

## 特点

- 低静态电流：工作时为  $8\mu\text{A}$
- 可承受高达 MOSFET 限值的浪涌电压
- 宽工作电压范围：4V 至 72V
- 过流保护
- 可选的内部 31.5V/50V 或可调的栅极箝位电压 (表 1)
- 反向输入保护至  $-60\text{V}$
- 可调的接通门限
- 具 MOSFET 应力加速的可调故障定时器
- 控制 N 沟道 MOSFET
- 锁断和重试选项 (表 1)
- 故障期间的低重试占空比 (表 1)
- 10 引脚 DFN (3mm x 3mm) 封装和 MSOP 封装

## 特点

- 汽车 / 航空电子 / 工业浪涌保护
- 热插拔 / 带电插拔
- 用于电池供电型系统的高端开关
- 汽车抛载保护

## 描述

**LTC®4380** 低静态电流浪涌抑制器可保护负载免遭高压瞬变的损坏。它能够通过对一个外部 N 沟道 MOSFET 的栅极电压进行箝位，以在过压过程中 (比如：汽车应用中的抛负载情况) 把输出电压限制在一个安全数值，从而提供过压保护。固定的栅极箝位电压可针对 12V 和 24V/28V 系统进行选择。对于任何电压高达 72V 的系统，则使用可调栅极箝位版本。该器件还提供了过流保护功能。

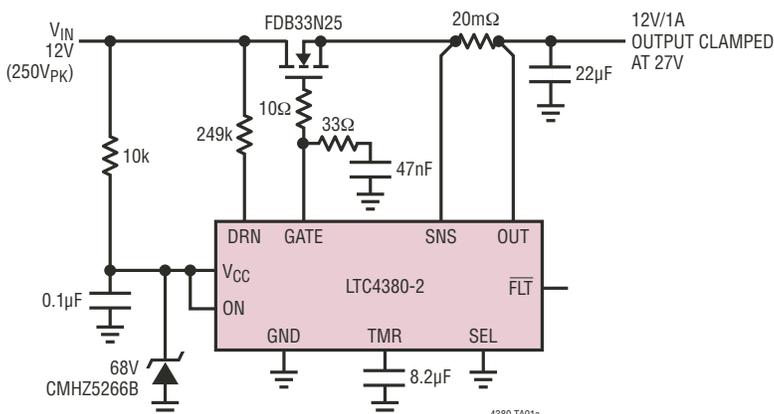
一个内部乘法器产生一个与  $V_{DS}$  和  $I_D$  成比例的 TMR 引脚电流，这样可根据 MOSFET 应力对过流和过压情况下的工作时间加以限制。

GATE 引脚能够驱动背对背 MOSFET 以提供反向输入保护功能，从而免除了采用肖特基二极管解决方案时的电压降和功率耗散。低的  $8\mu\text{A}$  工作电流允许该器件在始终保持接通和电池供电型应用中使用。一个准确的 ON 引脚比较器负责监视输入电源的欠压 (UV) 情况，而且还充当一个停机输入，从而把静态电流减小至  $6\mu\text{A}$ 。

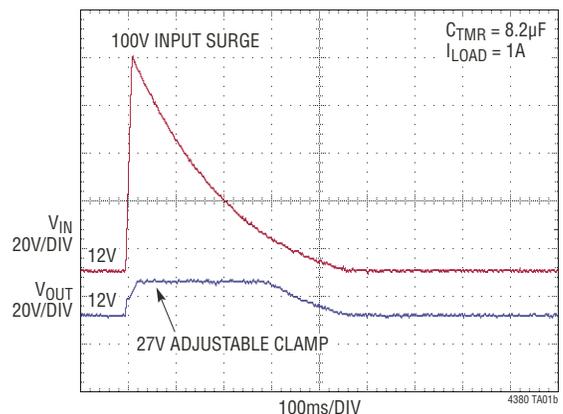
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linear 标识和 LTspice 是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

## 典型应用

具 250V 过压保护功能的 12V、1A



浪涌抑制器在输入浪涌期间把输出限制在 27V

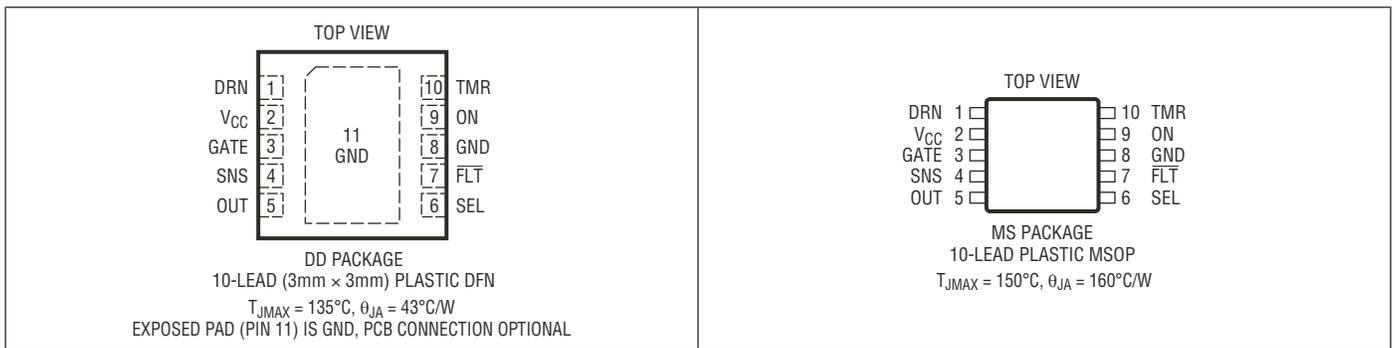


# LTC4380

## 绝对最大额定值 (注 1、2)

$V_{CC}$ 、ON、SEL .....	-60V 至 80V	$\overline{FLT}$ .....	-0.3V 至 80V
DRN (注 3)、SNS、OUT		$I_{DRN}$ .....	2.5mA
LTC4380-1/LTC4380-2 .....	-0.3V 至 53V	工作环境温度范围	
LTC4380-3/LTC4380-4 .....	-0.3V 至 80V	LTC4380C .....	0°C 至 70°C
SNS 至 OUT .....	-5V 至 5V	LTC4380I .....	-40°C 至 85°C
GATE (注 4)		LTC4380H .....	-40°C 至 125°C
LTC4380-1/LTC4380-2 .....	-0.3V 至 53V	贮存温度范围 .....	-65°C 至 150°C
LTC4380-3/LTC4380-4 .....	-0.3V 至 86V	引脚温度 (焊接时间 10 秒)	
GATE 至 OUT、 $V_{CC}$ (注 4) .....	-0.3V 至 10V	MSOP 封装 .....	300°C
TMR .....	-0.3V 至 5V		

## 引脚配置



## 订购信息 <http://www.linear.com.cn/product/LTC4380#orderinfo>

无铅涂层	卷带	器件标记 *	封装描述	温度范围
LTC4380CDD-1#PBF	LTC4380CDD-1#TRPBF	LGHQ	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	0°C 至 70°C
LTC4380IDD-1#PBF	LTC4380IDD-1#TRPBF	LGHQ	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	-40°C 至 85°C
LTC4380HDD-1#PBF	LTC4380HDD-1#TRPBF	LGHQ	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	-40°C 至 125°C
LTC4380CMS-1#PBF	LTC4380CMS-1#TRPBF	LTGHR	10 引脚塑料 MSOP	0°C 至 70°C
LTC4380IMS-1#PBF	LTC4380IMS-1#TRPBF	LTGHR	10 引脚塑料 MSOP	-40°C 至 85°C
LTC4380HMS-1#PBF	LTC4380HMS-1#TRPBF	LTGHR	10 引脚塑料 MSOP	-40°C 至 125°C
LTC4380CDD-2#PBF	LTC4380CDD-2#TRPBF	LGHS	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	0°C 至 70°C
LTC4380IDD-2#PBF	LTC4380IDD-2#TRPBF	LGHS	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	-40°C 至 85°C
LTC4380HDD-2#PBF	LTC4380HDD-2#TRPBF	LGHS	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	-40°C 至 125°C
LTC4380CMS-2#PBF	LTC4380CMS-2#TRPBF	LTGHT	10 引脚塑料 MSOP	0°C 至 70°C
LTC4380IMS-2#PBF	LTC4380IMS-2#TRPBF	LTGHT	10 引脚塑料 MSOP	-40°C 至 85°C
LTC4380HMS-2#PBF	LTC4380HMS-2#TRPBF	LTGHT	10 引脚塑料 MSOP	-40°C 至 125°C
LTC4380CDD-3#PBF	LTC4380CDD-3#TRPBF	LGXZ	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	0°C 至 70°C
LTC4380IDD-3#PBF	LTC4380IDD-3#TRPBF	LGXZ	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	-40°C 至 85°C
LTC4380HDD-3#PBF	LTC4380HDD-3#TRPBF	LGXZ	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	-40°C 至 125°C
LTC4380CMS-3#PBF	LTC4380CMS-3#TRPBF	LTGYD	10 引脚塑料 MSOP	0°C 至 70°C
LTC4380IMS-3#PBF	LTC4380IMS-3#TRPBF	LTGYD	10 引脚塑料 MSOP	-40°C 至 85°C

4380fa

## 订购信息

无铅涂层	卷带	器件标记 *	封装描述	温度范围
LTC4380HMS-3#PBF	LTC4380HMS-3#TRPBF	LTGYD	10 引脚塑料 MSOP	-40°C 至 125°C
LTC4380CDD-4#PBF	LTC4380CDD-4#TRPBF	LGYC	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	0°C 至 70°C
LTC4380IDD-4#PBF	LTC4380IDD-4#TRPBF	LGYC	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	-40°C 至 85°C
LTC4380HDD-4#PBF	LTC4380HDD-4#TRPBF	LGYC	10 引脚 (3mm x 3mm) 塑料 DFN	-40°C 至 125°C
LTC4380CMS-4#PBF	LTC4380CMS-4#TRPBF	LTGYF	10 引脚塑料 MSOP	0°C 至 70°C
LTC4380IMS-4#PBF	LTC4380IMS-4#TRPBF	LTGYF	10 引脚塑料 MSOP	-40°C 至 85°C
LTC4380HMS-4#PBF	LTC4380HMS-4#TRPBF	LTGYF	10 引脚塑料 MSOP	-40°C 至 125°C

对于规定工作温度范围更宽的器件，请咨询凌力尔特公司。 \* 器件温度等级请见集装箱上的标识。

如需了解更多有关无铅器件标记的信息，请登录：<http://www.linear.com.cn/leadfree/>

如需了解更多有关卷带规格的信息，请登录：<http://www.linear.com.cn/tapeandreeel/>。有些封装可通过指定的销售渠道以 500 片的卷盘形式供货 (具有 #TRMPBF 后缀)。

