

TNY284-290 TinySwitch-4产品系列

过载功率随输入电压变化很小的高效离线式开关IC

产品特点

最低的系统成本及更出色的灵活性

- 采用额定值725 V的功率MOSFET
 - 增大了BV降额裕量
- 过载功率随输入电压变化很小 – 无需额外元件
 - 大幅降低通用输入电压范围内的最大过载变化
- $\pm 5\%$ 导通欠压(UV)阈值: 使用一个外部电阻进行输入电压检测
- 简单的ON/OFF控制, 无需环路补偿
- 通过BP/M引脚电容值可选择不同的电流限流点
 - 更高的电流限流点可得到更高的峰值功率, 或在敞开式应用中得到更高的连续输出功率
 - 更低的电流限流可得到更高的峰值功率/充电器设计的效率
 - 可允许TinySwitch™-4系列相邻产品之间相互替换, 而无需重新设计电路
- 严格的I_{pf}参数公差范围降低系统成本
 - 高效利用MOSFET及磁芯材料
- 导通时间延长 – 更低输入电压下维持输出的稳定/维持时间, 可以使用更低容量的输入电解电容
- 自偏置: 无需偏置绕组或偏置元件
- 频率调制降低EMI滤波成本
- 引脚布局简化了PCB板上的散热铺铜的设计
- 源极引脚为“电气”上的安静点, 从而降低了EMI

增强的安全性及可靠性特点

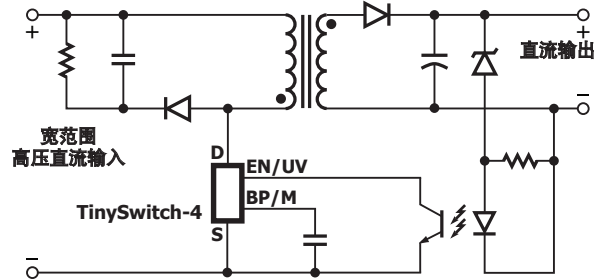
- 精确的迟滞热关断保护并具备自动恢复功能, 无需人工复位
- 自动重启功能在短路及开环故障状况下实现<3%的最大输出功率
- 可选择使用齐纳稳压管实现输出过压关断
 - 可选择使用一个外部电阻进行快速AC复位
- 元件数目很少, 增强可靠性及实现单面印刷电路板的布局
- 高带宽提供快速的无过冲启动及出色的瞬态负载响应
- 扩大了漏极与其它引脚间的爬电距离, 提高了应用的可靠性

EcoSmart™ – 节能高效

- 轻松符合全球所有能效标准
- 在265 VAC输入时, 有偏置绕组下的空载能耗<30 mW; 无偏置绕组下的空载能耗<150 mW
- ON/OFF控制可在极轻负载时具备恒定的效率 – 是达到强制性CEC标准及EuP待机要求的理想选择

应用

- PC待机电源及其他辅助电源
- DVD/PVR及其他小功率机顶盒
- 家电、工业系统、电表等应用的电源
- 手机或无绳电话、PDA, 数码相机、MP3或便携式音频设备、剃须刀等应用的充电器/适配器



