



MDSPC28M-1x

直流 28V 固态功率控制器

产品描述

MDSPC28M 系列固态功率控制器 (SSPC) 是一款 TTL 控制的具有可编程跳闸特性的新型功率开关器件，可完全替代熔断器、机械式断路器及机电式控制器的配电控制组合。

MDSPC28M 系列固态功率控制器采用当前先进固态功率及计算机控制技术，提供对负载设备的短路及过流保护。通过总线控制固态功率控制器接通或关断，并可实时反馈 BIT 信息及负载开关、电流、电压、跳闸等工作状态。采用固态功率控制器减少了配电系统的器件数量、重量和成本，提升了系统的可靠性和电磁兼容特性。目前已广泛应用于航空、航天、舰船、装甲车辆等直流配电系统。

产品特点

- 27.4mm×30.0mm×18.0mm 小体积，低功耗，高可靠性， 10^{-8} 失效概率，PCB 安装方式
- 2%电压、电流采样精度误差
- 低偏置电流 30mA@5VDC
- 控制和功率输出隔离耐压 1500VDC
- 58mΩ 低导通电阻
- 超低漏电流，全温度范围不大于 5μA
- 软开关技术降低电磁干扰
- 多种可选择的隔离控制总线 (SCI/SPI/I²C/CAN)，用于远程控制
- 电压、电流、短路、过载、开关等工作状态反馈
- 短路保护—10 倍额定值立即保护功能
- I²t 过流保护—可编程至 80%~180%标准值
- 额定电流调整功能—最低可编程至 20%额定值
- 内部温度监控和过热保护
- 具备硬线超控和跳闸指示功能
- 广泛的负载适应性—适合阻性、容性、感性及非线性负载
- 遵循 MIL-STD-704F 标准
- 重量约 40g

极限使用环境

- 偏置供电电压: -0.3V~+7V
- 超控输入电压: -0.3V~+32V (80V/100ms)
- VLine 极限持续输入电压: 100VDC
- 使用高度: 20000m
- 工作温度: 工业级: -40℃ ~+85℃
军用级: -55℃ ~+105℃
宇航级: -55℃ ~+125℃

- 贮存温度: $-65^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$
- MTBF: $1.1\text{Mhr}@25^{\circ}\text{C}$ 全负载
- 焊接温度 (3 秒): 250°C

电气特性参数 (TA=+25°C)

型 号			MDSPC28M-1U/Y/W/C		
符号	参数	单位	最小	典型	最大
V _{BIAS}	偏置电压	V	4.5	5	5.5
I _{BIAS}	偏置电流	mA	30	40	60
V _{OVRD_ON}	超控电压 (开)	V	16	28	32
V _{OVRD_ONS@1A/100ms}	瞬态超控电压 (开)	V	8	—	80
V _{OVRD_OFF}	超控电压 (关)	V	-0.3	0	3.5
I _{OVRD_ON}	超控电流 (开)	mA	—	2	8
I _{OVRD_OFF}	超控电流 (关)	mA	—	0	0.3
I _L	瞬态跳闸电流	A	6	10	—
V _{LINE}	额定工作电压	V	—	28	40
I _{RATE}	额定工作电流	A	0.2	1	—
t _{ON}	开通延迟时间	ms	0.1	0.5	1
t _{OFF}	关断延迟时间	ms	0.1	0.5	1
t _R	电压上升时间	μs	10	50	100
t _F	电压下降时间	μs	10	25	50
I _{LEAK}	漏电流	μA	1	—	5
P _{UNACT}	功耗 (不导通)	W	—	—	0.4
P _{ACT@I_{RATE}=1A}	功耗 (导通)	W	—	—	0.6
R _{ON}	导通电阻	mΩ	—	58	80
t _{SC}	短路保护时间	μs	60	140	180
t _{OL}	过流保护时间		见图 1: 跳闸保护曲线		
C _{LOAD}	容性负载带载能力	μF	—	1400	2000*
L _{LOAD}	感性负载带载能力	mH	—	3.2	—
V _S	电压尖峰	V	-600	—	600
输入					
V _{IL}	输入低电平	mV	450	—	780
Input Current	输入电流	μA	—	2.0	10
Pin Capacitance	引脚电容	pF	—	10	—
跳闸输出					
V _{TRIPL}	跳闸指示低电平	mV	—	—	750
V _{TRIPH}	跳闸指示高电平	V	V _{CC} -0.3	—	—
Input Current	跳闸指示输入电流	mA	—	10	40

注: *建议增加限流电路。

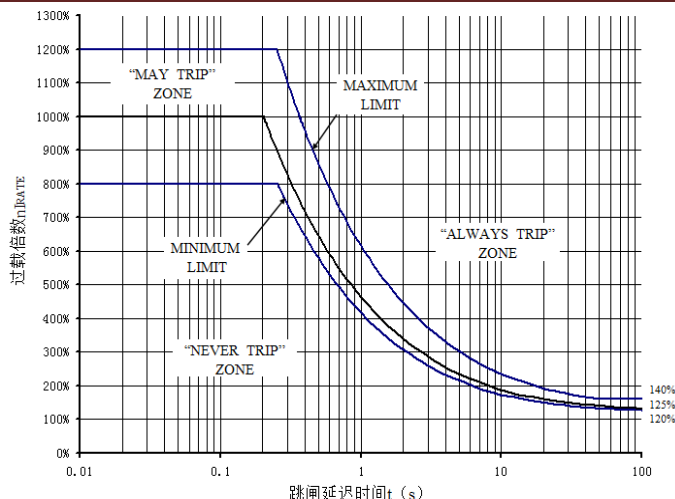


图1 跳闸保护曲线

硬件功能

■ 短路立即保护

MDSPC28M 系列 SSPC 具有短路立即跳闸保护功能。当负载电流超过 SSPC 初始定额的设定倍数时，SSPC 将立即切断负载，并上报短路跳闸状态。

■ 温度监控和过热保护

MDSPC28M 系列 SSPC 具有温度监控功能和过热保护能力。SSPC 内部温度被持续监控，如果温度超过了安全极限，SSPC 将关断输出，TRIP 脚输出低电平。通过总线接口可查询相应的保护状态。

■ I^2t 保护曲线可编程

I^2t 跳闸保护主要用于负载回路的过流保护，轻度过载时，SSPC 提供长达秒级的跳闸时间；过载电流较大时，SSPC 会在毫秒级的时间内跳闸。MDSPC28M 系列 SSPC 的 I^2t 跳闸特性可编程，原厂初始值为 1，可在 80%~180%范围内编程设置，并具有非易失性记忆功能。如图 1 所示，自上到下的三条曲线分别为 180%、100%、80%。

■ 额定电流可编程—最低可编程至 20%额定值

额定电流可设置，有利于同一种 SSPC 适用于各种大小的负载，减少 SSPC 类别和成本。MDSPC28M 系列 SSPC 的额定电流值，可在 20%~100%范围内编程设置。

■ 低导通压降—额定电流下持续导通压降低于 0.1V

MDSPC28M 系列 SSPC 采用超低导通电阻的功率 MOSFET 作为功率开关元件。

■ 电压瞬变

在任何电路配置时，都需要监控关断 SSPC 时产生的电压瞬变。MDSPC28M 系列 SSPC 内置旁路吸收单元在负载端防止反向瞬态电压，另外，用户可根据需要在 VLine 端放置瞬态抑制器，强化保护开关单元。MDSPC28M 的持续耐压最高可达 100V，瞬态耐压可达 600V@10μs。

■ 软开关功能—抑制电流瞬变

软开关功能利于减小容性、感性负载通断过程中对 SSPC 的冲击，也有利于降低电磁干扰和保护用电设备。

■ 超控功能

超控功能主要用于应急状态下对负载开关的直接控制。MDSPC28 系列 SSPC 具有硬线超控功能。将 SSPC 的 OVRD 脚（6 脚）接地，超控使能，关断 SSPC；将 OVRD 脚接 28V，超控使能，开通 SSPC；将 OVRD 脚悬空，超控禁止。

■ 跳闸指示功能

当 SSPC 过热、过流或短路保护时，通过 Trip 脚（7 脚）指示保护状态，低电平表示已跳闸，高电平表示正常工作。此信号可驱动一个 LED，也可供 MCU 采集此信号。

■ 遵循 MIL-STD-704F 标准

MDSPC28M 系列 SSPC 遵循 MIL-STD-704F 标准的浪涌和瞬变要求。汇流条输入脚和输出脚之间的开路电压达 100V。偏置电源和汇流条之间高达 1500V 隔离电压。

通信协议

通信命令

SSPC 所提供的通信命令见表 1：

表1 SSPC 通信命令

序号	命令	功能说明	作用域	备注
1	通信配置	对当前所用的通信链路参数 (波特率、校验类型) 进行配置。	维护态	
2	定额设置	设置当前额定电流。设置范围：(20%~100%) 初始定额。	维护态	
3	ID 号设置	设置 SSPC 的 ID 号。	维护态	
4	I ² t 曲线设置	对过载保护曲线进行设置。	维护态	
5	配置查询	查询 SSPC 的初始定额、当前定额、ID 号等	维护态	
6	工作状态设置	用于选择维护态和工作态，系统默认为工作态。	维护/工作态	
7	通信状态查询	用于检查通信链路是否正常。	维护/工作态	
8	通道开关	控制通道的开关。	工作态	
9	负载电压查询	查询 SSPC 负载电压。	工作态	
10	负载电流查询	查询 SSPC 负载电流。	工作态	
11	离散状态查询	查询 SSPC 和负载状态：开关状态、过热、过载、短路、汇流条状态（有电或无电）等。	工作态	