## 电气特性

凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_{CC} = 12\text{V}$ ，除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{CC}$	工作电压范围	LTC4380-1/LTC4380-2	● 4		80	V
		LTC4380-3/LTC4380-4 (注 6)	● 4		72	V
$V_{OUT}$	工作电压范围				72	V
$I_Q$	总电源电流，ON (注 5)	$V_{CC} = OUT = SNS = DRN = 12\text{V}$	●	8	11	$\mu\text{A}$
		C 级和 I 级	●		12	$\mu\text{A}$
		H 级	●		20	$\mu\text{A}$
		$V_{CC} = OUT = SNS = DRN = 4\text{V}$	●	22	28	$\mu\text{A}$
					35	$\mu\text{A}$
$I_{CC}$	$V_{CC}$ 电流，停机	$ON = OUT = SNS = 0\text{V}$	●	6	10	$\mu\text{A}$
	$V_{CC}$ 电流，ON	$V_{CC} = OUT = SNS = DRN = 12\text{V}$	●	7	9	$\mu\text{A}$
			●		12	$\mu\text{A}$
		$V_{CC} = OUT = SNS = DRN = 4\text{V}$	●	20	25	$\mu\text{A}$
			●		30	$\mu\text{A}$
$I_{SNS}$	SNS 电流，ON	$V_{CC} = OUT = SNS = DRN$	●	0.5	1.4	$\mu\text{A}$
$I_{OUT}$	OUT 电流，ON OUT 电流，停机	$SNS = OUT = DRN = 12\text{V}$	●	1.5	5.5	$\mu\text{A}$
		$SNS = OUT = DRN = 12\text{V}$ ，C 级和 I 级	●	5	12	$\mu\text{A}$
		H 级	●		80	$\mu\text{A}$
$I_R$	反向输入电流	$V_{CC} = -60\text{V}$ ，ON 开路，SEL = 0	●	-0.4	-2	mA
		$V_{CC} = ON = SEL = -60\text{V}$	●	-1.2	-5	mA
$\Delta V_{GATE}$	GATE 驱动 (GATE - OUT)	$SEL = SNS = OUT = V_{CC}$	●	10	11.5	V
		$8\text{V} \leq V_{CC} \leq 30\text{V}$ ； $I_{GATE} = -1\mu\text{A}$ ， $0\mu\text{A}$ $V_{CC} = 4\text{V}$ ； $I_{GATE} = -1\mu\text{A}$ ， $0\mu\text{A}$	●	5	8	V
$\Delta V_{CLAMP}$	至 $V_{CC}$ 的 GATE 箝位 (GATE - $V_{CC}$ )	$SNS = OUT = 20\text{V}$ ， $I_{GATE} = 0\mu\text{A}$	●	12	13.5	V
$V_{GATE}$	至 GND 的 GATE 箝位	$V_{CC} = 30\text{V}$ ，SEL = 0V	●	30	31.5	V
		$V_{CC} = 60\text{V}$ ，SEL = $V_{CC}$	●	47.5	50	52.5
$I_{GATE(UP)}$	GATE 上拉电流	$V_{CC} = GATE = OUT = 12\text{V}$ ，SEL = 0V	●	-10	-20	$\mu\text{A}$
		$V_{CC} = GATE = OUT = 24\text{V}$ ，SEL = $V_{CC}$	●	-12	-25	$\mu\text{A}$
$I_{GATE(DN)}$	GATE 下拉电流 过流 停机 输入欠压 (UV) 故障超时	$\Delta V_{SNS} = 200\text{mV}$ ，GATE = 12V，OUT = 0V	●	50	100	mA
		ON = 0V，GATE = 20V	●	0.3	5	mA
		$V_{CC} = 3.5\text{V}$ ，GATE = 10V	●	2	5	mA
		TMR = 2V，GATE = 10V	●	1.5	3.5	mA
			●			

## 电气特性

凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_{CC} = 12\text{V}$ ，除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$\Delta V_{\text{SNS}}$	电流限制检测电压 (SNS – OUT)	$V_{CC} = 12\text{V}, 24\text{V}, \text{OUT} = 6\text{V}, 12\text{V}$	● 45	50	55	mV
		$V_{CC} = 12\text{V}, 24\text{V}, \text{OUT} = 0\text{V}$	● 42	62	95	mV
$I_{\text{SEL}}$	SEL 输入电流	SEL = 0V 至 80V	●		±0.1	μA
$V_{\text{SEL}}$	SEL 输入门限		● 0.4		3	V
$I_{\text{ON}}$	ON 输入电流	$V_{\text{ON}} = 1\text{V}$	● -1	-2		μA
$V_{\text{ON}}$	ON 输入门限	ON 逐渐上升	● 0.99	1.05	1.1	V
$V_{\text{ON(HYST)}}$	ON 输入迟滞			45		mV
$I_{\text{FLT}}$	FLT 漏电流	$\text{FLT} = 80\text{V}$	●		2	μA
$V_{\text{FLT (LOW)}}$	FLT 输出低	$I_{\text{SINK}} = 0.1\text{mA}$	●	0.1	0.5	V
		$I_{\text{SINK}} = 3\text{mA}$	●	1	4	V
$\Delta V_{\text{DRN}}$	DRN 电压 (DRN – OUT)	$I_{\text{DRN}} = 0.1\text{mA}, \text{OUT} = \text{SNS} = 12\text{V}$	● 0.7	1.5	2.5	V
$V_{\text{DS(MAX)}}$	过压 $V_{\text{DS}}$ 门限 (DRN – OUT)	$\text{TMR} = 0.8\text{V}, I_{\text{DRN}} = 2\mu\text{A}$	● 0.6	0.7	0.8	V
		$\text{SNS} = \text{OUT} = 12\text{V}$	● 0.3		1.0	V
$I_{\text{TMR(DN)}}$	TMR 下拉电流	$\text{TMR} = 0.8\text{V}$	● 1.25	2	2.75	μA
$I_{\text{TMR(UP,COOL)}}$	TMR 上拉电流, 冷却	$\text{TMR} = 2\text{V}$	● -1	-2	-3	μA
$I_{\text{TMR(UP)}}$	TMR 上拉电流, 过压  小过压 (OV), 轻负载 高过压 (OV), 轻负载  小过压 (OV), 重负载 高过压 (OV), 重负载	$\text{TMR} = 0.8\text{V}, \text{OUT} = 11\text{V}, V_{\text{DS}} = 1.1\text{V}, \Delta V_{\text{SNS}} = 0\text{mV}$	● -0.8	-1.6	-2.4	μA
		$\text{OUT} = 28\text{V}, \text{TMR} = 0.8\text{V}$				
		$I_{\text{DRN}} = 0.1\text{mA}, \Delta V_{\text{SNS}} = 10\text{mV}$	● -3.5	-6.7	-11.6	μA
		$I_{\text{DRN}} = 1\text{mA}, \Delta V_{\text{SNS}} = 10\text{mV}$	● -13	-30	-61	μA
		$I_{\text{DRN}} = 0.1\text{mA}, \Delta V_{\text{SNS}} = 40\text{mV}$	● -10	-20	-30	μA
		$I_{\text{DRN}} = 1\text{mA}, \Delta V_{\text{SNS}} = 40\text{mV}$	● -60	-120	-180	μA
		$\text{TMR}$ 上拉电流, 过流	$\text{TMR} = 0.8\text{V}$			
$V_{\text{TMR(F)}}$	TMR 栅极断开门限	$I_{\text{DRN}} = 0\text{mA}, \text{OUT} = 11\text{V}$	● -4	-6	-9	μA
		$I_{\text{DRN}} = 0\text{mA}, \text{OUT} = 0\text{V}$	● -17	-27	-34	μA
		$I_{\text{DRN}} = 0.1\text{mA}, \text{OUT} = 11\text{V}$	● -16	-27	-38	μA
		$I_{\text{DRN}} = 1\text{mA}, \text{OUT} = 11\text{V}$	● -80	-142	-200	μA
		$I_{\text{DRN}} = 0.1\text{mA}, \text{OUT} = 0\text{V}$	● -35	-50	-60	μA
		$I_{\text{DRN}} = 1\text{mA}, \text{OUT} = 0\text{V}$	● -130	-170	-220	μA
D	重试占空比; 过压, LTC4380-2/LTC4380-4	$\Delta V_{\text{SNS}} = 40\text{mV}, I_{\text{DRN}} = 5\mu\text{A}, \text{OUT} = 28\text{V}, V_{CC} = 29\text{V}$	●	2.8	3.5	%
		$\Delta V_{\text{SNS}} = 40\text{mV}, I_{\text{DRN}} = 500\mu\text{A}, \text{OUT} = 28\text{V}, V_{CC} = 80\text{V}$	●	0.1	0.2	%
	重试占空比; 过流, LTC4380-2/LTC4380-4	$I_{\text{DRN}} = 500\mu\text{A}$		0.1	0.2	%
		$\text{OUT} = 0\text{V}$	●	0.35	0.7	%
		$\text{OUT} = 6\text{V}$	●			%
$t_{\text{ON(ON)}}$	接通传播延迟	ON 从 0V 阶跃至 1.5V, $\text{OUT} = \text{SNS} = 0\text{V}$	●	5	25	ms
$t_{\text{OFF(ON)}}$	关断传播延迟	ON 从 1.5V 阶跃至 0V, $\text{OUT} = \text{SNS} = V_{CC}$	●	1	5	μs
$t_{\text{OFF(OC)}}$	过流关断传播延迟	$\Delta V_{\text{SNS}}$ 从 0V 阶跃至 250mV, $\text{OUT} = 6\text{V}$	●	2	4	μs
		$\Delta V_{\text{SNS}}$ 从 0V 阶跃至 250mV, $\text{OUT} = 0\text{V}$	●	2	4	μs

**注 1:** 高于“绝对最大额定值”部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害。在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

**注 2:** 所有流入器件引脚的电流均为正；所有流出器件引脚的电流皆为负。所有的电压都参考于 GND，除非另有规定。

**注 3:** 内部箝位把 DRN 引脚限制在一个比 OUT 和 SNS 引脚高 10V 的最小值。

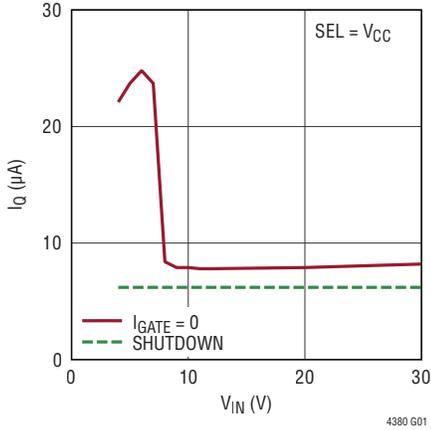
**注 4:** 内部箝位把 GATE 引脚限制在一个比 OUT 引脚或  $V_{CC}$  引脚高 10V 的最小值，或者比 GND 引脚高 50V ( $\text{SEL} = V_{CC}$ ) 或 31.5V ( $\text{SEL} = \text{GND}$ ) 的最小值 (LTC4380-1/LTC4380-2)。把该引脚驱动至超过该箝位的电压有可能损坏器件。