PI-6578-020915

图1. 典型待机应用



图2. 封装选项。

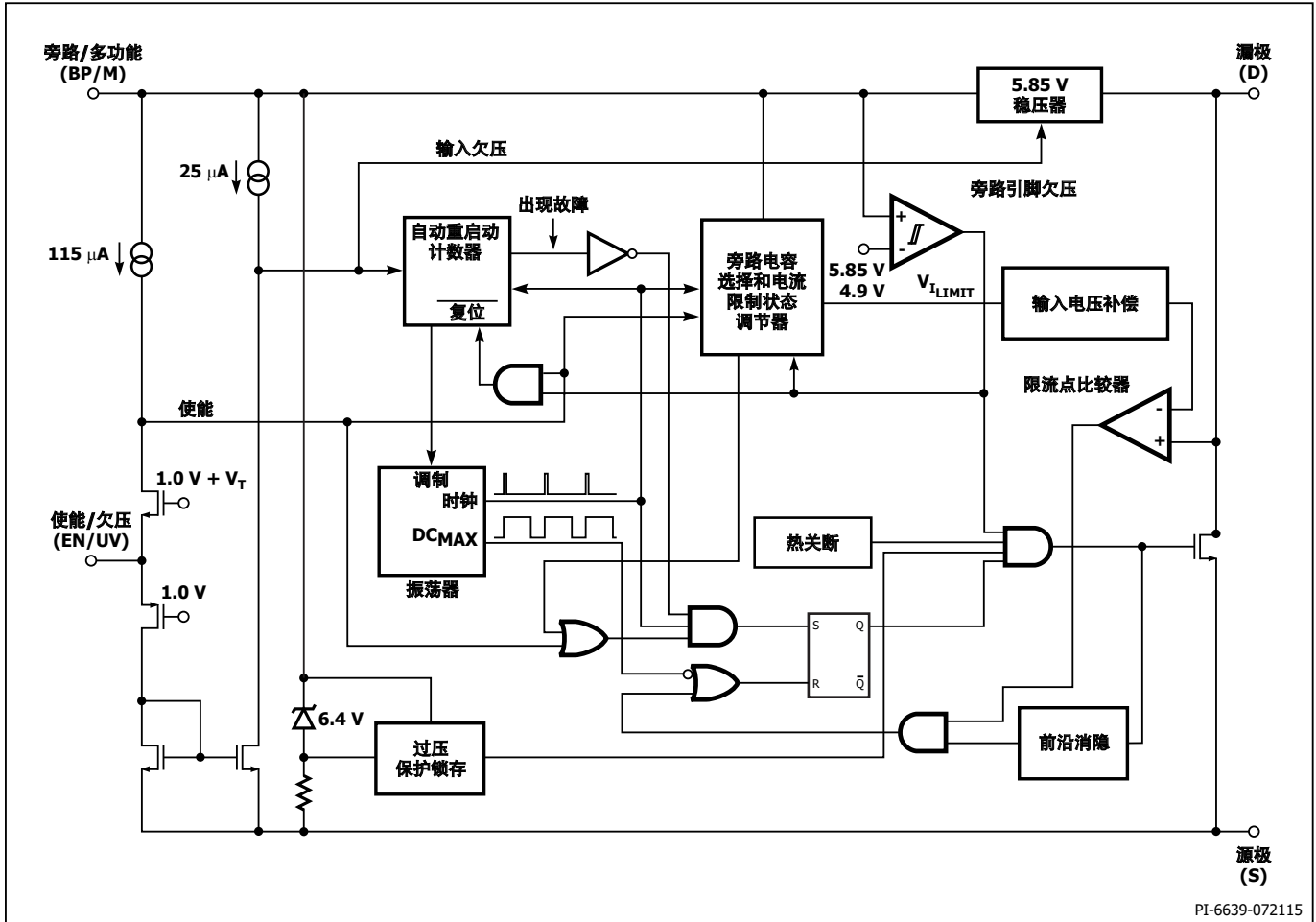
输出功率表

产品 ³	230 VAC $\pm 15\%$		85-265 VAC	
	适配器 ¹	峰值或敞开式 ²	适配器 ¹	峰值或敞开式 ²
TNY284P/D/K	6 W	11 W	5 W	8.5 W
TNY285P/D	8.5 W	15 W	6 W	11.5 W
TNY285K	11 W	15 W	7.5 W	11.5 W
TNY286P/D	10 W	19 W	7 W	15 W
TNY286K	13.5 W	19 W	9.5 W	15 W
TNY287P	13 W	23.5 W	8 W	18 W
TNY287D	11.5 W	23.5 W	7 W	18 W
TNY287K	18 W	23.5 W	11 W	18 W
TNY288P	16 W	28 W	10 W	21.5 W
TNY288D	14.5 W	26 W	9 W	19.5 W
TNY288K	23 W	28 W	14.5 W	21.5 W
TNY289P	18 W	32 W	12 W	25 W
TNY289K	25 W	32 W	17 W	25 W
TNY290P	20 W	36.5 W	14 W	28.5 W
TNY290K	28 W	36.5 W	20 W	28.5 W

表1. 输出功率表

注释:

1. 最小连续输出功率是在典型的无风冷密闭适配器中、环境温度为+50 °C的条件下测量得到的。使用一个外部散热片将提高输出功率的能力。
2. 在任何设计中的最小峰值功率或在敞开式设计中的最小持续功率(参见“主要应用指南”)。
3. 封装: P: DIP-8C, D: SO-8C, K: eSOP-12B。参见数据手册内的元件订购信息。