通信接口

MDSPC28 系列 SSPC 具有 SCI、SPI、I²C 及 CAN 四种接口类型，见表 2。

表2 MDSPC28M 系列接口标准

型号规格	MDSPC28M-1U	MDSPC28M-1Y	MDSPC28M-1W	MDSPC28M-1C
接口类型	SCI	SPI	I ² C	CAN
最大数据传输速率	256Kbps	1.5Mbps	400Kbps	1Mbps
总线挂接最大模块数	240	48	112	110

SCI 型模块 (MDSPC28M-1U)

接口描述

MDSPC28M-1U 为 SCI 接口模块，可直接与 MCU 的 SCI 接口相连。当组成多路 SSPC 系统时，直接通过多路 SCI 接口与各 SSPC 连接，控制各 SSPC 的输出状态。MCU 的 TXD 发送可直接与多个 SSPC 的 RXD 接收连接，但是 SSPC 的 TXD 发送只能与 MCU 的 RXD 接收通过切换开关或其它方式进行点对点的连接通信。MCU 可通过多路开关选择相应的 SCI 通道，也可扩展独立的 SCI 接口与 SSPC 相连。通过 MCU 的 GPIO 端口采集 SSPC 的 Trip 脚保护状态。外部的三位置开关选择 SSPC 的超控功能。如图 4 所示。

■ TXD-发送脚

MDSPC28M-1U 通过这个脚向外发送串行数据。

■ RXD-接收脚

MDSPC28M-1U 通过这个脚接收外部的串行数据。

■ 通信配置

MDSPC28M-1U 通信格式，1 起始位，8 数据位，1 校验位，1 停止位。

默认波特率 19200bps，默认奇校验。

可利用链路配置命令来改变链路默认配置。

■ 通信时序

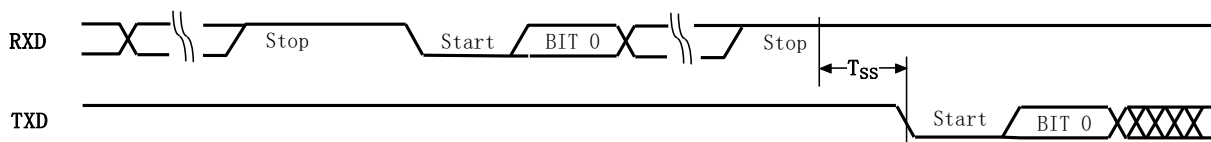


图2 SSPC 应答响应时序

表3 SCI 应答响应时间参数表

参数	描述	最小	最大	单位
T _{ss}	SSPC 接收数据帧停止位到其发送数据帧起始位的时间间隙。	—	1	ms

帧格式

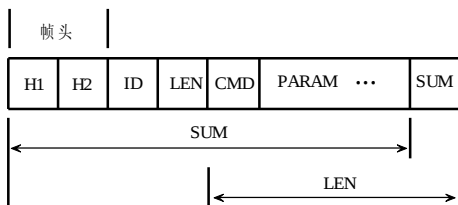


图3 SCI 通信数据帧

其中，帧域定义见表 4：

表4 SCI 通信数据帧域定义

序号	标识	帧名	长度	定义	备注
1	H1 H2	帧头	2 Bytes	帧开始标志	固定为：5AH 52H
2	ID	ID 号	1 Byte	SSPC 的身份标示	F0H~FFH 为系统预留 ID，且 FFH 为通用 ID。SSPC 可定义 ID 为 00H~EFH。

序号	标识	帧名	长度	定义	备注
3	LEN	长度	1 Byte	其代表帧中命令域、参数域及校验和数据的长度	
4	CMD	命令	1 Byte	标示帧功能	
5	PARAM	参数	不定	帧命令的参数	
6	SUM	校验和	1 Byte	帧中所有其它字节的算术累加的最低字节	

协议内容

SCI 通信协议详见表 5，用以实现表 1 所述的通信命令，定义了通信数据帧中的“命令参数”，且命令和其应答的码值相同。

表5 SCI 通信协议

序号	命令名称	命令码	说明及参数	帧长	备注
1	工作状态设置	0B0H	设置 SSPC 的工作状态（维护态或工作态），上电默认为工作态。 参数：1Byte。00H-工作态，01H-维护态。	7 Bytes	维护 / 工作态
	应答		参数：无。	6 Bytes	
示例：命令帧 5A 52 01 03 B0 01 61 //设置 1#SSPC 进入维护态 应答帧 5A 52 01 02 B0 5F //SSPC 应答					
2	通信状态查询	0B1H	查询 SSPC 当前通信状态，SSPC 反馈当前状态（维护或工作态）。 参数：无	6 Bytes	维护 / 工作态
	应答		参数：1Byte。SSPC 当前状态。00H-工作态，01H-维护态	7 Bytes	
示例：命令帧 5A 52 01 02 B1 60 //查询 1#SSPC 的通信状态 应答帧 5A 52 01 03 B1 01 62 //反馈 1#SSPC 的当前状态为维护态					
3	通信配置	0A0H	设置 SCI 通信的校验类型和波特率，通信设置将在应答完成后生效。为实现对通信属性的测量，SSPC 在 16s 内未正确收到通信命令帧，将自动周期发送 1Byte 数据：0x55。 参数：1 Byte，高 2 位表示校验类型，低 6 位表示波特率。具体定义见表 6。	7Bytes	维护态
	应答		参数：无。	6 Bytes	
示例：命令帧 5A 52 FF 03 A0 89 D7 //用通用 ID:0xFF 设置 SSPC 的波特率为 115200，偶校验 应答帧 5A 52 FF 02 A0 4D //SSPC 应答					
4	定额调整	0A1H	调整 SSPC 的额定电流。 参数：1 Byte，20~100（初始定额的百分比）。	7 Bytes	维护态
	应答		参数：无。	6 Bytes	
示例：命令帧 5A 52 01 03 A1 1E 6F //将 1#SSPC 的额定电流设置为额定值的 30% 应答帧 5A 52 01 02 A1 50 //SSPC 应答					
5	ID 号设置	0A2H	设置 SSPC 的地址。利用通用 ID 号 0xFF 进行 ID 号设置。 参数：1Byte，有效 ID：00H~EFH。	7 Bytes	维护态
	应答		参数：无。	6 Bytes	
示例：命令帧 5A 52 FF 03 A2 01 51 //利用通用 ID 号 0xFF 将 SSPC 的 ID 号设置为 01H 应答帧 5A 52 01 02 A2 51 //SSPC 应答					
6	I ² t 曲线编程	0A3H	调整过载保护曲线，调整范围为初始值的 80%~180%。 参数：1Byte，80~180（初始值的百分比）。	7 Bytes	维护态
	应答		参数：无。	6 Bytes	

序号	命令名称	命令码	说明及参数	帧长	备注
示例: 命令帧 5A 52 01 03 A3 50 A3 //将 1#SSPC 的保护曲线设置为初始值的 80% 应答帧 5A 52 01 02 A3 52 //SSPC 应答					
7	当前定额 查询	0A4H	反馈 SSPC 当前定额信息（初始定额的百分比）。 参数：无。	6 Bytes	维护态
	应答		参数：1 Byte，20~100（初始定额的百分比）	7 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 01 02 A4 53 //查询 0x01 号 SSPC 的当前定额值 应答帧 5A 52 01 03 A4 1E 72 //反馈 0x01 号 SSPC 的当前定额值为额定值的 30%					
8	初始定额 查询	0A5H	反馈 SSPC 初始定额信息。 参数：无。	6 Bytes	维护态
	应答		参数：1 Byte	7 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 01 02 A5 54 //查询 1#SSPC 的初始定额值 应答帧 5A 52 01 03 A5 05 5A //反馈 1#SSPC 的初始定额值为 5A					
9	ID2 设置	0A7H	SSPC 第二 ID 设置。 出厂默认 0xFF（广播通信），第一 ID 和第二 ID 可用于多播和单播通信。 实现中，第一 ID 与第二 ID 无区别。 1Byte：预设的第二 ID。	7 Bytes	维护态
	应答		参数：无。	6 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 FF 03 A7 01 56 //利用通用 ID 号 0xFF 将 SSPC 的第二 ID 号设置为 01H 应答帧 5A 52 01 02 A7 56 //SSPC 应答					
10	ID 查询	0A8H	查询第一 ID 和第二 ID。 无参数。	6 Bytes	维护态
	应答		2Byte（B1 B2） B1：第一 ID；B2：第二 ID。	8 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 FF 02 A8 55 //利用通用 ID 号 0xFF 查询模块的第一 ID 和第二 ID。 应答帧 5A 52 01 04 A8 01 02 5C //SSPC 应答					
11	通道开关	0C0H	在非超控态时，实现通道的开关。 参数：1Byte。01H-开，00H-关	7 Bytes	工作态
	应答		参数：无。	6 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 01 03 C0 01 71 //开通 1#SSPC 应答帧 5A 52 01 02 C0 6F //SSPC 应答					
12	负载电压 查询	0C1H	查询负载当前电压。 参数：无。	6 Bytes	工作态
	应答		参数：4Bytes。32-bit 浮点数。低位字节先。	10 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 01 02 C1 70 //查询 1#SSPC 通道负载的电压 应答帧 5A 52 01 06 C1 E5 D0 DE 41 48 //SSPC 应答负载电压为 27.852V					
13	负载电流 查询	0C2H	查询负载当前电流。 参数：无。	6 Bytes	工作态
	应答		参数：4Bytes，32-bit 浮点数。低位字节先。	10 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 01 02 C2 71 //查询 1#SSPC 通道负载的电流 应答帧 5A 52 01 06 C2 85 EB 71 40 96 //SSPC 应答负载电流为 3.78A					
14	离散状态 查询	0C3H	查询通道负载关键离散状态：过载、短路、MOS 管状态、汇流条状态等。 参数：无。	6 Bytes	工作态
	应答		参数：1Bytes，8-bit 无符号整数。低位字节先。定义详见表 7。	7 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 01 02 C3 72 //查询 1#SSPC 通道负载的离散状态 应答帧 5A 52 01 03 C3 11 84 //反馈汇流条有电、通道打开、无过载、无短路					
SSPC 异常应答					
15	接收错误 应答	0E0H	在通信校验失败时 SSPC 反馈该数据帧 参数：无。	6 Bytes	

