

# 基于 C8051F040 的数据传输嵌入式系统开发

刘敬彪 艾勇福 盛庆华 (杭州电子科技大学 电子信息学院 浙江 杭州 310018)

**摘要:** 为了解决嵌入式设备与计算机不能直接互联通信或者通信距离短的问题,基于 C8051F040 单片机和高速 UART 串行端口及其内置 CAN 控制器,开发一套适合多种总线接口配置要求的通用数据传输嵌入式系统。该系统具有总线接口配置灵活、数据及事物处理能力强等特点,具有一定的通用性。本系统已成功应用于深海取样钻机监控系统中各功能模块相互数据传输,系统运行稳定、可靠。

**关键词:** 嵌入式设备;计算机;C8051F040 单片机;数据传输;总线接口

## Development of Data Transmission Embedded System Based on C8051F040

LIU Jing-Biao, AI Yong-Fu, SHENG Qing-Hua

(Electronic Information Institution, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** To solve the problem of direct communication failure or short distance communication between embedded devices and computer, based on C8051F040 single chip and its High-speed serial interface and CAN controller, a general data transmission embedded system has been developed. It can satisfy many kinds of bus interface configuration requirements. The embedded system has the following characteristics: a flexible bus interface configuration, a good processing capability for data and transaction, and suits general purposes for embedded system development based on bus interface. It is stable, reliable and used to transmit data between functional modules in the drilling machine in the deep sea.

**Keywords:** embedded devices; computer; c8051f040 single chip; data transmission; bus interface

## 1 引言

由于海洋的特殊恶劣环境条件和海底作业的困难性,致使很多工作相比较在陆地要求更高。通常岩心取样钻机通过铠装同轴钢缆被放置海底,船上甲板监控系统对钻机发送监控命令,实现钻机自动取样,将钻机的采集控制参数以及附带的高度计、CCD 摄像机、CTD 温盐深仪等采集到的数据信息通过铠装电缆传到数公里远的船上甲板进行显示。而且取样钻机在深海作业需要大功率电源供电,甲板供电系统也要实时地将能源与数据信息混合传输到水下钻机系统。另外,海底到船上甲板通信距离非常远,而且采集到各类信号需要整合成一串数据帧传到甲板实时显示。要保证水下各模块可靠通信,确保甲板能实时传输能源

出极高的要求。本系统正是从中深孔岩心取样钻机要求有可靠的数据传输出发,基于 C8051F040 单片机开发了一套具有良好的 CAN 接口、RS232、RS485 和 RS422 等多种通用配置接口要求的嵌入式系统,以满足拥有接口种类多的取样钻机系统的开发,使取样钻机系统各类传感器采集到的数据信号能够整合成一串数据帧传送到甲板,解决了数据传输中的关键技术难题。

本文第 2 节介绍总体结构设计。第 3 节给出了硬件系统设计原理方法。第 4 节给出应用程序开发框架。第 5 节给出一个应用实例。第 6 节对前述的工作进行总结并说明当前应用情况。

基金项目:国际海底区域研究开发“十一五”项目(DYXM-115-03-09-01)

收稿时间:2009-07-13;收到修改稿时间:2009-08-10

## 2 总体结构设计

C8051F040 是目前应用较多的一类高性能单片机<sup>[1]</sup>,具有运算主频高(最高可达到 40MHz)、内置模块多(CAN 控制器、高速串行端口 UART、SPI 模块等)、事物处理能力强等特点,对于一般运算处理,完全能够满足要求。单片机内置有 CAN 控制器,只需简单外接 CAN 收发器就可以方便链接到 CAN 总线通信网络,参与数据的收发。通过 CAN 总线传输信号具有信号抗干扰能力强、通信结构配置灵活、数据传输速度快等优点。考虑到取样钻机系统中有基于 RS232、RS485 等标准接口的模块设备,为了通信便捷,本系统另外引出了 RS485 接口和多个 RS232 串行接口,整个系统结构设计如图 1 所示。

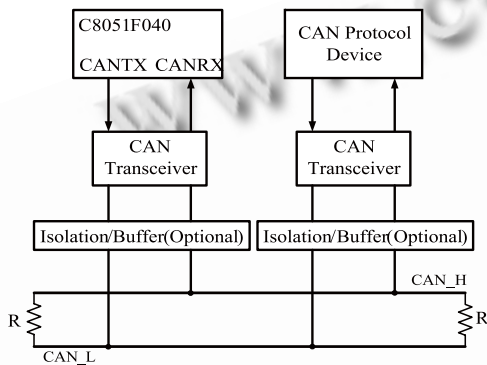


图 1 总体结构设计框图

该嵌入式系统的主要工作流程是:通过 RS485 总线可以接到基于 RS485 的网络,与具有 RS485 接口模块进行实时通信,也可以通过 CAN 总线接口链接到 CAN 总线网络,参与数据报文的收发。嵌入式系统接收到控制命令后,执行相应的动作,如通过单片机 I/O 端口控制继电器的通断,从而间接智能远程控制外围电路的通断。C8051F040 内置了两个 UART,为了满足系统需求多串口,采用了 PHILIPS 公司的四串口扩展芯片 SC16C654,从而构成了具有 6 个串行接口、一个 CAN 总线接口、一个 RS485 接口的多功能数据接口嵌入式系统。

