

CAN 总线接口芯片 CH9431

手册

版本: 1.4

<https://wch.cn>

1、概述

CH9431 是一款控制局域网总线 (Controller Area Network, CAN) 协议控制器, 支持 CAN V2.0B 技术规范; 支持发送和接收标准、扩展数据帧以及远程帧。CH9431 芯片提供两个接收屏蔽寄存器和六个接收过滤寄存器, 过滤掉不需要的报文, 减少主单片机 (MCU) 的资源占用。

CH9431 通过标准串行外设接口 (Serial Peripheral Interface, SPI) 和主机设备进行通讯, 可为主机设备扩展 CAN 功能, 连接到外部 CAN 总线。

2、特点

- 支持额定工作电压 3.3V
- 支持 CAN V2.0B 技术规范, 通讯速率可达 1Mbps: 支持 0~8 字节长度的数据字段, 支持发送标准帧、扩展帧和远程帧
- 内置两个接收缓冲区、六个 29 位接收过滤寄存器、二个 29 位接收屏蔽寄存器
- 内置三个发送缓冲区, 都具有发送中止功能
- 内置高速 SPI 接口, 频率支持最高可达 12MHz
- 支持单触发模式, 确保报文发送只尝试一次
- 支持浅睡眠和深睡眠模式以节省功耗, 浅睡眠模式不会丢失唤醒控制器的 CAN 数据包
- 工业级温度范围: -40~85°C
- 提供 TSSOP20 封装形式

3、引脚排列

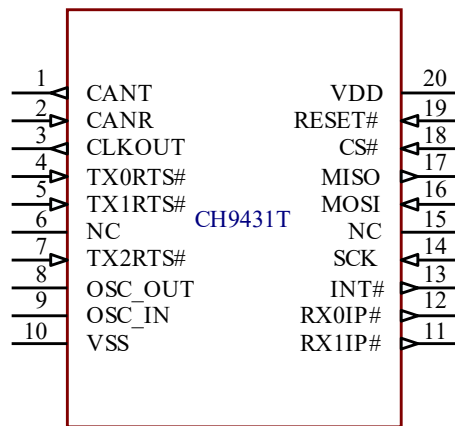


表 3-1 封装说明

封装形式	塑体尺寸	引脚节距	封装说明	订货型号
TSSOP20	4.4*6.5mm	0.65mm 25.6mil	薄小型的 20 脚贴片	CH9431T

4、引脚定义

表 4-1 引脚定义

引脚编号	引脚名称	类型	引脚说明
1	CANT	0 (FT)	CAN 总线的发送输出引脚。
2	CANR	1 (FT)	CAN 总线的接收输入引脚。
3	CLKOUT	0 (FT)	带可编程预分频器的时钟输出引脚。
4	TX0RTS#	1, PU (FT)	发送缓冲区 TXB0 请求发送引脚或通用数字输入引脚，内置上拉电阻。
5	TX1RTS#	1, PU (FT)	发送缓冲区 TXB1 请求发送引脚或通用数字输入引脚，内置上拉电阻。
6	NC	NC	悬空，禁止连接。
7	TX2RTS#	1, PU (FT)	发送缓冲区 TXB2 请求发送引脚或通用数字输入引脚，内置上拉电阻。
8	OSC_OUT	0	晶振反相输出，需外接 16MHz 晶体一端，晶体的负载电容以晶体厂商建议为准。
9	OSC_IN	1	晶振输入，需外接 16MHz 晶体另一端，晶体的负载电容以晶体厂商建议为准。
10	VSS	P	公共接地端。
11	RX1IP#	0	接收缓冲区 RXB1 中断引脚或通用数字输出引脚。
12	RX0IP#	0	接收缓冲区 RXB0 中断引脚或通用数字输出引脚。
13	INT#	0	中断信号输出引脚。
14	SCK	1	SPI 接口的时钟输入引脚。
15	NC	NC	悬空，禁止连接。
16	MOSI	1, PU, PD	SPI 接口的数据输入引脚，内置上拉电阻，在睡眠模式下，自动切换为内置下拉电阻。

17	MISO	O	SPI 接口的数据输出引脚。
18	CS#	I	SPI 接口的片选输入引脚，低电平有效。
19	RESET#	I, PU	外部复位输入端，低电平有效，内置上拉电阻。
20	VDD	P	额定 3.3V 电源输入。

注：引脚类型缩写解释：

I = 信号输入； O = 信号输出； P = 电源或地；
FT= 耐受 5V 电压； PD = 内置下拉电阻； PU = 内置上拉电阻。

5、寄存器

本手册中所指的单片机基本适用于 DSP 或者 MCU/MPU/CPU 等。

CH9431 的内部寄存器以及缓冲区分配在地址从 00h 到 0FFh 的范围内，由单片机寻址后访问。复位后的默认值都是以二进制数表示，并可以由若干个字符标志说明其特性，字符标志如下：

- 0 = 位设置为逻辑 0；
- 1 = 位设置为逻辑 1；
- R0 = 只读；
- RW = 读/写；
- Y = 支持位修改命令。

5.1 寄存器列表

寄存器地址	寄存器名称	寄存器说明	位修改
00h	R8_RXF0SIDL	接收过滤寄存器 0 的标准标识符低位	
01h	R8_RXF0SIDH	接收过滤寄存器 0 的标准标识符高位	
02h	R8_RXF0EIDL	接收过滤寄存器 0 的扩展标识符低位	
03h	R8_RXF0EIDH	接收过滤寄存器 0 的扩展标识符高位	
04h	R8_RXF1SIDL	接收过滤寄存器 1 的标准标识符低位	
05h	R8_RXF1SIDH	接收过滤寄存器 1 的标准标识符高位	
06h	R8_RXF1EIDL	接收过滤寄存器 1 的扩展标识符低位	
07h	R8_RXF1EIDH	接收过滤寄存器 1 的扩展标识符高位	
08h	R8_RXF2SIDL	接收过滤寄存器 2 的标准标识符低位	
09h	R8_RXF2SIDH	接收过滤寄存器 2 的标准标识符高位	
0Ah	R8_RXF2EIDL	接收过滤寄存器 2 的扩展标识符低位	
0Bh	R8_RXF2EIDH	接收过滤寄存器 2 的扩展标识符高位	
0Ch	R8_RX1PCTRL	RXnBF 引脚控制寄存器和状态寄存器	Y
0Dh	R8_TXRTSCTRL	TXnRTS 引脚控制和状态寄存器	Y
0Eh	R8_SYSSTAT	系统状态寄存器	
0Fh	R8_SYSCTRL	系统控制寄存器	Y
10h	R8_RXF3SIDL	接收过滤寄存器 3 的标准标识符低位	
11h	R8_RXF3SIDH	接收过滤寄存器 3 的标准标识符高位	
12h	R8_RXF3EIDL	接收过滤寄存器 3 的扩展标识符低位	
13h	R8_RXF3EIDH	接收过滤寄存器 3 的扩展标识符高位	
14h	R8_RXF4SIDL	接收过滤寄存器 4 的标准标识符低位	
15h	R8_RXF4SIDH	接收过滤寄存器 4 的标准标识符高位	
16h	R8_RXF4EIDL	接收过滤寄存器 4 的扩展标识符低位	
17h	R8_RXF4EIDH	接收过滤寄存器 4 的扩展标识符高位	
18h	R8_RXF5SIDL	接收过滤寄存器 5 的标准标识符低位	
19h	R8_RXF5SIDH	接收过滤寄存器 5 的标准标识符高位	
1Ah	R8_RXF5EIDL	接收过滤寄存器 5 的扩展标识符低位	
1Bh	R8_RXF5EIDH	接收过滤寄存器 5 的扩展标识符高位	
1Ch	R8_TEC	发送错误计数器	
1Dh	R8_REC	接收错误计数器	
1Eh	R8_SYSSTAT	系统状态寄存器	
1Fh	R8_SYSCTRL	系统控制寄存器	Y
20h	R8_RXMOSIDL	接收屏蔽寄存器 0 的标准标识符低位	
21h	R8_RXMOSIDH	接收屏蔽寄存器 0 的标准标识符高位	
22h	R8_RXMOEIDL	接收屏蔽寄存器 0 的扩展标识符低位	

23h	R8_RXMOEIDH	接收屏蔽寄存器 0 的扩展标识符高位	
24h	R8_RXM1SIDL	接收屏蔽寄存器 1 的标准标识符低位	
25h	R8_RXM1SIDH	接收屏蔽寄存器 1 的标准标识符高位	
26h	R8_RXM1EIDL	接收屏蔽寄存器 1 的扩展标识符低位	
27h	R8_RXM1EIDH	接收屏蔽寄存器 1 的扩展标识符高位	
28h	R8_BTIMER3	配置寄存器 3	Y
29h	R8_BTIMER2	配置寄存器 2	Y
2Ah	R8_BTIMER1	配置寄存器 1	Y
2Bh	R8_SYSINTE	中断使能寄存器	Y
2Ch	R8_SYSINTF	中断标志寄存器	Y
2Dh	R8_EFLAG	错误标志寄存器	Y
2Eh	R8_SYSSTAT	系统状态寄存器	
2Fh	R8_SYSCTRL	系统控制寄存器	Y
30h	R8_TXB0CTRL	发送缓冲区 0 控制寄存器	Y
31h	R8_TXB0SIDL	发送缓冲区 0 的标准标识符低位	
32h	R8_TXB0SIDH	发送缓冲区 0 的标准标识符高位	
33h	R8_TXB0EIDL	发送缓冲区 0 的扩展标识符低位	
34h	R8_TXB0EIDH	发送缓冲区 0 的扩展标识符高位	
35h	R8_TXB0DLC	发送缓冲区 0 长度寄存器	
36h	R8_TXB0D0	发送缓冲区 0 的数据字节 0	
37h	R8_TXB0D1	发送缓冲区 0 的数据段字节 1	
38h	R8_TXB0D2	发送缓冲区 0 的数据段字节 2	
39h	R8_TXB0D3	发送缓冲区 0 的数据段字节 3	
3Ah	R8_TXB0D4	发送缓冲区 0 的数据段字节 4	
3Bh	R8_TXB0D5	发送缓冲区 0 的数据段字节 5	
3Ch	R8_TXB0D6	发送缓冲区 0 的数据段字节 6	
3Dh	R8_TXB0D7	发送缓冲区 0 的数据段字节 7	
3Eh	R8_SYSSTAT	系统状态寄存器	
3Fh	R8_SYSCTRL	系统控制寄存器	Y
40h	R8_TXB1CTRL	发送缓冲区 1 控制寄存器	Y
41h	R8_TXB1SIDL	发送缓冲区 1 的标准标识符低位	
42h	R8_TXB1SIDH	发送缓冲区 1 的标准标识符高位	
43h	R8_TXB1EIDL	发送缓冲区 1 的扩展标识符低位	
44h	R8_TXB1EIDH	发送缓冲区 1 的扩展标识符高位	
45h	R8_TXB1DLC	发送缓冲区 1 长度寄存器	
46h	R8_TXB1D0	发送缓冲区 1 的数据段字节 0	
47h	R8_TXB1D1	发送缓冲区 1 的数据段字节 1	
48h	R8_TXB1D2	发送缓冲区 1 的数据段字节 2	
49h	R8_TXB1D3	发送缓冲区 1 的数据段字节 3	
4Ah	R8_TXB1D4	发送缓冲区 1 的数据段字节 4	
4Bh	R8_TXB1D5	发送缓冲区 1 的数据段字节 5	
4Ch	R8_TXB1D6	发送缓冲区 1 的数据段字节 6	
4Dh	R8_TXB1D7	发送缓冲区 1 的数据段字节 7	
4Eh	R8_SYSSTAT	系统状态寄存器	
4Fh	R8_SYSCTRL	系统控制寄存器	Y
50h	R8_TXB2CTRL	发送缓冲区 2 控制寄存器	Y
51h	R8_TXB2SIDL	发送缓冲区 2 的标准标识符低位	
52h	R8_TXB2SIDH	发送缓冲区 2 的标准标识符高位	

