

LM25069评估板

[查询LM25069供应商](#)

美国国家半导体公司
应用注释1947
Dennis Morgan
2009年6月29日



介绍

LM25069EVAL评估板给设计工程师提供了正电压全功能热插拔控制器板。板上包括LM2509-2芯片 (IC)，该版本芯片具有自动重启功能。这个应用笔记描述了板子的各种功能，以及如何测试和评估，如何根据具体应用改变元器件等。LM25069的数据手册在网站上www.national.com上可得到。

评估板的规格为：

- 输入电压范围：+2.9V~17V
- 限流值：5A，±10%
- Q1功率限制：15W
- 欠压闭锁阈值：4.8V与4.5V
- 过压闭锁阈值：15V与14.6V
- 插入延时：213ms
- 故障超时：14.6ms与12.1ms
- 重启时间：1.8s
- 尺寸：4.0" x 1.38"

电路板结构

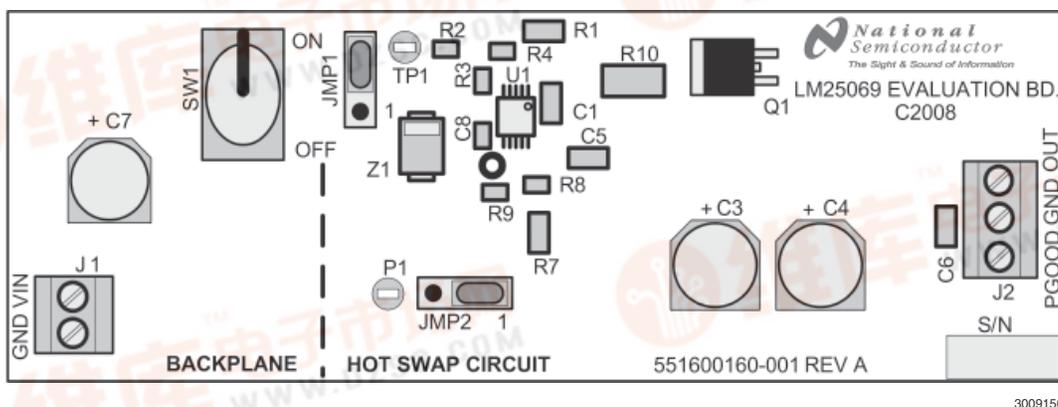


图1 评估板-上层

LM25069评估板外形图如图1所示，原理图参见图2。板左侧的“背板”为背板电压源。垂直虚线是背板电压源与热插拔线路输入的分界线。换句话说，这是卡槽系统的边沿端子。拨动开关SW1可用于连接或断开热插拔电路与背板电压源。垂直虚线右边的电路是热插拔电路。系统电压连接在输入端子J1上。外接负载连接在输出端子J2上。评估板上的电容C3，C4代表负载电路输入端，在评估板上提供这两个电容，在测试LM25069的启动特性时可以不接负载。

为使热插拔功能可靠，系统供电侧端子上需要一个电容 (C7)，其目的是使负载电流改变或者关断时的电压暂态过程最小。如果没有电容，输入线的引线电感会在关断时产生一个暂态电压，使电压有可能超过LM25069的绝对最大额定值而导致器件损坏。

