

LinkSwitch-HP产品系列

采用精确初级侧稳压(PSR)的高能效、高功率离线式开关IC

产品特点

EcoSmart™- 高效节能

- 多模式控制可提高整个负载范围的效率
- 在230 VAC输入时空载功耗低于30 mW (LNK67xx)
- 在230 VAC输入和1 W输入功率时效率>75%
- 在230 VAC输入和0.1 W输入功率时效率>50%

提高设计灵活性, 降低系统成本

- 可大大简化电源设计
 - 省去光耦器和所有次级控制电路
 - $\pm 5\%$ 或更优的输出电压容差
- 132 kHz工作频率可减小变压器及电源的尺寸
- 可实现精确的流限编程
 - 不同线电压下的补偿可限制过载功率
- 频率调制技术可降低EMI滤波元件的成本
- 完全集成的软启动电路可降低器件的启动应力
- 725 V MOSFET可简化设计, 轻松满足降额要求(LNK677x)
- 650 V MOSFET可实现最低系统成本(LNK676x/LNK666x)
- 可选快速瞬态响应产品系列(LNK666x)

全面保护功能

- 自动重新启动可在过载故障期间将输出功率限制在3%
 - 输出短路保护(SCP)
 - 输出过载/过流保护(OPP, OCP)
 - 可选的关断延迟时间延长
- 输出过压保护(OVP)、迟滞或锁存
- 电压缓升/跌落保护(输入欠压)
- 输入过压(OV)关断增强了对输入浪涌的耐受力
- 精确的过热关断(OTP)、迟滞或锁存

高级绿色封装选项

- eSIP™-7C封装:
 - 立式封装的特点可缩小PCB占用面积
 - 使用夹片或粘接垫可简化散热片的安装
- eDIP™-12B封装:
 - 薄型通孔安装适合超薄设计
 - 热量通过裸焊盘或可选的金属散热片传导至PCB
- 增大了到漏极引脚的爬电距离
- 散热片与源极相连, 从而降低了EMI
- 无卤素和符合RoHS

典型应用

- LCD显示器和电视机
- 适配器
- 电器
- 嵌入式电源(DVD、机顶盒)
- 工业控制

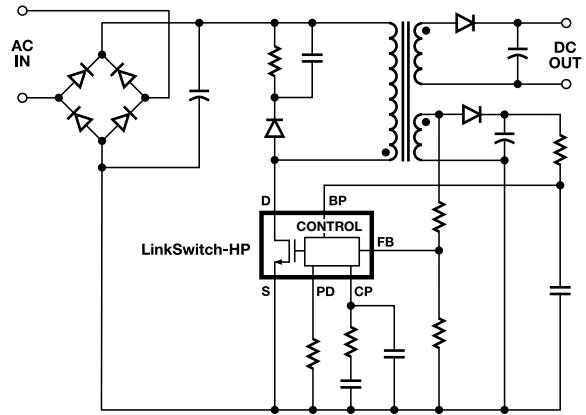


图1. 典型应用电路原理图

PI-6530-101711

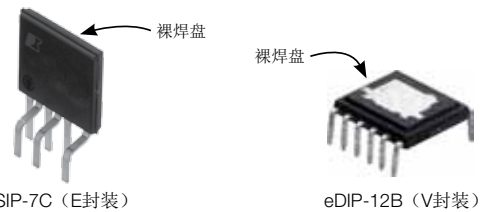


图2. 封装选项

输出功率表¹

产品 ³	散热片	230 VAC $\pm 15\%$		85-265 VAC	
		适配器	敞开式	适配器	敞开式
LNK6xx3V	PCB-W ¹	15 W	25 W	9 W	15 W
LNK6xx3E	金属	21 W	35 W	13 W	27 W
LNK6xx4V	PCB-W ¹	16 W	28 W	11 W	20 W
LNK6xx4E	金属	30 W	47 W	20 W	36 W
LNK6xx5V	PCB-W ¹	19 W	30 W	13 W	22 W
LNK6xx5E	金属	40 W	59 ² W	26 W	45 W
LNK6xx6V	PCB-W ¹	21 W	34 W	15 W	26 W
LNK6xx6E	金属	60 W	88 ² W	40 W	68 ² W
LNK6xx7V	PCB-W ¹	25 W	41 W	19 W	30 W
LNK6xx7E	金属	85 ² W	117 ² W	55 W	90 ² W

表1. 输出功率表

注释:

1. PCB散热片采用波峰焊。

2. 此处注明的最大功率是基于正确的散热方式。

3. 封装: E: eSIP-7C, V: eDIP-12B。请参阅表2了解所有的器件选项。

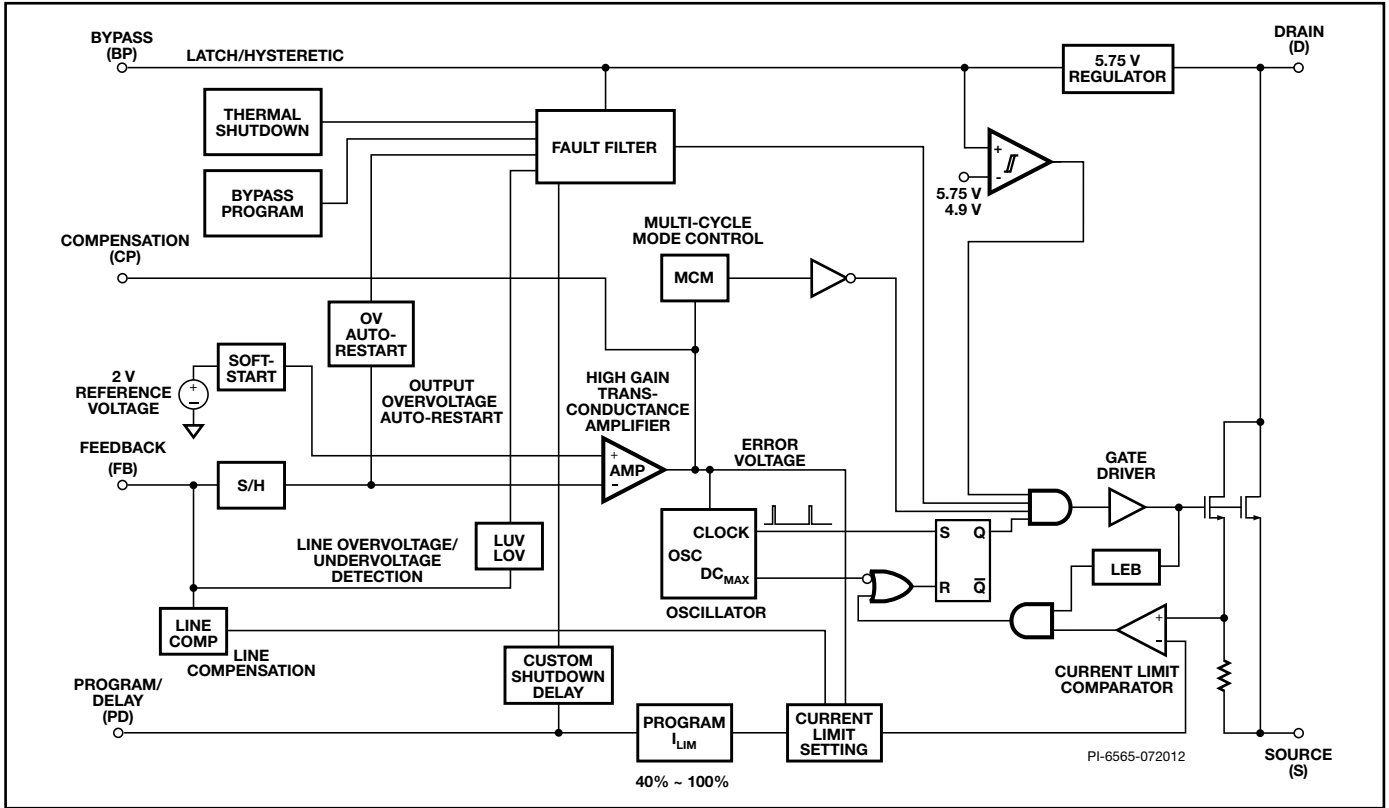


图 3. 结构框图

LNK	6	X	X	X	V
元件编号	系列	$T_{MCM(OFF)}^2$ 6 = 0.5 ms 7 = 4.0 ms	BV_{DSS}^1 6 = 650 V 7 = 725 V	功率	封装
LNK6663E/V	6	0.5 ms	650 V	器件大小	eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6664E/V		0.5 ms	650 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6665E/V		0.5 ms	650 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6666E/V		0.5 ms	650 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6667E/V		0.5 ms	650 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6763E/V		4.0 ms	650 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6764E/V		4.0 ms	650 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6765E/V		4.0 ms	650 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6766E/V		4.0 ms	650 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6767E/V		4.0 ms	650 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6773E/V		4.0 ms	725 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6774E/V		4.0 ms	725 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6775E/V		4.0 ms	725 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6776E/V		4.0 ms	725 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)
LNK6777E/V		4.0 ms	725 V		eSIP-7C (E), eDIP-12B (V)

表 2. 器件元件编号与选项

注释:

1. $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$ 下的最低击穿电压。

2. $T_{MCM(OFF)} = 0.5\text{ ms}$ 可提供最快速瞬态响应, $T_{MCM(OFF)} = 4\text{ ms}$ 可提供 <30 mW 的空载输入功率。

引脚功能描述

旁路(BP)引脚:

一个外部旁路电容连接到这个引脚，用于生成内部的5.75 V供电电源。基于启动时所确定的连接电容，它将根据故障情况提供自动重新启动或锁存关断选项。请参见表2。

补偿(CP)引脚:

这个引脚是跨导放大器的输出。此引脚上的RC补偿网络提供控制环路补偿。

漏极(D)引脚:

这个引脚是高压功率MOSFET的漏极连接点。它在启动时还提供内部工作电流，直到输出处于稳压状态。

反馈(FB)引脚:

反馈引脚通过检测辅助绕组电压来检测输出及输入电压。在MOSFET导通期间，通过检测反馈引脚的输出电流来检测线电压。在次级整流管导通期间，反馈电压与输出电压成比例（由偏置绕组与次级绕组之间的匝数比设定）。

编程(PD)引脚:

这个多功能引脚用于设定器件流限和可选关断延迟时间延长。在启动期间，内部电路会基于加载到编程引脚上的电阻对流限进行解码。请参见表3。它还可以通过改变引脚上的电容选择性地延长关断延迟时间。请参见图6。

源极(S)引脚:

这个引脚是功率MOSFET的源极连接点。它也是旁路、反馈、编程及补偿引脚的接地参考。

功能描述

LinkSwitch-HP器件将一个控制器和一个高压功率MOSFET单片集成到了同一个封装内。它采用最新开发的模拟控制方案，能够设计出最高达90 W的连续导通模式(CCM)、初级侧稳压(PSR)电源，不存在非连续导通模式(DCM)的效率限制或噪声。它采用增强的峰值电流模式PWM控制方案，具有多模式工作特性。多模式控制引擎在补偿引脚使用误差放大器输出信号电压来设定工作峰值电流和开关频率，以使输出电压保持稳定（如图5所示）。当补偿引脚电压低于 $V_{C(MCM)}$ （典型值为1.25 V）时，器件会进入多周期调制(MCM)，且固定峰值电流为已编程流限的25%。峰值电流模式控制已新增多项创新性改进，使初级侧稳压的CCM工作消除了不稳定情况。该器件在高压(LNK67XX产品系列)输入下的空载输入功率低于30mW。

它还具有丰富的集成特性:

- 外部流限选择
- 可选的可编程关断延迟时间延长
- 可选的远程开/关
- 可选的快速AC复位
- 初级侧检测的输出过压保护(OVP)
- 输出过载或短路下的失稳压保护（自动重新启动）
- 内部限流点随输入电压变化进行补偿，可实现在不同线电压下恒定的过载功率
- 高压总线过压检测（线电压过压），可增强对输入浪涌的耐受力
- 高压总线欠压检测（线电压欠压），可提供电压缓升/跌落保护
- 精确的过热保护(OTP)
- 输出OVP/OCP/OTP关断类型选择（迟滞/锁存）
- 可选的外部锁存关断输入（电流阈值）
- 逐周期限流控制

稳压器/分流电压箝位

只要MOSFET处在关断状态，内部5.75 V稳压器就会从漏极吸收电流，将连接到旁路引脚的旁路电容充电到5.75 V。当功率MOSFET导通时，器件利用储存在旁路电容内的能量工作。此外，当偏置绕组通过一个外部电阻提供电流时，一个分流稳压器会将旁路引脚电压箝在6.4 V。这样就使器件对偏置绕组的变化失去敏感性。

自动重新启动

在开环故障（反馈引脚电阻开路或反馈绕组短路）、输出短路或过载情况下，器件进入自动重新启动模式。自动重新启动可降低在故障情况下的功率耗散，只要故障情况持续存在，器件就会通常以3%的占空比导通和关断。当反馈引脚电压已低于自动重新启动阈值 $V_{FB(AR)}$ 的时间达到默认关断延迟时间 $t_{AR(ON)}$ （典型值为35 ms）时，

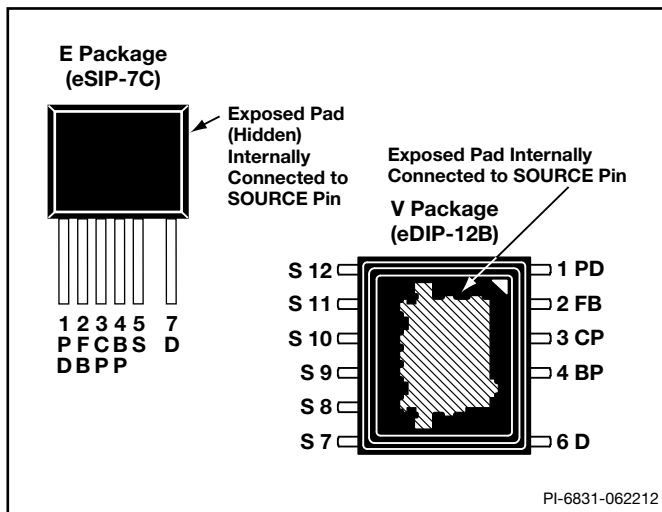


图 4. 引脚配置

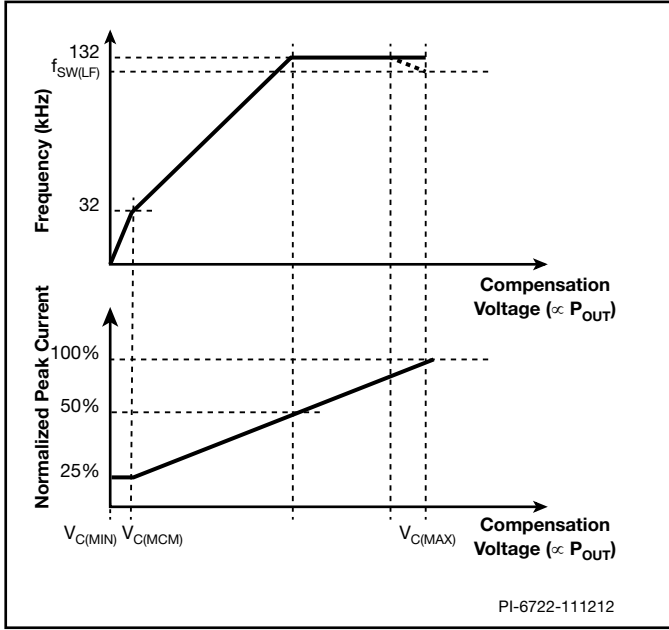


图 5. 补偿引脚特性（多模式工作）

自动重新启动开关将被禁止 $t_{AR(OFF)1}$ （典型值为1500 ms）。在此时间之后，开关再次开启，器件进入软启动状态（典型值为15ms）。对于第一次自动重新启动的关断期间，开关的禁止时间将减至 $t_{AR(OFF)2}$ （典型值为150 ms），以缩短线电压周期期间的电源重新启动时间。或者，也可以通过向编程引脚添加一个电容来延长默认关断延迟时间。

迟滞热关断

热关断电路检测控制器的结温度。阈值设置在142 °C，并具备75 °C的迟滞范围（均为典型值）。一旦器件温度升至142 °C以上，功率MOSFET将被禁止并维持禁止状态，直到结温度降低75 °C，器件在此时重新开启。在大多数情况下，大迟滞值可使平均温度维持在低成本CEM类PCB材料的温度额定值以下。

安全工作区(SOA)保护

该器件带有安全工作区(SOA)保护模式，当峰值开关电流在小于 $t_{ON(SOA)}$ 的时间内达到流限时，可禁止MOSFET 4个连续周期。这样可以为初级电感复位提供额外的时间，从而防止在启动和输出短路情况下产生过高的漏极电流。当输出电压处于7.5%的稳压范围时，SOA保护将被禁止。

采样和维持(S/H)

采样和维持功能块检测次级整流管导通期间辅助绕组的输出电压。在内部开关关断后对反馈引脚电压进行采样，以补偿二极管导通时间差异。采样时间从空载或轻载下的1.2 μs单向提高至满载下的2.5 μs。采样电压将保留至下一时钟周期。S/H输出反馈至误差放大器，一旦达到稳压状态，采样电压将为2 V。

旁路(BP)编程

此功能基于加载到旁路引脚的电容选择迟滞或锁存OVP/OCP和OTP保护。

关断类型在器件上电时确定，如表2所示。

C_{BP}	0.47 μF	4.7 μF	47 μF
OVP	锁存	自动重新启动	锁存
失稳压 (SC、OC、开环)	自动重新启动	自动重新启动	锁存
OTP	锁存	迟滞	锁存

表 2. 关断类型与旁路引脚电容值的对应变化

电流限流点设置

在上电期间，逐周期电流限流点通过测量连接到编程引脚的电阻值来确定，测量时施加1.25 V的电压（参见图10）。电流限流点可以10%的阶跃设置在40%和100%之间，如表3所示。电流限流点设置后，编程引脚电压将降至~0，以最小化功率耗散。

I_{PD}	R_{PD}	$I_{LIMIT(NORM)}$	I_{PD}	R_{PD}	$I_{LIMIT(NORM)}$
μA	kΩ	%	μA	kΩ	%
10	124	100	54	23.2	60
16	78.7	90	83	15.0	50
24	52.3	80	125	10.0	40
36	34.8	70			

表 3. 电流限流点选择与编程引脚电阻值的对应变化

可编程关断延迟

可以选择将一个电容连接至编程引脚，以延长默认自动重新启动延迟时间 $t_{SD(Ar)}$ （典型值为35 ms）。检测到失稳压故障后，编程引脚电压在 $V_{PD(DL)}$ （典型值0.5 V）和 $V_{PD(DU)}$ （典型值1.2 V）之间循环128次，如图10所示。图6描述了延长关断延迟时间、添加的编程引脚电容和电流限流点编程电阻之间的关系。

远程开/关和快速AC复位

编程引脚可用于远程导通/关断器件。如果引脚电压从外部设置为1.35 V，器件将停止开关。释放编程引脚后，编程引脚器件在电压降到0.55 V以下时开始开关。

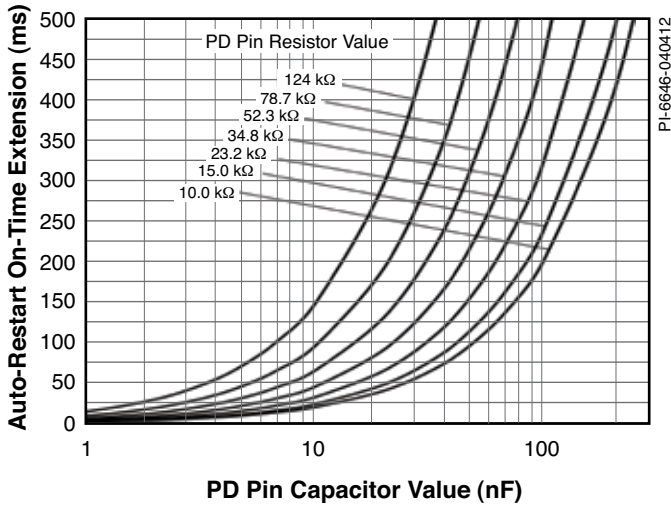


图 6. 可选的关断时间延长编程

编程引脚也可用来在锁存OVP或OTP事件后对器件锁存进行复位。如果引脚电压从外部设置为3.4 V，器件锁存将复位。一旦电压降到0.55 V以下，器件将开始开关。

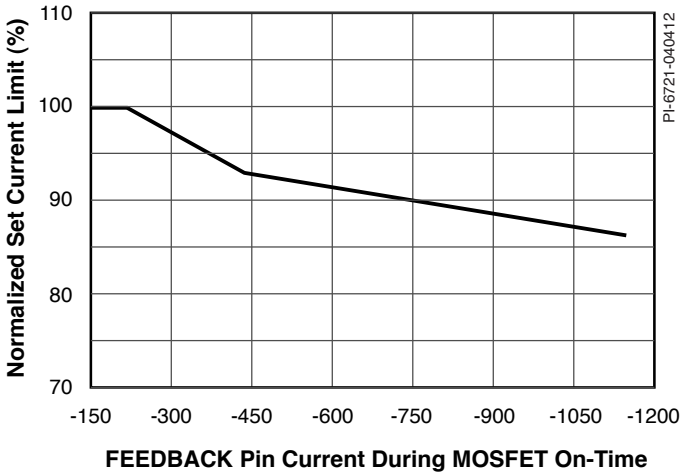


图 7. 不同电压下的流限补偿

高压总线检测

LinkSwitch-HP通过监测流出反馈引脚的电流间接检测功率 MOSFET导通期间的高压总线 V_{BUS} 。在MOSFET导通期间，辅助绕组上的电压与偏置绕组上的电压成比例。流经电阻 R_{FB1} 的电流（参见图8）因此代表 V_{BUS} 。间接电压检测可最小化功率耗散，并用于线电压欠压或线电压过压保护和不同线电压下的流限补偿。