PI-6639-072115

图3. 功能框图

引脚功能描述

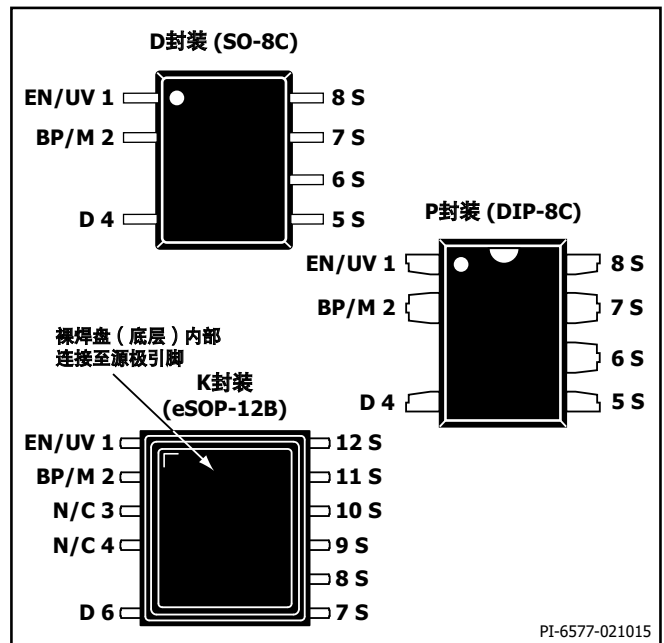
漏极(D)引脚:

该引脚是功率MOSFET的漏极连接点。在开启及稳态工作时提供内部操作电流。

旁路/多功能(BP/M)引脚:

该引脚有多项功能:

- 内部产生的5.85 V供电电源的外部旁路电容连接点。
- 可对限流点进行外部设定。根据所使用电容的数值选择电流限流值。使用数值为0.1 μF的电容会工作在标准的电流限流值上。使用数值为1 μF的电容会将电流限流值降低到相邻更小型号的标准电流限流值。使用数值为10 μF的电容会将电流限流值增加到相邻更大型号器件(TNY285-290)的标准电流限流值。
- 它还提供了关断功能。在输入掉电时, 或者通过将外部电阻连接到BP/UV引脚来发挥UV功能时(使UV/EN引脚电流低于 I_{UV} 减去复位迟滞电流, 典型值为18.75 μA), 当流入旁路引脚的电流超过ISD时关断器件, 直到BP/M电压下降到4.9 V以下。还可将一个稳压管从旁路/多功能引脚连接到偏置绕组供电端实现输出过压保护。



PI-6577-021015

图4. 引脚布局

使能/欠压(EN/UV)引脚:

这一引脚有多项功能：输入使能信号及输入欠压检测。在正常工作下，功率MOSFET的开关由此引脚控制。当从此引脚拉出的电流大于某个阈值电流时，MOSFET将被关断。当此引脚拉出的电流小于某个阈值电流时，MOSFET将被重新开启。对阈值电流的调制可以防止群脉冲现象的发生。阈值电流介于75 μ A和115 μ A之间。

在使能/欠压引脚和DC电压间连接一个外部电阻可以用来检测输入电压的欠压情况。如果没有外部电阻连接到此引脚，TinySwitch-4可检测出这一情况并禁止输入电压欠压保护功能。

源极(S)引脚:

内部连接到MOSFET的源极，用于高压功率的返回节点及控制电路的参考点。

TinySwitch-4功能描述

TinySwitch-4在一个器件上集成了一个高压功率MOSFET开关及一个电源控制器。与常规的PWM（脉宽调制）控制器不同，它使用简单的ON/OFF控制方式来稳定输出电压。

这个控制器包括了一个振荡器、使能电路（检测及逻辑）、流限状态调节器、5.85 V稳压器、旁路/多功能引脚欠压及过压电路、电流限流选择电路、过温保护、电流限流电路、前沿消隐电路以及一个725 V功率MOSFET管。此外，TinySwitch-4还增加了欠压检测、自动重启、自动调整的开关周期导通时间延长及频率抖动功能。图3所示为具备以上重要特性的功能结构图。

振荡器

典型的振荡器频率内部设置在132 kHz的平均水平。此振荡器产生两个信号：最大占空比信号(DC_{MAX})及表明每个开关周期开始的时钟信号。

振荡器电路可产生轻微的频率抖动，通常为8 kHz的峰峰值，用来将EMI降低到最小。频率调制的调制速率设置在1 kHz的水平，目的是降低平均及准峰值的EMI，并给予优化。测量频率调制时应将示波器触发设置在漏极电压波形的下降沿。图5的波形显示了频率抖动状态。