**注 5:** 总电源电流是流入  $V_{CC}$ 、OUT、SNS 和 DRN 引脚的电流之和。

**注 6:** 工作电压受限于 86V 的最大 GATE 电压。

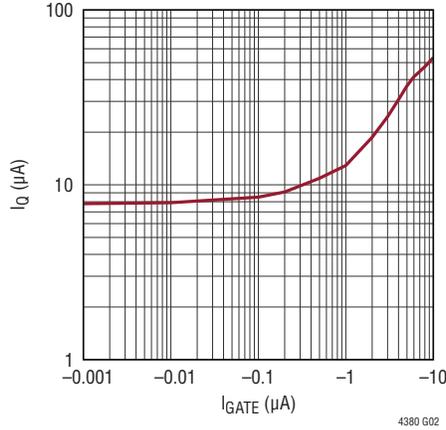
**典型性能特征**  $V_{CC} = 12V$ ，除非特别注明。

总电源电流 ( $I_Q$ ) 与输入电压之间的关系



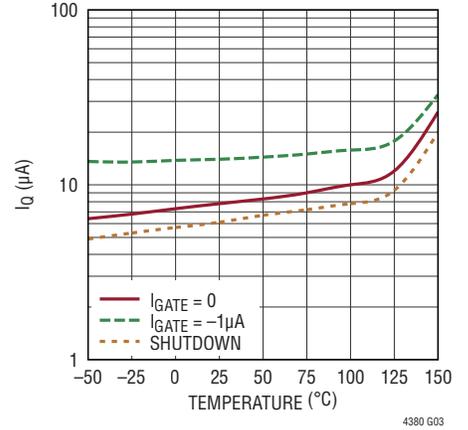
4380 G01

总电源电流 ( $I_Q$ ) 与栅极漏电流之间的关系



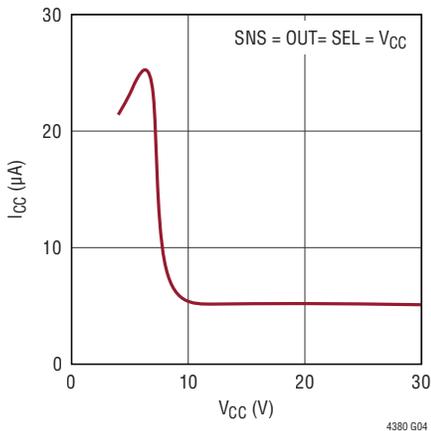
4380 G02

总电源电流 ( $I_Q$ ) 与温度之间的关系



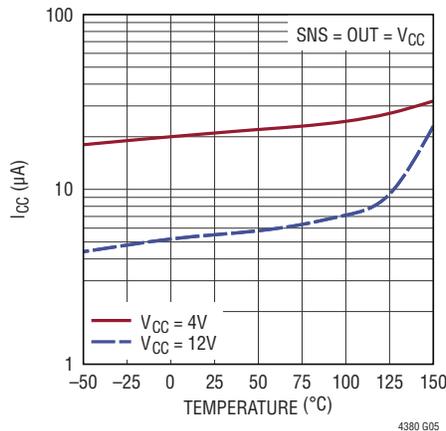
4380 G03

电源电流 ( $I_{CC}$ ) 与电源电压之间的关系



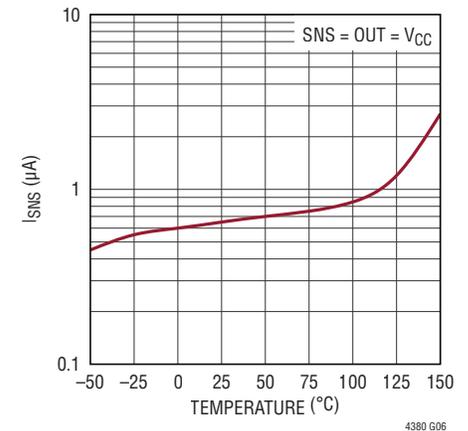
4380 G04

电源电流 ( $I_{CC}$ ) 与温度之间的关系



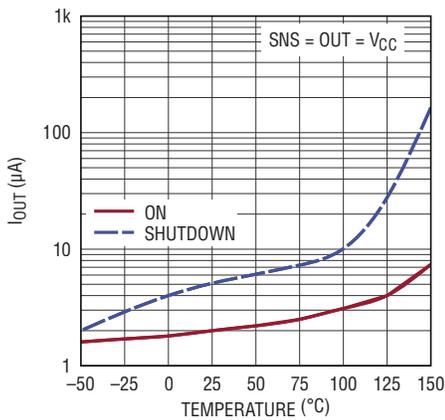
4380 G05

$I_{SNS}$  与温度之间的关系



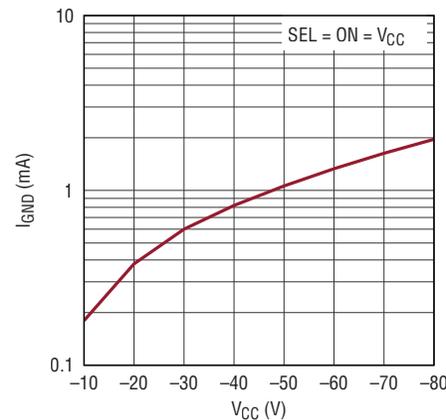
4380 G06

输出引脚电流与温度之间的关系



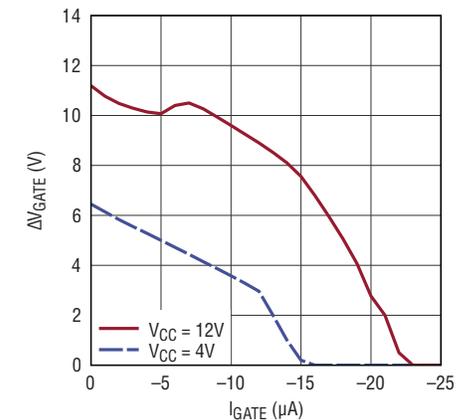
4380 G07

反向电流与反向电压之间的关系



4380 G08

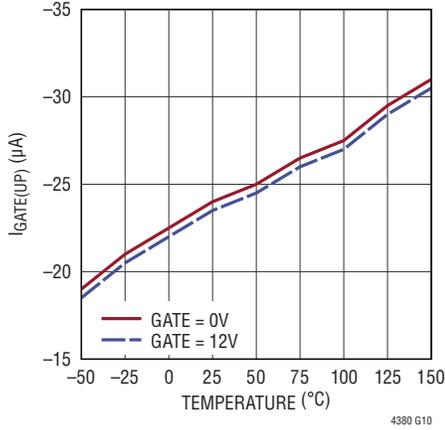
栅极驱动与栅极电流之间的关系



4380 G09

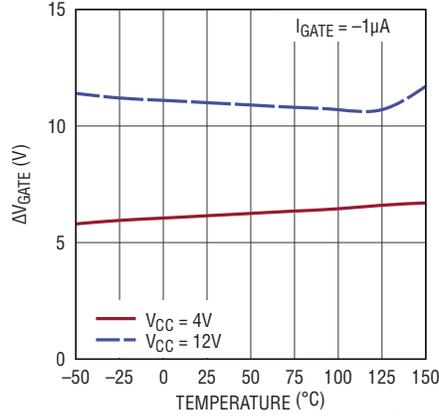
## 典型性能特征 $V_{CC} = 12V$ ，除非特别注明。

栅极上拉电流与温度之间的关系



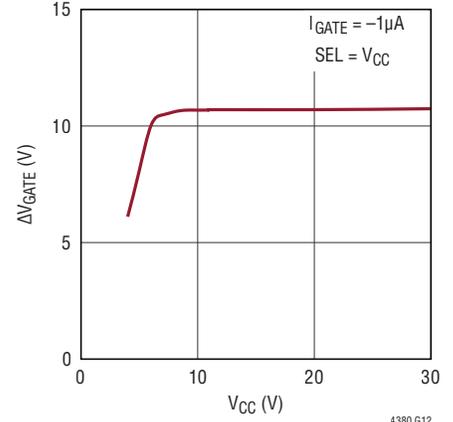
4380 G10

栅极驱动与温度之间的关系



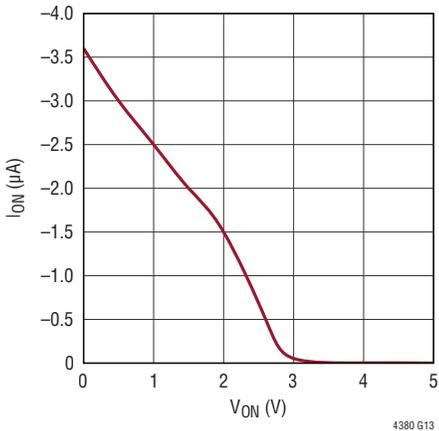
4380 G11

栅极驱动与电源电压之间的关系



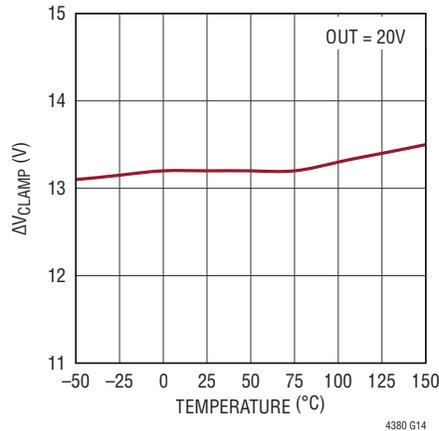
4380 G12

ON 引脚电流与电压之间的关系



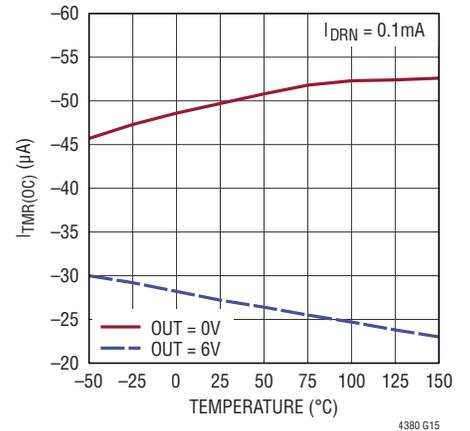
4380 G13

至  $V_{CC}$  的栅极箝位与温度之间的关系



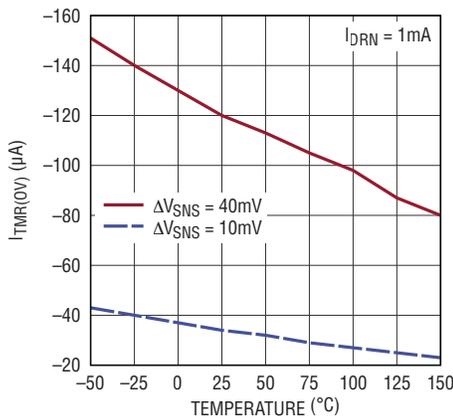
4380 G14

TMR 引脚电流与温度之间的关系



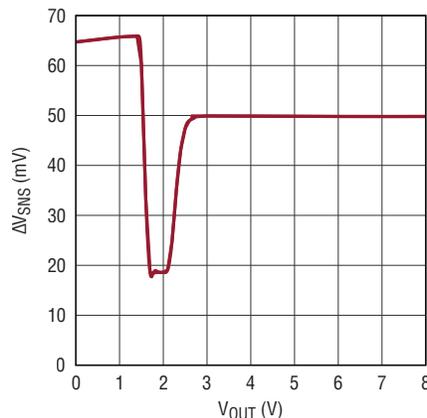
4380 G15

TMR 引脚电流与温度过压故障之间的关系



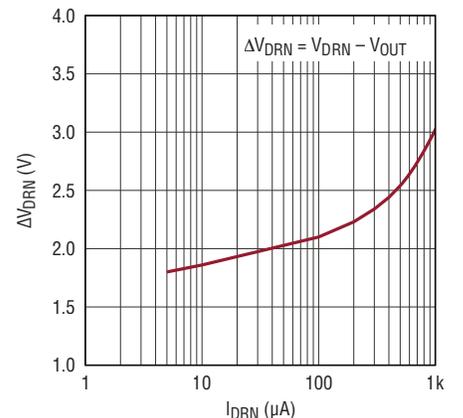
4380 G16

电流限值与输出电压之间的关系



4380 G17

DRN 电压与电流之间的关系



4380 G18

## 引脚功能

**DRN**：外部 MOSFET 漏极-源极检测。DRN 引脚电压跟踪 OUT 引脚。最终产生流过外部电阻器  $R_{DRN}$  的 DRN 引脚电流与外部 MOSFET  $V_{DS}$  成比例。DRN 引脚电流与  $\Delta V_{SNS}$  ( $SNS - OUT$ ) 在内部相乘，以产生一个与 MOSFET 的功率耗散近似成比例的 TMR 引脚电流。这通过在更严重的故障期间较快地超时降低了 MOSFET 的 SOA 要求。选择合适的  $R_{DRN}$  以在峰值输入电压条件下把电流限制在 1mA。不用时把该引脚连接至 OUT。

**裸露衬垫**：裸露衬垫。可置于开路状态或连接至器件地 (GND)。

**FLT**：故障输出。在 TMR 引脚上的电压达到 1.215V 故障门限之后，该漏极开路逻辑输出引脚拉至低电平。它指示 MOSFET 由于电源电压持续很长一段时间保持在高电平 (电压故障) 或器件处于某种过流状态 (电流故障) 而断开。故障输出能够吸收高达 3mA。不用时把该引脚置于开路状态。

**GATE**：用于 N 沟道 MOSFET 的栅极驱动。GATE 引脚由一个调节至比 OUT 引脚高 11.5V 的内部 20 $\mu$ A 充电泵上拉。一个放大器负责控制 GATE 引脚以限制流过 MOSFET 的电流。GATE 引脚在过压过程中被箝位，因而间接地限制输出电压。