

## 200mA/500mA 可选择的 限流开关

### 概述

MAX4772/MAX4773 开系列产品具有内部限流特性，可避免主器件由于负载故障而导致损坏。MAX4772/MAX4773 包括逻辑输入选择的 200mA 和 500mA 限流，适用于 SDIO 及其它负载切换等应用。这些模拟开关均有低至  $0.2\Omega$  的导通电阻，工作在 2.0V 至 4.5V 的输入电压范围内。

当开关闭合并且负载被加到端口时，14ms 的屏蔽时间可保证不受瞬态电压故障的影响。如果在屏蔽时间过后负载电流仍大于电流门限，便断开 MAX4772 开关，同时  $\overline{\text{FLAG}}$  为微处理器提供相应的指示信号。通过重新上电或触发 ON 输入，开关能够再次闭合。

MAX4773 具有自动重试功能，此模式下，在屏蔽时间过后，开关便断开并且给微处理器提供一个  $\overline{\text{FLAG}}$  指示信号，然后将持续不断地检查是否仍存在过载状态。过载状态消失后， $\overline{\text{FLAG}}$  信号解除，开关将自动接通。

MAX4772/MAX4773 提供微型、节省空间的 6 引脚 SOT23 封装及 6 引脚 TDFN (3mm × 3mm) 封装。

### 应用

SDIO

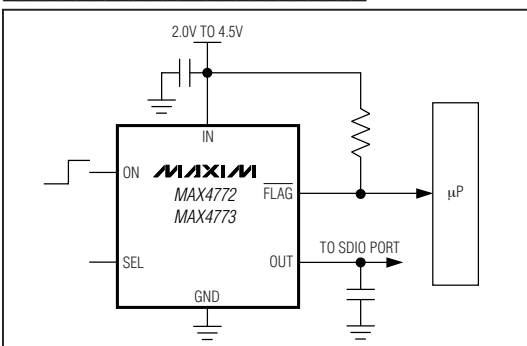
PDA 及掌上型电脑设备

蜂窝电话

GPS 系统

手持设备

### 典型工作电路



### 特性

- ◆ 确保限流：200mA、500mA
- ◆ 热关断保护
- ◆ 反向电流保护
- ◆  $0.2\Omega$  导通电阻
- ◆ 确保 14ms 屏蔽时间
- ◆ FLAG 功能
- ◆ 自动重试 (MAX4773)
- ◆ 80 $\mu$ A 电源电流
- ◆ 6 $\mu$ A 闭锁电流 (MAX4772)
- ◆ 0.01 $\mu$ A 关断电流
- ◆ 供电电源范围为 2V 至 4.5V
- ◆ 快速限流响应时间
- ◆ 提供微型 SOT23 及 TDFN 封装
- ◆ 正在申请 UL 认证

### 订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
MAX4772EUT-T	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	ABND
MAX4772ETT*	-40°C to +85°C	6 TDFN-EP**	—
MAX4773EUT-T	-40°C to +85°C	6 SOT23-6	ABNE
MAX4773ETT*	-40°C to +85°C	6 TDFN-EP**	—

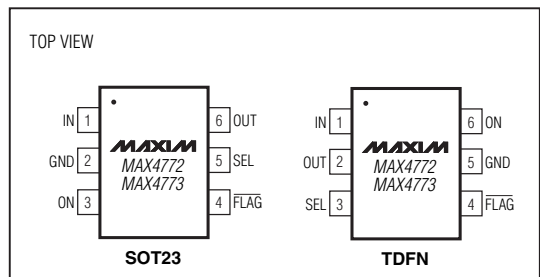
\*Future product—contact factory for availability.

\*\*EP—Exposed pad.

### 选购指南

PART	AUTORETRY
MAX4772EUK-T	No
MAX4772ETT	No
MAX4773EUK-T	Yes
MAX4773ETT	Yes

### 引脚定义



# 200mA/500mA 可选择的 限流开关

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN, ON, FLAG, SEL, OUT to GND ..... -0.3V to +6V  
 OUT Short Circuit to GND ..... Internally Limited  
 Continuous Power Dissipation (T<sub>A</sub> = +70°C)  
   6-Pin SOT23 (derate 8.7mW/°C above +70°C) ..... 696mW  
   6-Pin TDFN (derate 24.4mW/°C above +70°C) ..... 1951mW

