

# SMBus协议分析及其在双MCU通讯中的应用

*SMBus Protocol Analyse and Its Using in the Communication between 2 MCU*

(华北电力大学) 崔健 鲁志平

Cui, Jian Lu, Zhiping

**摘要:** SMBus 是一种高效率的同步串行总线。本文在分析其通讯协议的基础上, 认为采用 SMBus 通讯协议作为双 MCU 间的通讯协议可以达到既节省引脚又减少时钟周期的效果。最后, 以 C8051F310 为例, 给出了具体实施方案和程序流程。

**关键字:** SMBus; 双 MCU 系统; 通讯协议

中图分类号: TP393

文献标识码: B

文章编号: 1008-0570(2004)06-0099-02

**Abstract:** SMBus is a kind of synchronous serial bus with high efficiency. In this paper, its protocol is analysed, and a good effect with little need of pin magnitude and clock time can be seen in the communication between 2 MCU via SMBus. A program flow chart on the communication is also provide, as an example using C8051F310 via SMBus.

**Keyword:** SMBus; Double MCU system; communication protocol

## 1 引言

在双 MCU 系统中, 2 片 MCU 之间的通讯能否达到协调简易是一个必须考虑的问题。文献 1 中介绍了传统的通讯方案, 有采用并口的直接通讯, 使用 UART 的异步串行通讯, 使用 SPI 的同步串行通讯以及使用双口 RAM 的新方案。但是这些方案不是占用硬件资源多就是软件实现繁琐, 甚至成本偏高。而本文所要讨论的采用二线总线的 SMBus (System Management Bus) 则能满足绝大多数情况下对传输速率、信号稳定性、电路结构以及软件开发的需求, 是目前单片机技术发展的一种趋势。

## 2 SMBus 协议分析

### 2.1 标准概述

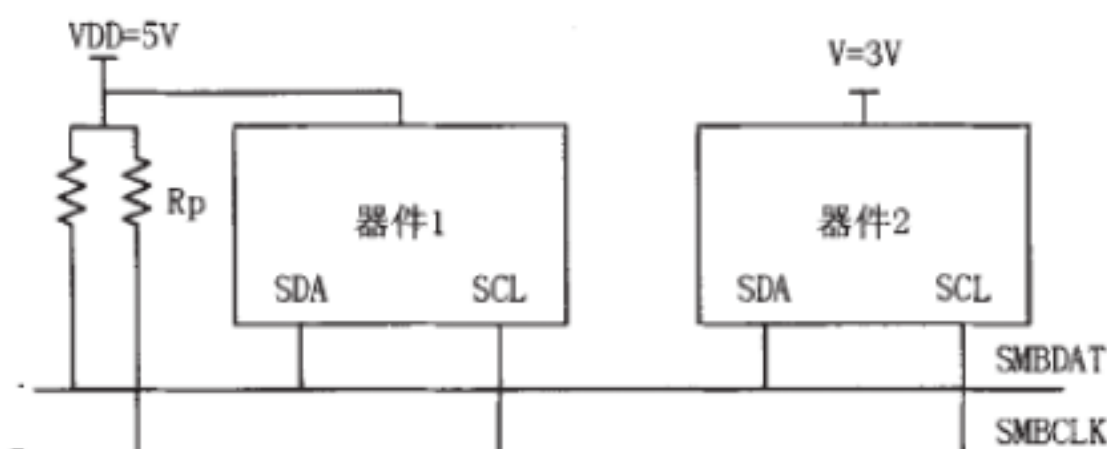


图 1 SMBus 拓扑图

SMBus 标准最早由 Intel 公司于 1995 年发布, 它以 Philips 公司的 I2C (Inter-IC) 总线为基础, 面向于“不同系统组成芯片与系统其他部分间的通讯”[文献 2]。目前 SMBus 的最新版本是 2.0 版。随着其标准的不断完善与更新, SMBUS 已经广泛应用于 IT 产品之中, 另外在智能仪器、仪表和工业测控领域也得到了越来越多的应用。SMBus 的广泛应用与它卓越的硬件标准和简