发货时，LM25069评估板上JMP1的初始状态为2-3引脚短接，JMP2的1-2引脚短接。



查询LM25069供应商

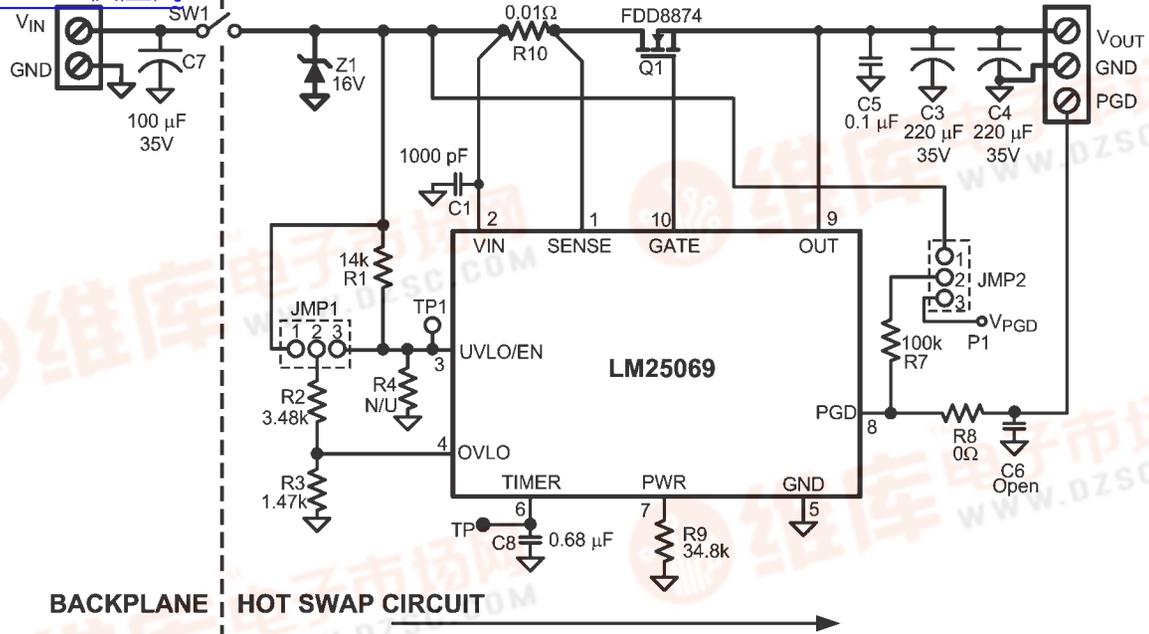


图2 评估板原理图

工作原理

LM25069对将负载连接到带电系统中进行智能控制。热插拔线路的两个主要功能是启动时的浪涌电流限制和正常运行时的负载电流故障监测。其它功能还包括确保只有输入电压在指定范围才对负载供电的欠压闭锁和过压闭锁功能、启动时串联在线路中的FET(Q1)的功率限制功能，指示线路状态的电源良好逻辑输出(PGD)功能。

给LM25069加一个输入电压(比如SW1开通)时，Q1保持关断约213ms(插入延时)以避免输入侧的震荡和暂态过程。延时结束时，如果VIN端的输入电压介于欠压闭锁和过压闭锁的阈值之间，Q1受控开通以限制冲击电流。如果启动时冲击电流不加限制，当负载电容(C3, C4)充电时电流会非常高，充电电流仅受输入电压源的冲击电流能力、C7的特性和导线电阻(几个毫欧)的限制。这个大电流会损害连接端子、PCB导线，及接受大电流冲击的负载电容。此外，控制负载输入的电压变化率还可以降低可能的EMI问题。

LM25069使用两个步骤将冲击电流限制到安全水平。在启动周期的第一部分，当Q1漏源极两端的压差最高时，通过监测漏极电流(R10上的电压)和漏源极压差，Q1的功耗被限制在峰值15W。输出电压上升时，漏源极电压降低，通过控制漏极电流来保持两者乘积恒定。参见图3中漏极电流上升到 I_{LIM} 过程中的恒功率部分。当漏极电流达到电流限制阈值(5A)时将保持恒定，同时输出电压保持上升。当输出电压达到输入电压(漏源极电压减小到接近0)时，漏极电流就会降低到一个由负载决定的水平上。Q1的门极对源极的电压会上升到其稳态值。整个电路现在就进入了正常工作模式。

正常工作时的负载电流故障监测功能由上述电流限制电路来实现。如果负载电流上升到5A(R10上有50mV压降)，Q1的门极会受到控制以防止电流进一步增加。当电流限制起作用时，故障定时器限制了故障的周期。在故障延时的最后，Q1被关断，电流不再提供给负载。然后LM25069-2会每1.8s尝试重新启动。重新启动过程包括开通Q1并监测负载电流以判断故障是否存在。故障消除时，电路在下次重启时上电到正常工作状态。

在突然过载条件下(例如输出对地短路)，电流上升可能比电流限制电路的响应快。这种情况下，当R10两端电压达到约95mV时，电路断路传感器会快速关断Q1。当电流降低到电流限制阈值以下，电流限制电路开始起作用。

启动时，PGD逻辑电平输出为低，当OUT端的输出电压与输入电压之间的压差在1.3V之内时，PGD拉高，以启动过程基本完成。如果OUT电压因故障降低到输入电压的1.9V以下，PGD拉低。PGD引脚上的高电平电压可能是任何高达+17V的适当电压，并可能高于或低于VIN和OUT引脚上的电压。

欠压闭锁和过压闭锁阈值由电阻R1-R3设定。UVLO引脚上的阈值是1.17V，OVLO引脚上的则是1.16V。内部20µA电流源提供每个阈值的滞回。



[查询LM25069供应商](#)