上电时，反馈引脚的输出电流必须在开关开启之前超过线电压导通阈值（电压缓升）电流 $I_{FB(UVREF)} = -250 \mu A$ （典型值）。在正常工作期间，如果反馈引脚电流至少8个连续开关周期降到线电压欠压关断阈值（电压跌落）电流 $I_{FB(UVOFF)} = -100 \mu A$ （典型值）

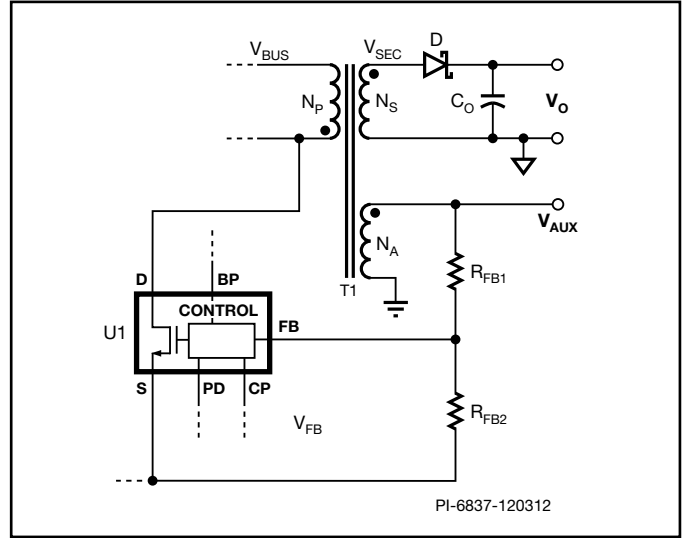


图 8. 间接高压总线检测

以下，开关将被禁止。开关结束后，器件进入自动重启。适用的自动重启关断期间 $t_{AR(OFF)1} = 150 \text{ ms}$ （典型值）或 $t_{AR(OFF)2} = 1.5 \text{ s}$ （典型值）由 V_{BUS} 的状态决定。

如果反馈引脚电流至少2个连续周期超过线电压过压阈值电流 $I_{FB(OV)} = -1.15 \text{ mA}$ （典型值），开关也会被停止。

不同电压下的流限补偿

高压总线是通过测量MOSFET导通期间的反馈引脚输出电流来进行检测。为限制不同电压下的可用过载功率，将对设定电流限流点进行补偿，如图7所示。当峰值电流低于设定电流限流点的50%时，补偿停止；当峰值电流达到设定电流限流点的62.5%时，补偿重新开启。

软启动

在电源启动时，将执行数字软启动以降低元件应力。内部参考电压在启动后的 t_{SOFT} （典型值为15 ms）内将上升到2 V。在此期间，环路通常将关闭（输出达到稳压），以确保输出电压得以平滑上升。

故障滤波器

这里采用的是数字滤波器，它可以处理包括线电压过压、线电压欠压、输出过压、输出欠压、热关断以及封装级故障（引脚开路或引脚到引脚短路）在内的所有故障情况。

跨导放大器

控制器采用高增益（典型值为70 dB）跨导放大器，确保获得出色的输出稳压。

OSC

这是一个可调频率振荡器。根据误差电压，频率可从轻载下的32 kHz调整到重载下的132 kHz。振荡器采用 $\pm 5 \text{ kHz}$ 频率抖动来降低EMI水平。

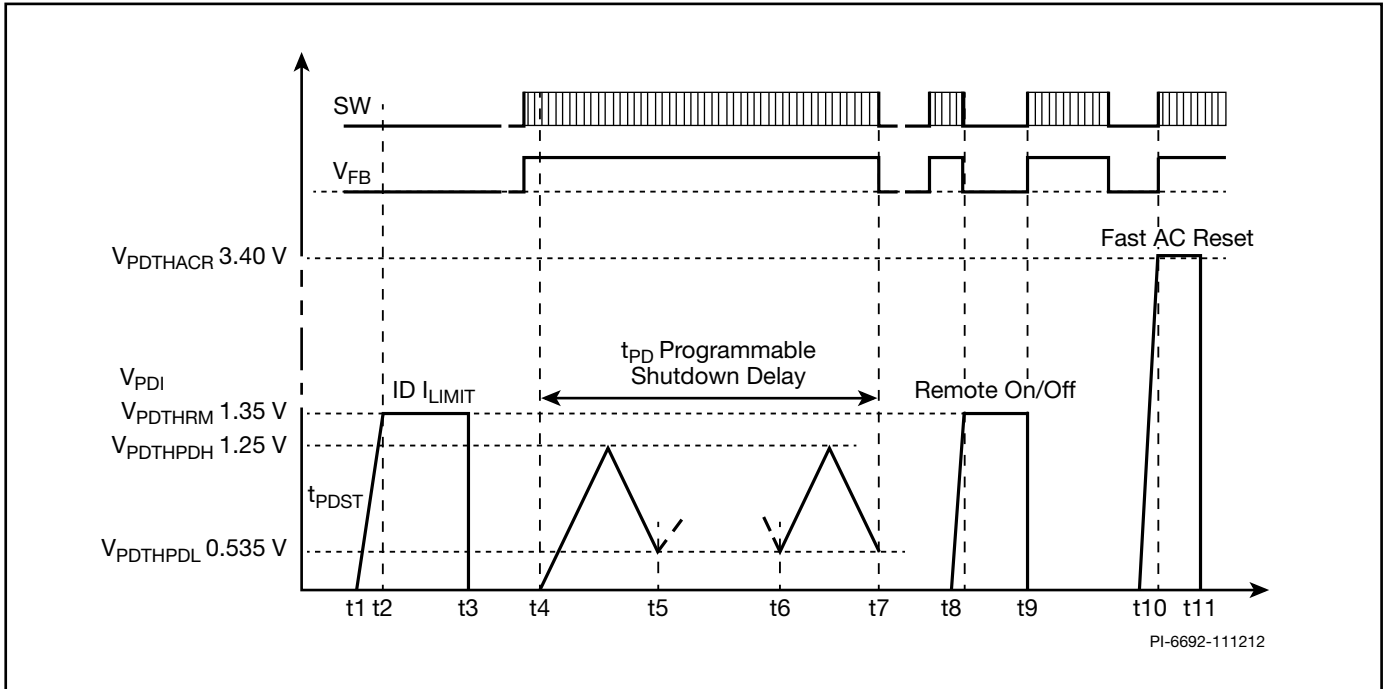


图 10. 编程(PD)引脚时序图

电流限流比较器

这是一个高速电流限流比较器。它会将来自功率MOSFET的电流与内部电流基准进行比较。一旦电流达到阈值，MOSFET导通周期就会终止。

多周期调制(MCM)

当补偿引脚电压达到 $V_{C(MCM)}$ （约为1.25 V）时，峰值漏极电流将降至编程值的25%，且开关频率接近 $f_{MCM} = 32 \text{ kHz}$ （典型值）。在MCM工作期间，控制器可智能地维持相对较高的输出采样率，同时降低平均开关频率以保持输出电压稳定。在达到设定电流限流点的25%时进行开关可大幅降低变压器磁芯的磁通密度。此特性与智能化的MCM工作方式可将音频噪声降低到远低于可接受的水平。

LNK666x有一个最大MCM关断时间 $T_{MCM(OFF)} = 0.5 \text{ ms}$ （典型值）。将最低输出采样率维持在较高水平可在额定负载0%至50%或100%的负载阶跃范围内提供出色的瞬态负载响应，同时通常会提供低于100 mW的空载输入功率。

LNK67xx有一个最大MCM关断时间 $T_{MCM(OFF)} = 4 \text{ ms}$ （典型值）。将最低输出采样率维持在较低水平可实现空载输入功率低于30 mW的设计，同时在额定负载0%至50%或100%的负载阶跃范围内提供良好的瞬态负载响应性能。

应用范例

30 W, 12 V通用适配器

图11所示为采用LNK6766E的高效率通用输入30 W, 12 V输出适配器的电路。

该电源采用初级绕组耦合检测，用于以下功能：输出稳压、线电压欠压锁定、输入及输出OVP。采用初级绕组检测后，就没有必要使用外部次级基准误差放大器（如TL431和光耦器）。总线电压的绕组检测还可以省去直接输入电压检测，后者要求使用更多的元件和功耗更大的绕组检测方法。

输出稳压精度为±5%，满载效率为86%，空载输入功率低于30 mW。

经整流及滤波的输入电压加在T1的初级绕组上。初级的另一侧由集成在U1内的功率MOSFET驱动。二极管D1、C3、R2、R3及VR1组成箝位电路，将漏感关断电压尖峰控制在安全值范围以内。齐纳二极管VR1还有助于在空载期间降低输入功耗。

当检测到负正向脉冲电流从反馈绕组流经R19进入反馈引脚时，将启动电源。这种检测的实现方式是，定时导通功率MOSFET以检测具有非常短的低频率采样脉冲的输入电压情况。在正向脉冲采样期间，反馈引脚被一个内部箝位控制在零伏特。当负正向脉冲电流超过250 μA时，LinkSwitch-HP将在两个连续开关周期内以一个软启动序列进行启动，这样可以降低元件应力并允许输出以平滑、单向的方式上升。启动所需的输入电压由初级绕组与反馈绕组的匝数比以及R19值来决定。

稳压的实现方式是，在反馈期间通过电阻分压器R19和R20以及反馈引脚对反馈绕组进行采样。该采样电压将与2 V的内部误差放大器阈值进行比较。R19值已由线电压欠压功能决定，因此输出稳压点通过设置适当的R20值来决定。

环路补偿由从补偿引脚到接地所构成的网络来提供。在上述情况下，R7和C7对误差放大器建立20 dB的低频率到中频率增益。电容C8实质上充当噪声滤波器，其典型值为100 pF。器件内还有一个16 kHz的内部滤波器。建议将R7限定在不超过260 kΩ的范围内，以免引起稳定性和噪声敏感性问题。

