

高精度、可调节1A过流/过压保护器

概述

MAX14588为可调节过压、过流保护器，理想用于系统保护，可承受高达±40V的正、负输入电压，内置190mΩ (典型值) R_{ON}开关FET。

器件的过压调节保护范围为：6V至36V，欠压调节保护范围为：4.5V至24V。过压锁定(OVLO)和欠压锁定(UVLO)门限可通过外部电阻设置。工厂预设内部OVLO门限为33V (典型值)，预设内部UVLO门限为19V (典型值)。

MAX14588还具有高达1A的可编程限流保护功能。发生过流事件时，器件的故障响应可设置为自动重试、闭锁或连续限流。电流达到门限值时，如果器件设置为自动重试模式，MAX14588即在21ms (典型值)屏蔽时间后关断，并在重试周期内保持关断状态；如果设置为锁定模式，器件则在屏蔽时间后闭锁；如果设置为连续响应模式，器件则连续保持限流状态。MAX14588还具有反向电流保护和热关断保护。

MAX14588采用小尺寸、16引脚(3mm x 3mm) TQFN封装，工作在-40°C至+125°C扩展级温度范围。

订购信息在数据资料的最后给出。

相关型号以及配合该器件使用的推荐产品，请参见：china.maximintegrated.com/MAX14588.related。

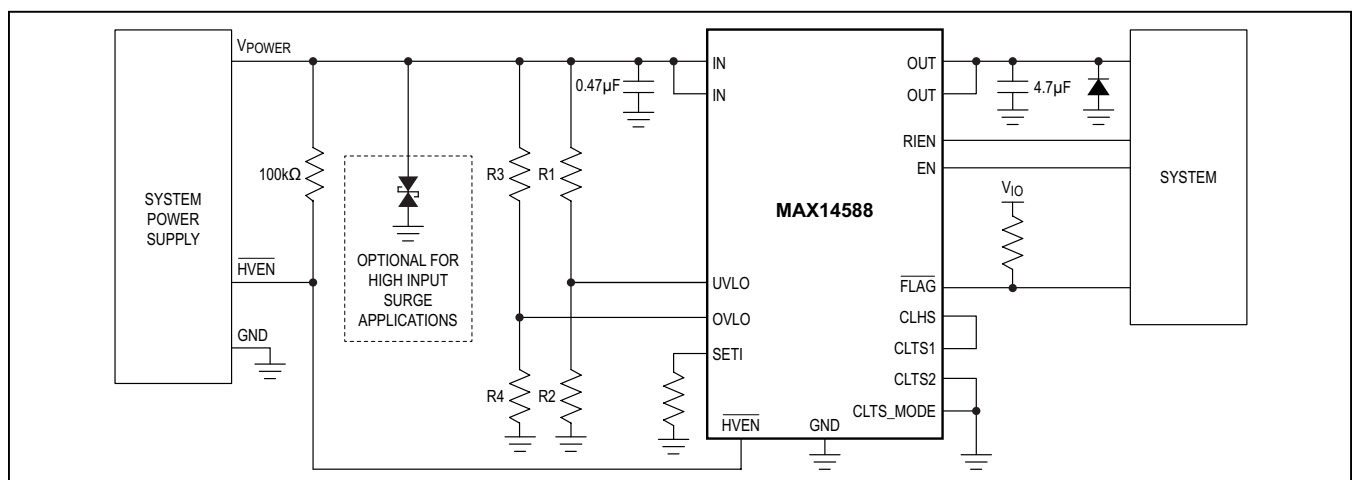
优势和特性

- 可靠的工业电源保护
 - 宽输入电压范围：+4.5V至+36V
 - 可承受低至-36V的负向电压
 - 低R_{ON}：190mΩ (典型值)
 - 反向电流控制输入
 - 热过载保护
 - -40°C至+125°C扩展级温度范围
- 灵活的设计选择
 - 可调节OVLO和UVLO门限
 - 可编程反向限流：0.15A至1A
 - 可编程过流故障响应：自动重试、闭锁和连续限流
 - 双使能输入：EN和高压HVEN
- 节省空间
 - 16引脚、3mm x 3mm、TQFN封装

应用

- 传感器系统
- 状态监测
- 工厂传感器
- 过程分析
- 过程检测仪表
- 称重与计量系统

典型工作电路



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.maximintegrated.com。

高精度、可调节1A过流/过压保护器

Absolute Maximum Ratings

(All voltages referenced to GND.)

IN to GND	-40V to +40V	I _{IN} (DC Operating)(Note 1)	1.0A
IN to OUT	-40V to +40V	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
OUT	-0.3V to +40V	TQFN (derate 20.8mW/°C above +70°C)	1667mW
HVEN	-40V to +40V	Operating Temperature Range	-40°C to +125°C
OVLO, UVLO, FLAG, EN, RIEN,		Maximum Junction Temperature	+150°C
CLTS1, CLTS2, CLTS_MODE	-0.3V to +6V	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
SETI	-0.3V to min(V _{IN} , 1.22V)+0.3V	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
CLHS	-0.3V to min(V _{IN} , 5V)+0.3V	Soldering Temperature (reflow)	+260°C

Note 1: DC current is also limited by the thermal design of the system.

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.

Package Thermal Characteristics (Note 2)

TQFN

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA}) 48°C/W Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC}) 10°C/W

Note 2: 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.maximintegrated.com/thermal-tutorial.

Electrical Characteristics

(V_{IN} = 4.5V to 36V, T_A = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{IN} = 24V, R_{SETI} = 12kΩ, T_A = +25°C.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
IN Voltage	V _{IN}		4.5		36	V
Shutdown IN Current	I _{SHDN}	V _{EN} = 0V, V _{HVEN} = 5V		6.6	16	μA
Shutdown OUT Current	I _{OFF}	V _{EN} = 0V, V _{HVEN} = 5V, V _{OUT} = 0V		0.1	2	μA
Reverse IN Current	I _{IN_RVS}	V _{IN} = -40V, V _{OUT} = V _{GND} = 0V	-35	-21		μA
Supply Current	I _{IN}	V _{IN} = 15V, V _{HVEN} = 0V		530	800	μA
Internal Overvoltage Trip Level	V _{OVLO}	V _{IN} rising	32	33	34.3	V
		V _{IN} falling	30.3	32	33.7	
Internal Undervoltage Trip Level	V _{UVLO}	V _{IN} falling	17.5	18.5	19.5	V
		V _{IN} rising	18.2	19.2	20.2	
Overvoltage Lockout Hysteresis		% of typical OVLO		3		%
External OVLO Adjustment Range		(Note 4)	6		36	V
External OVLO Select Threshold Voltage	V _{SEL_OVLO}		0.3	0.4	0.5	V
External OVLO Leakage	I _{OVLO_LEAK}	V _{OVLO} < 1.2V	-100		+100	nA
External UVLO Adjustment Range		(Note 4)	4.5		24	V
External UVLO Select Threshold Voltage	V _{SEL_UVLO}		0.3	0.4	0.5	V