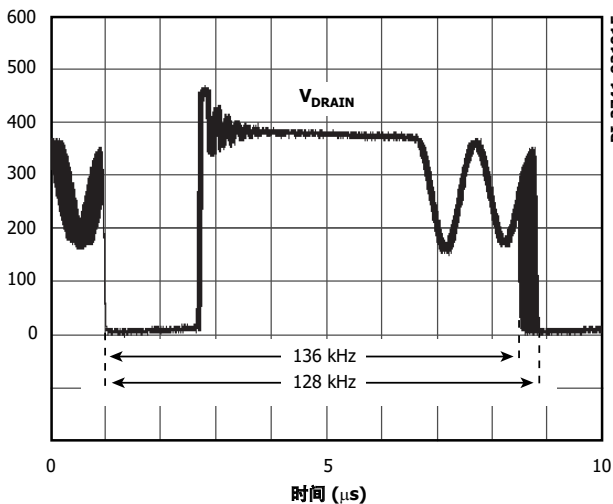


图5. 频率调制

输入使能和流限状态调节器

使能/欠压引脚的输入使能电路包括了一个输出设置在1.2 V的低阻抗源极跟随器。流经此源极跟随器的电流被限定为115 μ A。当流出此引脚的电流超过了阈值电流，在此使能电路的输出端会产生一个低逻辑电平（禁止），直到流出此引脚的电流低于阈值电流。在每个周期开始时，对应时钟信号的上升沿对这一使能电路输出进行采样。如果为高电平，功率MOSFET会在那个周期导通（使能）。如果为低电平，功率MOSFET将仍处于关闭状态（禁止）。由于取样仅在每个周期的开始时进行，此周期中随后产生的使能/欠压引脚电压或电流的变化对MOSFET状态都不构成影响。

在轻载状态下，当TinySwitch-4开关频率有可能进入音频范围内时，流限状态调节器以非连续方式降低流限。较低的电流限流值使开关频率保持在音频范围之上，降低变压器的磁通密度从而减轻了音频噪音。状态调节器监测使能的开关序列以确定负载情况，并以非连续方式相应地调节流限。

在大多数的工作状态下（除非接近空载时），在开关周期被禁止时低阻抗源极跟随器会控制使能/欠压引脚的电压，使其不会远远低于1.2 V。这改善了连接到此引脚的光耦器的响应时间。

5.85 V稳压器及6.4 V分流电压箝位

在MOSFET处在关闭期间，5.85 V稳压器就会从漏极电压吸收电流，将连接到旁路引脚的旁路电容充电到5.85 V。旁路/多功能引脚是内部供电电压节点。当MOSFET导通时，器件利用储存在旁路电容内的能量工作。内部电路极低的功率耗散使TinySwitch-4可使用从漏极吸收的电流持续工作。一个0.1 μ F的旁路电容就足够实现高频去耦及能量存储。

此外，当有电流从外部电阻提供给旁路/多功能引脚时，一个6.4 V的分流稳压箝位电路会将旁路/多功能引脚电压箝在6.4 V。利用偏置绕组经过外部电阻向TinySwitch-4供电，可以将空载能耗降低到50 mW以下。

旁路/多功能引脚欠压电路

在稳态工作下，当旁路/多功能引脚电压下降到4.9 V以下时，旁路/多功能引脚欠压电路将关断功率MOSFET。在稳态工作下一旦旁路/多功能引脚电压下降到4.9V之下，它必须再上升回5.85 V才可重新使能（导通）功率MOSFET。

过温保护

热关断电路检测IC的结温。阈值设置在142 $^{\circ}$ C并具备75 $^{\circ}$ C的迟滞范围。当结温度超过这个阈值，功率MOSFET开关被禁止，直到结温度下降75 $^{\circ}$ C，MOSFET才会重新使能。采用75 $^{\circ}$ C（典型值）的迟滞可防止因持续故障而使PC板出现过热现象。

电流限流点

电流限流电路检测功率MOSFET的电流。当电流超过内部阈值(I_{LIMIT})时,在该周期剩余阶段会关断功率MOSFET。电流限流状态调节器在中轻度负载条件下以非连续方式降低电流限流阈值。

