



6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

MAX16068

概述

MAX16068闪存可配置系统管理器能够同时监测和管理6路系统电压。MAX16068集成了模/数转换器(ADC)。包括过压门限、欠压门限、延迟时间设置在内的所有器件配置信息均存储在非易失闪存存储器内。出现故障时，故障标志和通道电压可自动存储到非易失闪存存储器，以便回读。

内部精度为1%的10位ADC用于测量每路输入，并将结果与过压门限、欠压门限进行比较。当被测电压超出设定的门限时产生故障报警信号。

MAX16068支持高达14V的电源电压，可直接采用多数系统中的12V中等总线电压供电。

MAX16068具有6个可编程通用输入/输出(GPIO)。通过闪存配置GPIO后，可以用作故障输出、看门狗输入或输出以及手动复位。

MAX16068的非易失故障存储器用于在系统关断时记录信息。故障记录器在内部闪存记录故障状态，为了防止意外擦除数据，还可设置锁存位保护存储的故障数据。

MAX16068采用SMBus™或JTAG串口进行配置。MAX16068采用28引脚、5mm x 5mm TQFN封装，工作在-40°C至+85°C扩展级温度范围。

特性

- ◆ 工作电压范围为2.8V至14V
- ◆ 精度为1%的10位ADC，用于监测6路电压输入
- ◆ 模拟EN监测输入
- ◆ 6路被测输入具有过压和欠压门限
- ◆ 非易失故障事件记录器
- ◆ 6个通用输入/输出可配置为：
 - 专用故障输出
 - 看门狗定时功能
 - 手动复位
 - SMBus报警
 - 故障传输输入/输出
- ◆ SMBus和JTAG接口
- ◆ 支持与MAX16065/MAX16066级联
- ◆ 通过闪存可配置延时和门限
- ◆ -40°C至+85°C扩展级工作温度范围

应用

网络设备
电信设备(基站、接入)
存储/RAID系统
服务器

典型工作电路在数据资料的最后给出。

订购信息/选型指南

PART	PIN-PACKAGE	VOLTAGE-DETECTOR INPUTS	GENERAL-PURPOSE INPUTS/OUTPUTS
MAX16068ETI+	28 TQFN-EP*	6	6

注：该器件规定工作在-40°C至+85°C扩展级温度范围。

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

SMBus是Intel Corp.的商标。



Maxim Integrated Products 1

本文是英文数据资料的译文，文中可能存在翻译上的不准确或错误。如需进一步确认，请在您的设计中参考英文资料。

有关价格、供货及订购信息，请联络Maxim亚洲销售中心：10800 852 1249 (北中国区)，10800 152 1249 (南中国区)，或访问Maxim的中文网站：china.maxim-ic.com。

6通道、闪存配置系统管理器, 提供非易失故障寄存器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

VCC to GND	-0.3V to +15V
MON_, SCL, SDA, A0 to GND	-0.3V to +6V
EN, TCK, TMS, TDI to GND	-0.3V to +4V
TDO to GND	-0.3V to (V _{DBP} + 0.3V)
RESET, GPIO_	
(configured as open-drain) to GND	-0.3V to +6V
RESET, GPIO_ (configured as push-pull)	
to GND	-0.3V to (V _{DBP} + 0.3V)
DBP, ABP to GND	-0.3V to minimum of
	(4V and (VCC + 0.3V))
Continuous Current (all pins)	 ±20mA

*As per JEDEC 51 Standard, Multilayer Board (PCB).

Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
28-Pin TQFN (derate 34.5mW/°C above +70°C)	 2759mW*
Thermal Resistance (Note 1)	
θ _{JA}	29°C/W
θ _{JC}	 2°C/W
Operating Temperature Range	 -40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Soldering Temperature (reflow)	+260°C

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to china.maxim-ic.com/thermal-tutorial.

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

(VCC = 2.8V to 14V, T_A = T_J = -40°C to +85°C, unless otherwise specified. Typical values are at V_{ABP} = V_{DBP} = VCC = 3.3V, T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage Range	VCC	RESET output asserted low	1.2			V
			2.8		14	
Undervoltage Lockout	VUVLO	Minimum voltage on VCC to ensure the device is flash configurable			2.7	V
Undervoltage Lockout Hysteresis	UVLOHYS			55		mV
Minimum Flash Operating Voltage	VFLASH	Minimum voltage on VCC to ensure flash erase and write operations	2.7			V
Supply Current	I _{CC1}	No load on any output		2.8	4	mA
	I _{CC2}	No load on any output, during flash writing cycle		7.7	14	
		VCC = V _{ABP} = V _{DBP} = 3.6V (Note 3)			5	
DBP Regulator Voltage	VDBP	VCC = 5V, C _{DBP} = 1μF, no load	2.8	3	3.2	V
ABP Regulator Voltage	VABP	VCC = 5V, C _{ABP} = 1μF, no load	2.85	3	3.15	V
Boot Time	t _{BOOT}	VCC > VUVLO		100	200	μs
Flash Writing Time		8-byte word		122		ms
Internal Timing Accuracy		(Note 4)	-10		+10	%
ADC						
Resolution				10		Bits
Gain Error	ADCGAIN	T _A = +25°C			0.35	%
		T _A = -40°C to +85°C			0.75	
Offset Error	ADCOFF				1.5	LSB

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

MAX16068

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(VCC = 2.8V to 14V, TA = TJ = -40°C to +85°C, unless otherwise specified. Typical values are at VABP = VDBP = VCC = 3.3V, TA = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Integral Nonlinearity	ADCINL				1	LSB
Differential Nonlinearity	ADCDNL				1	LSB
ADC Total Monitoring Cycle Time	tCYCLE	Monitoring all 6 inputs, no MON_ fault detected		24	30	μs
ADC MON_ Ranges	ADCRNG	MON_ range set to '00'		5.552		V
		MON_ range set to '01'		2.776		
		MON_ range set to '10'		1.388		
ADC LSB Step Size	ADCLSB	MON_ range set to '00'		5.42		mV
		MON_ range set to '01'		2.71		
		MON_ range set to '10'		1.35		
ADC Input Leakage Current					1	μA
ENABLE INPUT (EN)						
EN Input-Voltage Threshold	VTH_EN_R	EN voltage rising		1.24		V
	VTH_EN_F	EN voltage falling	1.195	1.215	1.235	
EN Input Current	IEN		-0.5		+0.5	μA
EN Input-Voltage Range			0		3.6	V
OUTPUTS (RESET, GPIO_)						
Output-Voltage Low	VOL	ISINK = 2mA			0.4	V
		ISINK = 10mA, GPIO_ only			0.7	
		VCC = 1.2V, ISINK = 100μA (RESET only)			0.3	
Maximum Output Sink Current		Total current into RESET, GPIO_, VCC = 3.3V		18		mA
Output-Voltage High (Push-Pull)	VOH	ISOURCE = 100μA	2.4			V
Output Leakage Current (Open-Drain)	IOUT_LKG				1	μA
INPUTS (A0, GPIO_)						
Input Logic-Low	VIL				0.8	V
Input Logic-High	VIH		20			V
WDI Pulse Width	tWDI		100			ns
MR Pulse Width	tMR		2			μs
SMBus INTERFACE						
Logic-Input Low Voltage	VIL	Input voltage falling			0.8	V
Logic-Input High Voltage	VIH	Input voltage rising	2.0			V
Input Leakage Current		VCC shorted to GND, VMON_ = 0 or 6V	-1		+1	μA
Output Sink Current	VOL	ISINK = 3mA			0.4	V
Input Capacitance	CIN			5		pF

6通道、闪存配置系统管理器, 提供非易失故障寄存器

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = 2.8V to 14V, T_A = T_J = -40°C to +85°C, unless otherwise specified. Typical values are at V_{ABP} = V_{DBP} = V_{CC} = 3.3V, T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SMBus TIMING						
Serial Clock Frequency	f _{SCL}				400	kHz
Bus Free Time Between STOP and START Condition	t _{BUF}		1.3			μs
START Condition Setup Time	t _{SU:STA}		0.6			μs
START Condition Hold Time	t _{HD:STA}		0.6			μs
STOP Condition Setup Time	t _{SU:STO}		0.6			μs
Clock Low Period	t _{LOW}		1.3			μs
Clock High Period	t _{HIGH}		0.6			μs
Data Setup Time	t _{SU:DAT}		100			ns
Output Fall Time	t _{OF}	10pF ≤ C _{BUS} ≤ 400pF			250	ns
Data Hold Time	t _{HD:DAT}	From 50% SCL falling to SDA change	Receive	0.15		μs
			Transmit	0.3	0.9	
Pulse Width of Spike Suppressed	t _{SP}			250		ns
SMBus Timeout	t _{TIMEOUT}	SMBCLK time low for reset	22		35	ms
JTAG INTERFACE						
TDI, TMS, TCK Logic-Low Input Voltage	V _{IL}	Input voltage falling			0.8	V
TDI, TMS, TCK Logic-High Input Voltage	V _{IH}	Input voltage rising	2.0			V
TDO Logic-Output Low Voltage	V _{OL_TDO}	I _{SINK} = 3mA			0.4	V
TDO Logic-Output High Voltage	V _{OH_TDO}	I _{SOURCE} = 200μA	2.4			V
TDI, TMS Pullup Resistors	R _{JPU}	Pullup to DBP	30	50	65	kΩ
I/O Capacitance	C _{I/O}			5		pF
TCK Clock Period	t ₁				1000	ns
TCK High/Low Time	t _{2, t3}		50	500		ns
TCK to TMS, TDI Setup Time	t ₄		15			ns
TCK to TMS, TDI Hold Time	t ₅		15			ns
TCK to TDO Delay	t ₆				500	ns
TCK to TDO High-Z Delay	t ₇				500	ns

Note 2: Specifications are guaranteed for the stated global conditions, unless otherwise noted. 100% production tested at T_A = +25°C and T_A = +85°C. Specifications at T_A = -40°C are guaranteed by design.

Note 3: For V_{CC} of 3.6V or lower, connect V_{CC}, DBP, and ABP together. For higher supply applications, connect only V_{CC} to the supply rail.

Note 4: Applies to RESET (except for a reset timeout period of 25μs), fault, autoretry, sequence delays, and watchdog timeout.

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

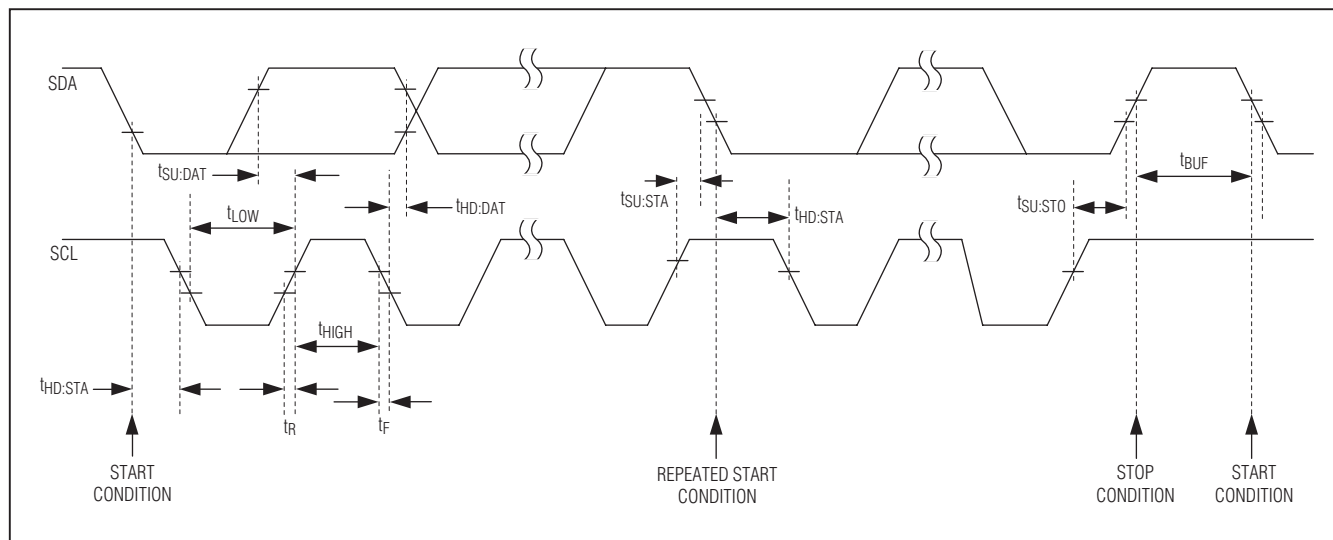


图1. SMBus时序图

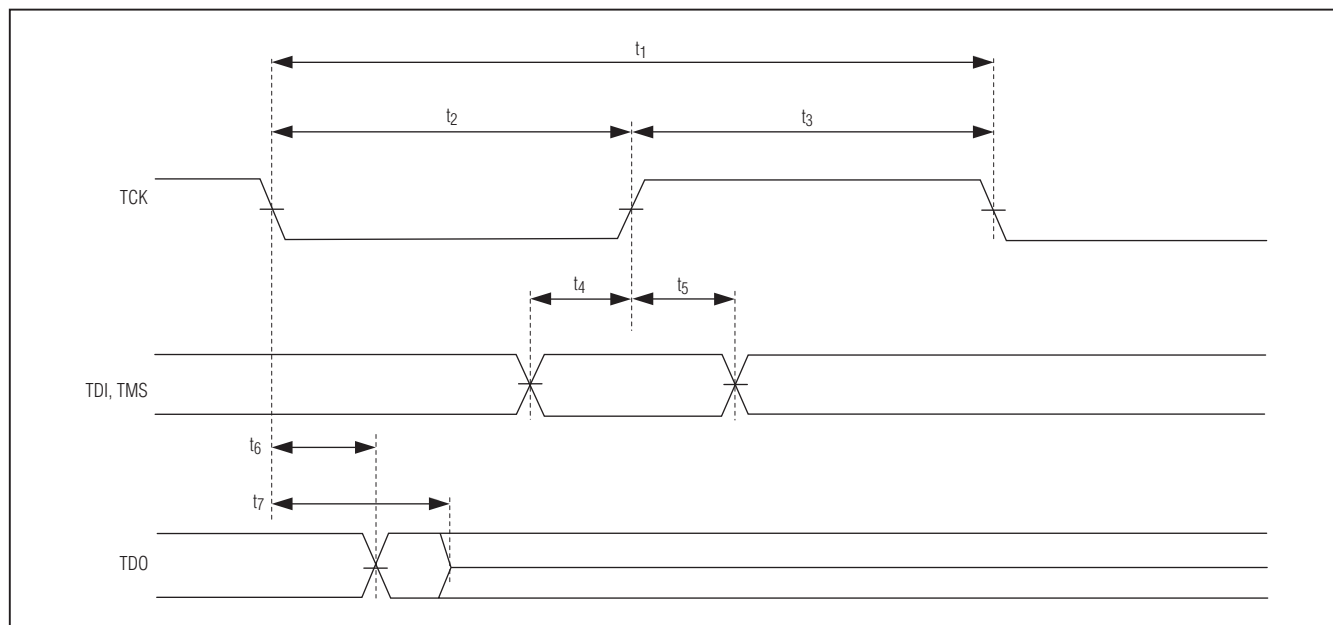
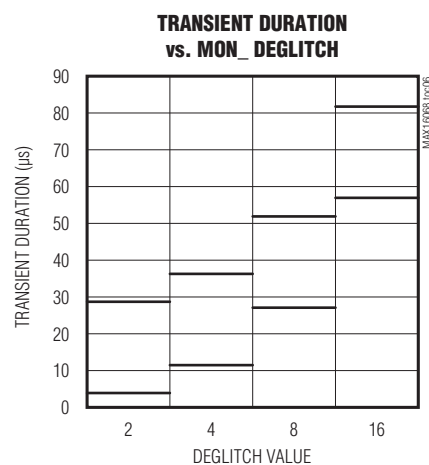
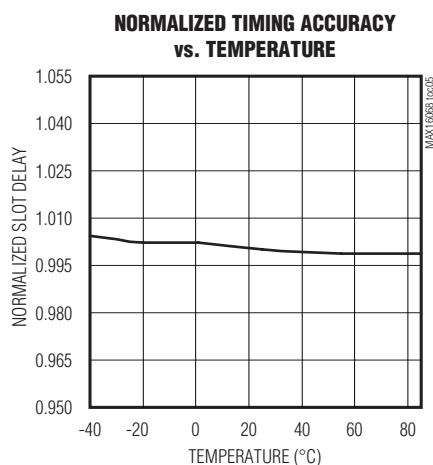
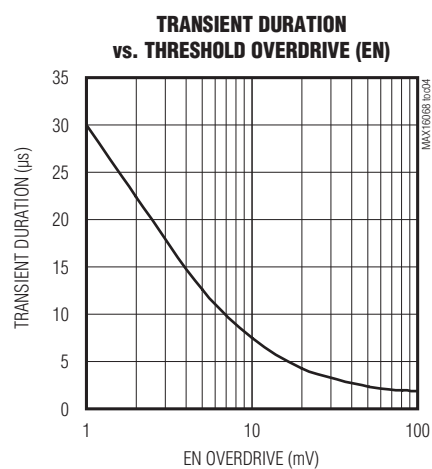
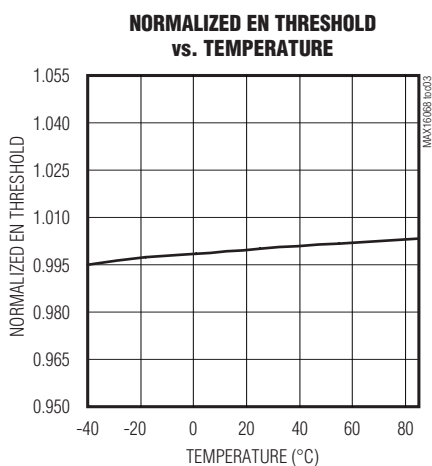
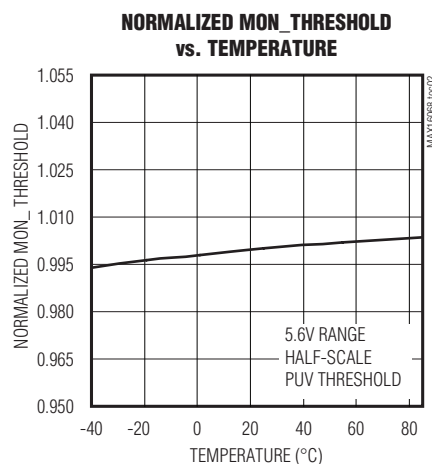
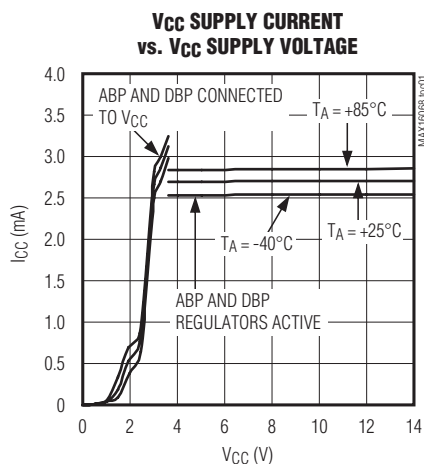