高精度、可调节1A过流/过压保护器

Electrical Characteristics (continued)

(V_{IN} = 4.5V to 36V, T_A = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{IN} = 24V, R_{SET1} = 12kΩ, T_A = +25°C.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
External UVLO Leakage	I _{UVLO_LEAK}	V _{UVLO} < 1.2V	-100		+100	nA
BG Reference Voltage	V _{BG}		1.196	1.220	1.247	V
CLHS Voltage	V _{CLHS}	Source 100μA	23	3.5		V
INTERNAL FETs						
Internal FETs On-Resistance	R _{ON}	I _{LOAD} = 100mA, V _{IN} ≥ 8V		190	370	mΩ
Current-Limit Adjustment Range	I _{LIM}		0.15		1.0	A
Current-Limit Accuracy		0.15A ≤ I _{LIM} < 0.3A	-20		+20	%
		0.3A ≤ I _{LIM} < 1.0A	-10		+10	
FLAG Assertion Drop Voltage Threshold	V _{FA}	Increase (V _{IN} - V _{OUT}) drop until FLAG asserts, V _{IN} = 24V	400	600	800	mV
FLAG Output Logic-Low Voltage		I _{SINK} = 1mA			0.4	V
FLAG Output Leakage Current		V _{IN} = V _{FLAG} = 5V, flag deasserted			2	μA
Reverse-Current Blocking Threshold	V _{RIB}	V _{OUT} - V _{IN}	25	100	250	mV
Reverse-Blocking Supply Current	I _{RBL}	V _{OUT} - V _{IN} > 130mV, current into OUT		430	700	μA
LOGIC INPUTS						
HVEN Threshold Voltage	V _{HVENTH}		1	2	3.5	V
HVEN Threshold Hysteresis				2		%
HVEN Input Current	I _{HVEN_}	V _{HVEN} = 36V		26	41	μA
HVEN Input Reverse Current	I _{HVEN_R}	V _{IN} = V _{HVEN} = -36V	-43	-28		μA
EN, RIEN, CLTS1, CLTS2, CLTS_MODE Input Logic-High	V _{IH}		1.4			V
EN, RIEN, CLTS1, CLTS2, CLTS_MODE Input Logic-Low	V _{IL}				0.4	V
EN, RIEN, CLTS1, CLTS2, CLTS_MODE Input Leakage Current	I _{LEAK}	V _{LOGIC} = 5V	-1		+1	μA
DYNAMIC (NOTE 5)						
Switch Turn-On Time	t _{ON}	From OFF to ON (see Table 2), R _{LOAD} = 240Ω, C _{OUT} = 470μF		500		μs
Switch Turn-Off Time	t _{OFF}	From ON to OFF (see Table 2), R _{LOAD} = 47Ω, C _{OUT} = 1μF		3		μs
Overvoltage Switch Turn-Off Time	t _{OFF_OVP}	From (V _{IN} > V _{OVLO}) to (V _{OUT} = 80% of V _{IN_OVLO}), R _{LOAD} = 47Ω		3		μs
Overcurrent Switch Turn-Off Time	t _{OFF_OCP}	After t _{BLANK}		3		μs

高精度、可调节1A过流/过压保护器

Electrical Characteristics (continued)

($V_{IN} = 4.5V$ to $36V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{IN} = 24V$, $R_{SET1} = 12k\Omega$, $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
IN Debounce Time	t_{DEB}	From ($V_{IN_UVLO} < V_{IN} < V_{IN_OVLO}$) and ($EN = \text{high}$ or $HVEN = \text{low}$) to $V_{OUT} = 10\%$ of V_{IN}	14	16.5	19	ms
Blanking Time	t_{BLANK}		17.8	21	24.1	ms
Autoretry Time	t_{RETRY}	After blanking time from $I_{OUT} > I_{LIM}$ to FLAG deasserted	527	620	713	ms
THERMAL PROTECTION						
Thermal Shutdown				150		$^{\circ}C$
Thermal Shutdown Hysteresis				30		$^{\circ}C$

Note 3: All devices are 100% production tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Specifications over the operating temperature range are guaranteed by design.

Note 4: All timing is measured using 20% and 80% levels.

时序图

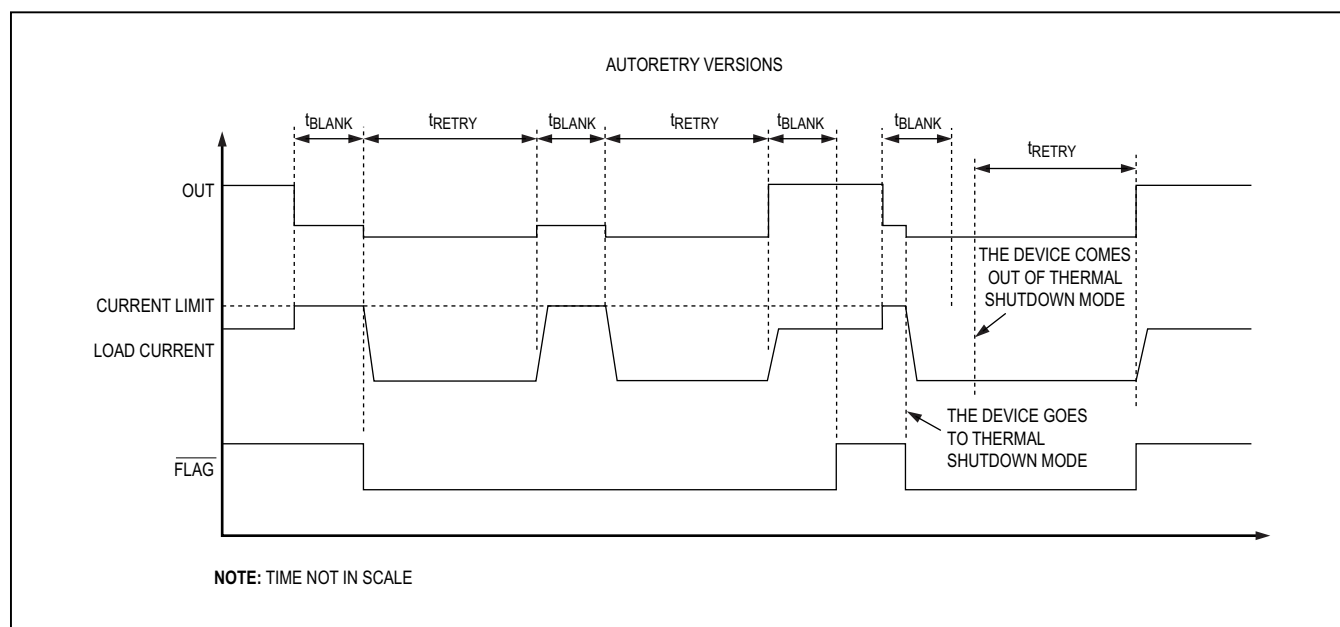


图 1. 故障状态下的自动重试时序

高精度、可调节1A过流/过压保护器

时序图(续)

