

CAN 控制器 SJA1000 验收滤波器原理与应用

华东地质学院信息工程系 邹继军 饶运涛

[摘要] 介绍了 CAN 控制器 SJA1000 的硬件结构, 并详细分析了其验收滤波器的工作原理和使用方法。

关键词: CAN 控制器、验收滤波器

现场总线 (Field Bus) 是当前工业数据总线领域中最活跃的一个领域, 已成为工业数据总线领域的一个新热点。CAN (Controller Area Network) 总线是重要的现场总线之一, 它遵从 OSI 模型, 主要工作在数据链路层和物理层。CAN 总线是一种全数字化、双向和多主的现场总线, 以其高性能、高可靠性以及灵活的设计受到人们的重视, 应用越来越广泛。

在国内由于对 CAN 总线的应用研究才起步不久, 有关这方面的文章多为综述性质, 仅对 CAN 的工作原理及协议有较详细的叙述, 而具体的开发应用涉及不多, 尤其是详细介绍 SJA1000 的则更少。SJA1000 (Philips 公司生产) 是独立的 CAN 控制器, 兼容 CAN2.0A 和 CAN2.0B 两种技术规范。SJA1000 与 82C200 比较而言, 各方面的性能都有了很大的提高, 尤其是在错误处理, 超载能力以及接收滤波等方面。由于篇幅的原因, 本文重点只介绍 SJA1000 比较灵活的验收滤波器的工作原理和使用方法。

1 SJA1000 硬件结构及特点

SJA1000 的硬件结构框图如图 1 所示。

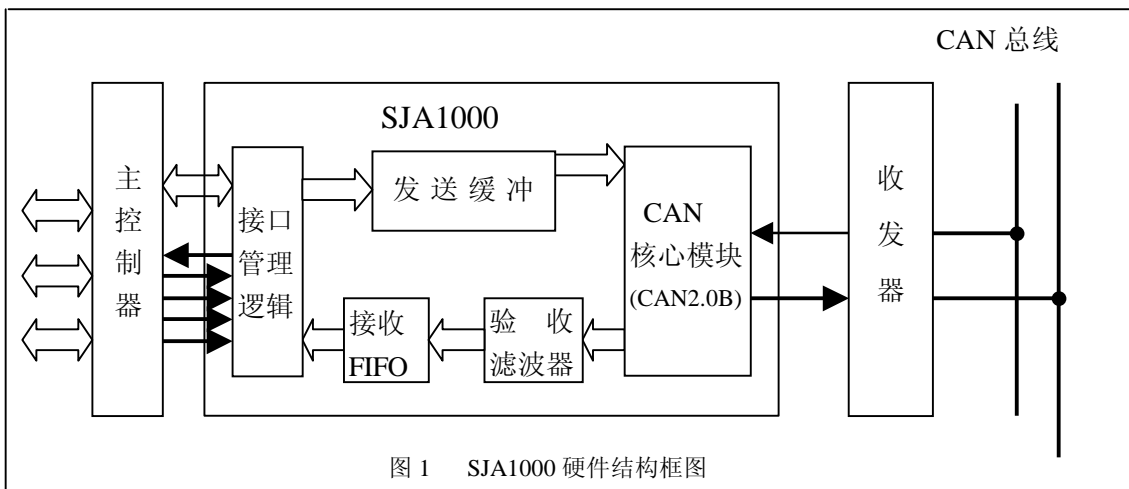


图 1 SJA1000 硬件结构框图

CAN 核心模块负责 CAN 信息帧的收发和 CAN 协议的实现, 接口管理逻辑负责同外部主控制器的接口, 该单元中的每一个寄存器都可通过主控制器通过 SJA1000 的地址/数据总线访问, 发送缓冲区可存贮一个完整的信息帧, 长度为 13 个字节。主控制器可直接将标识符和数据送入发送缓冲区, 然后置位命令寄存器 (CMR) 中的发送请求位 TR, 启动 CAN 核心模块读取发送缓冲区中的数据, 按 CAN 协议封装成一完整 CAN 信息帧, 通过收发器发往总线。验收滤波器单元完成接收信息的滤波, 只有验收滤波通过且无差错, 才把接收的信息帧送入接收 FIFO 缓冲区, 且置位接收缓冲区状态标志 SR.0。表明接收缓冲区中已有成功接收的信息帧, 接收帧的数量可通过访问接收信息计数器 (RMC) 得知。接收 FIFO 共有 64 个字节, 远远超过 82C200 的接收缓冲区, 因而 SJA1000 的超载能力也大大加强。