53h	R8_TXB2EIDL	发送缓冲区 2 的扩展标识符低位	
54h	R8_TXB2EIDH	发送缓冲区 2 的扩展标识符高位	
55h	R8_TXB2DLC	发送缓冲区 2 长度寄存器	
56h	R8_TXB2D0	发送缓冲区 2 的数据段字节 0	
57h	R8_TXB2D1	发送缓冲区 2 的数据段字节 1	
58h	R8_TXB2D2	发送缓冲区 2 的数据段字节 2	
59h	R8_TXB2D3	发送缓冲区 2 的数据段字节 3	
5Ah	R8_TXB2D4	发送缓冲区 2 的数据段字节 4	
5Bh	R8_TXB2D5	发送缓冲区 2 的数据段字节 5	
5Ch	R8_TXB2D6	发送缓冲区 2 的数据段字节 6	
5Dh	R8_TXB2D7	发送缓冲区 2 的数据段字节 7	
5Eh	R8_SYSSTAT	系统状态寄存器	
5Fh	R8_SYSCTRL	系统控制寄存器	Y
60h	R8_RXB0CTRL	接收缓冲区 0 控制寄存器	Y
61h	R8_RXB0SIDL	接收寄存器 0 的标准标识符低位	
62h	R8_RXB0SIDH	接收寄存器 0 的标准标识符高位	
63h	R8_RXB0EIDL	接收寄存器 0 的扩展标识符低位	
64h	R8_RXB0EIDH	接收寄存器 0 的扩展标识符高位	
65h	R8_RXB0DLC	接收缓冲区 0 长度寄存器	
66h	R8_RXB0D0	接收缓冲区 0 的数据段字节 0	
67h	R8_RXB0D1	接收缓冲区 0 的数据段字节 1	
68h	R8_RXB0D2	接收缓冲区 0 的数据段字节 2	
69h	R8_RXB0D3	接收缓冲区 0 的数据段字节 3	
6Ah	R8_RXB0D4	接收缓冲区 0 的数据段字节 4	
6Bh	R8_RXB0D5	接收缓冲区 0 的数据段字节 5	
6Ch	R8_RXB0D6	接收缓冲区 0 的数据段字节 6	
6Dh	R8_RXB0D7	接收缓冲区 0 的数据段字节 7	
6Eh	R8_SYSSTAT	系统状态寄存器	
6Fh	R8_SYSCTRL	系统控制寄存器	Y
70h	R8_RXB1CTRL	接收缓冲区 1 控制寄存器	
71h	R8_RXB1SIDL	接收寄存器 1 的标准标识符低位	
72h	R8_RXB1SIDH	接收寄存器 1 的标准标识符高位	
73h	R8_RXB1EIDL	接收寄存器 1 的扩展标识符低位	
74h	R8_RXB1EIDH	接收寄存器 1 的扩展标识符高位	
75h	R8_RXB1DLC	接收缓冲区 1 长度寄存器	
76h	R8_RXB1D0	接收缓冲区 1 的数据段字节 0	
77h	R8_RXB1D1	接收缓冲区 1 的数据段字节 1	
78h	R8_RXB1D2	接收缓冲区 1 的数据段字节 2	
79h	R8_RXB1D3	接收缓冲区 1 的数据段字节 3	
7Ah	R8_RXB1D4	接收缓冲区 1 的数据段字节 4	
7Bh	R8_RXB1D5	接收缓冲区 1 的数据段字节 5	
7Ch	R8_RXB1D6	接收缓冲区 1 的数据段字节 6	
7Dh	R8_RXB1D7	接收缓冲区 1 的数据段字节 7	
7Eh	R8_SYSSTAT	系统状态寄存器	
7Fh	R8_SYSCTRL	系统控制寄存器	Y

5.2 系统控制寄存器 (R8_SYSCTRL)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:5]	REQOP	请求工作模式选择： 000：设定为正常工作模式； 001：设定为配置模式； 010：设定为仅监听模式； 011：设定为环回模式； 100：设定为浅休眠模式； 101：设定为深休眠模式； 其他值无效。	RW	001b
4	ABAT	中止所有当前报文发送位： 1：请求中止所有当前报文发送的缓冲区； 0：终止对所有报文发送中止的请求。	RW	0
3	OSM	单触发模式使能位： 1：使能。报文仅尝试发送一次； 0：禁止。如有需要，报文会重新发送。	RW	0
2	CLKEN	CLKOUT 引脚使能位： 1：CLKOUT 引脚使能； 0：CLKOUT 引脚禁止（引脚处于高阻态）。	RW	1
[1:0]	CLKPRE	CLKOUT 引脚预分频比设置： 00：FCLKOUT = 20MHz； 01：FCLKOUT = 10MHz； 10：FCLKOUT = 8MHz； 11：FCLKOUT = 4MHz。	RW	11b

5.3 系统状态寄存器 (R8_SYSSTAT)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:5]	OPMOD	工作模式位选择： 000：器件处于正常工作模式； 001：器件处于配置模式； 010：器件处于仅监听模式； 011：器件处于环回模式； 110：器件处于固件更新模式； 睡眠时，SPI 无法读取，所以其他值无效。	R0	001b
4	Reserved	保留。	R0	0
[3:1]	ICOD	中断标志位： 000：无中断； 001：出错中断； 010：唤醒中断； 011：TXB0 中断； 100：TXB1 中断； 101：TXB2 中断； 110：RXB0 中断； 111：RXB1 中断。	R0	0
0	Reserved	保留。	R0	0

5.4 RXnIP 引脚控制寄存器和状态寄存器 (R8_RXIPCTRL)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:6]	Reserved	保留。	RO	0
5	B1BFS	RX1BF 引脚状态位 (只限数字输出工作模式) : 1: 输出高电平; 0: 输出低电平。	RW	0
4	B0BFS	RX0BF 引脚状态位 (只限数字输出工作模式) : 1: 输出高电平; 0: 输出低电平。	RW	0
3	B1BFE	RX1BF 引脚功能使能位: 1: 引脚功能使能, 工作模式由 B1BFM 位决定; 0: 引脚功能禁止, 引脚为高阻态。	RW	0
2	B0BFE	RX0BF 引脚功能使能: 1: 引脚功能使能, 工作模式由 B0BFM 位决定; 0: 引脚功能禁止, 引脚为高阻态。	RW	0
1	B1BFM	RX1BF 引脚工作模式: 1: 有效报文载入 RXB1 时, 该引脚用来产生中断; 0: 数字输出模式。	RW	0
0	B0BFM	RX0BF 引脚工作模式: 1: 有效报文载入 RXB0 时, 该引脚用来产生中断; 0: 数字输出模式。	RW	0

5.5 配置寄存器 1 (R8_BTIMER1)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	BRP	最小时间单元长度设置值: $Tq = (BRP+1) \times (1/20Mhz)$ 注: CAN 波特率计算公式为: $CANbps = 20Mhz / ((TS1+1+TS2+1+1) * (BRP+1))$	RW	0

5.6 配置寄存器 2 (R8_BTIMER2)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:6]	Reserved	保留。	RO	0
[5:4]	SJW	重新同步跳转宽度: 11: 宽度 = $4 \times TQ$; 10: 宽度 = $3 \times TQ$; 01: 宽度 = $2 \times TQ$; 00: 宽度 = $1 \times TQ$ 。	RW	0
[3:0]	TS1	传播时间段和相位缓冲段 1 位时间长度: $(TS1 + 1) \times TQ$	RW	0

5.7 配置寄存器 3 (R8_BTIMER3)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:3]	Reserved	保留。	RO	0
[2:0]	TS2	相位缓冲段 2 长度: $(TS2 + 1) \times TQ$	RW	0

5.8 中断使能寄存器 (R8_SYSINTE)

位	名称	描述	访问	默认值
7	MERRE	报文错误中断使能位： 1: 报文接收或发送期间发生错误时中断； 0: 禁止。	RW	0
6	WAKIE	唤醒中断使能位： 1: CAN 总线上有活动时中断； 0: 禁止。	RW	0
5	ERRIE	错误中断使能位 (EFLAG 寄存器中有多个中断源)： 1: EFLAG 错误条件变化时中断； 0: 禁止。	RW	0
4	TX2IE	发送缓冲区 2 空中断使能位： 1: TXB2 为空时中断； 0: 禁止。	RW	0
3	TX1IE	发送缓冲区 1 空中断使能位： 1: TXB1 为空时中断； 0: 禁止。	RW	0
2	TX0IE	发送缓冲区 0 空中断使能位： 1: TXB0 为空时中断； 0: 禁止。	RW	0
1	RX1IE	接收缓冲区 1 满中断使能位： 1: RXB1 装载报文时中断； 0: 禁止。	RW	0
0	RX0IE	接收缓冲区 0 满中断使能位： 1: RXB0 装载报文时中断； 0: 禁止。	RW	0

5.9 中断标志寄存器 (R8_SYSINTF)

位	名称	描述	访问	默认值
7	MERRF	报文错误中断标志位： 1: 有等待处理的中断 (该位由硬件置位, 必须由 MCU 清零才可使中断复位)； 0: 无等待处理的中断。	RW	0
6	WAKIF	唤醒中断标志位： 1: 有等待处理的中断 (该位由硬件置位, 必须由 MCU 清零才可使中断复位)； 0: 无等待处理的中断。	RW	0
5	ERRIF	错误中断标志位 (EFLAG 寄存器中有多个中断源)： 1: 有等待处理的中断 (该位由硬件置位, 必须由 MCU 清零才可使中断复位)； 0: 无等待处理的中断。	RW	0
4	TX2IF	发送缓冲区 2 空中断标志位： 1: 有等待处理的中断 (该位由硬件置位, 必须由 MCU 清零才可使中断复位)； 0: 无等待处理的中断。	RW	0
3	TX1IF	发送缓冲区 1 空中断标志位：	RW	0