序号	命令名称	命令码	说明及参数	帧长	备注
16	参数错误 应答	0E1H	在 SSPC 接收命令参数非法时反馈该帧 参数：无。	6 Bytes	
17	工作模式 不匹配	0E2H	当所接收命令不适合当前模式时反馈该帧 参数：无。	6 Bytes	

注：应答帧 ID 值，为与命令帧匹配的 ID 值；当命令帧为通用 ID 时，应答帧 ID 为模块第一 ID。

表6 通信配置命令参数定义

序号	类别	位定义	含义	备注
1	波特率配置 (低 6 位)	00 0000	1200 bps	
2		00 0001	2400 bps	
3		00 0010	4800 bps	
4		00 0011	9600 bps	
5		00 0100	14400 bps	
6		00 0101	19200 bps	
7		00 0110	28800 bps	
8		00 0111	38400 bps	
9		00 1000	57600 bps	
10		00 1001	115200 bps	
11		00 1010	128000 bps	
12		00 1011	230400 bps	
13		00 1100	256000 bps	
14	校验位配置 (高 2 位)	00	无校验	
15		01	奇校验	
16		10	偶校验	
17		11	预留	

表7 离散状态位定义

位号	功能	定义	备注
bit7	—		msb
bit6	—		
bit5	—		
bit4	汇流条状态	0—无电, 1—有电	
bit3	短路	0—正常, 1—短路	
bit2	过载	0—正常, 1—过载	
bit1	过热	0—正常, 1—过热	
bit0	开关状态	0—关, 1—开	lsb

通信示例

外设与 SSPC 按通信协议规定的格式进行通信，SCI 为全双工通信方式，当 SSPC 接收到外设的命令信息帧时，校验无误，则做出相应的应答。命令有带参数命令与无参数命令，SSPC 的应答帧根据命令的不同，也有带参数的应答与不带参数的应答。SSPC 具有错误应答功能，通过错误应答帧指出当前的通信错误。

例：I²t 曲线编程设置过程

将 1#SSPC 的 I²t 保护曲线设置为初始值的 80%。

步骤 1：设置 0x01 号 SSPC 进入维护态

命令帧 5A 52 01 03 B0 01 61 //设置 1#SSPC 进入维护态

应答帧 5A 52 01 02 B0 5F //SSPC 应答

步骤 2: 设置 I²t 保护曲线

命令帧 5A 52 01 03 A3 50 A3 //将 1#SSPC 的保护曲线设置为初始值的 80%

应答帧 5A 52 01 02 A3 52 //SSPC 应答

步骤 3: 设置 0x01 号 SSPC 进入工作状态

命令帧 5A 52 01 03 B0 00 60 //设置 1#SSPC 进入工作状态

应答帧 5A 52 01 02 B0 5F //SSPC 应答

多模块系统构建

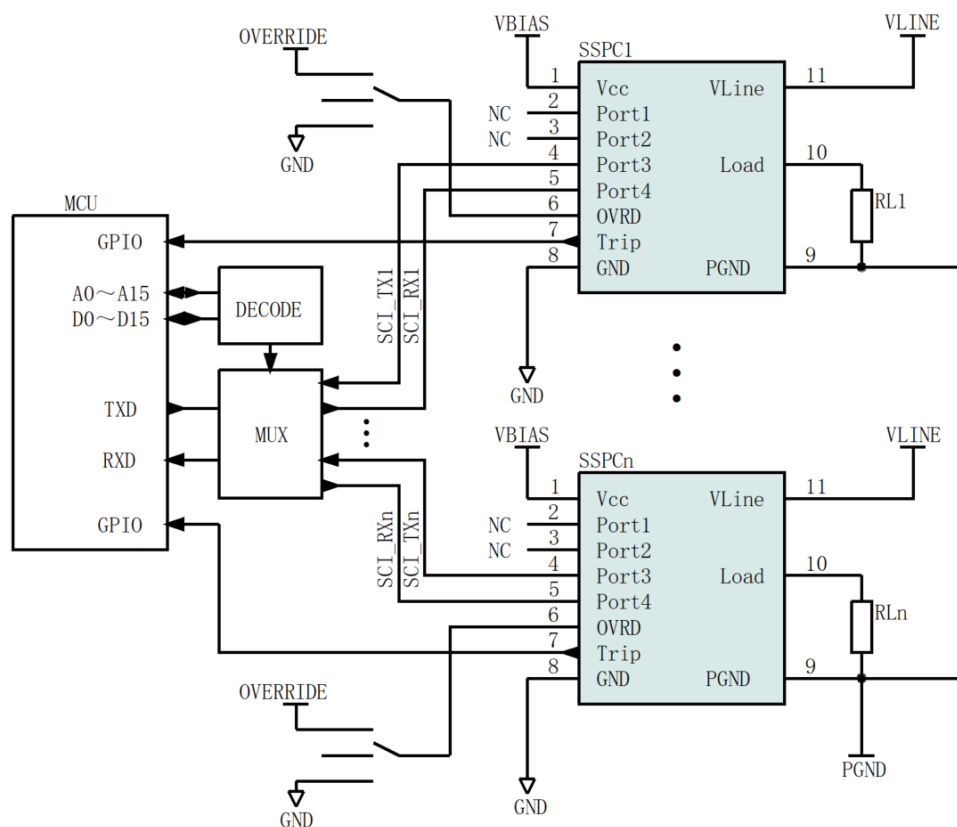


图4 多 SCI 接口模块交联

SPI 型模块 (MDSPC28M-1Y)

接口描述

MDSPC28M-1Y 为 SPI 接口模块。将 MCU 的 SPI 接口配置为主模式 (MASTER)，NSS 脚为 SPI 使能信号，用 MCU 的 I/O 脚产生使能信号，使能 SSPC 的 SPI 端口。描述如下。

■ NSS-SPI 接口使能

低电平有效。当多路 SSPC 级连时，NSS 脚上的逻辑 0 使能 SPI 接口，逻辑 1 禁止 SPI 接口。NSS 的下降沿复位 SSPC 的位计数器。必须注意，在每个字节的传输时，NSS 信号必须比第一个有效的 SCK 时钟沿至少提前 2 个系统时钟周期 (82ns) 变为低电平。

■ 传输速率

SSPC 的 SPI 接口在全双工通信时最大传输速率可达 1MHz，MASTER 提供 SSPC 的 SCK 时钟及 NSS 使能信号。当 MASTER 仅向 SSPC 发送数据时，其最大传输速率可达 1.5MHz。

■ Data/Clock 时序

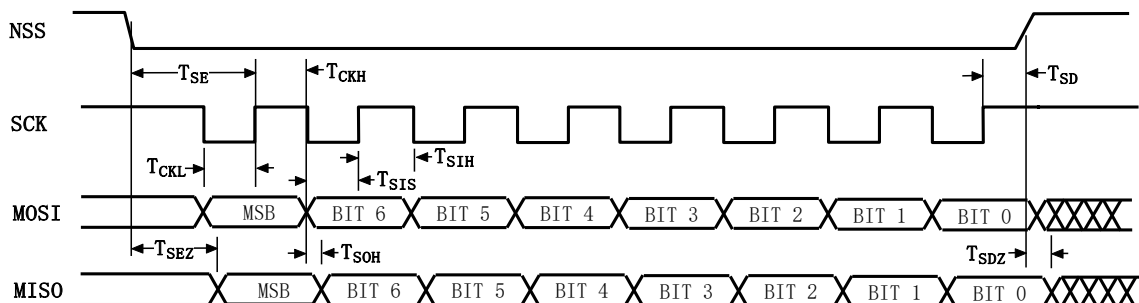


图5 SPI 接口访问时序图

表8 SPI 时序参数表

参数	描述	最小	最大	单位
T_{SE}	NSS 下降沿到首个 SCK 沿的间隙	82	—	ns
T_{SD}	末尾 SCK 沿到 NSS 上升沿的间隙	82	—	ns
T_{SEZ}	NSS 下降沿到首个 MISO 有效信号的间隙	—	164	ns
T_{SDZ}	NSS 上升沿到 MISO 高阻态的间隙	—	164	ns
T_{CKH}	SCK 信号为高的时间	205	—	ns
T_{CKL}	SCK 信号为低的时间	205	—	ns
T_{SIS}	MOSI 信号有效到采样点的间隙	82	—	ns
T_{SIH}	采样点到 MOSI 信号改变时的间隙	82	—	ns
T_{SOH}	时钟移位沿到 MISO 信号变化的间隙	—	164	ns

帧格式

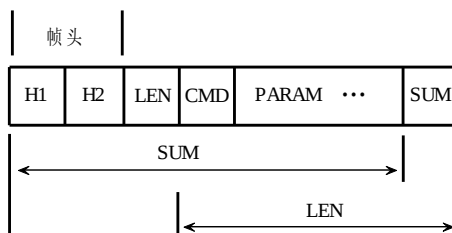


图6 SPI 通信数据帧

其中，帧域定义如下表所述：

表9 SPI 通信数据帧域定义

序号	标识	帧名	长度	定义	备注
1	H1 H2	帧头	2Bytes	帧开始标志	固定为：5AH 52H
2	LEN	长度	1 Byte	其代表帧中命令域、参数域及校验和数据的长度	
3	CMD	命令	1 Byte	标识帧功能	
4	PARAM	参数	不定	命令的参数	
5	SUM	校验和	1 Byte	帧中所有其它字节的算术累加的最低字节	