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

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<sub>IN</sub> = +2.0V to +4.5V, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V<sub>IN</sub> = +3.3V, T<sub>A</sub> = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage	V <sub>IN</sub>		2.0		4.5	V
Quiescent Current	I <sub>Q</sub>	V <sub>ON</sub> = V <sub>IN</sub> , switch on		80	125	μA
Latch-Off Current (Note 2)	I <sub>LATCH</sub>	V <sub>ON</sub> = V <sub>IN</sub> , after an overcurrent fault (MAX4772)		6	10	μA
Shutdown Current	I <sub>SHDN</sub>	V <sub>ON</sub> = 0V, SEL = low or floating		0.03	1	μA
Forward-Current Limit		SEL = low, V <sub>IN</sub> = 3.3V, V <sub>OUT</sub> = GND	200		320	mA
		SEL = high, V <sub>IN</sub> = 3.3V, V <sub>OUT</sub> = GND	500		800	
Reverse-Current Limit		SEL = low			320	mA
		SEL = high			800	
ON Input Leakage			-1		+1	μA
Shutdown Forward Leakage		V <sub>ON</sub> = 0V, V <sub>OUT</sub> = 0V		0.01	1	μA
Shutdown Reverse Leakage		V <sub>ON</sub> = 0V, V <sub>IN</sub> = 2V, V <sub>OUT</sub> = 4.5V			1	μA
SEL Pulldown Current		After power-up (V <sub>IN</sub> > 2V, 0V < V <sub>SEL</sub> < 0.5V)	30		100	μA
SEL Input Current		Measured after first low-to-high transition	-1		+1	μA
On-Resistance (Note 3)	R <sub>ON</sub>	SEL = low, I <sub>LOAD</sub> = 100mA		0.45	0.9	Ω
		SEL = high, I <sub>LOAD</sub> = 100mA		0.18	0.36	
ON, SEL Input Logic High Voltage	V <sub>IH</sub>	V <sub>IN</sub> = 2V to 3.6V	1.4			V
		V <sub>IN</sub> > 3.6V	2			
ON, SEL Input Logic Low Voltage	V <sub>IL</sub>				0.5	V
FLAG Output Logic Low Voltage		I <sub>SINK</sub> = 1mA			0.4	V
FLAG Output High Leakage Current		V <sub>IN</sub> = V <sub>FLAG</sub> = V <sub>ON</sub> = 4.5V			1	μA
Thermal Shutdown				150		°C
Thermal-Shutdown Hysteresis				15		°C
<b>DYNAMIC</b>						
Turn-On Time (Note 4)		V <sub>ON</sub> from low to high, I <sub>OUT</sub> = 10mA, C <sub>L</sub> = 0.1μF		120		μs
Turn-Off Time (Note 4)		V <sub>ON</sub> from high to low, I <sub>OUT</sub> = 10mA, C <sub>L</sub> = 0.1μF		100		ns
Blanking Time	t <sub>BLANK</sub>	Overcurrent fault (Figures 4 and 5)	14		60	ms

# 200mA/500mA 可选择的 限流开关

MAX4772/MAX4773

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{IN} = +2.0V$  to  $+4.5V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $V_{IN} = +3.3V$ ,  $T_A = +25^{\circ}C$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Short-Circuit Current-Limit Response Time		$V_{ON} = V_{IN}$ , short circuit applied to OUT		5		$\mu s$
Retry Time (Note 5)	$t_{RETRY}$	MAX4773 (Figure 4)	210		900	ms

**Note 1:** All parts are 100% tested at  $+25^{\circ}C$ . Electrical limits across the full temperature range are guaranteed by design and correlation.