		1: 有等待处理的中断 (该位由硬件置位, 必须由 MCU 清零才可使中断复位); 0: 无等待处理的中断。		
2	TX0IF	发送缓冲区 0 空中断标志位: 1: 有等待处理的中断 (该位由硬件置位, 必须由 MCU 清零才可使中断复位); 0: 无等待处理的中断。	RW	0
1	RX1IF	接收缓冲区 1 满中断标志位: 1: 有等待处理的中断 (该位由硬件置位, 必须由 MCU 清零才可使中断复位); 0: 无等待处理的中断。	RW	0
0	RX0IF	接收缓冲区 0 满中断标志位: 1: 有等待处理的中断 (该位由硬件置位, 必须由 MCU 清零才可使中断复位); 0: 无等待处理的中断。	RW	0

5.10 错误标志寄存器 (R8_EFLAG)

位	名称	描述	访问	默认值
7	RX1OVR	接收缓冲区 1 溢出标志位: 1: RXB1 内部缓冲区溢出且 R8_SYSINTF 的 RX1IF 位为 1; 0: 必须由 MCU 复位。	RW	0
6	RX0OVR	接收缓冲区 0 溢出标志位: 1: RXB0 内部缓冲区溢出且 R8_SYSINTF 的 RX0IF 位为 1; 0: 必须由 MCU 复位。	RW	0
5	TXBO	总线关闭错误标志位: 1: TEC 达到 255 时, 该位置 1; 0: 当成功接收到总线恢复序列时复位。	RO	0
4	TXEP	发送被动错误标志位: 1: $TEC \geq 128$; 0: $TEC < 128$ 。	RO	0
3	RXEP	接收被动错误标志位: 1: $REC \geq 128$; 0: $REC < 128$ 。	RO	0
2	TXWAR	发送错误警告标志位: 1: $TEC \geq 96$; 0: $TEC < 96$ 。	RO	0
1	RXWAR	接收错误警告标志位: 1: $REC \geq 96$; 0: $REC < 96$ 。	RO	0
0	EWARN	错误警告标志位: 1: TEC 或 $REC \geq 96$; 0: TEC 和 $REC < 96$ 。	RO	0

5.11 TXnRTS 引脚控制和状态寄存器 (R8_TXRTSCTRL)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:6]	FIT	0: 10ms 滤波器; 1: 5ms 滤波器;	RW	0

		2: 1ms 滤波器; 3: 不启用滤波器。		
5	B2RTS	TX2RTS 引脚状态位: TX2RTS 为数字输入模式时, 读出值为该引脚滤波后的有效值 (低电平为 1)。	RO	0
4	B1RTS	TX1RTS 引脚状态位: TX1RTS 为数字输入模式时, 读出值为该引脚滤波后的有效值 (低电平为 1)。	RO	0
3	B0RTS	TX0RTS 引脚状态位: TX0RTS 为数字输入模式时, 读出值为该引脚滤波后的有效值 (低电平为 1)。	RW	0
2	B2RTSM	TX2RTS 引脚模式位: 1: 该引脚用来请求 TXB2 缓冲区发送报文 (在滤波后的下降沿); 0: 数字输入。	RW	0
1	B1RTSM	TX1RTS 引脚模式位: 1: 该引脚用来请求 TXB1 缓冲区发送报文 (在滤波后的下降沿); 0: 数字输入。	RW	0
0	B0RTSM	TX0RTS 引脚模式位: 1: 该引脚用来请求 TXB0 缓冲区发送报文 (在滤波后的下降沿); 0: 数字输入。	RW	0

5.12 接收过滤寄存器 x 的标准标识符低位 (R8_RXFxSIDL) (x = 0, 1, 2, 3, 4, 5)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	SID[7:0]	标准标识符过滤位[7:0]: 对接收报文中标准标识符数据位[7:0]进行过滤的数据位。	RW	0

5.13 接收过滤寄存器 x 的标准标识符高位 (R8_RXFxSIDH) (x = 0, 1, 2, 3, 4, 5)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:6]	EID[1:0]	扩展标识符过滤位[1:0]: 对接收报文中扩展标识符数据位[1:0]进行过滤的数据位。	RW	0
5	Reserved	保留。	RO	0
4	EXIDE	扩展标识符使能位: 1: 报文过滤仅应用于扩展帧; 0: 报文过滤仅应用于标准帧。	RW	0
3	EN	是否使能该过滤器组: 1: 使能, 0: 不使能。	RW	0
[2:0]	SID[10:8]	标准标识符过滤位[10:8]: 对接收报文中标准标识符数据位[10:8]进行过滤的数据位。	RW	0

5.14 接收过滤寄存器 x 的扩展标识符低位 (R8_RXFxEIDL) (x = 0, 1, 2, 3, 4, 5)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	EID[9:2]	扩展标识符过滤位[9:2]: 对接收报文中标准标识符数据位[9:2]进行报文过滤的数据位。	RW	0

5.15 接收过滤寄存器 x 的扩展标识符高位 (R8_RXFxEIDH) (x = 0, 1, 2, 3, 4, 5)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	EID[17:10]	扩展标识符过滤位[17:10]: 对接收报文中扩展标识符数据位[17:10]进行报文过滤的数据位。	RW	0

5.16 接收屏蔽寄存器 x 的标准标识符低位 (R8_RXMxSIDL) (x = 0, 1)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	SID[7:0]	标准标识符接收过滤的屏蔽位[7:0]: 对接收报文中标准标识符数据位[7:0]进行过滤器屏蔽的数据位。	RW	0

5.17 接收屏蔽寄存器 x 的标准标识符高位 (R8_RXMxSIDH) (x = 0, 1)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:6]	EID[1:0]	扩展标识符接收过滤的屏蔽位[1:0]: 对接收报文中扩展标识符数据位[1:0]进行过滤器屏蔽的数据位。	RW	0
[5:3]	Reserved	保留。	RO	0
[2:0]	SID[10:8]	标准标识符接收屏蔽位[10:8]: 对接收报文中标准标识符数据位[10:8]进行过滤器屏蔽的数据位。	RW	0

5.18 接收屏蔽寄存器 x 的扩展标识符低位 (R8_RXMxEIDL) (x = 0, 1)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	EID[9:2]	扩展标识符接收屏蔽位[9:2]: 对接收报文中扩展标识符数据位[9:2]进行过滤器屏蔽的数据位。	RW	0

5.19 接收屏蔽寄存器 x 的扩展标识符高位 (R8_RXMxEIDH) (x = 0, 1)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	EID[17:10]	扩展标识符接收屏蔽位[17:10]: 对接收报文中扩展标识符数据位[17:10]进行过滤器屏蔽的数据位。	RW	0

5.20 发送缓冲区 x 控制寄存器 (R8_TXBxCTRL) (x = 0, 1, 2)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:3]	Reserved	保留。	RO	0
2	MLOA	报文仲裁失败位： 1：报文发送期间仲裁失败； 0：报文发送期间仲裁未失败。	RO	0
1	TXERR	检测到发送错误位： 1：报文发送期间发生总线错误； 0：报文发送期间未发生总线错误。	RO	0
0	TXREQ	报文发送请求位： 1：缓冲区等待报文发送（MCU 将此位置 1 以请求报文发送一报文发送后该位自动清零）； 0：缓冲区无等待发送报文（MCU 将此位清零以请求中止报文发送）。	RW	0

5.21 发送缓冲区 x 的标准标识符低位 (R8_TXBxSIDL) (x = 0, 1, 2)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	SID[7:0]	发送缓冲区标准标识符数据位[7:0]。	RW	0

5.22 发送缓冲区 x 的标准标识符高位 (R8_TXBxSIDH) (x = 0, 1, 2)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:6]	EID[1:0]	发送缓冲区的扩展标识符数据位[1:0]。	RW	0
5	Reserved	保留。	RO	0
4	EXIDE	扩展标识符使能位： 1：报文将发送扩展标识符； 0：报文将发送标准标识符。	RW	0
3	Reserved	保留。	RO	0
[2:0]	SID[10:8]	发送缓冲区标准标识符数据位[10:8]。	RW	0

5.23 发送缓冲区 x 的扩展标识符低位 (R8_TXBxEIDL) (x = 0, 1, 2)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	EID[9:2]	发送缓冲区的扩展标识符数据位[9:2]。	RW	0

5.24 发送缓冲区 x 的扩展标识符高位 (R8_TXBxEIDH) (x = 0, 1, 2)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	EID[17:10]	发送缓冲区的扩展标识符数据位[17:10]。	RW	0

5.25 发送缓冲区 x 长度寄存器 (R8_TXBxDLC) (x = 0, 1, 2)

位	名称	描述	访问	默认值
7	Reserved	保留。	RO	0
6	RTR	远程发送请求位： 1：发送的报文为远程帧；	RW	0

		0: 发送的报文为数据帧。		
[5:4]	Reserved	保留。	R0	0
[3:0]	DLC	数据长度位: 设定要发送的数据长度 (0 到 8 字节)。 注: 可以将 DLC 设定为大于 8 的值, 但只发送 8 个字节。	RW	0

5.26 接收缓冲区 0 控制寄存器 (R8_RXB0CTRL)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:3]	Reserved	保留。	R0	0
2	BUKT	滚存使能位: 1: 如果 RXB0 满, RXB0 接收到的报文将被滚存至 RXB1; 0: 禁止滚存。	RW	0
1	Reserved	保留。	R0	0
0	FILHIT	过滤器命中位, 指明使能报文接收的接收过滤寄存器编号: 1: 接收过滤寄存器 1 (RXF1); 0: 接收过滤寄存器 0 (RXF0)。	R0	0

5.27 接收寄存器 x 的标准标识符低位 (R8_RXBxSIDL) (x = 0, 1)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	SID[7:0]	接收报文中标准标识符位的数据位 [7:0]。	R0	0

5.28 接收寄存器 x 的标准标识符高位 (R8_RXBxSIDH) (x = 0, 1)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:6]	EID[1:0]	接收报文中的扩展标识符的数据位 [1:0]。	R0	0
5	Reserved	保留。	R0	0
4	EXIDE	扩展标识符标志位: 1: 接收到的报文是扩展帧; 0: 接收到的报文是标准帧。	R0	0
3	Reserved	保留。	R0	0
[2:0]	SID[10:8]	接收报文中的标准标识符的数据位 [10:8]。	R0	0

5.29 接收寄存器 x 的扩展标识符 (R8_RXBxEIDL) (x = 0, 1)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	EID[9:2]	接收寄存器的扩展标识符数据位 [9:2]。	R0	0

5.30 接收寄存器 x 的扩展标识符 (R8_RXBxEIDH) (x = 0, 1)

位	名称	描述	访问	默认值
[7:0]	EID[17:10]	接收寄存器的扩展标识符数据位 [17:10]。	R0	0

5.31 接收缓冲区 x 长度寄存器 (R8_RXBxDLC) (x = 0, 1)

位	名称	描述	访问	默认值
---	----	----	----	-----

7	Reserved	保留。	R0	0
6	RTR	远程发送请求位： 1：接收到远程（发送请求）帧； 0：接收到的报文为数据帧。	R0	0
[5:4]	Reserved	保留。	R0	0
[3:0]	DLC	数据长度位： 本次接收的数据长度（0 到 8 字节）。	R0	0

