



1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

概述

MAX5977A/MAX5977B热插拔控制器为1V至16V单电源供电系统提供完备保护。

插入板卡时，热插拔控制器将限制浪涌电流，以避免损坏电路板或导致背板短路。输入电压高于欠压门限且低于过压门限时，内部5V电荷泵供电的5μA电流源驱动外部n沟道MOSFET栅极，提供缓慢的导通响应。IC内部的检流放大器监测外部旁路电阻两端的电流，在较宽的输入电压范围内提供电流检测。器件提供两级过流断路器保护：快速触发门限用于快速关断；低速触发门限提供延时关断。

电流超过任何一个断路器过流门限时都将强制器件进入故障模式，断开外部n沟道MOSFET。MAX5977提供两个器件版本，故障模式下分别提供闭锁(MAX5977A)或自动重试(MAX5977B)输出。

校准模式允许进一步校准集成跨导放大器，用于最终设计的量产测试。器件采用20引脚、4mm x 4mm、TQFN-EP封装，工作在-40°C至+85°C温度范围。

特性

- ◆ 1%精度检流放大器输出
- ◆ 热插拔监测器工作在1V至16V电源电压
- ◆ 集成电荷泵充分导通外部n沟道FET ($V_{GATE} = V_{IN} + 5V$)
- ◆ VariableSpeed/BiLevel™故障保护提供电子断路器功能
- ◆ 故障条件下输出闭锁(MAX5977A)
- ◆ 故障条件下自动重试(MAX5977B)
- ◆ 电源就绪指示
- ◆ 校准模式
- ◆ 小尺寸20引脚、4mm x 4mm、TQFN-EP封装

应用

服务器
存储系统
网络交换机与路由器
通用热插拔

订购信息

PART	PIN-PACKAGE	FAULT RESPONSE
MAX5977AETP+	20 TQFN-EP*	Latched
MAX5977BETP+	20 TQFN-EP*	Autoretry

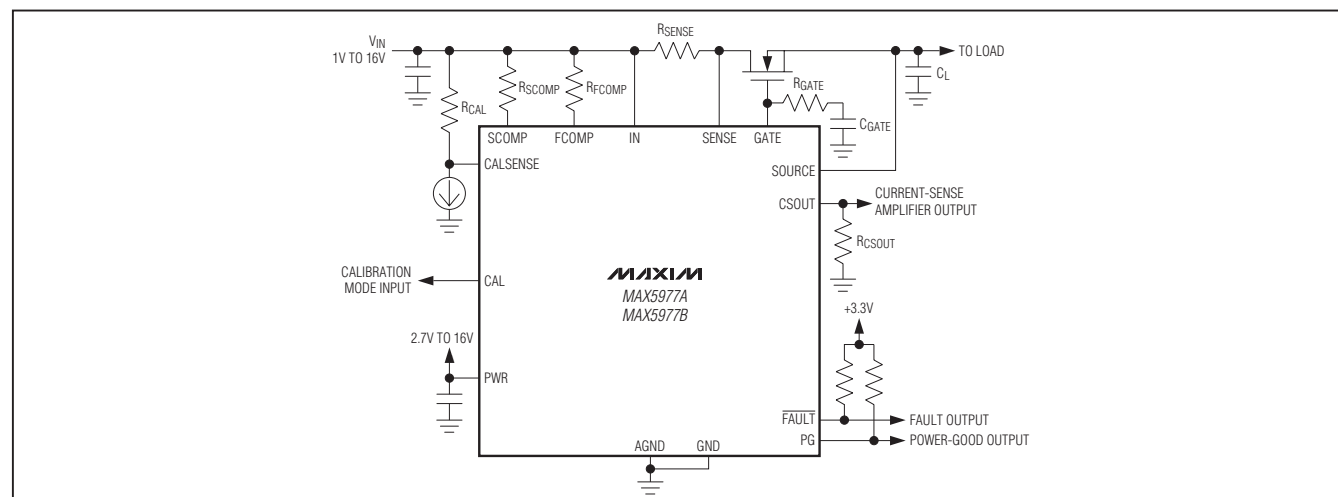
注：所有器件均工作在-40°C至+85°C温度范围。

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

VariableSpeed/BiLevel是Maxim Integrated Products, Inc.的商标。

典型工作电路



1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PWR, SENSE, IN, FCOMP, SCOMP,
 GATE, SOURCE, CALSENSE to GND -0.3V to +28V
 PG, CAL, BIAS, UV, OV, FAULT, CSOUT to GND.. -0.3V to +6V
 REG to GND -0.3V to +4V
 GATE to SOURCE -0.3V to +6V
 IN to FCOMP, IN to SCOMP, IN to SENSE,
 IN to CALSENSE -0.3V to +1V
 GND to AGND -0.3V to +0.3V
 FAULT, PG Current -1mA to +50mA
 GATE, SOURCE, GND Current 750mA
 Input/Output Current (all other pins) 20mA
 Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
 20-Pin TQFN, Single-Layer Board
 (derate 16.9mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 1355.9mW

20-Pin TQFN, Multilayer Board
 (derate 25.6mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 2051.3mW
 Junction-to-Ambient Thermal Resistance (Note 1)
 θ_{JA} , Single-Layer Board $+59^\circ\text{C/W}$
 θ_{JA} , Multilayer Board $+39^\circ\text{C/W}$
 Junction-to-Case Thermal Resistance (Note 1)
 θ_{JC} , Single-Layer and Multilayer Board $+6^\circ\text{C/W}$
 Operating Temperature Range -40°C to $+85^\circ\text{C}$
 Junction Temperature $+150^\circ\text{C}$
 Storage Temperature Range -65°C to $+150^\circ\text{C}$
 Lead Temperature (soldering, 10s) $+300^\circ\text{C}$
 Soldering Temperature (reflow) $+260^\circ\text{C}$

