



10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

MAX7317

概述

MAX7317串行接口外设器件能够为微处理器提供10个I/O端口，额定电压为7V。每个端口都可单独配置为漏极开路输出或带有过压保护的施密特输入。

MAX7317支持热插入。所有端口引脚在关闭电源时 ($V_+ = 0V$) 具有高阻抗，并允许有8V电压。

MAX7317采用16引脚、薄型QFN和QSOP封装，工作在 -40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。

如需具有恒定电流输出和8位PWM控制的类似器件，请参考MAX6966/MAX6967的数据资料。

应用

便携式设备

蜂窝电话

白色家电

工业控制器

汽车

系统监视

SPI与QSPI是Motorola, Inc.的商标。

MICROWIRE是National Semiconductor Corp.的商标。

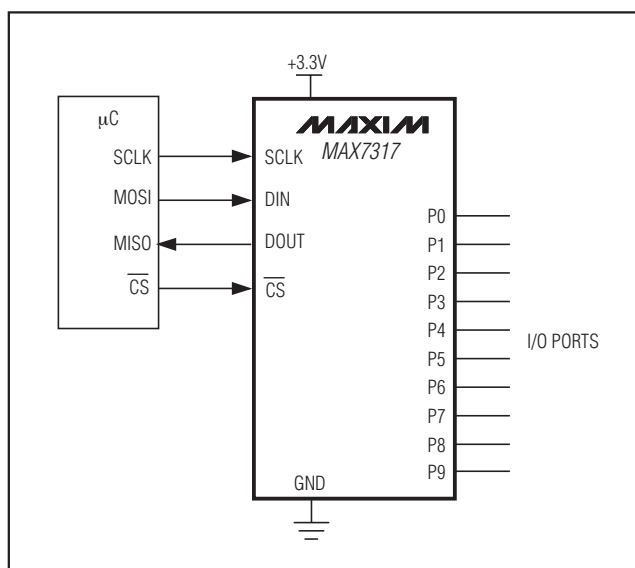
特性

- ◆ 高速、26MHz、SPI™/QSPI™/MICROWIRE™兼容的串行接口
- ◆ 2.25V至3.6V工作电压
- ◆ I/O端口输入过压保护至7V
- ◆ I/O端口为7V额定电压的开漏极输出
- ◆ I/O端口支持热插入
- ◆ 0.7 μA (典型值), 1.9 μA (最大值) 的待机电流
- ◆ 微型3mm x 3mm、高度为0.8mm的薄型QFN封装
- ◆ -40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 工作温度范围

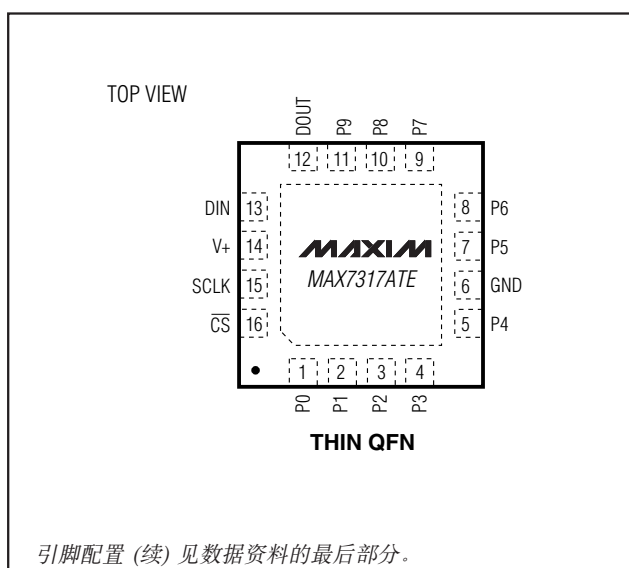
订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK	PKG CODE
MAX7317ATE	-40°C to $+125^{\circ}\text{C}$	16 Thin QFN 3mm x 3mm x 0.8mm	ACH	T1633-4
MAX7317AEE	-40°C to $+125^{\circ}\text{C}$	16 QSOP	—	—

典型应用电路



引脚配置



10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage (with respect to GND)

V+	-0.3V to +4V
SCLK, DIN, CS, DOUT	-0.3V to (V+ + 0.3V)
P ₋	-0.3V to +8V
DC Current into P ₋	24mA
DC Current into DOUT	10mA
Total GND Current	200mA

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)

16-Pin Thin QFN	1176mW
(derate 14.7mW/°C above +70°C)	
16-Pin QSOP (derate 8.3mW/°C above +70°C)	667mW
Operating Temperature Range	
(T _{MIN} to T _{MAX})	-40°C to +125°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Typical Operating Circuit, V+ = 2.25V to 3.6V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V+ = 3.3V, T_A = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V+		2.25		3.60	V
Output Load External Supply Voltage P0–P9	V _{EXT}				7	V
Standby Current (Interface Idle)	I _{STBY}	All digital inputs at V+ or GND	T _A = +25°C		0.70	1.5
			T _A = T _{MIN} to +85°C			1.7
			T _A = T _{MIN} to T _{MAX}			1.9
Supply Current	I ₊	f _{SCLK} = 26MHz; other digital inputs at V+ or GND; DOUT unloaded	T _A = +25°C		385	620
			T _A = T _{MIN} to +85°C			680
			T _A = T _{MIN} to T _{MAX}			730
Input High Voltage (P0–P9, DIN, SCLK, $\overline{\text{CS}}$)	V _{IH}	P0–P9 output register set to 0x01	0.7 × V+			V
Input Low Voltage (P0–P9, DIN, SCLK, $\overline{\text{CS}}$)	V _{IL}	P0–P9 output register set to 0x01	0.3 × V+			V
Input Leakage Current (P0–P9, DIN, SCLK, $\overline{\text{CS}}$)	I _{IH} , I _{IL}		-0.2		+0.2	μA
Input Capacitance (P0–P9, DIN, SCLK, $\overline{\text{CS}}$)		(Note 2)	10			pF
Output Low Voltage (P0–P9)	V _{OLP₋}	I _{SINK} = 0.5mA, output register set to 0x00	0.4			V
Output Low Short-Circuit Current (P0–P9)		V _{OLP_{OUT}} = 5V	10.8	20		mA
Output High Voltage (DOUT)	V _{OHDOUT}	I _{SOURCE} = -6mA	V+ - 0.3V			V
Output Low Voltage (DOUT)	V _{OLDOUT}	I _{SINK} = 6mA	0.3			V
Power-On Reset Voltage	V _{POR}		2			V

