

LM25061评估板

查询LM25061供应商

美国国家半导体公司
应用注释1946
Dennis Morgan
2009年6月29日



介绍

LM25061EVAL评估板为设计工程师提供了一个正电压供电的全功能热插拔控制器板。此板包含LM25061-2, 此IC的自动重启版本, 描述评估板各种功能、如何测试和评估、如何针对特定应用更换元器件的应用笔记。LM25061数据手册可以从www.national.com获得。

- 输入电压范围: +2.9V到17V
- 电流限制: 5 Amps, $\pm 10\%$
- Q1功率限制: 15W
- UVLO门限: 4.7V和4.45V
- PGD门限: 13V和12.5V
- 插入延迟: 213ms
- 故障超时周期: 14.6ms和12.1ms
- 重启时间: 1.8秒
- 尺寸: 4.0" x 1.38"

评估板配置

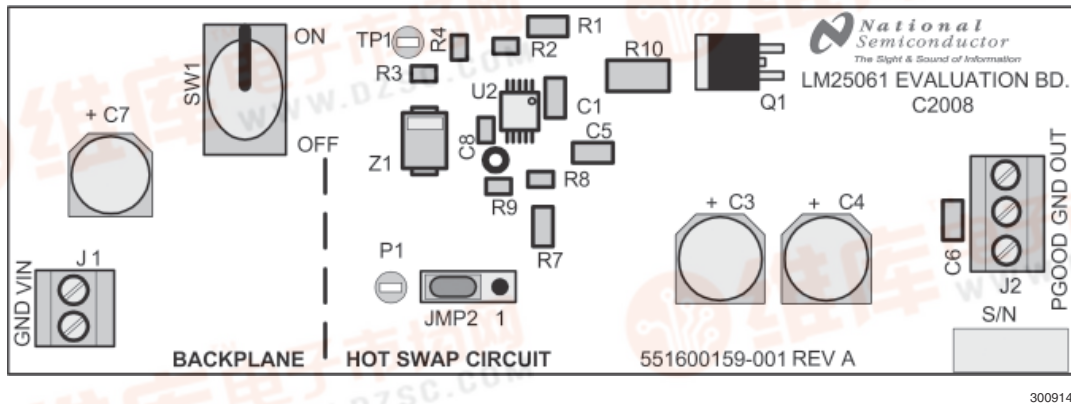


图1 评估板—正面

LM25061评估板的图示如图1所示, 电原理图如图2所示。在板子的左边是“背板”部分, 表示背板电压源。垂直虚线是背板电压源和热插拔电路输入的分界线。换句话说, 它表示机柜插卡系统的边界连接。拨动开关 (SW1) 提供了从背板电压源连接和断开热插拔电路的方法。垂直虚线右边的电路是热插拔电路。系统电压连接到输入接线端 (J1)。外部负载连接到输出接线端 (J2)。C3和C4表示典型的提供给负载电路的输入电容, 它使得在评估板没有接通负载的

情况下也可测试LM25061的接通特性。为保证热插拔电路功能的可靠, 系统电源输入连接器端的电容器 (C7) 也是需要的。它的作用是无论在负载电流变化或关闭的情况使电压的瞬态波动最小化。如果这个电容不存在, 在电源关闭时电源线上产生的瞬态自感应电压可能会超过LM25061的最大绝对额定电压, 导致器件的损坏。发货时, LM25061 EVB的JMP2端1和2跳针初始状态是短接在一起的。