图2. JTAG时序图

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

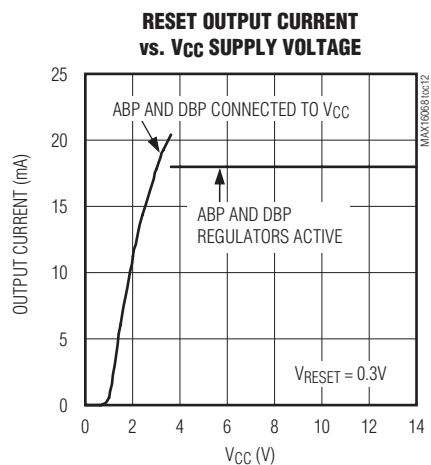
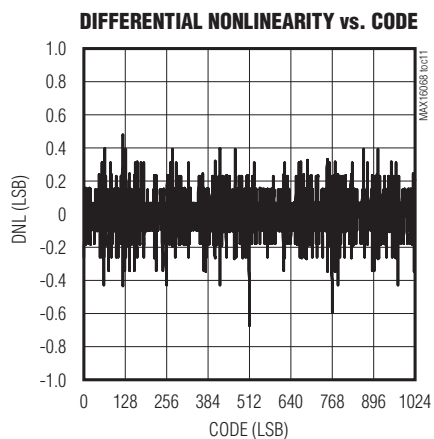
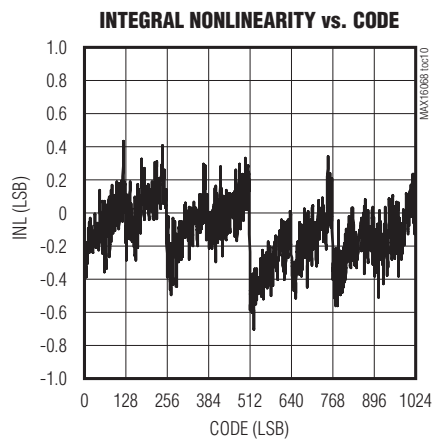
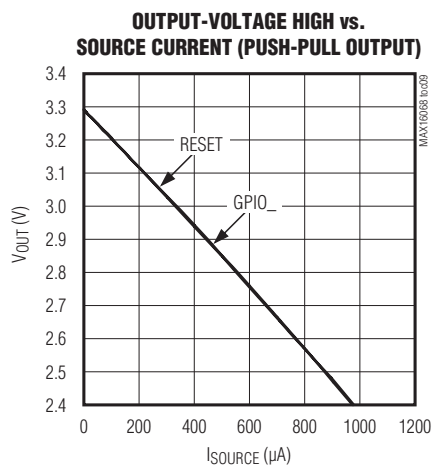
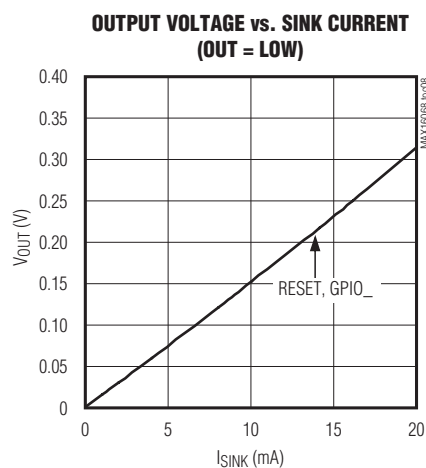
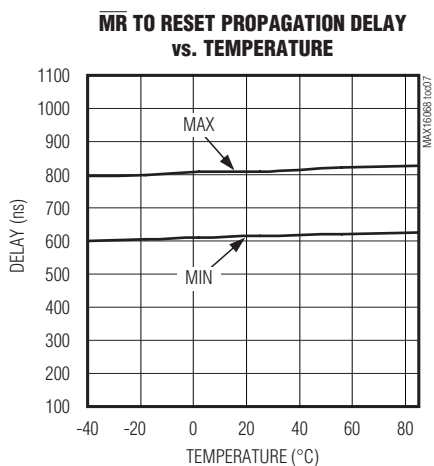
典型工作特性

(Typical values are at $V_{CC} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$.)

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

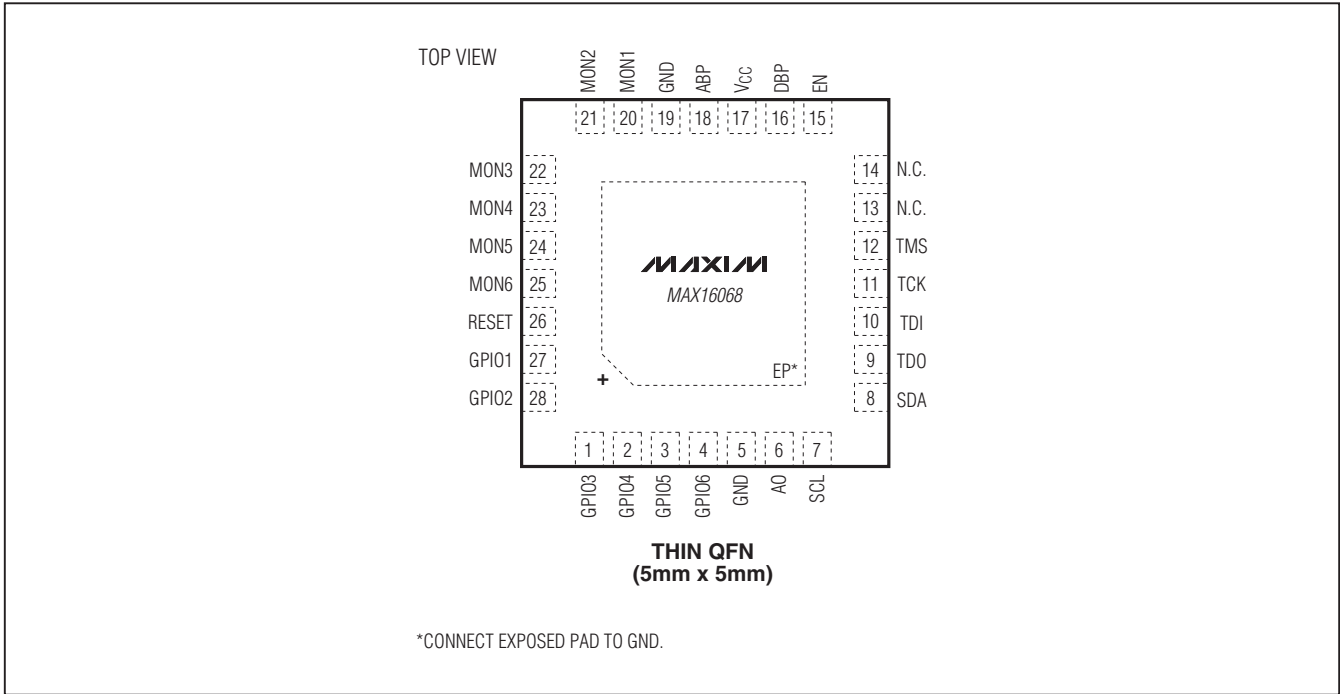
典型工作特性(续)

(Typical values are at $V_{CC} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$.)



6通道、闪存配置系统管理器，
提供非易失故障寄存器

引脚配置



引脚说明

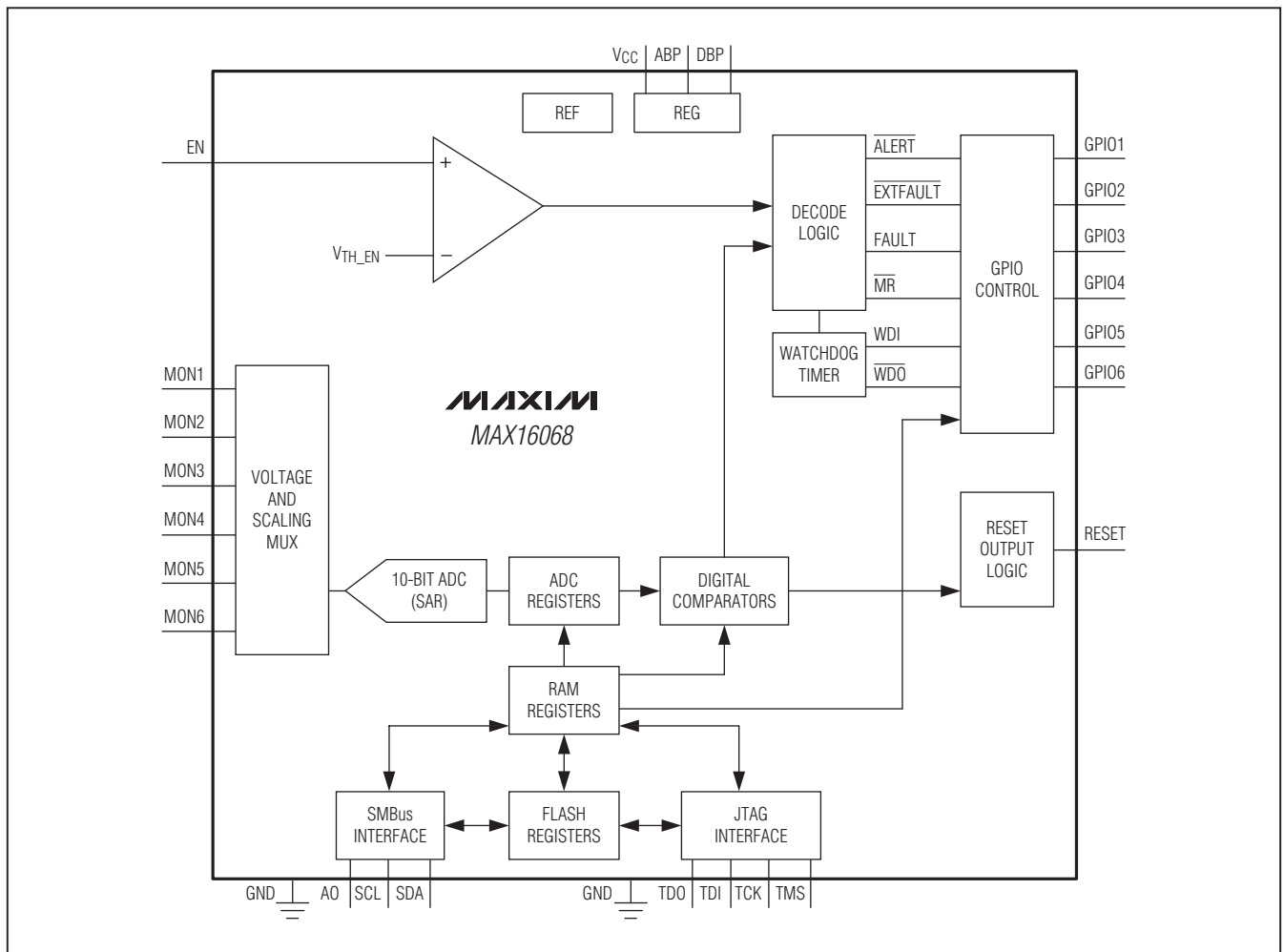
引脚	名称	功能
1–4, 27, 28	GPIO3– GPIO6, GPIO1, GPIO2	通用输入/输出。每个GPIO_可以配置为输入、推挽输出、漏极开路输出或特殊功能。
5, 19	GND	地。将所有GND连接在一起。
6	A0	四态SMBus地址，POR期间采样地址。
7	SCL	SMBus串行时钟输入。
8	SDA	SMBus串行数据漏极开路输入/输出。
9	TDO	JTAG测试数据输出。
10	TDI	JTAG测试数据输入。
11	TCK	JTAG测试时钟。
12	TMS	JTAG测试模式选择。
13, 14	N.C.	无连接，内部没有连接。
15	EN	模拟使能输入。V _{EN} 低于使能门限时，所有输出被禁止。

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

引脚说明(续)

引脚	名称	功能
16	DBP	数字电源旁路。所有推挽输出均以DBP为参考，采用一个1 μ F电容将DBP旁路至GND。
17	V _{CC}	电源输入。采用一个10 μ F陶瓷电容将V _{CC} 旁路至GND。
18	ABP	模拟电源旁路。采用一个1 μ F陶瓷电容将ABP旁路至GND。
20–25	MON1– MON6	监测电压输入。通过配置寄存器设置监测电压范围，测量值写入ADC寄存器，可以通过SMBus或JTAG接口回读。
26	RESET	可配置复位输出。
—	EP	裸焊盘，内部连接至GND。连接至地，但不要将EP作为主要的接地端。