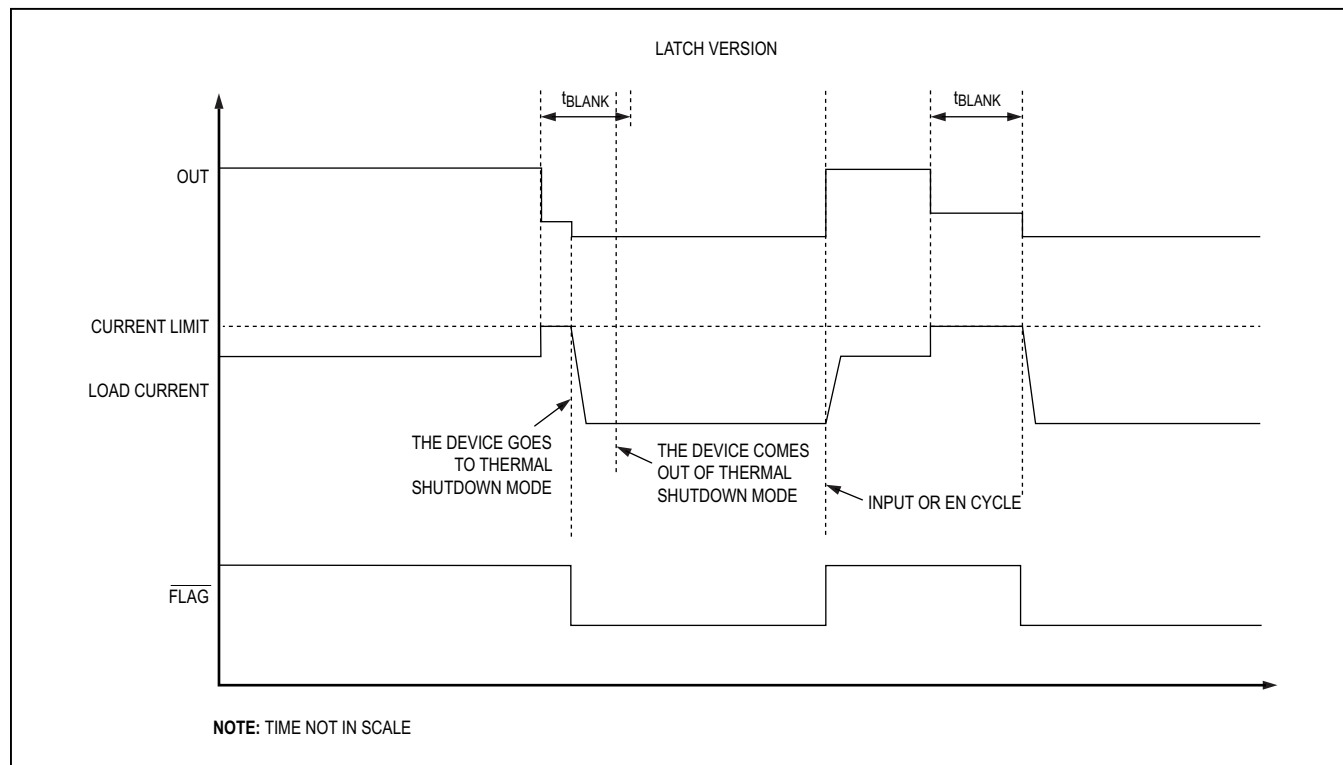


图 2. 故障闭锁时序

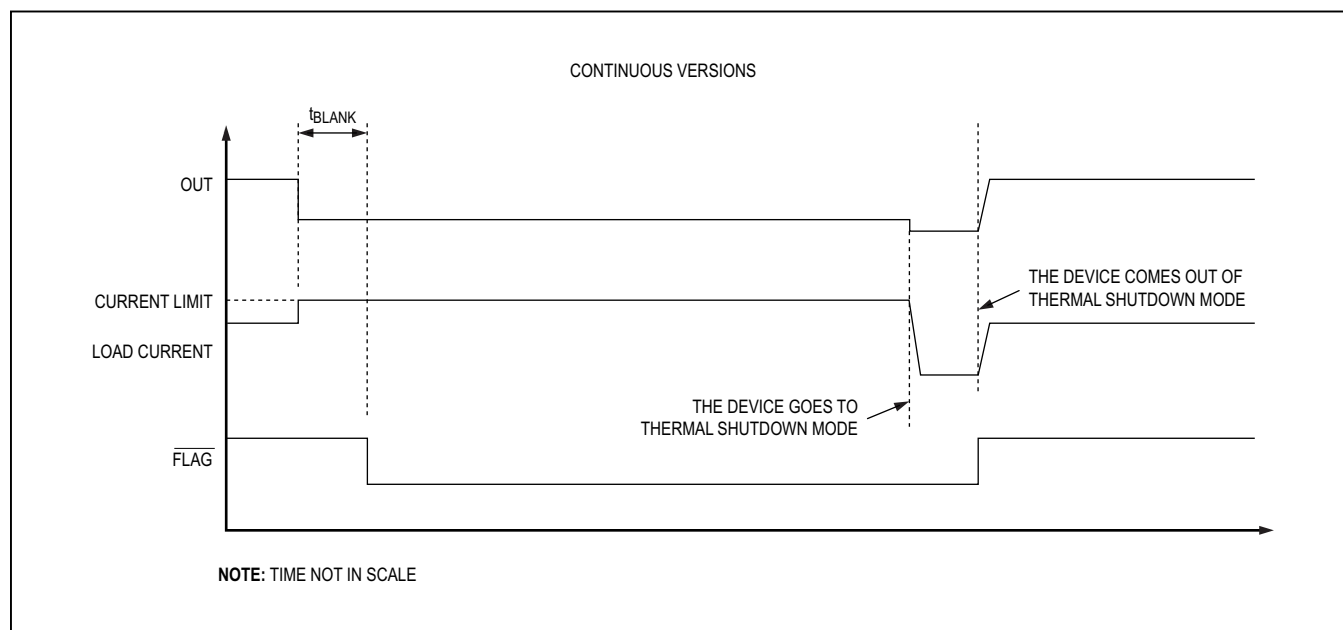


图 3. 故障状态下连续限流

高精度、可调节1A过流/过压保护器

时序图(续)