**Note 2:** Latch-off current does not include the current flowing into  $\overline{FLAG}$ .

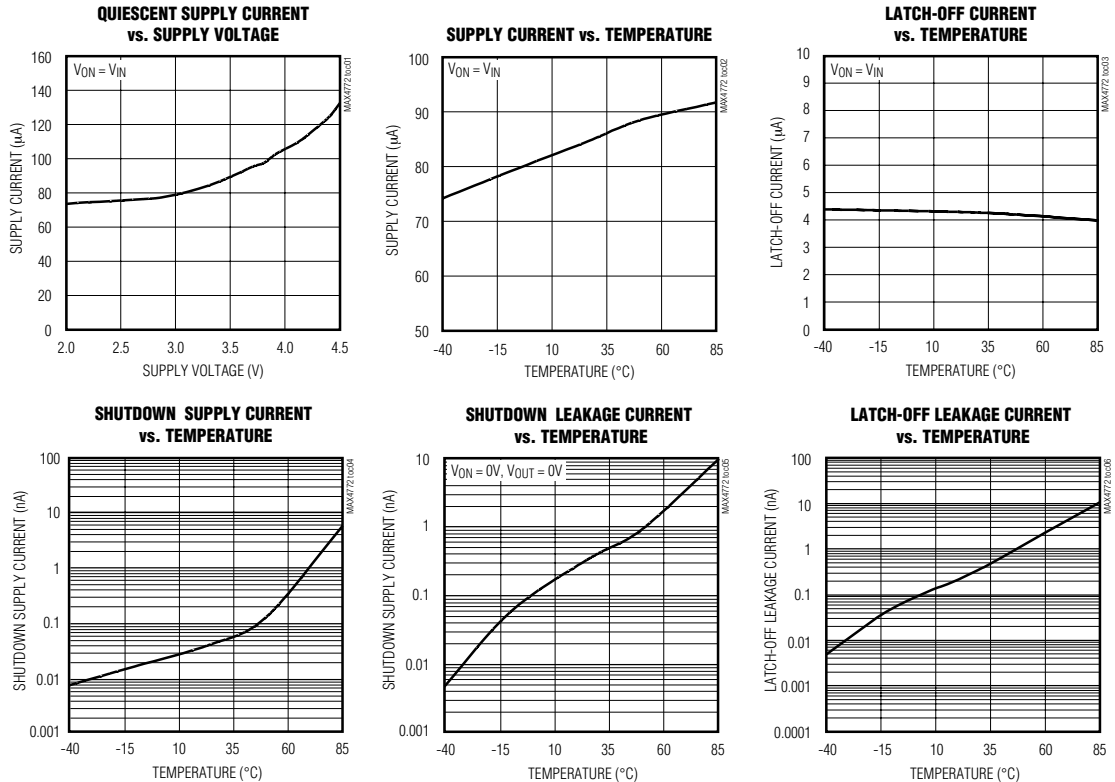
**Note 3:** TDFN parts are guaranteed by design.

**Note 4:** The on-time is defined as the time taken for the current through the switch to go from 0mA to full load. The off-time is defined as the time taken for the current through the switch to go from full load to 0mA.

**Note 5:** Retry time is typically 15 times the blanking time (typ).

### 典型工作特性

( $V_{IN} = 3.3V$ ,  $T_A = +25^{\circ}C$ , unless otherwise noted.)

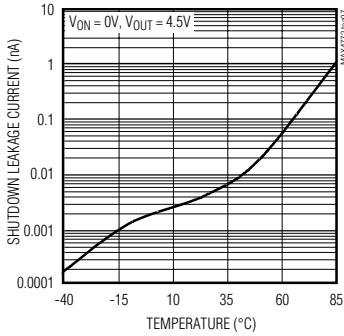


# 200mA/500mA 可选择的 限流开关

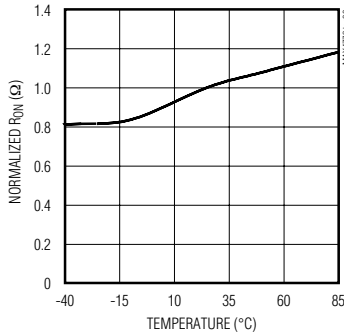
典型工作特性 (续)

( $V_{IN} = 3.3V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

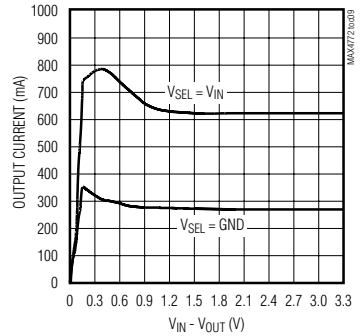
**SHUTDOWN REVERSE LEAKAGE CURRENT vs. TEMPERATURE**



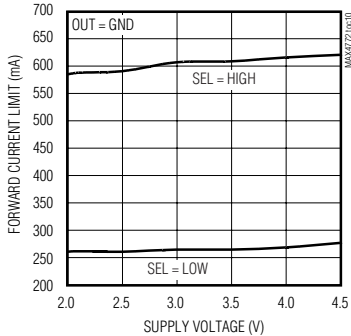
**NORMALIZED ON-RESISTANCE vs. TEMPERATURE**