对于固定电压版本 LTC4380-1/LTC4380-2，箝位电压被设定为 31.5V (SEL = 0V 时) 或 50V (当 SEL =  $V_{CC}$  时)。LTC4380-3 和 LTC4380-4 是不具备内部栅极箝位的可调版本。当不处于调节模式时，GATE 引脚上的电压被限制在比  $V_{CC}$  高 13.5V。需要在该引脚上布设最小 47nF 电容和 33 $\Omega$  串联电阻器以补偿电流限制放大器。为避免在输出短路期间损坏外部 MOSFET，还在内部把 GATE 箝位至比 OUT 高 17V。

**GND**：器件地。

**ON**：接通控制输入。LTC4380 可通过把该引脚拉至高于 1.05V 或将其置于开路状态 (以允许一个内部 1M 电阻器接通器件) 来接通。把该引脚拉至此门限以下将器件置于关断模式并把电源电流减小至 6 $\mu$ A。如果未采用外部上拉，则

把该引脚上的至地漏电流限制在不到 1 $\mu$ A。可以把 ON 引脚拉至高达 80V 或 GND 以下达 60V，并不会造成损坏。

**OUT**：输出电压检测。该引脚在电流检测电阻器的输出端检测输出电压。一个内部箝位把 GATE 和 OUT 引脚之间的电压限制在 17V。利用一个尽可能靠近该引脚的 22 $\mu$ F (最小值) 电容器对 OUT 引脚进行旁路。

**SEL**：用于 LTC4380-1 和 LTC4380-2 的栅极箝位电压选择。把 SEL 引脚连接至 GND 以把内部栅极箝位电压设定至 31.5V。把它连接至  $V_{CC}$  或 OUT 以设定一个 50V 栅极箝位电压。可以把 SEL 引脚拉至高达 80V 或 GND 以下 60V，并不会造成损坏。对于 LTC4380-3 和 LTC4380-4，把 SEL 连接至 GND。

**SNS**：电流检测输入。连接至电流检测电阻器的输入端。电流限制放大器负责控制 GATE 引脚以把电流检测电压限制为 50mV。该电压在严重故障中增至 62mV (当 OUT 低于 1.5V 时)。在过流情况下把一个固定的 7 $\mu$ A 添加至 TMR 引脚电流以缩短关断时间。在输出电压低于 1.5V 的严重短路情况下，该附加电流增至 27 $\mu$ A 以减少 MOSFET 中的功率耗散。必须把  $\Delta V_{SNS}$  ( $SNS - OUT$ ) 限制在小于 5V。不用时把该引脚连接至 OUT。

**TMR**：故障定时器输入。在该引脚和地之间连接一个电容器，以设定故障关断时间和冷却周期。故障情况下充电电流的变化取决于 MOSFET 的功率耗散。当 TMR 达到 1.215V 时，MOSFET 关断且 FLT 拉至低电平。一旦栅极切断，器件立即进入一个冷却周期，此时 TMR 引脚上具有一个 2 $\mu$ A 上拉和下拉电流。在冷却周期结束之后，LTC4380-2 和 LTC4380-4 立即重启，而 LTC4380-1 和 LTC4380-3 则保持关闭，直到 ON 引脚短暂地 (超过 100 $\mu$ s) 拉至低电平或进行了电源循环为止。对于  $C_{TMR}$ ，建设采用一个额定值为 10V 的 X7R 电容器。

**$V_{CC}$** ：正电源电压输入。对于正常操作，正电源输入范围为 4V 至 80V。它在电池反接情况下会走至地电位以下达

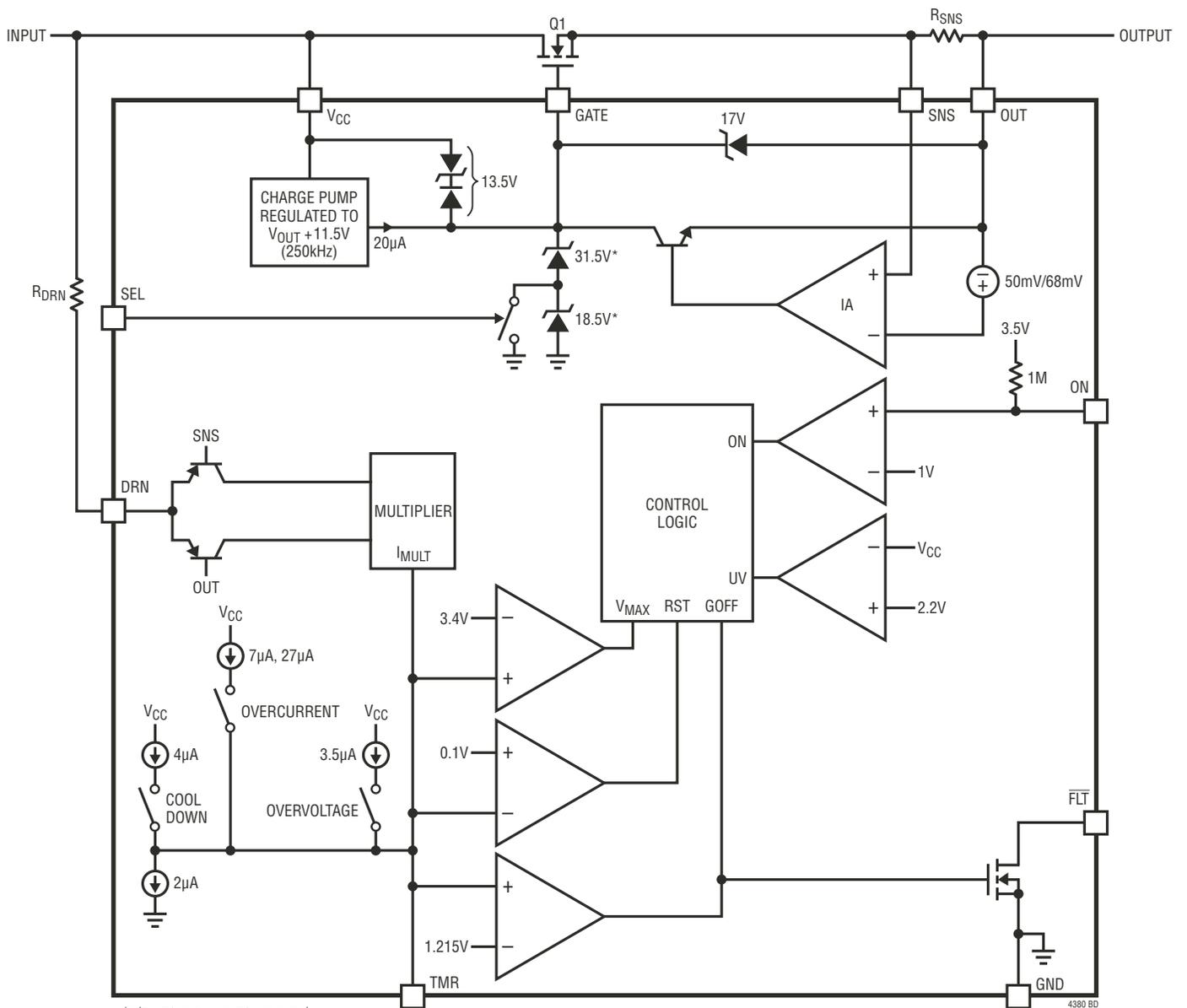
# LTC4380

## 引脚功能

60V，并不会损坏器件。对于那些输入电压预期会超过 80V 的应用， $V_{CC}$  引脚可由一个齐纳二极管箝位提供保护，或在遭遇短持续时间尖峰情况时由一个简单的 RC 滤波器给予保护。另外，还可以把利用一个齐纳二极管对  $V_{CC}$  引脚进行箝位作为一种将 GATE 引脚箝位电压调节至一个小于

内部 31.5V 或 50V 箝位的手段(对于 LTC4380-1/LTC4380-2)。对于不具备内部栅极箝位的可调版本 LTC4380-3/LTC4380-4，在  $V_{CC}$  引脚上布设一个齐纳二极管是限制 GATE 引脚电压的唯一方法。

## 方框图



\*仅在 LTC4380-1/LTC4380-2 中

4380 BD

## 工作原理

LTC4380 是一款低静态电流浪涌抑制器，其驱动一个作为传输器件的外部 N 沟道 MOSFET。在正常操作中，一个 20 $\mu$ A 充电泵 (见“方框图”) 把 MOSFET (Q1) 驱动至高电平，将它完全接通并提供一条从输入至负载的低阻抗通路。利用一个齐纳堆栈把 MOSFET 栅极箝位至地。如果输入电压上升至输出接近栅极箝位的地步，则实际上把输出限制在栅极箝位以下一个门限电压，并且阻止输入浪涌到达负载。