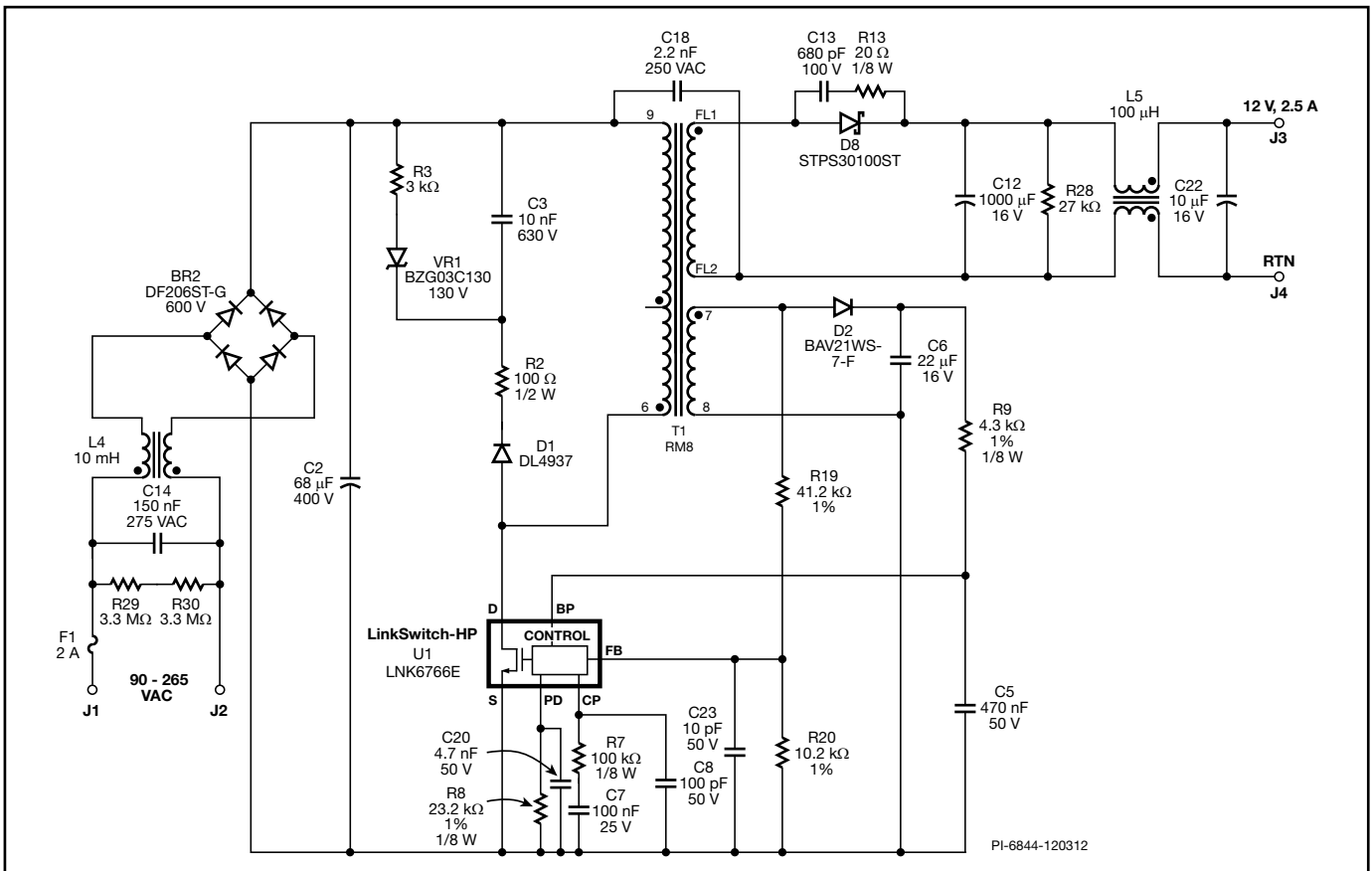


图 11. 通用输入30 W, 12 V, 2.5 A适配器电路原理图

瞬态负载响应取决于环路增益和最小开关频率。此处所示的R7和C7值通常在大部分设计中都能提供良好的瞬态响应。当电源处于空载状态时，其最小开关频率将产生一个延迟，以便对关断期间的任何负载阶跃事件作出响应。在上述情况下，最小频率为250 Hz，因此有一个潜在的4 ms延迟来作出响应。如果空载初始条件需要一个更快的响应，可以选择使用LNK666x，因为它有一个2 kHz的最小频率。在使用此产品系列时可以进行权衡，因为空载输入功率将会略微偏高，且需要使用一个较小的假负载电阻。

为了获得良好的效率、稳压性能和稳定性，应尽量减小变压器漏感。低漏感将会减弱检测绕组的振铃，因为振铃会在反馈采样中产生误差。上面的示例使用分裂初级绕组技术来降低漏感。漏感不得超过额定初级电感的2%，1%通常为所需的目标值。

电阻R28作为假负载电阻，用于在空载情况下控制输出电压上升。假负载电阻应不小于必需值，以便将输出维持在规格限值内，从而降低额外的功率耗散。在本例中，额外的假负载功率耗散仅为4.8 mW。

LinkSwitch-HP提供内部电流源对旁路引脚进行偏置，这是启动所必需的。当电源正在工作且处于稳压状态时，来自偏置绕组（D2和C6）的整流反馈电压会提供外部偏置。电阻R9的电流来自C6的偏置电压并流入旁路引脚，以提供外部偏置。外部偏置电流应通过R9设置为至少500 μ A，保证关断LinkSwitch-HP

的内部电流源，因为这样可以提高电源的工作效率，特别是在轻载条件下。为获得最佳空载性能，C6的外部供电电压应尽量最小化（典型值为8-9 V），由R9设置的流入旁路引脚的电流应尽量最低。

输入过压保护通过检测反馈绕组的负正向脉冲来完成。当负正向电压足够高以致能产生大约1.15 mA的电流流入反馈引脚时，器件将在两个连续导通周期内停止开关，作为自动重新启动延迟期间。

输出过压保护通过检测经过反馈引脚的反馈脉冲来完成。当反馈引脚的电压达到2.5 V或经过16个连续周期时，电源将锁存关断。如果需要采用非锁存OVP保护，则将C5从0.47 μ F充电至4.7 μ F将会相应改变故障模式（参见表2了解详细信息）。

OCP保护的实现方式是，当检测到输出电压降到额定稳压值的0.925且持续时间超过指定延迟时间时启动。在上面的示例中，总延迟时间约为50 ms。电容C20延长了35 ms的默认内部延迟时间（参见图6了解详细信息）。在上面的设计中使用了锁存关断选项。

可以通过选取R8值来调整LinkSwitch-HP的初级电流限流点（参见表3了解详细信息）。对于此设计，我们选择了最大电流限流点的60%。对于需要较低的 $R_{DS(ON)}$ 来提高效率并同时降低LinkSwitch-HP的温升的适配器，通常采用较低的电流限流点设置。

eSIP-7C封装的布局注意事项

图12是图11电路原理图中所示30 W适配器的布局设计。eSIP-7C封装如LNK6766E后缀所示，它允许使用直立式散热片。散热片的安装脚应进行电气隔离。可以看到，初级回路走线环绕着LinkSwitch-HP器件，对LinkSwitch-HP周围关键的外部控制相关元件起着屏蔽作用。这些元件包括R7、R8、R19、R20以及C5、C8和C20。尤其重要的是，应将旁路电容C5和补偿引脚噪声滤波电容C8尽可能靠近源极引脚放置，同时与补偿引脚和旁路引脚保持极短的走线长度（如图所示）。如果选择电解电容作为旁路电容(C5)，则还必须安装一个额外的100 nF (C5)陶瓷电容。接地走线环绕、紧凑的布局以及单点接地至这些元件的源极引脚可以避免在峰值负载或输入电压瞬态变化期间（例如浪涌或ESD事件）产生与噪声有关的问题。

有关ESD和输入浪涌的另一注意事项是Y电容的初级侧端接。Y电容和C18应连接至大容量电容C2的正极端子，以便使高电流的电势远离更为敏感的初级回路走线。

由于适配器应用通常都采用紧凑的布局，本设计对输出绕组端接使用了三层绝缘线和飞线，以避免在出现ESD事件时次级绕组与磁芯产生电弧。

连接漏极和变压器的走线长度应该非常短，初级箝位电路应聚集在一起，并远离更为敏感的元件。偏置绕组回路和偏置电容C6的回路应分开连接至输入电容C2的负极端子并远离源极引脚。

次级整流环路（包括次级绕组、输出二极管D8和第一个输出电容C13）应尽量保持紧凑，以减少增加串联电感的数量，否则会降低高负载效率并降低稳压质量。

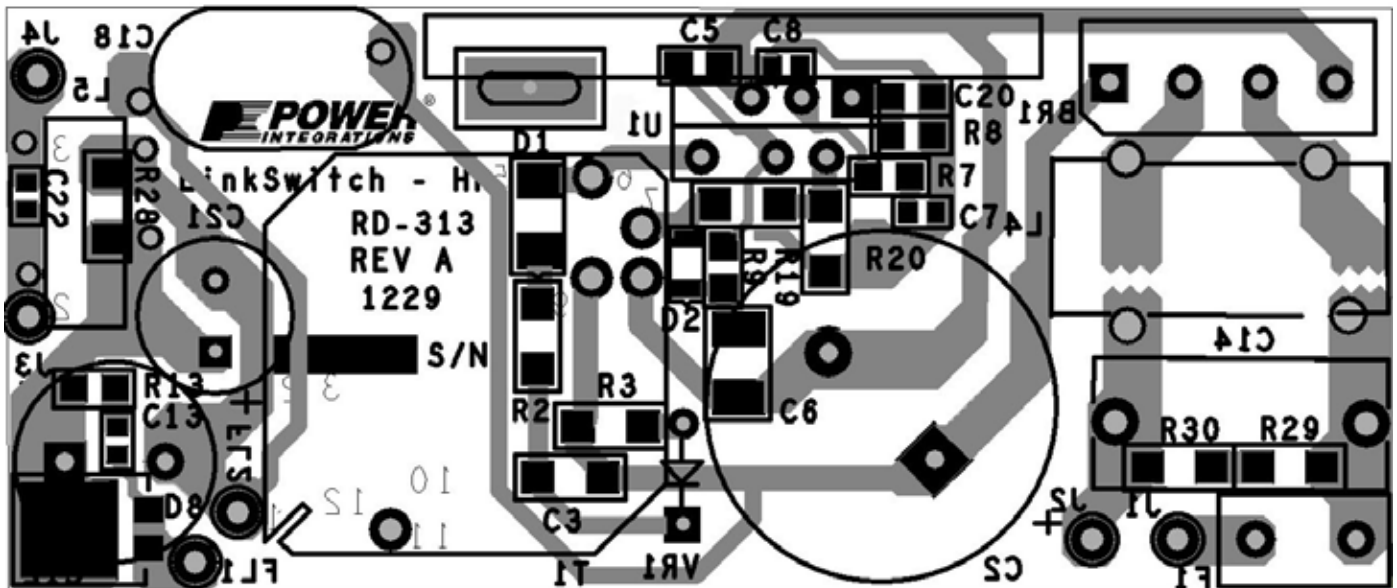


图 12. 使用eSIP-7C封装的30 W适配器的布局（底部铺铜层视图）

eDIP-12B封装的布局注意事项

图13中的电路原理简图是在双路输出LCD显示器电源中使用eDIP-12B封装LinkSwitch-HP的设计范例。在此设计中，封装顶层裸露的金属垫片保留开放（无散热片）。LinkSwitch-HP的源极引脚通过与PCB的源极铜盘的连接来提供散热。这种技术对于最高达0.85 W（要求采用1/2平方英寸的铺铜区域）的器件功率耗散来说是足够的。针对eSIP-7C的布局指南与eDIP-12B相同，只是增加了有关敏感性元件布局的注意事项。回路参考元件C4、C8、C16、R9、R7必须直接放置在LinkSwitch-HP封装下方，如图14所示。这就要求这些特别的元件应采用SMD型，因为这样可以获得一个非常理想的抗噪声布局。