10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

MAX7317

TIMING CHARACTERISTICS

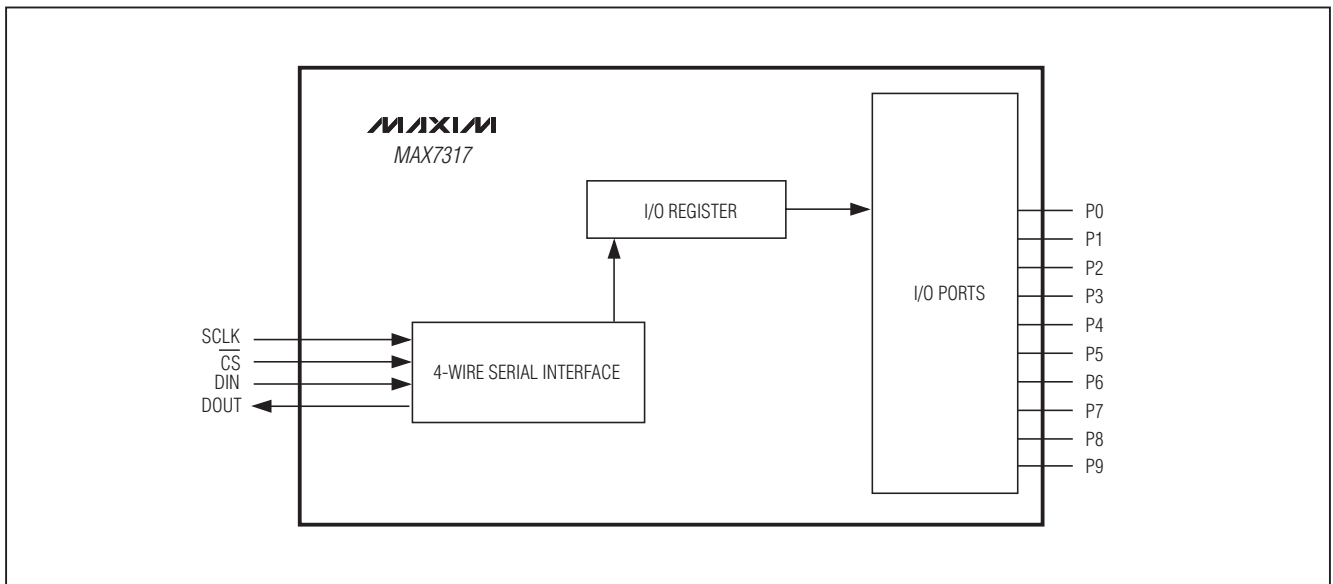
(Typical Operating Circuit, $V_+ = 2.25V$ to $3.6V$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $V_+ = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$.)
(Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCLK Clock Period	t_{CP}		38.4			ns
SCLK Pulse-Width High	t_{CH}		19			ns
SCLK Pulse-Width Low	t_{CL}		19			ns
$\overline{CS}$ Fall to SCLK Rise Setup	t_{CSS}		9.5			ns
SCLK Rise to $\overline{CS}$ Rise Hold	t_{CSH}		2.5			ns
DIN Setup Time	t_{DS}		9.5			ns
DIN Hold Time	t_{DH}		2.5			ns
Output Data Propagation Delay	t_{DO}				19	ns
DOUT Output Rise and Fall Times	t_{FT}	$C_{LOAD} = 20pF$ (Note 2)			10	ns
Minimum $\overline{CS}$ Pulse High	t_{CSW}		38.4			ns

Note 1: All parameters are tested at $T_A = +25^\circ C$. Specifications over temperature are guaranteed by design.

Note 2: Guaranteed by design.

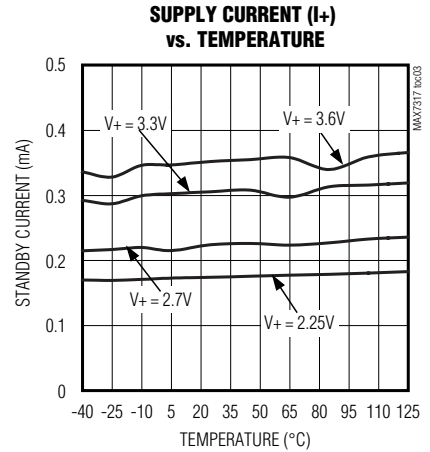
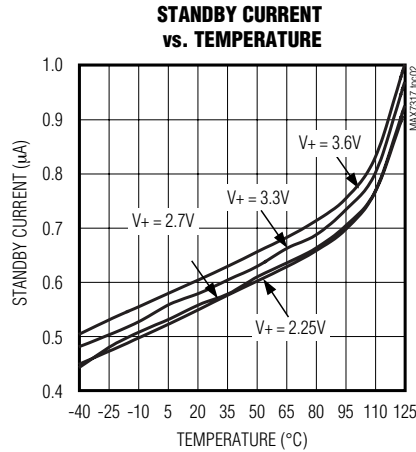
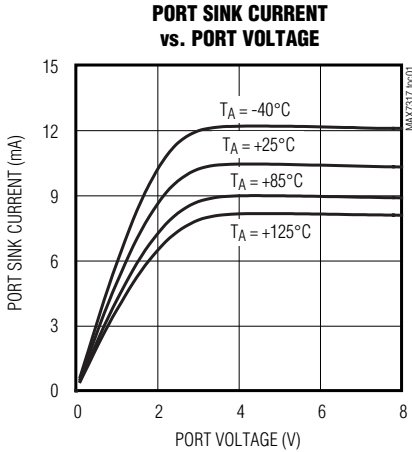
MAX7317方框图