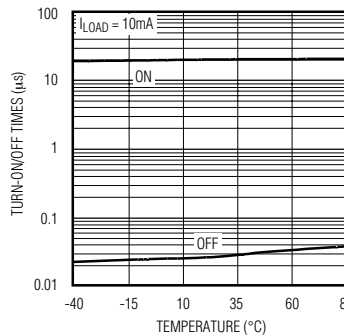
**OUTPUT CURRENT vs. OUTPUT VOLTAGE**



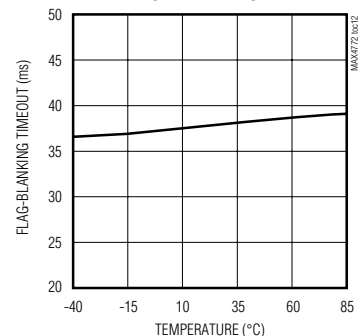
**FORWARD CURRENT LIMIT vs. SUPPLY VOLTAGE**



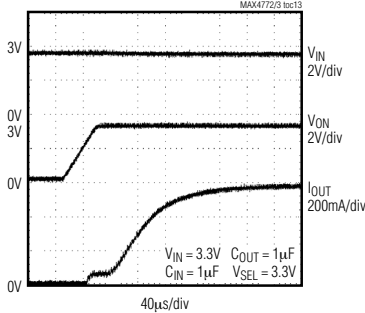
**SWITCH TURN-ON/OFF TIMES vs. TEMPERATURE**



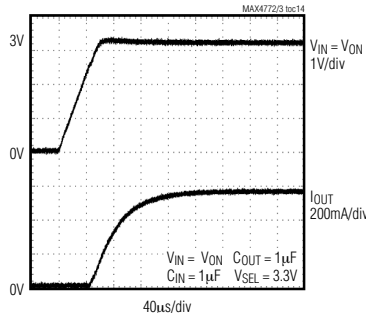
**FLAG-BLANKING TIMEOUT vs. TEMPERATURE**



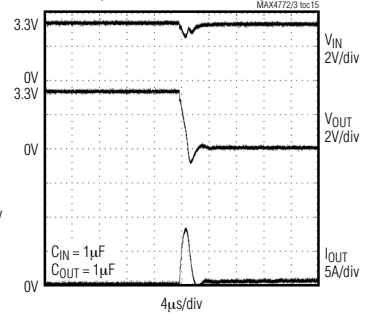
**CURRENT-LIMIT RESPONSE**



**CURRENT-LIMIT RESPONSE**



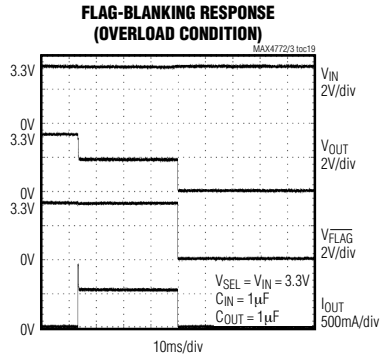
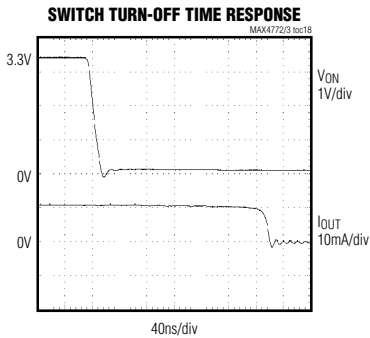
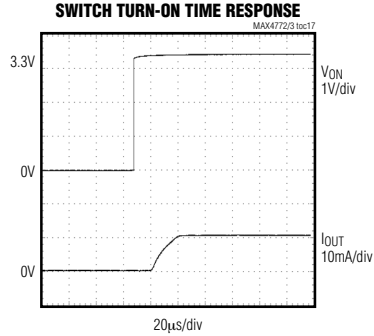
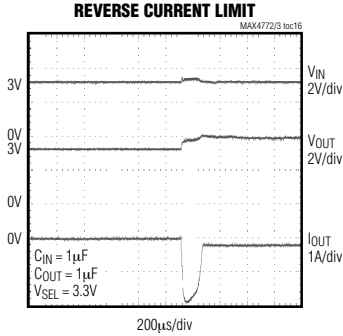
**CURRENT-LIMIT RESPONSE (OUT SHORTED TO GND)**



# 200mA/500mA 可选择的 限流开关

典型工作特性 (续)