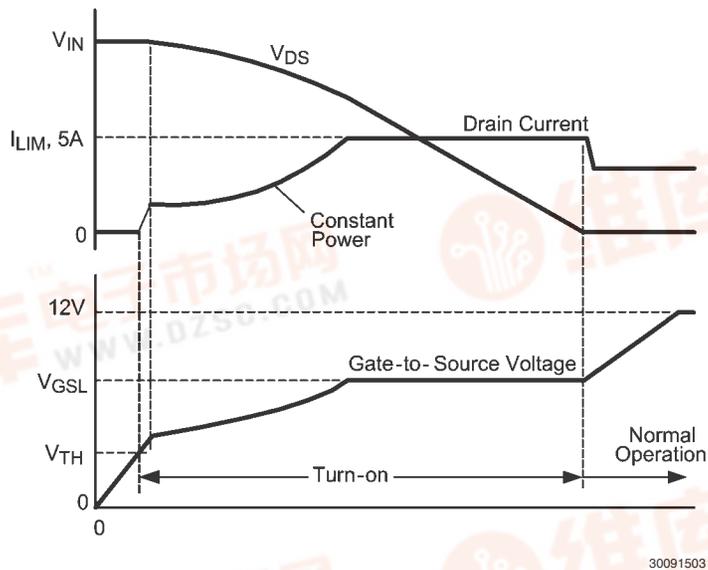


图3 具有功率限制和电流限制的上电过程

电路板布局与探测注意事项

图1示出电路元器件布置图，板子上电时需要注意如下几点：

1. 检测电路时应注意以防止伤害及可能的对电路的损坏。
2. 在最大负载电流（5A）下，连接电源与负载的导线线径及长度很重要，连接评估板与电源导线应绞合在一起以减小引线电感。连接评估板与负载的导线也应同样处理。这样推荐是为了减小负载电流关闭时发生的电压暂态过程。

评估板连接/启动

输入电压源连接在端子J1上，负载加在端子J2的输出（OUT）与地（GND）上，使用双绞线。输入端子和输出端子应各接一个电压表。输入电流可以用一个电流表或电流探头来监测。在J2端子的PGOOD和GND之间连接一个电压表可以监测PGD输出。将拨动开关放在“ON”位置上。

逐步升高输入电压。到达欠压闭锁阈值前，输入电流应小于2mA。当到达阈值后，Q1开通。如果用波器观察，在到达负载定义的电流值之前，输入电流如图3中所示一样开始增加。启动时间取决于输入电压、功率限制设定、电流限制设定和最终的负载电流。在输入电压为14V的条件下，启动时间在空载时为约3ms，在3.7A负载电流下为6.5ms。参见图9，图10。

电路参数改变 查询LM25069供应商

电流限制

电流限制阈值由电阻R10按如下公式设置：

$$I_{LIM} = 50 \text{ mV}/R10$$

负载电流增加使得电阻R10两端电压达到50mV，LM25069就会调节Q1的门极来限制电流到上述阈值。评估板上的R10发货时为10欧姆电阻，因而限流值为5A。改变电阻R10的数值和功率，即可相应改变限流阈值。

功率限制

启动或故障时Q1上的最大功率由电阻R9、R10按下列公式设定：

$$P_{FET(LIM)} = \frac{R9}{2.32 \times 10^5 \times R10}$$

评估板上提供的元件， $P_{FET(LIM)} = 15\text{W}$ 。启动时，当Q1上的电压很高时，调节门极来限制漏极电流，从而保证Q1上的功耗不会超过15W。当漏源极电压降低时，增大漏极电流，保持功率恒定。当漏极电流达到由电阻R10设定的电流限制阈值时，漏极电流就会保持恒定，直至输出电压到达最终值。接着电流降到由负载决定的数值。参见图3、9和10。

