成网络实现了单部电梯系统整体控制。在该控制系统中,外呼控制器、内选控制器和主控制器是分别作为节点挂接到 CAN 总线上的。单部电梯的内部系统结构图如图 1 所示。

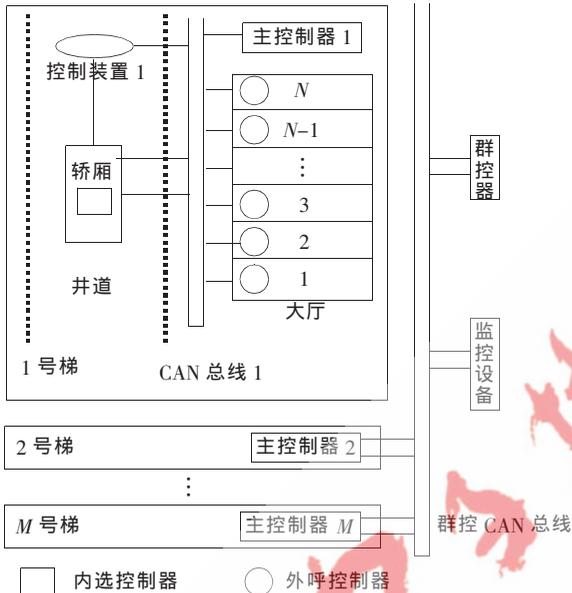


图1 电梯控制系统结构图

与传统 RS-485 总线“主从”的工作方式相比,CAN 总线采用“多主”的工作方式,把各个控制器看成网络中平等自治的节点,相互协调完成总的控制任务,而且这样的结构也有利于提高系统的稳定性。在 CAN 控制器的“多主”的工作方式中,网络中的各节点都可根据总线访问优先权(取决于报文标识符)采用无损结构的逐位仲裁方式竞争向总线发送数据,CAN 协议废除了站地址编码而对通信数据进行编码,这可使不同的节点同时接收到相同的数据,这些特点使得 CAN 总线构成的网络各节点之间的数据通信实时性强,并且容易构成冗余结构,提高了系统的可靠性和灵活性。采取“多主”的工作方式,各个网络节点能根据本身的状态是否发生变化来自主判断是否发送信息,这样与 RS-485 只能以主站轮询的方式进行通信相比,可以有效地减轻网络负载,减小网络时延,增加系统的实时性^[3-4]。

对于目前建筑物中比较常见的由

多个电梯组成的多梯系统,由于要求其能够在调度的性能上实现快速、高效、稳定、节能,因此大多嵌入了一些优化的电梯群控调度算法用以实现复杂控制。这就要求在各电梯独立运行的基础上设置一个群控器用于综合信息结合群控算法实现群组控制。可以采用 CAN 总线将各单梯的主控制器与另外的群组控制器及监控设备等相连组成更高一级的 CAN 网络来实现。如图 1 中的外部群控 CAN 总线。

2 主控制器在 CAN 网络中的节点设计

2.1 节点硬件设计

主控制器 CAN 节点硬件上主要包括 MCU、CAN 控制器和 CAN 驱动器,CAN 通信节点硬件电路原理图如图 2 所示。其由 AT91RM9200 通过 SPI 串行外设接口连接 CAN 控制器 MCP2510 进行数据传输,MCP2510 负责将数据再通过光电耦合器 6N137 连接到 CAN 驱动器 PCA82C250,最后挂在 CAN 网络上与其他 CAN 通信节点进行通信。

针对智能电梯控制系统,除了基本的运动逻辑控制和 CAN 节点网络通信外,还有很多智能功能模块,如视频监控、指纹识别、语音报警和嵌入智能调度算法等,因此要嵌入操作系统进行多任务实时控制,这就对 MCU 性能提出了较高的需求,采用双 51 单片机分别进行逻辑控制和 CAN 节点通信已经不能满足要求。MCU 选取 ATMEL 公司生产的 32 bit ARM 处理器 AT91RM9200,它是一款性能优良的微处理器,在 180 MHz 频率下运算速度高达 200 MIPS;存储器容量大,SRAM 为 16 KB,ROM 为 128 KB,还可以另外通过配置外部总线接口扩展多种类型的存储器,如 SDRAM、静态存储器、Burst Flash、无缝连接的 CompactFlash、SmartMedia 及 NAND Flash 等,适合于对性能和价格要求苛刻的嵌入式设计。AT91RM9200 是一款工业级 MCU,对于工业控制非常适