10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

典型工作特性

($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



引脚说明

引脚		名称	功能
QSOP	QFN		
1	15	SCLK	串行时钟输入。数据在SCLK信号的上升沿移入内部移位寄存器。数据在SCLK信号的下降沿由DOUT同步输出。只有在 $\overline{\text{CS}}$ 为低电平时SCLK才有效。
2	16	$\overline{\text{CS}}$	片选输入。当 $\overline{\text{CS}}$ 为低电平时，串行数据装入移位寄存器。最后的16位数据在 $\overline{\text{CS}}$ 信号的上升沿锁存。
3-7, 9-13	1-5, 7-11	P0-P9	I/O端口。P0至P9可以配置为开漏极输出，输出能吸收20mA的最大额定电流，或者配置为CMOS输入，或者开漏极输出。负载应接至不超过7V的电源电压上。
8	6	GND	地
14	12	DOUT	串行数据输出。进入DIN的数据经过15.5个时钟周期后在DOUT输出。使用该引脚可以以菊花链结构连接多个器件，或者允许数据回读。输出为推挽式结构。
15	13	DIN	串行数据输入。数据在SCLK信号的上升沿由DIN移入内部16位移位寄存器。
16	14	V+	正电源电压。用0.047 μF 陶瓷电容将V+旁路至GND。
—	PAD	裸露焊盘	封装底部的裸露焊盘。接GND。

10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

详细说明

MAX7317是一款通用的输入/输出 (GPIO) 外设器件，能提供P0至P9共10个I/O端口，并通过高速SPI兼容串行接口控制。10个I/O端口可用作输入或者漏极开路输出，并能以任意形式组合。无论用作输入还是输出，端口都能耐受7V电压，且与MAX7317的电源电压无关。

图1给出了MAX7317的I/O端口结构。

寄存器结构

MAX7317带有10个内部寄存器以控制外围设备 (表2)，寄存器地址为0x00至0x09。另外两个地址，0x0E和0x0F，不存储数据，而是在读取时返回端口的输入状态。四个虚拟地址，0x0A至0x0D，允许多个寄存器写入相同的数据，从而简化软件设计。RAM寄存器提供1个字节的存储空间，供用户使用。空操作地址，0x20，读取或者写入时不产生任何操作。当从多个级联器件中访问一个MAX7317时，可用作空寄存器。

初始上电

上电时，所有的控制寄存器均复位 (表2)。上电状态将I/O端口P0至P9设置为高阻态，并使器件进入关断模式。

RAM寄存器

RAM寄存器提供一个字节的存储空间，可以任意使用。

GPIO端口方向配置

10个I/O端口P0至P9，可以配置为输入与输出的任意组合。无论用作输入还是输出，端口均能耐受7V电压，与MAX7317的电源电压无关。通过将端口的输出寄存器设置为0x01，可把端口配置为输入，这同时将端口输出设为高阻态 (表4)。

输入端口寄存器

读取输入端口寄存器将返回I/O端口引脚的逻辑电平。输入端口寄存器为只读。对输入端口寄存器的写操作将被忽略。

输出寄存器

MAX7317使用一个8位寄存器来控制每个输出端口 (表4)。每个端口都可配置为输入或者漏极开路输出。将0x00写入输出寄存器可将端口设置为逻辑低输出，写入0x01会将端口设置为逻辑高输出或者逻辑输入。

10个寄存器，0x00至0x09，分别控制每个I/O端口 (表4)。四个伪寄存器地址，0x0A至0x0D，通过将相同的数据写入多个输出寄存器，可使用单个命令将成组的输出设置为相同数值。

串行接口

MAX7317通过SPI兼容的4线串行接口通信。接口具有三个输入：时钟 (SCLK)、片选 ($\overline{CS}$)、数据输入 (DIN) 和数据输出 (DOUT)。 $\overline{CS}$ 必须拉低以实现同步输入或输出数据。并且，在SCLK的上升沿进行采样时DIN必须稳定。在SCLK的上升沿DOUT是稳定的。

可用SCLK和DIN将数据传送到其它外设。除非 $\overline{CS}$ 为低电平，否则MAX7317将忽略SCLK与DIN上的所有信号变化。

注意，在不访问MAX7317时，SPI协议要求DOUT保持高阻态；MAX7317的DOUT并不是高阻态。如果需要，请访问www.maxim-ic.com.cn/an1879，了解将MAX7317转换为三态的方法。