每次Q1承受最大功率限制时，会有几毫秒的应力。

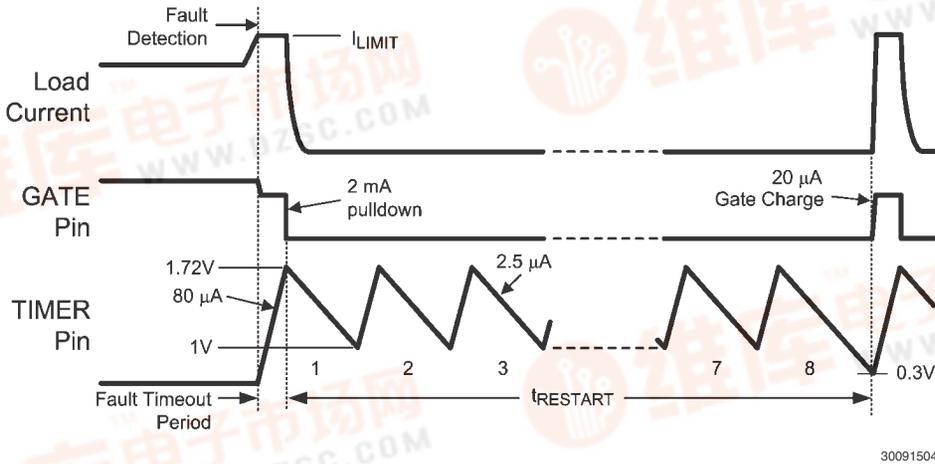


图4 故障延时及重启序列

初始故障超时周期为：

$$t_{FAULT(Init)} = C_T \times 2.15 \times 10^4$$

重启故障超时周期为：

$$t_{FAULT(Restart)} = C_T \times 1.776 \times 10^4$$

重启时间为：

$$t_{Restart} = C_T \times 2.65 \times 10^6$$

TIMER端的波形可通过C8、R9之间的测试点监测。评估板上的初始超时时间为14.6ms，重启故障超时时间为12.1ms，重启时间为1.8s。参见图11、12和13。

因此，功率限制门限设定值应该低于FET的安全工作区限制值。此评估板的功率限制是15W，而采用的Fairchild的FDD8874器件的安全工作区为约40W功率。关于此问题的更多细节，可联系FET器件的生产商。

插入延时

当输入电压到达2.6V时，启动插入延时。插入延时的计算公式为：

$$t_{INSERTION} = C8 \times 3.13 \times 10^5$$

在插入延时周期内，不论VIN的电压是多少，Q1都会保持关断。这个延时避开了输入电压通过Q1传递给负载前的震荡和暂态过程。评估板上的插入延时约为213ms。参见图8。

故障检测与重启动

如果负载电流增大到故障值（电流限流阈值为5A），内置电流源给与TIMER引脚相连的定时电容充电。当TIMER引脚的电压达到1.72V时，故障延时周期结束，LM25069关断Q1。然后重启序列开始，重启序列包括TIMER引脚1.72V~1V的7个周期，如图4所示。当TIMER引脚上的电压在第八个由高到低的过程中达到0.3V时，Q1开通。如果故障仍然存在，故障延时与重启动过程将重复进行。

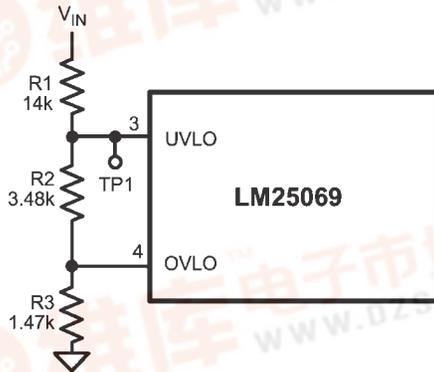
输入电压的欠压/过压闭锁阈值

查询 M25069 供应商

发货时，评估板上的欠压闭锁阈值上升大约4.8V、下降大约4.5V。过压闭锁阈值则上升15V，下降14.6V。四个阈值由电阻R1-R4决定。欠压闭锁引脚的阈值是1.17V，过压闭锁引脚的阈值是1.16V。内部20uA电流源提供每个阈值的滞回。参见规格书获得更多资料。

选项A

此评估板在发货时JMP1的2-3引脚短接，其配置如图5所示。



30091506

图5欠压/过压引脚输入 (选项A)

在此配置下改变阈值，电阻R1-R3可按下列程序进行计算：

- 选择欠压闭锁上限阈值 V_{UVH} 和下限阈值 V_{UVL}
- 选择过压闭锁门限 V_{OVH}
- 这个选项下不能提前选择过压闭锁下限 V_{OVL} ，但R1-R3确定后即可确定 V_{OVL} 。如果 V_{OVL} 必需和其它三个阈值一样精确定义，参见如下选项B。电阻如下计算：

$$R1 = \frac{V_{UVH} - V_{UVL}}{20 \mu A}$$

$$R3 = \frac{1.16V \times R1 \times V_{UVL}}{V_{OVH} \times (V_{UVL} - 1.17V)}$$

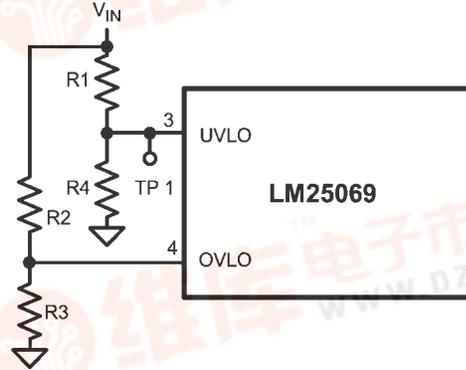
$$R2 = \frac{1.17V \times R1}{(V_{UVL} - 1.17V)} - R3$$