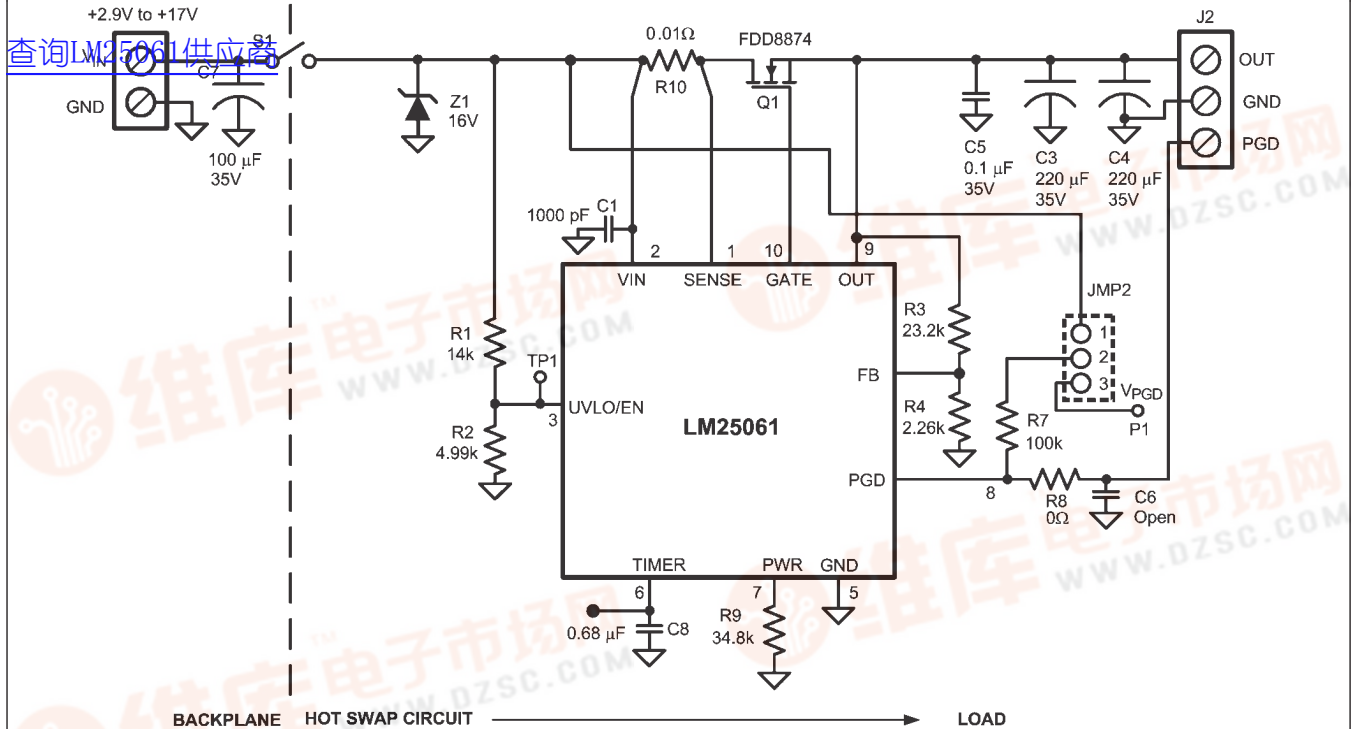


图2 评估板电原理图

工作原理

LM25061提供了连接到实际电源的负载电源供应的智能控制。热插拔电路的两个主要功能是开机时浪涌电流的限制，正常工作时负载电流异常的监视。附加的功能包括欠压关闭（UVLO）以保证只有当系统输入电压高于一个门限时才继续给负载供电，在开机期间在串联通路FET（Q1）的功率限制，一个表明电路状态的“电源良好”逻辑输出（PGD）。

当给LM25061加上输入电压时（例如SW1切换到打开的状态），Q1最初延迟一个插入时延（大约213ms）从而使输入的瞬变和铃振得到衰减。在插入延迟结束后，如果VIN的输入电压高于UVLO门限，Q1以受控方式方式打开以限制浪涌电流。如果浪涌电流在打开期间没有被限制，当负载电容（C3，C4）充电时，电流会很大（非常大！），此时的电流只受输入电压源的电流输出能力限制，包括C7的特性阻抗和线路阻抗（几毫欧）。非常大的电流将损坏边缘连接器、PC电路板走线，并可能损坏吸收巨大电流的负载电容器。另外，负载输入端的 dV/dt 被控制以减少可能的电磁干扰（EMI）问题。

LM25061采用两个步骤限制浪涌电流达到一个安全的水平，在打开周期的第一阶段，当跨过Q1的差分电压最高的时候，通过监视它的漏极电流（R10两端的电压）和它的漏源极电压，Q1的功率消耗被限制到15W的峰值。当漏源极电压减少的时候（同时输出电压增加），通过控制漏极电流系统保持恒定。这显示在图3的恒定功率部分，这里漏极电流增加

到 I_{LIM} 。当漏极电流达到电流限制门限（5A）时，输出电压继续增加时电流保持恒定。当输出电压达到输入电压（ V_{DS} 减少到接近0）数值时，漏极电流然后减少到一个由负载决定的数值。Q1的栅极到源极电压然后增加到它的最终数值。电路现在进入正常工作模式。