利用4线接口进行控制 and 操作

控制MAX7317需要发送16位字。第一个字节D15至D8为命令，第二个字节D7至D0为数据字节 (表5)。

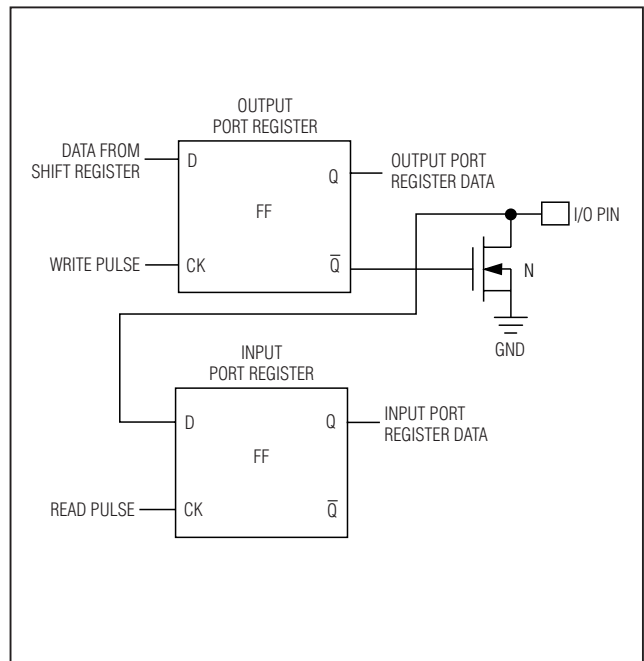


图1. I/O端口的简化原理图

10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

表 1. 寄存器地址分配图

REGISTER	COMMAND ADDRESS								CODE (hex)
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	
Port P0 output level	R/ $\overline{W}$	0	0	0	0	0	0	0	0x00
Port P1 output level	R/ $\overline{W}$	0	0	0	0	0	0	1	0x01
Port P2 output level	R/ $\overline{W}$	0	0	0	0	0	1	0	0x02
Port P3 output level	R/ $\overline{W}$	0	0	0	0	0	1	1	0x03
Port P4 output level	R/ $\overline{W}$	0	0	0	0	1	0	0	0x04
Port P5 output level	R/ $\overline{W}$	0	0	0	0	1	0	1	0x05
Port P6 output level	R/ $\overline{W}$	0	0	0	0	1	1	0	0x06
Port P7 output level	R/ $\overline{W}$	0	0	0	0	1	1	1	0x07
Port P8 output level	R/ $\overline{W}$	0	0	0	1	0	0	0	0x08
Port P9 output level	R/ $\overline{W}$	0	0	0	1	0	0	1	0x09
Write ports P0 through P9 with same output level	0	0	0	0	1	0	1	0	0x0A
Read port P0 output level	1								
Write ports P0 through P3 with same output level	0	0	0	0	1	0	1	1	0x0B
Read port P0 output level	1								
Write ports P4 through P7 with same output level	0	0	0	0	1	1	0	0	0x0C
Read port P4 output level	1								
Write ports P8 or P9 with same output level	0	0	0	0	1	1	0	1	0x0D
Read port P8 output level	1								
Read ports P7 through P0 inputs	1	0	0	0	1	1	1	0	0x0E
Read ports P9 and P8 inputs	1	0	0	0	1	1	1	1	0x0F
RAM	R/ $\overline{W}$	0	0	1	0	0	1	1	0x13
No-op	R/ $\overline{W}$	0	1	0	0	0	0	0	0x20
Factory reserved; do not write to this register	R/ $\overline{W}$	1	1	1	1	1	0	1	0x7D

表 2. 初始上电的寄存器状态

REGISTER	POWER-UP CONDITION	ADDRESS CODE (hex)	REGISTER DATA							
			D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Port P0 output level	Port 0 high impedance	0x00	1	1	1	1	1	1	1	1
Port P1 output level	Port 1 high impedance	0x01	1	1	1	1	1	1	1	1
Port P2 output level	Port 2 high impedance	0x02	1	1	1	1	1	1	1	1
Port P3 output level	Port 3 high impedance	0x03	1	1	1	1	1	1	1	1
Port P4 output level	Port 4 high impedance	0x04	1	1	1	1	1	1	1	1
Port P5 output level	Port 5 high impedance	0x05	1	1	1	1	1	1	1	1
Port P6 output level	Port 6 high impedance	0x06	1	1	1	1	1	1	1	1
Port P7 output level	Port 7 high impedance	0x07	1	1	1	1	1	1	1	1
Port P8 output level	Port 8 high impedance	0x08	1	1	1	1	1	1	1	1
Port P9 output level	Port 9 high impedance	0x09	1	1	1	1	1	1	1	1
RAM	0x00	0x13	0	0	0	0	0	0	0	0

10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

4线总线上挂接多个MAX7317

可以将多个MAX7317挂接在同一SPI总线，这时，需将各DIN输入接到一起，各SCLK输入接到一起，并为每个

MAX7317器件提供独立的 $\overline{CS}$ 信号(图2)。无论DOUT/OSC如何配置，这种连接都能工作，但是不允许读取MAX7317。

MAX7317

表3. 输入端口寄存器

REGISTER	R/ $\overline{W}$	ADDRESS CODE (hex)	REGISTER DATA							
			D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Read input ports P7–P0	1	0X0E	Port P7	Port P6	Port P5	Port P4	Port P3	Port P2	Port P1	Port P0
Read input ports P9, P8	1	0X0F	0	0	0	0	0	0	Port P9	Port P8

表4. 输出寄存器格式

REGISTER	R/ $\overline{W}$	ADDRESS CODE (hex)	REGISTER DATA							
			BINARY							
			D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Port P0 level	—	0x00	MSB	Output P0 level and PWM						LSB
Port P0 is open-drain logic low	—		0	0	0	0	0	0	0	0
Port P0 is open-drain logic high (high impedance without external pullup) or logic input	—		0	0	0	0	0	0	0	1
Port P1 level	—	0x01	MSB	Port P1 level						LSB
Port P2 level	—	0x02	MSB	Port P2 level						LSB
Port P3 level	—	0x03	MSB	Port P3 level						LSB
Port P4 level	—	0x04	MSB	Port P4 level						LSB
Port P5 level	—	0x05	MSB	Port P5 level						LSB
Port P6 level	—	0x06	MSB	Port P6 level						LSB
Port P7 level	—	0x07	MSB	Port P7 level						LSB
Port P8 level	—	0x08	MSB	Port P8 level						LSB
Port P9 level	—	0x09	MSB	Port P9 level						LSB
Writes ports P0 through P9 with same level	0	0x0A	MSB	Ports P0 through P9 level						LSB
Reads port P0 level	1		MSB	Port P0 level						LSB
Writes ports P0 through P3 with same level	0	0x0B	MSB	Ports P0 through P3 level						LSB
Reads port P0 level	1		MSB	Port P0 level						LSB
Writes ports P4 through P7 with same level	0	0x0C	MSB	Ports P4 through P7 level						LSB
Reads port P4 level	1		MSB	Port P4 level						LSB
Write ports P8 and P9 with same level	0	0x0D	MSB	Ports P8, P9 level						LSB
Read port P8 level	1		MSB	Port P8 level						LSB