OVLO阈值的下限由下式计算：

$$V_{OVL} = \frac{[(R1 + R2) \times ((1.16V) - 20 \mu A)] + 1.16V}{R3}$$

选项B

如果4个阈值都要精确确定，可以将JMP1的1-2引脚短接，并增加电阻R4，配置如图6所示



30091511

图6欠压/过压闭锁引脚输入 (选项B)

四个阻值计算如下：

- 选择欠压闭锁的上限阈值 V_{UVH} /下限阈值 V_{UVL} 。

$$R1 = \frac{V_{UVH} - V_{UVL}}{20 \mu A}$$

$$R4 = \frac{1.17V \times R1}{(V_{UVL} - 1.17V)}$$

- 选择过压闭锁上限阈值 V_{OVH} /下限阈值 V_{OVL}

$$R2 = \frac{V_{OVH} - V_{OVL}}{20 \mu A}$$

$$R3 = \frac{1.16V \times R2}{(V_{OVH} - 1.16V)}$$

选项C

查询LM25069供应商

短接JMP1的1-2脚并保持R4开路可以得到最小欠压闭锁阈值，配置如图7所示。VIN引脚上的电压达到上电重启阈值（约2.6V）时Q1开通。过压闭锁阈值由R2和R3设定，其值计算和选项B中相同。R1的值没有严格要求，可以选用供货时的值。

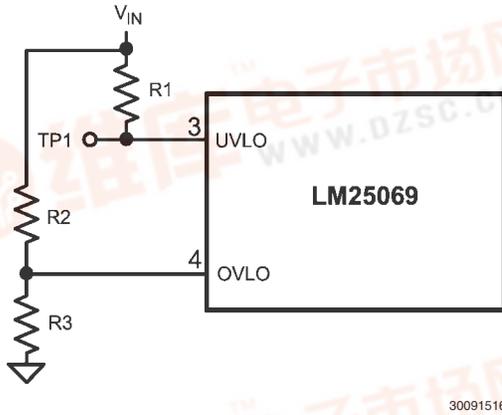


图7 最低的欠压闭锁阈值，可调节过压闭锁阈值

选项D

移去JMP1上的短接跳线，可取消过压闭锁功能。欠压闭锁阈值由电阻R1和R4设定，其计算和选项B中相同。

关断

电路正常工作时，将欠压闭锁引脚接地可以关断LM25069。JMP1旁边的测试端子TP1，可以用来测试此功能。

电源良好输出

PGOOD逻辑输出提供电路状态指示。电路正常工作时（输入输出压差小于1.3V）此输出为高。当线路因故障或人为因素关断时，PGOOD会被拉低。当VIN低于1.6V时，PGOOD也会被拉高。

发货时，评估板上JMP2的1-2脚短接，PGD引脚由输入电压经由一个100kΩ的上拉电阻进行供电。要改变PGOOD的高电平电压值，可将JMP2的2-3脚短接，并在端子P1（靠近JMP2）上提供适当的上拉电压。如果欠压闭锁引脚被拉低来关断LM25069，PGOOD将在10μs内拉低，不会等待OUT电压降低。

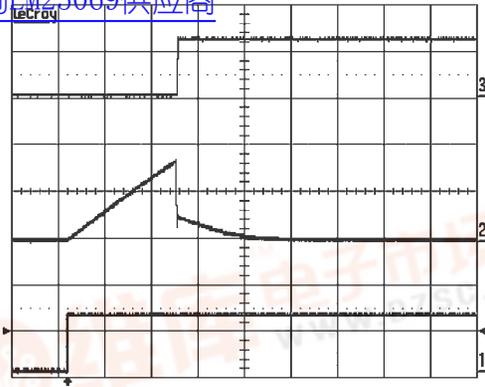
如果想要在PGOOD输出上加延时，可以在R8和C6位置加一个RC延时电路。

LM25069的Latch版本

如上所述，评估板上提供的LM25069-2具有故障重启功能。同是热插拔芯片，LM25069-1检测到故障后将被闭锁，需要外部控制方可重启。将欠压闭锁引脚的电压短时拉低至小于其阈值，或移除VIN后重新施加VIN都可以使芯片重启。可联系最近的分销商获取LM25069-1的样片。