( $V_{IN} = 3.3V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



引脚说明

引脚		名称	功能
SOT23	TDFN		
1	1	IN	输入，通过一只 $0.1\mu F$ 的陶瓷电容接地旁路。
2	5	GND	地
3	6	ON	高电平有效开关闭合输入。逻辑高电平将开关闭合。
4	4	$\overline{FLAG}$	故障输出。当器件达到正向或反向电流限制状态的时间超过屏蔽周期时，该漏极开路输出变低。没有故障或引脚ON为低时，引脚FLAG为高阻态。
5	3	SEL	限流门限选择，接逻辑低电平或浮空时选择200mA限流门限；接逻辑高电平选择500mA限流门限。
6	2	OUT	开关输出。通过一只 $0.1\mu F$ 的陶瓷电容接地旁路。

## 200mA/500mA 可选择的 限流开关

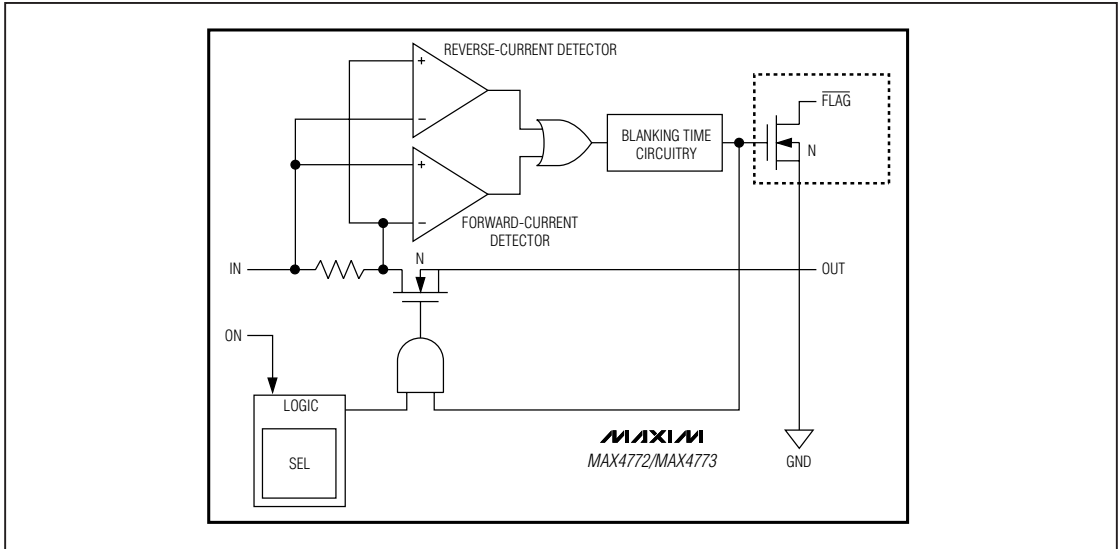


图1. 原理框图

### 详细说明

MAX4772/MAX4773 系列为正向/反向限流开关，工作在 2.0V 至 4.5V 输入电压范围。驱动 SEL 为低电平或高电平时可相应提供 200mA 或 500mA 的最小限流门限。内部检流电阻的压降与两个参考电压相比较，来指示正向、反向限流故障。一旦负载电流超过预置电流门限的持续时间大于故障屏蔽时间，开关便断开。

MAX4773 具有自动重试功能，经过内部重试时间后，将再次闭合开关；屏蔽时间过后，如果负载故障仍旧存在，开关将再次断开，如此周而复始。一旦过载状态消失，开关将保持接通状态。

MAX4772 不具有自动重试选项，开关将一直处于闭锁模式直到 ON 引脚或输入电源由高到低然后再次变高为止。

### 限流门限选择

MAX4772/MAX4773 的 SEL 逻辑输入用于设置所希望的最小限流门限：200mA 或 500mA。将 SEL 接低电平或浮空，限流为 200mA；接高电平，限流为 500mA。

上电时，如果 SEL 为低电平或浮空，限流门限设置为 200mA。SEL 浮空时，MAX4772/MAX4773 利用内部下拉电阻 (100 $\mu$ A，最大) 设置默认电流门限为 200mA。在第一次由低到高的转变后，从内部断开下拉电阻，由 SEL 引脚的电平确定限流值 (SEL = 低，200mA；SEL = 高，500mA)。

上电过程中，如果 SEL 和  $V_{IN}$  一同上升，限流值被即刻设为 500mA。

图 2 和图 3 描述了 MAX4772/MAX4773 上电顺序的两种不同模式。图 2 中，开关上电， $V_{IN} \geq 2V$  时，SEL 由低至高的转变将使限流值由 200mA 变为 500mA。图 3 中，开关是在 SEL 与 IN 同时上升的 500mA 限流模式下上电。