输出功率表假设值

- 12 V输出
- 肖特基整流
- 效率为82%
- $V_{OR} = 135 V$
- $K_p = 0.4$ (85-265 VAC输入) ;
 $K_p = 0.6$ (195-265 VAC输入)
- $V_{MIN} = 100 V$ (85-265 VAC输入) ;
 $V_{MIN} = 250 V$ (195-265 VAC输入)
- 0.85 W器件功率耗散（对于带PCB散热片的敞开放式设计）

快速设计校验

所有LinkSwitch-HP设计均应经过全面测试验证，特别是针对指定的最差应力条件。强烈建议进行如下测试：

1. 最大化漏极电压 - 校验VDS对于LNK677X系列没有超过675 V，对于LNK6X6X系列没有超过600 V。这可以为设计变更时留出50 V的裕量。
2. 在任何条件下，最大漏极电流应低于规定的绝对最大额定值。
3. 热检测 - 在额定的最大输出功率、最小输入电压及最高环境温度情况下，检查设计中的任何元件都没有超过最大温度限值。特别重要的是，检查主要功率转换元件（如变压器、输出二极管、输入桥、初级箝位电路及LinkSwitch-HP）的温升。在上述情况下，LinkSwitch-HP垫片温度不得超过110 °C。

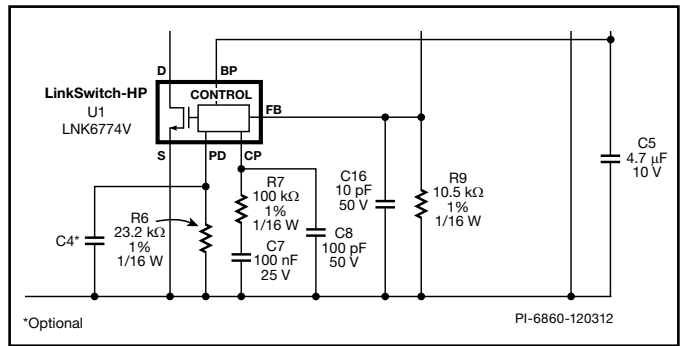


图 13. 17 W LCD显示器电源(+18 V, +5 V)

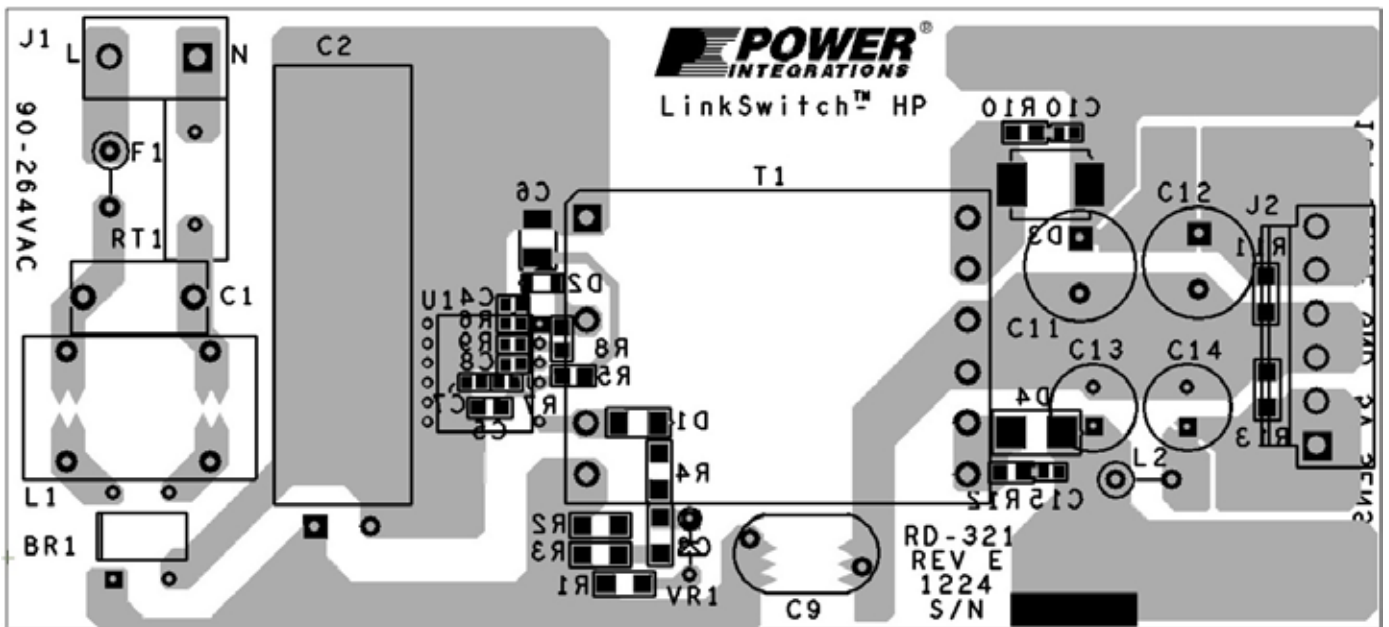


图 14. 使用eDIP-12B封装的LCD显示器电源的布局

绝对最大额定值⁽³⁾

漏极引脚电压	-0.3 V到725 V (677x)
漏极引脚电压	-0.3 V到650 V (666x/676x)
漏极引脚峰值电流:	$1.6 \times I_{LIMIT(TYP)}^{(1)}$
旁路引脚电压	-0.3 V到9 V
旁路引脚电流	100 mA
反馈引脚电压	-0.3 V到9 V ⁽²⁾
补偿引脚电压	-0.3 V到9 V
编程/延迟引脚电压	-0.3 V到9 V
贮存温度	-65 °C到150 °C
工作结温	-40 °C到150 °C ⁽⁴⁾

注释:

1. 当漏极电压同时低于400 V时, 可允许峰值漏极电流。
2. -1 V对应于引脚输出的 ≤ 5 mA的电流脉冲, 且持续时间 ≤ 500 ns。
3. 在短时间内施加器件允许的最大额定值不会引起产品永久性的损坏。但长时间用在器件允许的最大额定值时, 会对产品的可靠性造成影响。
4. 通常由内部电路控制。

热阻抗

热阻抗: E封装

(θ_{JA})	105 °C/W ⁽¹⁾
(θ_{JC})	2 °C/W ⁽²⁾

V封装

(θ_{JA})	74 °C/W ⁽³⁾ , 63 °C/W ⁽⁴⁾
(θ_{JC})	2 °C/W ⁽²⁾

注释:

1. 无须常设散热片。
2. 在塑封本体散热片的背面处测量得到。
3. 焊在散热面积为0.36平方英寸(232 mm²)、2盎司(610 g/m²)铜铂区域的典型应用PCB。
4. 焊在散热面积为1平方英寸(645 mm²)、2盎司(610 g/m²)铜铂区域的典型应用PCB。

参数	符号	条件		最小值	典型值	最大值	单位
		源极 = 0 V; $T_J = -40$ 到 125 °C (除非另有说明)					
控制功能							
开关频率	f_{OSC}	平均值, $T_J = +25$ °C		120	132	136	kHz
开关频率温度漂移	Δf_{OSC}	0 °C $\leq T_J \leq +100$ °C, 见注释A				± 10	%
频率抖动偏离	Δf	$f_{OSC} = 128$ kHz			± 5		kHz
频率抖动调制速率	f_M				250		Hz
最大占空比	DC_{MAX}	$V_{FB} < V_{FB(REF)}$ $V_{FB(REF)} = 2$ V	$T_J = +25$ °C	62	64	66	%
最大占空比温度漂移	ΔDC_{MAX}		见注释A 0 °C $\leq T_J \leq +100$ °C				+2%
最小峰值电流与设定流限的比率	k_{PS}	$T_J = +25$ °C $di/dt_{(KPS)} = di/dt_{(LIMIT)}$		22.5	25		%
多周期调制开关频率	f_{MCM}	$T_J = +25$ °C		25	32		kHz
多周期调制最大关断时间	$T_{MCM(OFF)}$	$T_J = +25$ °C	LNK666x		0.5		ms
			LNK67xx		4.0		
软启动时间	t_{SOFT}	$T_J = +25$ °C			15		ms
自动重新启动默认延迟	$t_{SD(AR)}$	$T_J = +25$ °C			35		ms
自动重新启动	$t_{AR(ON)}$	$T_J = +25$ °C, $t_{SOFT} + t_{SD(AR)}$			50		ms
	$T_{AR(OFF)1}$	第一个开关关断期间			150		
	$T_{AR(OFF)2}$	随后的开关关断期间			1500		