便的软件协议是分不开的。

在最新的 Version 2.0 中, SMBus 又被规范到 7 层 OSI 网络模型的前三层物理层 (physical layer)、数据链路层 (data link layer) 和网络层 (network layer) 之中。

### 2.2 通讯系统的结构

图 1 所示的是一个典型的 SMBus 通讯系统。数据线 SMBDAT 和时钟线 SMBCLK 都是双向的。这是个 5V 的 SMBus 系统, 包括一个由总线  $V_{DD}$  内部供电的器件 1 和一个自供电的器件 2。Rp 是上拉电阻, 另外按照 SMBus 的标准, 器件的 SCL 端和 SDA 端都必须是漏极开路或集电极开路的, 因而当总线在空闲时, 这两条线总能保持高电平, 以便器件能够检测到总线的空闲状态。SMBus 的标准传输速率是 100KHz~200KHz, 但实际上最大可达系统时钟频率的十分之一, 这取决于用户的设置。当总线上接有不同速度的器件时, 可以采用延长 SCL 低电平时间的方法来同步它们之间的通讯。

### 2.3 协议中的信号定义

SMBus 使用固定电平来定义总线上的逻辑“0”和逻辑“1”。对于这两种逻辑信号, SMBDAT 上的电平只有在 SMBCLK 为高电平时才有意义, 也只有在 SMBCLK 为低电平时 SMBDAT 上才能发生电平转换。对于其他情况, 被协议用来表示如下的控制条件: 通讯起始条件 START 和通讯停止条件 STOP。

具体的, 一次典型通讯的时序图略可向作者索取。起始条件用 SMBCLK 为高电平时 SMBDAT 的一个下降沿表示, 停止条件用 SMBCLK 为高电平时 SMBDAT 的一个上升沿表示。至于两种应答 (acknowledge) 信号——确认 (ACK) 和未确认 (NACK), 亦用逻辑电平来表示, 逻辑“1”表示确认, 逻辑“0”表示未确认。

有关总线空闲条件 (Bus idle condition) 的定义与两个参数的标准有关, 一个是最小总线释放时间  $T_{BUF}$ , 即两次通讯间的最小间隔时间, 另一个是最大时钟高电平时间  $T_{HIGHMAX}$ 。当 SMBDAT 和 SMBCLK 同时保持高电平并超过  $T_{BUF}$  和  $T_{HIGHMAX}$  二者中的较大值时, 便认为总线是空闲的。

### 2.4 通讯时序

SMBus 通讯协议有一个显著的特点, 主器件和从器件仅是针对于一次特定的通讯来讲才有意义, 任何一个发起通讯并获得总线控制权的器件就是该次通讯的主器件, 其通讯对象便是该次通讯的从器件。也就是说, 从总体来看, 每个器件既可工作于主方式也可工作于从方式, 再考虑上传送数据的方向, SMBus 上的器件一共可以有四种工作方式: 主发送方式、主接收方式、从发送方式和从接收方式。

一次典型通讯的时序图。它包括一个起始条件 START, 一个 7 位的从地址, 一个 1 位的 R/W 信号, 一个或多个字节的数据内容和一个停止条件 STOP。按照协议, 每传输一个数据字节 (8 位) 必须紧跟一个应答信号, 该应答信号由该字节的接收端发出。若发出的是 NACK, 则该次通讯的主器件必须要产生一个停止条件以终止该次通讯。具体的, 主器件产生一个起始条件 (并产生 SMBCLK 上的时钟信号), 然后发送地址和 R/W 位 (也称作方向位)。如果是写操作, 则主器件每发送一个数据字节便等待来自从器件的确认 (此时, 主器件工作在主发送方式, 从器



件则工作在从接收方式);如果是读操作,则由从器件发送数据并等待主器件的确认。此时,主器件工作在主接收方式,从器件则工作在从发送方式)。在数据传输结束时,主器件产生一个停止条件以结束数据交换并释放总线。