10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

还有一种选择方案，通过将一个器件的DOUT接至下一个器件的DIN，且并行驱动SCLK与 $\overline{CS}$ (图3)，可以实现MAX7317的菊花链连接。这种连接方式允许读取MAX7317。DIN上的数据通过内部移位寄存器传送，15.5个时钟周期后数据出现在DOUT上，并在SCLK的下降沿同步输出。当发送命令至菊花链连接的MAX7317时，同时访问所有器件。一次访问需要 $(16 \times n)$ 个时钟周期，其中 n 为所连接的MAX7317数目。当多个器件采用菊花链连接时，由于DOUT的传输延迟和DIN建立时间的影响，串行接口的速度 (最大SCLK) 限制为10MHz。

采用以下时序写入MAX7317 (图5)：

- 1) 拉低SCLK。
- 2) 拉低 $\overline{CS}$ 。这会使能内部16位移位寄存器。
- 3) 16位数据同步输入到DIN，最先发送D15，最后发送D0，注意建立和保持时间。D15为低，表示写命令。
- 4) 拉高 $\overline{CS}$ (最后一个数据位同步输入后SCLK仍为高电平时，或者拉低SCLK之后)。
- 5) 拉低 SCLK (如果尚未拉低)。

如果在拉低 $\overline{CS}$ 与重新拉高 $\overline{CS}$ 之间，有少于或多于16位数据同步输入到MAX7317，MAX7317会存储最后接收的16位数据，包括以前发送的数据。通常的情况是， n 位 (其中 $n > 16$) 数据传送到MAX7317。包括 $\{n-15\}$ 至 $\{n\}$ 的最后数据位将会保留，且相应装入16位锁存器的D15至D0位 (图6)。

读取器件寄存器

MAX7317内的任何寄存器数据都可以通过发送逻辑高至D15位进行读取。其时序为：

- 1) 拉低SCLK。
- 2) 拉低 $\overline{CS}$ 。这可使能内部16位移位寄存器。
- 3) 同步输入16位数据至DIN，最先发送D15，最后发送D0。D15位为高电平，表示读命令。D14至D8包含所要读的寄存器地址。D7至D0位为无效数据，将被丢弃。
- 4) 拉高 $\overline{CS}$ (最后的数据位同步输入后SCLK仍为高电平时，或者拉低SCLK之后)。此时，移位寄存器的D7至D0位装入D15至D8所寻址的寄存器数据。
- 5) 拉低 SCLK (如果尚未拉低)。
- 6) 发出另一个读或者写命令，检查DOUT比特流；第二个8位为步骤3中D14至D8位所寻址的寄存器的内容。

表5. 串行数据格式

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
R/W	MSB	ADDRESS						LSB	MSB	DATA					LSB