SJA1000 的内部 RAM 由寄存器组和报文缓冲区等组成, 在报文缓冲区中, 发送缓冲区 (TXB) 和接收缓冲区 (RXB) 共用同一段, CAN 地址为 16~28, 共 13 个字节, 发送信息时, 应往此区域中写入数据; 而接收时, 则从此区域中读出数据。CAN 地址为 32~95 的区域为存放接收信息的 FIFO RAM。地址为 96~109 的区域是存放发送信息的备份。主控制器与 SJA1000 之间状态、控制和命令信息的交换在控制寄存器中完成, 主要控制寄存器有: 1) 方式寄存器 (MOD), CAN 地址为 0, 其中 MOD.4 决定 SJA1000 是否为睡眠方式, MOD.3 决定验收滤波方式, MOD.0 决定是否复位。当 MOD.0 位

为 1 时, SJA1000 进入复位状态; 为 0 时, 进入工作状态。SJA1000 的初始化必须在复位状态下进行。2) 命令寄存器 (CMR), 地址为 1, 它主要是接收来自主控制器的命令。3) 状态寄存器 (SR) 提供了当前 SJA1000 的各种状态。其中 SR.7 为总线状态, SR.6 为错误状态, SR.5 为发送状态, SR.4 为接收状态, SR.3 为发送完成状态, SR.2 为发送缓冲区状态, SR.1 为数据超载状态, SR.0 为接收缓冲区状态。在编程时, 可充分利用这些状态信息进行相应的处理。4) 中断寄存器 (IR) 和中断允许寄存器 (IER) 提供了 8 种不同类型的中断。5) 时钟分频寄存器 (CDR) 决定了 SJA1000 的 CLKOUT 脚的输出和它的工作方式, 当 CDR.7 为 0 时, SJA1000 工作在 BasicCAN 模式下; 为 1 时, 工作在 Pelican 模式下。6) 验收码寄存器 (ACR) 和验收屏蔽寄存器 (AMR) 共同构成验收滤波器。7) 总线定时寄存器 (BTR0, BTR1) 决定了采样次数、波特率及机器周期等时间参数。8) 输出控制寄存器 (OCR) 决定输出的不同模式, 其值常设置为 0AAH。以上各寄存器详细用法见参考文献[2]。

2 SJA1000 验收滤波器工作原理

SJA1000 验收滤波器由 4 个验收码寄存器 (ACR0, ACR1, ACR2 和 ACR3) 和 4 个验收屏蔽寄存器 (AMR0, AMR1, AMR2 和 AMR3) 组成。这 8 个寄存器在 SJA1000 的复位模式下可由主控制器设置。通过对这些寄存器的设置, 可对接收信息构成非常灵活的滤波。

SJA1000 的验收滤波器与 82C200 的相比主要不同点在于两个方面, 一是标识符由原先的 11 位扩展到 29 位, 另外一个就是滤波方式由原先单一方式改为单滤波和双滤波两种方式。又因为 SJA1000 兼容 CAN2.0B 技术规范, 具有标准帧和扩展帧两种帧格式, 每种帧格式都有单滤波和双滤波功能, 故实际上 SJA1000 共有四种滤波方式。下面以单滤波和双滤波的形式分别作一介绍。

2.1 单滤波 (Single Filter Mode)

单滤波是指只有一个由 4 个验收码寄存器和 4 个验收屏蔽寄存器组成的验收滤波器, 总线上的信息只有通过了它的验收滤波, 才予以接收。如图 2 所示即为单滤波方式验收滤波流程图。