协议内容

SPI 通信协议见表 10，其定义了通信数据帧中的“命令参数”，且命令和其应答的码值相同。

SPI 通信以应答模式进行，即主机发命令，从机做应答，且应答需在规定时间（由“应答留存时间”确定）内读取。通信中 SPI 模块作为从机。

表10 SPI 通信协议

序号	命令名称	命令	说明及参数	帧长	备注
1	工作状态设置	0B0H	设置 SSPC 的工作状态（维护态或工作态），上电默认为工作态。 参数：1Byte。00H-工作态，01H-维护态。	6Bytes	维护 / 工作态
	应答		参数：无。	5Bytes	
示例：命令帧 5A 52 03 B0 01 60 //设置 SSPC 进入维护态 应答帧 5A 52 02 B0 5E //SSPC 应答					
2	通信状态查询	0B1H	查询 SSPC 当前通信状态，SSPC 反馈当前状态（维护或工作态）。 参数：无	5Bytes	维护 / 工作态
	应答		参数：1Byte。SSPC 当前状态。00H-工作态，01H-维护态	6Bytes	
示例：命令帧 5A 52 02 B1 5F //查询 SSPC 的通信状态 应答帧 5A 52 03 B1 01 61 //反馈 SSPC 的当前状态为维护态					
3	通信配置	0A0H	设置 SPI 时钟模式及应答留存时间，且设置非易失。 默认时钟模式为 MODE0，应答留存时间 100ms。 参数：1Byte，最低 2 位表示时钟模式，接下 5 位表示应答留存时间，最高位预留。具体定义详见表 11。	6Bytes	维护态
	应答		无。	5Bytes	
示例：命令帧 5A 52 03 A0 74 C3 //设置时钟模式为 MODE0，应答留存时间为 3s。 应答帧 5A 52 02 A0 4E //对通信配置命令的应答。					
4	定额调整	0A1H	调整 SSPC 的额定电流。 参数：1 Byte，20~100（初始定额的百分比）。	6Bytes	维护态
	应答		参数：无。	5Bytes	
示例：命令帧 5A 52 03 A1 1E 6E //将 SSPC 的额定电流设置为额定值的 30% 应答帧 5A 52 02 A1 4F //SSPC 应答					
5	I ² t 曲线编程	0A3H	调整过载保护曲线，调整范围为初始值的 80%~180%。 参数：1Byte，80~180（初始值的百分比）。	6Bytes	维护态
	应答		参数：无。	5Bytes	
示例：命令帧 5A 52 03 A3 50 A2 //将 SSPC 的保护曲线设置为初始值的 80% 应答帧 5A 52 02 A3 51 //SSPC 应答					

6	当前定额查询	0A4H	反馈 SSPC 当前定额信息（初始定额的百分比）。 参数：无。	5Bytes	维护态
	应答		参数：1 Byte，20~100（初始定额的百分比）	6Bytes	
示例：命令帧 5A 52 02 A4 52 //查询 SSPC 的当前定额值 应答帧 5A 52 03 A4 1E 71 //反馈 SSPC 的当前定额值为额定值的 30%					
7	初始定额查询	0A5H	反馈 SSPC 初始定额信息。 参数：无。	6Bytes	维护态
	应答		参数：1 Byte	7Bytes	
示例：命令帧 5A 52 02 A5 53 //查询 SSPC 的初始定额值 应答帧 5A 52 03 A5 05 59 //反馈 SSPC 的初始定额值为 5A					
8	通道开关	0C0H	在非超控态时，实现通道的开关。 参数：1Byte。01H-开，00H-关	6Bytes	工作态
	应答		参数：无。	5Bytes	
示例：命令帧 5A 52 03 C0 01 70 //开通 SSPC 通道 应答帧 5A 52 02 C0 6E //SSPC 应答					
9	负载电压查询	0C1H	查询负载当前电压。 参数：无。	5Bytes	工作态
	应答		参数：4Bytes。32-bit 浮点数。低位字节先。	9Bytes	
示例：命令帧 5A 52 02 C1 6F //查询 SSPC 通道负载的电压 应答帧 5A 52 06 C1 E5 D0 DE 41 47 //SSPC 应答负载电压为 27.852V					
10	负载电流查询	0C2H	查询负载当前电流。 参数：无。	5Bytes	工作态
	应答		参数：4Bytes，32-bit 浮点数。低位字节先。	9Bytes	
示例：命令帧 5A 52 02 C2 70 //查询 SSPC 通道负载的电流 应答帧 5A 52 06 C2 85 EB 71 40 95 //SSPC 应答负载电流为 3.78A					
11	离散状态查询	0C3H	查询通道负载关键离散状态：过载、短路、MOS 管状态、汇流条状态等。 参数：无。	5Bytes	工作态
	应答		参数：1Bytes，8-bit 无符号整数。低位字节先。定义详见表 7。	6Bytes	
示例：命令帧 5A 52 02 C3 71 //查询 SSPC 通道负载的离散状态 应答帧 5A 52 03 C3 11 83 //反馈汇流条有电、通道打开、无过载、无短路					
SSPC 异常应答					
12	接收错误应答	0E0H	在通信校验失败时 SSPC 反馈该数据帧 参数：无。	5Bytes	
13	参数错误应答	0E1H	在 SSPC 接收命令参数非法时反馈该帧 参数：无。	5Bytes	
14	工作模式不匹配	0E2H	当接收的命令不适合在当前模式运行时，反馈该帧 参数：无。	5Bytes	

表11 SPI 通信配置参数定义

位号	功能	定义	备注
bit7	预留	—	msb
bit6	应答留存时间	令 bit6~bit2=n, 则代表的应答留存时间为 (n+1)×100ms。最大可选时间 3.2s。	
bit5			
bit4			
bit3			
bit2			
bit1	时钟模式	其定义见 0。0→MODE0 1→MODE1 2→MODE2 3→MODE3。	
bit0			lsb

表12 SPI 时钟模式定义

	CPHA	CPOL	描述
MODE0	0	0	总线空闲时钟低，首沿采样。
MODE1	0	1	总线空闲时钟高，首沿采样。
MODE2	1	0	总线空闲时钟低，次沿采样。
MODE3	1	1	总线空闲时钟高，次沿采样。

注：CPHA 时钟相位，CPOL 时钟极性

通信操作

SPI 通信以应答模式进行，即主机发命令，从机做应答，若主机不发命令，从机模块无 SPI 输出。

注意：从机模块的应答输出，必须在从机接收到命令（即主机发出命令）后 100ms（应答留存时间）内读取，超期，则读取的应答输出无效。

在多模块系统中，详见图 7，主机通过不同的 IO 口分别控制系统中每个从机模块是否接入 SPI 总线。要求在某一时刻，SPI 总线上只能有一个从机模块有效（将其 Port2 置低，所有其他模块的 Port2 置高），当然也可全部无效。

多模块系统构建

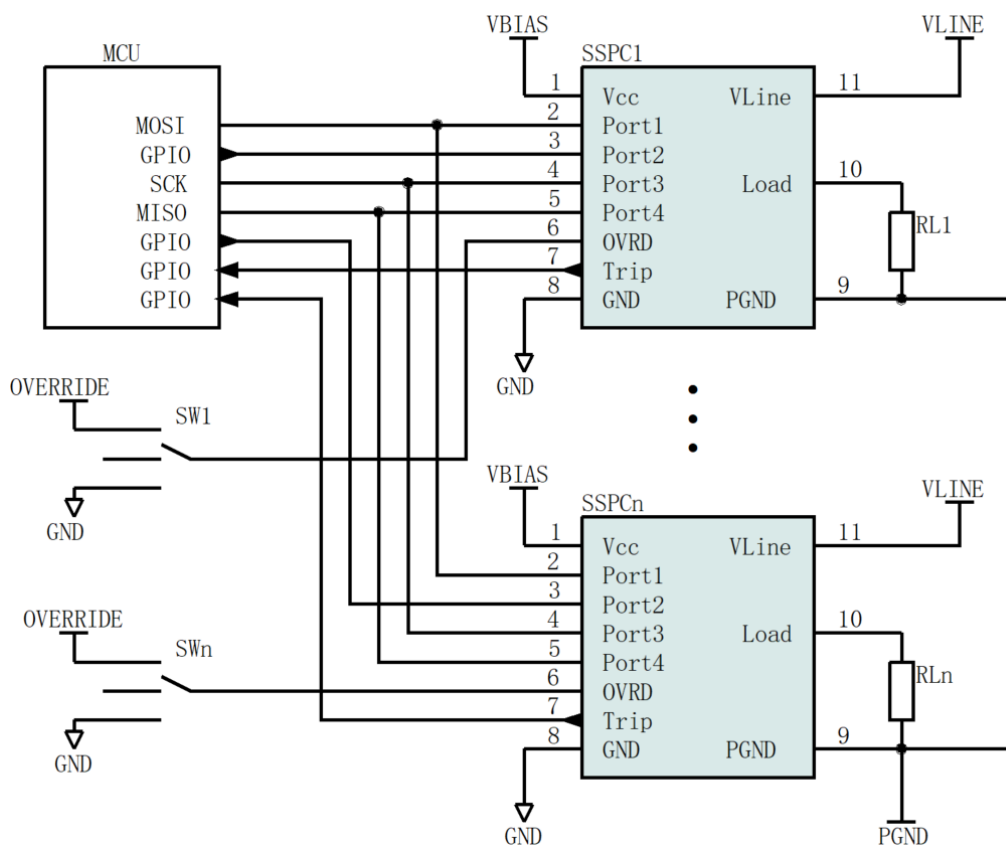


图7 多 SPI 接口模块交联

I²C 型模块 (MDSPC28M-1W)