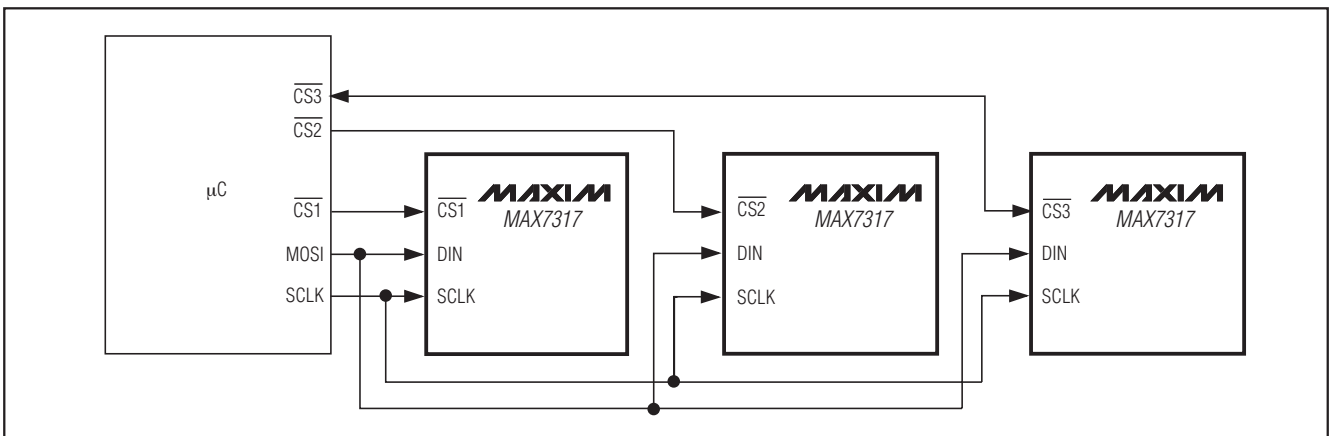


图2. MAX7317多 $\overline{CS}$ 线连接

10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

MAX7317

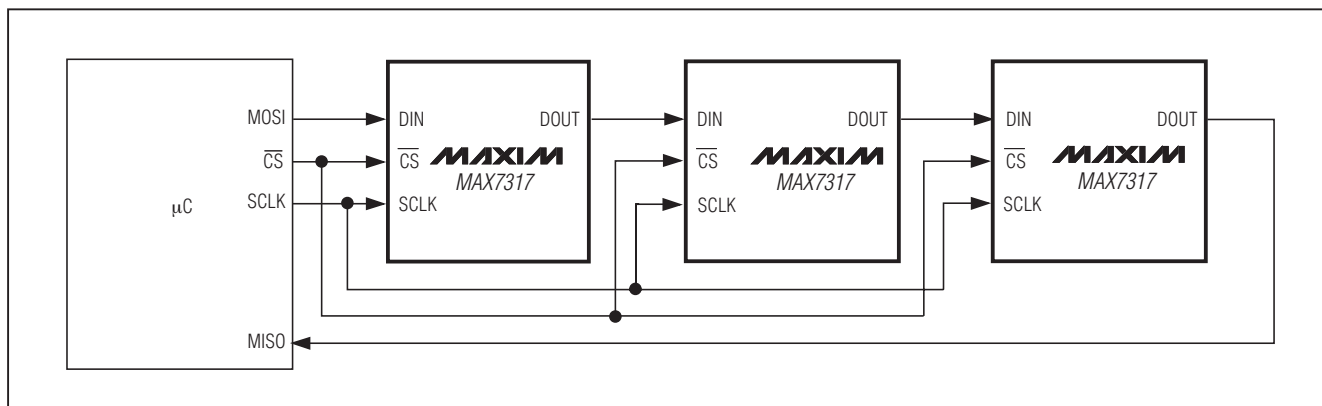


图3. MAX7317菊花链连接

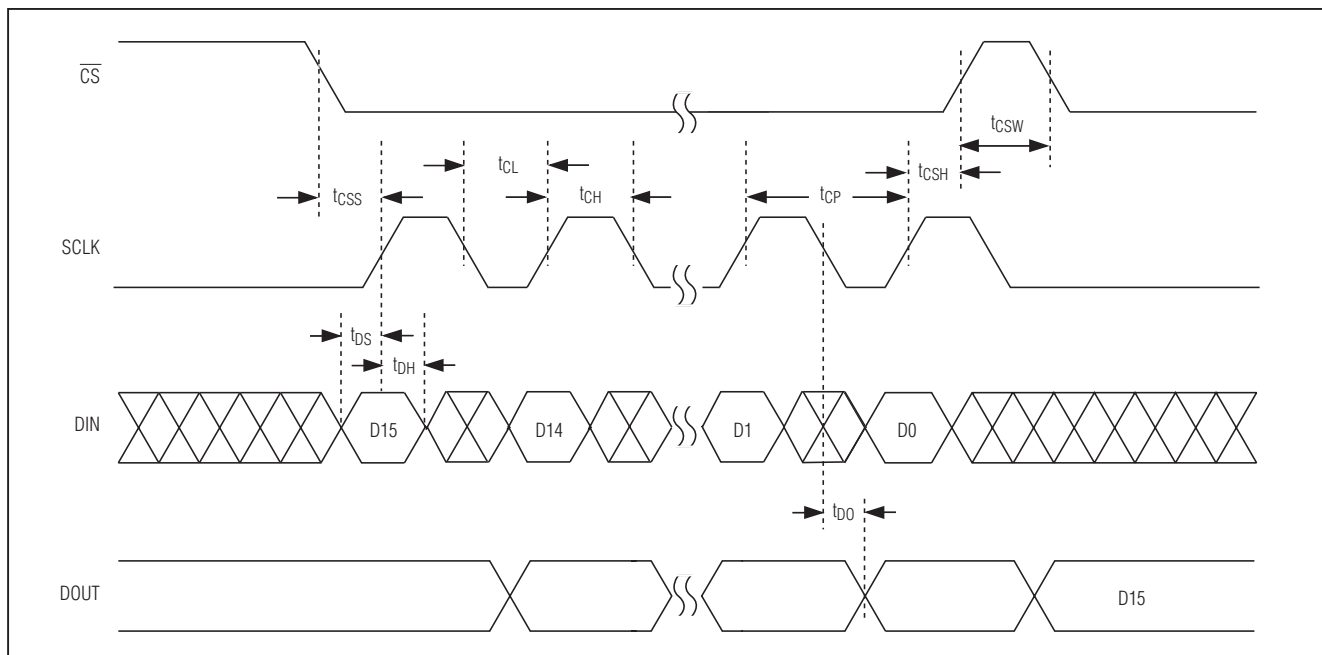


图4. 时序图

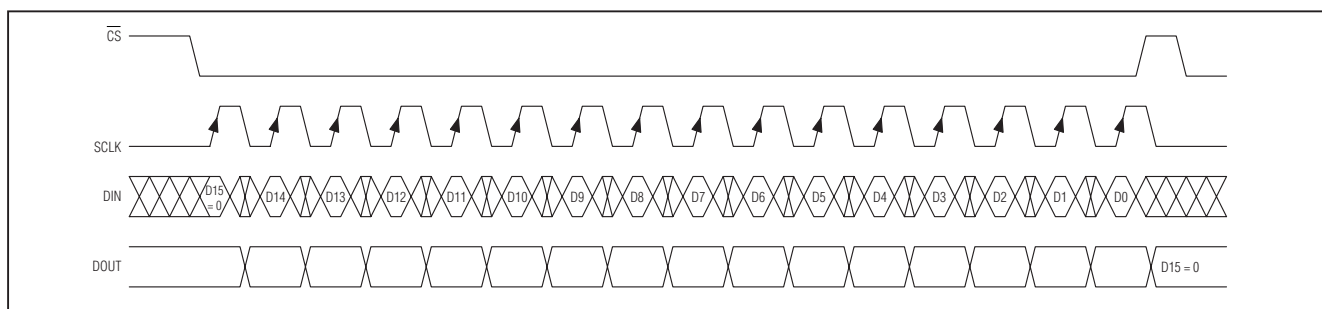


图5. 16位写操作发送至MAX7317

10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

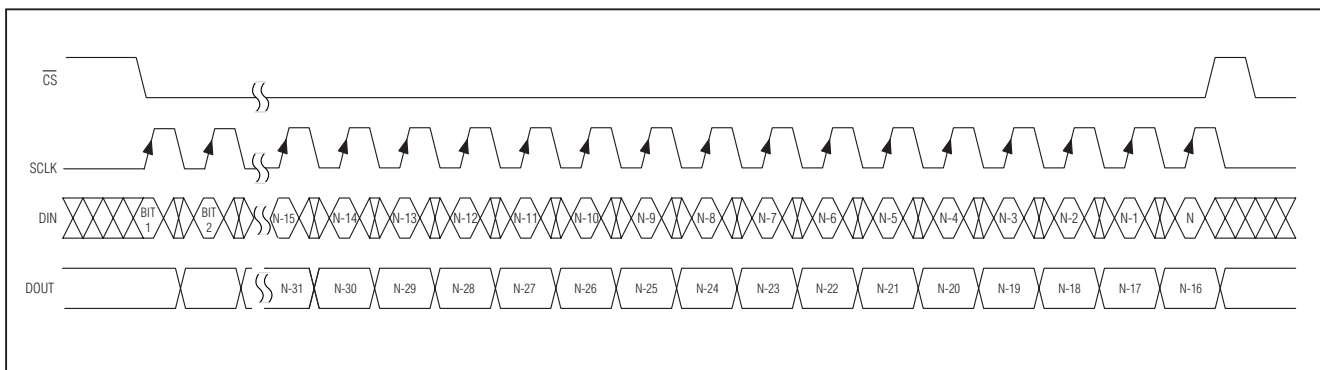


图6. 向MAX7317发送超过16位数据

应用信息

热插入

当MAX7317断电 ($V_+ = 0V$) 时，I/O端口P0–P9保持高阻态，最高能接受8V的电压。因此，MAX7317可用于热插拔系统。

SPI布线考虑

在2.5V电源下，MAX7317的SPI接口能确保工作于26Mbps，3.3V供电时通常可工作于35Mbps。这意味着，当接口连接超过100mm时，应该考虑传输线问题，尤其对于较高的电源电压更是如此。