## 3 硬件系统设计原理与研制

本节将对嵌入式系统的 CAN 总线接口、RS232 转 RS485 接口、扩展多串口设计原理及硬件系统设计及研制进行详细说明,以完成该嵌入式系统的硬件开发。

### 3.1 CAN 总线接口设计原理分析

C8051F040 单片机内置有局域网(CAN)控制器<sup>[2]</sup>,用 CAN 协议进行串行通信。CAN 控制器包含一个 CAN 核、消息 RAM、消息处理状态机和控制寄存器。C8051F040 内置的 CAN 控制器是一个协议控制器,不提供物理层驱动器(收发器),使用时必须外接 CAN 收发器才能链接到 CAN 总线网络参与报文收发。如图 2 所示:为 CAN 总线上一个典型的配置示例。

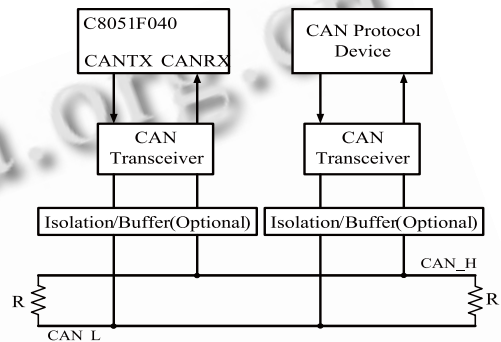


图 2 典型 CAN 总线配置

在本系统中依据上述原理采用了一款带隔离的高速 CAN 收发器芯片 CTM1050,实现 CAN 接点的收发与隔离功能<sup>[3]</sup>。芯片集成了必需的 CAN 隔离及 CAN 收发器件,将 CAN 控制器的逻辑电平转为 CAN 总线的差分电平,其接口简单,操作方便。整个设计电路如图 3 所示:

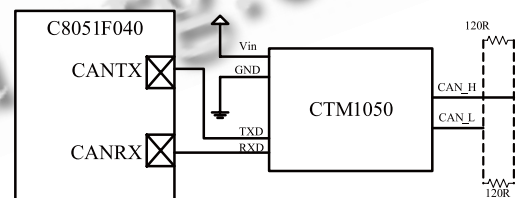


图 3 CAN 接口电路

### 3.2 RS485 总线结构设计

对于大多数分布式控制系统来说,其通信距离一般为几十米到几千米不等,RS232 接口不能满足此类系统的要求,目前广泛采用的是 RS485 总线接口。而且在工业控制领域当中,一般用 PC 机为上位机,与单片机构成的数据采集与控制系统组成主从分布式控制系统。单片机通过 RS485 接口传送信息,PC 机由 RS232 接口向外发送和接受数据,通过 RS232/RS485 转换器与多个单片机系统进行通信。本文给出一种非常方

便的设计电路，具体设计电路如图 4 所示：

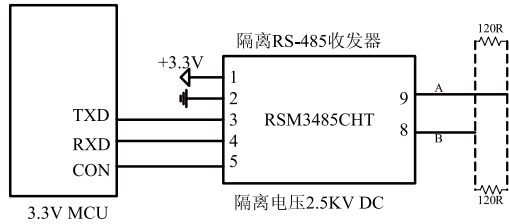


图 4 RS485 接口电路

本系统采用的是 RS485 系列隔离收发器模块，该系列模块内部集成电源隔离、电器隔离、RS485 收发器及总线保护器。RS485 收发器采用平衡发送和差分接受，具有抑制共模干扰的能力，而且 RS485 收发器具有很高的灵敏度，能检测低至 20mV 的电压，传输信号可在千米以外得到恢复。

### 3.3 多串口电路设计

采用 PHILIPS 公司的芯片 SC16C654 实现串口扩展。该芯片功能强大，内部集成 4 个串口，由通用 I/O 即可扩展，能处理 5Mbit/s 的数据流量，且每个 UART 由独立的输入输出缓冲器，能自主设置波特率。具体电路设计如图 5 所示：