5.32 接收缓冲区 1 控制寄存器（R8_RXB1CTRL）

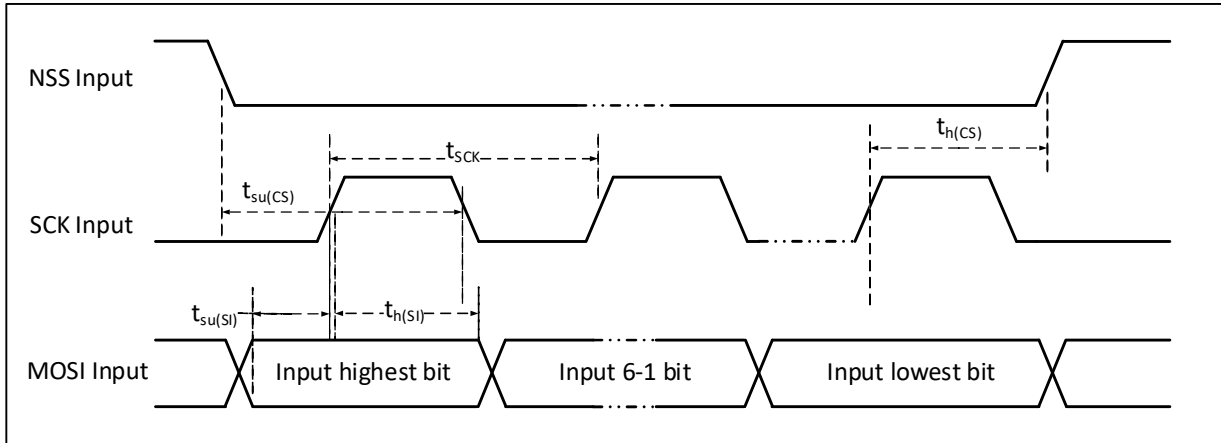
位	名称	描述	访问	默认值
[7:3]	Reserved	保留。	R0	0
[2:0]	FILHIT	过滤器命中位，指明使能报文接收的接收过滤寄存器编号： 101：接收过滤寄存器 5（RXF5）； 100：接收过滤寄存器 4（RXF4）； 011：接收过滤寄存器 3（RXF3）； 010：接收过滤寄存器 2（RXF2）； 001：接收过滤寄存器 1（RXF1）（只有当 R8_RXB0CTRL 中的 BUKT 位为 1 时有效）； 000：接收过滤寄存器 0（RXF0）（只有当 R8_RXB0CTRL 中的 BUKT 位为 1 时有效）。	R0	0

6、SPI 功能说明

6.1 SPI 串行接口

CH9431 芯片在本地端提供了通用的 SPI 同步串行接口，支持模式 0 和模式 3。发送数据时 MSB 在前，LSB 在后，外部数据和命令通过 SI 引脚传送到器件中，且数据在 SCK 时钟信号的上升沿传进去。CH9431 在 SCK 的下降沿通过 SO 引脚传出去。在进行任何 SPI 操作时，CS 引脚都必须保持为低电平。

图 6-1 SPI 时序图



当 CS 引脚被设置为低电平后，CH9431 接收到的第一个字节为命令字节，所以在连续操作时，必须先将 CS 引脚拉高，然后等待 T_{SX} 时间后，再把 CS 引脚拉低以调用另外一个命令。如果命令是非法命令，那么本次 CS 引脚为低电平时写入的数据全部被忽略。

每次通过命令操作 CH9431 后，在进行下一条命令操作之前，应至少间隔 T_{SX} 时间。其中 RTS 指令操作后，应至少间隔 T_{DRTS} 时间。

读取命令中，在下发地址字节后，应等待至少 T_{SC} 时间后，再继续通过 SPI 读取数据。

读 RX 缓冲区指令中，在下发命令字节后，应至少等待 T_{SRB} 时间后，再继续通过 SPI 读取数据。

读状态指令和读 RX 状态指令中，在下发命令字节后，应至少等待 T_{RS} 时间后，再继续通过 SPI 读取数据。

CH9431 芯片 INT# 引脚输出的中断请求是低电平有效，可以连接到单片机的中断输入引脚或普通输入引脚，单片机可以使用中断方式或查询方式获知 CH9431 的中断请求。为了节约引脚，单片机可以不连接 CH9431 的 INT# 引脚，而直接查询 CH9431 的发送和接收等标志寄存器。

SI 引脚默认情况下为上拉输入（芯片内部上拉电阻），主机使用浮空输入模式读取 SI 时为高。进入睡眠模式后，SI 引脚会切换为下拉输入，主机使用浮空输入模式读取 SI 时为低。所以在下发睡眠指令后，可以通过读取当前 SI 引脚电平，来判断是否成功进入睡眠。退出睡眠后，SI 重新切换为上拉输入模式。

当片选保持低电平期间，CH9431 处于接收 SPI 数据的状态，在此期间无法将接收到的 CAN 数据包转移到 RXBn 接收缓冲区中，在操作流程不当时，会导致 CAN 接口丢包。所以使用时需要注意 SPI 时钟和 CAN 时钟的配置选择。

例如：CAN 总线时钟为 1M 的情况下，一个带有 8 字节数据的标准帧约耗时 135us，芯片内部硬件 FIFO 可缓存 3 个数据包。则在连续 405us 的时间内，SPI 片选时间应低于 405us 的三分之一。并且在片选有效期间，完成对接收到的数个 CAN 数据包的读取。建议 SPI 时钟使用最高速率 12M。在片选引脚拉低后，1us 内开始发送 SPI 数据。在本次 SPI 数据发送完成后，1us 内拉高片选引脚。

6.2 复位指令

SPI 同步复位指令可以重新初始化 CH9431 的内部寄存器，并设置为配置模式。该命令通过 SPI 接口发送到 CH9431，其功能与 RESET 引脚相同。

复位指令为单字节指令。应先将 CS 引脚置为低电平来选中器件，随后发送命令字节，发送完毕之后再 将 CS 引脚拉升为高电平。建议将发送复位指令（或将 RESET 引脚置为低电平）作为初始化过程中的一部分。复位后需要等待指定时间 T_{rd} 后才可以使 用 SPI 对器件进行初始化等操作。

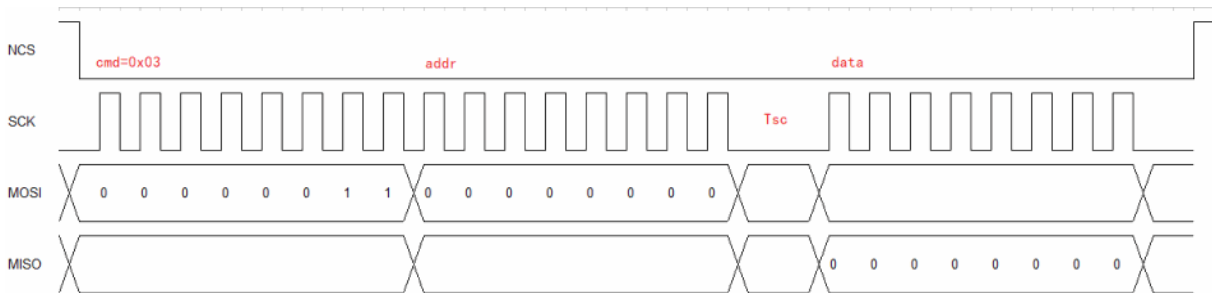
图 6-2 复位指令时序图



6.3 读寄存器指令

将 CS 引脚置为低电平来启动读指令。先向 CH9431 发送读指令，然后继续发送寄存器地址，在发送完地址后需要等待指定时间 T_{sc} 后，即可从 S0 引脚读取到指定地址的数据。

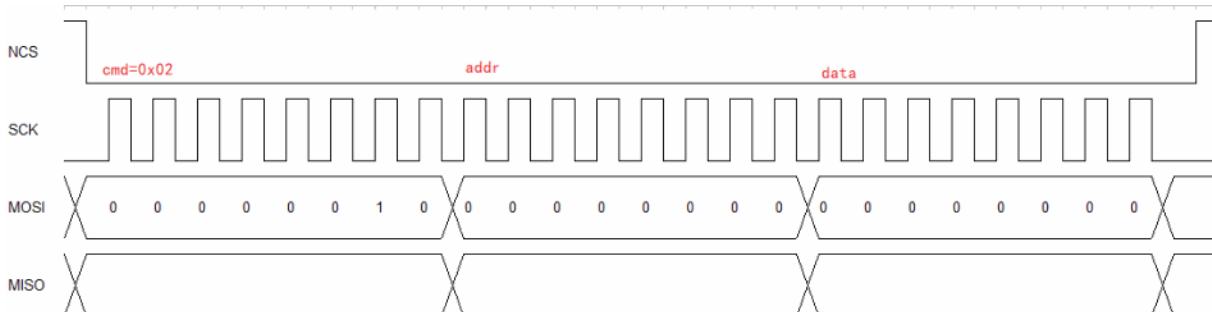
图 6-3 读寄存器指令时序图



6.4 写寄存器指令

将 CS 引脚置为低电平来启动写操作。先向 CH9431 发送写指令，然后继续发送寄存器地址和需要写入指定地址的数据。在写入操作后，寄存器并不会立刻更新，需要等待程序校验后，才会更新写入数据到指定寄存器中。因此不可以短时间大量对寄存器进行写入或位修改操作。

图 6-4 写寄存器指令时序图



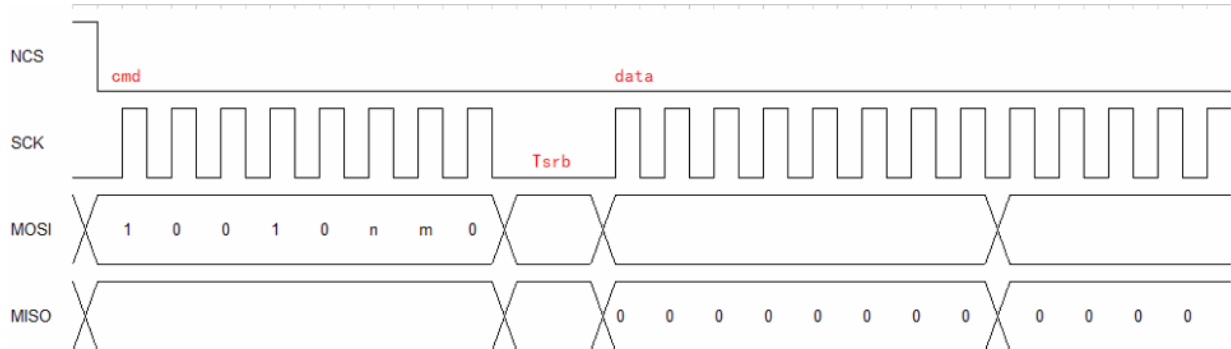
6.5 读 RX 缓冲区指令

读 RX 缓冲区指令可以快速读取接收缓冲区。读 RX 缓冲区指令实际上有下面四个可能值用于确定地址指针的位置。在读取相关寄存器后，还需要自行将相关接收标志位 $RXnIF$ 清零。

表 6-1 读 RX 缓冲区指令第二位和第一位真值表

指令第 2 位	指令第 1 位	起始读取地址	读取数量 n
0	0	R8_RXB0SIDL	5
0	1	R8_RXB0D0	8
1	0	R8_RXB1SIDL	5
1	1	R8_RXB1D0	8