正常工作期间负载电流故障的监视通过使用以上描述的电流限制电路完成。如果负载电流增加到5A（跨接到R10的电压是50mV），控制Q1的栅极以阻止电流进一步增加。当电流限制起作用后，故障定时器限制故障的持续时间。在故障超时结束时，Q1被关闭，拒绝给负载加载电流。LM25061-2然后每1.8秒进行一次重启。重启过程包括打开Q1并监视负载电流以确定故障是否依然存在。在故障消除后，在下次重启过程中电路供应达到正常工作状态。

在突然过载情况（例如输出对地短路），可能电流的增长速度比电流限制电路的响应时间更快。在这种情况下，当加载到R10的电压达到大约95mV的时候，电路断电传感器快速关闭Q1栅极电路。当电路减小到电流限制门限时，电流限制电路开始接管工作。

PGD逻辑电平输出在电源打开时是低电平，当在OUT端的输出电压高于13V时切换到高电平。当OUT端的电压低于12.5V时，PGD切换到低电平。在PGD的高电平电压可以是任何适当的电压（可以高到+17V），可以比在VIN和OUT端的电压高一些或低一些。

UVLO门限由电阻R1和R2设定，并且PGD门限由电阻R3和R4设定。UVLO管脚的内部电流源和FB管脚提供了门限的迟滞作用。

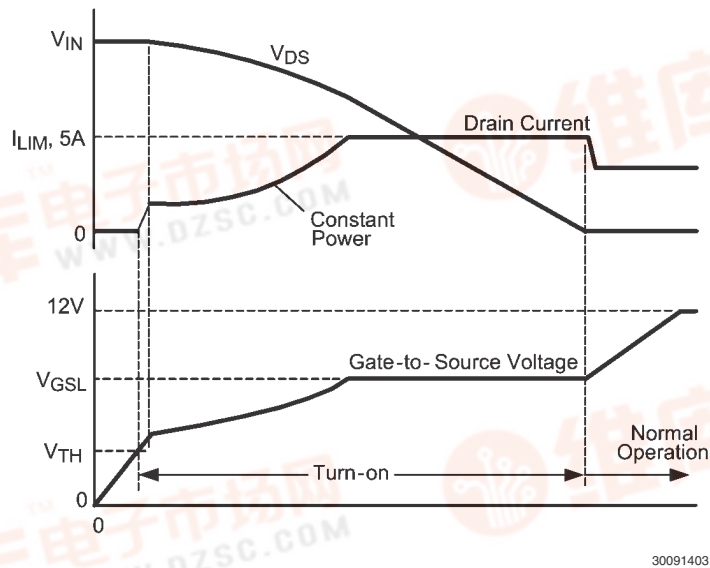


图3 使用功率限制和电流限制的功率上升曲线

电路板布局 and 测试注意事项

图1表示了电路器件的放置情况。在电路板加电时，以下应当牢记在心：

1. 在测量电路时要使用CAUTION以避免受到伤害，同时也可能使电路损坏。
2. 在最大负载电流时（5A），用来连接电源和负载的线缆粗细和长度变得很重要。连接到评估板的电源线必须是双绞线以使自感应最小化。对于连接到评估板负载的线缆也是如此。这些建议的目的是在负载电流关闭时使电压的瞬变尽量小。

评估板连接/启动

输入电压源连接到J1连接器，负载连接到OUT和GND端的J2连接器。注意使用双绞线连接。伏特计应当连接到输入端，另一个在输出端。输入电流可以用电流表或电流探头监视。为了监视PGD输出端的状态，在J2终端模块的PGOOD和GND之间连接一个伏特表。然后将拨动开关打到开的位置。

逐渐增加输入电压，输入电流应保持小于2mA，直到达到UVLO门限的上端。当门限达到时，正如工作原理部分描述的那样Q1打开，在示波器可以观察到输入电流如图3所示在达到负载定义的数值之前逐步增加。系统开启的时间依赖于输入电压、功率限定设置、电流限制设置和最终的负载电流。在 $V_{IN}=14V$ 时，开启时间大约在3ms（没有负载电流）和6.5ms之间（负载电流3.7A时）。见图9和图10。

电路参数改变
查询LM25061供应商
电流限制

电流限制门限由电阻R10根据如下的公式设定:

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

如果负载电流增加使得加载到R10的电压达到50mV，LM25061会调整Q1的栅极电路限制电流。此评估板为R10配备有一个10mΩ的电阻，产生5A的电流限制。要改变电流限制门限，将R10替换为一个需要的值和功率容量的电阻。