功能框图



6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

详细说明

MAX16068可监测多达6路系统电源。启动后，如果EN是高电平，且软件使能位置‘1’，则开始监测。内部多路复用器循环监测每路MON_i输入。每次终止多路复用操作时，10位ADC将监测的模拟电压转换成数字信号，并将结果保存到寄存器内。每完成一次转换(5μs，最大值)，内部逻辑电路将转换结果与存储器中保存的过压和欠压门限进行比较。当转换结果超出设置门限时，可配置相应的转换产生故障报警。可以根据多种故障组合设置GPIO_i报警。此外，可以配置为发生故障时触发非易失故障记录器，记录器将所有故障信息自动写入闪存，并对数据进行写保护，以防止意外擦除数据。

MAX16068同时提供SMBus和JTAG串行接口，用于访问寄存器和闪存，任何时候只能使用一种接口。关于如何通过这些接口对内部存储器进行访问操作，请参考SMBus兼容串行接口和JTAG串行接口部分。存储器划分成3个页面，由特殊的SMBus和JTAG命令控制访问。

所有RAM寄存器在POR (上电复位)时均置为工厂默认值‘0’。当V_{CC}达到2.7V (最大值)欠压锁定(UVLO)门限时，启动POR。POR过程中，器件开始上电排序。上电排序时，屏蔽所有被监测输入可能触发的故障，将闪存中的内容复制到各自的寄存器。上电排序期间，不能通过串口访问MAX16068。上电排序持续时间为150μs，在此之后器件就绪，可进行正常操作。上电排序过程中，RESET置为低电平；上电排序完成后，则处于有效设置状态。如果所有被监测通道处于各自的

门限范围内，RESET将在设定的超时周期内持续保持低电平。上电排序期间，GPIO_i为高阻态。

电源

V_{CC}连接到2.8V至14V电源，为MAX16068供电，采用一个10μF电容将V_{CC}旁路至地。两个内部稳压器ABP和DBP为器件的模拟电路和数字电路供电。对于工作在3.6V或更低电压的情况，将ABP和DBP连接至V_{CC}，以禁止稳压器工作。

ABP为3.0V (典型值)稳压器，为内部模拟电路供电。采用一个1μF陶瓷电容将ABP旁路至GND，电容应尽可能靠近器件放置。

DBP为内部3.0V (典型值)稳压器，DBP为闪存和数字电路供电。所有推挽输出都以DBP为参考，当可编程输出配置为电荷泵输出时，DBP为内部电荷泵提供输入电压。采用一个1μF陶瓷电容将DBP输出旁路至GND，电容应尽可能靠近器件放置。

不要用ABP或DBP为外部电路供电。

使能输入(EN)

为使能监测功能，EN的电压必须大于1.24V (典型值)，并且r73h[0]中的软件使能位必须置为‘1’。将EN拉至低于1.215V (典型值)或将软件使能位置为‘0’，可禁止监测功能。软件使能位的配置请参见表1。不使用时，可将EN连接至ABP。

表1. 软件使能配置

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
73h	273h	[0]	Software Enable 1 = Sequencing enabled 0 = Power-down
		[1]	Reserved
		[2]	1 = Margin mode enabled
		[3]	Reserved
		[4]	Independent watchdog mode enable 1 = Watchdog timer is independent of EN input 0 = Watchdog timer boots after EN goes high and the boot-up delay completes

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

监测状态下，当EN跌落至欠压门限以下时，寄存器位ENRESET (r20h[2])将被置为‘1’。该寄存器位将闭锁，必须通过软件清零。该位指示RESET是否因为EN跌落到门限以下而被置低。ENRESET的POR状态为‘0’。该位仅在EN比较器输出的下降沿或通过软件使能位置位。如果工作在故障闭锁模式，触发EN或触发软件使能位即可清除锁定状态，一旦解除故障状态则重新启动器件。

将r73h[2]置‘1’，使能监测功能。器件处于裕量调节模式时，不记录故障信息。正常工作状态下，将r73h[2]置‘0’。

电压监测

MAX16068具有一个内部10位ADC，用于检测MON_电压输入。内部多路复用器循环监测已经使能的每路输入，完成一次监测循环的时间不超过24 μ s，每次采集时间大约为4 μ s。每当多路复用器停止时，10位ADC将模拟输入转换成数字结果，并将结果存储到寄存器内。ADC转换结果存储在寄存器r00h至r0Bh (参见表2)。可通过SMBus或JTAG串行接口读取ADC转换结果。

MAX16068提供6路输入MON1至MON6用于电压监测，可以通过寄存器r43h至r44h (见表3)设置每路输入电压的

范围。当MON_配置寄存器置为‘11’时，不监测MON_电压，多路复用器不会停止在这些输入，从而缩短了循环检测时间。这些输入不能用来触发故障状态。

每路监测电压的两个可编程门限为过压和欠压门限，请参考故障部分了解过压和欠压门限设置的详细信息。所有电压门限均为8位字节宽度。将10位ADC转换结果的8个MSB位与过压、欠压门限进行对比。

对于要监测的欠压、过压条件以及任何故障检测，MON_输入必须分配为监测模式。ADC不转换没有使能的输入，它们存储的是禁止通道之前的最后一次采集的数据。ADC转换结果寄存器在装载设置时复位至00h，执行重新装载命令时，这些寄存器不再复位。

如需在电压裕量调节时暂时禁止电压监测功能，则将r73h[2]置为‘1’，以使能裕量调节模式。器件处于裕量调节模式时，不记录故障信息(由外部拉低EXTFAULT触发的故障除外)，但是ADC继续运行并转换数据。将r73h[2]置为‘0’则返回正常工作模式。

表2. ADC转换结果(只读)

REGISTER ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
00h	[7:0]	MON1 result (MSB)
01h	[7:6]	MON1 result (LSB)
02h	[7:0]	MON2 result (MSB)
03h	[7:6]	MON2 result (LSB)
04h	[7:0]	MON3 result (MSB)
05h	[7:6]	MON3 result (LSB)
06h	[7:0]	MON4 result (MSB)
07h	[7:6]	MON4 result (LSB)
08h	[7:0]	MON5 result (MSB)
09h	[7:6]	MON5 result (LSB)
0Ah	[7:0]	MON6 result (MSB)
0Bh	[7:6]	MON6 result (LSB)

6通道、闪存配置系统管理器，
提供非易失故障寄存器

表3. ADC配置寄存器

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
43h	243h	[1:0]	MON1 Full-Scale Range 00 = 5.6V 01 = 2.8V 10 = 1.4V 11 = Channel not converted
		[3:2]	MON2 Full-Scale Range 00 = 5.6V 01 = 2.8V 10 = 1.4V 11 = Channel not converted
		[5:4]	MON3 Full-Scale Range 00 = 5.6V 01 = 2.8V 10 = 1.4V 11 = Channel not converted
		[7:6]	MON4 Full-Scale Range 00 = 5.6V 01 = 2.8V 10 = 1.4V 11 = Channel not converted
44h	244h	[1:0]	MON5 Full-Scale Range 00 = 5.6V 01 = 2.8V 10 = 1.4V 11 = Channel not converted
		[3:2]	MON6 Full-Scale Range 00 = 5.6V 01 = 2.8V 10 = 1.4V 11 = Channel not converted
		[7:4]	Not used

启动延时

一旦EN高于其门限值并且软件使能位置位，则进入启动延时阶段，然后开始电压监测。延迟时间由寄存器r77h配置，如表4所示，结果以8位数值表示，按下式进行计算：

$$t_{BOOT} = (5 \times 10^{-6}) \times 2^a \times (16 + b) + 480\mu s$$

其中，t_{BOOT}单位为秒，a为4个MSB的十进制数值，b为4个LSB的十进制数值。

表4. 启动延时

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
77h	277h	[7:0]	Boot-up delay

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

通用输入/输出

GPIO1至GPIO6为可编程通用输入/输出。GPIO1至GPIO6可配置为手动复位输入、看门狗定时器输入和输出、逻辑输入/输出、故障报警输出。将GPIO_设置为输出时，可以为漏极开路或推挽式输出，关于GPIO1至GPIO6配置的详细信息请参考表5和表6。

当GPIO1至GPIO6配置为通用输入/输出时，通过r1Eh读取GPIO_端口、通过r3Eh写入GPIO_。需要注意的是：r3Eh具有相应的闪存寄存器，可对通用输出的默认状态进行编程，关于GPIO_读、写操作的详细信息请参考表7。

表5. GPIO_配置寄存器

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
3Fh	23Fh	[1:0]	GPIO1 configuration
		[3:2]	GPIO2 configuration
		[5:4]	GPIO3 configuration
		[7:6]	GPIO4 configuration
40h	240h	[1:0]	GPIO5 configuration
		[3:2]	GPIO6 configuration
		[4]	ARAEN bit
		[7:5]	Not used

表6. GPIO_功能配置位

	GPIO1	GPIO2	GPIO3	GPIO4	GPIO5	GPIO6
00	Logic input	Logic input	Logic input	Logic input	Logic input	Logic input
01	Logic output (push-pull)	Logic output (push-pull)	Logic output (push-pull)	Logic output (push-pull)	Logic output (push-pull)	Logic output (push-pull)
10	Logic output (open drain)	Logic output (open drain)	Logic output (open drain)	Logic output (open drain)	Logic output (open drain)	Logic output (open drain)
11	$\overline{\text{ALERT}}$ (open drain)	FAULT (open drain)	$\overline{\text{MR}}$ input	WDI	WDO (open drain)	EXTFAULT (open drain)

表7. GPIO_状态寄存器

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
1Eh	—	[0]	GPIO1 input state
		[1]	GPIO2 input state
		[2]	GPIO3 input state
		[3]	GPIO4 input state
		[4]	GPIO5 input state
		[5]	GPIO6 input state
		[7:6]	Not used
3Eh	23Eh	[0]	GPIO1 output state
		[1]	GPIO2 output state
		[2]	GPIO3 output state
		[3]	GPIO4 output state
		[4]	GPIO5 output state
		[5]	GPIO6 output state
		[7:6]	Not used

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

ALERT

GPIO1可以配置为SMBus报警信号 $\overline{\text{ALERT}}$ ，发生任何故障时，均触发 $\overline{\text{ALERT}}$ 。SMBus主机发送ARA（报警响应地址）时，MAX16068以其从地址进行响应，并解除 $\overline{\text{ALERT}}$ 的触发状态。 $\overline{\text{ALERT}}$ 为漏极开路输出。

将r40h[4]中的ARAEN位置‘1’，禁止ARA功能。此时，器件不会响应SMBus总线上的ARA。

FAULT

GPIO2可以配置为专用故障输出FAULT，当所选择的输入发生过压或欠压故障时，触发FAULT。通过寄存器r36h和r37h设置FAULT的相关因素(参见表8)。当FAULT取决于多个MON_的状态时，如果多个MON_均超出设定的门限电压，则触发故障输出。FAULT与系统关键故障无关，关键故障的相关信息请参见关键故障部分。通过r37h[7]可设置FAULT的极性。

手动复位(MR)

GPIO3可配置为低电平有效手动复位输入 $\overline{\text{MR}}$ 。将 $\overline{\text{MR}}$ 驱动至低电平时，触发RESET。MR从低电平跳变到高电平后，RESET在所选择的复位超时周期内仍将保持复位状态。当

将 $\overline{\text{MR}}$ 作为按键开关使用时，需接一个上拉电阻。关于选择复位超时周期的详细信息请参考复位输出部分。

看门狗输入(WDI)和输出(WDO)

GPIO4和GPIO5可分别配置为看门狗定时器输入(WDI)和输出(WDO)。详细配置信息请参考表16。 $\overline{\text{WDO}}$ 为低电平有效漏极开路输出。关于看门狗定时器工作的详细信息请参考看门狗定时器部分。

外部故障(EXTFAULT)

GPIO6可配置为外部故障输入/输出 $\overline{\text{EXTFAULT}}$ 。当任一路被监测电压超出过压或欠压门限时，触发 $\overline{\text{EXTFAULT}}$ 。发生上电或断电排序故障时，也触发 $\overline{\text{EXTFAULT}}$ 。该信号可用于级联多片MAX16068。

对于MAX16068，如果除r72h[5]外寄存器位r6Dh[2]也置位，则 $\overline{\text{EXTFAULT}}$ 置低时会触发一次非易失故障记录操作。

表8. FAULT相关因素

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
36h	236h	[0]	FAULT depends on MON1 undervoltage threshold
		[1]	FAULT depends on MON2 undervoltage threshold
		[2]	FAULT depends on MON3 undervoltage threshold
		[3]	FAULT depends on MON4 undervoltage threshold
		[4]	FAULT depends on MON5 undervoltage threshold
		[5]	FAULT depends on MON6 undervoltage threshold
		[7:6]	Not used
37h	237h	[0]	FAULT depends on MON1 overvoltage threshold
		[1]	FAULT depends on MON2 overvoltage threshold
		[2]	FAULT depends on MON3 overvoltage threshold
		[3]	FAULT depends on MON4 overvoltage threshold
		[4]	FAULT depends on MON5 overvoltage threshold
		[5]	FAULT depends on MON6 overvoltage threshold
		[6]	Not used
		[7]	0 = FAULT is an active-low digital output 1 = FAULT is an active-high digital output

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

故障

MAX16068监测输入(MON_)通道，将测量结果与过压门限和欠压门限进行对比。基于这些状态，MAX16068能够触发各种故障输出，把通道状态、电压等信息保存到非易失闪存。一旦发生关键故障，事件记录器将按照配置保存故障通道状态或/和发生故障时的ADC转换结果。事件记录器在内部闪存记录一次故障，并置位锁存位以保护所储存的故障数据不会在后续上电过程中被意外擦除。

MAX16068能够监测过压和欠压故障，在每次ADC转换结束时检测故障条件。被监测输入的电压超过相应的过压门限时，发生过压故障；被监测输入的电压低于欠压门限时，发生欠压故障。在寄存器r49h至r59h中设置故障门限，如表9所示。不对禁用通道的故障状态进行监测，输入多路复用器将跳过这些输入。只有转换结果的高8位与所设置的故障门限进行比较。

表9. 故障门限寄存器

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
48h	248h	[7:0]	Not used
49h	249h	[7:0]	MON1 overvoltage threshold
4Ah	24Ah	[7:0]	MON1 undervoltage threshold
4Bh	24Bh	[7:0]	Not used
4Ch	24Ch	[7:0]	MON2 overvoltage threshold
4Dh	24Dh	[7:0]	MON2 undervoltage threshold
4Eh	24Eh	[7:0]	Not used
4Fh	24Fh	[7:0]	MON3 overvoltage threshold
50h	250h	[7:0]	MON3 undervoltage threshold
51h	251h	[7:0]	Not used
52h	252h	[7:0]	MON4 overvoltage threshold
53h	253h	[7:0]	MON4 undervoltage threshold
54h	254h	[7:0]	Not used
55h	255h	[7:0]	MON5 overvoltage threshold
56h	256h	[7:0]	MON5 undervoltage threshold
57h	257h	[7:0]	Not used
58h	258h	[7:0]	MON6 overvoltage threshold
59h	259h	[7:0]	MON6 undervoltage threshold

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

抗瞬态干扰

每次转换结束时将检测故障状态。如果在某次采样时，输入电压落在监测门限以外，输入多路复用器将停留在该通道，对其进行多次连续采样。经过一定次数的采样后，如果输入仍然超出了门限范围，则触发故障报警，采样次数由r74h[6:5]中的抗瞬态干扰设置决定(参见表10)。

故障标志

故障标志指示某一输入的故障状态，可以随时从寄存器r1Bh和r1Ch中读取器件任一被监测输入的故障标志，如表11所示。向标志寄存器的相应位写‘1’，可清除故障标志。与发送到故障输出的故障信号不同，这些位可以被关键故障使能位屏蔽掉(见表12)。只有关键故障使能寄存器的相应使能位也置位时，故障标志才能置位。

表10. 抗瞬态干扰配置

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
74h	274h	[6:5]	Voltage Comparator Deglitch Configuration 00 = 2 cycles 01 = 4 cycles 10 = 8 cycles 11 = 16 cycles