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

($V_{PWR} = V_{IN} = 12\text{V}$, $R_{SENSE} = 4\text{m}\Omega$, $R_{FCOMP} = R_{SCOMP} = 2\text{k}\Omega$, $R_{GATE} = 1\text{k}\Omega$, $C_{GATE} = 330\text{nF}$, $C_{REG} = 1\mu\text{F}$, unless otherwise noted. Typical Values at $V_{PWR} = V_{IN} = 3.3\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage Range	V_{PWR}		2.7	3.3	16	V
Undervoltage Lockout	V_{UVLO}	Minimum rising voltage on PWR			2.69	V
Undervoltage-Lockout Hysteresis	$V_{UVLOHYS}$			100		mV
Supply Current	I_{PWR}			0.734	4	mA
Internal LDO Output Voltage	V_{REG}	$2.7\text{V} < V_{PWR} < 16\text{V}$, 0 to 5mA	2.49		2.6	V
CURRENT-MONITORING FUNCTION						
IN Input Range		Common-mode range	1		16	V
SCOMP Input Range			1		16	V
FCOMP Input Range			1		16	V
IN Input Current				135		μA
SENSE Input Current		$V_{IN} = V_{SENSE} = 1\text{V}$ to 16V		6		μA
Circuit-Breaker Current (Slow Comparator)	I_{SCOMP}	$V_{SCOMP} = 1\text{V}$ to 16V	24.0	25	26.0	μA
Circuit-Breaker Current (Fast Comparator)	I_{FCOMP}	$V_{FCOMP} = 1\text{V}$ to 16V	48.1	50	51.4	μA
Slow Current-Limit Threshold Error		$V_{SENSE} - V_{SCOMP} = 50\text{mV}$	-2.0		+2.1	mV
Fast Current-Limit Threshold Error		$V_{SENSE} - V_{FCOMP} = 100\text{mV}$	-2.2		+1.4	mV
Slow-Comparator Response Time	t_{SCD}	1mV overdrive		1		ms
		50mV overdrive		130		μs
Fast-Comparator Response Time	t_{FSD}	10mV overdrive, from overload condition, $V_{PWR} = 12\text{V}$		200		ns

1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

MAX5977A/MAX5977B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(VPWR = VIN = 12V, RSENSE = 4mΩ, RFCOMP = RSCOMP = 2kΩ, RGATE = 1kΩ, CGATE = 330nF, CREG = 1μF, unless otherwise noted.
Typical Values at VPWR = VIN = 3.3V, TA = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CURRENT-SENSE AMPLIFIER						
Input Common-Mode Range		VIN - VSENSE	1.5			V
Input Offset Error				0.1		mV
Transconductance Gain	GM	10mV ≤ (VIN - VSENSE) ≤ 50mV, -40°C ≤ TA ≤ +85°C	2457	2500	2537	μS
		10mV ≤ (VIN - VSENSE) ≤ 50mV, 0°C ≤ TA ≤ +25°C	2467	2500	2532	
Combined Gain and Offset Accuracy		Set VIN - VSENSE = 50mV, measure ICSOUT, VCSOUT = 25mV (-40°C ≤ TA ≤ +85°C)	122.2	125	128	μA
		Set VIN - VSENSE = 50mV, measure ICSOUT, VCSOUT = 25mV (0°C ≤ TA ≤ +25°C)	123.5	125	126.5	
		Set VIN - VSENSE = 10mV, measure ICSOUT, VCSOUT = 25mV (-40°C ≤ TA ≤ +85°C)	22.5	25	27.6	
		Set VIN - VSENSE = 10mV, measure ICSOUT, VCSOUT = 25mV (0°C ≤ TA ≤ +25°C)	24.7	25	25.3	
Total Full-Scale Error		2mV < (VIN - VSENSE) < 10mV (-40°C ≤ TA ≤ +85°C), % error = (ICSOUT - (VIN - VSENSE) × 0.0025)/(10mV × 0.0025)	-10		+10	% of 10mV Full-Scale Output
		2mV < (VIN - VSENSE) < 10mV (0°C ≤ TA ≤ +25°C), % error = (ICSOUT - (VIN - VSENSE) × 0.0025)/(10mV × 0.0025)	-1.6		+1.6	
		2mV < (VIN - VSENSE) < 25mV (-40°C ≤ TA ≤ +85°C), % error = (ICSOUT - (VIN - VSENSE) × 0.0025)/(25mV × 0.0025)	-4.1		+4.1	% of 25mV Full-Scale Output
		2mV < (VIN - VSENSE) < 25mV (0°C ≤ TA ≤ +25°C), % error = (ICSOUT - (VIN - VSENSE) × 0.0025)/(25mV × 0.0025)	-0.9		+0.9	
		2mV < (VIN - VSENSE) < 50mV (-40°C ≤ TA ≤ +85°C), % error = (ICSOUT - (VIN - VSENSE) × 0.0025)/(50mV × 0.0025)	-2.3		+2.3	% of 50mV Full-Scale Output
		2mV < (VIN - VSENSE) < 50mV (0°C ≤ TA ≤ +25°C), % error = (ICSOUT - (VIN - VSENSE) × 0.0025)/(50mV × 0.0025)	-0.9		+0.9	
Output Common-Mode Range		CSOUT voltage range	0		2.5	V
POWER-GOOD						
PG Delay	tdPG			50		ms
PG Threshold Rising	VTHRPG	VIN - VSOURCE falling		100		mV
PG Threshold Hysteresis				100		mV

