

文章编号: 1671-7848(2007)04-0416-03

## 基于 C8051F040 单片机的最小 CAN 总线系统

金智鹏, 姚凯学, 蒋宏艳

(贵州大学 计算机科学与技术学院, 贵州 贵阳 550025)



**摘 要:** 介绍了一种基于单片机 C8051F040 的最小 CAN 总线系统, 阐述了 CAN 总线及其特点, 以及 C8051F040 单片机中的 CAN 控制器, 由它构成的下位机如何与上位机 PC 组成一个 CAN 总线系统。Cygnal 公司的片上系统 (SoC) 级单片机 C8051F040 功能强大, 代表了目前 8 位单片机控制系统的发展方向。它不仅集成了常用的外设, 而且集成了逐渐成为控制领域首选的高可靠性, 高性能的 CAN 控制器。

**关键词:** 现场总线; CAN 总线; C8051F040 单片机

中图分类号: TP 368

文献标识码: A

## The Minimum CAN Bus System Based on C8051F040 MCU

JIN Zhi-peng, YAO Kai-xue, JIANG Hong-yan

(School of Computer Science & Technology, Guizhou University, Guizhou 550025, China)

**Abstract:** The minimum can bus system based on C8051F040 MCU is introduced and the CAN protocol and specialty are described. CAN module in the C8051F040 MCU is discussed. The PC and C8051F040 are to be composed of CAN bus system. The SoC C8051F040 MCU, made by Cygnal Company, has powerful functions and stands for the orientation of development of 8 bits MCU. The system has the common equipments and the reliable and useful CAN controller which is becoming the best one in control field.

**Key words:** field bus; CAN bus; C8051F04X MCU

### 1 引言

CAN 网络( Controller Area Network )是现场总线技术的一种, 它是一种架构开放、广播式的新一代网络通信协议, 称为控制器局域网现场总线。CAN 网络原本是德国 Bosch 公司为欧洲汽车市场所开发, 推出之初是用于汽车内部测量和执行部件之间的数据通信。对机动车辆总线和对现场总线的需求有许多相似之处, 即能够以较低的成本和较高的实时处理能力在强电磁干扰环境之中可靠工作。因此 CAN 总线可广泛应用于离散控制领域中的过程监测和控制, 特别是工业自动化的底层监控, 以解决控制与测试之间的可靠性和实时数据交换。

### 2 CAN 总线特点

CAN 总线有如下基本特点:

①CAN 协议最大的特点是废除了传统的站地址编码, 代之以对数据通信数据块进行编码, 并且可以在多主方式下工作。②CAN 采用非破坏性仲裁技术, 当两个节点同时向网络上传送数据时, 优先

级低的节点主动停止数据发送, 而优先级高的节点可不受影响地继续传输数据, 有效避免了总线冲突。③CAN 采用短帧结构, 每一帧的有效字节数为 8 个(CAN 技术规范 2.0A), 数据传输时间短, 受干扰的概率低, 重新发送的时间短。④CAN 的每帧数据都有 CRC 校验及其他检错措施, 保证了数据传输的高可靠性, 适于在高干扰环境中使用。⑤CAN 节点在错误严重的情况下, 具有自动关闭总线的功能, 切断它与总线的联系, 以使总线上其他操作不受影响。⑥CAN 可以点对点、一点对多点(成组)及全局广播集中方式传送和接受数据。⑦CAN 总线直接通讯距离最远可达 10 km/5 Kbps, 通讯速率最高可达 1Mbps/40 m。⑧采用不归零码(NRZ-Non-Return-to-Zero)编码/解码方式, 并采用位填充(插入)技术。

### 3 CAN 控制器构成及主要的寄存器

C8051F040 单片机是由美国 Cygnal 公司生产的完全集成的混合信号系统级芯片 SoC (System on Chip), C8051F040 内部集成的 CAN 控制器为 Bosch

CAN 控制器,符合 Bosch 规范 2.0A(基本 CAN)和 2.0B(全功能 CAN)。CAN 控制器包含一个 CAN 内核、报文 RAM(独立于 CIP-51 的 RAM)、报文处理机和控制寄存器。CAN 控制器是一个协议控制器,不提供物理层驱动器(即收发器)。CAN 控制器的工作位速率可达 1M 位/s,实际速率可能受 CAN 总线上所选择的传输数据的物理层的限制。CAN 处理器有 32 个报文对象,可以被配置为发送或接收数据。输入数据、报文对象及其标识掩码存储在 CAN 报文 RAM 中。所有数据发送和接收过滤的协议处理全部由 CAN 控制器完成,不用 CIP-51 干预。这就使得用于 CAN 通信的 CPU 带宽最小。CAN 控制器的构成如图 1 所示。