表11. 故障标志

REGISTER ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
1Bh	[0]	MON1 undervoltage threshold
	[1]	MON2 undervoltage threshold
	[2]	MON3 undervoltage threshold
	[3]	MON4 undervoltage threshold
	[4]	MON5 undervoltage threshold
	[5]	MON6 undervoltage threshold
	[7:6]	Reserved
1Ch	[0]	MON1 overvoltage threshold
	[1]	MON2 overvoltage threshold
	[2]	MON3 overvoltage threshold
	[3]	MON4 overvoltage threshold
	[4]	MON5 overvoltage threshold
	[5]	MON6 overvoltage threshold
	[6]	External fault (EXTFAULT)
	[7]	SMB alert

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

如果GPIO6配置为 $\overline{\text{EXTFAULT}}$ 输入/输出，且 $\overline{\text{EXTFAULT}}$ 通过外部电路拉低，则r1Ch[6]位置位。

MAX16068触发SMBus报警输出后，SMB报警($\overline{\text{ALERT}}$)位置位。清除时向该位写‘1’，详细信息请参考SMBALERT ($\overline{\text{ALERT}}$)部分。

关键故障

正常工作过程中，可通过设置对应的关键故障使能位将故障信息保存到闪存存储器。对于触发关键故障的故障状态，在寄存器r6Eh至r72h中设置相应的关键故障使能位(参见表12)。

表12. 关键故障配置

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
6Dh	26Dh	[1:0]	Fault Information to Log 00 = Save failed line flags and ADC values in flash 01 = Save only failed line flags in flash 10 = Save only ADC values in flash 11 = Do not save anything
		[2]	1 = Fault log triggered when $\overline{\text{EXTFAULT}}$ is pulled low externally
		[7:3]	Not used
6Eh	26Eh	[0]	1 = Fault log triggered when MON1 is below its undervoltage threshold
		[1]	1 = Fault log triggered when MON2 is below its undervoltage threshold
		[2]	1 = Fault log triggered when MON3 is below its undervoltage threshold
		[3]	1 = Fault log triggered when MON4 is below its undervoltage threshold
		[4]	1 = Fault log triggered when MON5 is below its undervoltage threshold
		[5]	1 = Fault log triggered when MON6 is below its undervoltage threshold
		[7:6]	Not used
6Fh	26Fh	[3:0]	Not used
		[4]	1 = Fault log triggered when MON1 is above its overvoltage threshold
		[5]	1 = Fault log triggered when MON2 is above its overvoltage threshold
		[6]	1 = Fault log triggered when MON3 is above its overvoltage threshold
		[7]	1 = Fault log triggered when MON4 is above its overvoltage threshold
70h	270h	[0]	1 = Fault log triggered when MON5 is above its overvoltage threshold
		[1]	1 = Fault log triggered when MON6 is above its overvoltage threshold
		[7:2]	Not used
71h	271h	[7:0]	Not used
72h	272h	[4:0]	Not used
		[5]	1 = $\overline{\text{EXTFAULT}}$ pulled low externally causes the device to stop monitoring until EN is toggled or the autoretry delay expires (see <i>Autoretry/Latch Mode</i> section) 0 = $\overline{\text{EXTFAULT}}$ pulled low externally does not cause the device to stop monitoring
		[7:6]	Not used

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

故障信息记录在闪存寄存器r200h至r208h中(参见表13)。故障信息记录完毕后，闪存被锁定，必须解除其锁定状态才能存储新的故障记录。向r8Ch[1]写'0'，解除配置闪存的锁定状态。可以配置故障信息，在寄存器中存储ADC转换结果和/或故障标志。在r6Dh[1:0]中选择关键故障配置，将r6Dh[1:0]置为'11'，关闭故障记录器。所有保存的ADC结果均为8位字宽(转换结果的MSB)。

自动重试/锁存模式

可以将MAX16068配置为两种故障管理方法之一：自动重试或故障锁存。将r74h[4:3]置为'00'，选择故障锁存模式。在触发EN或触发软件使能位之前，器件不会重新初始化监测过程。关于软件使能位设置的详细信息请参考使能输入(EN)部分。

表13. 非易失故障记录寄存器

FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
200h	[7:0]	Reserved
201h	[0]	Fault log triggered on MON1 falling below its undervoltage threshold
	[1]	Fault log triggered on MON2 falling below its undervoltage threshold
	[2]	Fault log triggered on MON3 falling below its undervoltage threshold
	[3]	Fault log triggered on MON4 falling below its undervoltage threshold
	[4]	Fault log triggered on MON5 falling below its undervoltage threshold
	[5]	Fault log triggered on MON6 falling below its undervoltage threshold
	[7:6]	Not used
202h	[0]	Fault log triggered on MON1 exceeding its overvoltage threshold
	[1]	Fault log triggered on MON2 exceeding its overvoltage threshold
	[2]	Fault log triggered on MON3 exceeding its overvoltage threshold
	[3]	Fault log triggered on MON4 exceeding its overvoltage threshold
	[4]	Fault log triggered on MON5 exceeding its overvoltage threshold
	[5]	Fault log triggered on MON6 exceeding its overvoltage threshold
	[6]	Fault log triggered on $\overline{\text{EXTFAULT}}$
	[7]	Not used
203h	[7:0]	MON1 ADC output (8 MSBs)
204h	[7:0]	MON2 ADC output (8 MSBs)
205h	[7:0]	MON3 ADC output (8 MSBs)
206h	[7:0]	MON4 ADC output (8 MSBs)
207h	[7:0]	MON5 ADC output (8 MSBs)
208h	[7:0]	MON6 ADC output (8 MSBs)

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

复位输出

复位输出RESET指示被监测输入的状态。启动期间触发RESET，一旦被监测输入电压处于欠压和过压门限之间，则在复位超时周期后解除复位状态。

正常监测状态下，可配置为当任意MON_输入组合超出可配置的欠压或过压门限组合时触发RESET。利用r3Ch[5:0]和r3Dh[5:0]选择MON_输入组合。需要注意的是：将MON_输入配置为关键故障时将始终导致RESET复位，与配置位状态无关。

利用r3Bh[3]将RESET配置为推挽或漏极开路输出；利用r3Bh[2]将其配置为高电平有效或低电平有效。通过将表15中的数值装载至r3Bh[7:4]选择复位超时。

向r3Bh[0]写‘1’，以产生单时隙RESET脉冲，脉冲宽度为所设置的复位超时周期，寄存器位r3Bh[0]可自动清除(参见表15)。可通过读取r20h[0]检查RESET的当前状态。

将r74h[4:3]置为‘00’以外的其它数值，将选择自动重试模式(参见表14)。这种配置下，器件在发生关键故障事件后将停止监测，经过启动延时以及额外的20ms后重启监测过程(参见启动延时部分)。利用r74h[2:0]选择自动重试延时，范围为20ms至2s，关于自动重试延时设置的详细信息请参考表14。

如果故障信息保存在闪存中(参见关键故障部分)并且选择了自动重试模式，自动重试延时需要设置为大于存储操作所需的时间。如果故障信息保存到闪存并且选择了故障锁存模式，则须在完成保存操作之后触发EN或复位软件使能位。如果只保存故障电源的信息，应保证在重新启动之前有至少102ms的延时。否则，需要保证最小153ms的超时周期，以确保完成ADC转换，数值被正确地存储到闪存内。

表14. 自动重试配置

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
74h	274h	[2:0]	Retry Delay 000 = 20ms 001 = 40ms 010 = 80ms 011 = 150ms 100 = 280ms 101 = 540ms 110 = 1s 111 = 2s
		[4:3]	Autoretry/Latch Mode 00 = Latch 01 = Retry 1 time 10 = Retry 3 times 11 = Always retry

6通道、闪存配置系统管理器, 提供非易失故障寄存器

表15. 复位输出配置

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
3Bh	23Bh	[0]	RESET Soft Trigger 0 = Normal RESET behavior 1 = Force RESET to assert
		[1]	Not used
		[2]	0 = Active low 1 = Active high
		[3]	0 = Open drain 1 = Push-pull
		[7:4]	Reset Timeout Period 0000 = 25μs 0001 = 1.5ms 0010 = 2.5ms 0011 = 4ms 0100 = 6ms 0101 = 10ms 0110 = 15ms 0111 = 25ms 1000 = 40ms 1001 = 60ms 1010 = 100ms 1011 = 150ms 1100 = 250ms 1101 = 400ms 1110 = 600ms 1111 = 1s
3Ch	23Ch	[0]	1 = RESET depends on MON1 undervoltage
		[1]	1 = RESET depends on MON2 undervoltage
		[2]	1 = RESET depends on MON3 undervoltage
		[3]	1 = RESET depends on MON4 undervoltage
		[4]	1 = RESET depends on MON5 undervoltage
		[5]	1 = RESET depends on MON6 undervoltage
		[7:6]	Not used
3Dh	23Dh	[0]	1 = RESET depends on MON1 overvoltage
		[1]	1 = RESET depends on MON2 overvoltage
		[2]	1 = RESET depends on MON3 overvoltage
		[3]	1 = RESET depends on MON4 overvoltage
		[4]	1 = RESET depends on MON5 overvoltage
		[5]	1 = RESET depends on MON6 overvoltage
		[7:6]	Not used

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

看门狗定时器

看门狗定时器可以与MAX16068一起工作，也可以独立工作。二者配合工作时，在解除RESET复位之前，看门狗不会有效工作。独立工作时，看门狗定时器在 V_{CC} 超过UVLO门限、启动过程完成后将立即开启。r73h[4]置‘0’，将看门狗配置为从属模式(二者配合工作)；r73h[4]置‘1’，将看门狗配置为独立模式。关于看门狗定时器从属模式、独立模式配置的详细信息请参考表16。看门狗定时器可以通过触发WDI输入(GPIO4)或向r75h[5]写‘1’进行复位。

看门狗定时器的从属工作模式

看门狗定时器可以在两种模式下监测 μP 的工作。灵活的超时控制架构提供可调节看门狗启动延时，最大延时可达300s，保证复杂系统完成足够长的启动程序。可调节看门狗超时周期能够在处理器工作失效时快速发出报警指示。每当发生复位(V_{CC} 降到UVLO以下后又返回到UVLO以上、软件重新启动、手动复位(MR)、拉低EN输入后又将其置高或

发生看门狗复位)后，在响应看门狗更新程序之前，看门狗启动延时为系统上电提供额外的时间，以完全初始化 μP 和系统元件。将r76h[6:4]置为除‘000’之外的任意值，使能看门狗启动延时；将r76h[6:4]置为‘000’，禁止看门狗启动延时。

标称看门狗超时周期 t_{WDI} 开始于长启动看门狗周期($t_{WDI_STARTUP}$)结束之前的第一次WDI跳变之后(图3和图4)。正常工作模式下，在标称超时周期 t_{WDI} 之内，如果 μP 没有以有效的跳变(高电平至低电平或低电平至高电平)触发WDI，将触发 $\overline{WDO}$ 输出，在触发WDI或RESET复位之前， $\overline{WDO}$ 将保持触发状态(图4)。

EN为低电平时，看门狗定时器处于复位状态。监测开始以及解除RESET复位状态之前，看门狗定时器不会开始计数。一旦触发RESET，看门狗定时器将被复位，解除 $\overline{WDO}$ 的触发状态(图5)。触发RESET复位时，看门狗定时器将保持在复位状态。

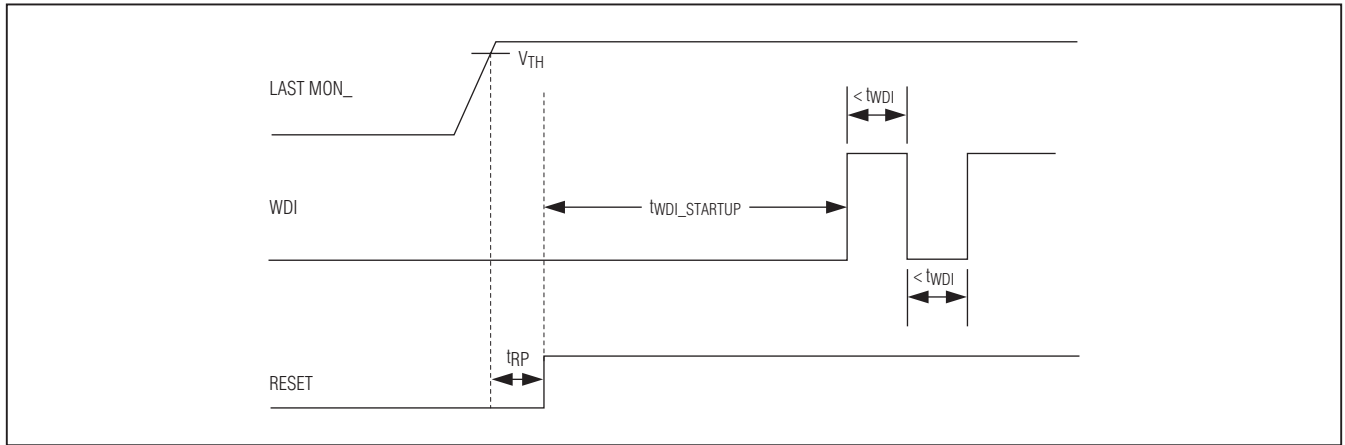


图3. 标准的看门狗启动时序

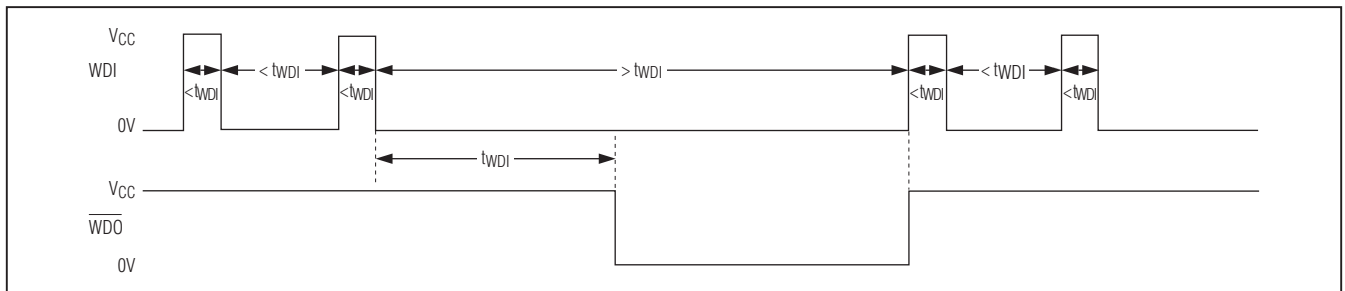


图4. 看门狗定时器工作原理

6通道、闪存配置系统管理器，
提供非易失故障寄存器

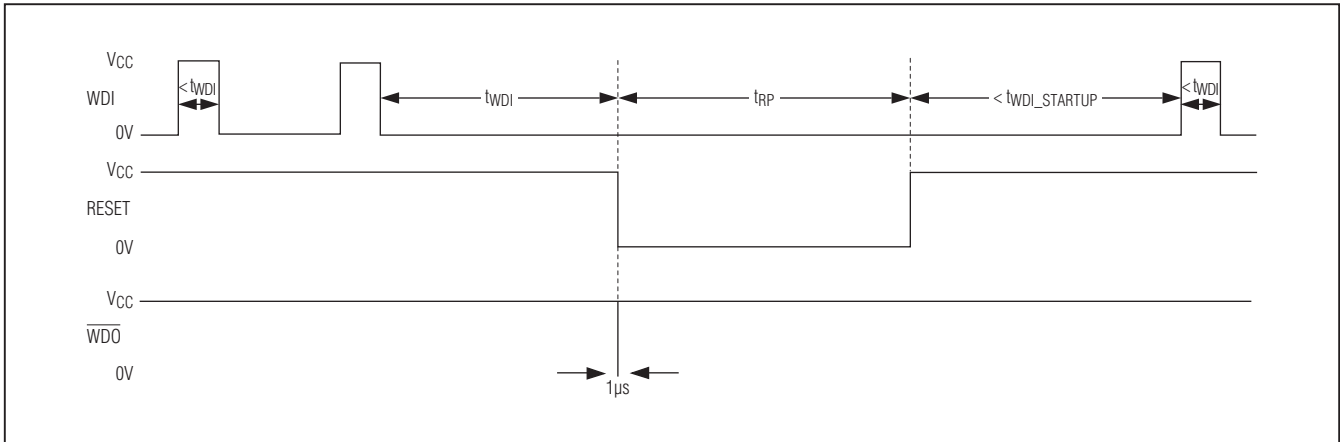


图5. 看门狗启动过程，看门狗复位输出使能位置为‘1’