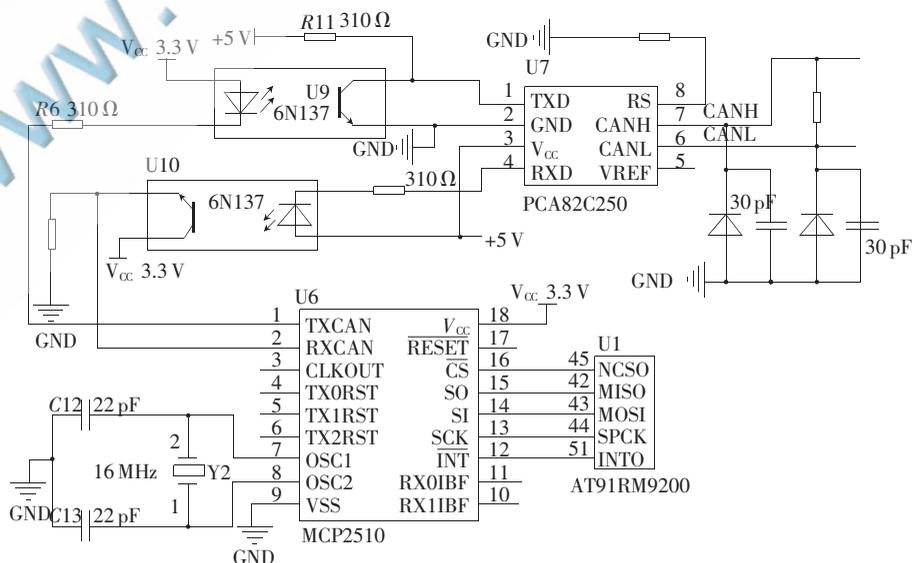


图2 CAN 通信节点硬件电路原理图

合,不但性能卓越,而且价格相对低廉,其集成度也很高,几乎包含了嵌入式应用领域内的各种主流接口,特别是 AT91RM9200 本身含有用于 CAN 总线通信的 SPI 串口通信单元,其 4 路 SPI 接口可以并行连接 4 路 CAN 网络,很适合进行多层次电梯控制的 CAN 网络构建。图 1 的电梯控制结构为单梯控制和群组控制 2 层 CAN 网络结构。

MCP2510 是 Microchip 公司推出的具有 SPI 接口的独立 CAN 控制器。它完全支持 CAN V2.0B 技术规范,通信速率最高可达 1 Mb/s,内含 3 个发送缓冲器、2 个接收缓冲器、6 个 29 bit 验收滤波寄存器 and 2 个 29 bit 验收屏蔽寄存器^[2]。其 SPI 接口时钟频率最高可达 10 MHz,可满足 1 个 SPI 主机接口扩展多路 CAN 总线接口的需要^[3]。

CAN 驱动器选择 PHILIPS 公司的 PCA82C250,其完全符合 ISO-11898 标准,用以完成对物理总线差动发送和接收的功能。PCA82C250 集成了 CAN 协议物理层的部分功能,是 CAN 控制器和物理总线之间的接口。它主要实现了差分电信号的转换,同时具有抗共模干扰、电磁干扰、射频干扰的电气保护功能以及防止电池和地之间发生短路过热保护等功能。PCA82C250 可以连接 110 个节点,满足 CAN 总线 5 kb/s~1 Mb/s 高速率通信的要求^[5]。

为了增强 CAN 总线节点的抗干扰能力,在 CAN 控制器 MCP2510 与 CAN 驱动器 PCA82C250 之间加入了光电耦合器 6N137 进行隔离。为了进一步提高节点的稳定性和安全性,PCA82C250 的 CANH 和 CANL 与地之间并联 2 个 30 pF 的电容来滤除总线上高频干扰;CAN 总线接入端与地之间分别反接 1 个二极管,可以在总线电压发生瞬变干扰时起保护作用。

2.2 节点软件设计

电梯主控器的软件设计主要分为驱动程序和应用程序两部分。主控制器主要有 CAN 总线、以太网、RS232、数字量输入输出和人机接口 5 个模块。在主控制器 MCU 上添加实时操作系统 ARmlinux 可以有效地进行多任务调度,满足智能电梯多功能模块实时的需求。在驱动程序方面,重点对 AT91RM9200 的相关功能寄存器、外围器件 MCP2510 的工作方式和通信方式及其寄存器进行配置,然后编写调试各模块驱动程序;在应用程序方面,将在深入研究电梯工作原理的基础上,结合嵌入式系统应用程序的设计方法,编写电梯控制系统的基本逻辑程序和智能模块应用程序。