1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

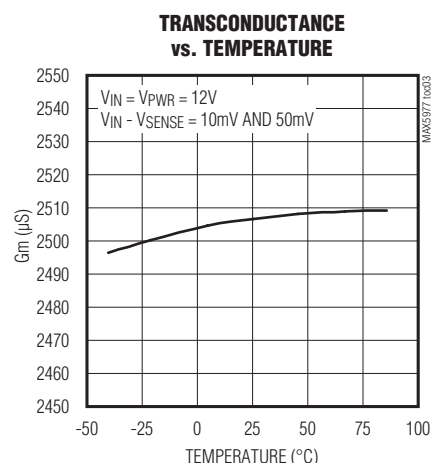
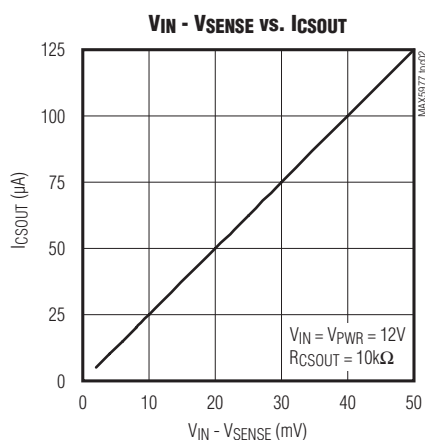
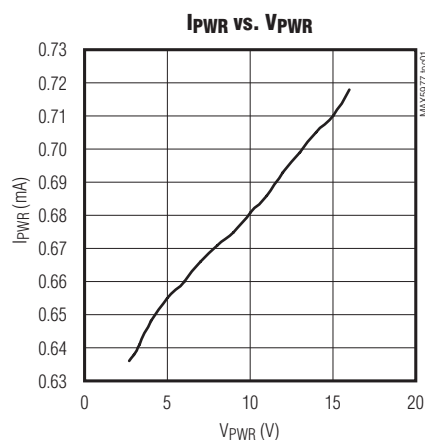
(VPWR = VIN = 12V, RSENSE = 4mΩ, RFCOMP = RSCOMP = 2kΩ, RGATE = 1kΩ, CGATE = 330nF, CREG = 1μF, unless otherwise noted. Typical Values at VPWR = VIN = 3.3V, TA = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CHARGE PUMP (GATE)						
Charge-Pump Output Voltage	VOHGATE	Relative to VSOURCE	4.5	5	5.5	V
Charge-Pump Output Source Current	IGATEPU	VGATE = VSOURCE = 0V	4	5	6	μA
		VIN - VSOURCE < 100mV	8	10	12	
Charge-Pump Pulldown Current	IGATEPD	VGATE = 2V, VSOURCE = 0 to 16V		500		mA
OUTPUTS (FAULT, PG)						
Output Voltage Low	VOLFAULT/ VOLPG	ISINK = 3.2mA			0.4	V
Output Leakage (Open Drain)	ILKFAULT/ ILKPG	Tested at 0V and 5.2V			1	μA
UV/OV COMPARATOR INPUTS						
UV/OV Threshold	VUV/OVR	UV, OV rising input voltage threshold	580	590	600	mV
UV/OV Threshold Hysteresis	VUV/OVHYS	UV, OV falling input hysteresis		4		%
UV/OV Input Current	ILKUV/ ILKOV	VUV = VOV = 0V and 5.5V	-100		+100	nA
CALIBRATION MODE						
CAL Low-Voltage Input	VILCAL				0.4	V
CAL High-Voltage Input	VIHCAL		1.4			V
CAL Input Current	IIHCAL	V _{CAL} = 2.5V, the CAL input pulls low if left unconnected		20		μA
CALSENSE Input Current				±300		μA
FAULT RESPONSE						
Retry Timeout Period	tRETRY	MAX5977B		175		ms

Note 2: All devices 100% tested at TA = +25°C. Limits over temperature guaranteed by design.

典型工作特性

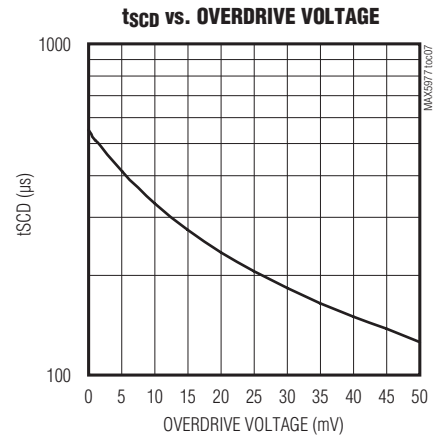
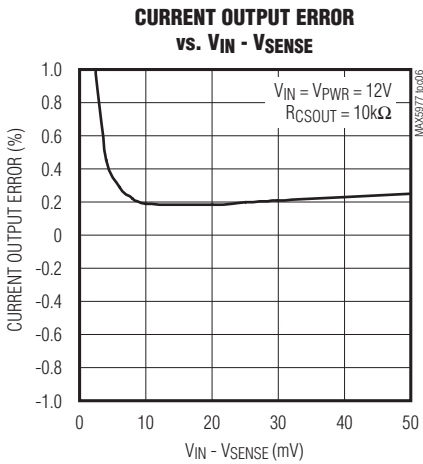
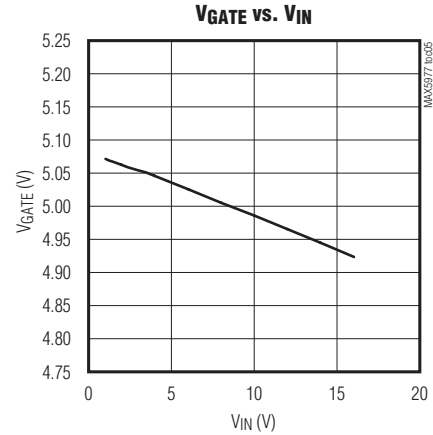
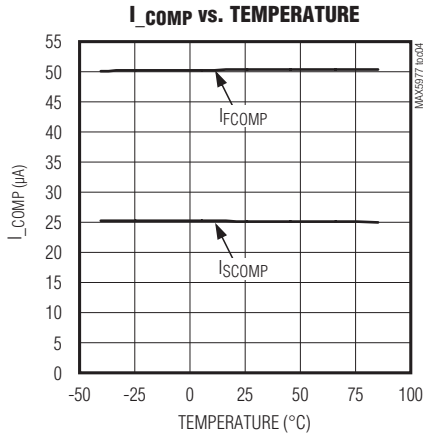
(VPWR = VIN = 3.3V, TA = +25°C, RFCOMP = RSCOMP = 2kΩ, RGATE = 1kΩ, CGATE = 330nF, CREG = 1μF, unless otherwise noted.)