功率限制

在启动或故障状态时Q1的最大功率消耗，由R9和R10根据如下的公式限定：

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

对于评估板中的元器件, $P_{FET(LIM)} = 15W$ 。在启动期间, 当加在Q1的电压较高时, 它的栅极电路被调整以限制漏极电流使得Q1的功率消耗不超过15W。当漏源极电压减小的时候, 漏极电流增加, 维持功率消耗恒定。当漏极电流达到由电阻R10设定的电流限制门限时, 电流维持恒定直到输出电压达到它的最终数值。电流然后减少到一个由负载决定的数值。见图3、图9和图10。

每一次Q1处于最大功率限制条件时，电路内部会有若干毫秒的高应力。因此，功率限制门限必须设置成比场效应管SOA曲线表明的门限低一些。在评估板中，功率限制门限设置在15W，而在Fairchild的FDD8874数据手册中表明的功率限制大约为40W。如需更多的FET资料请联系厂家获得相关信息。

插入时间

当输入电压VIN达到2.6V时启动插入时间计时器，它的持续时间等于：

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

在插入时间计时期间，不管VIN的电压如何，Q1都被延迟。这种延迟允许VIN端电压在输入电压通过Q1施加到负载之前的瞬变。此评估板的插入时间大约是213毫秒，见图8。

故障检测和重启动

如果负载电流增加到故障的程度（电流限制门限是5A），在TIMER管脚内部的电流源开始向定时电容器充电。当TIMER管脚的电压达到1.72V时，故障超时计时完成，LM25061关闭Q1。然后重启动序列开始，由TIMER管脚（电压1.72V到1V之间）的7个周期组成，如图4所示。在第8个高到低斜率下降期间，当TIMER管脚达到0.3V时，Q1打开。如果故障仍然存在，故障超时计时和重启动序列将再次进行。

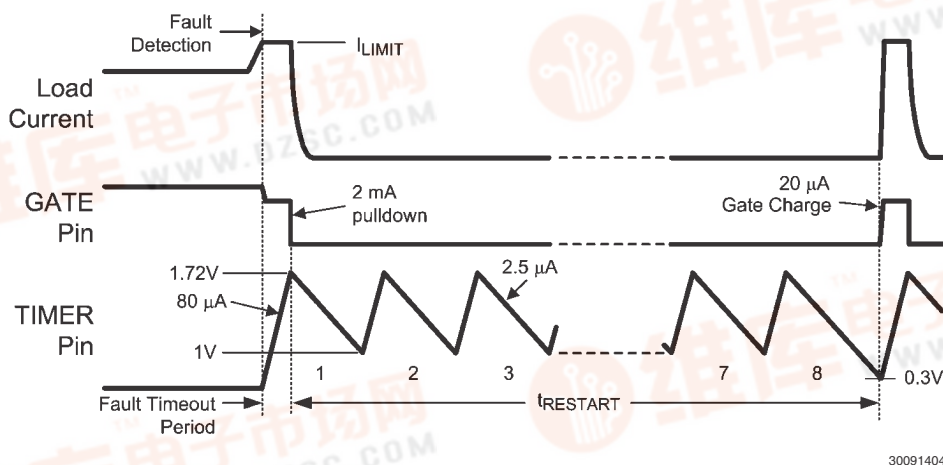


图4 故障延时及重启动序列

初始故障超时时间等于:

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

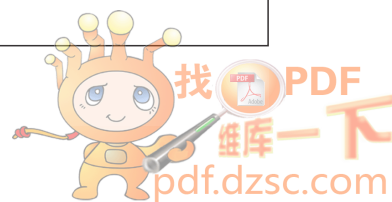
重启动故障超时时间等于:

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

重启动时间等于:

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

在TIMER管脚的波形能够在位于C8和R9之间的测试点监视。在此评估板初始故障超时时间是14.6ms，重启故障超时时间是12.1ms，重启启动时间是1.8秒。见图11，图12和图13。



UVLO输入电压门限

查询LM25061供应商

通过调节UVLO门限可以设定最小的系统电压，使它能驱动串联通路开关(Q1)。如果 V_{SYS} 低于UVLO门限，Q1关闭，禁止功率输出到负载。LM25061提供了可调节的UVLO迟滞。