参数	符号	条件 源极 = 0 V; $T_J = -40$ 到 $125\text{ }^\circ\text{C}$ (除非另有说明)	最小值	典型值	最大值	单位	
控制功能 (续上)							
跨导放大器增益	g_M	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	95	115	125	$\mu\text{A/V}$	
跨导放大器增益温度漂移	Δg_M	$0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释A			± 20	%	
跨导放大器最大输出电流	I_{GM}	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	10.0	12.5	15.0	μA	
补偿引脚输入阻抗	Z_{CP}	见注释A	30			$\text{M}\Omega$	
旁路(BP)输入							
OVP/UVP/OTP编程 电容值	C_{BP}	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$ 参见表2了解编程信息		0.47		μF	
				4.7			
				47			
旁路引脚电压	V_{BP}		5.46	5.75	6.04	V	
旁路引脚电压迟滞	V_{BPH}		0.85	0.95	1.1	V	
旁路引脚 充电电流	I_{CH1}	$V_{BP} = 0\text{ V}$ $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$ $V_{DS} \geq 50\text{ V}$	LNK6xx3	-6.8	-4.8	-2.0	mA
			LNK6xx4-5	-9.2	-6.6	-2.8	
			LNK6xx6-7	-12.0	-8.3	-4.3	
	I_{CH2}	$V_{BP} = 5\text{ V}$ $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$ $V_{DS} \geq 50\text{ V}$	LNK6xx3	-4.7	-2.7	-1.5	mA
			LNK6xx4-5	-7.0	-4.0	-2.2	
			LNK6xx6-7	-8.8	-5.2	-2.9	
旁路引脚关断阈值电流	I_{BPSD}	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	5.7	8.2	10.7	mA	
旁路引脚关断延迟		$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		8		开关 周期	
旁路引脚源电流	I_{BPSC}	$V_{BP} = 6\text{ V}$ $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$			-0.5	mA	
旁路引脚充电电流温度漂移	ΔI_{BPSC}	见注释A		0.5		$\text{\%/}^\circ\text{C}$	
旁路引脚分流电压	$V_{BP(\text{SHUNT})}$	$I_{BP} = 2\text{ mA}$	6.1	6.4	6.7	V	
旁路引脚供电电流	I_{BPS1}	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$, 见注释B			525	μA	
	I_{BPS2}	MOSFET开关, 频率 f_{OSC}	LNKxxx3		0.9	1.2	mA
			LNKxxx4		1.0	1.3	
			LNKxxx5		1.1	1.4	
			LNKxxx6		1.3	1.6	
			LNKxxx7		1.4	1.7	

参数	符号	条件 源极 = 0 V; $T_J = -40$ 到 $125\text{ }^\circ\text{C}$ (除非另有说明)	最小值	典型值	最大值	单位
电压检测(FB)输入						
反馈引脚参考电压	V_{FBth}	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	1.974	2.000	2.026	V
反馈引脚参考电压 温度漂移	$\Delta V_{FB(th)}$	$0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释A		-0.02		%/ $^\circ\text{C}$
线电压欠压导通阈值电流	$I_{FB(UV,REF)}$	$T_{ON} = 220\text{ ns}$, $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		-250		μA
反馈引脚总线电压参考 电流温度漂移	$\Delta I_{FB(REF)}$	$T_{ON} = 220\text{ ns}$, $0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释A			± 10	%
线电压欠压关断阈值电流	$I_{FB(UV,OFF)}$	$T_{ON} = 220\text{ ns}$, $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	-115	-100	-85	μA
线电压欠压关断延迟		$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$		8		开关周期
线电压过压关断阈值电流	$I_{FB(OV)}$	$T_{ON} = 220\text{ ns}$, $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	-1200	-1150	-1100	μA
线电压过压关断延迟		$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		2		开关周期
输出过压检测阈值电压	$V_{FB(OVP)}$	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	2.375	2.5	2.625	V
输出过压检测延迟		$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		16		开关周期
反馈引脚自动重启 阈值电压	$V_{FB(AR)}$	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	1.794	1.85	1.906	V
流限降低初始阈值电流	$I_{FB(LIM)}$	$T_{ON} = 220\text{ ns}$, $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		-210		μA
流限降低斜率	$I_{LIM(LINE)}$	$0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100\text{ }^\circ\text{C}$	$-463\text{ }\mu\text{A} < I_{FB} \leq I_{FB(LIM)}$	-0.032		%/ μA
			$I_{FB} < -463\text{ }\mu\text{A}$	-0.008		
反馈引脚采样延迟时间	T_{SAMP1}	$0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100\text{ }^\circ\text{C}$	$I_{PK} = I_{SET}$	2.5	2.65	μs
	T_{SAMP2}		$I_{PK} = 0.25 \times I_{SET}$	1.2	1.3	
丢失反馈电压保护检测 延迟时间	T_{ON}	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		0.8		μs
丢失反馈电压保护延迟				4		开关周期

参数	符号	条件		最小值	典型值	最大值	单位
		源极 = 0 V; $T_J = -40$ 到 $125\text{ }^\circ\text{C}$ (除非另有说明)					
多功能(PD)输入							
编程/延迟引脚电压	V_{PD}	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		1.15	1.25	1.35	V
编程/延迟引脚时间较低电压阈值	$V_{PD(DL)}$	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$			0.535		V
编程/延迟引脚时间较高电压阈值	$V_{PD(DU)}$	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$			1.25		V
快速AC复位阈值	$V_{PDTHACR}$			3.06	3.4	3.74	V
远程开/关阈值	V_{PDTHRM}	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	阈值	1.25	1.35	1.45	V
			迟滞		1		
远程开/关延迟		$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$			8		Switching 周期
电路保护							
自保护限流点	I_{LIMIT}	LNK6xx3	$di/dt = 180\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	0.716	0.77	0.824	A
		LNK6xx4	$di/dt = 245\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	0.967	1.04	1.113	
		LNK6xx5	$di/dt = 305\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	1.209	1.30	1.391	
		LNK6xx6	$di/dt = 460\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	1.814	1.95	2.087	
		LNK6xx7	$di/dt = 610\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$	2.418	2.60	2.782	
编程电流限流点变化	ΔI_{LIMIT}	参见表3了解编程信息 $0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100\text{ }^\circ\text{C}$, 见注释A				± 7	%
工作峰值电流变化	$\Delta I_{PK(OP)}$	$I_{PK(OP)} = 25 - 100\% \times I_{LIMIT}$ $0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100\text{ }^\circ\text{C}$, 见注释A				± 7	%
热关断温度	T_{SD}			135	142	150	$^\circ\text{C}$
热关断迟滞	T_{SDH}	$C_{BP} = 0.47\text{ }\mu\text{F}$ or $C_{BP} = 4.7\text{ }\mu\text{F}$			75		$^\circ\text{C}$
前沿消隐时间	t_{LEB}	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释A		175	220		ns
流限延迟时间	t_{ILD}	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$			100		ns
开关最短导通时间	$T_{ON(MIN)}$	$t_{LEB(MAX)} + t_{ILD(MAX)}$ $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		325	400	500	ns

参数	符号	条件		最小值	典型值	最大值	单位
		源极 = 0 V; $T_J = -40$ 到 $125\text{ }^\circ\text{C}$ (除非另有说明)					
输出							
导通电阻	$R_{DS(ON)}$	LNK6xx3 $I_D = 100\text{ mA}$	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		6.9	7.97	Ω
			$T_J = +100\text{ }^\circ\text{C}$		10.5	12.08	
		LNK6xx4 $I_D = 150\text{ mA}$	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		4.6	5.30	
			$T_J = +100\text{ }^\circ\text{C}$		7.0	8.09	
		LNK6xx5 $I_D = 200\text{ mA}$	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		3.5	4.03	
			$T_J = +100\text{ }^\circ\text{C}$		5.4	6.21	
		LNK6xx6 $I_D = 300\text{ mA}$	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		2.3	2.65	
			$T_J = +100\text{ }^\circ\text{C}$		3.6	4.14	
LNK6xx7 $I_D = 400\text{ mA}$	$T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		1.8	2.07			
	$T_J = +100\text{ }^\circ\text{C}$		2.7	3.11			
关断状态漏极漏电流	I_{DSS}	$V_{PD} = \text{浮动}$	$V_{DS} = 560\text{ V}, T_J = 125\text{ }^\circ\text{C}$			470	μA
			$V_{DS} = 325\text{ V}, T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$			10	
击穿电压	BV_{DSS}	LNK677x, $V_{PD} = \text{浮动}$, $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		725			V
		LNK666x/LNK676x, $V_{PD} = \text{浮动}$, $T_J = +25\text{ }^\circ\text{C}$		650			
漏极供电电压				50			V
上升时间	t_R	在典型反激式转换器应用中测得			100		ns
下降时间	T_F				50		

注释:

- A. 参数未在指定温度范围内进行测试。由设计和特性保证。
- B. 器件平均开关频率低于1 kHz。

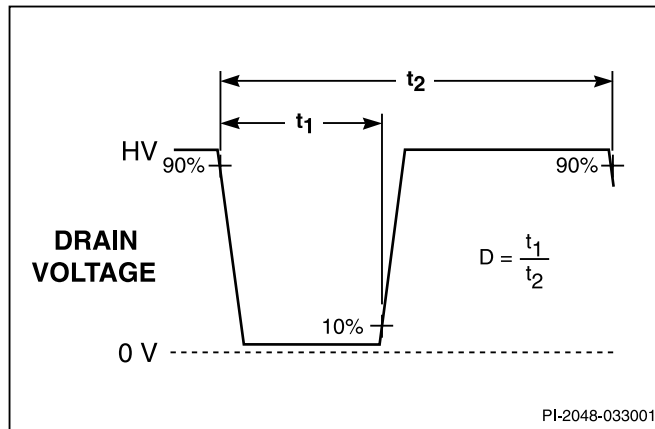


图 15. 占空比测量

典型性能特性

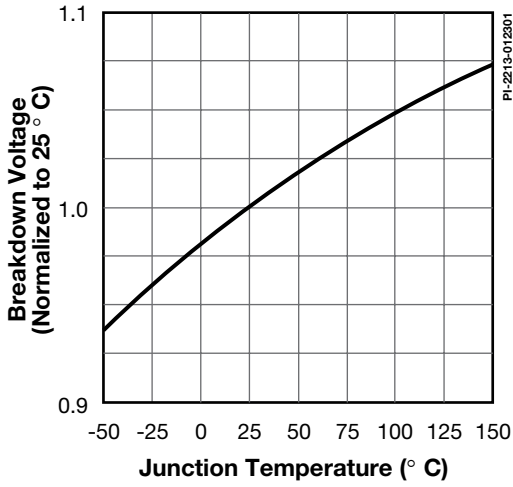


图 16. 击穿电压相对于温度的变化

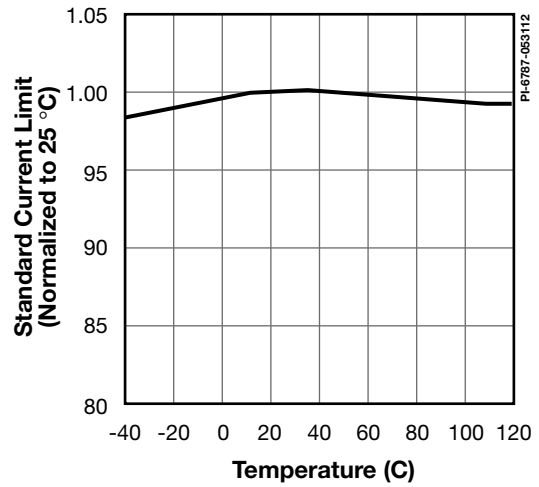


图 17. 标准限流点相对于温度的变化

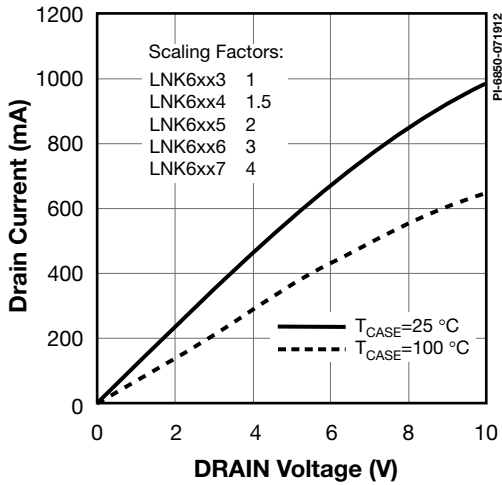


图 18. 输出特性

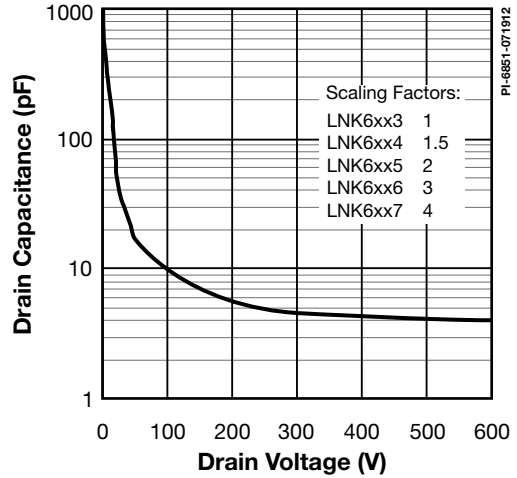


图 19. C_{oss} 相对于漏极电压的变化

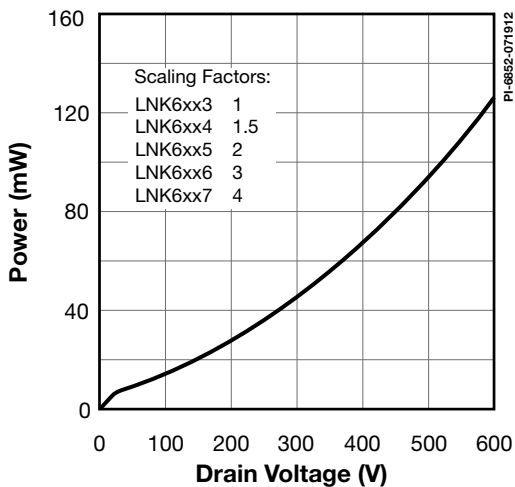


图 20. 漏极电容功率

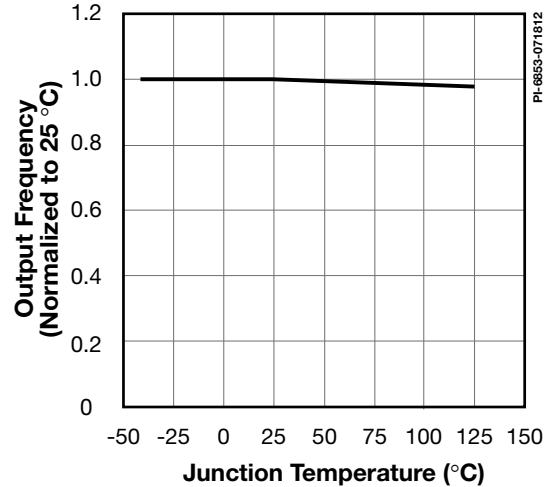


图 21. 频率相对于温度的变化

典型性能特性

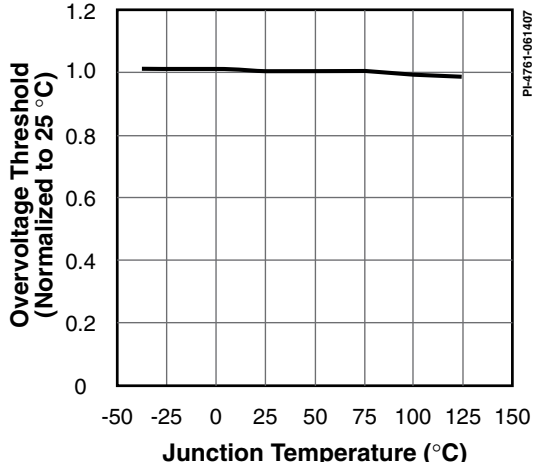


图 22. 过压阈值随温度的变化

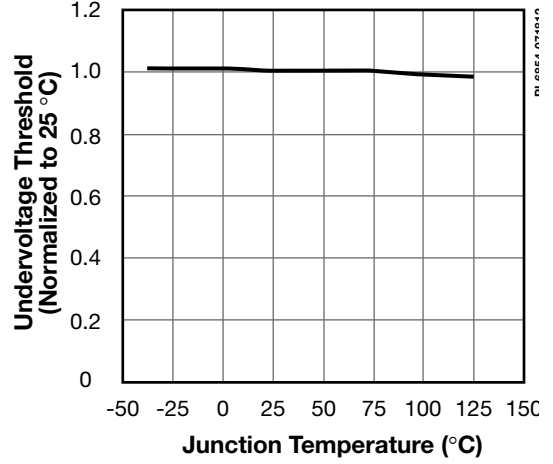


图 23. 欠压阈值随温度的变化

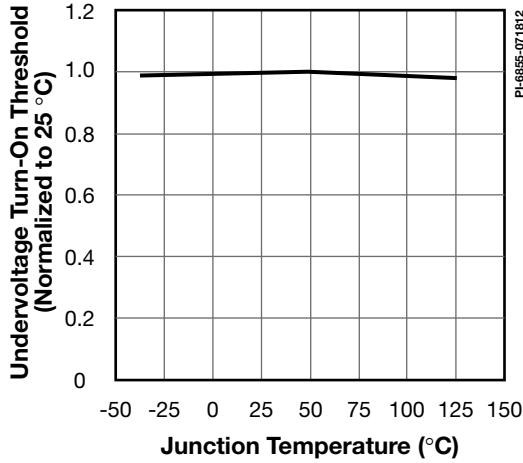


图 24. 过压阈值随温度的变化

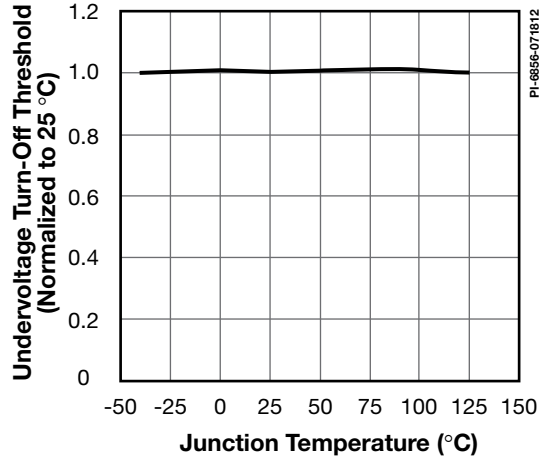


图 25. 欠压阈值随温度的变化

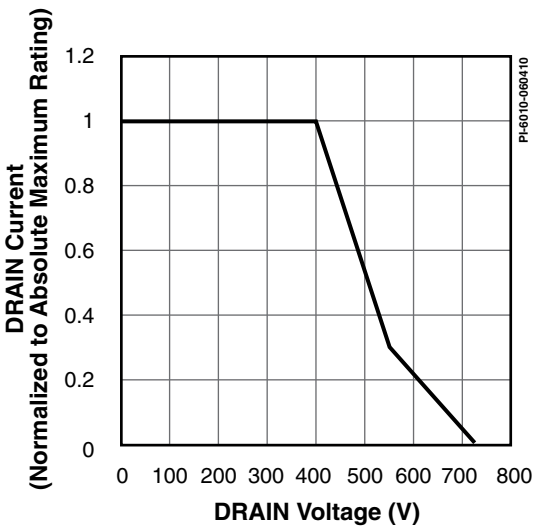


图 26. 最大允许的漏极电流相对漏极电压的变化(LNK6773-6777)

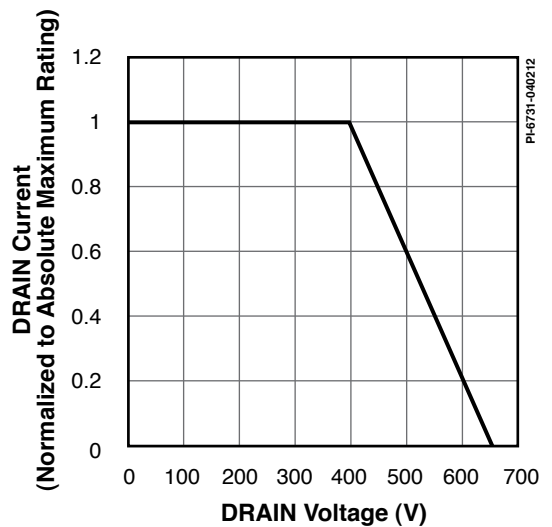
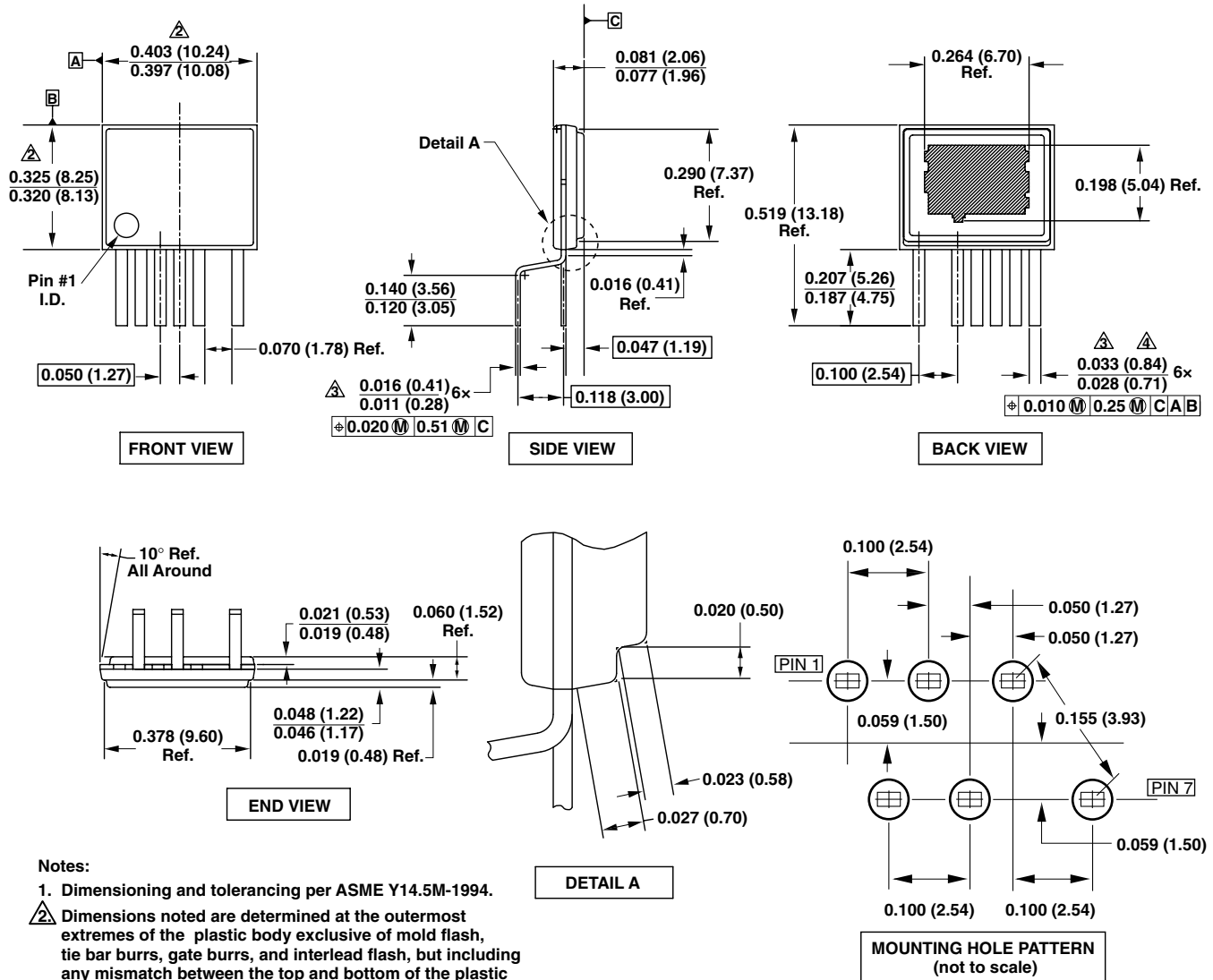