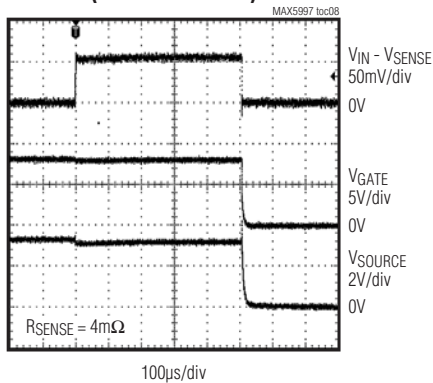
1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

典型工作特性(续)

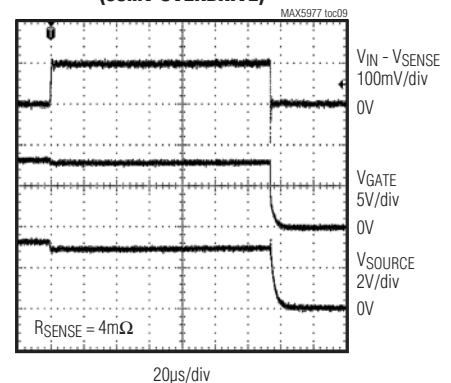
($V_{PWR} = V_{IN} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, $R_{FCOMP} = R_{SCOMP} = 2k\Omega$, $R_{GATE} = 1k\Omega$, $C_{GATE} = 330nF$, $C_{REG} = 1\mu F$, unless otherwise noted.)



SLOW-COMPARATOR RESPONSE TIME (50mV OVERDRIVE)



SLOW-COMPARATOR RESPONSE TIME (50mV OVERDRIVE)

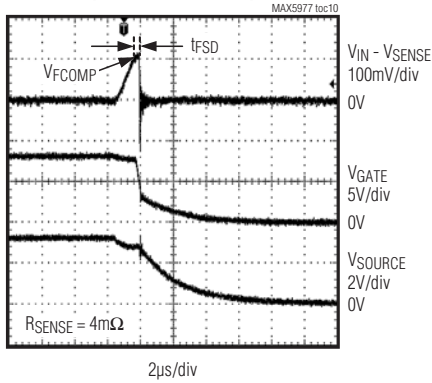


1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

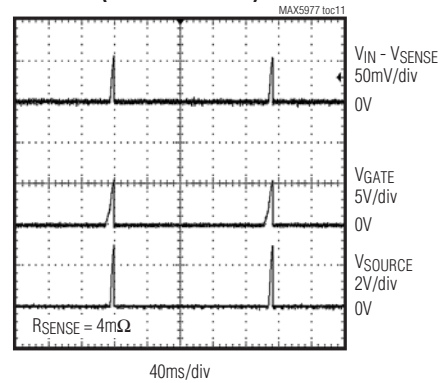
典型工作特性(续)

($V_{PWR} = V_{IN} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, $R_{FCOMP} = R_{SCOMP} = 2k\Omega$, $R_{GATE} = 1k\Omega$, $C_{GATE} = 330nF$, $C_{REG} = 1\mu F$, unless otherwise noted.)