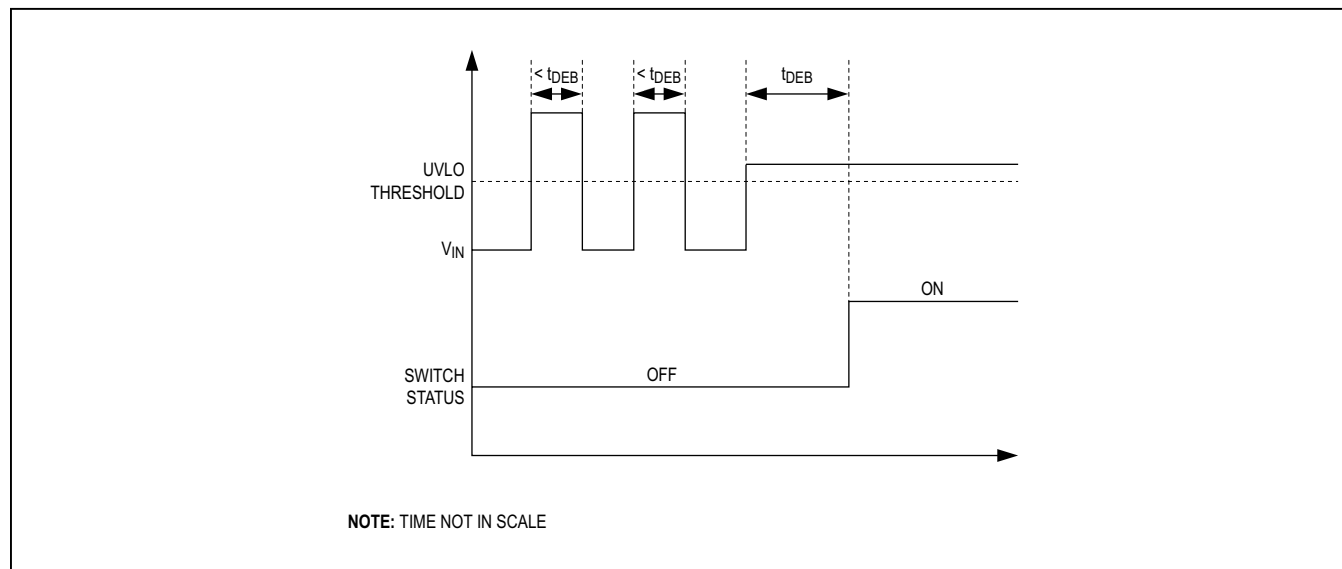
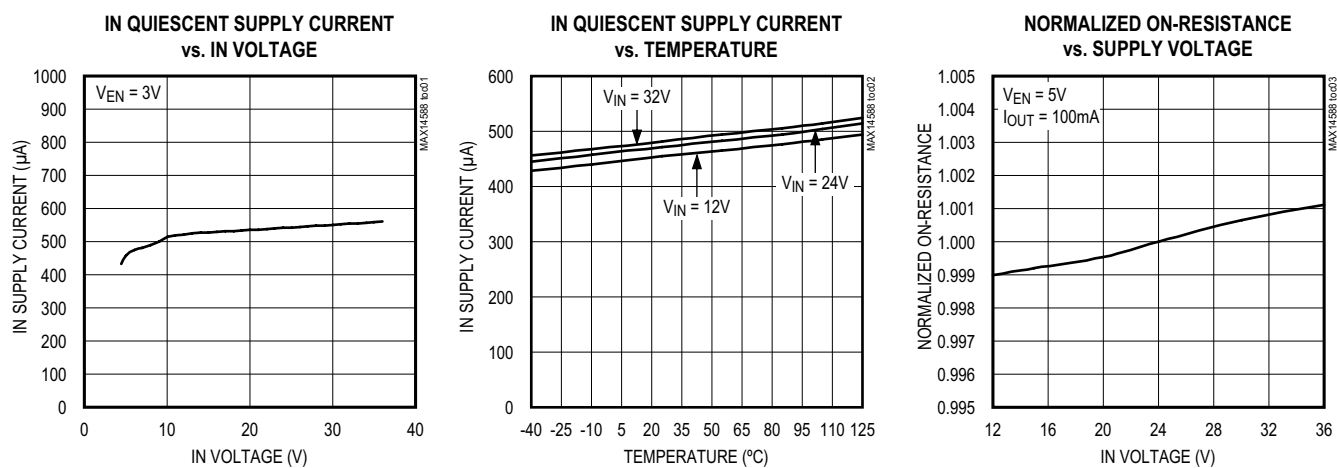