图 6-5 读 RX 缓冲区指令时序图



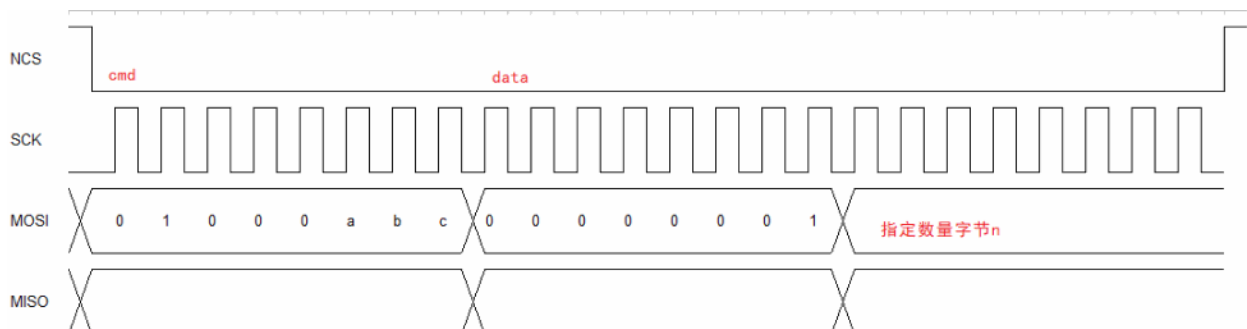
6.6 装载 TX 缓冲区指令

装载 TX 缓冲区指令速的将写入地址指针设置为下面 6 个地址之一，以便快速地将数据写入发送缓冲区。用户在使用该指令前，需自行确保指定的 TXBnCTRL 的 TXREQ 位为 0，否则出现发包异常情况。

表 6-2 装载 TX 缓冲区指令低三位真值表

指令第 2 位	指令第 1 位	指令第 0 位	起始写入地址	写入数量 n
0	0	0	R8_TXB0SIDL	5
0	0	1	R8_TXB0D0	8
0	1	0	R8_TXB1SIDL	5
0	1	1	R8_TXB1D0	8
1	0	0	R8_TXB2SIDL	5
1	0	1	R8_TXB2D0	8

图 6-6 装载 TX 缓冲区指令时序图



6.7 请求发送 (RTS) 指令

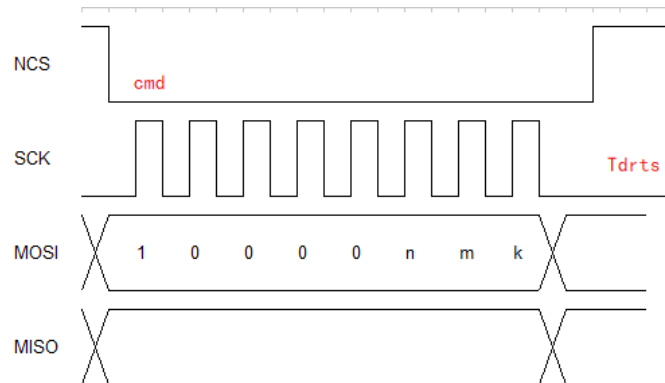
使用 RTS 命令可以启动一个或多个发送缓冲区的报文发送。将 CS 引脚置为低电平来选中 CH9431。之后向其发送 RTS 命令字节。该命令的后 3 位显示了哪些发送缓冲区被使能发送。

该命令将缓冲区对应的 R8_TxBnCTRL 的 TXREQ 位置 1。用一条 RTS 命令即可对这三位中的一位或全部三位置 1。如果发送的 RTS 命令中后三位为 000，将忽略该命令。

表 6-3 请求发送 (RTS) 指令低三位真值表

RTS 指令低三位	执行结果
第 0 位为 1	R8_TxB0CTRL 的 TXREQ 位为 1
第 1 位为 1	R8_TxB1CTRL 的 TXREQ 位为 1
第 2 位为 1	R8_TxB2CTRL 的 TXREQ 位为 1

图 6-7 请求发送 (RTS) 指令时序图



6.8 读状态指令

读状态指令允许单条指令访问常用的报文接收和发送状态位。

将 CS 引脚置为低电平来选中 CH9431，然后向 CH9431 发送读状态指令字节。命令字节发送后，需要等待指定时间 T_{sc} 后读取，CH9431 将返回一个包含状态信息的 8 位数据。

图 6-8 读状态指令时序图

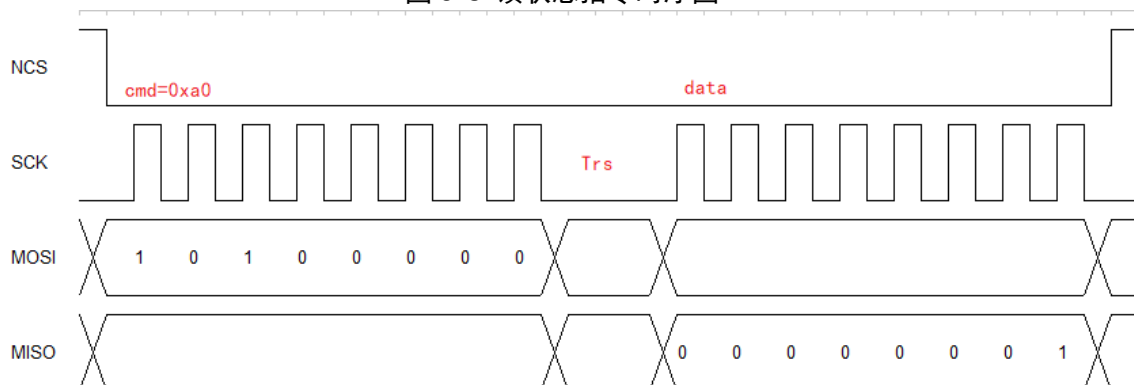


表 6-4 读状态指令返回的字节中映射的位

返回字节中的数据位	映射
0	SYSINTF 中的 RX0I 位
1	SYSINTF 中的 RX1I 位
2	R8_TXB0CTRL 的 TXREQ 位
3	SYSINTF 中的 TX0I 位
4	R8_TXB1CTRL 的 TXREQ 位
5	SYSINTF 中的 TX1I 位
6	R8_TXB2CTRL 的 TXREQ 位
7	SYSINTF 中的 TX2I 位

6.9 读 RX 状态指令

RX 状态指令用于快速确定与报文和报文类型（标准帧、扩展帧或远程帧）相匹配的过滤器。命

令字节发送后，需要等待指定时间 T_{sc} 后读取，CH9431 将会返回包含状态信息的 8 位数据。

图 6-9 读 RX 状态指令时序图

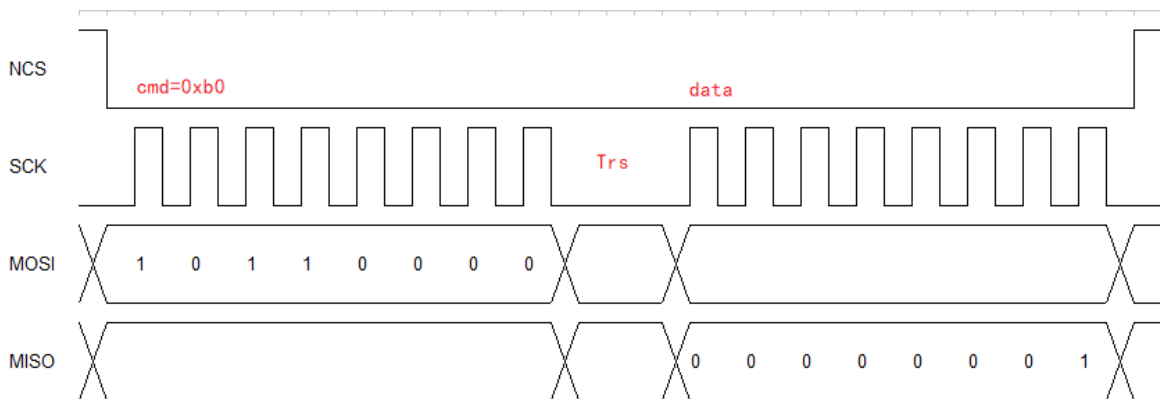


表 6-5 读 RX 状态指令返回的字节中映射的位

返回字节中的数据位	映射
0-2	过滤器匹配，见表 6-6
3	数据帧为 0，远程帧为 1
4	标准帧为 0，扩展帧为 1
5	Reserve
6	SYSINTF 中的 RX0I 位
7	SYSINTF 中的 RX1I 位

表 6-6 过滤器匹配真值表

第 2 位	第 1 位	第 0 位	过滤器匹配
0	0	0	RXF0
0	0	1	RXF1
0	1	0	RXF2
0	1	1	RXF3
1	0	0	RXF4
1	0	1	RXF5
1	1	0	RXF0 (滚存到 RXB1)
1	1	1	RXF1 (滚存到 RXB1)

6.10 位修改指令

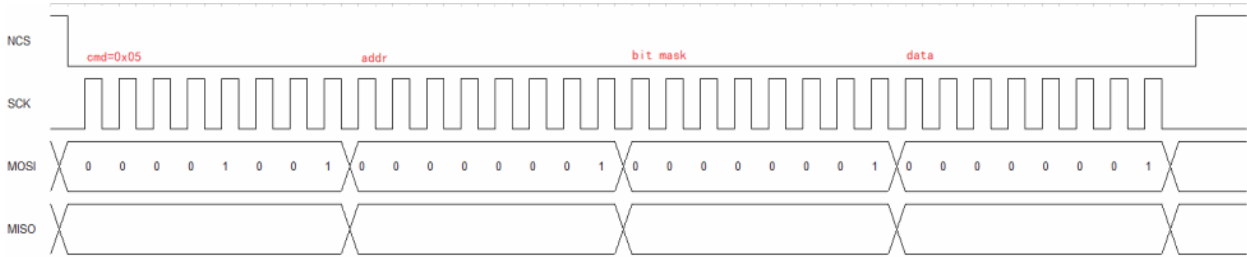
位修改指令可对特定状态和控制寄存器中单独的位进行置 1 或清零。该命令并非对所有寄存器有效。

将 CS 引脚置为低电平来选择器件，之后向 CH9431 发送位修改命令字节。命令字节发送后，依次发送寄存器地址、屏蔽字节以及数据字节。屏蔽字节确定允许修改寄存器中的哪一位。屏蔽字节中的“1”表示允许对寄存器中的相应位进行修改；而“0”则禁止修改。

数据字节确定寄存器位修改的最终结果。如果屏蔽字节相应位为“1”，数据字节中的“1”表示将寄存器对应位设置为 1，而“0”将对该位清零。

在位修改指令操作后，寄存器并不会立刻更新，需要等待程序校验后，才会更新数据到指定寄存器中。因此不可以短时间大量对寄存器进行写入或位修改操作。

图 6-10 位修改指令时序图



6.11 读 RXBn 缓冲区指令

读 RXBn 缓冲区指令仅 V1.0.2a 及其之后版本的固件支持，可一次性读取指定接收器中存放的数据包，并自动清除接收中断标志位。

将 CS 引脚置为低电平来选中 CH9431，然后向 CH9431 发送读 RXBn 指令字节。命令字节发送后，需要等待指定时间 T_{rxb} 后读取，CH9431 将返回从 RXBnSIDL 开始到 RXBnD7 结束的 13 个字节数据，并在本次操作结束后，自动清除指定的 RXnIF 中断状态位。