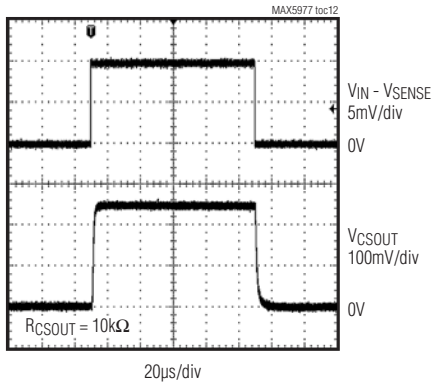
**FAST-COMPARATOR RESPONSE TIME
(10mV OVERDRIVE)**



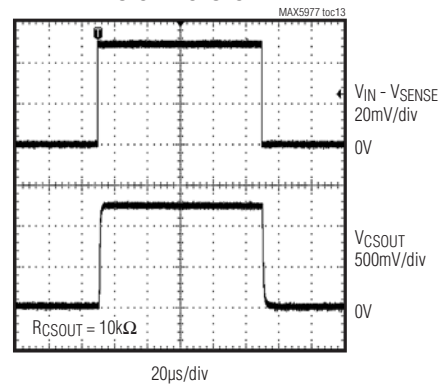
**FAULT RETRY TIME
(MAX5977B ONLY)**



**I_{CSOUT} SMALL-SIGNAL
PULSE RESPONSE**



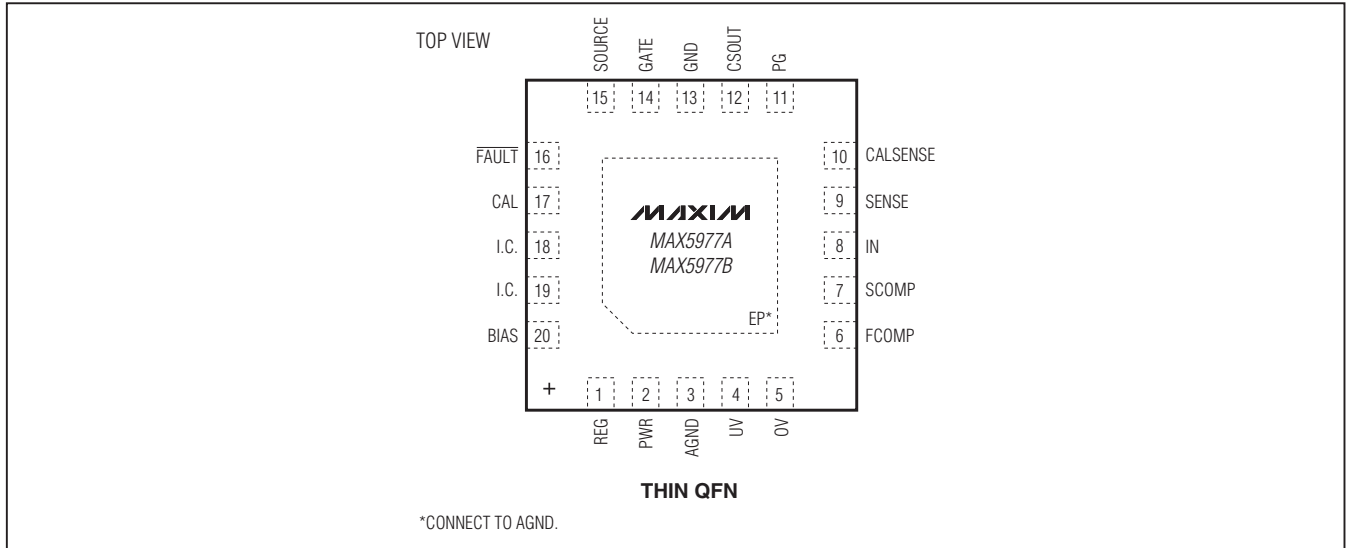
**I_{CSOUT} LARGE-SIGNAL
PULSE RESPONSE**