图 4. 去抖定时

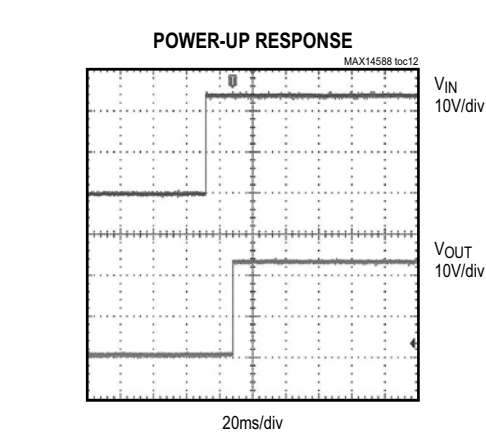
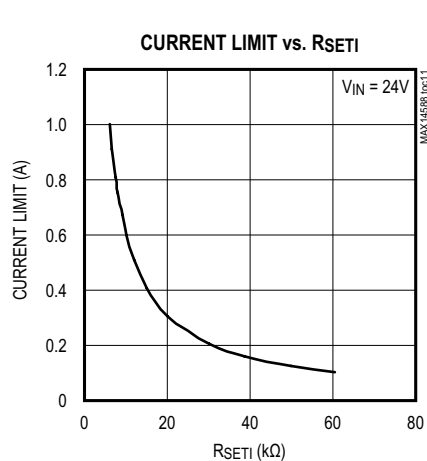
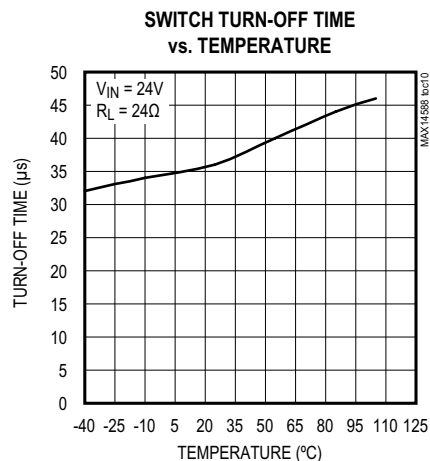
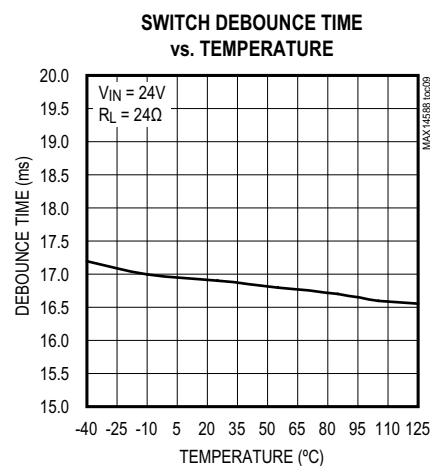
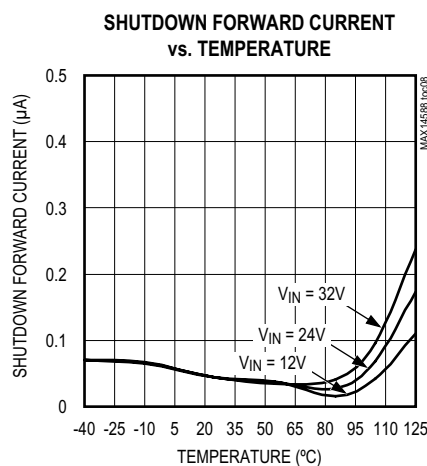
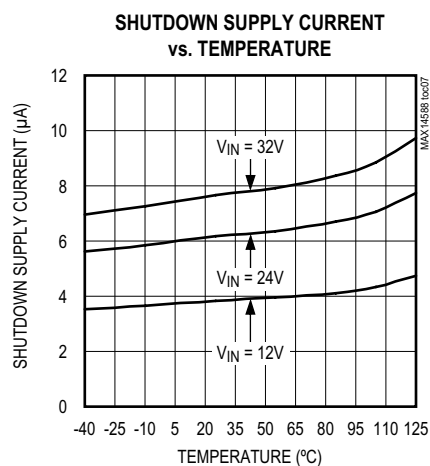
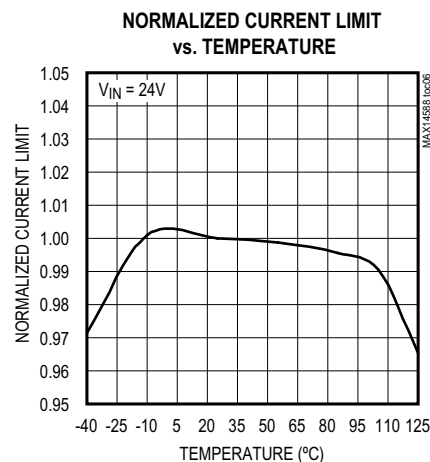
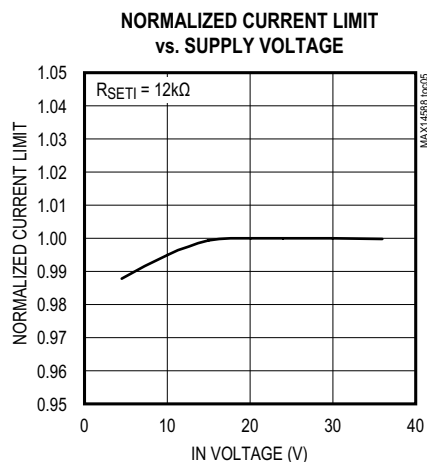
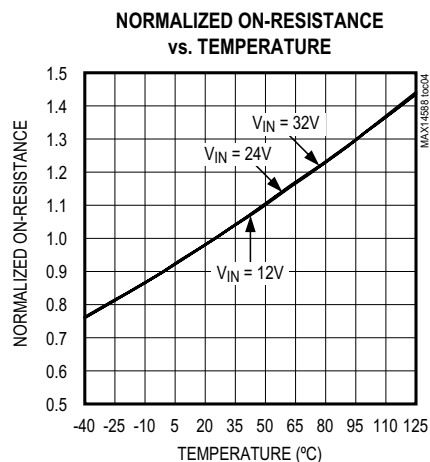
典型工作特性

(C_{IN} = 1μF, C_{OUT} = 1μF, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

高精度、可调节1A过流/过压保护器

典型工作特性(续)

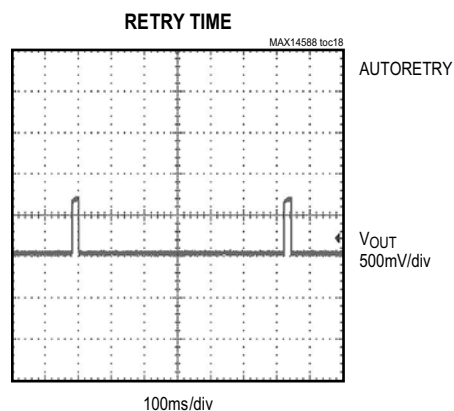
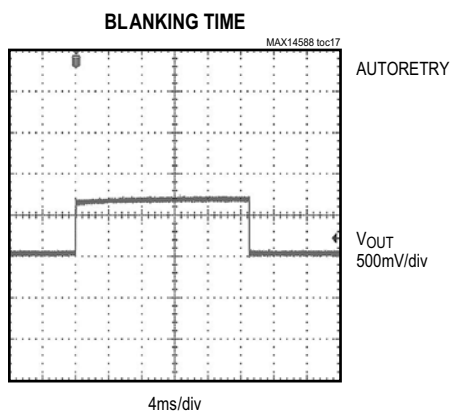
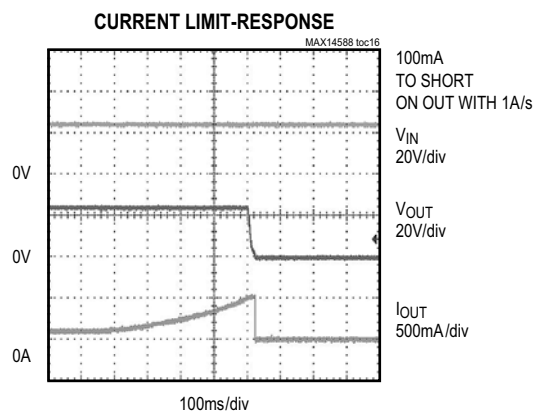
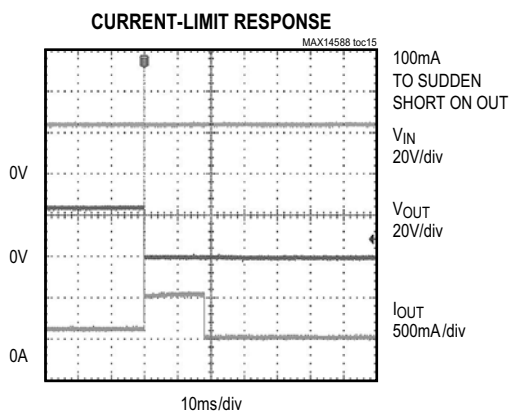
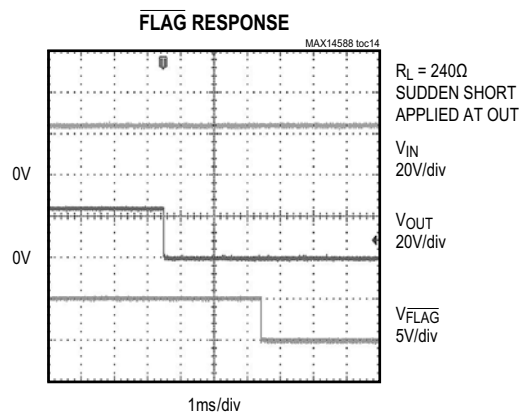
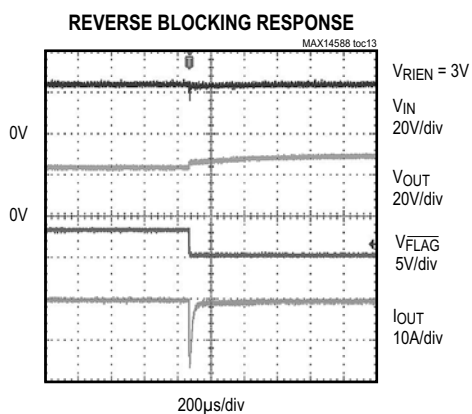
($C_{IN} = 1\mu F$, $C_{OUT} = 1\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