在整个电梯控制系统的设计中,CAN 总线起着进行网络通信的作用。这里着重介绍主控制器的 CAN 总线模块的节点软件设计。

从图 2 可以看出,MCU 对 CAN 控制器 MCP2510 的控制是通过 SPI 串口来完成的,MCU 向 CAN 控制器

MCP2510 写 SPI 命令,可以对其进行初始化配置,读写报文帧。

下面先介绍一下针对 MCP2510 定义的一些较重要 SPI 控制命令,如表 1 所示^[4]。

表 1 SPI 控制命令

名称	代码	功能
复位	0xC0	将 MCP2510 内部寄存器复位为缺省状态,并将器件设定为配置模式
读	0x03	从 MCP2510 指定地址起始的寄存器读取数据
写	0x02	将数据写入 MCP2510 指定地址起始的寄存器
位修改	0x05	允许用户将 MCP2510 特殊寄存器中的单独位置 1 或清零

CAN 节点通信模块软件设计的流程图如图 3 所示,主要包括节点初始化、报文发送和报文接收 3 个部分。



图 3 CAN 节点软件流程图

(1) 节点初始化

节点的初始化包括 AT91RM9200 的 SPI 初始化和 MCP2510 的初始化。SPI 初始化包括 PIO 口配置、时钟配置、中断配置、工作模式配置和 MCP2510 片选分配;MCP2510 的初始化包括对各个控制寄存器的初值和波特率的设定,根据已经设定好的节点标志为两个接收缓冲区配置屏蔽寄存器和滤波寄存器。

(2) 报文发送

报文的发送是在 MCU 的控制下通过 SPI 口对 MCP2510 进行操作完成的。节点 MCU 将要发送的数据按照 CAN 通信的帧定义进行封装,调用 SPI 写控制命令将数据写入 MCP2510 指定地址起始的发送缓冲区寄存器中(TXB_n, n=1、2、3),然后调用 SPI 位修改控制命令将 MCP2510 相应的发送缓冲控制寄存器 TXB_nCTRL 的 TXREQ 位置 1,启动发送过程。发送结束后 TXREQ 位自动清零。返回等待继续发送或接收 CAN 报文帧。

(3) 报文接收

报文的接收也是在 MCU 的控制下通过 SPI 口对 MCP2510 进行操作完成的。首先,节点 MCU 查询标识位 t(初始 t=0,表示 MCP2510 没有收到符合本节点屏蔽滤

波的有效报文帧)以检测 MCP2510 是否接收到来自 CAN 总线的报文帧,如果 $t=0$,返回继续检测;如果 $t=1$,则表示 MCP2510 已经收到符合本节点屏蔽滤波的有效报文帧。由 $t=0$ 变为 $t=1$ 是因为如果 MCP2510 的某一缓冲区 $RXB_m(m=1,2)$ 收到有效报文帧后,MCP2510 的中断标志寄存器 CANINTF 的相应位 RX_mIF 会自动置 1,产生相应的中断,进入中断处理程序,则 MCU 开始调用 SPI 读控制命令将此时已经存放在接收缓冲区的 CAN 报文帧读到 MCU 的内存中。待确定接收完毕后,清零引起中断的中断标志位 RX_mIF 。返回等待继续接收或发送 CAN 报文帧。

(4) 中断处理程序

MCP2515 收到 CAN 报文帧后,产生中断并将 INT 引脚置低。AT91RM9200 响应外部中断,并调用与外部中断相对应的中断处理例程。

本文利用 CAN 总线通信具有速度快、传输距离长和干扰小的特点,介绍了实现电梯控制系统各组成控制器的通信问题,详细叙述了如何从硬件和软件两方面实现 CAN 总线的节点设计。可以看出,在复杂系统设计中用

CAN 总线解决通信问题是不错的选择,其有很好的推广价值。

参考文献

- [1] 邬宽明.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.
- [2] 饶运涛,王进宏.现场总线 CAN 原理与应用技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [3] Microchip 公司.MCP2510,stand-alone CAN controller with SPI interface[Z].2003.
- [4] 杨如峰,赵国军,郑尚透.CAN 控制器 MCP2510 在电梯召唤系统中的应用[J].机电设备,2005,26(6):38-40.
- [5] 李貌,秦霆镐,闫世晓.MCP2510 在 CAN 总线系统智能节点的应用[J].微计算机信息,2005(7):37-39.

(收稿日期:2011-12-08)

作者简介:

丁忠林,男,1973 年生,硕士,讲师,主要研究方向:计算机数据通信。