## 2.5 总线仲裁

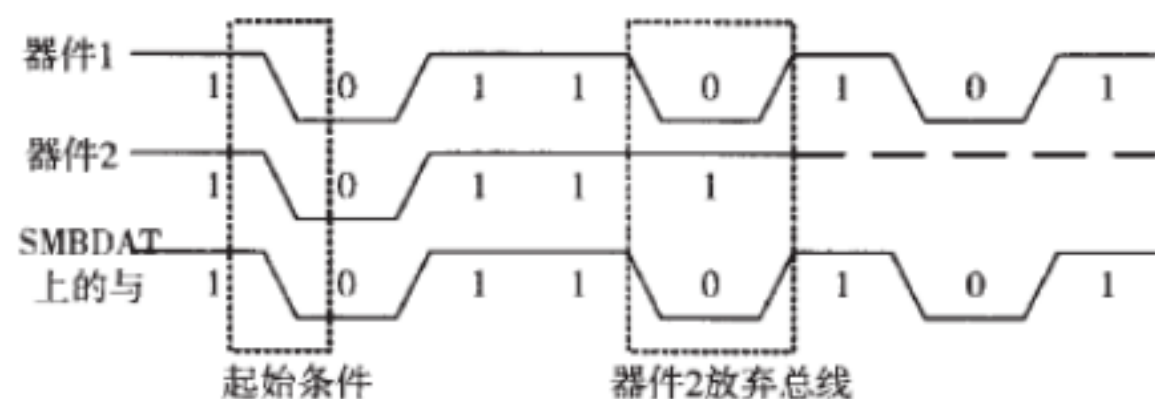


图 2 仲裁时序例图

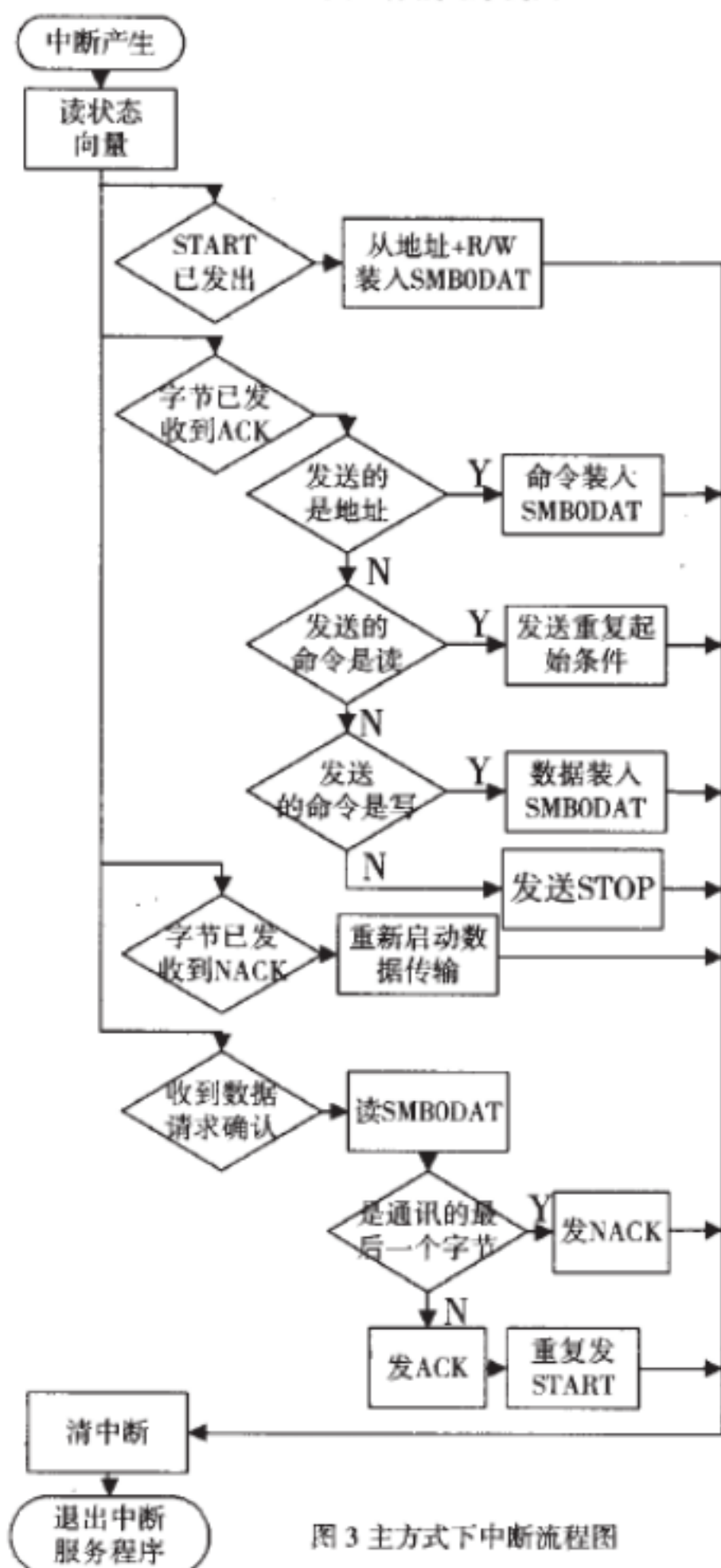


图 3 主方式下中断流程图

当多个器件同时产生 START 条件时,此时 SMBCLK 必为高电平),仲裁机构将被激活并出现在 SMBDAT 上。此时总线上所呈现出来的信号实际上是各器件所发信号的逻辑与 (wired-AND),因此,若一个或多个器件往 SMBDAT 上发送低电平,与此同时其他器件发送高电平,则发送高电平的器件将被迫失去总线的控制权(通常情况会转入从接收器方式以监视总线的状态),而发送低电平的则继续发送下一位数据。以此往复竞争,直至剩下一个器件便是此时的主器件,这时仲裁机构将被禁止直至总线再次空闲。值得注意的是,由于线上与 (wired-AND)的功能,使得这种仲裁是非损害性的:总有一个器件会获得总线控制权,而且在此期间没有任何器件会丢失数据。图 2 例举了一个由

两个器件竞争总线时的时序。

### 3 双 MCU 通讯的实现例程

C8051F310 所集成的 SMBus 接口电路符合 SMBus Specification Version 1.1, 提供了串行传输的时序和移位控制, 更高层的协议由用户软件实现。每次数据字节或从地址传输都产生 SMBus 中断, 软件通过读 SMB0CN (SMBus 控制寄存器) 来确定 SMBus 中断的原因 [文献 7]。由于接口电路已经实现了全部的底层协议, 用户软件所作的仅仅是根据 SMBus 的状态向量 (由 SMBus 中断所产生) 进行具体的有选择性的响应。这一部分可以通过中断服务程序来完成。图 3-4 所示的便是一个由中断服务程序来实现的高层协议。其中, 我们假定有 2 个 MCU 之间要实现点对点 (peer-to-peer) 通讯, 即这 2 个 MCU 均可发起通讯成为主器件, 通讯的内容有数据字节, 也有命令字节。