对于 LTC4380-1 和 LTC4380-2 版本，可提供两个至地的内部栅极箝位电压：31.5V (它把输出限制在约 27V 以用于 12V 系统) 和 50V (它把输出限制在约 45V 以供 24V 和 28V 系统使用)。箝位电压可采用 SEL 引脚来选择。除了栅极至地箝位之外，还把 GATE 引脚限制在比  $V_{CC}$  引脚电压高 13.5V。

对于 LTC4380-3 和 LTC4380-4 版本，没有至地的内部栅极箝位，而且栅极引脚仅被限制在比  $V_{CC}$  引脚上的电压高 13.5V。于是，一个连接在  $V_{CC}$  引脚和地之间的齐纳二极管箝位在过压过程中对  $V_{CC}$  和 GATE 引脚上的电压实施箝位。

负载电流由一个电流限制放大器 (IA) 加以限制，采用一个与 MOSFET 源极相串联的检测电阻器来监视电流。电流限制门限为 50mV，当输出低于 3V 时则上升至 62mV。

MOSFET 应力由一个定时器监视，其电流是 Q1 的  $V_{DS}$  以及  $I_D$  的一个函数。 $V_{DS}$  由 DRN 引脚上的  $R_{DRN}$  监视，而  $I_D$  则通过检测  $R_{SNS}$  两端的电压降来监视。定时器允许负载在短暂瞬变过程中继续运行，同时保护 MOSFET 免遭持续过压 (例如：车辆中的抛负载)、或输出过载或短路的损坏。

一个乘法器根据 MOSFET 中的功耗来设定定时器周期。较高的功耗对应于较短的定时器周期，因而有助于把 MOSFET 保持在其安全工作区 (SOA) 之内。

定时器在启动时、电压限制期间、和电流限制过程中对应力做出响应。TMR 引脚电流在定时电容器  $C_{TMR}$  上进行积分，而且如果 TMR 充电至 1.215V，则 MOSFET 关断。此时 LTC4380-1 和 LTC4380-3 锁断，并可通过电源的循环或把 ON 引脚拉至低电平 (至少持续 100 $\mu$ s) 实现复位。对于 LTC4380-2 和 LTC4380-4，TMR 引脚进入一个冷却阶段，从而为 MOSFET 温度在自动重启之前与其周围组件达到均衡提供时间。TMR 引脚在 3.4V 和 1.215V 之间缓慢地进行 15 次的充放电，并在最后一个周期放电至地。当 TMR 引脚已达到 100mV 门限时，MOSFET 重新接通。冷却间隔可通过把 ON 引脚拉至低电平 (至少持续 10ms/ $\mu$ F 的  $C_{TMR}$ ) 来缩短。

除了使定时器复位之外，ON 引脚还用于接通 / 关断控制和欠压检测。ON 引脚门限为 1.05V。

每当定时器因故障而关闭时，漏极开路  $\overline{FLT}$  引脚拉至低电平，并利用电源循环实现复位时重新走高，这是通过把 ON 引脚拉至低电平至少持续 100 $\mu$ s，或者就 LTC4380-2 和 LTC4380-4 而言，当 TMR 引脚放电至 100mV 时的情况。

表 1：LTC4380 选项

LTC4380	栅极箝位	发生故障后的运行方式
-1	至 GND 的内部 31.5V/50V	锁断
-2	至 GND 的内部 31.5V/50V	自动重试
-3	可从外部调节	锁断
-4	可从外部调节	自动重试

## 应用信息

LTC4380 在电源瞬变或输出过载过程中限制提供至负载的电压和电流。N 沟道 MOSFET 在正常操作期间提供一条从输入至负载的低电阻通路，而在过压情况下它则把输出限制在一个低于栅极电压的门限电压。设定总的故障定时器周期以安然度过短持续时间故障，而较长的故障过程则导致输出切断并保护 MOSFET 免受损坏。

### 启动

图 1 示出了一款把输出限制在大约 27V 的 12V、1A 应用电路。当首次加电且  $V_{CC} \geq 4V$  和  $ON \geq 1.05V$  时，在 GATE 引脚开始利用一个固定的  $20\mu A$  电流源给 C2 和 Q1 的栅极端充电之前有一个大约 10ms 的延迟。起源极跟随器作用的 Q1 使输出以  $I_{GATE(UP)}/C2$  的速率斜坡上升。负载电容  $C_L$  中的浪涌电流由下式得出：

$$I_{INRUSH} = I_{GATE(UP)} \cdot \frac{C_L}{C2}$$

式中的  $I_{GATE(UP)}$  通常为  $20\mu A$ 。

最终，GATE 引脚充电至  $V_{IN} \approx V_{OUT}$  的程度，并仅在  $\Delta V_{GATE}$  ( $V_{GATE} - V_{OUT}$ ) 达到其 11.5V 的调节点时停止，从而全面强化 Q1。

### 过流故障保护

LTC4380 拥有一种提供针对短路和过大负载电流之保护作用的可调电流限制功能。在过流过程中，调节 GATE 引脚以在输出高于 3V 时把 SNS 和 OUT 引脚两端的电流检测电压 ( $\Delta V_{SNS}$ ) 限制在 50mV。当输出端上发生严重短路时 (OUT 低于 1.5V)，电流检测电压为 62mV。输出电流由此被限制为  $\Delta V_{SNS}/R_{SNS}$ 。电流限制可控制极端场合 (例如：倘若  $C_L$  异常大或电流限值被设定为一个异常低的数值) 中的启动斜坡速率，并人为地把  $C_L$  的浪涌电流减小至低于前面计算的数值。

### 过压故障保护

LTC4380 在输入端上出现过压时限制输出端上的电压。对于图 1 中示出的 LTC4380-1/LTC4380-2，一个内部箝位根据 SEL 引脚的状态把 GATE 引脚限制在 31.5V 或 50V。当 SEL 引脚如图所示接地时，GATE 引脚被箝位在 31.5V。假设 Q1 的门限电压为 5V，则这把输出限制在约 26.5V。把 SEL 引脚连接至高电平导致 GATE 引脚箝位在 50V，并将输出限制为大约 45V。

另外，GATE 还可由内部  $20\mu A$  电流源的符合性限制在  $V_{CC} + 13.5V$ 。在 LTC4380-3/LTC4380-4 中，GATE 引脚箝位完全断接，仅留下  $V_{CC} + 13.5V$  符合性限制。这种方案允许通过把  $V_{CC}$  箝位于 4V 和 72V 之间有效地将 GATE 引脚箝位在 18V 至 86V 范围内的任何电压。

### V<sub>CC</sub> 引脚

$V_{CC}$  引脚工作范围从 4V 延续至 80V。当存在一个超过 80V 的输入过压时，必须利用滤波或箝位来保护  $V_{CC}$  引脚。对于超过 80V 的短持续时间尖峰和瞬变，滤波是保护  $V_{CC}$  引脚的最明智方法。在图 1 中 R1 和 C1 提供滤波。由于 LTC4380 的低  $I_{CC}$ ，R1 可以使用高达 20k 的阻值，并不会严重损害工作电压范围的低端。对于汽车抛负载等长持续时间浪涌，C1 变得过大，而齐纳二极管 D1 是限制  $V_{CC}$  电压的最有效方法。在 LTC4380-1 和 LTC4380-2 器件中，采用一个 68V 齐纳二极管可确保 D1 将不会超越内部 GATE

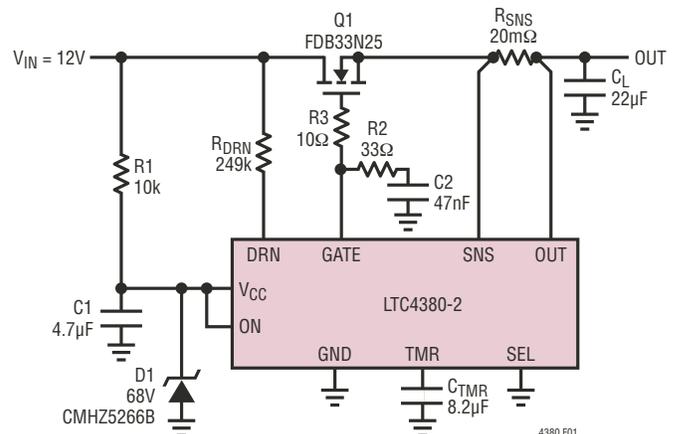


图 1：12V/1A，输出被限制至 27V

## 应用信息

引脚箝位。对于 LTC4380-3 和 LTC4380-4， $V_{CC}$  工作范围从 4V 延续至 72V。由于 GATE 引脚被调节至  $V_{OUT} + 11.5V$ ，因此应选择合适的 D1 以实现期望的输出箝位作用，同时把  $V_{CC}$  引脚保持在其 4V 至 72V 的范围之内。

### 故障定时器概要

过压和过流情况以及 Q1 中的高  $V_{DS}$  状况之持续时间由一个可调故障定时器进行限制。TMR 引脚上的一个电容器  $C_{TMR}$  负责设定在  $\overline{FLT}$  引脚上报告某种故障情况并关断 Q1 之前的延迟时间。另外， $C_{TMR}$  还设定在允许 Q1 重新接通之前的冷却时间（对于 LTC4380-2 和 LTC4380-4 自动重试版本）。LTC4380-1 和 LTC4380-3 版本则在定时器延迟结束时简单地锁断。建议对  $C_{TMR}$  采用一个额定值为 10V 或更高的 X7R 电容器，以最大限度减少温度和电压的灵敏度。

一旦在器件处于导通状态时施加输入电源，或者当在加电之后接通器件时，故障定时功能电路起动。当 MOSFET 两端的电压高于 0.7V 时，产生一个  $1.5\mu A$  电流以上拉 TMR 引脚。定时器利用一个随 MOSFET Q1 中的功耗而变化之附加电流实现加速。该功耗是 MOSFET 两端的电压 ( $V_{DS}$ ) 与流过它的电流 ( $I_D$ ) 之乘积。 $V_{DS}$  从漏极引脚电阻器  $R_{DRN}$  两端的电压降来推断，而  $\Delta V_{SNS}$  则代表  $I_D$ 。

在初始上电时， $1.5\mu A$  导频电流对 TMR 引脚电容器进行充电，因为输入电源至少在短时间里比输出电压高 0.7V 以上。当输出上升至输入电源电压的 0.7V 以内时，上拉电流消失，而且一个内部  $2\mu A$  电流源对 TMR 引脚电容器进行放电。必须选定合适的电容器大小以安全度过初始启动间隔，从而实现成功的上电。