特性曲线

查询LM25069供应商



30091517

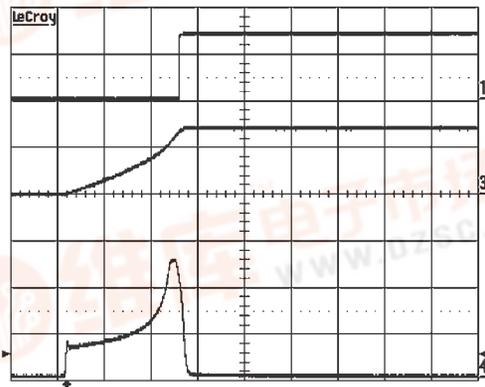
水平分辨率: 100ms/div

曲线1: V_{IN}, 10V/div

曲线2: TIMER引脚, 1V/div

曲线3: V_{OUT}, 10V/divV_{IN} = 12V, C_T = 0.68μF

图8插入延时



30091518

水平分辨率: 1ms/div

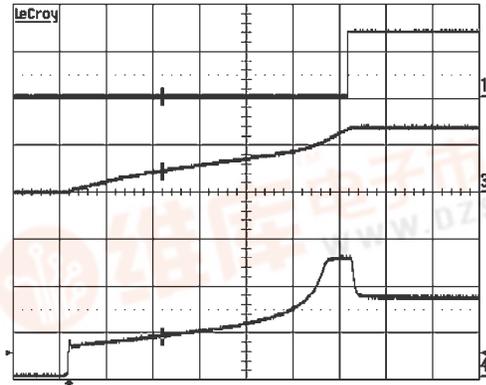
曲线1: PGD引脚, 10V/div

曲线3: V_{OUT}, 10V/div

曲线4: 输入电流, 2A/div

V_{IN} = 14V, 负载为1kΩ

图9 最小负载电流时的启动时序



30091519

水平分辨率: 1ms/div

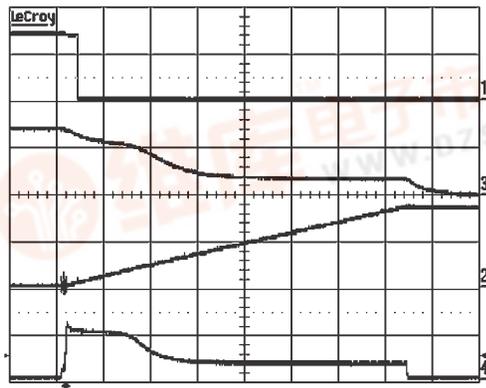
曲线1: PGD引脚, 10V/div

曲线3: V_{OUT}, 10V/div

曲线4: 输入电流, 2A/div

V_{IN} = 14V, 负载为4Ω

图10 4Ω负载的启动时序



30091520

水平分辨率: 2ms/div

曲线1: PGD引脚, 10V/div

曲线2: TIMER引脚, 1V/div

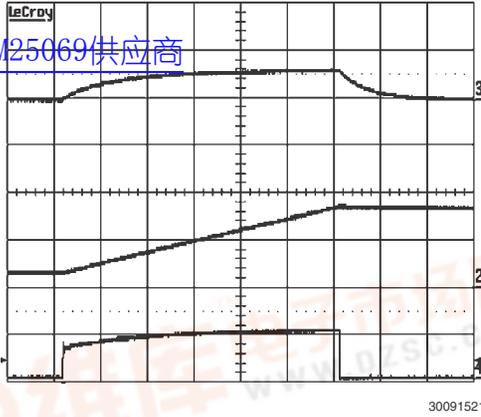
曲线3: V_{OUT}, 10V/div

曲线4: 输入电流, 5A/div

V_{IN} = 14V, 负载从1kΩ切换到2ΩC_T = 0.68μF

图11 初始故障超时

查询LM25069供应商



30091521

水平分辨率: 2ms/div

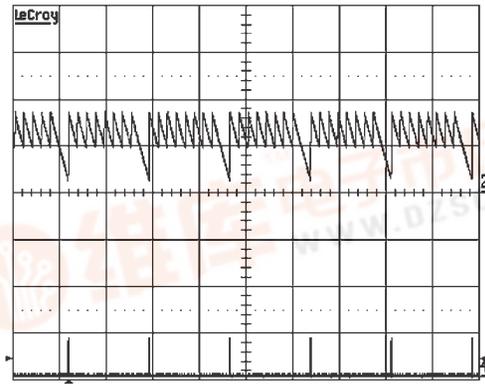
曲线2: TIMER引脚, 1V/div

曲线3: V_{OUT} , 10V/div

曲线4: 输入电流, 2A/div

$V_{IN} = 14V$, 负载为 3Ω , $C_T = 0.68\mu F$