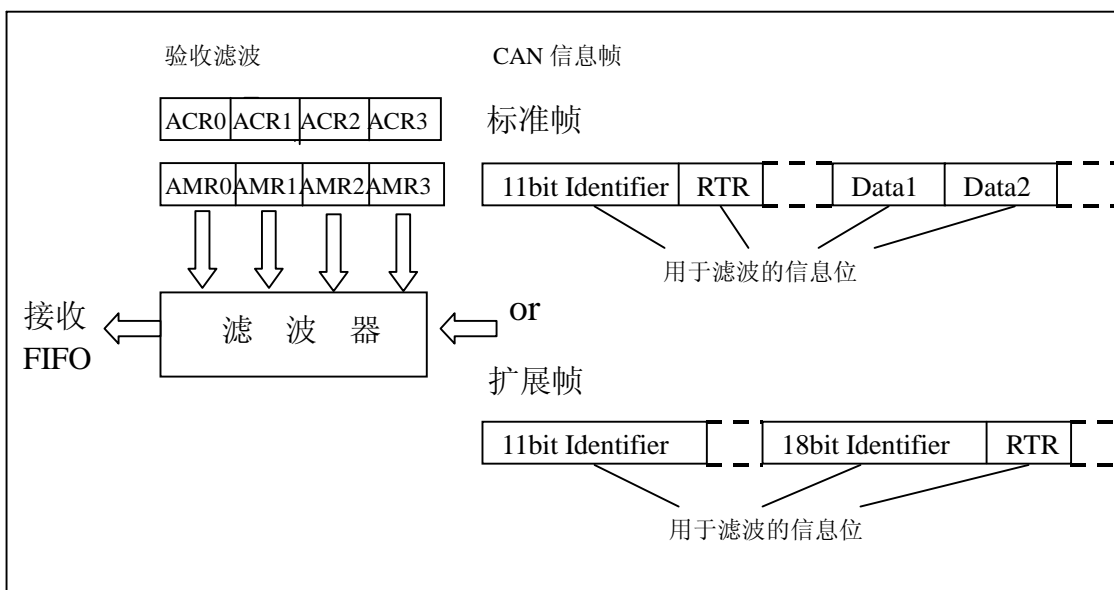


图 2 单滤波方式验收滤波流程图

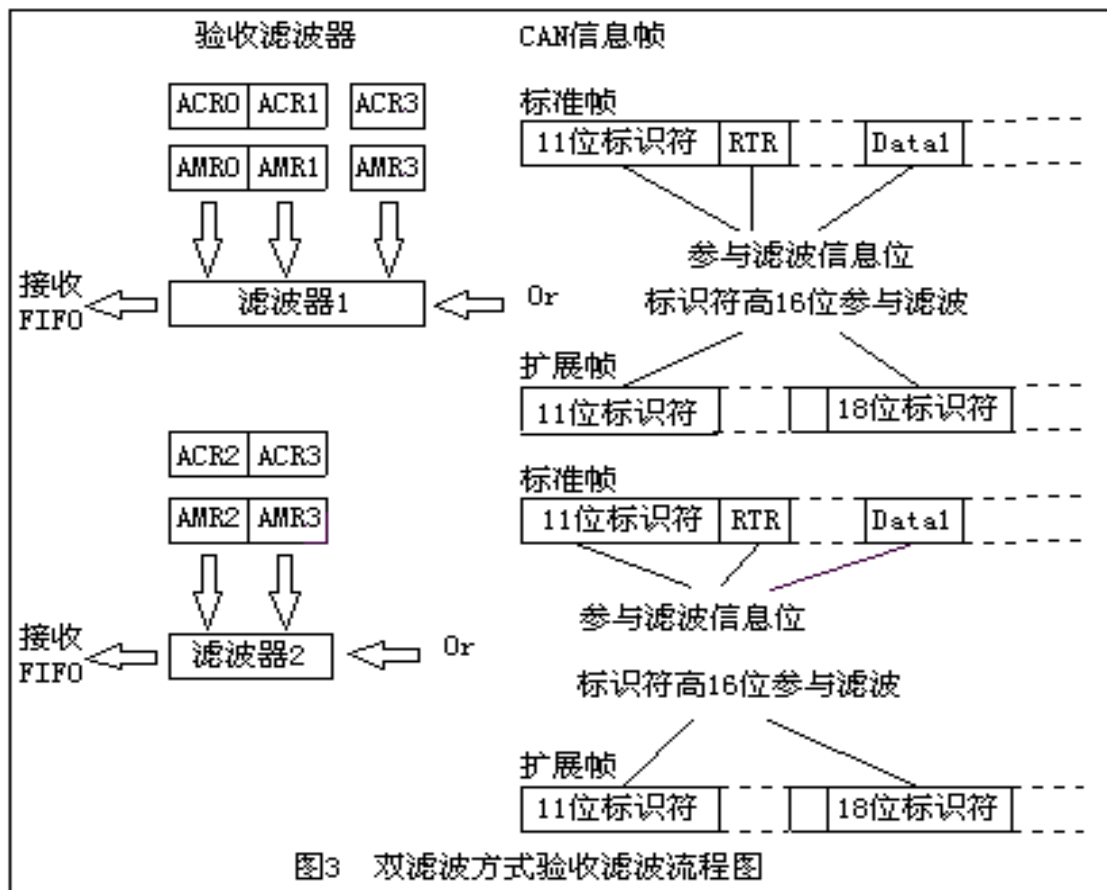
无论是单滤波还是双滤波, ACR 和 AMR 都是配合在一起工作。所有 AMR 为 0 的位, ACR 和 CAN 信息帧的对应位必须相同才算验收通过, 所有 AMR 为 1 的位, ACR 对应位的验收滤波功能则予以屏蔽, CAN 信息帧的相关位与验收结果无关。