在没有GND引线隔离的情况下，应避免相邻的SCLK、DIN以及 $\overline{CS}$ 覆铜线的长距离走线；否则，信号会产生交叉耦合，从而导致错误的时钟或片选信号。振铃会引起间歇性的通讯问题，这通常是SCLK输入端振铃产生的双时钟造成的。在DIN、SCLK和 $\overline{CS}$ 输入端与GND或者 V_+ 之间接入1k Ω 至10k Ω 的终端电阻，以衰减较长的接口引线的振铃。板间互连时，采用传输线终端阻抗匹配。

输出电平转换

漏极开路输出结构允许将端口输出电平转换为比MAX7317电源更高或者更低的电平。外部上拉电阻可用于任何输出端口，将高阻抗的逻辑高电平转换为正电压电平。该电阻可以接至不高于7V的任意电压。当在恒定电流输出上使用上拉时，选择适当的电阻值以在逻辑低条件下吸收不超过几百 μA 的电流。这可以确保输出饱和且接近于GND。连接CMOS输入时，220k Ω 的上拉电阻值是一个合

适的起始点。在功耗问题并不突出，或者对于给定的容性负载需要更快上升时间的应用中，使用较低的电阻可以改善噪声抑制。

电源考虑

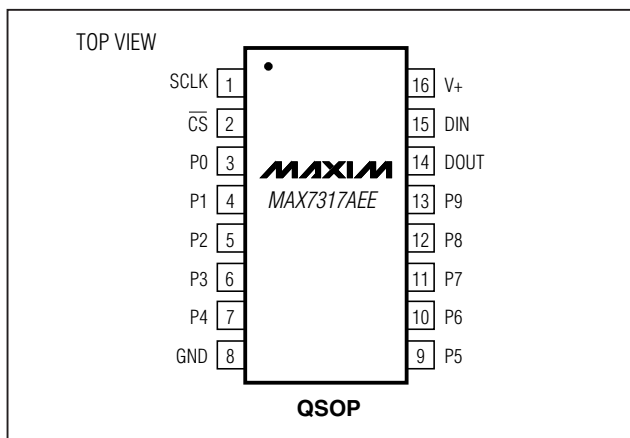
MAX7317工作于2.25V至3.6V电源电压。用一个尽可能靠近器件的0.047 μF 陶瓷电容将电源旁路至GND。对于QFN封装，底部的裸露焊盘接至GND。

芯片信息

TRANSISTOR COUNT: 14,865

PROCESS: BiCMOS

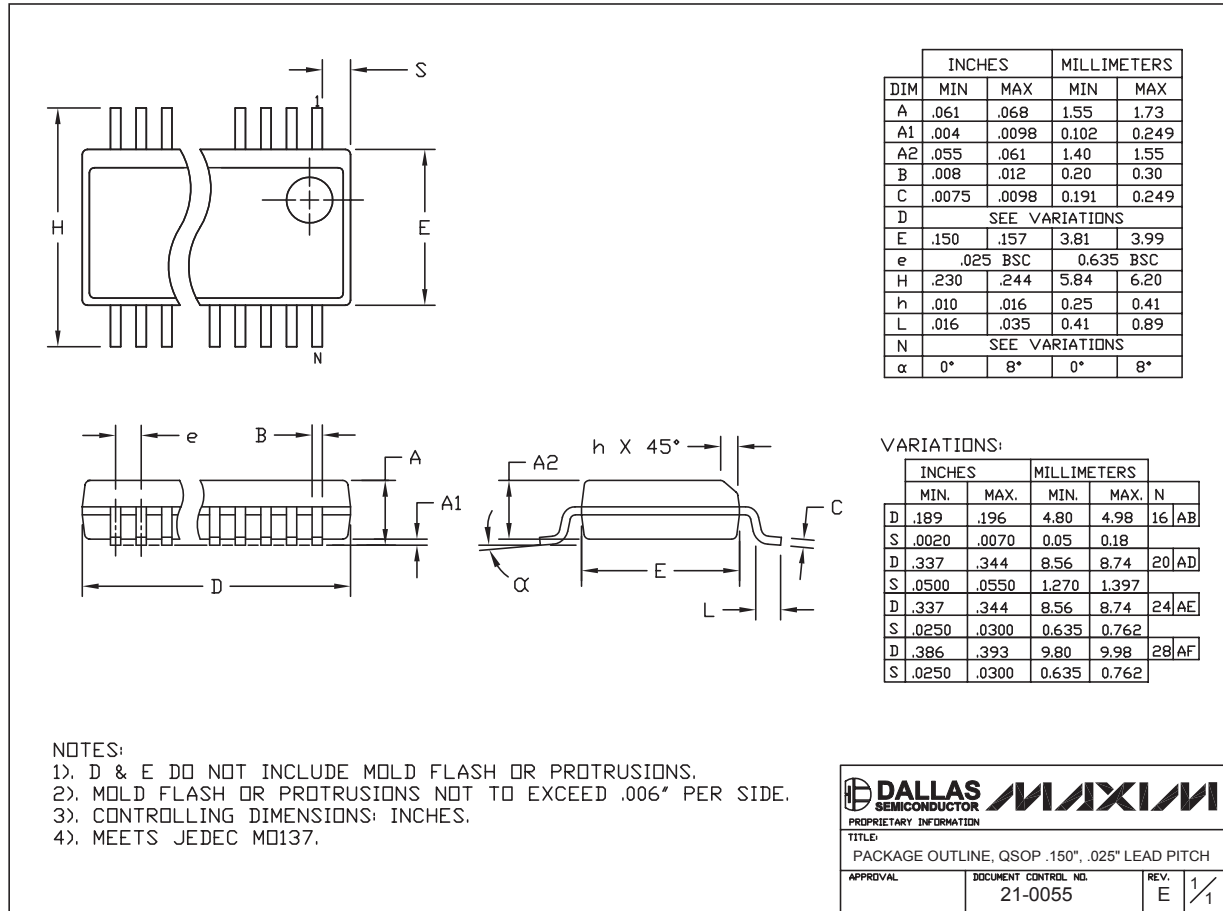
引脚配置 (续)