图12 重启故障超时



30091522

水平分辨率: 1sec/div

曲线2: TIMER引脚, 1V/div

曲线4: 输入电流, 2A/div

$V_{IN} = 14V$, 负载为 2Ω , $C_T = 0.68\mu F$

图13 重启时序

物料清单

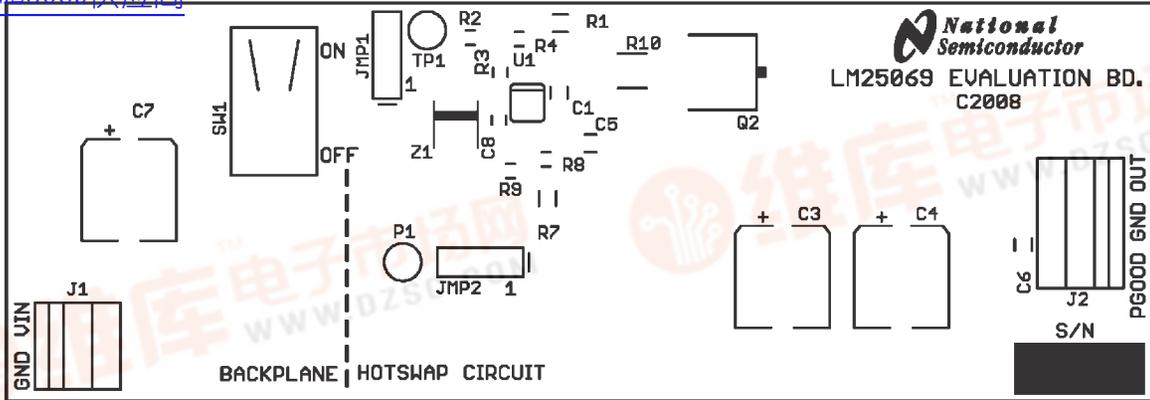
查询LM25069供应商

编号	说明	供应商, 器件型号	封装	数值
C1	陶瓷电容	TDK C2012X7R2A102M	0805	1000pF, 100V
C3, C4	铝电解电容	松下 EEE-TG1V221UP	表面贴装	220 μ F, 35V
C5	陶瓷电容	TDK C3216X7R2A104M	1206	0.1 μ F, 100V
C6	空缺			
C7	铝电解电容	松下 EEE-TG1V221UP	表面贴装	100 μ F, 35V
C8	陶瓷电容	MuRata GRM188R61A684KA61D 或松下 ECJ-2FB1A684K	0805	0.68 μ F, 10V或以上
Q1	MOSFET	Fairchild FDD8874	TO-252	30V, 116A
R1	电阻	Vishay CRCW120614K0F	1206	14k
R2	电阻	Vishay CRCW08053k48F	0805	3.48k
R3	电阻	Vishay CRCW080551k47F	0805	1.47k
R4	空缺			
R7	电阻	Vishay CRCW1206100KF	1206	100k, 1/4W
R8	电阻	Vishay CRCW08050000Z	0805	0电阻跳线
R9	电阻	Vishay CRCW080534K8F	0805	34.8k
R10	电阻	Vishay WSL2010R0100F	2010	0.010欧姆, 1/2W
SW1	拨动开关	NKK M2012SS1W03-RO		6A单刀双掷开关
U1	热插拔芯片	国半LM25069-2	MSOP-10	
Z1	瞬变电压抑制器	Diodes Inc. SMBJ16A	SMB	16V