图中画出了标准帧和扩展帧用于滤波的标识符及数据。对标准帧而言, 11 位标识符和 RTR 位对应 ACR0、ACR1、AMR0、AMR1, 其中 ACR1 和 AMR1 的低四位未使用。标准帧由于只有 11 位标识符, 数据场的前两个字节也参与滤波, Data1 对应 ACR2、AMR2, Data2 对应 ACR3, AMR3。参与滤波的数据字节, 不能作为一般用户数据使用。若接收的标准帧为一个远程帧 (RTR 位为 1), 则只要标识符参与滤波即可。若接收的标准帧是数据帧, 且数据场长度少于 2 字节,

则缺少的那部分数据可以不用参与滤波。对扩展帧而言，29 位标识符和 RTR 位分别对应 4 个 ACR 和 4 个 AMR，只是 ACR3 和 AMR3 的低 2 位未使用。实际上，扩展帧的情况比标准帧要更简单一些。无论是标准帧还是扩展帧，只有在符合上述条件的验收滤波通过以后，滤波器才将该帧数据存入接收 FIFO，且置位 RBS 标志。

2.2 双滤波 (Dual Filter Mode)

双滤波比单滤波要复杂一些，4 个 ACR 和 4 个 AMR 在双滤波方式下共构成两个滤波器，接收的信息帧通过任意一个滤波器即可予以接收。如图 3 所示即为双滤波方式验收滤波流程图。



对于标准帧而言，滤波器 1 由 ACR0、ACR1、AMR0、AMR1 以及 ACR3、AMR3 的低四位组成，对应 11 位标识符、RTR 位和数据场第 1 字节共 20 位，参与了滤波，验收滤波的具体过程与单滤波相同。滤波器 2 由 ACR2、AMR2 以及 ACR3、AMR3 的高四位组成，参与滤波的只有 11 位标识符和 RTR 位。对于扩展帧而言，滤波器 1 由 ACR0、ACR1、AMR0 和 AMR1 构成，不包含 ACR3 和 AMR3，29 位标识符中也只有高 16 位参与了滤波。滤波器 2 由 ACR2、ACR3、AMR2 和 AMR3 构成，参与滤波的同样是 29 位标识符中的高 16 位。

3 验收滤波器程序的设计

要设置一个验收滤波器，主要是指对 ACR、AMR 及滤波方式、帧格式等的设置。下面提供了一个验收滤波器初始化的简单程序。

```

INI:    MOV     R0, #MOD
        MOV     A, #01H           ; 进入复位状态
        MOVX   @R0, A
        MOV     R0, #ACR         ; 初始化 ACR 寄存器
        MOV     A, #11H
        MOVX   @R0, A
        INC     R0
    
```

```

MOV      A, #22H
MOVX     @R0, A
INC      R0
MOV      A, #33H
MOVX     @R0, A
INC      R0
MOV      A, #44H
MOVX     @R0, A
MOV      R7, #04H
MOV      R0, #AMR          ; 初始化 AMR 寄存器
MOV      A, #00H
LOOP:    MOVX     @R0, A
INC      R0
DJNZ     R7, LOOP
MOV      R0, #CDR          ; 选择 PeliCAN 模式
MOV      A, #80H
MOVX     @R0, A
MOV      R0, #MOD          ; 选择双滤波方式, 并返回工作状态
MOV      A, #00H
MOVX     @R0, A
RET