接口描述

MDSPC28M-1W 具有 2 线 I²C 接口，包括串行数据线 (SDA) 及串行时钟线 (SCL)。SSPCs 与 MASTER 的通信速率可达 400kHz。MDSPC28M-1W 有 7 位从机地址 (AD6) (AD5) (AD4) (AD3) (AD2) (AD1) (AD0)，可由用户编程设置。SSPC 允许编程的地址范围为 00H~78H，共 120 个编码地址。当对 SSPC 进行地址设置时，需将 SSPC 的 PORT3，PORT4 脚接到地，然后通过通用 ID 可设置其 ID 号。

■ I²C 数据传输

每个时钟周期传送一位数据，在 SCL 时钟脉冲的高电平期间，SDA 上的数据必须保持稳定。仅当设置 START 及 STOP 状态的控制信号时才在 SCL 高电平期间改变 SDA。当总线空闲时，SDA 和 SCL 信号通过外部上拉电阻拉为高电平。

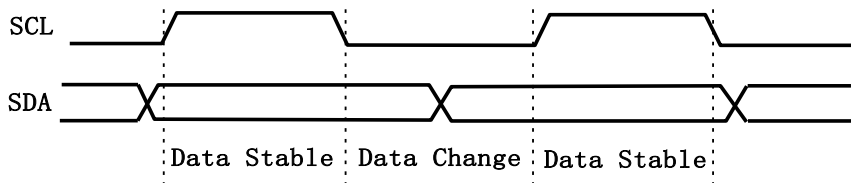


图8 SDA 信号线数据变化时序

■ 启停条件

MASTER 通过 START 状态开始通讯。SCL 保持高电平状态下，SDA 出现下降沿，则表明一个 START 信号。SCL 保持高电平状态下，SDA 出现上升沿，则表明一个 STOP 信号。MASTER 的 START 信号指示了到 SSPC 的传输开始，STOP 信号释放总线。如果另一个 START 信号替代了 STOP 信号，则总线保持忙状态。

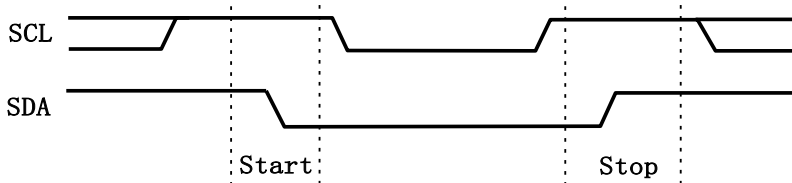


图9 I²C 开始和结束时序

■ 重复启动条件

重复的 START 状态可能指示总线上数据方向的改变。当 MASTER 向多个 I²C 设备写数据时，可用重复的 START 信号来保持总线的控制权。

■ 应答位 (ACK)

在任何 8 位的数据总线中，第 9 位为应答 (ACK) 位，应答总是由接收设备产生。当 SSPCs 接收到地址或数据时，通过在第 9 个时钟期间拉低 SDA 产生一个 ACK 信号。通过监控 ACK 来检测无效的数据传输。如果接收设备正忙或产生了系统错误，则数据传输失败。当数据传输失败时，MASTER 必需尝试重新通信。

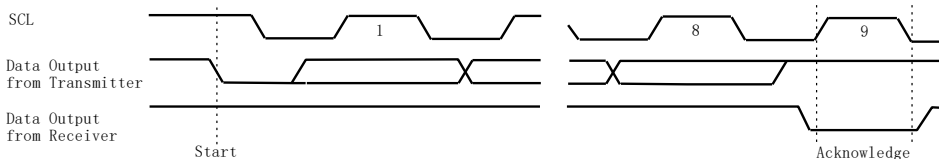


图10 I²C 应答时序

■ MDSPC28M-1W 从地址

主机通过一个 START 信号及其后的 7 位从机地址启动与从机的通信。空闲时, SSPC 等待 START 信号及其从机地址。地址字节的最低位是读/写 (R/W) 位, 地址字节的定义见下表。当 SSPC 接收到正确的地址时, 将 SDA 拉低一个时钟周期以产生一个 ACK 应答。MDSPC28M-1W 具有 112 个用户可编程的地址标识。

表13 I²C 地址字节定义

序号	位域	功能	说明
1	bit7~bit1	SSPC的I ² C地址标示	为SSPC的ID号。SSPC有效ID号00H~7F, 其中, 70H~7FH为系统预留ID, 且7F为通用广播ID。SSPC可用ID为00H~6FH。
2	bit0	数据帧传输方向标示	0-MASTER向SSPC发送数据帧; 1-MASTER从SSPC接收数据帧。

帧格式

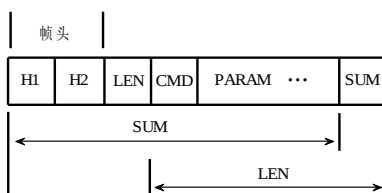


图11 I²C 通信数据帧

其中, 帧域定义如下表所述:

表14 I²C 通信数据帧域定义

序号	标示	帧名	长度	定义	备注
1	H1 H2	帧头	2 Bytes	帧开始标志	固定为: 5AH 52H
2	LEN	长度	1 Byte	其代表帧中命令域、参数域及校验和数据长度	
3	CMD	命令	1 Byte	标识帧功能	
4	PARAM	参数	不定	命令参数	
5	SUM	校验和	1 Byte	帧中所有其它字节的算术累加的最低字节	

在每帧数据传输前, 由主机在启动状态后先发送表 13 所述的 I²C 地址字节。

协议内容

I²C 通信协议详见表 15, 用以实现表 1 所述的通信命令, 其定义了通信数据帧中的“命令参数”, 且命令和其应答的码值相同。

表15 I²C 通信协议

序号	命令名称	命令	说明及参数	帧长	备注
1	工作状态设置	0B0H	设置 SSPC 的工作状态（维护态或工作状态），上电默认为工作状态。 参数：1Byte。 00H-工作状态，01H-维护态。	6 Bytes	维护/ 工作状态
	应答		参数：无。	5 Bytes	
示例：命令帧 5A 52 03 B0 01 60 //设置 SSPC 进入维护态 应答帧 5A 52 02 B0 5E //SSPC 应答					
2	通信状态查询	0B1H	查询 SSPC 当前通信状态，SSPC 反馈当前状态（维护或工作状态）。 参数：无	5 Bytes	维护/ 工作状态
	应答		参数：1Byte。SSPC 当前状态。	6 Bytes	

序号	命令名称	命令	说明及参数	帧长	备注
			00H-工作态，01H-维护态		
示例: 命令帧 5A 52 02 B1 5F //查询 SSPC 的通信状态 应答帧 5A 52 03 B1 01 61 //反馈 SSPC 的当前状态为维护态					
3	定额调整	0A1H	调整 SSPC 的额定电流。 参数: 1 Byte, 20~100 (初始定额的百分比)。	6 Bytes	维护态
	应答		参数: 无。	5 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 03 A1 1E 6E //将 SSPC 的额定电流设置为额定值的 30% 应答帧 5A 52 02 A1 4F //SSPC 应答					
4	I ² t 曲线编程	0A3H	调整过载保护曲线，调整范围为初始值的 80%~180%。 参数: 1Byte, 80~180 (初始值的百分比)。	6 Bytes	维护态
	应答		参数: 无。	5 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 03 A3 50 A2 //将 SSPC 的保护曲线设置为初始值的 80% 应答帧 5A 52 02 A3 51 //SSPC 应答					
5	当前定额查询	0A4H	反馈 SSPC 当前定额信息 (初始定额的百分比)。 参数: 无。	5 Bytes	维护态
	应答		参数: 1 Byte, 20~100 (初始定额的百分比)	6 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 02 A4 52 //查询 SSPC 的当前定额值 应答帧 5A 52 03 A4 1E 71 //反馈 SSPC 的当前定额值为额定值的 30%					
6	初始定额查询	0A5H	反馈 SSPC 初始定额信息。 参数: 无。	6 Bytes	维护态
	应答		参数: 1 Byte	7 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 02 A5 53 //查询 SSPC 的初始定额值 应答帧 5A 52 03 A5 05 59 //反馈 SSPC 的初始定额值为 5A					
7	通道开关	0C0H	在非超控态时，实现通道的开关。 参数: 1Byte。01H-开，00H-关	6 Bytes	工作态
	应答		参数: 无。	5 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 03 C0 01 70 //开通 SSPC 通道 应答帧 5A 52 02 C0 6E //SSPC 应答					
8	负载电压查询	0C1H	查询负载当前电压。 参数: 无。	5 Bytes	工作态
	应答		参数: 4Bytes。32-bit 浮点数。低位字节先。	9 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 02 C1 6F //查询 SSPC 通道负载的电压 应答帧 5A 52 06 C1 E5 D0 DE 41 47 //SSPC 应答负载电压为 27.852V					
9	负载电流查询	0C2H	查询负载当前电流。 参数: 无。	5 Bytes	工作态
	应答		参数: 4Bytes，32-bit 浮点数。低位字节先。	9 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 02 C2 70 //查询 SSPC 通道负载的电流 应答帧 5A 52 06 C2 85 EB 71 40 95 //SSPC 应答负载电流为 3.78A					
10	离散状态查询	0C3H	查询 SSPC 负载关键离散状态: 过载、短路、MOS 管状态、汇流条状态等。 参数: 无。	5 Bytes	工作态
	应答		参数: 1Bytes，8-bit 无符号整数。定义详见表 7。	6 Bytes	
示例: 命令帧 5A 52 02 C3 71 //查询 SSPC 负载的离散状态 应答帧 5A 52 03 C3 11 83 //反馈汇流条有电、通道打开、无过载、无短路					