高精度、可调节1A过流/过压保护器

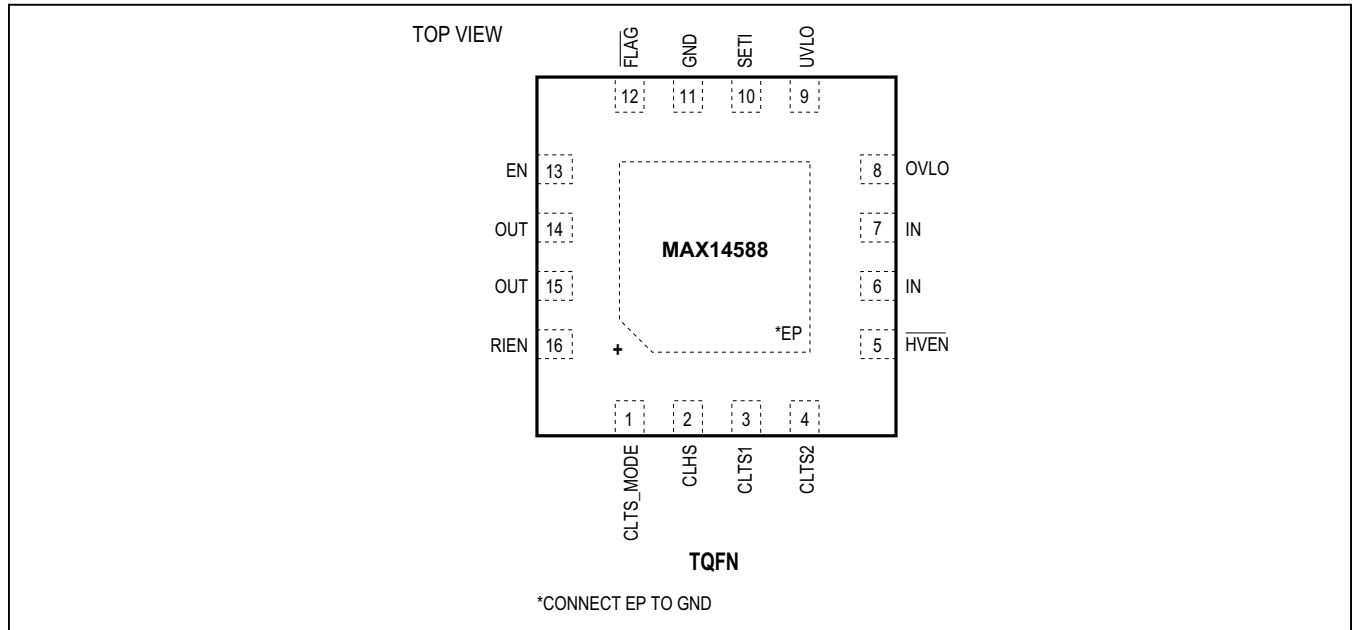
典型工作特性(续)

($C_{IN} = 1\mu F$, $C_{OUT} = 1\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