微处理器的 GPIO 必须能够提供 100 $\mu$ A 的驱动电流才能使 MAX4772/MAX4773 工作在 500mA 限流模式。一旦限流值被设置为 500mA，就不再需要 100 $\mu$ A 的驱动电流。

## 200mA/500mA 可选择的 限流开关

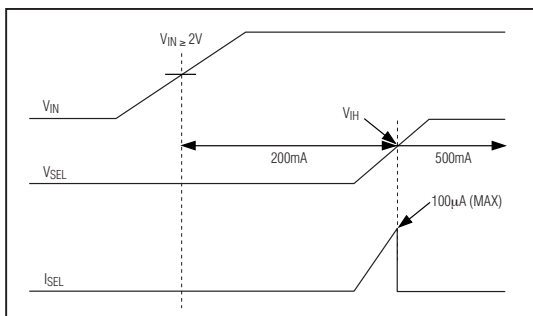


图2. MAX4772/MAX4773 上电顺序 ( $V_{SEL}$  在上电后上升)

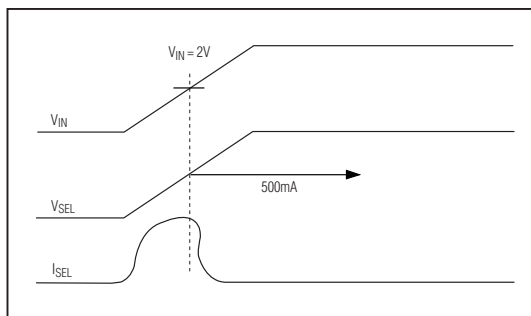


图3. MAX4772 上电顺序图 ( $V_{SEL}$  和  $V_{IN}$  同时上升)

### 反向电流保护

MAX4772/MAX4773 限制反向电流 ( $V_{OUT}$  至  $V_{IN}$ ), 使其不超过  $I_{REV}$  最大值。如果达到反向限流状态的持续时间超出了屏蔽时间, 开关断开, 并输出  $\overline{FLAG}$  信号。该特性可以防止过大的反向电流流过器件。

### 开关关闭/断开控制

触发引脚  $ON$  为高电平将启动限流开关闭合。如果没有故障, 开关将一直处于闭合状态。一旦出现正向/反向电流故障或管芯温度超过了  $+150^{\circ}\text{C}$  的热关断温度,  $OUT$  端将从内部与  $IN$  端断开, 同时电源电流降为  $8\mu\text{A}$  (闭锁)。此时开关处于断开状态。驱动  $ON$  为低电平时开关也会断开, 这使电源电流 (关断) 降为  $0.01\mu\text{A}$ 。表 1 给出了 MAX4772/MAX4773 限流开关的 ON/OFF 状态。

### $\overline{FLAG}$ 指示器

MAX4772/MAX4773 具有闭锁输出 ( $\overline{FLAG}$ )。无论何时出现过载电流, MAX4772 都将  $\overline{FLAG}$  置为低电平、使开关断开。MAX4773 将  $\overline{FLAG}$  置为低电平并保持低电平状态直到过载电流消失。在此期间, 开关以自动重试模式周

期性地闭合和断开。一旦过载电流消失,  $\overline{FLAG}$  将释放报警状态, 同时开关闭合 (图 4)。

$\overline{FLAG}$  为漏极开路输出晶体管, 在  $\overline{FLAG}$  与  $IN$  之间需要一只外部上拉电阻。关断期间 ( $ON$  为低电平),  $\overline{FLAG}$  下拉输出被释放, 以限制功率损耗。出现以下任何情形时  $\overline{FLAG}$  将变为低电平:

- 管芯温度超过了  $+150^{\circ}\text{C}$  的热关断温度限制。
- 器件处于限流状态的时间超过了故障屏蔽时间。
- 开关处于自动重试模式。

### 自动重试 (MAX4773)

当超出了正向或反向限流门限时,  $t_{BLANK}$  定时器开始计数 (图 4)。如果过载电流在  $t_{BLANK}$  结束之前消失, 定时器复位。 $t_{BLANK}$  计时结束之后, 重试时间延迟  $t_{RETRY}$  将立即启动, 在此期间开关为断开状态,  $\overline{FLAG}$  输出报警信号。 $t_{RETRY}$  结束后, 开关再次被闭合。如果故障仍旧存在, 则重复上述循环; 如果故障已经消失, 开关将一直保持闭合状态、且  $\overline{FLAG}$  解除报警输出。