表16. 看门狗配置

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
73h	273h	[4]	1 = Independent mode 0 = Dependent mode
76h	276h	[7]	1 = Watchdog reset output enabled 0 = Watchdog reset output disabled
		[6:4]	Watchdog Startup Delay 000 = No initial timeout 001 = 30s 010 = 40s 011 = 80s 100 = 120s 101 = 160s 110 = 220s 111 = 300s
		[3:0]	Watchdog Timeout 0000 = Watchdog disabled 0001 = 1ms 0010 = 2ms 0011 = 4ms 0100 = 8ms 0101 = 14ms 0110 = 27ms 0111 = 50ms 1000 = 100ms 1001 = 200ms 1010 = 400ms 1011 = 750ms 1100 = 1.4s 1101 = 2.7s 1110 = 5s 1111 = 10s

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

看门狗可以经过配置控制RESET输出以及 $\overline{\text{WDO}}$ 输出。看门狗定时器超时后，如果看门狗复位输出使能位(r76h[7])置‘1’，RESET在复位超时周期 t_{RP} 内保持复位。当触发RESET复位时，清除看门狗定时器且解除 $\overline{\text{WDO}}$ 的触发状态；因此，看门狗定时器超时后， $\overline{\text{WDO}}$ 在短时间内(大约1 μs)被拉低。当看门狗复位输出使能位(r76h[7])置‘0’时，RESET不受看门狗定时器的影响。如果触发RESET复位是由看门狗超时引起的，WDRESET位置‘1’。所连接的处理器的能够检测该位，以便确认看门狗超时触发的复位。

关于看门狗功能配置的详细信息请参考表16。

看门狗定时器的独立工作模式

r73h[4]为‘1’时，看门狗定时器工作在独立模式。独立模式下，看门狗定时器如同一个独立的芯片进行工作。 V_{CC} 高于UVLO后，一旦完成启动过程，将立即开启看门狗定时器。如果触发RESET复位是由拉低EN引起的，则看门狗定时器和 $\overline{\text{WDO}}$ 不受影响。

如果r76h[6:4]置为非‘000’的任意值，将会有启动延时；如果r76h[6:4]置为‘000’，则不会有启动延时，延迟时间请参见表16。

独立工作模式下，如果看门狗复位输出使能位(r76h[7])置‘1’，看门狗定时器超时后，将触发 $\overline{\text{WDO}}$ 报警并触发RESET

复位。随后，将解除 $\overline{\text{WDO}}$ 的触发状态。 $\overline{\text{WDO}}$ 保持低电平的时间为大约1 μs 。如果看门狗复位输出使能位(r76h[7])置‘0’，看门狗定时器超时后，将触发 $\overline{\text{WDO}}$ 报警，但不影响RESET输出。

用户定义的寄存器

寄存器r8Ah为用户定义的配置或固件版本号提供存储空间。需要注意的是：该寄存器控制JTAG USERCODE寄存器位7至0的内容。用户定义寄存器保存在闪存r28Ah中。

存储器锁存位

寄存器r8Ch包含锁存位，用于配置寄存器、配置闪存、用户闪存以及故障寄存器的锁存，详细信息请参考表17。

SMBus兼容串行接口

MAX16068具有兼容于SMBus的2线串行接口，包括一条串行数据线(SDA)和一条串行时钟线(SCL)。SDA和SCL实现MAX16068与主机器件的双向通信，时钟速率高达400kHz。图1所示为2线接口时序图。MAX16068是发送/接收从机器件，由主机器件产生时钟信号。主机器件(一般是微控制器)在总线上启动每次数据传输，产生用于数据传输的SCL。

表17. 存储器锁存位

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
8Ch	28Ch	[0]	Configuration Register Lock 1 = Locked 0 = Unlocked
		[1]	Flash Fault Register Lock 1 = Locked 0 = Unlocked
		[2]	Flash Configuration Lock 1 = Locked 0 = Unlocked
		[3]	User Flash Lock 1 = Locked 0 = Unlocked
		[7.4]	Not used

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

主机器件通过发送正确的地址以及随后的命令和/或数据字，与MAX16068进行通信。从机地址输入A0能够设置四种不同的状态，允许多个同样器件共用同一串行总线。从机地址部分详细说明了从机地址。每一次传输由START (S)或REPEATED START (Sr)条件以及STOP (P)条件打包成帧。通过总线传输的每一个字均为8位，其后为应答脉冲。SCL为逻辑输入，而SDA为漏极开路输入/输出。SCL和SDA都需要外部上拉电阻才能产生逻辑高电平，4.7k Ω 电阻适用于大多数应用。

位传输

每个时钟脉冲发送一个数据位，在SCL为高电平时SDA的数据必须保持稳定(图6)；否则，MAX16068将其作为来自主机的START或STOP条件(图7)。总线不忙时，SDA和SCL为空闲高电平状态。

START和STOP条件

SCL为高电平时，主机器件将SDA从高电平跳变到低电平，发出START条件，开启一次信号传输。SCL为高电

时，主机器件将SDA从低电平跳变到高电平，发出STOP条件。STOP条件将释放总线，以便进行下次传输。如果产生REPEATED START条件，例如在读数据块协议中，总线将保持工作状态(见图1，SMBus时序图)。

提前STOP条件

传输期间，MAX16068在任何时候都能识别STOP状态，除非在同一高电平脉冲内发生STOP条件和START条件。这一状态为非法SMBus格式，START和STOP条件必须至少分开一个时钟脉冲。

REPEATED START条件

可以发送REPEATED START，而不是STOP条件来保持读操作期间对总线的控制。START和REPEATED START条件的作用相同。

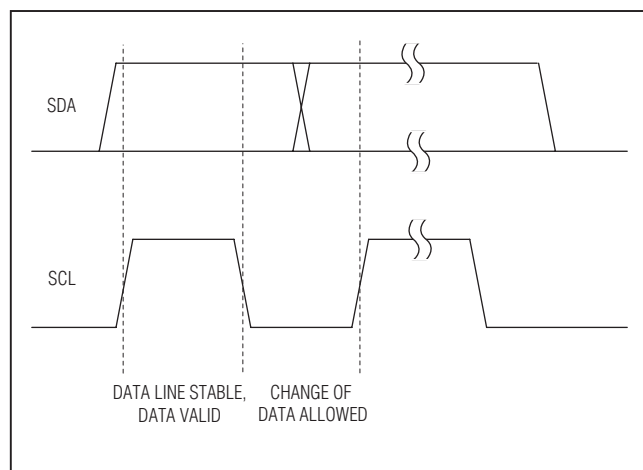


图6. 位传输

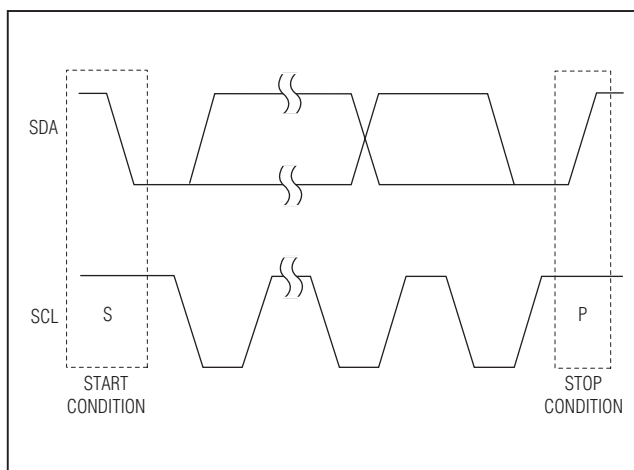


图7. START和STOP条件

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

应答

应答位(ACK)是第9位，附加在8位数据字之后，接收器件始终产生一个ACK。当接收到地址或数据时，MAX16068在第9个时钟周期将SDA拉低，产生一个ACK (图8)。发送数据时，例如，主机器件从MAX16068读数据时，器件等待主机器件产生ACK。监测ACK可以探测到不成功的数据传输。如果接收器件忙或系统出现了故障，数据传输失败。出现不成功的数据传输时，总线主机应稍后重新尝试通信。在软件重新启动期间，写入闪存或接收到非法的存储器地址时，MAX16068在接收到的命令字节之后产生一个NACK。

从机地址

利用从机地址输入A0，可以允许多个相同器件挂接在同一串行总线。将A0接GND、DBP (或大于2V的外部供电电压)、SCL或SDA，设置器件的总线地址，请参考表18所示的7位地址列表。

还可通过向寄存器r8Bh[6:0]装载地址，将从机地址设置为定制值，参见表19。如果r8Bh[6:0]装载值为00h，通过输入A0设置地址。不要将地址设置为09h或7Fh，以避免地址冲突。写入寄存器后从机地址设置立即生效。

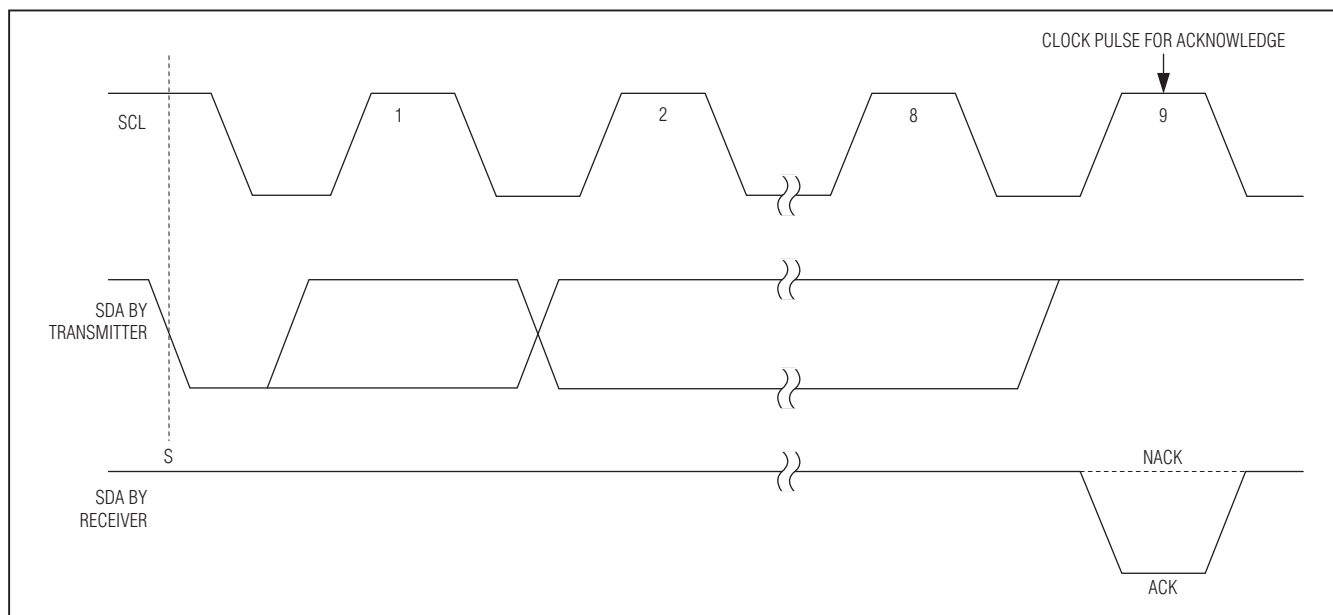


图8. 应答

表18. 设置SMBus从机地址

SLAVE ADDRESSES	
A0	SLAVE ADDRESS
0	1010 100R
1	1010 101R
SCL	1010 110R
SDA	1010 111R

R = 读/写选择位。

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

数据包错误校验(PEC)

MAX16068具有数据包错误校验(PEC)模式，该模式可监测误码，对于提高总线通信的可靠性非常有帮助。通过使能PEC，在每个读和/或写操作过程中会在数据串添加一个额外的CRC-8误码校验字节。将r8Bh[7]置‘1’，使能PEC。

CRC-8字节通过下列多项式进行计算：

$$C = X^8 + X^2 + X + 1$$

PEC计算包括所有传输字节，其中包括地址、命令和数据。PEC计算不包括ACK、NACK、START、STOP或REPEATED START。

命令代码

MAX16068可以使用8个命令代码执行数据块的读、写及其它指令，请参考表20列出的命令代码。

软件重新初始化时，按照发送字节格式发送A7h。软件重启过程与硬件上电复位的过程相同。启动过程中，230h到28Ch范围的闪存配置数据被复制到默认页面的r30h至r8Ch寄存器。

发送命令代码A8h触发一次故障存储，将故障数据存储到闪存。配置关键故障记录控制寄存器(r6Dh)可以存储ADC转换结果和/或故障标志。

在闪存页面中，发送命令代码A9h可以访问闪存页面(地址从230h至28Dh)。一旦发出命令代码A9h，所有地址都将被识别为闪存地址。发送命令代码AAh将返回至默认页面(地址从000h至08Dh)。发送命令代码ABh，访问用户闪存页面(地址从300h至3FFh)，发送命令代码ACh，返回闪存页面。

写闪存限制

写闪存时必须一次写入8个字节。初始地址必须与8字节边界对齐，初始地址的3个LSB必须为‘000’。利用单个写数据块命令或采用8个连续写字节命令写入8个字节。每写入8个数据字节需要122ms，完成数据块设置后，检查r20h[1] (参见表25)以确保在写入下一个数据块之前完成本次写操作。

表19. SMBus设置寄存器

REGISTER ADDRESS	FLASH ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
8Bh	28Bh	[6:0]	SMBus Slave Address Register. Set to 00h to use A0 pin address setting.
		[7]	1 = Enable PEC (Packet Error Check).