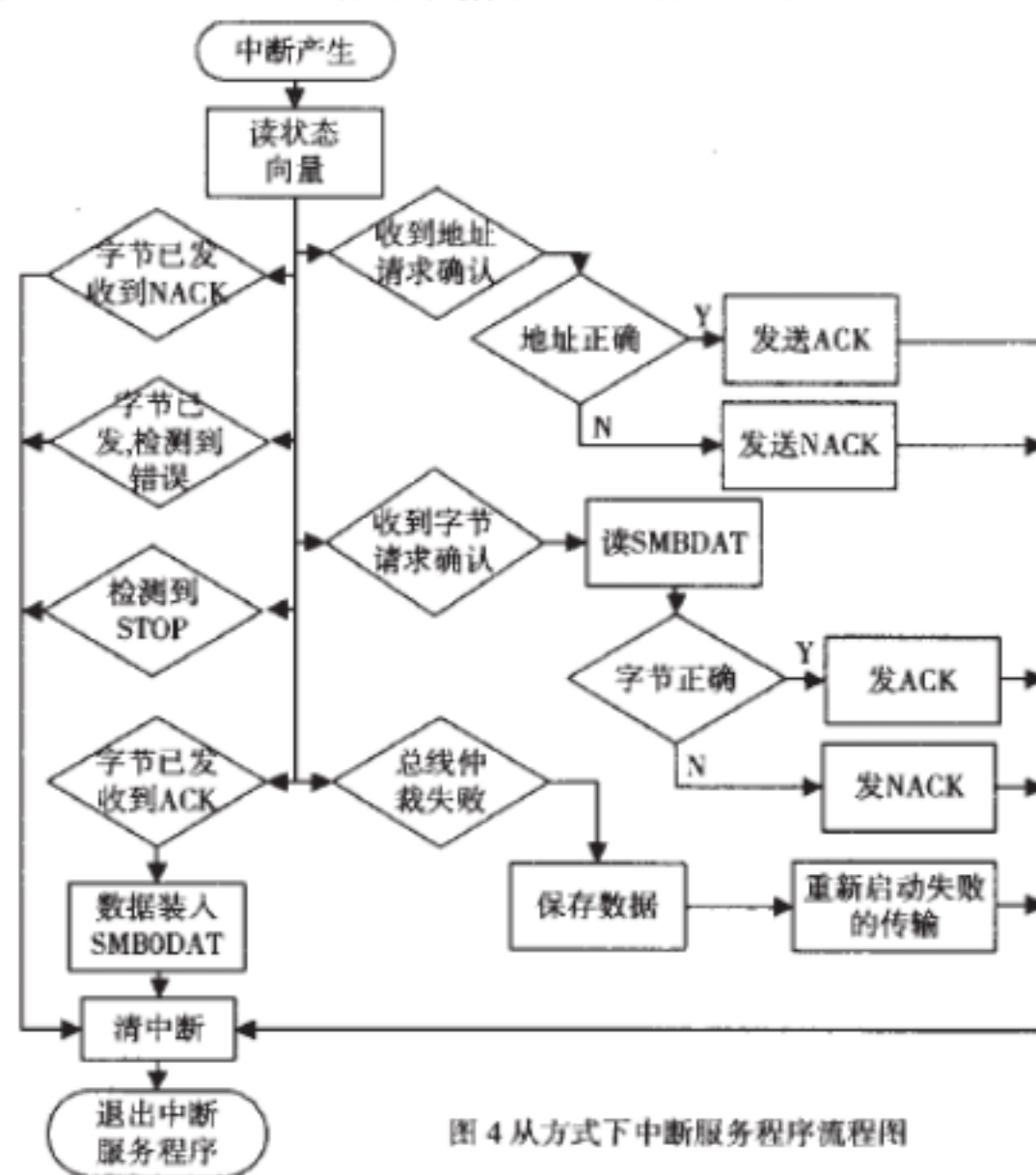


图 4 从方式下中断服务程序流程图

可见基于 SMBus 编程时思路清晰,实现简易。满足数据稳定性的要求。

参考文献:

- [1]沈红卫.单片机应用系统设计实例与分析.北京航空航天大学,2003.1
- [2]谢瑞和.串行技术大全.清华大学出版社,2003.4
- [3]THE I2C-BUS SPECIFICATION VERSION2.1,  
Philips Semicondauctors,2000.1
- [4]System Management Bus Specification Version 1.0, SBS Implementers  
Forum,1995.2.15
- [5]System Management Bus Specification Version 1.1, SBS Implementers  
Forum,1998.12.11
- [6]DS009-1.3b.Cvgnal Integrated Products Inc. 2003.5.3

作者简介:崔健,男,1980.2 生人,华北电力大学电气工程学院在读硕士研究生,研究方向电力电子与电力传动。联系电话:0312-7522951;鲁志平,男,1974 生人,华北电力大学电气工程学院在读硕士研究生,研究方向电机与电器。

(071003 河北保定青年路 204 号华北电力大学 351 信箱)

崔健 鲁志平

(School of Electrical Engineering North China Electric Power University Baoding, 071003, P.R.China) Cui, Jian Lu, Zhiping (收稿日期: 2003.11.28)