```

ACR 和 AMR 的设置只有在复位状态下才可以进行, 所以必须先使 SJA1000 进入复位状态。验收滤波方式可通过 SJA1000 方式寄存器 (MODE) 设置, 验收滤波方式位 (AFM) 为 1 表示单滤波, 为 0 表示双滤波。帧格式的设置可通过发送信息帧的第 1 个字节完成, 第 1 个字节的最高位为帧格式设置位 FF, FF 为 1 表示扩展帧, 为 0 表示标准帧。ACR、AMR 和 MODE 寄存器都是由初始化的时候就已经设定好了的, 至于标准帧还是扩展帧是由发送信息帧所决定的。

为了对验收滤波器程序有一个全面的了解, 不妨假设以上程序是节点 A 的初始化子程序, 现在节点 B 请求向节点 A 发送信息, 则节点 B 的发送子程序如下:

```

TDATA:   MOV      R0, #SR          ; 状态寄存器
TSO:     MOVX     A, @R0           ; 读状态寄存器
         JB      ACC.4, TSO        ; 判断 SJA1000 是否正在接收
TSL:     MOVX     A, @R0
         JNB     ACC.2, TSL        ; 判断发送缓冲区是否释放
         MOV     R0, #CANTXB       ; SJA1000 发送缓冲区首址
         MOV     A, #88H           ; 发送扩展帧, 数据长度为 8 个字节
         MOVX     @R0, A
         INC     R0
         MOV     A, #11H           ; 标识符号高 16 位为 1122H, 或为 3344H
         MOVX     @R0, A
         INC     R0
         MOV     A, #22H
         MOVX     @R0, A
         INC     R0
         MOV     A, #RAND          ; 标识符低 13 位可为任意随机数据
         MOVX     @R0, A

```

```

        INC            R0
        MOV            A, #RAND
        MOVX           @R0, A
        INC            R0
        MOV            DPTR, #STRING    ; 以下 8 字节为用户数据
        MOV            R6, #0
TLOOP:  MOV            A, R6
        MOVC           A, @A+DPTR      ; 查表
        INC            R0
        INC            R6
        MOVX           @R0, A
        CJNE           R6, #8, TLOOP
        MOV            R0, #CMR
        MOV            A, #05H         ; 请求发送并释放接收缓冲区
        MOVX           @R0, A
        MOV            R0, #SR
TSZ:    MOVX           A, @R0
        JNB            ACC.3, TS2       ; 判断发送是否完成
TEND:   RET                                ; 返回
STRING: DB            "CAN BUS."      ; 用于发送的字符串
    
```

由于节点 A 滤波器设置成双滤波方式，故节点 B 发往节点 A 所使用的标识符高 16 位可为 1122H，也可为 3344H，节点 A 都会予以接收。

以上只提供了一种情况下的验收滤波序，至于其他滤波方式和帧格式的情况，可依据验收滤波流程稍作改动即可。

4 总结

SJA1000 验收滤波器的使用相当灵活，可依据实际情况的不同，采用不同的滤波方式。若总线节点以及消息种类不多的情况下，应尽量使用标准帧格式。每帧字节少可加快通讯速率。若要支持广播或组播功能，则宜采用双滤波方式。双滤波可拿出一个滤波器用作广播或组播地址。这对于提高通讯的灵活性非常有用。当然，以上只是对 SJA1000 验收滤波器使用方法的一个简要介绍，还有许多其它的功能只有在实际应用中才能不断地被发现。

参 考 文 献

- [1] 郭宽明编著. CAN 总线原理和应用系统设计. 北京航空航天大学出版社.
- [2] SJA1000 DataSheet [Z]. Http: www.zlgmcu.com .

Abstract: This paper briefly introduces the hardware structure of CAN controller SJA1000 and the basic principles of SJA1000 acceptance filter are analyzed in detail.

Keywords: CAN controller, acceptance filter, CAN bus