1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

引脚配置

MAX5977A/MAX5977B

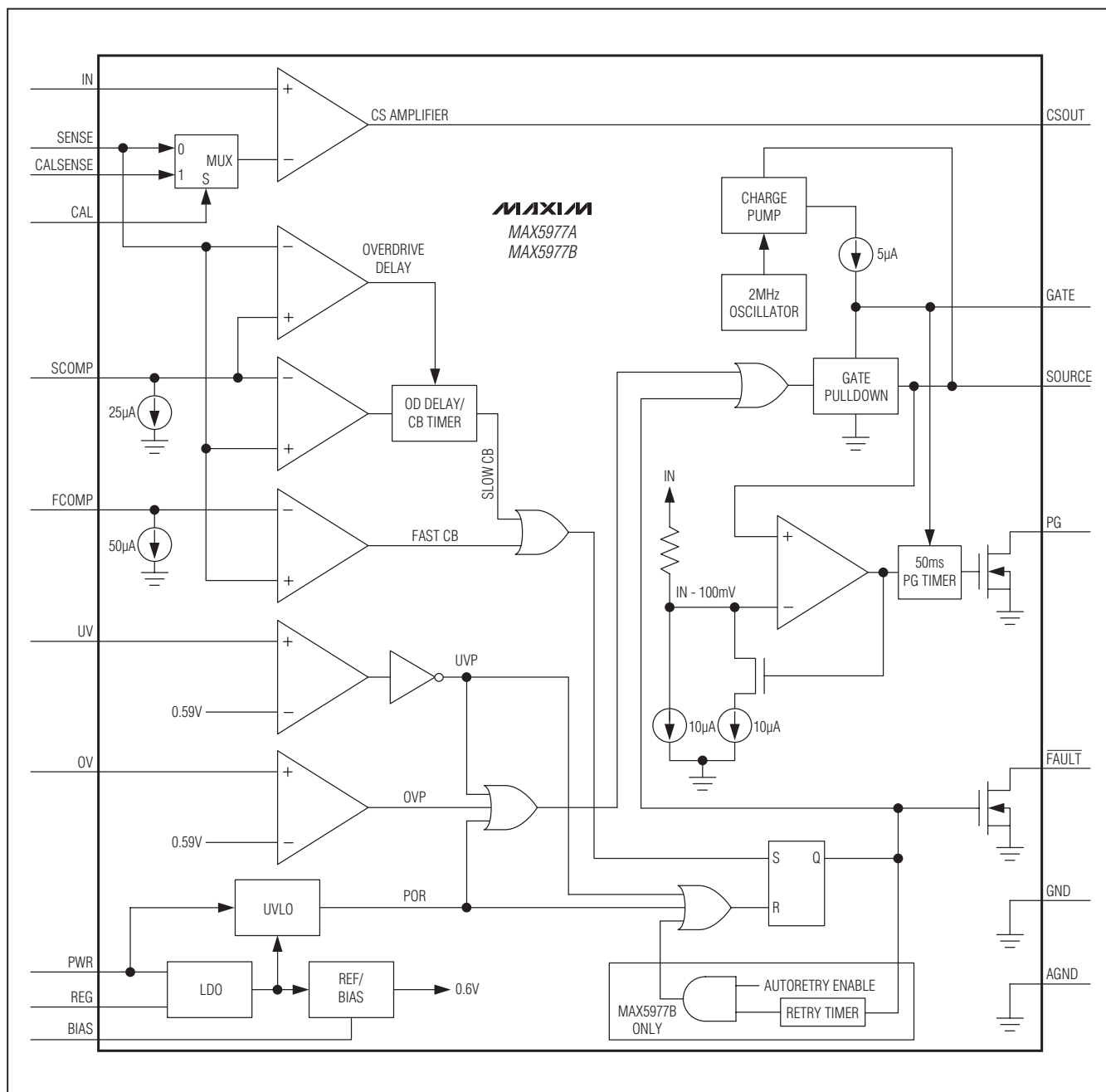


引脚说明

引脚	名称	功能
1	REG	稳压器输出，通过一个1 μ F电容旁路REG。
2	PWR	电源输入，通过一个0.1 μ F或更大容值的电容旁路PWR。
3	AGND	模拟地。
4	UV	高电平有效、高精度开启输入。UV用于开启/关断输出，设置输入欠压锁定门限。
5	OV	低电平有效、高精度开启输入。OV用于开启/关断输出，设置输入过压锁定门限。
6	FCOMP	快速断路器比较器输入。利用连接在FCOMP至IN的电阻设置快速触发断路器门限。
7	SCOMP	低速断路器比较器输入。利用连接在SCOMP至IN的电阻设置低速触发断路器门限。
8	IN	热插拔电压监测输入。
9	SENSE	电流检测电压输入。通过IN和SENSE之间外置检流电阻两端的电压测量通道电流。
10	CALSENSE	校准电压输入。
11	PG	高电平有效电源就绪开漏输出。
12	CSOUT	跨导电流检测放大器输出。CSOUT输出电流是SENSE和IN之间的测量电压与跨导增益(2500 μ S，典型值)的乘积。
13	GND	地。
14	GATE	栅极驱动输出。将GATE连接至外部n沟道MOSFET开关的栅极。
15	SOURCE	MOSFET源极电压输入。将SOURCE连接至外部n沟道MOSFET的源极。
16	FAULT	低电平有效、漏极开路故障输出。发生过流时，FAULT拉低。
17	CAL	校准模式选择输入。
18, 19	I.C.	内部已连接，连接至地。
20	BIAS	偏置输入，连接BIAS与REG。
—	EP	裸焊盘，连接至AGND。

1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

功能框图



1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

详细说明

该系列热插拔控制器为1V至16V单电源供电系统提供电子断路器保护和高精度电流检测功能。可编程欠压和过压保护功能在内部栅极驱动器开启外部n沟道MOSFET之前，对电源电压进行鉴定。

VariableSpeed/BiLevel故障等级可通过外部电阻设置，提供低速和快速断路器保护功能。跨导电流检测放大器能够提供连续的高精度电流监测，并提供生产测试校准模式。

可编程欠压和过压保护

当UV端电压高于590mV、OV端电压低于590mV时，可编程欠压和过压保护电路将使能热插拔通道。使能热插拔通道后，如果OV端电压超过590mV门限值，热插拔通道则被关闭。

栅极驱动器

集成5V电荷泵为器件的栅极驱动器输出供电，能够在正常工作时充分导通外部n沟道MOSFET。GATE引脚的5 μ A（典型值）电流源为外部n沟道MOSFET的栅-源电容缓慢充电，使其相对于SOURCE输入的电压达到5V（典型值）。

可编程快速触发和低速 触发过流断路器

在开启通道的正常工作条件下，两个模拟比较器对IN和SENSE之间的外部检流电阻(R_{SENSE})两端的电压与IN和FCOMP、IN和SCOMP之间外部过流断路器门限设定电阻两端的电压进行对比，以检测过流情况。利用FCOMP和SCOMP输入端的高精度电流源设定这些门限。

如果检流电阻两端的电压低于快速触发和低速触发过流断路器门限，GATE输出将保持为高电平。如果由于过流故障导致电压超过任意一个门限值，GATE输出则通过500mA吸电流下拉至SOURCE，FAULT和PG输出置为低电平。

检测电压上升到快速断路器门限以上时，器件将在200ns（典型值）时间内关断外部MOSFET。

检测电压上升至低速断路器门限以上时，内置定时器将开始计时。如果检测电压连续超出低速断路器门限，而且持续时间达到了定时器超时周期，器件将关断外部MOSFET。如果超出低速电流比较器门限1mV，低速断路器定时器将在1ms（典型值）内开始计时；如果超过50mV，定时器则在130 μ s（典型值）内开始计时。

电流检测放大器

集成跨导电流检测放大器在10mV至50mV输入电压范围内具有误差低于1%的高精度性能，可对负载电流进行持续监测。将连接在IN和SENSE之间的外部检流电阻两端的检测电压乘以放大器的跨导增益(2500 μ S，典型值)，从而得到CSOUT的电流输出。

校准模式

当校准模式选择输入CAL为高电平时，器件的校准模式会绕过跨导放大器输入，测量IN与CALSENSE之间的电压。

这样可使用户将已知的校准电压作用到电流检测放大器输入，该电压对应于实际的满量程检测电压。校准模式下，电流检测放大器只测量IN与CALSENSE之间的校准电压。

校准模式完全异步，不会中断断路器的门限比较操作。一旦进入校准模式，在CAL输入变为低电平之前，不会终止校准。这样可以在校准模式下，通过施加多个校准电压对多个电压进行校准。