表20. 命令代码

COMMAND CODE	ACTION
A5h	Block write
A6h	Block read
A7h	Reboot flash in register file
A8h	Trigger emergency save to flash
A9h	Flash page access ON
AAh	Flash page access OFF
ABh	User flash access ON (must be in flash page already)
ACh	User flash access OFF (return to flash page)

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

发送字节

主机器件按照发送字节协议可以向从机器件发送一个字节的的数据(见图9)。发送字节预设寄存器指针地址，进行连续的读写操作。如果主机发送无效的存储器地址或命令代码，从机将发出一个NACK (而不是ACK)。如果主机发送A5h或A6h，数据为ACK，这是因为它可能是写数据块或读数据块的开始。如果在从机发出ACK之前，主机发送一个STOP条件，内部地址指针将不会改变。如果主机发送A7h，表示软件重新启动。发送字节过程如下：

- 1) 主机发送一个START条件。
- 2) 主机发送7位从机地址和1位写控制(低电平)。
- 3) 被寻址的从机在SDA上产生ACK。
- 4) 主机发送一个8位存储器地址或命令代码。
- 5) 被寻址的从机在SDA上产生ACK (或NACK)。
- 6) 主机发送一个STOP条件。

接收字节

主机器件按照接收字节协议可以读取MAX16068寄存器的内容(见图9)。闪存或寄存器地址必须通过发送字节或写字协议进行预设。每完成一次读操作，内部指针递增1。重复接收字节协议，读取下一地址的内容。接收字节过程如下：

- 1) 主机发送一个START条件。
- 2) 主机发送7位从机地址和1位读控制(高电平)。
- 3) 被寻址的从机在SDA上产生ACK。
- 4) 从机发送8个数据位。
- 5) 主机在SDA上产生NACK。
- 6) 主机产生一个STOP条件。

写字节

主机器件按照写字节协议(见图9)可以在默认页面、扩展页面或闪存页面写入一个字节，这取决于当前所选择的页面。写字节过程如下：

- 1) 主机发送一个START条件。
- 2) 主机发送7位从机地址和1位写控制(低电平)。
- 3) 被寻址的从机在SDA上产生一个ACK。

- 4) 主机发送8位存储器地址。
- 5) 被寻址的从机在SDA上产生ACK。
- 6) 主机发送8位数据字节。
- 7) 被寻址的从机在SDA上产生ACK。
- 8) 主机发送一个STOP条件。

写入一个字节时，只发送8位存储器地址和8位数据字节。如果存储器地址有效，数据字节被写入所寻址的地址。如果存储器地址无效，从机将在第5步产生NACK。

PEC使能时，写字节协议变为：

- 1) 主机发送一个START条件。
- 2) 主机发送7位从机ID和1位写控制(低电平)。
- 3) 被寻址的从机在数据线上产生一个ACK。
- 4) 主机发送8位存储器地址。
- 5) 被寻址的从机在数据线上产生ACK。
- 6) 主机发送8位数据字节。
- 7) 从机在数据线上产生ACK。
- 8) 主机发送一个8位PEC字节。
- 9) 从机在数据线上产生一个ACK (如果PEC正确，否则发送NACK)。
- 10) 主机产生一个STOP条件。

读字节

主机器件按照读字节协议(见图9)可以在默认页面、扩展页面或者闪存页面中读取一个字节，这取决于当前所选择的页面。读字节过程如下：

- 1) 主机发送一个START条件。
- 2) 主机发送7位从机地址和1位写控制(低电平)。
- 3) 被寻址的从机在SDA上产生一个ACK。
- 4) 主机发送8位存储器地址。
- 5) 被寻址的从机在SDA上产生一个ACK。
- 6) 主机发送一个REPEATED START条件。
- 7) 主机发送7位从机地址和1位读控制(高电平)。
- 8) 被寻址的从机在SDA上产生一个ACK。

6通道、闪存配置系统管理器, 提供非易失故障寄存器

- 9) 从机发送8位数据字节。
- 10) 主机在SDA上产生NACK。
- 11) 主机发送一个STOP条件。

如果存储器地址无效, 从机在第5步发送一个NACK, 不修改地址指针。

PEC使能时, 读字节协议变为:

- 1) 主机发送一个START条件。
- 2) 主机发送7位从机ID和1位写控制(低电平)。
- 3) 被寻址的从机在数据线上产生一个ACK。
- 4) 主机发送8位存储器地址。
- 5) 被寻址的从机在数据线上产生一个ACK。
- 6) 主机发送一个REPEATED START条件。
- 7) 主机发送7位从机ID和1位读控制(高电平)。
- 8) 被寻址的从机在数据线上产生一个ACK。
- 9) 从机发送8位数据字节。
- 10) 主机在数据线上产生ACK。
- 11) 从机发送一个8位PEC字节。
- 12) 主机在数据线上产生一个NACK。
- 13) 主机发送一个STOP条件。

写数据块

主机器件按照数据块写协议(见图9)可以向存储器写入一个数据块(1字节至16字节)。应通过之前的发送字节命令预先装载目的地址, 否则, 数据块写命令将从当前地址指针开始进行写操作。写入最后一个字节后, 地址指针仍然预设到下一有效地址。如果要写入的字节数使地址指针超出配置寄存器或配置闪存的8Fh或是超出用户闪存的FFh, 地址指针将停留在8Fh或FFh, 剩余的数据字节将覆盖这一存储器地址。如果命令代码无效, 或者如果器件忙, 从机在第5步产生一个NACK, 地址指针将不会发生变化。

写数据块过程如下:

- 1) 主机发送一个START条件。
- 2) 主机发送7位从机地址和1位写控制(低电平)。
- 3) 被寻址的从机在SDA上产生一个ACK。

- 4) 主机发送数据块写操作的8位命令代码(A5h)。
- 5) 被寻址的从机在SDA上产生一个ACK。
- 6) 主机发送8位字节计数值(1字节至16字节), n 。
- 7) 被寻址的从机在SDA上产生一个ACK。
- 8) 主机发送8位数据。
- 9) 被寻址的从机在SDA上产生一个ACK。
- 10) 重复第8步和第9步 $n - 1$ 次。
- 11) 主机发送一个STOP条件。

PEC使能时, 数据块写协议变为:

- 1) 主机发送一个START条件。
- 2) 主机发送7位从机ID和1位写控制(低电平)。
- 3) 被寻址的从机在数据线上产生一个ACK。
- 4) 主机发送数据块写操作的8位命令代码。
- 5) 从机在数据线上产生一个ACK。
- 6) 主机发送8位字节计数值(最少1个字节, 最多16个字节), n 。
- 7) 从机在数据线上产生一个ACK。
- 8) 主机发送8位数据。
- 9) 从机在数据线上产生一个ACK。
- 10) 重复第8步和第9步 $n - 1$ 次。
- 11) 主机发送一个8位PEC字节。
- 12) 从机在数据线上产生一个ACK (如果PEC正确, 否则发送NACK)。
- 13) 主机发送一个STOP条件。

读数据块

主机器件按照读数据块协议(见图9)可以从存储器读取16字节的数据块。如果主机发出提前STOP条件或产生一个NACK, 读取数据将少于16个字节。应通过之前的发送字节命令预先装载目的地址, 否则, 读数据块命令将从当前地址指针开始进行读操作。如果要读取的字节数使地址指针超出配置寄存器或配置闪存的8Fh、或超出用户闪存的FFh, 地址指针将停留在8Fh或FFh。

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

SEND BYTE FORMAT

S	ADDRESS	R/W	ACK	COMMAND	ACK	P
↓	7 BITS	0	0	8 BITS	0	↑

SLAVE ADDRESS: Address of the slave on the serial interface bus.

DATA BYTE: Presets the internal address pointer or represents a command.

RECEIVE BYTE FORMAT

S	ADDRESS	R/W	ACK	DATA	NACK	P
↓	7 BITS	1	0	8 BITS	1	↑

SLAVE ADDRESS: Address of the slave on the serial interface bus.

DATA BYTE: Data is read from the location pointed to by the internal address pointer.

WRITE BYTE FORMAT

S	ADDRESS	R/W	ACK	COMMAND	ACK	DATA	ACK	P
↓	7 BITS	0	0	8 BITS	0	8 BITS	0	↑

SLAVE ADDRESS: Address of the slave on the serial interface bus.

COMMAND BYTE: Sets the internal address pointer.

DATA BYTE: Data is written to the locations set by the internal address pointer.

SMBALERT#

S	ADDRESS	R/W	ACK	DATA	NACK	P
↓	0001100	D.C.	0	8 BITS	1	↑

ALERT RESPONSE ADDRESS: Only the device that interrupted the master responds to this address.

SLAVE ADDRESS: Slave places its own address on the serial bus.

READ BYTE FORMAT

S	SLAVE ADDRESS	R/W	ACK	COMMAND	ACK	SR	SLAVE ADDRESS	R/W	ACK	DATA BYTE	NACK	P
↓	7 BITS	0	0	8 BITS	0	↓	7 BITS	1	0	8 BITS	1	↑

SLAVE ADDRESS: Address of the slave on the serial interface bus.

COMMAND BYTE: Sets the internal address pointer.

DATA BYTE: Data is read from the locations set by the internal address pointer.

BLOCK WRITE FORMAT

S	ADDRESS	R/W	ACK	COMMAND	ACK	BYTE COUNT = N	ACK	DATA BYTE 1	ACK	DATA BYTE ...	ACK	DATA BYTE N	ACK	P
↓	7 BITS	0	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	0	↑

SLAVE ADDRESS: Address of the slave on the serial interface bus.

COMMAND BYTE: A5h

DATA BYTE: Data is written to the locations set by the internal address pointer.

SLAVE TO MASTER

MASTER TO SLAVE

BLOCK READ FORMAT

S	ADDRESS	R/W	ACK	COMMAND	ACK	SR	ADDRESS	R/W	ACK	BYTE COUNT = N	ACK	DATA BYTE 1	ACK	DATA BYTE ...	ACK	DATA BYTE N	NACK	P
↓	7 BITS	0	0	8 BITS	0	↓	7 BITS	1	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	1	↑

SLAVE ADDRESS: Address of the slave on the serial interface bus.

COMMAND BYTE: A6h

SLAVE ADDRESS: Address of the slave on the serial interface bus.

DATA BYTE: Data is read from the locations set by the internal address pointer.

WRITE BYTE FORMAT WITH PEC

S	ADDRESS	R/W	ACK	COMMAND	ACK	DATA	ACK	PEC	ACK	P
↓	7 BITS	0	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	0	↑

READ BYTE FORMAT WITH PEC

S	ADDRESS	R/W	ACK	COMMAND	ACK	SR	ADDRESS	R/W	ACK	DATA	ACK	PEC	NACK	P
↓	7 BITS	0	0	8 BITS	0	↓	7 BITS	1	0	8 BITS	0	8 BITS	1	↑

BLOCK WRITE WITH PEC

S	ADDRESS	R/W	ACK	COMMAND	ACK	BYTE COUNT N	ACK	DATA BYTE 1	ACK	DATA BYTE ...	ACK	DATA BYTE N	ACK	PEC	ACK	P
↓	7 BITS	0	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	0	↑

BLOCK READ WITH PEC

S	ADDRESS	R/W	ACK	COMMAND	ACK	SR	ADDRESS	R/W	ACK	BYTE COUNT N	ACK	DATA BYTE 1	ACK	DATA BYTE ...	ACK	DATA BYTE N	ACK	PEC	NACK	P
↓	7 BITS	0	0	8 BITS	0	↓	7 BITS	1	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	0	8 BITS	1	↑

S = START CONDITION

P = STOP CONDITION

Sr = REPEATED START CONDITION

D.C. = DON'T CARE

ACK = ACKNOWLEDGE, SDA PULLED LOW DURING RISING EDGE OF SCL.

NACK = NOT ACKNOWLEDGE, SDA LEFT HIGH DURING RISING EDGE OF SCL.

ALL DATA IS CLOCKED IN/OUT OF THE DEVICE ON RISING EDGES OF SCL.

↓ = SDA TRANSITIONS FROM HIGH TO LOW DURING PERIOD OF SCL.

↑ = SDA TRANSITIONS FROM LOW TO HIGH DURING PERIOD OF SCL.

图9. SMBus协议

6通道、闪存配置系统管理器, 提供非易失故障寄存器

数据块读过程如下:

- 1) 主机发送一个START条件。
- 2) 主机发送7位从机地址和1位写控制(低电平)。
- 3) 被寻址的从机在SDA上产生一个ACK。
- 4) 主机发送8位数据块读命令(A6h)。
- 5) 从机除非处于忙状态, 否则将在SDA上产生ACK。
- 6) 主机发送一个REPEATED START条件。
- 7) 主机发送7位从机地址和1位读控制(高电平)。
- 8) 从机在SDA上产生ACK。
- 9) 从机发送8位字节计数值(16)。
- 10) 主机在SDA上产生ACK。
- 11) 从机发送8位数据。
- 12) 主机在SDA上产生ACK。
- 13) 重复第11步和第12步15次。
- 14) 主机在SDA上产生NACK。
- 15) 主机发送一个STOP条件。

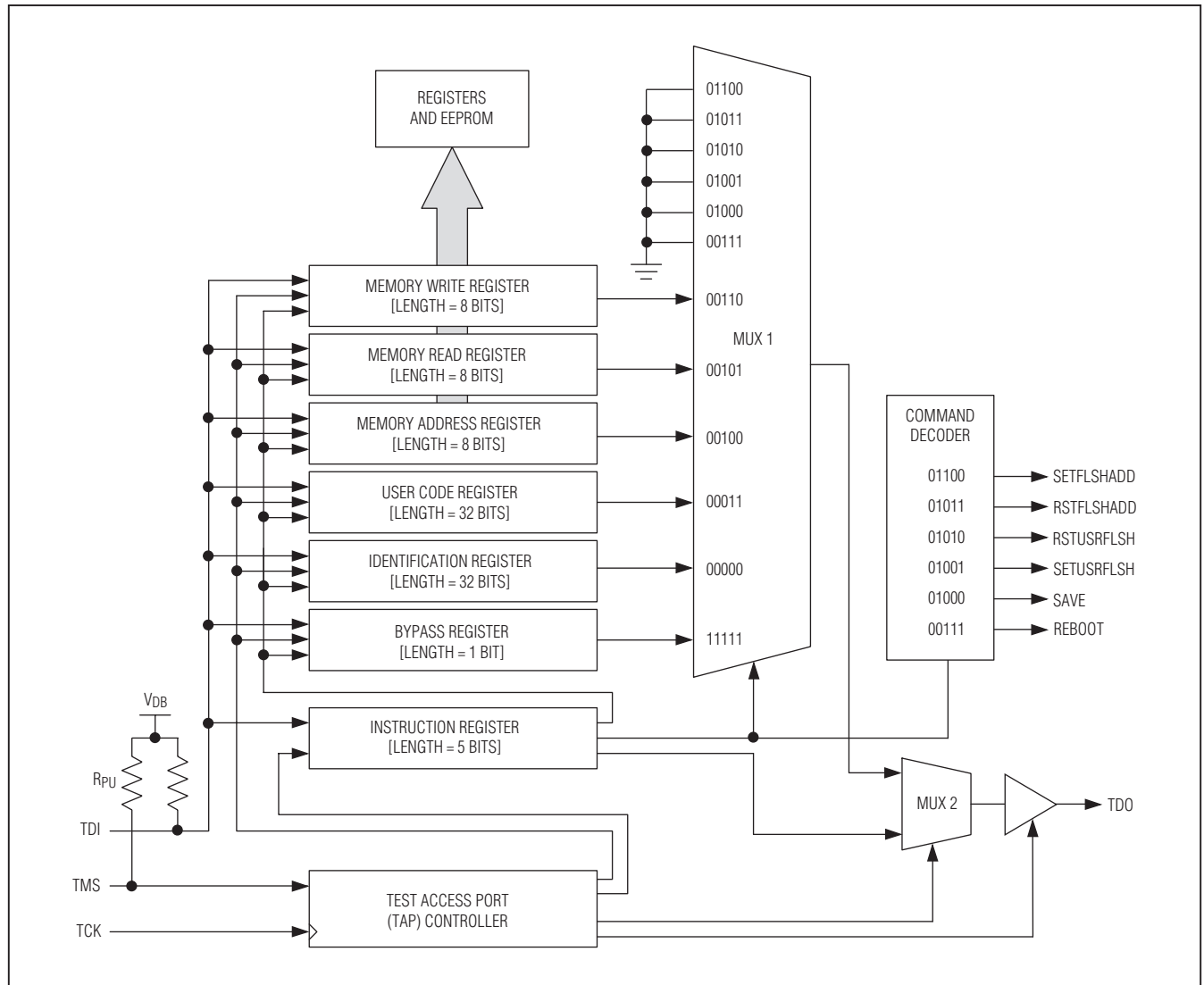


图10. JTAG方框图

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

PEC使能时，数据块读协议变为：

- 1) 主机发送一个START条件。
- 2) 主机发送7位从机ID和1位写控制(低电平)。
- 3) 被寻址的从机在数据线上产生一个ACK。
- 4) 主机发送数据块读操作的8位命令代码。
- 5) 从机除非处于忙状态，否则将在数据线上产生ACK。
- 6) 主机发送一个REPEATED START条件。
- 7) 主机发送7位从机ID和1位读控制(高电平)。
- 8) 从机在数据线上产生ACK。
- 9) 从机发送8位字节计数值(16)。
- 10) 主机在数据线上产生ACK。
- 11) 从机发送8位数据。
- 12) 主机在数据线上产生ACK。
- 13) 重复第11步和第12步15次。
- 14) 从机发送一个8位PEC字节。
- 15) 主机在数据线上产生NACK。
- 16) 主机产生一个STOP条件。