序号	命令名称	命令	说明及参数	帧长	备注
SSPC 异常应答					
11	接收错误应答	0xE0	在通信校验失败时 SSPC 反馈该数据帧 参数：无。	5 Bytes	
12	参数错误应答	0xE1	在 SSPC 接收命令参数非法时反馈该帧 参数：无。	5 Bytes	
13	工作模式不匹配	0xE2	当接收的命令不适合在当前模式运行时，反馈该帧 参数：无。	5 Bytes	

多模块系统构建

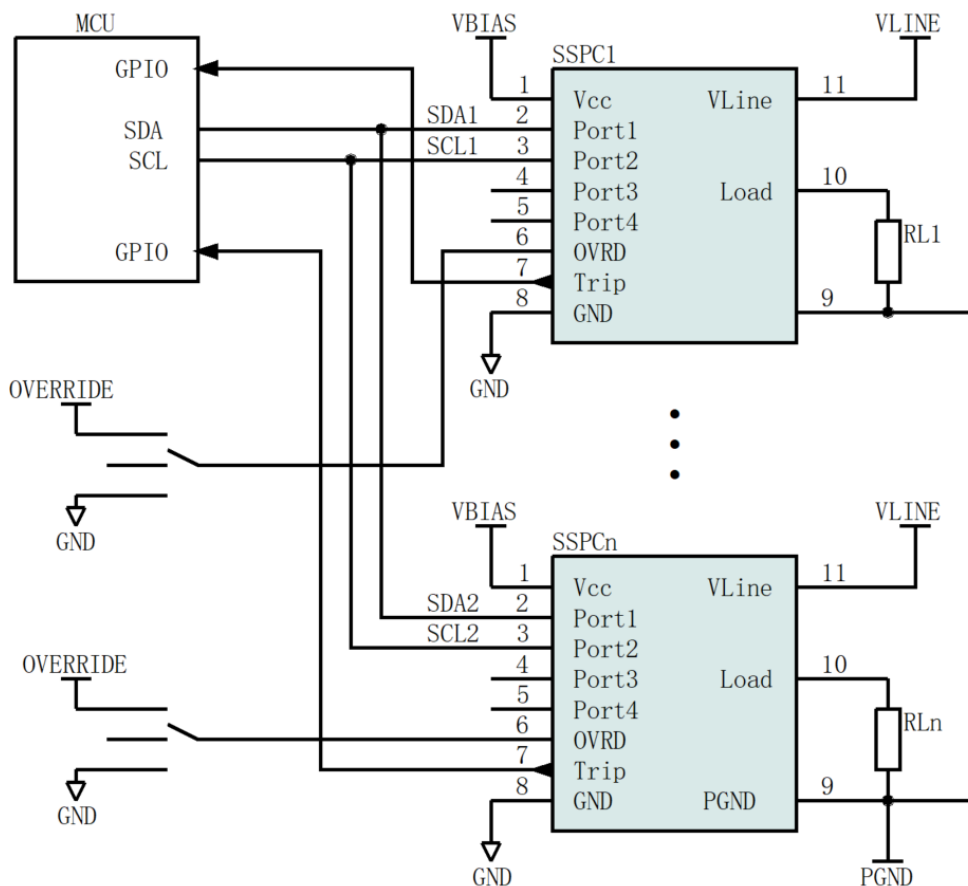


图12 多路 I²C 接口模块交联

CAN 型模块 (MDSPC28M-1C)

接口描述

■ 通信配置

模块 CAN 通信配置要求如下：

- 1) 符合 CAN2.0A/B (2.0A: basic CAN, 2.0B: full CAN);
- 2) 默认波特率 500Kbps, 应用中, 可据使用场合进行配置调整, 最大速率 1Mbps;
- 3) 模块应用时, 需外接 CAN 收发器 (驱动器) 方可使用;
- 4) 选用适当驱动模块, 及适当通信链路, 通信节点最多达 110 个。

■ 通信 ID

同 SCI/UART 模块一样, CAN 模块具有专用 ID 和通用 ID。专用 ID 可命令更改, 在多模块组网时使用; 通用 ID 为模块固有, 应用中不可修改, 可在模块配置时使用, 也可在点对点通信时使用 (当然, 可用专用 ID 进行点对点通信)。

关于模块通信 ID 现做以下规定:

- 1) CAN 模块通信使用标准标识符 (Standard Identifier), 即 CAN 帧 ID 域 11-bit;
- 2) 可用通信 ID: 000H~7FFH (共计 2048 个), 其中:
 - a) 000H~6FFH (共 1792 个) 为用户可以配置的专用通信 ID;
 - b) 700H~7FEH (共 255 个) 为模块预留 ID, 用户不能使用;
 - c) 7FFH 为通用通信 ID, 在任何时候都可使用。

ID 号越小, 优先级越高, 即 000H 为最高优先级 ID, 7FFH 为最低优先级 ID。
- 3) 模块通信 ID (接收) 分配方案:
 - a) 7FFF 为模块接收的通用通信 ID (模块接收), 不可更改, 用户可用此 ID, 向模块发送数据, 进行模块配置, 或点对点通信;
 - b) 专用通信 ID (模块接收), 用于模块接收信息, 出厂默认为 0x6FF, 用户可命令更改, 有效设定区域 ($\in [000H, 6FFH]$)。
- 4) 模块发送通信 ID 不需单独设定, 因为接收帧数据域中含有源端 ID (参见帧格式), 且与模块的所有有效通信皆以“应答方式”进行。模块应答时, 皆以接收帧中的“源端 ID”为发送 ID, 进行应答发送。

帧格式

通信使用 CAN 标准数据帧进行, 这里的通信帧格式, 描述了对 CAN 数据帧数据域 (Data Field, 最大长度 8 字节) 的使用。

模块通信帧采用定长格式, 长度恒为 8 字节, 其格式定义如下:

表16 模块 CAN 通信帧格式

dat0	dat1	dat2	dat3	dat4	dat5	dat6	dat7
CMD	PARAM				SRC_ID		CHK

注: dat0 数据域首个字节, 最先发送或接收, dat7 为最后字节

表17 模块 CAN 通信帧域定义

序号	标识	域名	长度	定义	备注
1	CMD	命令	1 Byte	标示帧功能	详见下表“CAN 通信协议”
2	PARAM	参数	不定	命令参数	最多 4BYTE, 不足以零填充。对于多字节参数, 低位字节先传。
3	SRC_ID	源端 ID	2 Byte	发送当前帧的实体的 CAN 接收 ID。	11-bit, 低位字节先传。对于 SSPC 反馈帧, 该内容为其专用接收 ID。

序号	标识	域名	长度	定义	备注
4	CHK	校验和	1 Byte	帧中所有其它字节的算术累加和的最低字节	

按 CAN 协议要求, 通信帧 (数据帧) 数据域 (Data Field) 中, dat0 最先传输, 依次其后, dat7 最后传输。

协议内容

这里, 给出 CAN 通信帧中命令域 (CMD) 与参数域 (PARAM) 的定义:

表18 CAN 通信协议

序号	命令名称	命令码	说明及参数	参数长度	备注
1	工作状态设置	0B0H	设置 SSPC 的工作状态（维护态或工作态），上电默认为工作态。 参数：1Byte。00H-工作态，01H-维护态。	1 Byte	维护/ 工作态
	应答		参数：无。	0 Byte	
示例：命令帧 B0 01 00 00 00 FF 06 B6 // 设置 SSPC 进入维护态,且源端接收 ID 为 6FFH。 应答帧 B0 00 00 00 00 23 01 D4 // SSPC 应答, 且源端 ID (即 SSPC 专用接收 ID) 为 123H。					
2	通信状态查询	0B1H	查询 SSPC 当前通信状态，SSPC 反馈当前状态（维护或工作态,及模块专用接收 ID）。 参数：无	0 Byte	维护/ 工作态
	应答		参数：1Byte。SSPC 当前状态。00H-工作态，01H-维护态；	1 Byte	
示例：命令帧 B1 00 00 00 00 FF 06 B6 // 查询 SSPC 的通信状态。 应答帧 B1 01 00 00 00 23 01 D6 // 反馈 SSPC 的当前状态为维护态。					
3	通信配置	0A0H	设置 CAN 通信波特率。设置完毕，重新上电，方可生效。 参数：1 Byte。 1) 00H→1000Kbps; 2) 01H→500Kbps（默认配置）; 3) 02H→250Kbps; 4) 03H→150Kbps; 5) 04H→125Kbps; 6) 05H→100Kbps; 7) 06H→50Kbps; 8) 07H→10Kbps.	1 Byte	维护态
	应答		参数：1 Byte。当前波特率索引。 为实现对通信波特率的外部测量，SSPC 在 16s 内未正确收到通信命令帧，将自动周期（16s）发送本应答帧。	1 Byte	
示例：命令帧 A0 07 00 00 00 FF 06 AC // 设置 CAN 通信波特率为 10Kbps。 应答帧 A0 00 00 00 00 23 01 C4 // 通信配置 SSPC 应答。					
4	定额调整	0A1H	调整 SSPC 的额定电流。 参数：1 Byte，20~100（初始定额的百分比）。	1 Byte	维护态
	应答		参数：无。	0 Byte	
示例：命令帧 A1 1E 00 00 00 FF 06 C4 // 将 SSPC 额定电流设置为额定值的 30%。 应答帧 A1 00 00 00 00 23 01 C5 // 定额调整 SSPC 应答。					
5	ID 号设置	0A2H	设置 SSPC 的专用接收 ID。利用通用 ID 进行 ID 号设置。设置完毕，重新上电，方才生效。 参数：2Byte，有效 ID：000H~6FFH。 低位字节先传。	2 Byte	维护态
	应答		参数：无。	0 Byte	