选择 A

UVLO门限由2个电阻(R1, R2)设定，如图5所示。

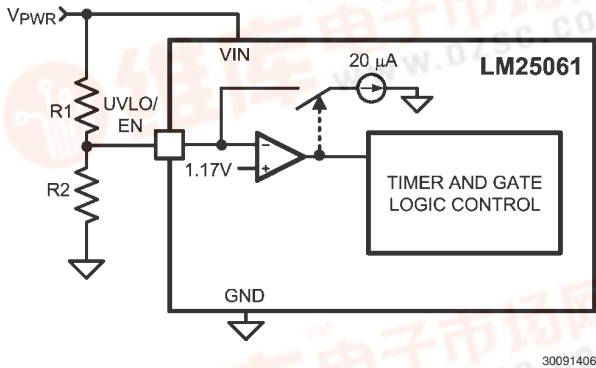


图5 可调节UVLO门限

两个电阻值按照如下公式计算：

选择UVLO上门限和下门限 V_{UVH} 和 V_{UVL}

$$R1 = \frac{V_{UVH} - V_{UVL}}{20 \mu A} = \frac{V_{UV(HYS)}}{20 \mu A}$$

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

如果电阻值已知，门限电压和迟滞的计算如下：

$$V_{UVH} = 1.17V + [R1 \times \frac{(1.17V + 20 \mu A)}{R2}]$$

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

$$V_{UV(HYS)} = R1 \times 20 \mu A$$

选择B

通过连接如图6所示的UVLO和VIN管脚，可以获得最小的UVLO电平。在此评估板中，UVLO管脚可以从TP1测试点接入，位于拨动开关的右边。当VIN电压达到POR门限（大约2.6V）时，Q1被切换到打开状态。

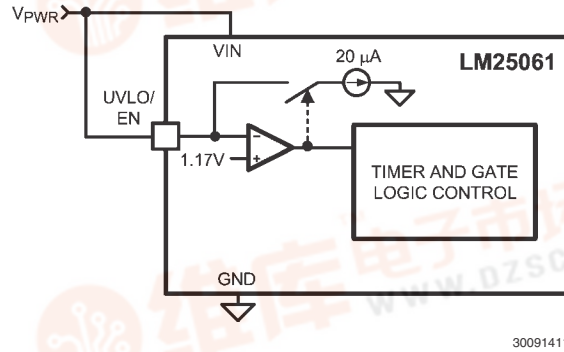


图6 UVLO = POR

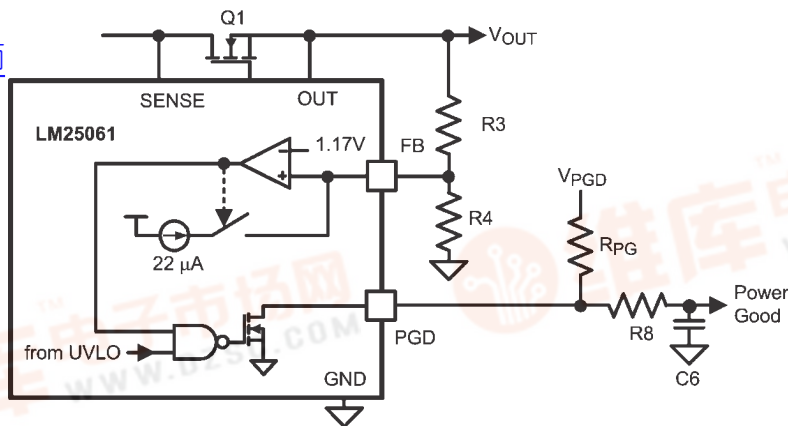
系统关闭

当电路正常工作时，LM25061能通过将UVLO管脚接地使系统关闭。位于拨动开关的右边的测试点TP1，能够用来完成此功能。

电源良好和FB管脚

在系统打开时，电源良好(PGD)管脚在VIN的电压增加到大约1.6V之前一直是高电平。PGD然后切换到低电平，在输入电压增加的时候保持低电平。当评估板的输出管脚的电压增加到13V以上时，PGD切换到高电平。当输出电压减小到低于12.5V时，PGD切换到低电平。另外，不管输出电压如何，如果UVLO管脚低于它的门限，PGD都要切换到低电平。

PGD管脚的输出电压门限由位于FB管脚的电阻R3和R4设定。如图7所示。

[查询LM25061供应商](#)