SMBALERT ($\overline{\text{ALERT}}$)

MAX16068支持SMBus报警协议。为使能SMBus报警输出，根据表12设置r40h[4]至‘1’，可将GPIO1输出配置为SMBus报警($\overline{\text{ALERT}}$)。该输出为漏极开路，可与SMBus总线上的其它器件配置线“或”。发生故障时，MAX16068拉低 $\overline{\text{ALERT}}$ ，发信号给主机触发中断。主机通过在SMBus总线上发送ARA（报警响应地址）协议来响应。该协议为读字节，从机地址为09h。从机响应ARA（09h）地址并向主机发送其自身SMBus地址，然后从机拉高 $\overline{\text{ALERT}}$ 。主机接着质询从机并确定故障原因。通过检测r1Ch[7]，主机能确认MAX16068触发了SMBus报警。主机必须在清除r1Ch[7]之前发送ARA。通过写‘1’可清除r1Ch[7]。如果GPIO1配置为SMBus报警输出，但SMBus报警功能被禁止(r40h[4]置为‘0’)，则GPIO1作为一路额外的故障输出使用。

JTAG串行接口

MAX16068带有一个JTAG端口，符合IEEE® 1149.1规范的子集要求。可以使用SMBus或JTAG接口访问内部存储器；但是，每次只能使用一个接口。MAX16068具有额外的JTAG指令和寄存器，这些指令和寄存器不包括在JTAG规范中，可以用于访问内部存储器。其它指令包括LOAD ADDRESS、WRITE DATA、READ DATA、REBOOT和SAVE。

测试访问端口(TAP)

控制器状态机

TAP控制器是一个有限状态机，在TCK的上升沿响应TMS逻辑电平，图11给出了有限状态机的原理图。可能出现的状态如下所述：

Test-Logic-Reset: 上电时，TAP控制器处于test-logic-reset状态。指令寄存器含有IDCODE指令。器件的所有系统逻辑电路将正常工作。如果将TMS驱动至高电平并保持5个时钟周期，器件将从任何状态进入到该状态。

Run-Test/Idle: run-test/idle状态用于扫描操作之间或特定测试中。指令寄存器和测试数据寄存器保持空闲。

Select-DR-Scan: 所有测试数据寄存器保持其前一状态。TMS为低电平时，在TCK的上升沿使控制器进入capture-DR状态，初始化扫描过程。TMS为高电平时，在TCK上升沿，控制器进入select-IR-scan状态。

Capture-DR: 将数据并行装载到当前指令选择的测试数据寄存器中。如果指令没有调用并行装载，或者所选的测试数据寄存器不允许并行装载，测试数据寄存器将保持其当前值。在TCK的上升沿，如果TMS为低电平，控制器将进入shift-DR状态，如果TMS为高电平，控制器进入exit1-DR状态。

Shift-DR: 当前指令所选择的测试数据寄存器连接在TDI和TDO之间，当TMS为低电平时，在每个TCK的上升沿数据向其串行输出移动一位。TMS为高电平时，在TCK的上升沿，控制器进入exit1-DR状态。

Exit1-DR: 在此状态下，控制器在TCK的上升沿进入update-DR状态。如果TMS为低电平，控制器在TCK的上升沿进入pause-DR状态。

IEEE是美国电气和电子工程师学会的注册服务标志。

6通道、闪存配置系统管理器, 提供非易失故障寄存器

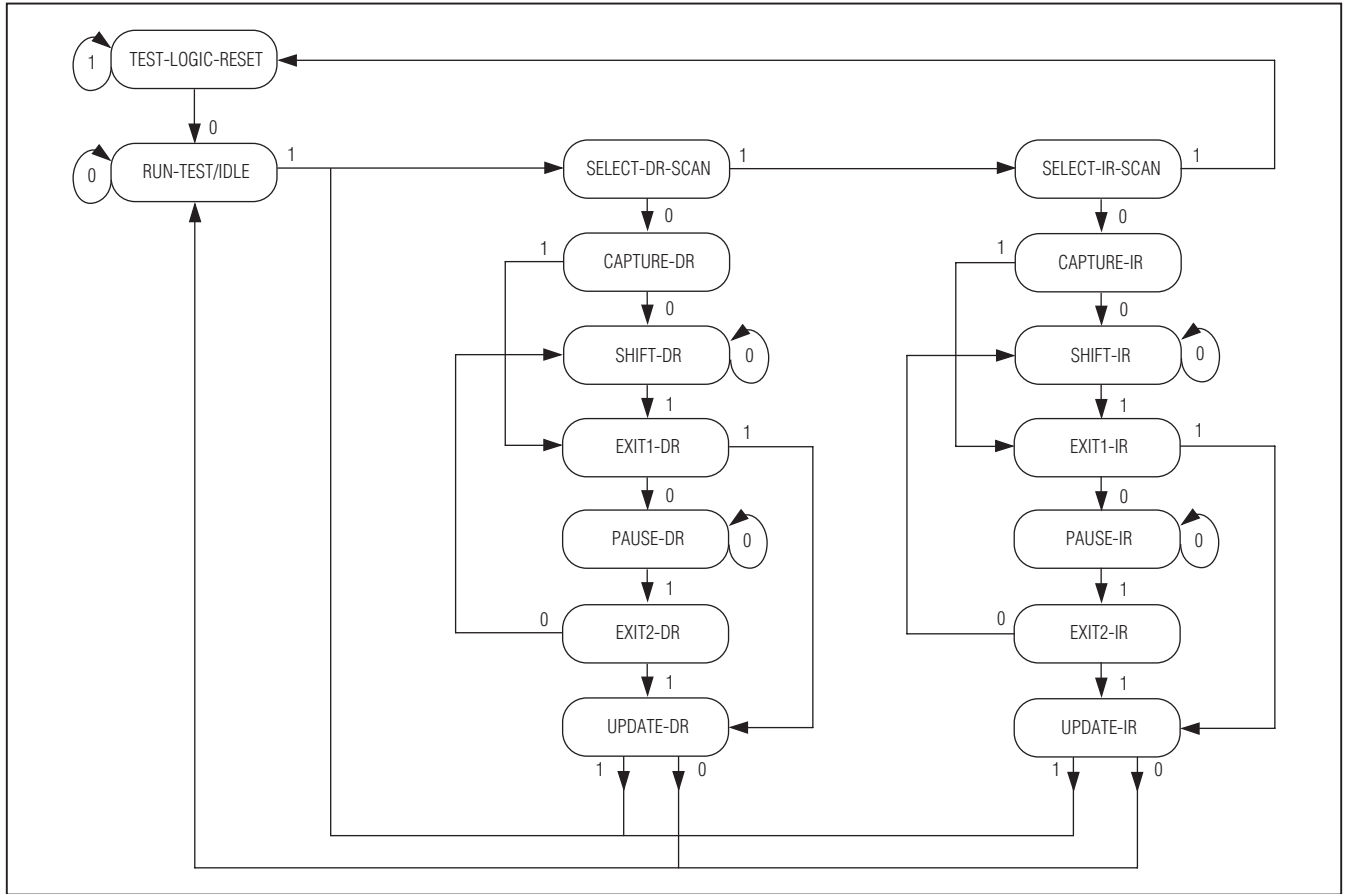


图11. 抽头控制器状态图

Pause-DR: 此状态下暂停测试数据寄存器的移位。所有测试数据寄存器保持其前一状态。TMS为低电平时，控制器将保持该状态；TMS为高电平时，控制器在TCK的上升沿进入exit2-DR状态。

Exit2-DR: 此状态下，如果TMS为高电平，控制器在TCK的上升沿进入update-DR状态；如果TMS为低电平，控制器在TCK的上升沿进入shift-DR状态。

Update-DR: update-DR状态下，TCK的下降沿将数据从测试数据寄存器的移位寄存器通路锁存到输出锁存器。可以防止由于移位寄存器变化而导致并行输出的变化。在TCK上升沿，如果TMS为低电平，控制器进入run-test/idle状态；如果TMS为高电平，进入select-dr-scan状态。

Select-IR-Scan: 所有测试数据寄存器保持其前一状态。在此状态下，指令寄存器保持不变。TMS为低电平时，控制器

在TCK的上升沿进入capture-IR状态；如果TMS为高电平，控制器在TCK的上升沿返回到test-logic-reset状态。

Capture-IR: 通过capture-IR状态将固定值装载到指令寄存器的移位寄存器，在TCK上升沿装载该数值。如果TMS为高电平，控制器在TCK的上升沿进入exit1-IR状态。如果TMS为低电平，控制器在TCK的上升沿进入shift-IR状态。

Shift-IR: 在此状态下，指令寄存器的移位寄存器连接在TDI和TDO之间，如果TMS为低电平，在每个TCK的上升沿数据向TDO串行输出移动一位。指令寄存器以及测试数据寄存器并行输出保持其前一状态。如果TMS为高电平，控制器在TCK的上升沿进入exit1-IR状态。如果TMS为低电平，控制器在TCK的上升沿进入shift-IR状态，并将数据在指令移位寄存器中移动一位。

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

Exit1-IR: 如果TMS为低电平，控制器在TCK的上升沿进入pause-IR状态；如果TMS为高电平，控制器在TCK的上升沿进入update-IR状态。

Pause-IR: 暂停指令移位寄存器的移位过程。如果TMS为高电平，控制器在TCK的上升沿进入exit2-IR状态；如果TMS为低电平，TCK的上升沿使控制器保持在pause-IR状态。

Exit2-IR: 如果TMS为高电平，控制器在TCK的上升沿进入update-IR状态；此状态下，如果TMS为低电平，控制器将在TCK的上升沿回到shift-IR。

Update-IR: 控制器进入此状态后，移入指令移位寄存器的指令代码在TCK的下降沿锁存到指令寄存器的并行输出。一旦锁存，该指令变为当前指令。当TMS为低电平时，控制器在TCK的上升沿进入run-test/idle状态；TMS为高电平时，控制器进入select-DR-scan状态。

指令寄存器

指令寄存器含有一个移位寄存器和一个并行锁存输出，字长为5位。当TAP控制器进入shift-IR状态时，指令移位寄存

器连接在TDI和TDO之间。在shift-IR状态下，如果TMS为低电平，在TCK的上升沿数据向TDO的串行输出移动一位。在exit1-IR状态或exit2-IR状态下，如果TMS为高电平，控制器在TCK的上升沿进入update-IR状态。在同一TCK的下降沿，将指令移位寄存器的数据锁存到指令寄存器的并行输出。表21列出了MAX16068所支持的指令及其各自的二进制运算代码。

BYPASS: 当BYPASS指令锁存到指令寄存器时，TDI通过1位旁路测试数据寄存器连接至TDO。使数据能够由TDI传递至TDO，而不影响器件的正常工作。

IDCODE: 当IDCODE指令锁存到并行指令寄存器时，选中标识数据寄存器。进入capture-DR状态后，在TCK上升沿，器件标识码装载到标识数据寄存器。Shift-DR可通过TDO将标识码串行移出。在test-logic-reset过程中，IDCODE指令被强制送入指令寄存器。标识码的LSB位始终为‘1’，后续的11位表示制造商的JEDEC号，随后的16位数字为器件信息，4位是版本号，参见表22。

表21. JTAG指令集

INSTRUCTION	CODE	NOTES
BYPASS	0x1F	Mandatory instruction code
IDCODE	0x00	Load manufacturer ID code/part number
USERCODE	0x03	Load user code
LOAD ADDRESS	0x04	Load address register content
READ DATA	0x05	Read data pointed by current address
WRITE DATA	0x06	Write data pointed by current address
REBOOT	0x07	Reboot FLASH data content into register file
SAVE	0x08	Trigger emergency save to flash
SETFLSHADD	0x09	Flash page access ON
RSTFLSHADD	0x0A	Flash page access OFF
SETUSRFLSH	0x0B	User flash access ON (must be in flash page already)
RSTUSRFLSH	0x0C	User flash access OFF (return to flash page)

表22. 32位标识码

MSB		LSB	
VERSION (4 BITS)	PART NUMBER (16 BITS)	MANUFACTURER (11 BITS)	FIXED VALUE (1 BIT)
0001	1000000000000010	00011001011	1

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

USERCODE: 当USERCODE指令锁存到并行指令寄存器时，选中用户代码数据寄存器。进入capture-DR状态后，器件用户代码在TCK上升沿装载到用户代码数据寄存器。Shift-DR可通过TDO将用户代码串行移出，参见表24。这一指令可用于识别多个连接在JTAG链路的MAX16068器件。

LOAD ADDRESS: 这是对标准IEEE 1149.1指令集的扩展，以支持对MAX16068存储器的访问。在shift-DR状态下，当LOAD ADDRESS指令锁存到指令寄存器时，TDI通过8位存储器地址测试数据寄存器连接至TDO。

READ DATA: 这是对标准IEEE 1149.1指令集的扩展，以支持对MAX16068存储器的访问。在shift-DR状态下，当READ DATA指令锁存到指令寄存器时，TDI通过8位存储器读测试数据寄存器连接至TDO。

WRITE DATA: 这是对标准IEEE 1149.1指令集的扩展，以支持对MAX16068存储器的访问。在shift-DR状态下，当WRITE DATA指令锁存到指令寄存器时，TDI通过8位存储器写测试数据寄存器连接至TDO。

REBOOT: 这是对标准IEEE 1149.1指令集的扩展，启动一次软件控制的MAX16068复位。当REBOOT指令锁存到指令寄存器中时，MAX16068复位，并立即开始启动序列。

SAVE: 这是对标准IEEE 1149.1指令集的扩展，用于触发故障记录。根据关键故障记录控制寄存器(r6Dh)的配置，当前的ADC转换结果以及故障信息被存入闪存中。

SETFLSHADD: 这是对标准IEEE 1149.1指令集的扩展，支持对闪存页面的访问。闪存寄存器包括ADC转换结果以及GPIO_输入/输出数据。利用该页面可访问寄存器200h至2FFh。

RSTFLSHADD: 这是对标准IEEE 1149.1指令集的扩展。通过RSTFLSHADD返回到默认页面，禁止对闪存页面的访问。

SETUSRFLSH: 这是对标准IEEE 1149.1指令集的扩展，支持对用户闪存页面的访问。在配置闪存页面上发送SETUSRFLSH命令，所有地址只被识别为闪存地址。利用该页面可访问寄存器300h至3FFh。

RSTUSRFLSH: 这是对标准IEEE 1149.1指令集的扩展。通过RSTUSRFLSH返回到配置闪存页面，禁止对用户闪存的访问。

写闪存限制

写闪存时必须一次写入8个字节。初始地址必须与8字节边界对齐，初始地址的3个LSB必须为‘000’。采用8个连续的WRITE DATA命令写入8个字节。每写入8个数据字节需要122ms，完成数据块设置后，检查r20h[1] (参见表25)以确保在写入下一个数据块之前完成本次写操作。

表23. 32位用户代码数据

MSB										LSB									
DON'T CARE										SMBUS SLAVE ID									
00000000000000000000										See Table 18									

表24. 最大写时间

r6Dh[1:0] VALUE	DESCRIPTION	MAXIMUM WRITE TIME (ms)
00	Save flags and ADC readings	153
01	Save flags	102
10	Save ADC readings	153
11	Do not save anything	—

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

表25. RESET状态、闪存状态以及引起复位的原因

REGISTER ADDRESS	BIT RANGE	DESCRIPTION
r20h	[0]	Reset output state 0 = RESET is low 1 = RESET is high
	[1]	1 = Flash memory is busy
	[2]	1 = Last reset asserted due to EN going low
	[3]	1 = Last reset asserted due to watchdog timeout
	[7:4]	Not used

应用信息

上电时的器件状态

当 V_{CC} 从0V上升时，RESET输出保持高阻态直至 V_{CC} 达到1.4V，从这一点开始RESET输出被驱动至低电平。在 V_{CC} 达到2.7V，闪存内容被复制到寄存器存储器之前，所有其它输出保持高阻态；这样将持续150 μ s（最大值），之后输出恢复到相应的设置状态。