序号	命令名称	命令码	说明及参数	参数长度	备注
示例: 命令帧 A2 23 01 00 00 FF 06 CB // 设置 SSPC 的专用接收 ID 为 123H。 应答帧 A2 00 00 00 00 23 01 C6 // ID 设置 SSPC 应答。					
6	I ² t 曲线编程	0A3H	调整过载保护曲线, 调整范围为初始值的 80%~180%。 参数: 1Byte, 80~180 (初始值的百分比)。	1 Byte	维护态
	应答		参数: 无。	0 Byte	
示例: 命令帧 A3 A0 00 00 00 FF 06 48 // 将 SSPC 的保护曲线设置为初始值的 160%。 应答帧 A3 00 00 00 00 23 01 C7 // SSPC 应答。					
7	当前定额查询	0A4H	反馈 SSPC 当前定额信息 (初始定额的百分比)。 参数: 无。	0 Byte	维护态
	应答		参数: 1 Byte, 20~100 (初始定额的百分比)	1 Byte	
示例: 命令帧 A4 00 00 00 00 FF 06 A9 // 查询 SSPC 的当前定额值 应答帧 A4 1E 00 00 00 23 01 E6 // 反馈 SSPC 的当前定额值为额定值的 30%					
8	初始定额查询	0A5H	反馈 SSPC 初始定额信息。 参数: 无。	0 Byte	维护态
	应答		参数: 1 Byte	1 Byte	
示例: 命令帧 A5 00 00 00 00 FF 06 AA // 查询 SSPC 的初始定额值 应答帧 A5 1E 00 00 00 23 01 E7 // 反馈 SSPC 的初始定额值为 30A					
9	ID2 设置	0A7H	SSPC 第二 ID 设置。 出厂默认 0x6FF, 第一 ID 和第二 ID 都可用于多播和单播通信。 实现中, 第一 ID 与第二 ID 无区别。 2Byte: 预设的第二 ID, 低位字节先传。重新上电, 设置方能生效。	2 Byte	维护态
	应答		参数: 无。	0 Byte	
示例: 命令帧 A7 66 06 00 00 FF 06 18 // 利用通用 ID, 将 SSPC 的第二 ID 号设置为 0666H 应答帧 A7 00 00 00 00 23 01 CB // SSPC 应答					
10	ID 查询	0A8H	查询第一 ID 和第二 ID。 无参数。	0 Byte	维护态
	应答		4Byte (B1 B2 B3 B4), 传输时低字节在前即 B2 B1: 第一 ID; B4 B3: 第二 ID。	4 Byte	
示例: 命令帧 A8 00 00 00 00 FF 06 AD // 利用通用 ID 查询模块的第一 ID 和第二 ID。 应答帧 A8 23 01 66 06 23 01 5C // SSPC 应答					
11	通道开关	0C0H	在非超控态时, 实现通道的开关控制。 参数: 1Byte。01H-开, 00H-关	1 Byte	工作态
	应答		参数: 无。	0 Byte	
示例: 命令帧 C0 01 00 00 00 00 07 C8 // 开通 SSPC 应答帧 C0 00 00 00 00 23 01 E4 // SSPC 开通应答					
12	负载电压查询	0C1H	查询负载当前电压。 参数: 无。	0 Byte	工作态
	应答		参数: 4Bytes。32-bit 浮点数。低位字节先。	4 Byte	
示例: 命令帧 C1 00 00 00 00 00 07 C8 // 查询 SSPC 通道负载的电压 应答帧 C1 E5 D0 DE 41 23 01 B9 // SSPC 应答负载电压为 27.852V					
13	负载电流查询	0C2H	查询负载当前电流。 参数: 无。	0 Byte	工作态
	应答		参数: 4Bytes, 32-bit 浮点数。低位字节先。	4 Byte	
示例: 命令帧 C2 00 00 00 00 00 07 C9 // 查询 SSPC 通道负载的电流 应答帧 C2 85 EB 71 40 23 01 07 // SSPC 应答负载电流为 3.78A					

序号	命令名称	命令码	说明及参数	参数长度	备注
14	离散状态查询	0C3H	查询通道负载关键离散状态：过载、短路、MOS管状态、汇流条状态等。 参数：无。	0 Byte	工作态
	应答		参数：1Bytes，8-bit 无符号整数。低位字节先。定义详见下表。	1 Byte	
示例：命令帧 C3 00 00 00 00 00 07 CA // 查询SSPC通道负载的离散状态 应答帧 C3 11 00 00 00 23 01 F8 // 反馈汇流条有电、通道打开、无过载、无短路					
SSPC 异常应答					
15	接收错误应答	0E0H	在通信校验失败时 SSPC 反馈该数据帧。 参数：无。 应答帧 E0 00 00 00 00 23 01 04	0 Byte	
16	参数错误应答	0E1H	在 SSPC 接收命令参数非法时反馈该帧。 参数：无。 应答帧 E1 00 00 00 00 23 01 05	0 Byte	
17	工作模式不匹配	0E2H	当所接收命令不适合当前模式时反馈该帧。 参数：无。 应答帧 E2 00 00 00 00 23 01 06	0 Byte	
18	命令不存在	0E3H	在 SSPC 接收的命令非法时反馈此帧。 参数：无。 应答帧 E3 00 00 00 00 23 01 07	0 Byte	

通信示例

外部设备与 SSPC 按通信协议规定格式进行通信，当 SSPC 接收到外设的通信帧时，校验无误，则做出相应应答。命令有带参数命令与无参数命令，SSPC 应答帧根据命令的不同，也有带参数应答与不带参数应答。SSPC 具有错误应答功能，通过错误应答帧指出当前的通信错误。