30091416

图7 可调节PGD门限

电阻值如下式计算：

选择在V_{OUT}端的上门限和下门限V_{PGDH}和V_{PGDL}

$$R3 = \frac{V_{PGDH} - V_{PGDL}}{22 \mu A} = \frac{V_{PGD(HYS)}}{22 \mu A}$$

$$R4 = \frac{1.17V \times R3}{(V_{PGDH} - 1.17V)}$$

在R3和R4的电阻值已知的情况下，门限电压和迟滞作用按下式计算：

$$V_{PGDH} = \frac{1.17V \times (R3 + R4)}{R4}$$

$$V_{PGDL} = 1.17V + [R3 \times \frac{(1.17V - 22 \mu A)}{R4}]$$

$$V_{PGD(HYS)} = R3 \times 22 \mu A$$

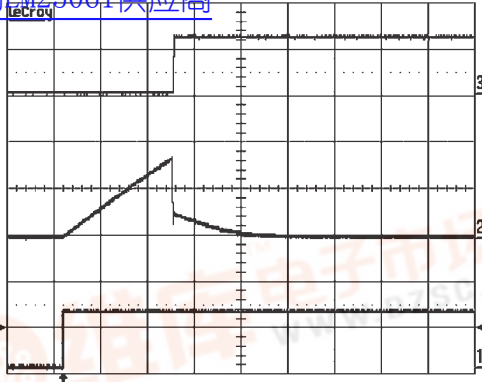
在PGD端需要的上拉电压和上拉电阻如图7所示。上拉电压（V_{PGD}）可以高到17V，瞬时可以达到20V的能力，可以高于或者低于VIN和OUT端的电压值。在JMP2端将针1-2跳接在一起，可以给EVB供电，通过输入电压流过一个100 KΩ的上拉电阻给PGD管脚供电。要改变高电平PGD电压，将JMP2座上的跳线2和3连接，给接线端P1（位于JMP2的旁边）提供适当的上拉电压。如果需要在PGD输出增加延迟，在位置R8和C6处增加电阻和电容。

LM25061-1 闭锁版本

在这个评估板上的LM25061-2提供了一个在检测到故障后进行重启尝试的能力，如上面描述的那样。与热插拔IC（LM25061-1）配合，在故障检测后闭锁，要重启的话需要外部控制。重启通过瞬间将UVLO管脚拉低于它的门限值完成，或者通过去除和重新在VIN加载输入电压。可以与最近的国家半导体销售商联系获得LM25061-1的样片。