表 1、MAX4772/MAX4773 开关真值表

ON	FAULT	SWITCH ON/OFF	SUPPLY CURRENT MODE
Low	X	OFF	Shutdown
High	Thermal	OFF immediately ( $t_{BLANK}$ period does not apply)	Latch off
		OFF after $t_{BLANK}$ period has elapsed	Latch off
High	Current Limit	ON during $t_{BLANK}$ period, OFF during $t_{RETRY}$ period for the MAX4773 cycle repeats until fault is removed	See the <i>Autoretry</i> section

## 200mA/500mA 可选择的 限流开关

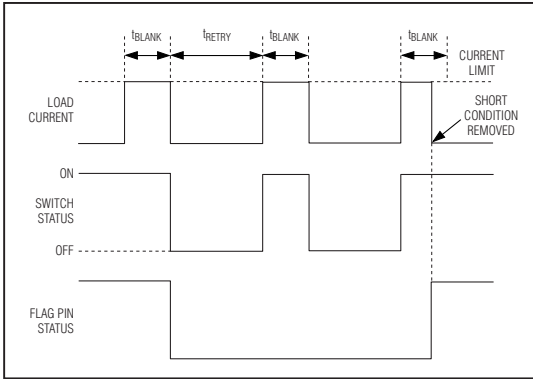


图4. MAX4773 自动重试故障屏蔽时序图

出现过载电流或短路故障时，自动重试功能可以节省系统功率。在  $t_{BLANK}$  期间，当开关闭合时，电源电流处于限流值。在  $t_{RETRY}$  期间，开关断开时，流过开关的电流为零。流过开关的电流是等效的负载电流与占空比的乘积或  $I_{SUPPLY} = I_{LOAD} \times t_{BLANK} / (t_{BLANK} + t_{RETRY})$ ，而不是满负荷电流。典型情况下， $t_{BLANK} = 37ms$ ， $t_{RETRY} = 555ms$ ，占空比为 6%，由此可见，在整个时间段内，开关节约了 94% 的功率。占空比对于所有过程及器件保持一致。

### 闭锁 (MAX4772)

当超出正向、反向限流门限时， $t_{BLANK}$  定时器开始计数。如果过载电流在  $t_{BLANK}$  结束之前消失，定时器复位。如果过载电流一直持续到屏蔽时间结束，则开关断开、 $\overline{FLAG}$  输出报警信号。通过 ON 引脚 (图 5) 或重置输入电压 (图 5)，均可复位开关。

### 故障屏蔽

MAX4772/MAX4773 具有 14ms (最小) 的故障屏蔽时间。故障屏蔽容许限流故障，包括热插拔容性负载时出现的瞬间短路故障，并可确保在上电期间没有故障出现。当负载瞬间导致器件进入限流故障时，内部计数器开始计数。如果负载故障持续时间超过了故障屏蔽时间， $\overline{FLAG}$  置为低电平。瞬间负载故障时间小于  $t_{BLANK}$  时，将不会引起  $\overline{FLAG}$  置低。只有限流故障才能够被屏蔽。

热故障将使  $\overline{FLAG}$  立即置为低电平，而不会等待屏蔽时间。

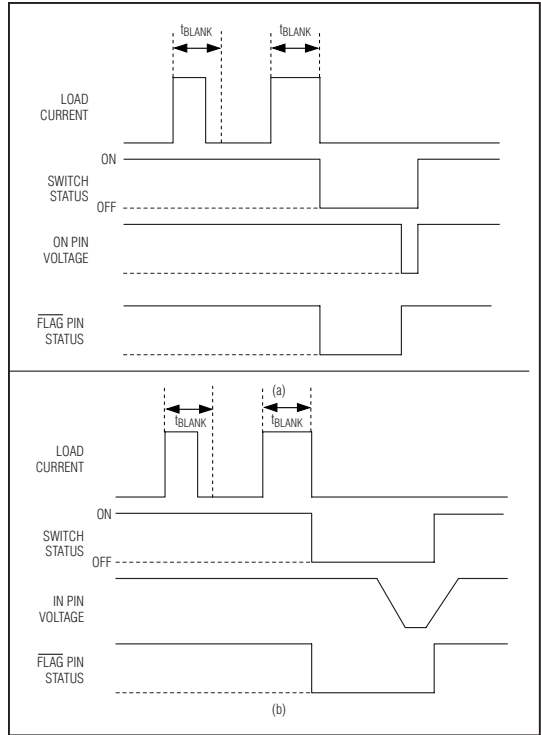


图5. MAX4773 闭锁故障屏蔽

### 热关断

MAX4772/MAX4773 具有热关断功能，用来保护器件免受过热破坏。当结温超过  $+150^{\circ}C$  时，开关断开并且  $\overline{FLAG}$  立即变为低电平 (无故障屏蔽)。当器件温度下降大约  $15^{\circ}C$  时，具有自动重试功能的开关重新闭合。具有闭锁功能的开关需要 ON 触发。