故障输出

发生低速或快速比较器限流故障时，FAULT输出低电平。

MAX5977A在故障模式下将会闭锁，只有通过触发上电复位或将UV拉至590mV以下重新复位器件才能脱离闭锁状态。

MAX5977B在自动重试定时器达到175ms后，重新使能热插拔输出，如果故障条件消失并且满足启动条件，FAULT将被拉至高电平。

1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

电源就绪输出

高电平有效的漏极开路输出PG用于指示输出的电源就绪状态。如果输入电压满足启动时的欠压和过压要求、 $V_{IN} - V_{SOURCE}$ 低于100mV并且 $V_{GATE} - V_{SOURCE}$ 大于4V，将启动PG定时器。50ms PG定时器超时后，PG置为高电平。

应用信息

欠压和过压保护

欠压和过压保护功能可由三个串联电阻(R1、R2和R3)构成的分压器进行设置。电阻值的选择应确保串联电流 I_S 大于5 μ A。然后可通过下面的等式，以及 *Electrical Characteristics* 表规定的过压门限(V_{OVR})、欠压门限(V_{UVR})和过压滞回(V_{OVHYS})计算电阻值：

$$R3 = \frac{V_{OVR}}{I_S}$$

$$R2 = \left(\frac{V_{IN,OV} \times V_{UVR}}{V_{IN,UV} \times (V_{OVR} - V_{OVHYS})} - 1 \right) \times R3$$

$$R1 = \left(\frac{V_{IN,UV}}{V_{UVR}} - 1 \right) \times (R2 + R3)$$

其中， $V_{IN,UV}$ 和 $V_{IN,OV}$ 为热插拔输入电压IN所要求的欠压和过压门限。

可编程低速和快速电流限制

通过连接在 R_{SENSE} 高边与SCOMP和FCOMP之间的电阻设置低速和快速电流限制门限。利用下面的等式设定电流限制门限：

$$R_{SCOMP} = \frac{I_{SENSE, SCOMP} \times R_{SENSE}}{25\mu A}$$

并且：

$$R_{FCOMP} = \frac{I_{SENSE, FCOMP} \times R_{SENSE}}{50\mu A}$$

其中， I_{SENSE_COMP} 为低速或快速电流限制所要求的断路器限流值。

启动序列

如果满足通道开启的所有条件，典型值为5V的栅-源电压将使外部n沟道MOSFET开关完全导通，以确保获得低漏-源电阻。电荷泵在GATE端源出5 μ A电流，控制输出电压导通的压摆率。必须在GATE与地之间增加外部电容，以进一步降低压摆率。将1k Ω 电阻与该电容串联，可防止增加的电容延长栅极关断时间。栅极电压摆率 dV/dt 与负载电容的乘积与负载电流相加将得到总浪涌电流。

用GATE上拉电流 I_{GATEPU} 除以GATE与地之间的电容，可以得到启动过程中的输出 dV/dt 。外部MOSFET的源极电压随栅极电压变化，因此负载的 dV/dt 与栅极 dV/dt 相同。浪涌电流是 dV/dt 与负载电容的乘积。用热插拔电压 V_{IN} 除以输出 dV/dt 得到启动时间 t_{SU} 。

确保所选的外部MOSFET能够满足启动过程中的功率耗散要求。浪涌电流在启动过程中大致保持不变，而MOSFET的(漏-源)压降与负载电容电荷成线性反比关系。因此，功耗与幅度为($V_{IN} \times$ 浪涌电流)/2、持续时间为 t_{SU} 的单脉冲功耗大致相等。请参考MOSFET数据资料中的热阻参数，确定启动过程中的结温升高情况，确保该温升不会超过最差环境条件下的最大结温。

跨导电流检测放大器

检流电阻 R_{SENSE} 必须连接在IN和SENSE之间，以检测流入负载的平均电流。 R_{SENSE} 的压降应低于或等于低速电流限制门限，因此应根据下式选择 R_{SENSE} ：

$$R_{SENSE} \times I_{SENSE,FS} \leq V_{SCOMP}$$

其中， $I_{SENSE,FS}$ 是流入负载的满幅电流， V_{SCOMP} 是低速电流限制门限。应采用开尔文检测连接方式将 R_{SENSE} 连接至IN和SENSE。

1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

输出电阻 R_{CSOUT} 必须连接在跨导电流检测放大器输出端 $CSOUT$ 与 $AGND$ 之间。放大器的跨导 G_M 通常为 $2500\mu S$ ：

$$R_{CSOUT} \times G_M \times V_{SENSE, FS} \leq 2.5V$$

n沟道MOSFET选择

根据具体应用的电流大小选择外部n沟道MOSFET。应选择导通电阻($R_{DS(ON)}$)足够低的MOSFET，以确保满载条件下的压降最低，从而限制MOSFET的功耗。如果存在脉冲负载，较高的 $R_{DS(ON)}$ 会产生输出纹波。需确保器件的功率额定值能够承受启动和自动重试模式下的电路板短路情况(参见MOSFET热性能考虑部分)。

MAX5977A的故障闭锁功能允许采用额定功率较低的MOSFET。通常，MOSFET能够承受功耗高于封装额定值的单稳态脉冲。

MOSFET热性能考虑

正常运行时，外部MOSFET的功耗极低。MOSFET完全导通时，其导通电阻 $R_{DS(ON)}$ 很低。正常工作时的功耗为 $P_D = I_{LOAD}^2 \times R_{DS(ON)}$ 。当MOSFET位于线性区域时，在导通和关断的瞬间会出现最大功耗。此外还需要考虑发生连续短路故障的最差情况，分别考虑以下两种情况：