在本命令结束后，应等待指定时间 T_{drxb} 后，才可以进行下一个命令传输。

图 6-11 读 RXBn 缓冲区指令时序图

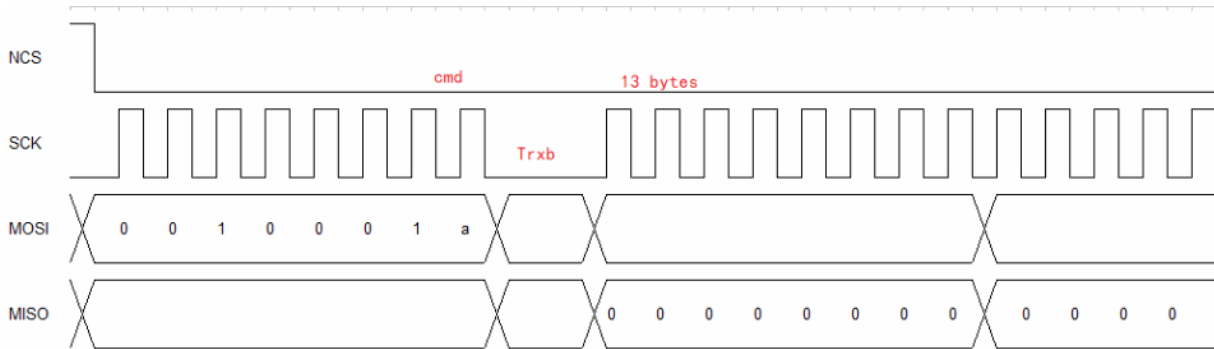


表 6-7 读 RXBn 缓冲区指令真值表

指令第 0 位	接收器
0	RXB0
1	RXB1

6.12 读 RXBn 缓冲区及内部缓冲区指令

读 RXBn 缓冲区及内部缓冲区指令仅 V1.0.2a 及其之后版本的固件支持，可一次性读取指定接收器及内部缓冲区中存放的数据包，并自动清除接收中断标志位。数据格式同读 RXBn 缓冲区指令。

将 CS 引脚置为低电平来选中 CH9431，然后向 CH9431 发送读 RXBn 缓冲区及内部缓冲区指令字节。命令字节发送后，需要等待指定时间 T_{rab} 后读取，CH9431 将返回 66 个字节数据（最多包括 5 个数据包），并在本次操作结束后，自动清除指定的 RXnIF 中断状态位。

其中返回的首字节指示了本次数据中有几个内部数据包，0 则代表本次只有 RXBn 缓冲区的数据包，1 则代表本次除了 RXBn 缓冲区的数据包，数据中还有 1 包在芯片内部缓冲区的数据包。最大值为 4，代表后面的数据包中有 4 包在芯片内部缓冲区的数据包。

在接收到该指令后，无论是否完整读取 66 字节数据，芯片内部都将清除内部存储的数据包（最多 4 个）。

在本命令结束后，应等待指定时间 T_{drab} 后，才可以进行下一个命令传输。

图 6-12 读 RXBn 缓冲区及内部缓冲区指令时序图

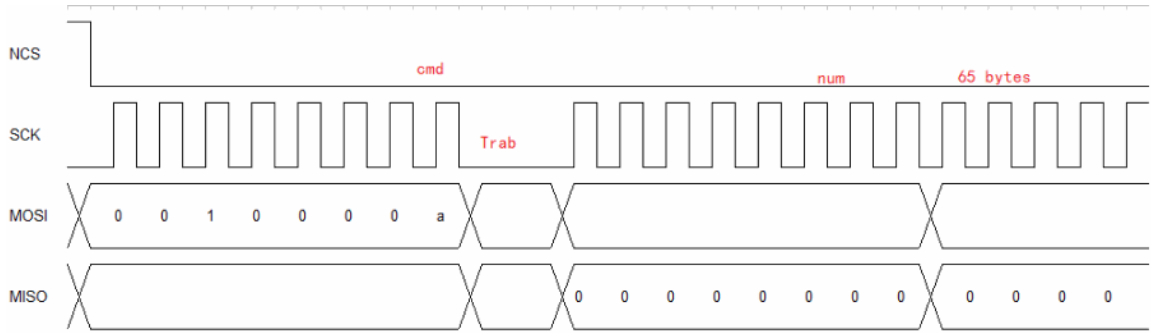


表 6-8 读 RXBn 缓冲区及内部缓冲区指令真值表

指令第 0 位	接收器
0	RXB0
1	RXB1

6.13 装载 TX 缓冲区并发送指令

装载 TX 缓冲区并发送指令可直接对指定的 TXBn 缓冲器进行写入操作，并自动置位 TXBnCTRL 的 TXREQ 位，启动发送。用户在使用该指令前，需自行确保指定的 TXBnCTRL 的 TXREQ 位为 0，否则出现发包异常情况。

该指令需要通过 SPI 下发 15 个字节，其中首字节为命令码 0x4f，第二字节为发送缓冲区序号，第三字节开始为 TXBnSIDL 至 TXBnDLC 的 5 个字节。在发完 TXBnDLC 后，需要等待指定时间 Ttnd，此时发送请求才会在命令结束后置位，否则本次不会进行数据发送。

如果本次不需要发送数据，则可以直接拉高片选退出。如果需要发送数据，则可以发送指定长度的数据（最多 8 字节）。数据内容将从 TXBnD0 开始，存储到 TXBnD7 结束。

在本命令结束后，应等待指定时间 Tdnd 后，才可以进行下一个命令传输。

图 6-11 装载 TX 缓冲区并发送指令时序图

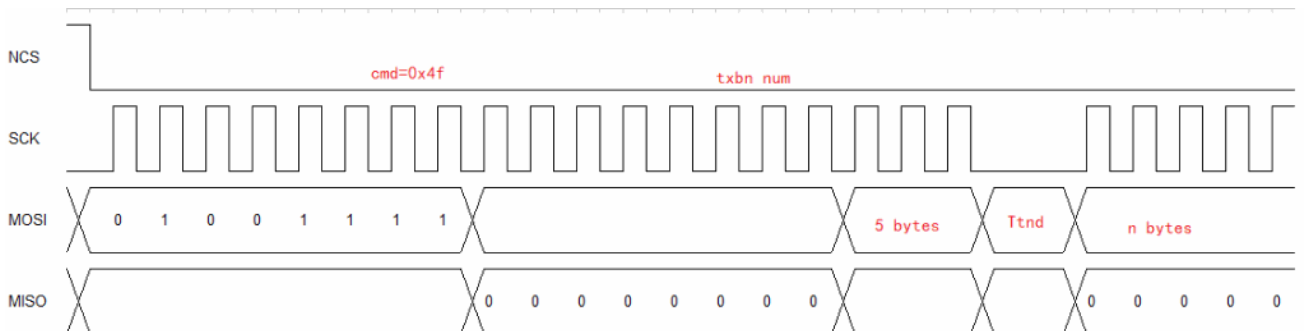


表 6-9 装载 TX 缓冲区并发送指令真值表

txbn num	接收器
0	TXB0
1	TXB1
2	TXB2

6.14 SPI 指令集汇总

表 6-10 SPI 指令集

指令名称	指令格式		说明
复位	1100	0000	将内部寄存器复位为缺省状态，并将器件设定为配置模式。
读	0000	0011	从指定地址的寄存器读取数据。
读 RX 缓冲区	1001	0xx0	读取接收缓冲区时，第 1 位和第 2 位所指示的四个地址中的一个放置地址指针可以减轻一般读命令的开销。
写	0000	0010	将数据写入指定地址起始的寄存器。
装载 TX 缓冲区	0100	0xxx	装载发送缓冲区时，第 0 位，第 1 位和第 2 位所指示的六个地址中的一个放置地址指针可以减轻一般写命令的开销。
RTS (请求发送报文)	1000	0xxx	指示控制区开始发送任一发送缓冲区中的报文发送序列。第 0 位为 1 则请求发送 TXB0，第 1 位为 1 则请求发送 TXB1，第 2 位为 1 则请求发送 TXB2。
读状态	1010	0000	快速查询命令，可读取有关发送和接收功能的一些状态位。
RX 状态	1011	0000	快速查询命令，确定匹配的过滤器和接收报文的类型（标准帧、扩展帧或远程帧）。
位修改	0000	0101	允许用户将特殊寄存器中的单独位置 1 或清零。 注：该命令并非适用于所有的寄存器。对不允许位修改操作的寄存器执行该命令会无效。请参见“寄存器列表”，以了解适用的寄存器。
读 RXBn 缓冲区	0010	001x	读取 RXBn 接收缓冲区，并清除指定的中断状态。该指令返回 13 个字节。第 0 位所指示的为 RXB0 和 RXB1 缓冲区。（仅 V1.0.2a 及其之后版本的固件支持。）
读 RXBn 缓冲区及内部缓冲区	0010	000x	读取 RXBn 接收缓冲区及内部缓冲区，并清除指定的中断状态。该指令返回 66 个字节。第 0 位所指示的为 RXB0 和 RXB1 缓冲区。（仅 V1.0.2a 及其之后版本的固件支持。）
装载 TX 缓冲区并发送	0100	1111	装载 TX 缓冲区并发送，该指令会自动设置指定发送缓冲区的 TXBnCTRL 中的 TXREQ 位，并启动发送。（仅 V1.0.2a 及其之后版本的固件支持。）

7、工作模式

CH9431 有 7 种工作模式，分别为：

1. 正常工作模式；
2. 配置模式；
3. 仅监听模式；
4. 环回模式；
5. 浅休眠模式；
6. 深休眠模式；
7. 固件更新模式。

通过操作 R8_SYSCTRL 的 RE00P 位可进行固件更新模式外其他工作模式的选择（详见寄存器详解表）。

改变工作模式后，会立刻判定是否生效，如果生效，则未发送的报文不会再发送。

7.1 正常工作模式

该模式为 CH9431 的标准工作模式。器件处于此模式下，才可以在 CAN 总线上进行报文的传输。只有在配置模式下，才可以设置为正常工作模式。

7.2 配置模式

CH9431 在正常运行前必须经过初始化。只有在配置模式下，才能对器件进行初始化。在上电或复位时，器件会自动进入配置模式。

通过将 R8_SYSCTRL 的 REQOP 位设置为“001”也可以使器件从除睡眠模式外的其他模式进入配置模式。

以下寄存器只有在配置模式下才能修改：

- R8_BTIMER1、R8_BTIMER2、R8_BTIMER3
- R8_TXRTSCTRL
- R8_RXFxSIDL
- R8_RXFxSIDH
- R8_RXFxEIDL
- R8_RXFxEIDH
- R8_RXMxSIDL
- R8_RXMxSIDH
- R8_RXMxEIDL
- R8_RXMxEIDH