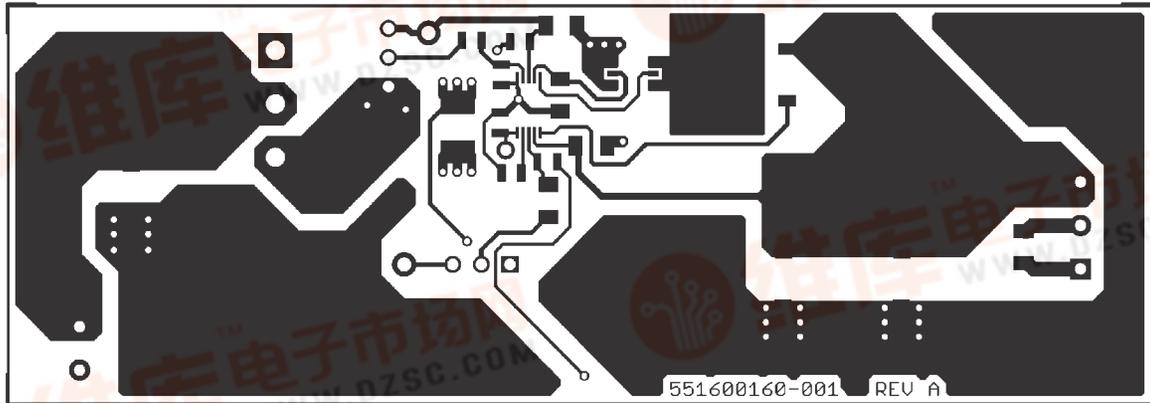
PCB布局

查询LM25069供应商



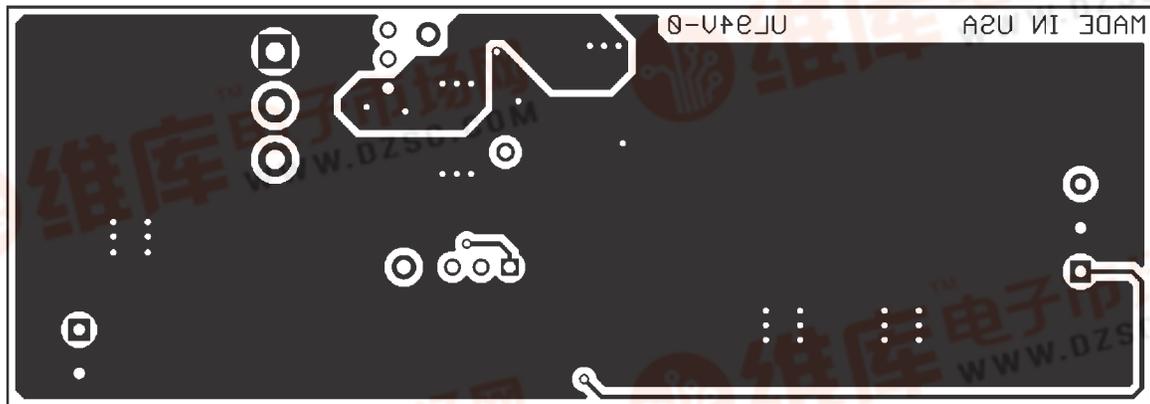
丝印层

30091524



上层

30091525



下层 (从上层看)

30091526



[查询LM25069供应商](#)

注释



注释

查询LM25069供应商

欲了解有关美国国家半导体公司的产品和验证设计工具的更多信息，请访问以下站点：

产品		设计支持工具	
放大器	www.national.com/amplifiers	WEBENCH®设计工具	www.national.com/webench
音频	www.national.com/audio	应用注解	www.national.com/appnotes
时钟及定时	www.national.com/timing	参考设计	www.national.com/refdesigns
数据转换器	www.national.com/adc	索取样片	www.national.com/samples
接口	www.national.com/interface	评估板	www.national.com/evalboards
LVDS	www.national.com/lvds	封装	www.national.com/packaging
电源管理	www.national.com/power	绿色公约	www.national.com/quality/green
开关稳压器	www.national.com/switchers	分销商	www.national.com/contacts
LDO	www.national.com/lldo	质量网络	www.national.com/quality
LED照明	www.national.com/led	反馈及支持	www.national.com/feedback
电压参考	www.national.com/vref	简易设计步骤	www.national.com/easy
PowerWise®解决方案	www.national.com/powerwise	解决方案	www.national.com/solutions
串行数字接口 (SDI)	www.national.com/sdi	军事/宇航	www.national.com/milaero
温度传感器	www.national.com/tempsensors	SolarMagic™	www.national.com/solarmagic
无线通信解决方案 (PLL/VCO)	www.national.com/wireless	PowerWise®设计培训	www.national.com/training

本文内容是关于美国国家半导体公司 (NATIONAL) 产品的。美国国家半导体公司对本文内容的准确性与完整性不作任何表示且不承担任何法律责任。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。本文没有明示或暗示地以禁止反言或其他任何方式，授予过任何知识产权许可。

美国国家半导体公司按照其认为必要的程度执行产品测试及其它质量控制以支持产品质量保证。没有必要对每个产品执行政府规定范围外的所有参数测试。美国国家半导体公司没有责任提供应用帮助或者购买者产品设计。购买者对其使用美国国家半导体公司的部件的产品和应用承担责任。在使用和分销包含美国国家半导体公司的部件的任何产品之前，购买者应提供充分的设计、测试及操作安全保障。

除非有有关该产品的销售条款规定，否则美国国家半导体公司不承担任何由此引出的任何责任，也不承认任何有关该产品销售权与/或者产品使用权的明示或暗示的授权，其中包括以特殊目的、以营利为目的的授权，或者对专利权、版权、或其他知识产权的侵害。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

生命支持设备或系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命的设备或系统，其在依照使用说明书正确使用时，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备或系统失效，或影响生命支持设备或系统的安全性或效力的任何部件。

National Semiconductor和National Semiconductor标志均为美国国家半导体公司的注册商标。其他品牌或产品名称均为有关公司所拥有的商标或注册商标。

美国国家半导体公司2009版权所有。

欲了解最新的产品信息，请访问公司网站：www.national.com。

 National Semiconductor
Americas Technical
Support Center
Email: support@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor
Europe Technical Support Center
Email: europa.support@nsc.com

National Semiconductor
Asia Pacific Technical
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Technical Support Center
Email: jpn.feedback@nsc.com