在存在某种持续故障的场合，定时器电流把 TMR 引脚充电至 1.215V。此刻  $\overline{FLT}$  引脚拉至低电平以指示某种故障情况，而且 GATE 引脚拉至低电平，从而切断 MOSFET。在由于故障而发生关闭之后，定时器进入冷却阶段。在冷却周期结束时，LTC4380-1/LTC4380-3 保持关断，直到手动复位为止，而 LTC4380-2/LTC4380-4 则自动重启。

### 过压状态中的故障定时器操作

在过压情况下（此时 MOSFET 的  $V_{DS}$  超过 0.7V），TMR 引脚利用一个主要作为  $V_{DS}$  和  $I_D$  的函数而变化的电流从 0V 充电至 1.215V。 $V_{DS}$  从在 DRN 引脚电阻器  $R_{DRN}$  中流动的电流来推断，而 SNS 和 OUT 引脚之间的电压差 ( $\Delta V_{SNS}$ ) 则代表了 MOSFET 电流  $I_D$ 。

TMR 引脚电流由下式给出：

$$I_{TMR} = 1.5 \cdot 10^{-6} A + 0.0917 \left[ \frac{\sqrt{A}}{V} \right] \cdot \Delta V_{SNS} \cdot \sqrt{I_{DRN}}$$

式中的  $1.5 \cdot 10^{-6} A$  是最小 TMR 电流，而  $0.0917 \sqrt{A}/V$  是乘法器的增益项。

替换  $\Delta V_{SNS}$  和  $I_{DRN}$ ：

$$I_{TMR} = 1.5 \cdot 10^{-6} A + 0.0917 \left[ \frac{\sqrt{A}}{V} \right] \cdot I_D \cdot \sqrt{V_{DS}} \frac{R_{SNS}}{\sqrt{R_{DRN}}}$$

当 TMR 达到 1.215V 时， $\overline{FLT}$  引脚拉至低电平，而且 MOSFET 被关断且被允许在一段较长的时间里冷却。输出箝位的开始与关闭之间的总经过时间由下式给出：

$$t_{TMR} = V_{TMR(F)} \cdot \frac{C_{TMR}}{I_{TMR}}$$

由于  $I_{TMR}$  是  $V_{DS}$  和  $I_D$  的一个函数，因此在关闭之前于过压状态中度过的确切时间取决于输入波形和负载电流。

### 过流状态中的故障定时器操作

TMR 引脚在过流情况下的运行方式与在过压状态下大体相同。当 LTC4380 调节输出电流时存在过流的情况下，TMR 引脚利用一个主要作为 MOSFET 上耗散之功率的函数而变化的电流从 0V 充电至 1.215V。除了该可变电流之外，一个额外的  $27\mu A$  电流将在输出低于 1.5V 的低阻抗短路场合中加快定时器超时。当  $V_{OUT}$  高于 3V 时，此附加电流减小至  $7\mu A$ 。

## 应用信息

$V_{OUT}$  低于 1.5V 时的 TMR 引脚电流由下式得出：

$$I_{TMR} = (27 + 1.5) \cdot 10^{-6} \text{A} + 0.0917 \left[ \frac{\sqrt{A}}{V} \right] \cdot I_D \cdot \sqrt{V_{DS}} \frac{R_{SNS}}{\sqrt{R_{DRN}}}$$

式中的  $27 \cdot 10^{-6} \text{A}$  是过流期间的附加 TMR 电流。

而当  $V_{OUT}$  高于 3V 时：

$$I_{TMR} = (7 + 1.5) \cdot 10^{-6} \text{A} + 0.0917 \left[ \frac{\sqrt{A}}{V} \right] \cdot I_D \cdot \sqrt{V_{DS}} \frac{R_{SNS}}{\sqrt{R_{DRN}}}$$

式中的  $7 \cdot 10^{-6} \text{A}$  是过流期间的附加 TMR 电流。

当 TMR 达到 1.215V 时， $\overline{FLT}$  引脚拉至低电平，而且 MOSFET 被关断且被允许在一段较长的时间里冷却。输出箝位的开始与关闭之间的总经过时间由下式给出：

$$t_{TMR} = V_{TMR(F)} \cdot \frac{C_{TMR}}{I_{TMR}}$$

由于  $I_{TMR}$  是  $V_{DS}$  和  $I_D$  的一个函数，因此在关闭之前于过流状态中度过确切时间取决于输入波形、输出电压以及让输出电流进入调节状态所需的时间。

### 冷却阶段

不管是由过压还是由过流启动，冷却运行方式都是相同的。在冷却阶段中，定时器继续利用  $2\mu\text{A}$  从 1.215V 充电至 3.4V，然后以  $2\mu\text{A}$  放电回到 1.215V。该周期重复 14 次，并且在第 15 个周期 TMR 引脚被一路拉至地电位。总冷却时间由下式给出：

$$t_{COOL} = C_{TMR} \frac{15 \cdot 4.37\text{V} + (1.215\text{V} - 0.1\text{V})}{2\mu\text{A}}$$

到此刻为止，LTC4380-1/LTC4380-3 和 LTC4380-2/LTC4380-4 的操作是相同的。冷却阶段结束时它们的运行方式则是完全不同。

在冷却阶段的终点，当 TMR 超过 100mV 复位门限时，LTC4380-1/LTC4380-3 保持锁断状态，而  $\overline{FLT}$  处在低电平。它们可以通过把 ON 引脚拉至低电平（至少持续 100 $\mu\text{s}$ ）或使电源经历通断循环来重启。可通过把 ON 引脚拉至低电平（并持续至少 10ms/ $\mu\text{F}$  的  $C_{TMR}$ ）来随时中断冷却阶段；LTC4380-1/LTC4380-3 将在 ON 走高时重启。LTC4380-2/LTC4380-4 将在冷却阶段结束时自动重试（并不对 ON 引脚进行通断电循环），而且可以通过把 ON 引脚拉至低电平（并持续至少 10ms/ $\mu\text{F}$  的  $C_{TMR}$ ）来中断冷却阶段。

对于这两种版本， $\overline{FLT}$  引脚在停机模式中均走高，并在首次给  $V_{CC}$  加电时清零至高电平。如果  $\overline{FLT}$  被设定为低电平，则其可通过把 ON 引脚拉至低电平（并持续至少 10ms/ $\mu\text{F}$  的  $C_{TMR}$ ）以在冷却阶段中复位。

### 电源瞬变保护

LTC4380 经过测试可在达 72V 的电压下运作，并保证能在高达 80V 的电压条件下免于受损。然而，高于 80V 的电压瞬变则有可能引起永久性的损坏。在短路情况下，流过电源走线和相关配线之电流的大幅变化会引起可超过 80V 的感应电压瞬变。为最大限度地抑制电压瞬变，应通过采用简短、宽阔的走线以尽量地减小电源走线寄生电感。在  $V_{CC}$  引脚上布设一个 RC 滤波器是针对电压尖峰的一种有效保护措施。

另一种把  $V_{CC}$  引脚上的电压尖峰限制在低于 80V 的方法是采用一个小的齐纳二极管和一个电阻器（图 1 中的 D1 和 R1）。齐纳二极管限制该引脚上的电压，而电阻器则在浪涌期间把流过二极管的电流限制一个安全的水平。然而，如果  $V_{CC}$  引脚上由于 R1 和 C1 的作用而被滤波的电压保持在 80V 以下，那么可以省去 D1。纳入与  $V_{CC}$  引脚相串联的 R1 将适度地增加  $V_{IN}$  上的最小要求电压，原因是 LTC4380 的小  $V_{CC}$  电流和 D1 的漏电流在它的两端上产生了额外的电压降。

需要在靠近 MOSFET Q1 源极引脚之处布设总的体电容至少为 22 $\mu\text{F}$  的低 ESR 电解电容器或陶瓷电容器。

## 应用信息

### MOSFET 的选择

LTC4380 驱动一个 N 沟道 MOSFET 以承载负载电流。MOSFET 的重要特性是导通电阻  $R_{DS(ON)}$ 、最大漏-源极电压  $V_{(BR)DSS}$ 、门限电压和安全工作区 (SOA)。

最大可容许漏-源极电压必须高于峰值电源电压。如果在过压过程中输出断开或短路至地，则完整的电源电压将出现在 MOSFET 的两端。

对于  $V_{CC}$  高于 8V 的那些应用，用于 MOSFET 的栅极驱动电压保证比 OUT 引脚高出的幅度大于 10V 但小于 14V。这允许使用一个标准门限电压 N 沟道 MOSFET。对于稳态  $V_{CC}$  低于 8V 的系统，因为栅极驱动电压可低至 5V，所以需要采用一个逻辑电平 MOSFET。

MOSFET 的 SOA 必须涵盖所有的故障情况。在正常操作中 MOSFET 完全导通，耗散非常低的功率。但是在过压或过流故障期间，GATE 引脚要么被箝位以限制输出电压，要么受控以调节流过 MOSFET 的电流。大电流和 MOSFET 两端的高电压降可共存，并在这些场合中耗散大量的功率。必须把 MOSFET 的 SOA 曲线与故障定时器电容器的选择结合起来谨慎地考虑。

### MOSFET 中的瞬态应力

在过压过程中，LTC4380 对传输 MOSFET 的栅极进行箝位，以把输出电压限制在一个可接受的电平。负载电路在此期间中可以连续工作，而仅以 MOSFET 传输器件中的耗散为代价。MOSFET 功耗或应力是输入电压波形、输出电压和负载电流的一个函数。必须确定 MOSFET 的尺寸以安然承受该应力。

大多数瞬变过程规格采用图 2 中所示的典型波形，其包括一个上升时间为  $t_r$  的线性斜坡达到一个峰值电压  $V_{PK}$ ，并以一个时间常数  $\tau$  指数性地衰减回  $V_{IN}$ 。一种常见的汽车瞬变规格具有常数  $t_r = 10\mu s$ ， $V_{PK} = 80V$  和  $\tau = 1ms$ 。一种被称为“抛载”的浪涌情况通常具有常数  $t_r = 5ms$ ， $V_{PK} = 60V$  和  $\tau = 200ms$ 。

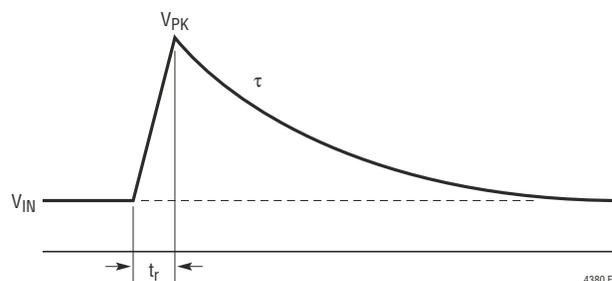


图 2：典型瞬态波形

MOSFET 应力是在器件内部耗散之功率的结果。对于长持续时间 (100ms 或更长) 的浪涌，应力越来越多地受从封装内向外之传热的支配；这是一个关于器件封装和安装、以及散热器热质量的问题。借助采用 MOSFET 热模型的仿真可对此进行最佳的分析。