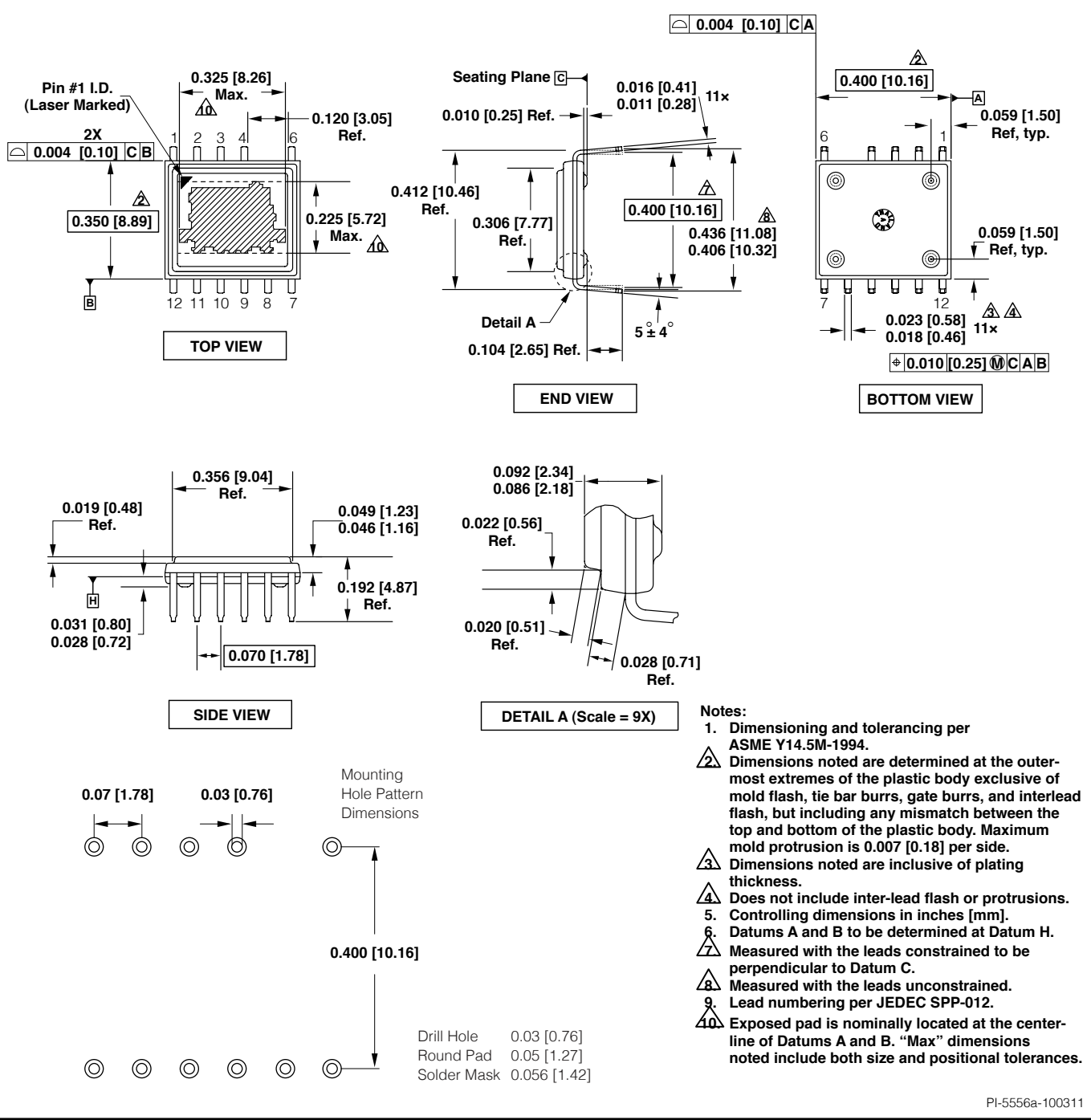
图 27. 最大允许的漏极电流相对漏极电压的变化 (LNK6763-6767/LNK6663-6667)

eSIP-7C (E Package)



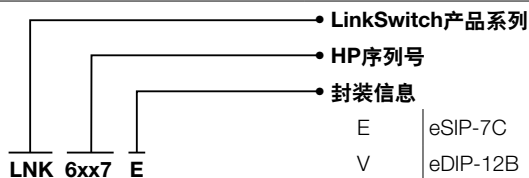
PI-4917-061510

eDIP-12B (V Package)



PI-5556a-100311

元件订购信息



修订版本	注释	日期
A	初始版本。	07/12
A	更新了表2。	08/23/12
B	格式变化。更新了K _{pg} 最小值。	01/30/13

有关最新产品信息，请访问：www.powerint.com

Power Integrations reserves the right to make changes to its products at any time to improve reliability or manufacturability. Power Integrations does not assume any liability arising from the use of any device or circuit described herein. POWER INTEGRATIONS MAKES NO WARRANTY HEREIN AND SPECIFICALLY DISCLAIMS ALL WARRANTIES INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, AND NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY RIGHTS.

Patent Information

The products and applications illustrated herein (including transformer construction and circuits external to the products) may be covered by one or more U.S. and foreign patents, or potentially by pending U.S. and foreign patent applications assigned to Power Integrations. A complete list of Power Integrations patents may be found at www.powerint.com. Power Integrations grants its customers a license under certain patent rights as set forth at <http://www.powerint.com/ip.htm>.

Life Support Policy

POWER INTEGRATIONS PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF POWER INTEGRATIONS. As used herein:

1. A Life support device or system is one which, (i) is intended for surgical implant into the body, or (ii) supports or sustains life, and (iii) whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use, can be reasonably expected to result in significant injury or death to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

The PI logo, TOPSwitch, TinySwitch, LinkSwitch, LYTSwitch, DPA-Switch, PeakSwitch, CAPZero, SENZero, LinkZero, HiperPFS, HiperTFS, HiperLCS, Qspeed, EcoSmart, Clampless, E-Shield, Filterfuse, StakFET, PI Expert and PI FACTS are trademarks of Power Integrations, Inc. Other trademarks are property of their respective companies. ©2013, Power Integrations, Inc.

Power Integrations全球销售支持网络

全球总部 5245 Hellyer Avenue San Jose, CA 95138, USA. Main: +1-408-414-9200 Customer Service: Phone: +1-408-414-9665 Fax: +1-408-414-9765 e-mail: usasales@powerint.com	德国 Lindwurmstrasse 114 80337 Munich Germany Phone: +49-895-527-39110 Fax: +49-895-527-39200 e-mail: eurosales@powerint.com	日本 Kosei Dai-3 Bldg. 2-12-11, Shin-Yokohama, Kohoku-ku Yokohama-shi Kanagwan 222-0033 Japan Phone: +81-45-471-1021 Fax: +81-45-471-3717 e-mail: japansales@powerint.com	台湾 5F, No. 318, Nei Hu Rd., Sec. 1 Nei Hu Dist. Taipei 11493, Taiwan R.O.C. Phone: +886-2-2659-4570 Fax: +886-2-2659-4550 e-mail: taiwansales@powerint.com
中国（上海） Rm 1601/1610, Tower 1, Kerry Everbright City No. 218 Tianmu Road West, Shanghai, P.R.C. 200070 Phone: +86-21-6354-6323 Fax: +86-21-6354-6325 e-mail: chinasales@powerint.com	印度 #1, 14th Main Road Vasanthanagar Bangalore-560052 India Phone: +91-80-4113-8020 Fax: +91-80-4113-8023 e-mail: indiasales@powerint.com	韩国 RM 602, 6FL Korea City Air Terminal B/D, 159-6 Samsung-Dong, Kangnam-Gu, Seoul, 135-728, Korea Phone: +82-2-2016-6610 Fax: +82-2-2016-6630 e-mail: koreasales@powerint.com	欧洲总部 1st Floor, St. James's House East Street, Farnham Surrey GU9 7TJ United Kingdom Phone: +44 (0) 1252-730-141 Fax: +44 (0) 1252-727-689 e-mail: eurosales@powerint.com
中国（深圳） 3rd Floor, Block A, Zhongtuo International Business Center, No. 1061, Xiang Mei Rd, FuTian District, ShenZhen, China, 518040 Phone: +86-755-8379-3243 Fax: +86-755-8379-5828 e-mail: chinasales@powerint.com	意大利 Via Milanese 20, 3rd. Fl. 20099 Sesto San Giovanni (MI) Italy Phone: +39-024-550-8701 Fax: +39-028-928-6009 e-mail: eurosales@powerint.com	新加坡 51 Newton Road #19-01/05 Goldhill Plaza Singapore, 308900 Phone: +65-6358-2160 Fax: +65-6358-2015 e-mail: singaporesales@powerint.com	技术支持热线 全球 +1-408-414-9660 技术支持传真 全球 +1-408-414-9760