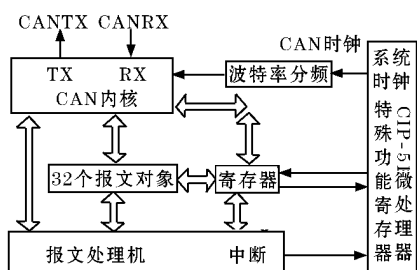


图 1 C8051F040 CAN 控制器构成

Fig.1 The composition of CAN controller

1) CAN 控制器协议寄存器 CAN 控制器协议寄存器用于配置 CAN 控制器,处理中断,监视总线状态,将 CAN 控制器置于测试模式。

2) 报文对象接口寄存器 有两组报文对象接口寄存器,用于配置向 CAN 总线发送和从 CAN 总线接收数据的 32 个报文对象。报文对象可以被配置为发送或接收,并被分配报文标识,以便所有 CAN 节点进行接收过滤。报文对象保存在报文 RAM 中,用报文对象接口寄存器对其访问和配置。用间接索引地址法通过 CIP-51 的 CANOADR 和 CANODAT 寄存器访问这些寄存器。

3) 报文处理器寄存器 报文处理器寄存器为只读寄存器。用间接索引法通过 CANOADR, CANODATH, CANODATL 寄存器访问它们的标志位。报文处理器寄存器提供中断、错误、发送/接收请求和新数据信息。

4) C8051F040 特殊功能寄存器 C8051F04X 系列器件用特殊功能寄存器(SFR)来配置、监测和控制其外设。CAN 控制器寄存器中只有 3 个可以直接用 SFR 访问。但是可以通过 3 个 CIP-51 MCU 的 SFR(CAN 数据寄存 CANODATH 和 CANODATL, CAN 地址寄存器 CANOADR)间接访问所有 CAN 控制器寄存器。

#### 4 CAN 控制器应用时寄存器配置

CAN 控制器在应用时,根据所要完成功能的不

同而需要不同的配置,这包括报文对象初始化处理、发送对象配置、接收对象配置、中断处理配置。另外,还有发送对象的更新、位定时寄存器配置。

1) 报文对象初始化处理 报文 RAM 中的报文对象(除 MsgVal, NewDat, IntPnd 和 TxRqst)配置不受芯片复位的影响。所有的报文对象在使用前必须由 CPU 来初始化为零或者被设置为无效。报文对象的配置是通过相应的接口寄存器来设置其屏蔽码、仲裁场、控制场和数据场值,而这一设置过程由相应的 IFX 命令请求寄存器来完成。当 CAN 控制寄存器中的 Init 位置零, CAN 内核中的 CAN 协议控制器状态机制和报文处理状态机制将控制 C-CAN 的内部数据流。接收到的报文通过接收滤波后都存放在报文 RAM 中,而得到传输请求的报文都要移入 CAN 内核的移位寄存器中,并通过 CAN 总线传出。

2) 发送对象的配置 当报文对象作为发送对象时,仲裁寄存器(ID28-0 和 Xtd 位)将被应用,它们定义了即将发送的报文识别符和类型,如果使用 11 位识别符(标准帧),那么使用的是 ID28 ~ ID18,而 ID17 ~ ID0 将被忽视。如果 TxIE 位被置位,则 IntPnd 位在此报文对象被成功发送后被置位;如果 RmtEn 位被置位,在接收到匹配的远程帧将引起 TxRqst 位被置位。若数据寄存器(DLC3-0, Data0-7)将被使用, TxRqst 和 RmtEn 在数据有效前不会被置位。

3) 接收对象的配置 当报文对象作为接收对象时,仲裁寄存器(ID28-0 和 Xtd 位)将被应用,它们定义了即将接收的报文识别符和类型,如果使用 11 位识别符(标准帧),那么使用的是 ID28 ~ ID18,而 ID17 ~ ID0 将被忽视。如果 11 位标识符的数据帧被接收, ID17 ~ ID0 将被置 0。如果 RxIE 位被置位,则 IntPnd 位在此报文被成功接收并存储于报文对象后被置位;若数据长度寄存器(DLC3-0)将被使用,当报文处理器在报文对象里存储报文时,如果报文长度小于 8 位,那么存储的是未定义的值。屏蔽寄存器(Msk28-0, Umask, Mxtid 和 MDir 位)可以用来(UMask = '1')允许相同识别符的数据帧组被接收。

4) 中断处理 在所有中断中,状态中断具有最高优先级,报文对象的中断优先级随着报文编号的增大而减小。如果有几个中断产生,那么 CAN 中断寄存器将指向优先级最高的中断,而不是按中断先后顺序排列。状态中断通过读取状态寄存器来清除,报文中断通过清除报文对象的 IntPnd 位来清除。处于中断寄存器中的中断识别符 IntId 能表明中断的原因,如果这个寄存器的值为 0,没有中断

产生;否则,有中断发生。CPU 控制着状态寄存器的改变是否可以引起中断(CAN 控制寄存器中的 EIE 和 SIE 位);当中断寄存器的值不为 0(CAN 控制寄存器中的 IE 位)时中断队列是否有效。CPU 有两种方式判断报文中断源,其一种是判断中断寄存器中的 IntId 位;另一种是顺序扫描中断发生寄存器。