7.3 仅监听模式

该模式下，CAN 控制器可以接收，不能对外发送报文，对外总是处于隐性位，可以避免对总线产生影响，但是报文能够被所在节点的控制器的接收。通常仅监听模式被用于 CAN 总线的状态分析。

7.4 环回模式

该模式下，CAN 控制器可以对外发送报文，不能接收外部报文，但是发送报文能够被所在节点的控制器的接收，接收过滤机制有效。通常环回模式被用于 CAN 控制器的收发测试。

7.5 浅度休眠模式

浅度休眠模式可以在保持尽量少的功耗前提下，监听 CAN 总线上的报文，并且接收后唤醒。同时

也可以通过选中片选脚来唤醒。进入睡眠后，SI 引脚上的上拉电阻会切换为下拉电阻，此时读取 SI 总线上电平为低，可以通过读取 SI 引脚电平来判断是否成功进入睡眠。唤醒后维持之前的工作模式。只有在正常工作模式和配置模式下，才可以进入浅度睡眠模式。通过拉低 CS 引脚可以唤醒处于睡眠中的 CH9431，应拉低 CS 引脚至少 T_{clk} 时间后，重新拉高 CS 引脚。等待 SI 引脚重新变为上拉电阻后，才可以继续通过 SPI 下发指令。

7.6 深度休眠模式

深度休眠模式下，CAN 控制器不支持监听 CAN 总线，只可以通过选中片选脚来唤醒。该模式下功耗最低。进入睡眠后，SI 引脚上的上拉电阻会切换为下拉电阻，此时读取 SI 总线上电平为低，可以通过读取 SI 引脚电平来判断是否成功进入睡眠。唤醒后维持之前的工作模式。只有在正常工作模式和配置模式下，才可以进入深度睡眠模式。通过拉低 CS 引脚可以唤醒处于睡眠中的 CH9431，应拉低 CS 引脚至少 T_{clk} 时间后，重新拉高 CS 引脚。等待 SI 引脚重新变为上拉电阻后，才可以继续通过 SPI 下发指令。

7.7 固件更新模式

用户主程序应当预留进入更新模式的 API 接口，具体操作可见 EVT 例程。

更新模式无法通过设置 R8_SYSCTRL 中的 REQ00P 位来进入，只可以通过固定校验步骤完成进入 IAP 模式。进入 IAP 模式成功后，R8_SYSSTAT 中的 OPMOD 位将置位为 110。

对于固件版本为 V1.0.1a 及之前版本固件，更新模式将通过 CAN 总线来更新固件。

对于固件版本为 V1.0.2a 及之后版本固件，更新模式将通过 CAN 总线或者 SPI 接口来更新固件。更新后可通过获取固件版本号来判断是否更新成功，具体操作可见 EVT 例程。

8、报文发送功能说明

CH9431 具有 3 个发送缓冲区，可以写入并排队等待发送，并且支持停止发送。支持发送数据帧、扩展帧和远程帧。

8.1 单触发模式

单触发模式确保了报文只会发送一次。正常情况下，如果 CAN 报文仲裁失败或被错误帧损坏，报文会尝试再次发送。一旦单触发模式使能，报文只会发送一次，而不管仲裁失败或产生错误帧与否。通过设置 R8_SYSCTRL 的 OSM 位来使能单触发模式。

8.2 发送优先级

发送优先级是指 CH9431 内部等待发送报文的优先级。它与 CAN 协议中固有的报文仲裁优先级无关。TXB0 优先级最高，TXB1 次之，TXB2 优先级最低。

8.3 发送数据装载

至少须将 R8_TXBnSIDH、R8_TXBnSIDL 和 R8_TXBnDLC 寄存器装载数据。如果报文包含数据字节，还需要对 R8_TXBnDm 寄存器进行装载。若报文采用扩展标识符，应对 R8_TXBnEIDm 寄存器进行装载，并将 R8_TXBnSIDH 寄存器的位 EXIDE 置 1。

在报文发送之前，MCU 应对 R8_SYSINTE 的 TXInE 位进行初始化，以便在报文发送时使能或禁止中断的产生。

在写入发送缓冲区之前，必须将 R8_TXBnCTRL 的 TXREQ 位清零（表明发送缓冲区无等待发送的报文）。

8.4 启动发送

通过将 R8_TXBnCTRLD 的位 TXREQ 置 1，可以启动相应缓冲区的报文发送。

当 R8_TXBnCTRL 的位 TXREQ 置 1 后，R8_TXBnCTRL 的 ABTF 位、R8_TXBnCTRL 的 MLOA 位和 R8_TXBnCTRL 的 TXERR 位都将被自动清零。

将 R8_TXBnCTRL 的位 TXREQ 置 1 不会启动报文发送。仅会将报文缓冲区标记为准备发送。当器件检测到总线空闲时，才会启动报文发送。

报文发送成功后，R8_TXBnCTRL 的位 TXREQ 位将被清零，R8_SYSINTF 的位 TXnIF 置 1，若 R8_SYSINTE 的位 TXnIE 被置 1，将产生中断。如果报文发送失败，R8_TXBnCTRL 的位 TXREQ 将保持置 1，表明该报文仍在等待发送。此时以下条件标志之一将被置 1：

- 如果报文已开始发送但发生错误，R8_TXBnCTRL 的位 TXERR 和 R8_SYSINTF 的位 MERRF 将被置 1，此时在 R8_SYSINTE 的位 MERRE 置 1 后，器件将在 INT 引脚产生中断
- 若发送报文总线仲裁失败，R8_TXBnCTRL 的位 MLOA 将被置 1

8.5 TXnRTS 引脚

TXnRTS 为输入引脚，具有上拉电阻，可配置为：

- 请求发送输入引脚，作为启动任一发送缓冲区中报文发送的备用方法
- 标准数字输入引脚（可接按键）

8.6 中止发送

MCU 可通过将特定报文缓冲区中对应的 R8_TXBnCTRL 的 TXREQ 位清零，请求中止该缓冲区中的报文发送。也可通过将 R8_SYSCTRL 的位 ABAT 置 1 来请求中止所有等待发送的报文。用户必须复位该位

才可继续发送报文（通常须先确认所有的 TXREQ 位都已清零）。只有通过设定 R8_SYSCTRL 的 ABAT 位中止报文发送时，R8_SYSCTRL 的 ABAT 标志才会被置 1。

只有尚未开始发送的报文可被中止。报文一旦没有发送成功（如：仲裁失败或因错误帧而中断），就会中止发送。

9、报文接收功能说明

CH9431 具有两个接收缓冲区。每个接收缓冲区配备多个接收过滤器。RXB1 接收缓冲区支持配置为 RXB0 缓冲区的另一个接收区域。

9.1 报文缓冲区

CH9431 除了 RXB0 和 RXB1 两个独立接收缓冲区外，内部还具有一个单独的接收缓冲区，可以额外缓存一个满足过滤条件的包。该报文在清除 R8_SYSINTF 的 RX0IF 位或 RX1IF 位后，会自动载入 RXB0 或 RXB1，同时会重新置位 R8_SYSINTF 的 RX0IF 位或 RX1IF 位，此时 INT 引脚如果因为 RX0IE 位或 RX1IE 位使能而有效，则 INT 引脚会继续保持有效电平。

9.2 接收标志

当报文传送至某一接收缓冲区时，与该接收缓冲区对应的 R8_SYSINTF 的 RXnIF 位将置 1。一旦缓冲区中的报文处理完毕，MCU 就必须将该位清零以接收下一条报文。确保 MCU 在没有处理完上一条报文前，CH9431 不会将新的报文载入接收缓冲区。

如果 R8_SYSINTE 的 RXnIE 位被置 1，器件会在 INT 引脚产生一个中断，显示接收到报文有效。另外，如果被配置为接收缓冲区满中断引脚，与之相应的 RXnBF 引脚会被拉低。

9.3 滚存功能

可对 R8_RXB0CTRL 寄存器进行配置，如果 RXB0 已包含一条有效报文后接收到另一条有效报文，新的报文会滚存到 RXB1，除非 RXB1 已经有一条未处理的报文。

9.4 标准帧和扩展帧过滤器设置

通过设置 R8_RXFnSIDH 的 EN 位为 1 使能该过滤器，如果为 0，则该过滤器无效，不会接收报文。

通过设置接收过滤器的 R8_RXFnSIDH 的 EXIDE 位为 0 或 1，来设置该过滤器是过滤扩展帧还是标准帧为 0，则该过滤器只会接收标准帧为 1，则该过滤器只会接收扩展帧。

RXB0 的过滤器由一个接收屏蔽寄存器 RXM0 和两个接收过滤寄存器 RXF0 和 RXF1 组成。

RXB1 的过滤器由一个接收屏蔽寄存器 RXM1 和四个接收过滤寄存器 RXF2、RXF3、RXF4 和 RXF5 组成。

9.5 接收匹配

当报文被接收时，R8_RXBnCTRL[3:0]位将显示使能该接收操作的接收过滤器的编号，以及接收到的报文是否为远程传输请求。

10、中断和错误功能说明

CH9431 有八个中断源。R8_SYSINTE 寄存器包含了使能各中断源的中断使能位。R8_SYSINTF 寄存器包含了各中断源的中断标志位。当发生中断时，INT 引脚将被 CH9431 拉为低电平，并保持低电平状态直至 MCU 清除所有使能的中断。中断只有在引起相应中断的条件消失后，才会被清除。

建议在对 R8_SYSINTF 寄存器中的标志位进行复位操作时，采用位修改命令而不要使用一般的写操作。这是为了避免在写命令执行过程中无意间修改了标志位，进而导致中断丢失。

10.1 中断代码位

R8_SYSSTAT 的 ICOD 位的值反映等待处理的中断源。如果同时发生多个中断，INT 引脚将保持低电平状态直至 MCU 复位所有中断。R8_SYSSTAT 的 ICOD 位将反映当前等待处理的优先级最高的中断代码。中断源之间存在内部优先级，ICOD 编码值越低，其中断优先级越高。一旦优先级最高的中断条件被清除，ICOD 位将反映等待处理的次高优先级中断的代码。ICOD 位仅反映那些其 R8_SYSINTE 中断使能位置 1 的中断源。

表10-1 ICOD真值表

ICOD[2:0]	布尔表达式
000	$\overline{ERR} \cdot \overline{WAK} \cdot \overline{TX0} \cdot \overline{TX1} \cdot \overline{TX2} \cdot \overline{RX0} \cdot \overline{RX1}$
001	ERR
010	$\overline{ERR} \cdot \overline{WAK}$
011	$\overline{ERR} \cdot \overline{WAK} \cdot TX0$
100	$\overline{ERR} \cdot \overline{WAK} \cdot \overline{TX0} \cdot TX1$
101	$\overline{ERR} \cdot \overline{WAK} \cdot \overline{TX0} \cdot TX1 \cdot TX2$
110	$\overline{ERR} \cdot \overline{WAK} \cdot \overline{TX0} \cdot \overline{TX1} \cdot \overline{TX2} \cdot RX0$
111	$\overline{ERR} \cdot \overline{WAK} \cdot \overline{TX0} \cdot \overline{TX1} \cdot \overline{TX2} \cdot \overline{RX0} \cdot RX1$