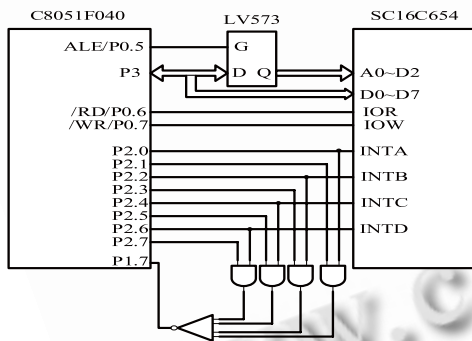


图 5 SC16C654 串口扩展电路

由于 SC16C654 有大容量 FIFO 的存在，对 SC16C654 扩展的串口进行操作就相当往扩展的 RAM 里读写数据，读出的数据既是串口收到的数据，写入的数据既是串口发送的数据。因为采用地址、数据复用，需要增加锁存器 LV573，P3 口为数据地址复用口，PO.5 使能控制。单片机只有两个外部中断，将 P2 端口引脚分别通过与门、或非门连接到 P1.7，这样当 SC16C654 的某个串口收发数据产生中断时，该串口的 INTx 电压升高，触发或非门输出电压由高

到低的跳变，该跳变触发 C8051F040 外部中断，从而进行相应的数据处理。

### 3.4 单片机最小系统电路设计

在硬件总计结构设计中还包括单片机 JTAG 电路、外部复位电路、时钟电路以及电源电路等部分，最小系统电路设计框图说明如图 6 所示。

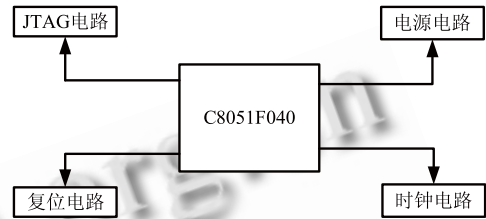


图 6 最小系统框图

C8051F040 内置 JTAG 接口和逻辑控制电路，提供在系统测试时所需边界扫描功能及非侵入式在线调试。JTAG 接口使用 4 个专用引脚，分别是 TCK、TMS、TDI 和 TDO。外部复位电路确保电源掉电后，复位端能够快速放电，使电源在连续开关时能可靠复位。本系统采用外部振荡器为 C8051F040 单片机的时钟电路，选用 22.1184MHz 的石英晶体作为外部振荡源。电源电路部分根据实际需要采用了两级设计方案，其中一级电路采用开关型降压 DC/DC 电源模块 LM2576，24V 直流输入，5V 直流输出；二级电路采用线性稳压型 DC/DC 电源模块 SPX1117-3V3，5V 直流输入，3.3V 输出。整个电源电路可以同时满足 5V 直流或 3.3V 直流电压输入需要，使该嵌入式系统具有较强的通用性。

## 4 应用程序开发框架

对该嵌入式系统的应用开发框架进行系统说明，以便为具体应用程序设计奠定基础，主要内容包括：系统寄存器定义、系统配置初始化、CAN 外设初始化、CAN 双节点通信主程序以及上位机软件设计。

### 4.1 系统寄存器定义

系统寄存器定义是指对微处理器内部用户可以操作的寄存器地址进行标识符定义，以使用户在应用程序开发时对相关寄存器操作。系统寄存器定义通常是以头文件的形式包含在 C 源文件中，C8051F040 的寄存器定义头文件是“c8051f040.h”，所定义的寄存器有特殊功能寄存器地址定义、位寄存器定义、页索引号定义、与串行端口、CAN 操作相关的寄存器定义等。

## 4.2 系统配置初始化

系统配置部分是指为了保证单片机正常运行而需要进行相关参数设置的部分。系统配置初始化通常在系统配置初始化函数 config() 中实现,具体包括:系统时钟初始化、外部存储器配置模式初始化、GPIO 端口初始化、交叉开关配置端口初始化、看门狗定时器与复位源初始化、特殊功能外设端口及工作模式初始化等。

## 4.3 CAN 外设初始化

在具体应用 C8051F040 单片机中某一外设或部分外设之前,需要对其进行相关参数设置和配置,以保证系统正常运行。

下面对 C8051F040 内置 CAN 总线控制器<sup>[4]</sup>的初始化内容进行说明,以便为后续应用程序开发奠定基础。首先清除 CAN 消息对象、初始化接收消息对象、初始化发送消息对象、设置 CAN 通信波特率,最后启动 CAN 通信。

## 4.4 CAN 双节点通信

应用程序主要包括:CAN 寄存器定义、系统初始化模块、CAN 初始化模块、CAN 消息发送程序、CAN 消息接受程序及中断处理程序<sup>[5]</sup>。程序结构框图如图 7 所示。