10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

封装信息

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外型信息，请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages.)



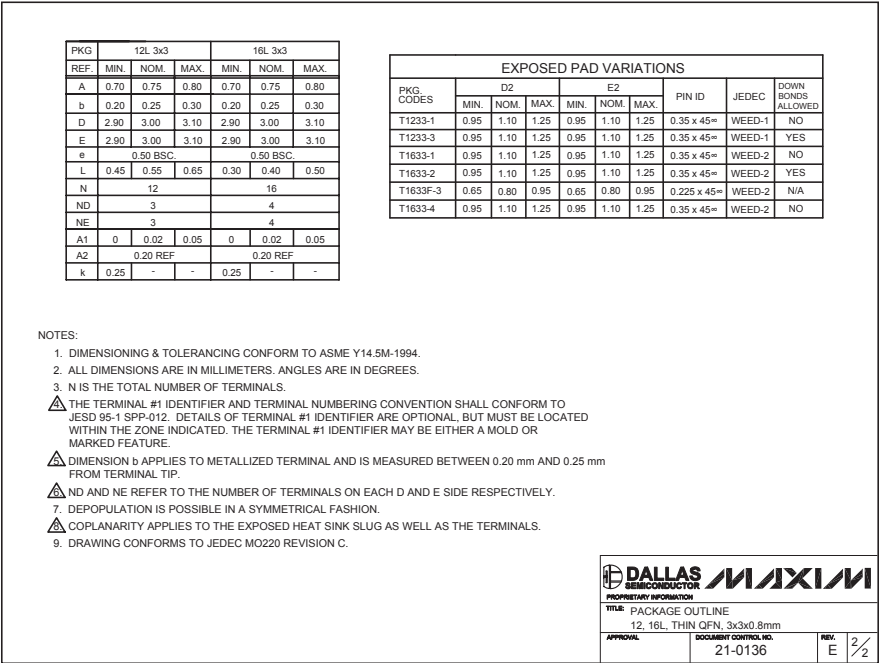
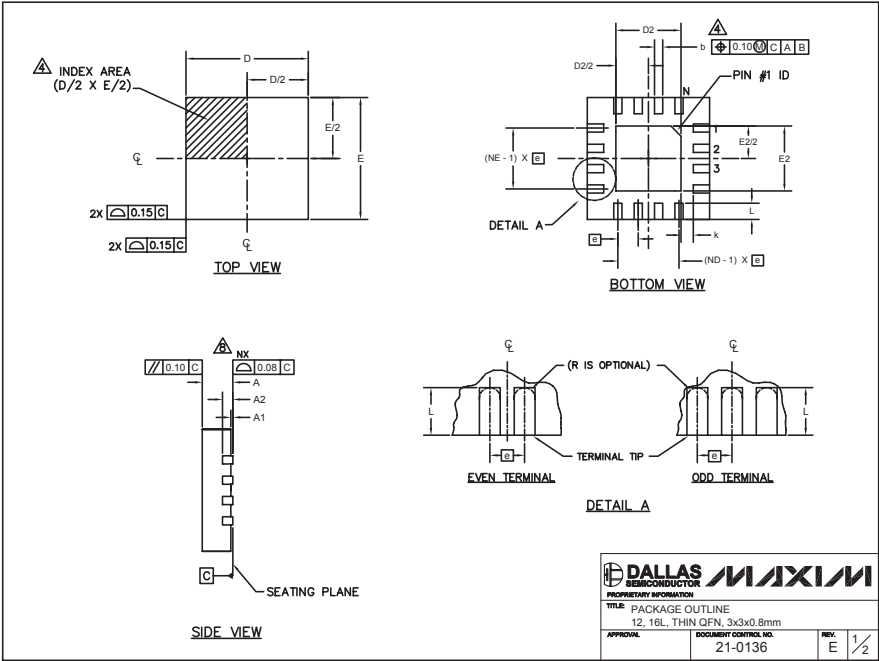
QSOP-EP5

MAX7317

10端口、SPI接口I/O扩展器， 具有过压和热插入保护

封装信息 (续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外型信息，请查询 www.maxim-integrated.com.cn/packages.)



Maxim 不对 Maxim 产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim 保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

12 _____ **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600**