10.2 发送中断

在发送中断使能（R8_SYSINTE 的 TXnIE 位为 1）时，如果相关发送缓冲区为空并处于新报文装载就绪状态，器件会在 INT 引脚产生中断。R8_SYSINTF 的 TXnIF 位将被置 1 来表示中断源。通过将该位清零来清除中断。

10.3 接收中断

在接收中断使能（R8_SYSINTE 的 RXnIE 位为 1）时，如果报文被成功接收并载入相关接收缓冲区，器件会在 INT 引脚产生中断。同时 R8_SYSINTF 的 RXnIF 位将被置 1 来表示中断源。通过将该位清零来清除中断。如果此时继续接收到了新的数据，则中断和中断引脚会继续保持有效。如果使能了相应的接收中断引脚 RX0IP 或 RX1IP，则接收中断引脚在清除相应的中断标志位时，一定会先拉高，在新的数据载入接收缓冲区后，重新拉低。

10.4 报文错误中断

如果报文发送和接收过程中出现错误，报文错误标志位（R8_SYSINTF 的 MERRF 位）将被置 1，此时若相应的 R8_SYSINTE 的 MERRE 位也被置 1，器件将在 INT 引脚产生中断。

10.5 唤醒中断

如果 CH9431 处于休眠模式且总线活动唤醒中断被使能（R8_SYSINTE 的 WAKIE 位为 1），当 CAN 总线上检测到有活动时会在 INT 引脚上产生中断，将 R8_SYSINTF 的位 WAKIF 置 1。该中断会使 CH9431 退出休眠模式。通过将 WAKIF 位清零来清除中断。

睡眠模式下 CH9431 唤醒后会保持之前的工作模式。

10.6 错误中断

当错误中断使能（R8_SYSINTE 的 ERRIE 位为 1）时，如果发生溢出或发送器 / 接收器的错误状态发生改变，器件将在 INT 引脚产生中断。错误标志（EFLAG）寄存器将会表明以下错误中断状况之一。

10.6.1 接收器溢出

当接收到有效报文（该报文符合接收过滤器的接收条件），而与该过滤器相关的接收缓冲区尚无法装载新报文时，将发生溢出。相应的 R8_EFLAG 的 RXnOVR 位将被置 1，表明发生溢出。该位必须由 MCU 清零。

对于固件版本为 V1.0.1a 及之前版本固件，在 RXBn 缓冲区有数据包后，又接收到了 1 个 RXBn 的数据包，就会上报溢出状态。上报溢出状态时，并不代表有数据包已丢失。

对于固件版本为 V1.0.2a 及之后版本固件，在 RXBn 缓冲区有数据包后，接收到的数据包会继续缓存到内部的缓冲区，当缓存数据包的数量达到了 4 个及以上，就会上报溢出状态。此时可以通过 V1.0.2a 开始新增的读 RXBn 缓冲区及内部缓冲区的指令，一次性读取内部缓存的 5 个数据包。

10.6.2 接收器警告

R8_REC 达到 MCU 警告限定值 96。

10.6.3 发送器警告

R8_TEC 达到 MCU 警告限定值 96。

10.6.4 接收被动错误

R8_REC 超出被动错误限定值 127，且器件进入被动错误状态。

10.6.5 发送被动错误

R8_TEC 超出被动错误限定值 127，且器件进入被动错误状态。

10.6.6 总线关闭

R8_TEC 超出 255 且器件进入总线关闭状态。

10.6.7 发送和接收错误寄存器说明

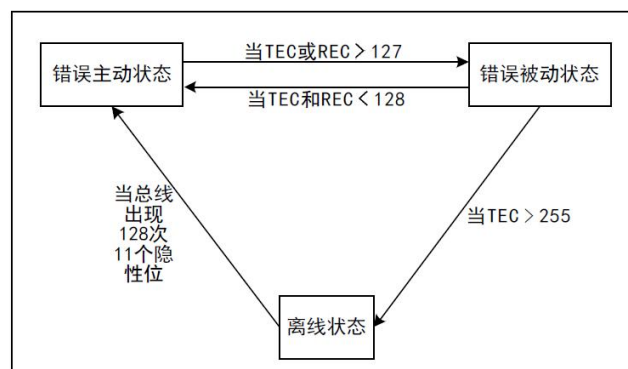
当状态错误寄存器的 R8_TEC 和 R8_REC 小于 128 时，当前 CAN 节点处于错误主动状态，可以正常参与总线通信，并且在侦测到错误的时候发出主动错误标志。

当状态错误寄存器的 R8_TEC 和 R8_REC 大于 127 时，当前 CAN 节点处于错误被动状态，并且在侦测到错误的时候不允许发出主动错误标志，只能发出被动错误标志。

当状态错误寄存器的 R8_TEC 大于 255 时，当前 CAN 节点进入离线状态。

当总线监视到 128 次出现 11 个连续的隐性位时，恢复到错误主动状态。

图 10-1 发送和接收错误寄存器说明图



11、时钟和位时序说明

11.1 时钟

CH9431需外接一个16MHz晶体及振荡电容，为芯片内部的时钟振荡器提供16MHz输入时钟。经内部倍频、分频后，最终CAN总线工作的基准频率为20MHz。

11.2 CAN 总线时序配置

按照CAN总线的标准，将每一位时间分为四段：分别为同步段、传播时间段、相位缓冲段1和相位缓冲段2。这些段由最小时间单元T_q组成。CAN控制器通过采样来监测CAN总线变化，通过帧起始位的边沿进行同步

CH9431把上述四段重新划分为三段，分别为：

同步段(SS)：也就是CAN标准里的同步段，固定为1个最小时间单元，正常情况下所期望的位跳变发生在本时间段内。

时间段1(TS1)：包含CAN标准里的传播时间段和相位缓冲段1，可以被设置为包含1到16最小时间单元，可以被自动延长，用于补偿CAN总线上不同节点频率精度误差带来的相位正向漂移。该时间段结束为采样点位置。

时间段2(TS2)：也就是CAN 标准里的相位缓冲段2，可以被设置为1到8个最小时间单元，可以被自动缩短，以补偿CAN总线上不同节点频率精度误差带来的相位负向漂移。

重新同步跳转宽度(SJW)，是每位中可以延长和缩小的最小时间单元数量上限，范围可设置为1到4个最小时间单元。

上述参数都可以在CAN总线时序寄存器里配置。

最终CAN总线波特率计算公式为：

$$20\text{MHz} / ((\text{R8_BTIMER2.TS1} + 1 + \text{R8_BTIMER3.TS2} + 1 + 1) * (\text{R8_BTIMER1.BRP} + 1))$$

12、参数

12.1 绝对最大值（临界或者超过绝对最大值将可能导致芯片工作不正常甚至损坏）

符号	参数	最小值	最大值	单位
V_{DD}	工作电源电压	-0.3	4.0	V
T_A	工作时的环境温度	-40	85	°C
T_S	存储时的环境温度	-40	125	°C
T_J	结温度范围	-40	105	°C
V_{ESD}	ESD静电放电电压（人体模型，非接触式）	4K		V
I_{VDD}	经过VDD电源线的总电流（供应电流）		150	mA
I_{VSS}	经过VSS地线的总电流（流出电流）		150	mA
I_{IO}	任意I/O和控制引脚上的灌电流		25	mA
	任意I/O和控制引脚上的源电流		-25	mA

12.2 电气参数（测试条件： $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{DD} = 3.3\text{V}$ ）

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD}	标准工作电压	外部CAN收发器支持工作电压 V_{DD} 下的I/O电平	1.8	3.3	3.6	V
V_{IH}	标准I/O引脚，输入高电平电压	$V_{DD} = 3.3\text{V}$	2.0	-	V_{DD}	V
		$V_{DD} = 1.8\text{V}$	1.3	-	V_{DD}	
	FT（耐受5V）I/O引脚，输入高电平电压	$V_{DD} = 3.3\text{V}$	1.9	-	5.0	V
		$V_{DD} = 1.8\text{V}$	1.2	-	5.0	
V_{IL}	标准I/O引脚，输入低电平电压	$V_{DD} = 3.3\text{V}$	0	-	1.0	V
		$V_{DD} = 1.8\text{V}$	0	-	0.6	
	FT（耐受5V）I/O引脚，输入低电平电压	$V_{DD} = 3.3\text{V}$	0	-	1.0	V
		$V_{DD} = 1.8\text{V}$	0	-	0.5	
R_{PU}	I/O上拉等效电阻		30	40	50	k Ω
R_{PD}	下拉等效电阻		30	40	50	k Ω
C_{IO}	I/O引脚电容		-	5	-	pF
I_{DD}	工作电流		-	6.7	-	mA
I_{DDS}	浅睡眠电流		-	4.6	-	mA
I_{DDDS}	深睡眠电流		-	4.5	-	μA
$V_{hys}(\text{RESET})$	RESET施密特触发器电压迟滞		150	-	-	mV
$T_{F(\text{NRST})}$	RESET输入可被滤波脉宽		-	-	100	ns
$T_{NF(\text{NRST})}$	RESET输入无法滤波脉宽		300	-	-	ns

12.3 时序参数

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
T_{RD}	复位时间	13	16	38	ms
T_{WAK}	从低功耗状态退出的唤醒时间		2	3	ms
T_{CWK}	从低功耗状态退出时，片选低电平的持续时间	300			ns
T_{SX}	通用命令操作结束到下次命令开始的间隔时间	1000			ns
T_{SC}	读取指令中，下发地址字节后到开始读取数据字节的间隔时间	1000			ns

T_{SRB}	读RX缓冲区指令中，下发命令字节后到开始读取数据字节的间隔时间。	1000			ns
T_{RS}	读状态或读RX状态指令下发后到开始读取数据的间隔时间	1500			ns
T_{DRTS}	下发RTS命令后，进行下一条命令前的间隔时间	2000			ns
T_{RXB}	读RXBn缓冲区指令中，下发命令字节后到开始读取数据字节的间隔时间	1000			ns
T_{DRXB}	读RXBn缓冲区指令结束后，到下个命令开始的间隔时间	2000			ns
T_{RAB}	读RXBn缓冲区及内部缓冲区指令中，下发命令字节后到开始读取数据字节的间隔时间	1500			ns
T_{DRAB}	读RXBn缓冲区及内部缓冲区指令结束后，到下个命令开始的间隔时间	2000			ns
T_{TND}	装载TX缓冲区并发送指令中，发送完TXBnDLC后，到开始发送TXBnD0的间隔时间	2000			ns
T_{DTND}	装载TX缓冲区并发送指令结束后，到下个命令开始的间隔时间	2000			ns

12.4 SPI 接口参数

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
$1/t_{SCK}$	SPI时钟频率			12	MHz
$t_{SU(CS)}$	CS建立时间	30			ns
$t_{h(CS)}$	CS保持时间	30			ns
$t_{SU(SI)}$	数据输入建立时间	4			ns
$t_{h(SI)}$	数据输入保持时间	4			ns

13、封装信息

说明：尺寸标注的单位是 mm（毫米）。

引脚中心间距是标称值，没有误差，除此之外的尺寸误差不大于 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

13.1 TSSOP20