## 5 最小 CAN 通信系统

在本应用中,CAN 总线完成下位机各部分之间的通信以及各下位机与上位机之间的通信。下位机以单片机 C8051F040 为核心,上位机由 PC 机构成。C8051F040 单片机集成了 CAN 控制器,只需要外加一个 CAN 收发器件(PC82C250),即可连入 CAN 网络。PC 与 CAN 控制器相连后,它再通过 CAN 收发器进入 CAN 网络。要实现 CAN 控制器和 PC 的 CPU 之间的通信,有 3 种方式可以实现。

①直接利用 PC 机主板的总线,将 CAN 控制器作为 CPU 的一个外设。②利用 PC 机提供的平行口(打印机接口)实现和 CAN 控制器的通信。③利用 PC 机串行口实现和 CAN 的控制器的通信。

由于 RS-232 的通信速率较低,使系统灵活性都受到了很大的限制,所以本文选用 CAN 网络控制芯片 SJA1000,它的数据通信采用 8 位并行结构,为了简化电路的设计,避免串-并之间的相互转换,采用的是第二种方式。

1) 上位机与 CAN 总线系统的通信 本文是通过 PC 的 EPP 口和 CAN 总线控制器芯片 SJA1000 相连。实际上就是一个 CAN-EPP 接口板。这个接口板主要由 CAN 控制器芯片 SJA1000 和 CAN 收发器芯片 PCA82C250 组成。它们的具体功能如下:

① CAN 控制器芯片 SJA1000 是一种带有 CAN2.0 A/B 协议的独立 CAN 总线控制器,它在硬件和软件上都与 PHILIPS PCA 82C200 CAN 总线控制器兼容。在接口板中,SJA1000 主要负责接受和发送 CAN 总线报文,报文滤波和处理总线通信中产生的错误。② CAN 收发器芯片 PCA82C250 是 CAN 控制器和物理总线之间的接口芯片,它可以增强总线的驱动能力,从而增加 CAN 总线的通信距离并使得一条总线上可以挂更多的节点。它可提高总线的差动发送和接收能力。它与 ISO11898 标准完全兼容,有三种不同的工作方式,即高速、斜率控制和待机,可根据实际情况选择。

2) 下位机与 CAN 总线系统的通信 由于 C8051F040 内部的 CAN 控制器只是个协议控制器,不能提供物理层驱动,所以在使用时还需外加 CAN 总线收发器,这里也使用 PCA82C250 收发器。

3) 系统的连接 本文所介绍的最小的 CAN 通

信网络的构成,如图 2 所示。

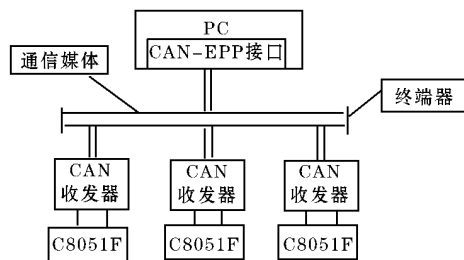


图 2 CAN 通信网络的构成

Fig.2 The composition of CAN communication network

它是由带有 CAN-EPP 接口板的上位机,底层模块以及带有终端的通信媒体(这里是双绞线)组成的总线型的通信网络。首先将做好的 CAN-EPP 接口接到 PC 机的 EPP 并口,并确认已经在 PC 机的 BOIS 中将并行口模式设置成 EPP 模式。再将 CAN-EPP 接口板以及各 CAN 模块的 CANH 和 CANL 端口并联到双绞线上,然后在双绞线的两端之间各接上一个  $120\ \Omega$  左右的电阻作为 CAN 总线的终端器,使得两线构成一个闭环电路。这样,就构成了第一个 CAN 总线的测试系统。整个系统还需要电源。这里选用的是 24 V 直流电源,所以用一个能提供 24 V 直流电的开关电源作为这个系统的电源就可以了。

## 6 结 语

Cygnal 公司的 C8051F040 单片机是一种完全集成的混合信号系统级芯片(SoC),它具有与 8051 指令集完全兼容的 CIP-51 内核,代表了 8 位单片机的发展方向。它不仅集成有常用的外设,而且集成了逐渐成为控制领域首选的高可靠性、高性能 CAN 控制器。本文详细描述了使用该芯片设计的 CAN 总线系统的硬件设计方案和使用该控制器如何配置其控制寄存器,该系统可以方便地运用到分布式在线测控系统中。它具有可靠性好、实时性强、结构简单紧凑、性能价格比高、安装维护简单方便的特点。

## 参考文献 (References):

- [1] 史久更,张培仁,陈真勇. CAN 现场总线系统设计技术 [M]. 北京:国防工业出版社,2004. (Shi Jiugeng, Zhang Peiren, Chen Zhenyong. The design technique of CAN field bus system [M]. Beijing: Publisher of National Defense Industry, 2004.)
- [2] 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. (Tong Changfei. The development and C language programming on a series of C8051F MCU [M]. Beijing: Publisher of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2005.)
- [3] Silicon Laboratories Inc. Bosch CAN User's Manual [OL]. <http://www.xhl.com.cn>, 2007.
- [4] 新华龙电子. C8051F04x 数据手册 [OL]. <http://www.xhl.com.cn>, 2007. (New China Dragon Electronic Co Ltd. C8051F04x User's Manual [OL]. <http://www.xhl.com.cn>, 2007.)