- 1) 发生故障后闭锁器件的单次导通(MAX5977A)。
- 2) 发生故障后连续自动重试(MAX5977B)。

MOSFET制造商通常会考虑结至环境的热阻($R_{\theta JA}$)和结至外壳的热阻($R_{\theta JC}$)，这些参数决定了启动时间和重试占空比($d = t_{SU}/(t_{SU} + t_{RETRY})$)。通过下式计算所需的瞬态热阻：

$$Z_{\theta JA(MAX)} \leq \frac{T_{JMAX} \times T_A}{V_{IN} \times I_{INRUSH}}$$

布局注意事项

为充分利用输出故障条件的开关响应时间，很重要的一点是确保所有引线尽可能短，并使大电流引线的宽度最大化，从而降低不良寄生电阻和电感的影响。将器件靠近板卡连接器安装并使用 $0.01\mu F$ 电容连接至 GND ，电容应尽可能靠近 V_{IN} 放置。使用地平面以最大程度地降低阻抗和电感。使检测电阻的引线长度尽可能短，并确保利用开尔文连接实现精确的电流检测。

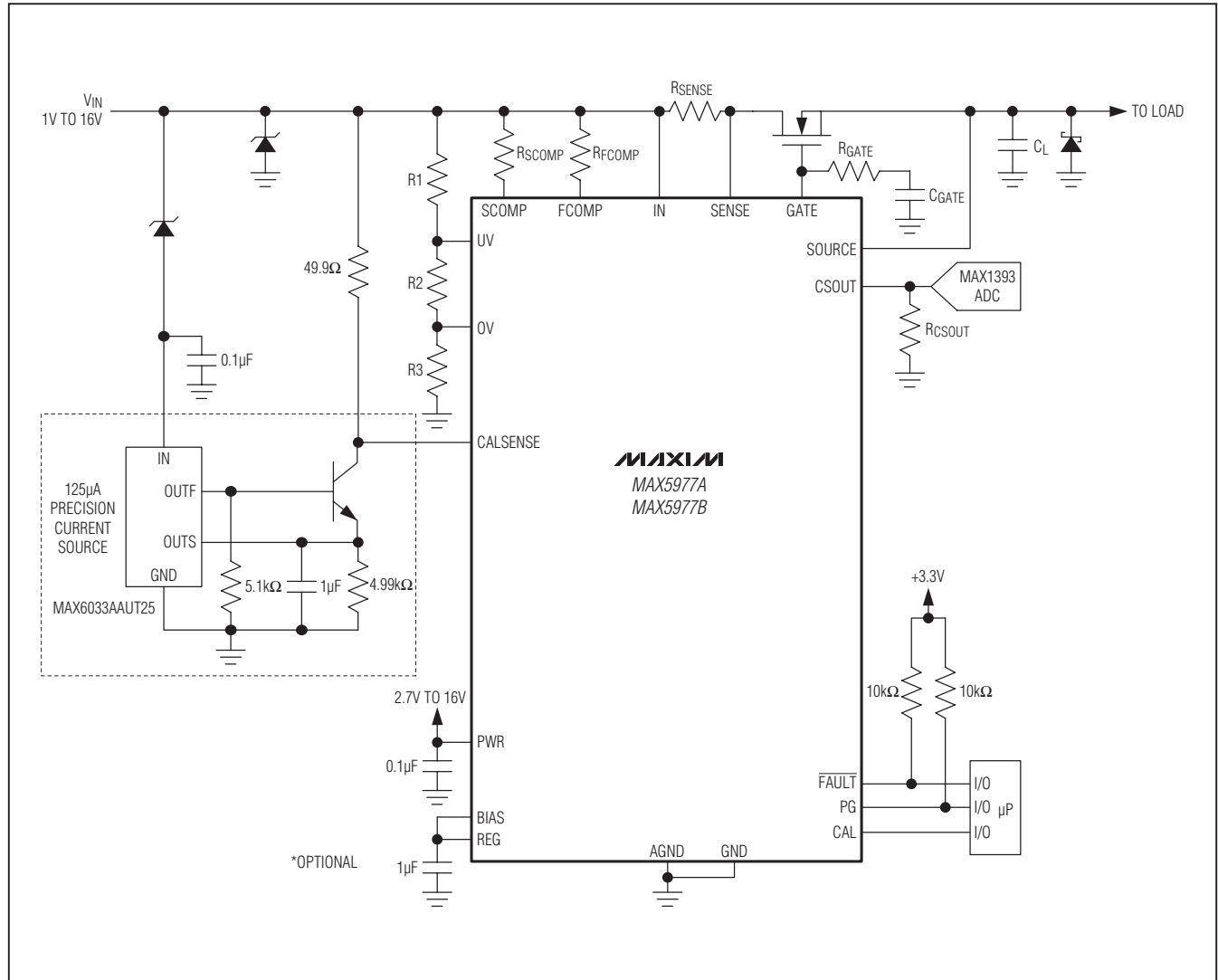
输出发生短路时，外部MOSFET的压降会变大。因此，开关的功耗会增大，管芯温度也会升高。在MOSFET封装下方的电路板两侧放置两个覆铜焊盘可有效改善表贴封装的散热能力。通过过孔将这两个焊盘连接至地平面，电路板顶层使用扩大的覆铜焊盘。

相关器件

器件	说明
MAX5970	0至16V、双通道热插拔控制器，带有10位电流和电压监测器以及4路LED驱动器
MAX5978	0至16V、单通道热插拔控制器，带有10位电流和电压监测器以及4路LED驱动器

1V至16V、单通道、热插拔控制器， 提供高精度电流检测输出

典型应用电路



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
20 TQFN-EP	T2044+3	21-0139	90-0037

1V至16V、单通道、热插拔控制器，
提供高精度电流检测输出

修订历史

MAX5977A/MAX5977B

修订号	修订日期	说明	修改页
0	9/10	最初版本。	—
1	1/11	在 <i>Electrical Characteristics</i> 表中修改了检流放大器的参数。	3

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 13