MAX16068在电路编程

MAX16068可以实现在应用电路编程，电路设计时考虑以下几点：

- MAX16068需要从中等电压总线供电或由辅助电源供电，可以在电路板电源断电后继续编程。利用“或”逻辑二极管实现电源连接，电源通过可编程连接器提供。
- SMBus或JATG总线不能通过供电电压摆幅受控于MAX16068的总线复用器连接。如果器件需要通过板上 μ P控制，考虑将 μ P连接到一路总线(例如SMBus)，并利用另一总线进行在电路编程。

故障状态下维持供电

发生电路掉电故障时，需要在一定时间内维持MAX16068的供电，以确保完成闪存故障记录。所需要的时间周期取决于故障控制寄存器(r6Dh[1:0])的设置，如表25所示。

对于没有提供不间断电源的应用，发生故障期间可以利用电源 V_{IN} 和 V_{CC} 之间放置的二极管和大电容维持关断状态下的供电(图12)。电容值取决于 V_{IN} 以及需要支持的供电时间 t_{FAULT_SAVE} 。利用下式计算电容值：

$$C = (t_{FAULT_SAVE} \times I_{CC(MAX)}) / (V_{IN} - V_{DIODE} - V_{UVLO})$$

其中，电容单位是法拉， t_{FAULT_SAVE} 的单位为秒， $I_{CC(MAX)}$ 为14mA， V_{DIODE} 为二极管压降， V_{UVLO} 为2.7V。例如，对于14V的 V_{IN} ，0.7V的二极管压降和153ns的 t_{FAULT_SAVE} ，需要的最小电容是202 μ F。

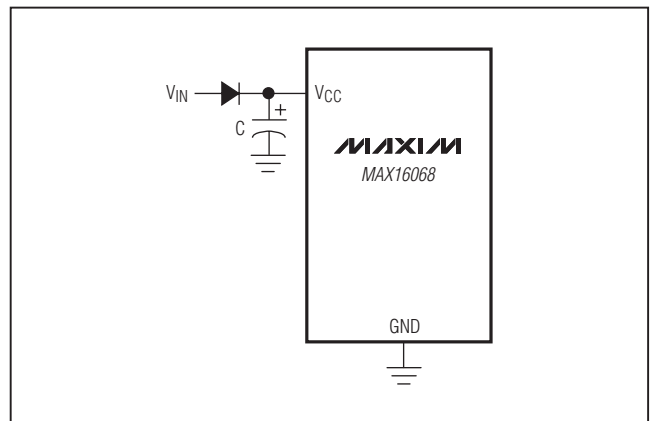


图12. 发生故障期间维持关断状态下的供电电路

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

配置器件

提供评估板和图形用户界面(GUI)，用来进行该器件的定制配置(图13)。

配置信息请参考MAX16068评估板。

多个MAX16068级联

多个MAX16068可级联使用，以监测更多的电源。根据所需状态不同可提供多种器件级联方式。通常，有以下几种：

- 将每个器件的GPIO_配置为EXTFAULT（漏极开路），通过一个上拉电阻在外部将它们连接在一起。将寄存器位r72h[5]和r6Dh[2]置‘1’，所有故障状态将在器件之间传输。如果一个器件出现了关键故障，EXTFAULT将置位，所有级联

器件将触发非易失故障记录器，记录所有系统电压的瞬态值。

- 将漏极开路的RESET复位输出连接在一起，以便获得主机系统复位信号。
- 将所有EN输入连接在一起，作为主机使能信号。

布板和旁路

采用1μF陶瓷电容分别将DBP和ABP旁路至GND，通过10μF电容将V_{CC}旁路至地。避免在敏感的模拟区域(例如模拟供电输入回路或ABP的旁路电容接地等)出现数字电流返回通道。使用专用的模拟和数字地平面，电容应尽可能靠近器件放置。

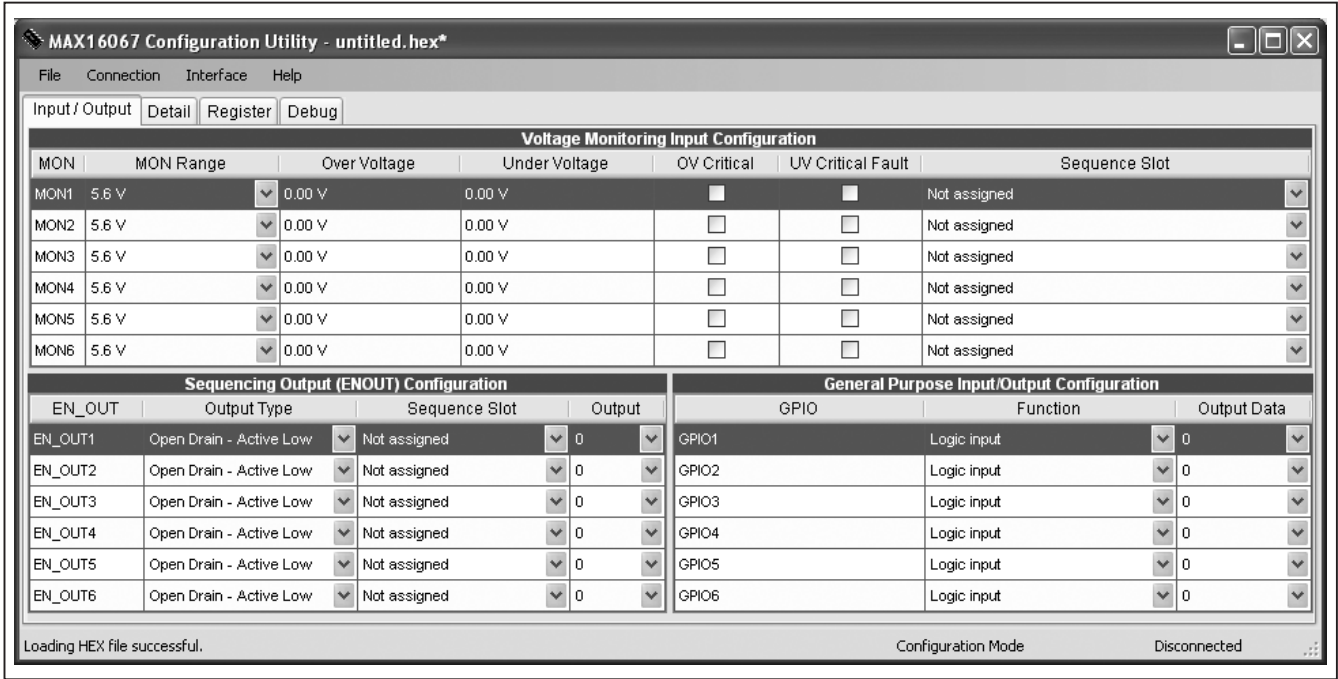


图13. 图形用户界面屏幕截图

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

寄存器

MAX16068

FLASH ADDRESS	REGISTER ADDRESS	READ/ WRITE	DESCRIPTION
ADC VALUES, FAULT REGISTERS, GPIO_s AS INPUT PORTS—NOT IN FLASH			
—	000	R	MON1 ADC output, MSBs
—	001	R	MON1 ADC output, LSBs
—	002	R	MON2 ADC output, MSBs
—	003	R	MON2 ADC output, LSBs
—	004	R	MON3 ADC output, MSBs
—	005	R	MON3 ADC output, LSBs
—	006	R	MON4 ADC output, MSBs
—	007	R	MON4 ADC output, LSBs
—	008	R	MON5 ADC output, MSBs
—	009	R	MON5 ADC output, LSBs
—	00A	R	MON6 ADC output, MSBs
—	00B	R	MON6 ADC output, LSBs
—	00C–01A	—	Reserved
—	01B	R/W	Fault register—failed line flags
—	01C	R/W	Fault register—failed line flags
—	01D	—	Reserved
—	01E	R	GPIO_ data in (read only)
—	01F	—	Reserved
—	020	R/W	Flash status/reset output monitor
—	021	—	Reserved
GPIO_ AND OUTPUT DEPENDENCIES/CONFIGURATIONS			
230	030	—	Reserved
231	031	—	Reserved
232	032	—	Reserved
233	033	—	Reserved
234	034	—	Reserved
235	035	—	Reserved
236	036	R/W	FAULT dependencies
237	037	R/W	FAULT dependencies
238–23A	038–03A	—	Reserved
23B	03B	R/W	RESET output configuration
23C	03C	R/W	RESET output dependencies
23D	03D	R/W	RESET output dependencies
23E	03E	R/W	GPIO data out
23F	03F	R/W	GPIO configuration
240	040	R/W	GPIO configuration, ARANEN (ARA Enable)
241–242	041–042	—	Reserved

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

寄存器(续)

FLASH ADDRESS	REGISTER ADDRESS	READ/ WRITE	DESCRIPTION
ADC—CONVERSIONS			
243	043	R/W	ADCs voltage ranges for MON_ monitoring
244	044	R/W	ADCs voltage ranges for MON_ monitoring
245–247	045–047	—	Reserved
INPUT THRESHOLDS			
248	048	—	Reserved
249	049	R/W	MON1 OV threshold
24A	04A	R/W	MON1 UV threshold
24B	04B	—	Reserved
24C	04C	R/W	MON2 OV threshold
24D	04D	R/W	MON2 UV threshold
24E	04E	—	Reserved
24F	04F	R/W	MON3 OV threshold
250	050	R/W	MON3 UV threshold
251	051	—	Reserved
252	052	R/W	MON4 OV threshold
253	053	R/W	MON4 UV threshold
254	054	—	Reserved
255	055	R/W	MON5 OV threshold
256	056	R/W	MON5 UV threshold
257	057	—	Reserved
258	058	R/W	MON6 OV threshold
259	059	R/W	MON6 UV threshold
25A–26C	05A–06C	—	Reserved
FAULT SETUP			
26D	06D	R/W	Save after EXTFAULT fault control
26E	06E	R/W	Faults causing store in flash
26F	06F	R/W	Faults causing store in flash
270	070	R/W	Faults causing store in flash
271	071	—	Reserved
272	072	R/W	EXTFAULT enable

6通道、闪存配置系统管理器， 提供非易失故障寄存器

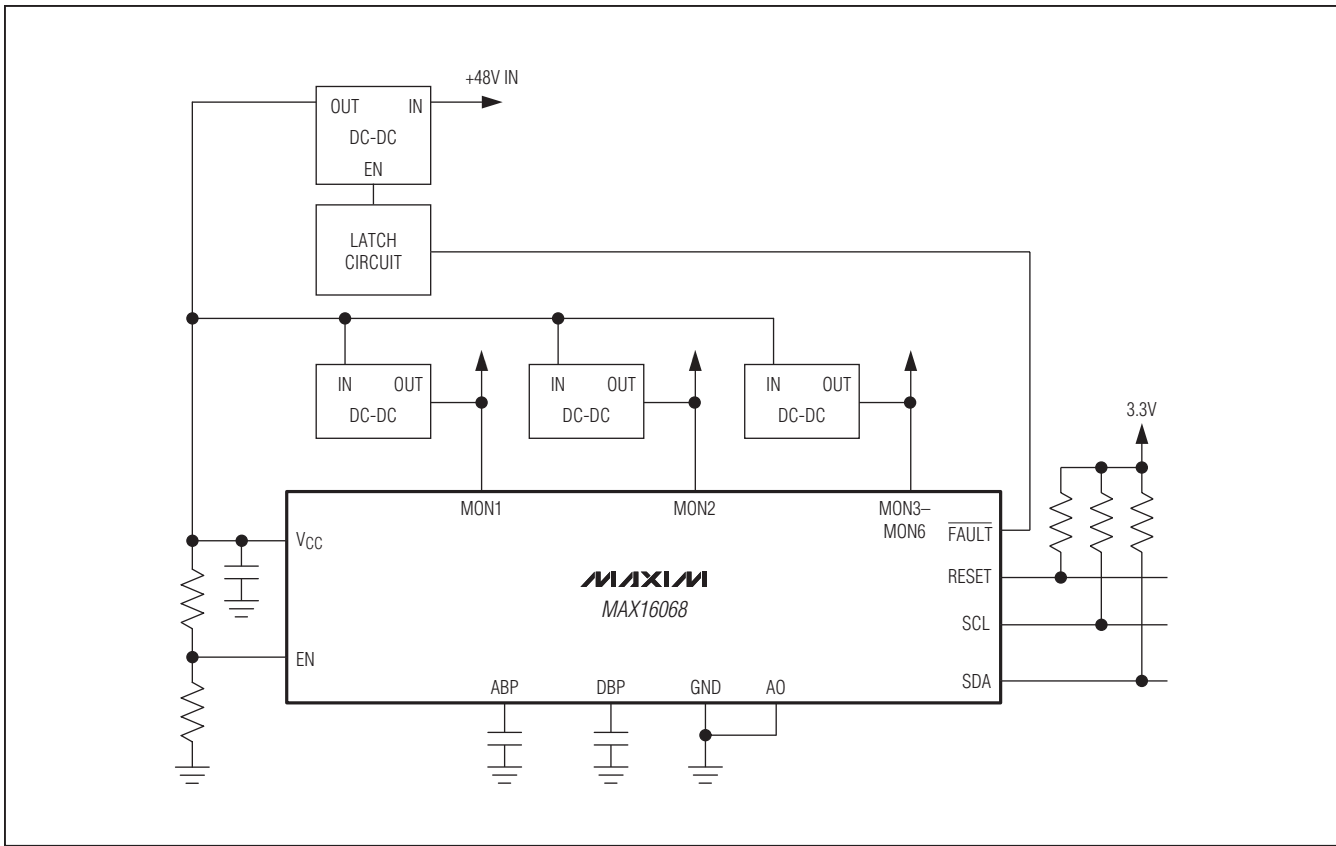
寄存器(续)

MAX16068

FLASH ADDRESS	REGISTER ADDRESS	READ/ WRITE	DESCRIPTION
TIMEOUTS			
273	073	R/W	Watchdog independent mode, $\overline{\text{MARGIN}}$ enabled, soft RESET functionality
274	074	R/W	ADC fault deglitch/autoretry configuration
275	075	R/W	WDI toggle/fault timeout, reverse sequencing bit
276	076	R/W	WDRESET, WD timers
277	077	R/W	Boot-up delay
278	078	—	Reserved
279	079	—	Reserved
27A	07A	—	Reserved
27B	07B	—	Reserved
27C	07C	—	Reserved
27D	07D	—	Reserved
MISCELLANEOUS			
27E	07E	—	Reserved
27F	07F	—	Reserved
280	080	—	Reserved
281–283	081–083	—	Reserved
284	084	—	Reserved
285	085	—	Reserved
286	086	—	Reserved
287–289	087–089	—	Reserved
28A	08A	R/W	Customer use (version)
28B	08B	R/W	PEC enable/SMBus address
28C	08C	R/W	Lock bits
28D	08D	R	Revision code
USER FLASH			
300	39F	R/W	User flash
3A0	3AF	—	Reserved
3B0	3FF	R/W	User flash

6通道、闪存配置系统管理器，
提供非易失故障寄存器

典型工作电路



芯片信息

PROCESS: BiCMOS

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局，请查询china.maxim-ic.com/packages。请注意，封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符，但封装图只与封装有关，与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	外形编号	焊盘布局编号
28 TQFN-EP	T2855+6	21-0140	90-0026

6通道、闪存配置系统管理器，
提供非易失故障寄存器

修订历史

MAX16068

修订号	修订日期	说明	修改页
0	10/09	最初版本。	—
1	6/10	更新了Absolute Maximum Ratings、典型工作特性、详细说明及其它部分，并更新了表23、图9和寄存器。	2, 7, 23, 24, 28–31, 34, 39

Maxim北京办事处

北京8328信箱 邮政编码 100083

免费电话: 800 810 0310

电话: 010-6211 5199

传真: 010-6211 5299

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。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 41