例：I²t 曲线编程设置过程

将 SSPC 的 I²t 保护曲线设置为初始值的 80%。

步骤 1：设置 SSPC 进入维护态

命令帧 B0 01 00 00 00 00 07 B8 //设置 SSPC 进入维护态

应答帧 B0 00 00 00 00 23 01 D4 //SSPC 应答

步骤 2：设置 I²t 保护曲线

命令帧 A3 A0 00 00 00 00 07 4A //将 SSPC 的保护曲线设置为初始值的 160%

应答帧 A3 00 00 00 00 23 01 C7 //SSPC 应答

步骤 3：设置 SSPC 进入工作态

命令帧 B0 00 00 00 00 00 07 B7 //设置 SSPC 进入工作态

应答帧 B0 00 00 00 00 23 01 D4 //SSPC 应答

多模块系统构建

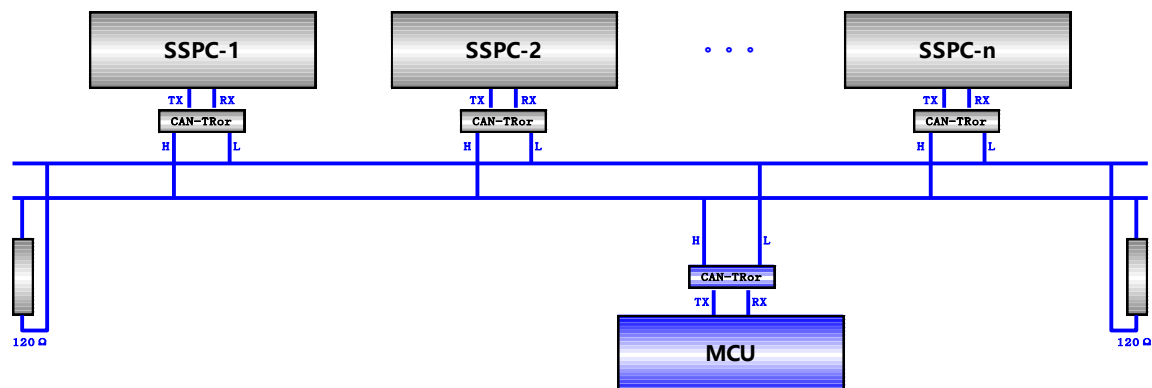


图13 模块组网拓扑结构

模块组网时，需在 CAN 总线两端的 H 和 L 间并入 120Ω 的平衡电阻。

测试电路

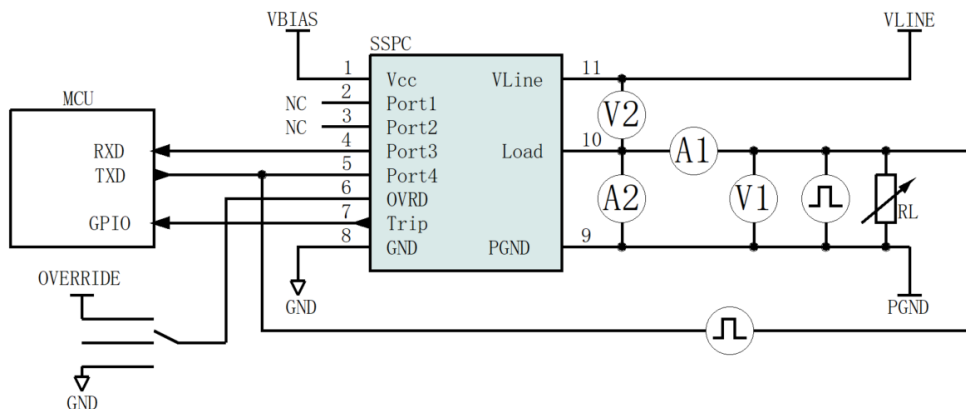


图14 SCI 型模块测试电路

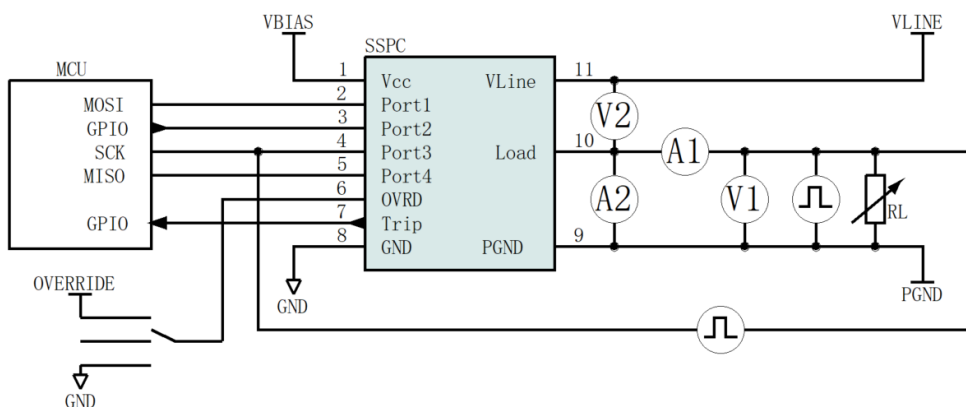


图15 SPI 型模块测试电路

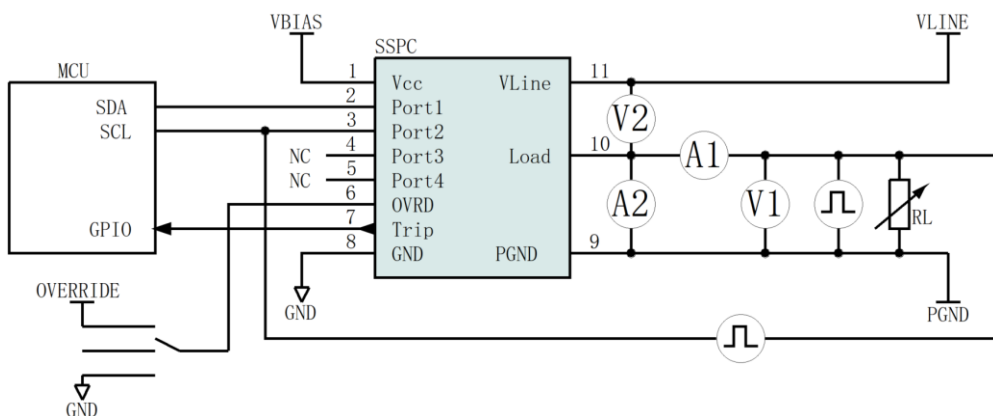
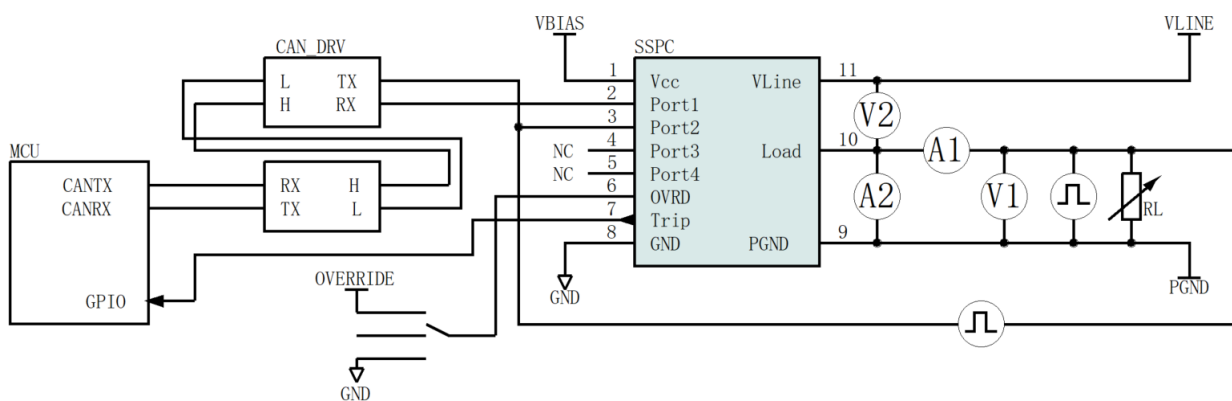
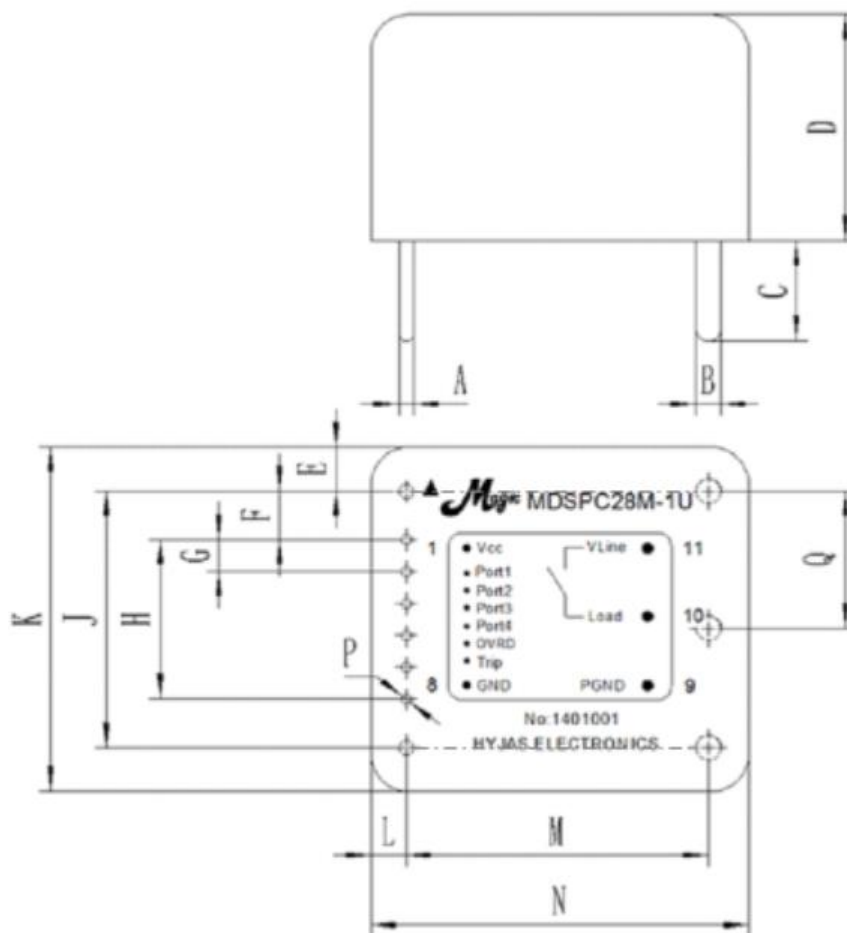
图16 I²C 型模块测试电路

图17 CAN 型模块测试电路

封装尺寸



标号	毫米		英寸	
	最小	最大	最小	最大
A	1.1	1.2	0.043	0.047
B	1.9	2.0	0.075	0.079
C	4.5	8.2	0.177	0.323
D	18.0	18.4	0.709	0.724
E	3.4	3.6	0.134	0.142
F	3.8	4.0	0.150	0.157
G	2.4	2.7	0.094	0.106
H	12.5	12.9	0.492	0.508
P	0.7	0.8	0.028	0.031
J	20.2	20.6	0.795	0.811
K	27.2	27.4	1.071	1.079
L	2.6	3.0	0.102	0.118
M	23.8	24.2	0.937	0.953
N	28.8	30.0	1.134	1.181
Q	10.8	11.0	0.425	0.433

■ 引脚说明

引脚号	标识	描述			
		UART/SCI	SPI	I2C	CAN
		MDSPC28M-1U	MDSPC28M-1Y	MDSPC28M-1W	MDSPC28M-1C
1	Vcc	控制电源输入（+5V）			
2	Port1	NC	通信端口 1（MOSI）	通信端口 1（SDA）	通信端口 1（CANTX）
3	Port2	NC	通信端口 2（NSS）	通信端口 2（SCL）	通信端口 2（CANRX）
4	Port3	通信端口 3（TXD）	通信端口 3（SCK）	EN1。与 EN2 接地使能 ID 号设置	NC
5	Port4	通信端口 4（RXD）	通信端口 4（MISO）	EN2。与 EN1 接地使能 ID 号设置	NC
6	OVRD	超控输入。接地表示超控关，接高电平（28V）表示超控开，悬空表示禁止超控功能。			
7	Trip	跳闸状态指示。当产生跳闸或过流保护时，输出低电平，此时能驱动一个 LED（20mA）指示灯；正常工作时输出高电平。具有内部上拉电阻。			
8	GND	控制电源地			
9	PGND	功率电源输出端			
10	Load	负载输入正端			
11	VLine	功率电源输入端			

订货信息

模块型号	工作温度
MDSPC28I-1U	-40~+85℃
MDSPC28I-1Y	
MDSPC28I-1W	
MDSPC28I-1C	
MDSPC28M-1U	-55~+105℃
MDSPC28M-1Y	
MDSPC28M-1W	
MDSPC28M-1C	
MDSPC28V-1U	-55~+125℃
MDSPC28V-1Y	
MDSPC28V-1W	
MDSPC28V-1C	

M	D	SPC	28	M	-1	x	L
品牌代号	驱动类型	产品类型	驱动电压	质量等级	额定电流	总线类型	封装类型
Magic	A:交流	固态功率 控制器	28:28V	I:工业级	05:0.5A	U:SCI 总线	无: 纵向高
	D:直流		115:115V	M:军用级	1:1A	Y:SPI 总线	安装面小
			220:220V	V:宇航级	5:5A	W:I ² C 总线	L: 纵向低
			270:270V		10:10A	C:CAN 总线	安装面大
					15:15A		
					20:20A		
					30:30A		
					50:50A		
					80:80A		
					100:100A		

联系方式

咨询或订货请联系上海黑捷士电子有限公司或代理商。

电话: 86-21-5429 6865

传真: 86-21-6476 8434

邮箱: sales@hyjas.com

网址: www.hyjas.com