对于不到 100ms 的短持续时间瞬变，MOSFET 的安全承受是一个涉及到安全工作区 (SOA) (它是 MOSFET 的一项本质特性) 的问题。SOA 量化了在任何给定的  $V_{DS}$  和  $I_D$  条件下把 MOSFET 的结温提高至其额定最大值所需的时间。MOSFET SOA 可采用瓦特平方秒 ( $P^2t$ ) 为单位来表示。对于任何给定的器件类型，该数字对于 <100ms 的间隔基本上是恒定的，并在 DC 操作条件下升至无穷大。除了主体芯片温度之外的破坏机理会使准确绘制的 SOA 曲线产生失真，因此  $P^2t$  并非对于所有的  $I_D$  和  $V_{DS}$  组合都是相同的。特别地，当  $V_{DS}$  接近最大额定值时  $P^2t$  往往下降，因而使得有些器件对于吸收高于某特定电压的能量没有用处。

### 计算瞬态应力

如欲选择一款适合任何给定应用的 MOSFET，必须针对每种输入瞬变计算或仿真不得中断操作的 SOA 应力。这样它就成了一个简单的事项，即选择一款具有足够的 SOA 以安全承受最大计算应力的器件。针对一种典型瞬态波形的  $P^2t$  按如下方法计算 (图 3)：





## 应用信息

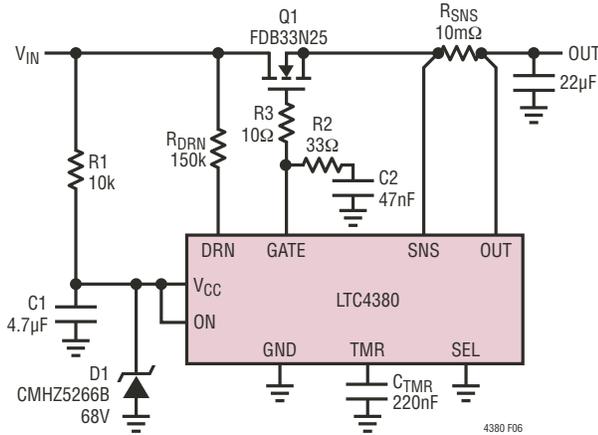


图 6：设计实例

CMHZ5266B 能够处理 500W (无限期) 和 1W (1 秒)。

$V_{CC}$  引脚必需至少为 4V 以在从 12V 到低至 3V 的冷车发动过程中工作 40ms。C1 的数值可按下式计算：

$$C1 = \frac{-40\text{ms}}{10\text{k}\Omega \cdot \ln\left(\frac{1}{9}\right)} = 1.82\mu\text{F}$$

选择 4.7µF 以适应器件的电源电流和其他条件。

利用  $C1 = 4.7\mu\text{F}$  和  $R1 = 10\text{k}\Omega$ ，在  $V_{CC}$  引脚上对高达 200V 且具有 <10ms 脉冲宽度的高电压瞬变进行滤波。持续时间较长的浪涌由 D1 抑制。

接下来计算电流限制门限为 50mV 情况下的检测电阻器 ( $R_{SNS}$ ) 阻值：

$$R_{SNS} = \frac{50\text{mV}}{I_{LIM}} = \frac{50\text{mV}}{5\text{A}} = 10\text{m}\Omega$$

选择合适的  $R_{DRN}$  以在最大过压瞬变过程中产生一个流入 DRN 引脚的 1mA 电流：

$$R_{DRN} = \frac{150\text{V} - 27\text{V}}{1\text{mA}} = 123\text{k}\Omega$$

选择 150kΩ 以确保足够的裕度。

下一步选择  $C_{TMR}$  以在 TMR 引脚达到 1.215V 的断开门限之前给输出上电：

$$C_{TMR} = \frac{I_{TMR(UP)} \cdot t_{INRUSH}}{V_{TMR}}$$

式中：

$$t_{INRUSH} = \frac{V_{IN} \cdot C2}{I_{GATE(UP)}} = V_{IN} \frac{C_{LOAD}}{I_{INRUSH}}$$

$$= \frac{14\text{V} \cdot 47\text{nF}}{20\mu\text{A}} = 32.9\text{ms}$$

$I_{TMR(UP)} \approx 1.5\mu\text{A}$ 。为了把  $V_{TMR}$  的上升限制为 0.4V，

$$C_{TMR} = \frac{1.5\mu\text{A} \cdot 32.9\text{ms}}{0.4\text{V}} \approx 123\text{nF}$$

选择 220nF 以适应所有的条件。

应选择合适的传输晶体管 Q1 以在  $V_{CC} = 14\text{V}$  的情况下承受输出短路。在  $V_{OUT} = 0\text{V}$  的严重输出短路场合中，总的过流故障时间为：

$$t_{OC} = \frac{220\text{nF} \cdot 1.215\text{V}}{30.5\mu\text{A}} = 8.76\text{ms}$$

Q1 中的功耗为：

$$P = \frac{14\text{V} \cdot 68\text{mV}}{10\text{m}\Omega} = 95.2\text{W}$$

且  $P^2t = 79.4\text{W}^2\text{S}$

在输出过载或软短路期间，OUT 引脚上的电压可保持在 3V 或更高。当  $V_{OUT} = 3\text{V}$  时，总的过流故障时间为：

$$t_{OC} = \frac{220\text{nF} \cdot 1.215\text{V}}{9.75\mu\text{A}} = 27.4\text{ms}$$

Q1 中的功耗为：

$$P = \frac{(14\text{V} - 3\text{V}) \cdot 50\text{mV}}{10\text{m}\Omega} = 55\text{W}$$

且  $P^2t \approx 83\text{W}^2\text{S}$

这些条件完全处在 FDB33N25 的安全工作区之内。

## 应用信息

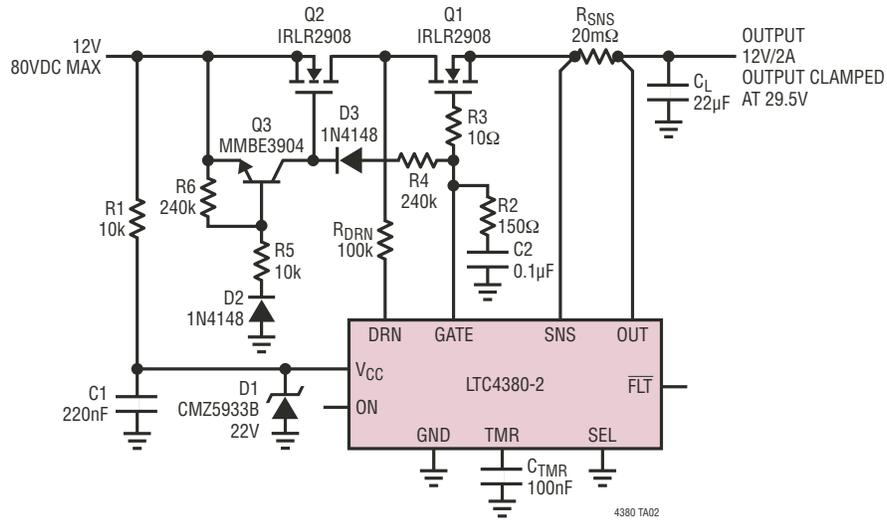


图 7：12V 过流保护的高端开关

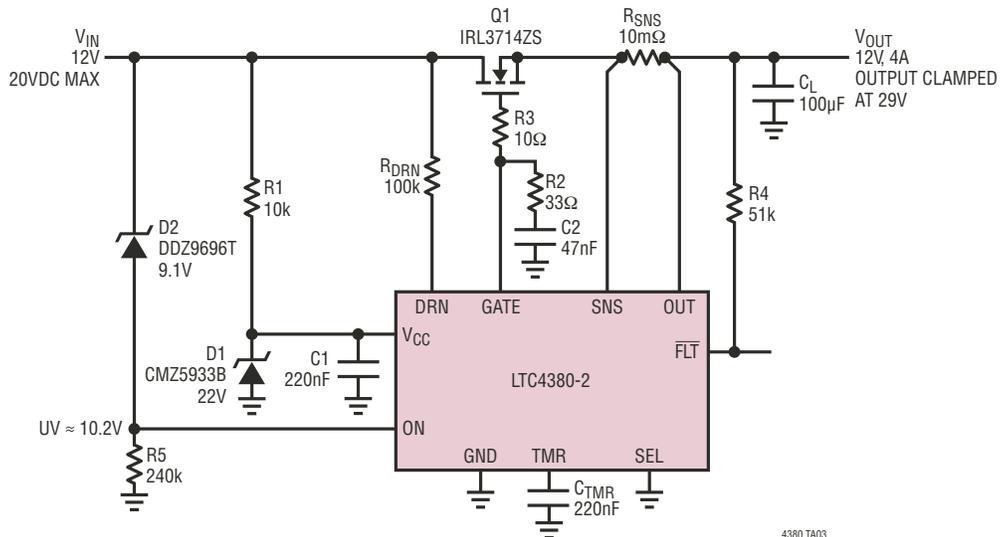


图 8：具输入 UV 检测功能的 12V 热插拔控制器

应用信息

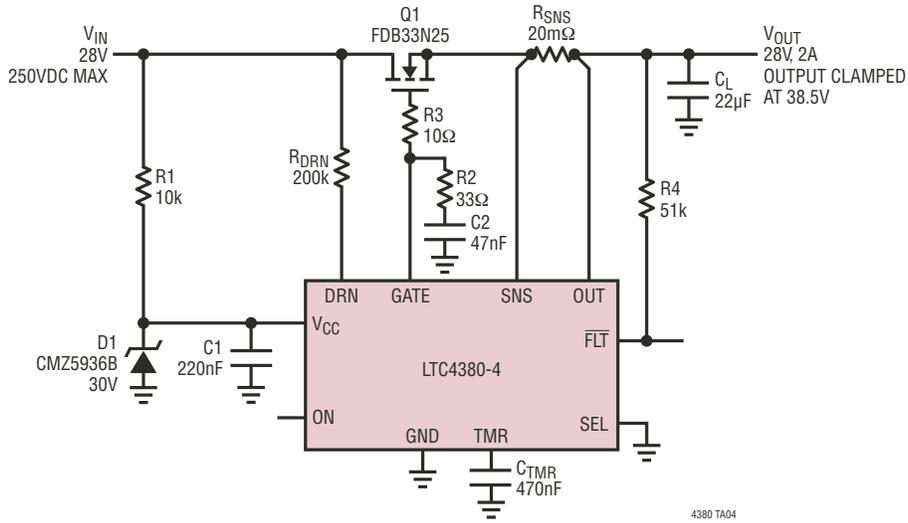


图 9：输出被箝位至低于 40V 的 28V 浪涌抑制器

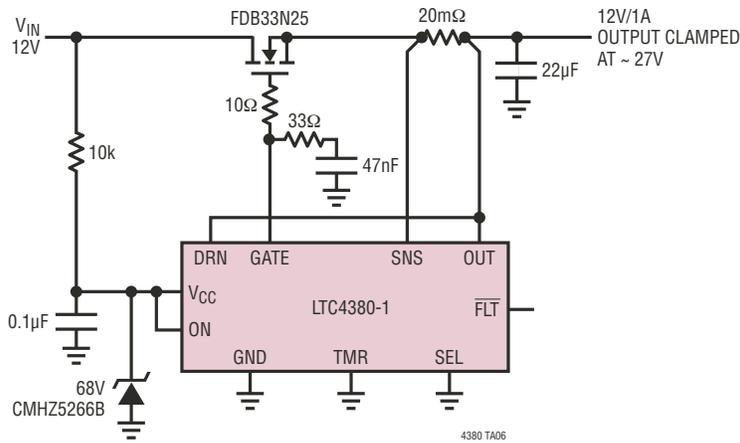
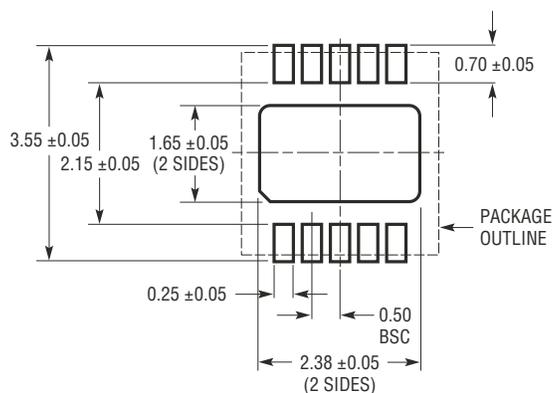