性能特性

查询LM25061供应商



30091417

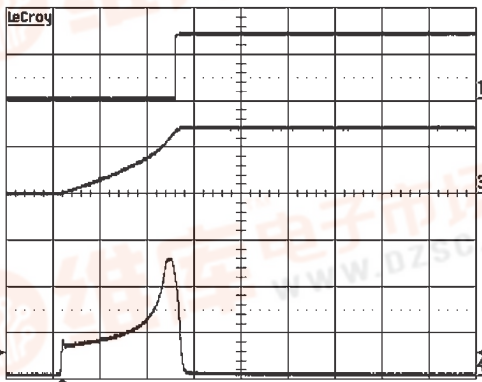
水平分辨率: 100ms/div

曲线1: V_{IN}, 10V/div

曲线2: TIMER管脚, 1V/div

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

图8 插入时间延迟



30091418

水平分辨率: 1ms/div

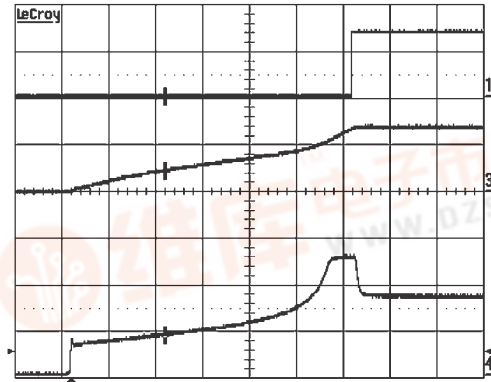
曲线1: PGD管脚, 10V/div

曲线3: V_{OUT}, 10V/div

曲线4: 输入电流, 2A/div

V_{IN}=14V, 负载 = 1kΩ

图9 最小负载电流的开机时序



30091419

水平分辨率: 1ms/div

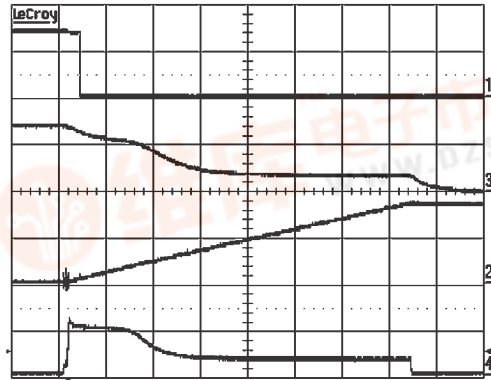
曲线1: PGD管脚, 10V/div

曲线3: V_{OUT}, 10V/div

曲线4: 输入电流, 2A/div

V_{IN}=14V, 负载 = 4Ω

图10 4Ω负载的开机时序



30091420

水平分辨率: 2ms/div

曲线1: PGD管脚, 10V/div

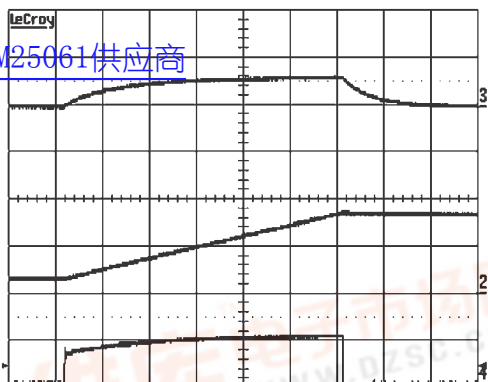
曲线2: TIMER管脚, 1V/div

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2Ω, C_T=0.68μF

图11 初始故障超时

[查询LM25061供应商](#)