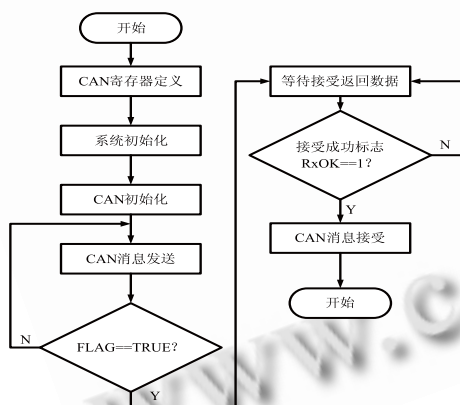


图 7 CAN 双节点数据传输

通过开发完成的数据传输嵌入式系统 CAN 总线接口与单片机 CAN 接口组成双节点通信。联机调试后,整个系统正常工作可靠,接受到了发送给单片机系统回传的数据帧,从而验证了该嵌入式系统的硬件设计及软件开发的正确性。

## 4.5 上位机软件设计

上位机监控软件的设计采用 Visual Basic 语言<sup>[6]</sup>。VB 是 Windows 环境下简单、易学和高效的可视化编

程语言,它不但提供良好的界面设计工具,而且在微机串口通信方面有很强的功能。应用 VB 提供的 MSComm 控件可以完成本系统与上位机的串口通信。使用 MSComm 控件进行通信的流程如图 8 所示。

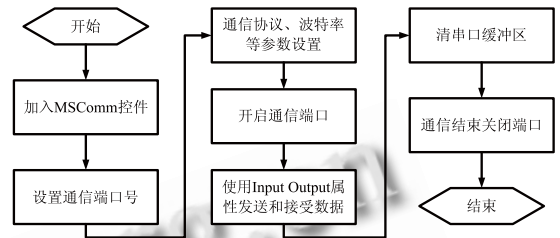


图 8 串口通信流程图

## 5 应用实例

CAN 总线是现场总线的一种,广泛应用于各个领域。各种数据终端、嵌入式系统等都携带有 CAN 总线接口。本系统就是为了解决拥有不同接口的各种设备能够彼此通信,而设计了数据传输嵌入式系统。现将本嵌入式系统应用于中深孔岩心取样钻机水下测控系统与上位机实时通信中。整个原理示意图如图 9 所示:

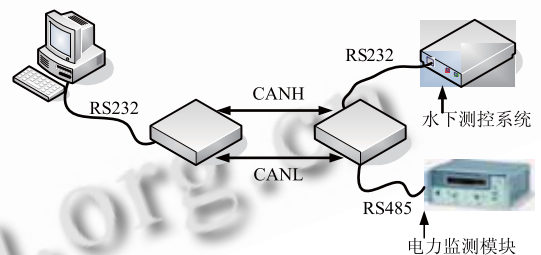


图 9 数据传输系统设计

船上甲板数据传输模块与上位机 PC 通过 RS232 接口进行通信,水下数据传输模块与水下测控系统也通过 RS232 接口进行通信,两块数据传输系统通过 CAN 接口通信。船上甲板与水下测控中心通信距离比较远,采用一般的工业总线无法满足通信要求,可以采用抗干扰能力强、数据传输距离远的 CAN 总线接口完成数据传输。

## 6 结语

本文采用 C8051F040 单片机及其内置的 CAN 控制器、高速串行端口,成功研制了一套适合多种总  
(下转第 68 页)

线接口配置要求的嵌入式系统,扩展了 4 个 UART 端口,能够满足要求串行端口多的场合。本系统成功应用于岩心取样钻机控制系统中的数据传输中,系统运行稳定、可靠。

通过实验测试,该嵌入式系统的硬件设计及软件开发构架合理有效,而且具有较强的通用性,可以用于开发各种要求多种接口通信的嵌入式控制系统场合。

### 参考文献

1 童长飞.C8051F040 系列单片开发与 C 语言编程.北京:北京航空航天大学出版社,2000. 191 - 252.

2 饶运涛,邹继军.现场总线 CAN 原理与应用技术.北京:北京航空航天大学出版社,2003. 52 - 70.

3 Datasheet CTM1050 Hi-speed CAN transceiver isolation 2006 Guangzhou ZHIYUAN Electronics Cooperation.

4 李迎,孙亚飞.基于 C8051F040 的 CAN 总线接口嵌入式系统开发.电子测量技术,2009,32(2):90 - 94.

5 Robert Bosch GmbH. C\_CAN User's Manual. Revision 1.2, 2000. 29 - 36.

6 王栋.Visual Basic 程序设计实用教程.北京:清华大学出版社,2002. 95 - 250.