### 应用信息

#### 输入电容

为了避免输入电压在瞬时输出短路时跌落，在 IN 和 GND 间连接一只电容。对于大多数应用来说，一只  $0.1\mu F$  的陶瓷电容即可；然而，较大的电容可以进一步减少输入电压的跌落，推荐在低压应用中使用。



## 200mA/500mA 可选择的 限流开关

### 输出电容

在 OUT 和 GND 间连接一只 0.1 $\mu$ F 的电容，该电容有助于在开关断开期间防止寄生电感效应使 OUT 变为负，可避免 MAX4772/MAX4773 的错误动作。如果负载电容太大，可能没有足够时间给电容充电，器件可能被误认为有故障负载出现。OUT 端能够驱动的最大电容可利用下面的公式计算：

$$C_{MAX} < \frac{I_{FWD\_MIN} \times t_{BLANK\_MIN}}{V_{IN}}$$

### 布线和热耗散

为了优化开关对输出短路情形的响应时间，保持所有引线尽可能短、以减小所不希望的寄生电感是非常重要的。输入和输出电容应尽可能靠近器件（不超过 5mm）安装。IN 和 OUT 引脚必须用短线连接到电源总线上。

正常工作期间，功耗较小而且封装温度变化极小。如果在最大电源电压下输出持续短路到地，具有自动重试功

能的开关操作不会出现问题，原因在于短路期间的总功耗与占空比成比例：

$$P_{MAX} = \frac{V_{IN\_MAX} \times I_{OUT\_MAX} \times t_{BLANK}}{t_{RETRY} + t_{BLANK}} = 211mW$$

式中  $V_{IN} = 4.5V$ ， $I_{OUT} = 750mA$ ， $t_{BLANK} = 14ms$ ， $t_{RETRY} = 210ms$ 。

对于 MAX4772 来说，需要注意的是：它们的闭锁状态必须通过手动操作使 ON 引脚从高到低变化进行复位。如果闭锁持续时间不是很长，器件有可能达到其热关断门限值，这将使开关直到器件冷却后才能被闭合。

### 芯片信息

TRANSISTOR COUNT: 2539

PROCESS: BiCMOS

# 200mA/500mA 可选择的 限流开关

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/packages](http://www.maxim-ic.com/packages)。)

SYMBOL	MIN	MAX
A	0.90	1.45
A1	0.00	0.15
A2	0.90	1.30
b	0.35	0.50
C	0.08	0.20
D	2.80	3.00
E	2.60	3.00
E1	1.50	1.75
L	0.35	0.60
L1	0.60	REF.
e1	1.90	BSC.
e	0.95	BSC.
α	0°	10°

**NOTES:**

- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- FOOT LENGTH MEASURED AT INTERCEPT POINT BETWEEN DATUM 'A' & LEAD SURFACE.
- PACKAGE OUTLINE EXCLUSIVE OF MOLD FLASH & METAL BURR. MOLD FLASH, PROTRUSION OR METAL BURR SHOULD NOT EXCEED 0.25 MM.
- PACKAGE OUTLINE INCLUSIVE OF SOLDER PLATING.
- PIN 1 IS LOWER LEFT PIN WHEN READING TOP MARK FROM LEFT TO RIGHT. (SEE EXAMPLE TOP MARK)
- PIN 1 I.D. DOT IS 0.3 MM Ø MIN. LOCATED ABOVE PIN 1.
- MEETS JEDEC MO17B, VARIATION AB.
- SOLDER THICKNESS MEASURED AT FLAT SECTION OF LEAD BETWEEN 0.08mm AND 0.15mm FROM LEAD TIP.
- LEAD TO BE COPLANAR WITHIN 0.1 MM.

**DALLAS SEMICONDUCTOR** **MAXIM**  
 PROPRIETARY INFORMATION  
 TITLE: PACKAGE OUTLINE, SOT-23, 6L  
 APPROVAL: \_\_\_\_\_ DOCUMENT CONTROL NO. 21-0058 REV. F 1/1

## 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: 010-6201 0598

传真: 010-6201 0298

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。

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