30091421

水平分辨率: 2ms/div

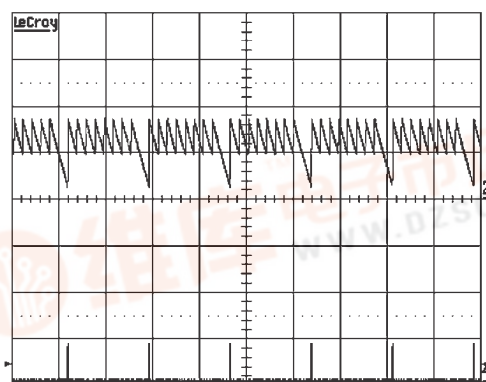
曲线2: TIMER管脚, 1V/div

曲线3: V_{OUT} , 10V/div

曲线4: 输入电流, 2A/div

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

图12 重启故障超时



30091422

水平分辨率: 1秒/div

曲线2: TIMER管脚, 1V/div

曲线4: 输入电流, 2A/div

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

图13 重启定时

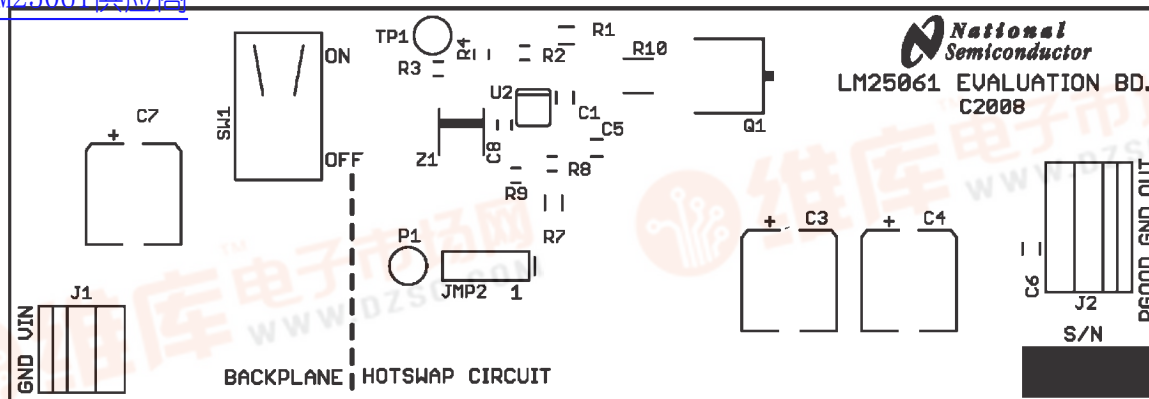
材料清单

查询LM25061供应商

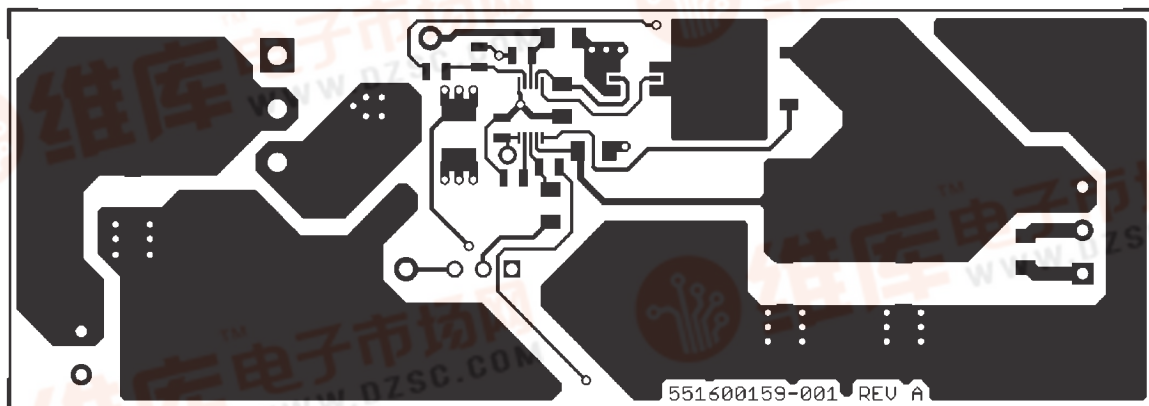
项目	描述	厂家、器件编号	封装	额定值
C1	陶瓷电容	TDK C2012X7R2A102M	0805	1000 pF, 100V
C3, C4	铝电解电容	Panasonic EEE-TG1V221UP	表面贴	220 μ F, 35V
C5	陶瓷电容	TDK C3216X7R2A104M	1206	0.1 μ F, 100V
C6	空缺			
C7	铝电解电容	Panasonic EEE-TG1V101P	表面贴	100 μ F, 35V
C8	陶瓷电容	MuRata RM188R61A684KA61D or Panasonic ECJ-2FB1A684K	0805	0.68 μ F, 10V或更高
Q1	MOSFET	Fairchild FDD8874	TO-252	
R1	电阻	Vishay CRCW120614K0F	1206	14k
R2	电阻	Vishay CRCW08054K99F	0805	4.99k
R3	电阻	Vishay CRCW080523K2F	0805	23.2k
R4	电阻	Vishay CRCW08052K26F	0805	2.26k
R7	电阻	Vishay CRCW1206100KF	1206	100k, 0.25W
R8	电阻	Vishay CRCW08050000Z	0805	0欧姆跳线
R9	电阻	Vishay CRCW080534K8F	0805	34.8k
R10	电阻	Vishay WSL2010R0100F	2010	0.01欧姆, 0.5 W
SW1	拨动开关	NKK M2012SS1W03-RO		SPDT开关, 6A
U2	热插拔 IC	Nat'l Semi LM25061MM-2	MSOP-10	
Z1	瞬变电压抑制器	Diodes Inc. SMBJ16A	SMB	16V

PCB 布局图

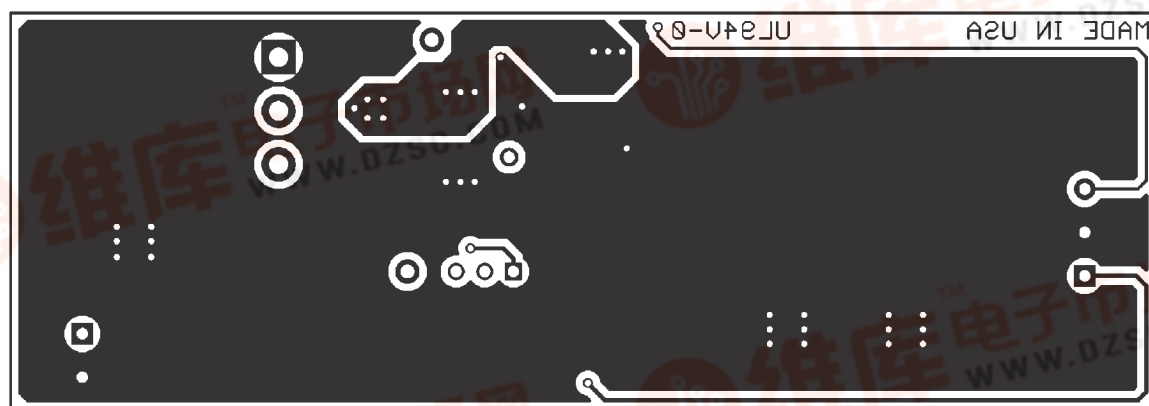
查询LM25061供应商



印刷电路板丝印层



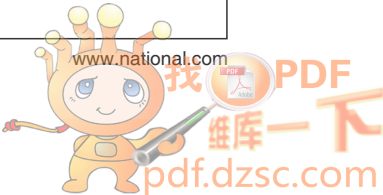
印刷版顶层



PCB底层图 (顶视图)

[查询LM25061供应商](#)

注释



注释

[查询LM25061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: europe.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