高精度、可调节1A过流/过压保护器

引脚配置



引脚说明

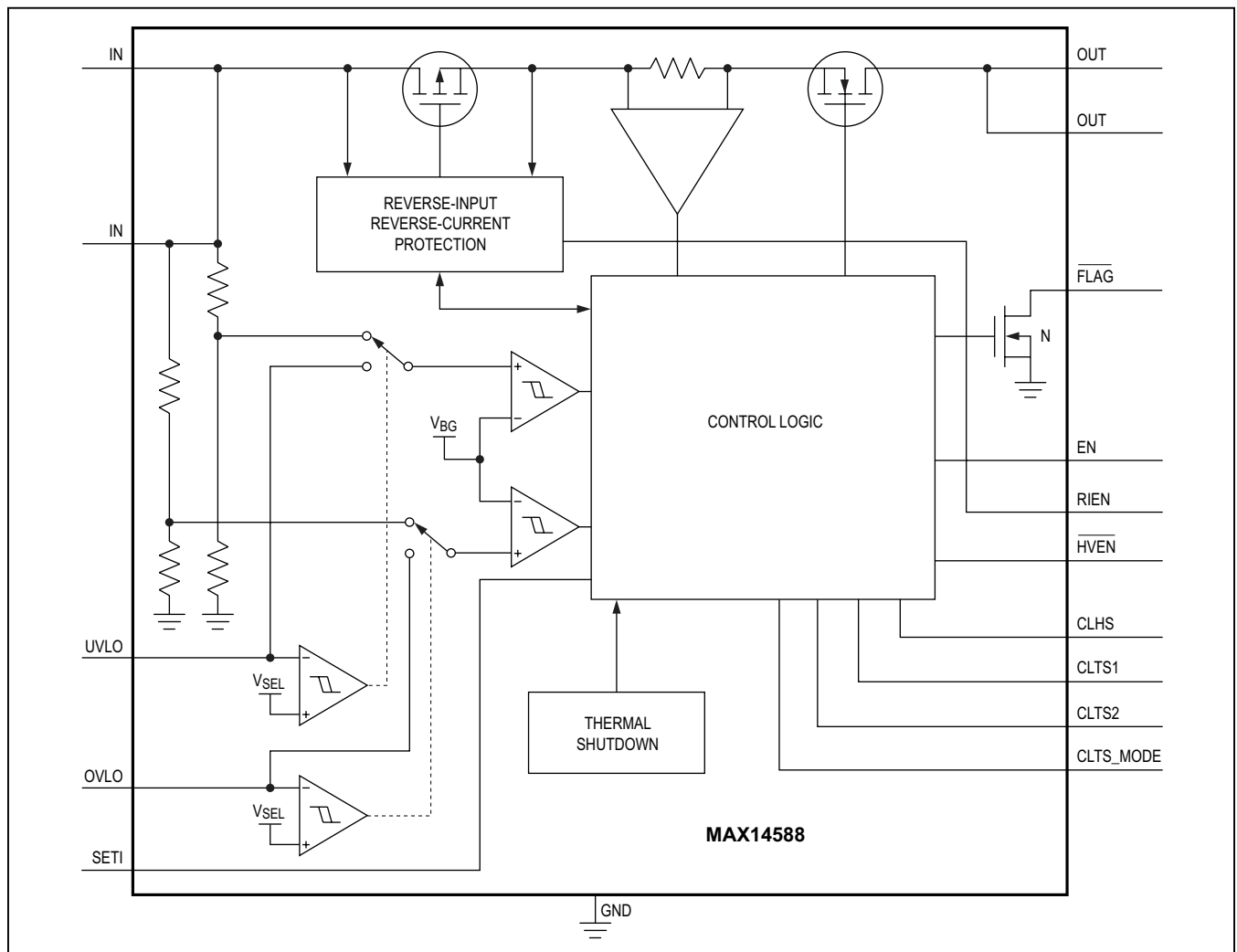
引脚	名称	功能
1	CLTS_MODE	限流类型选择模式。 CLTS_MODE = 0: 只有 $(V_{IN} - V_{OUT}) < 0.6V$ 时采样 CLTS1 和 CLTS2。 CLTS_MODE = 1: 连续采样 CLTS1 和 CLTS2。
2	CLHS	限流类型选择逻辑高电平电压。将 CLTS_MODE/CLTS1/CLTS2 连接至 CLHS 时，为逻辑高电平。
3	CLTS1	限流类型选择1，参见表1。
4	CLTS2	限流类型选择2，参见表1。
5	HVEN	可承受高达36V电压的低电平有效使能输入，参见表2。
6, 7	IN	过压保护输入，利用4.7μF陶瓷电容将IN旁路至地。
8	OVLO	外部可编程过压锁定门限。将OVLO连接至GND时，使用默认的内部OVLO门限；将OVLO连接至外部电阻分压器时，通过外部电阻设置门限，并屏蔽内部预置的OVLO门限。
9	UVLO	外部可编程欠压锁定门限。将UVLO连接至GND时，使用默认的内部UVLO门限；将UVLO连接至外部电阻分压器时，由外部电阻设置门限，并屏蔽内部预置的UVLO门限。
10	SETI	过载限流调节。在SETI和GND之间连接电阻，设置过流门限。SETI必须连接至电阻，如果将SETI连接至GND，则关闭FET，触发/FLAG报警指示。不要在SETI引脚连接大于10pF的电容。
11	GND	地。

高精度、可调节1A过流/过压保护器

引脚说明(续)

引脚	名称	功能
12	FLAG	故障指示开漏输出。故障持续时间超过屏蔽时间、检测到反向电流、触发热关断保护、达到OVLO门限或SETI连接至GND，发生上述条件之一，即可触发FLAG报警。
13	EN	高电平有效使能输入。请参见表2。
14,15	OUT	输出电压，内部FET的输出。利用1μF陶瓷电容将OUT旁路至GND，电容尽量靠近器件放置。
16	RIEN	反向电流保护使能输入。将RIEN连接至GND时，禁止反向电流保护功能。将RIEN连接至逻辑高电平时，激活反向电流保护功能。
—	EP	裸焊盘，将EP连接至地。不要将EP作为唯一的接地点。

功能框图



高精度、可调节1A过流/过压保护器

详细说明

MAX14588为可调节过压和过流保护器，理想用于系统保护，可承受高达±40V的正、负输入电压，内置导通电阻为190mΩ (典型值)的FET。如果输入电压高于OVLO门限或低于UVLO，断开内部FET，以防止损坏被保护电路。如果OVLO或UVLO引脚设置在外部OVLO或UVLO选择门限的电平(VSEL_OVLO、VSEL_UVLO)以下，器件将自动选择内部±5%精度的触发门限，内部OVLO门限预设为33V (典型值)，UVLO门限预设为19V (典型值)。

限流类型选择

CLTS_MODE为低电平时，MAX14588上电时的默认限流类型为连续模式；上电后可通过CLTS1和CLTS2从外部设置限流类型(表1)。CLTS_MODE为高电平时，连续采样CLTS1和CLTS2；CLTS_MODE为低电平时，仅在V_{IN} - V_{OUT} < 0.6V时采样CLTS1和CLTS2。将CLTS1、CLTS2和CLTS_MODE连接至CLHS时为逻辑高，连接至GND时为逻辑低。

自动重试

达到电流门限时，t_{BLANK}定时器开始计数，如果发生过流条件的时间达到t_{BLANK}，触发FLAG；如果过流条件在达到时间t_{BLANK}之前消除，定时器复位。达到时间t_{BLANK}后，立即开始重试延时t_{RETRY}，在t_{RETRY}时间内，FET保持关断。t_{RETRY}结束后，FET再次导通。如果仍然存在故障，则重复该循环，FLAG保持为低电平。故障消除后，FET保持导通。(图1)。

表 1. 限流类型选择

CLTS2	CLTS1	CURRENT-LIMIT TYPE
0	0	LATCH OFF
0	1	AUTORETRY
1	0	CONTINUOUS
1	1	CONTINUOUS

自动重试功能降低了过流或短路条件下的系统功耗。t_{BLANK}期间，当开关导通时，供电电流保持在电流门限以内。t_{RETRY}期间，当开关关断时，没有电流流过开关，所以平均输出电流远远小于所设置的限流值。采用下式计算平均输出电流：

$$I_{\text{LOAD}} = I_{\text{LIM}} \left[\frac{t_{\text{BLANK}}}{t_{\text{BLANK}} + t_{\text{RETRY}}} \right]$$

如果t_{BLANK}为21ms (典型值)，t_{RETRY}为600ms (典型值)，占空比为3.3%，则可节省96.7%的功耗。

闭锁

达到电流门限时，t_{BLANK}定时器开始计数，如果发生过流条件的时间达到t_{BLANK}，触发FLAG；如果过流条件在达到时间t_{BLANK}之前消除，定时器复位。如果过流条件持续时间超过屏蔽时间，开关将关断并保持关断状态。如需复位开关，则要重置控制逻辑EN或HVEN，或关闭输入电压然后重新上电。(图2)。