图 10：故障定时器被停用的 12V 浪涌抑制器

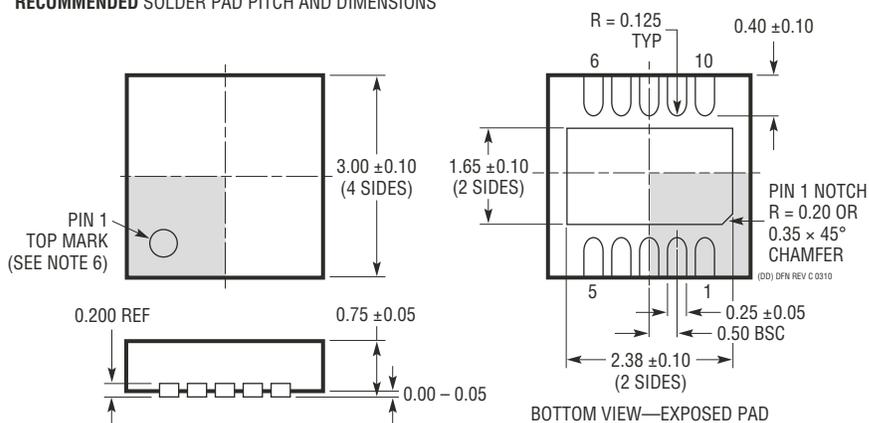
## 封装描述

如需了解最近的封装图样，请登录 <http://www.linear.com.cn/product/LTC4380#packaging>

### DD 封装 10 引脚塑料 DFN (3mm x 3mm) (参考 LTC DWG # 05-08-1699 Rev C)



#### RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS



#### NOTE:

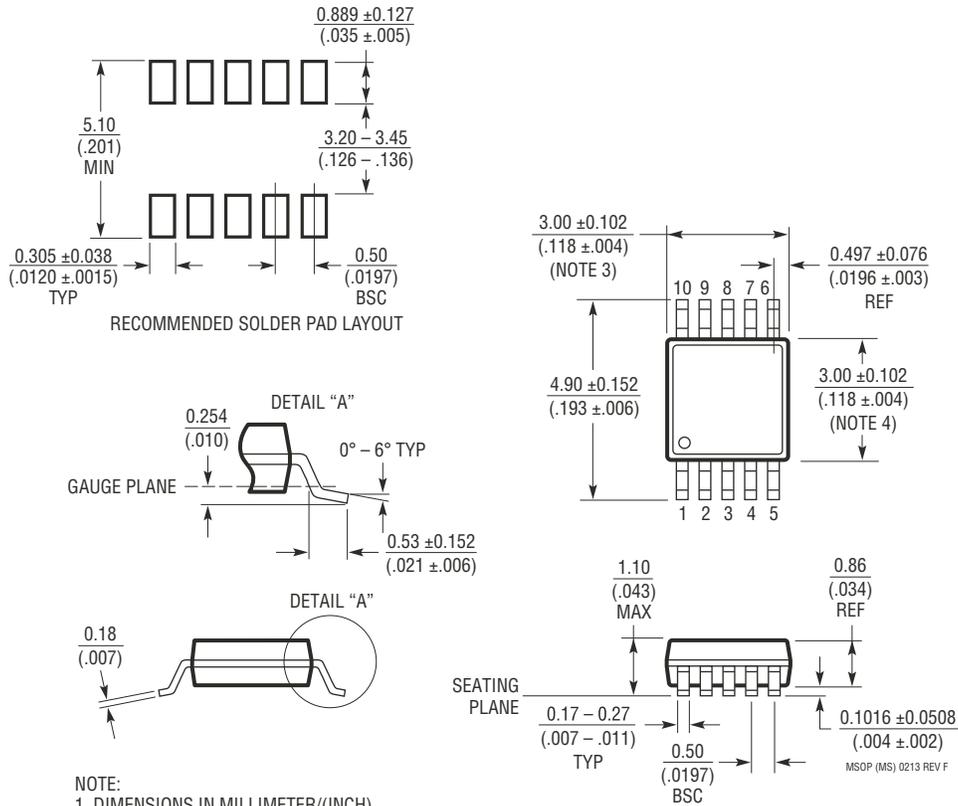
- DRAWING TO BE MADE A JEDEC PACKAGE OUTLINE M0-229 VARIATION OF (WEED-2). CHECK THE LTC WEBSITE DATA SHEET FOR CURRENT STATUS OF VARIATION ASSIGNMENT
- DRAWING NOT TO SCALE
- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
- DIMENSIONS OF EXPOSED PAD ON BOTTOM OF PACKAGE DO NOT INCLUDE MOLD FLASH. MOLD FLASH, IF PRESENT, SHALL NOT EXCEED 0.15mm ON ANY SIDE
- EXPOSED PAD SHALL BE SOLDER PLATED
- SHADED AREA IS ONLY A REFERENCE FOR PIN 1 LOCATION ON THE TOP AND BOTTOM OF PACKAGE

## 封装描述

如需了解最近的封装图样，请登录 <http://www.linear.com.cn/product/LTC4380#packaging>

### MS 封装 10 引脚塑料 MSOP

(参考 LTC DWG # 05-08-1661 Rev F)



**NOTE:**

1. DIMENSIONS IN MILLIMETER/(INCH)
2. DRAWING NOT TO SCALE
3. DIMENSION DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS.  
MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.152mm (.006") PER SIDE
4. DIMENSION DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSIONS.  
INTERLEAD FLASH OR PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED 0.152mm (.006") PER SIDE
5. LEAD COPLANARITY (BOTTOM OF LEADS AFTER FORMING) SHALL BE 0.102mm (.004") MAX

## 修改记录

修改	日期	描述	页数
A	08/16	更新规格限制： $I_{OUT}$ ON， $\Delta V_{SNS}$ 在 $OUT = 6V/12V$ TMR 引脚功能：添加电容器额定值和种类的建议	3, 4 7

## 典型应用

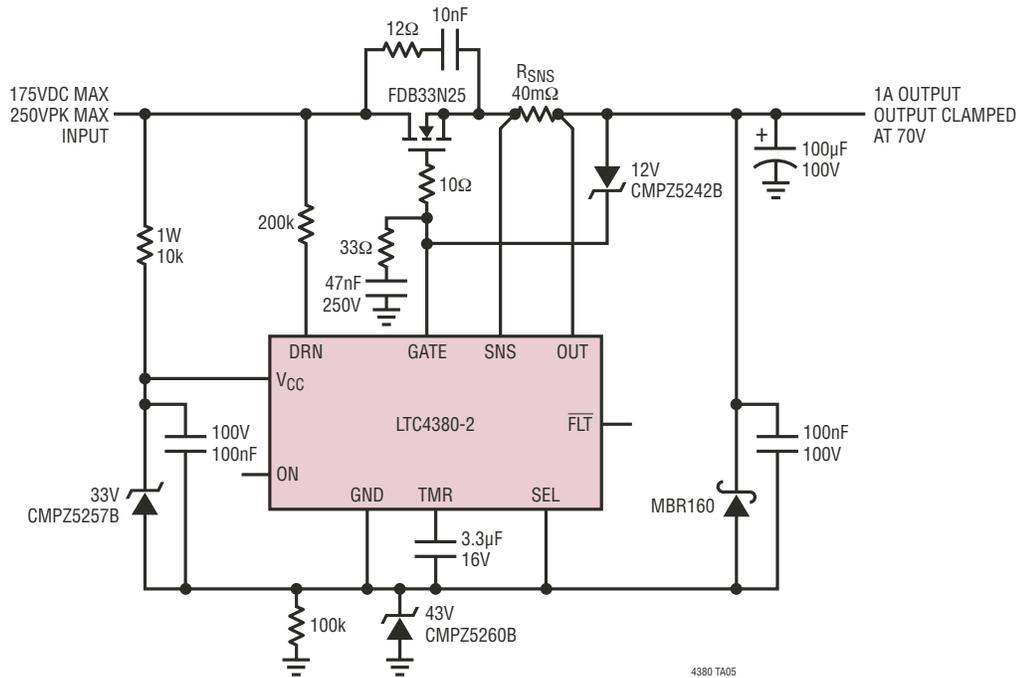


图 11 : 48V 浮动浪涌抑制器

## 相关器件

器件型号	描述	备注
<a href="#">LT4356</a>	具电流限制功能的浪涌抑制器	4V 至 80V 工作电压, 100V 保护, DFN-12、MSOP-10 和 SO-16 封装
<a href="#">LTC4359</a>	理想二极管控制器	4V 至 80V 工作电压, -40V 输入保护, DFN-8、MSOP-8 封装
<a href="#">LTC4361</a>	过压 / 过流保护控制器	2.5V 至 5.5V 工作电压, 80V 保护, TSOT-8 和 DFN-8 封装
<a href="#">LT4363</a>	具电流限制功能的浪涌抑制器	4V 至 80V 工作电压, >100V 保护, DFN-12、MSOP-12 和 SO-16 封装
<a href="#">LTC4364</a>	具理想二极管的浪涌抑制器	4V 至 80V 工作电压, -40V 至 >100V 保护, DFN-14、MSOP-16 和 SO-16 封装
<a href="#">LTC4365</a>	过压、欠压和反向输入保护控制器	2.5V 至 34V 工作电压, -40V 至 60V 保护, DFN-8 和 TSOT-8 封装
<a href="#">LTC4366</a>	高电压浪涌抑制器	9V 至 >500V 工作电压, 浮动拓扑, TSOT-8 和 DFN-8 封装
<a href="#">LTC4367</a>	过压、欠压和反向输入保护控制器	2.5V 至 60V 工作电压, -40V 至 100V 保护, DFN-8 和 MSOP-8 封装
<a href="#">LTC7860</a>	开关浪涌抑制器	3.5V 至 60V 工作电压, >100V 保护, MSOPE-12 封装