连续限流

达到电流门限时，MAX14588把输出电流限制在所设置的限流门限。如果过流条件的保持时间达到t_{BLANK}，则触发FLAG报警指示；过载条件消除后，解除FLAG报警。(图3)。

禁止反向电流保护功能 (RIEN)

该功能禁止反向电流保护，允许反向电流从OUT流向IN。对于存在电感负载的应用，关闭反向电流保护功能非常有用。

故障标识输出

FLAG为故障指示开漏输出，需要通过外部上拉电阻连接到直流电源。发生以下任何条件时，将FLAG置于低电平：

- 故障持续时间达到屏蔽时间限制。
- 触发反向电流保护。
- 管芯温度超过+150°C。
- SETI接地。
- 达到OVLO门限。

高精度、可调节1A过流/过压保护器

热关断保护

MAX14588具有热关断功能，以防器件过热。如果结温超过+150°C (典型值)，器件关断，触发FLAG报警。结温冷却30°C (典型值)后，器件退出热关断状态并恢复常规工作；闭锁模式下除外，此时器件保持闭锁。

热保护功能与限流保护类似，对于自动重试模式，热保护限值与自动重试定时器配合工作。器件超过热保护门限时，器件在达到重试时间后开启重试。对于闭锁模式，器件则保持闭锁状态，直到重新上电或重置EN。对于连续限流模式，只有当温度超过门限的情况下，才会关闭器件。热保护功能没有故障屏蔽时间。

过压锁定(OVLO)

OVLO电压设置在OVLO选择内部门限的电平(V_{SEL_OVLO})以下时，MAX14588将置于预设的OVLO门限：33V (典型值)。将OVLO连接至GND，使能预设OVLO门限；按照典型工作电路所示，在OVLO引脚连接外部电阻时，由外部电阻调节OVLO门限。利用下式选择OVLO门限调节电阻，R3推荐值为2.2MΩ：

$$V_{OVLO} = V_{BG} \times \left[1 + \frac{R3}{R4} \right]$$

欠压锁定(UVLO)

UVLO的电压设置在UVLO选择内部门限的电平(V_{SEL_UVLO})以下时，MAX14588将置于预设的UVLO门限：19V (典型值)。将UVLO连接至GND，使能预设的UVLO门限；按照典型工作电路所示，在UVLO引脚连接外部电阻时，由外部电阻调节UVLO门限。利用下式选择UVLO门限调节电阻，R1推荐值为2.2MΩ：

$$V_{UVLO} = V_{BG} \times \left[1 + \frac{R1}{R2} \right]$$

开关控制

MAX14588有两路独立的使能输入($\overline{HVEN}$ 和EN)， $\overline{HVEN}$ 为高压使能输入。一旦检测到短路故障，需要通过触发 $\overline{HVEN}$ 或EN来复位故障条件，也可利用这些引脚控制器件关断(表2)。

输入去抖保护

MAX14588具有输入去抖保护，如果输入电压高于UVLO门限电压的时间长于去抖时间(t_{DEB})，内部FET导通。该功能设计用于电源缓升过程中出现EN或HVEN信号的应用(图3)。

应用信息

设置限流/门限

SETI和地之间的电阻设置MAX14588的限流/门限。如果SETI浮空，则将限流/门限设定为0A；如果将SETI连接至地，则触发FLAG报警。

按照下式计算限流值：

$$R_{SETI}(k\Omega) = \frac{6100}{I_{LIM}(mA)}$$

IN旁路电容

在IN和GND之间连接最小0.47μF的电容，限制发生瞬间短路时的输入电压跌落。电容值越大，输入电压的下冲越小。

热插拔IN

许多系统电源需要利用输入滤波电容减小辐射、增强ESD保护。热插拔应用中，连接到输入端的电源线存在一定的寄生电感和电容，容易造成过冲和振铃。

这种效应会使受保护器件的输入电压达到供电电压的两倍，比如，24V输入电源总线很容易出现超过绝对最大额定值40V的电压，可能永久损坏器件。工业应用中往往利用瞬态电压抑制器(TVS)保护系统不受此类条件的损害。我们建议使用能够限制40V输入浪涌的TVS管，并将其靠近输入端子放置。

表 2. 使能输入

$\overline{HVEN}$	EN	SWITCH STATUS
0	0	ON
0	1	ON
1	0	OFF
1	1	ON

高精度、可调节1A过流/过压保护器

OUT旁路电容

为了保证在整个温度范围及整个可编程限流范围内维持器件稳定工作，在OUT与地之间连接4.7μF陶瓷电容。如果输出电容过大，由于电容两端电压的dv/dt减小，会造成错误的过流故障判断。利用下式计算可连接至OUT端的最大电容负载(C_{MAX})：

$$C_{MAX}(\mu F) = \frac{I_{LIM} (mA) \times t_{BLANK(TYP)} (ms)}{V_{IN}(V)}$$

例如，如果V_{IN} = 24V，t_{BLANK(TYP)} = 20ms，以及I_{LIM} = 1A，则C_{MAX}等于833μF。

输出续流二极管，防止感性负载对地短路

为了防止感性负载或长电缆意外地对地短路，建议在OUT端和地之间安装肖特基二极管。避免发生短路时，感性负载在OUT产生负向尖峰电压。

热关断保护

为优化开关对输出短路条件的响应时间，所有走线应尽量短，以减小寄生电感效应。使输入和输出电容尽量靠近器件(不长于5mm)安装，IN和OUT必须采用宽而短的走线连接至电源总线。正常工作期间，功耗较小，器件封装的温度变化很小。如果输出在最大供电电压下连续短路至地，具有自动重试选项的开关不会触发热关断：

$$P_{(MAX)} = \frac{V_{IN(MAX)} \times I_{OUT(MAX)} \times t_{BLANK}}{t_{RETRY} + t_{BLANK}}$$

对于连续限流模式，发生故障条件期间的功耗可能造成器件达到热关断门限时，必须谨慎处理这种情况。建议将裸焊盘通过散热过孔接到大面积地，以改善系统散热，并减小器件至环境的热阻。

高精度、可调节1A过流/过压保护器

订购信息

器件	温度范围	顶标	引脚-封装
MAX14588ETE+T	-40°C至 +125°C	AJZ	16 TQFN- EP*

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

T = 卷带包装。

*EP = 裸焊盘。

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(占位面积), 请查询china.maximintegrated.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
16 TQFN-EP	T1633+5	21-0136	90-0032

高精度、可调节1A过流/过压保护器

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	12/12	最初版本。	—

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。电气特性表中列出的参数值(最小值和最大值)均经过设计验证，数据资料其它章节引用的参数值供设计人员参考。

Maxim Integrated 160 Rio Robles, San Jose, CA 95134 USA 1-408-601-10 00

15