在功率MOSFET导通后,前沿消隐电路会将电流限流比较器抑制片刻(t_{LEB})。通过设置前沿消隐时间,可以防止由电容及次级整流管反向恢复时间产生的电流尖峰所引起开关脉冲的提前误关断。

自动重启动

一旦出现故障,例如在输出过载、输出短路或开环情况下, TinySwitch-4 进入自动重启动操作。每当使能/欠压引脚电压拉低时,一个由振荡器记时的内部计数器会重新置位。如果64 ms内使能/欠压引脚未被拉低,功率MOSFET开关通常被禁止2.5秒(除欠压状态下,因MOSFET在欠压时已被关断)。自动重启动电路对功率MOSFET进行交替使能和禁止,直到故障排除为止。图6所示为输出短路时自动重启动电路的工作情况。

在欠压状态下,功率MOSFET开关的禁止时间超过通常的2.5秒,直到欠压状态结束为止。

自适应的开关周期导通时间延长

自适应开关周期导通延长是指在初级电流未达到电流限流点前继续保持此开关周期导通,而不是在最大占空比 DC_{MAX} 达到后提前结束此周期。这一特性降低了维持稳压所需的最小输入电压,延长了维持时间并降低了所需电解电容的尺寸。导通时间延长功能在电源通电开启时被禁止,直到电源输出电压达到稳定时。

输入欠压检测电路

连接在直流电压与使能/欠压引脚间的外接电阻可用于监测直流输入电压。在通电或自动重启动时功率MOSFET开关禁止期间,流入使能/欠压引脚的电流必须超过25 μA ,才能启动功率MOSFET。在通电时,旁路/多功能引脚在欠压情况下会被维持在4.9 V。一旦欠压情况消除,旁路/多功能引脚会从4.9 V上升到5.85 V。如果在自动重启动模式下功率MOSFET禁止开关期间出现欠压情况,则自动重启动计数器会停止计数。这使禁止时间从正常的2.5秒延长到欠压消除为止。

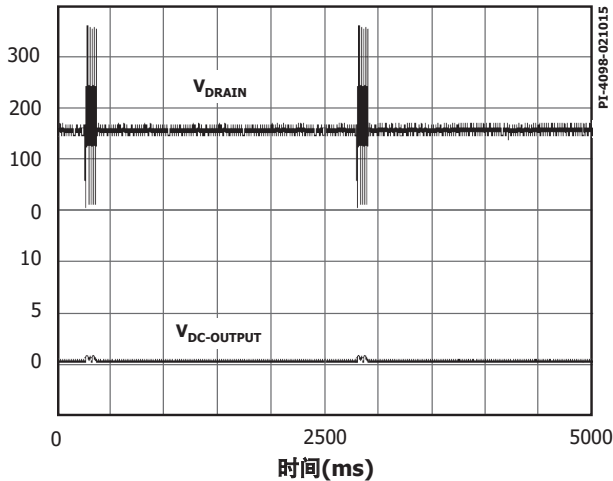


图6. 自动重启动工作

欠压电路还能同时检测到没有外部电阻连接到使能/欠压引脚的状况(低于 $\sim 2 \mu A$ 的电流流入此引脚)。在此情况下则禁止欠压保护功能。

TinySwitch-4工作原理

TinySwitch-4器件以流限模式工作。在使能状态下,振荡器在每个时钟周期开始时开启功率MOSFET。当电流达到限流点或达到最大占空比(DC_{MAX})时, MOSFET才会关断。由于TinySwitch-4设计的最高流限值与频率是定值,它提供给负载的功率与变压器初级电感及峰值初级电流的平方成正比。因此,电源的设计包括变压器初级电感量的计算,以满足最大输出功率的要求。如果根据功率选择了正确的TinySwitch-4,那么流过电感内的电流会在达到 DC_{MAX} 极限前上升到流限值。

使能

TinySwitch-4检测使能/欠压引脚来判定是否进入下一个开关周期。周期序列用于确定流限。一个周期一旦开始,就会完成整个周期(即使在周期进行中途使能/欠压引脚状态发生变化也是如此)。这种工作方式使得电源的输出电压纹波由输出电容、每一开关周期传输的总能量及反馈延时决定。

电源输出电压与参考电压在次级比较产生使能/欠压引脚信号。当电源输出电压低于参考电压时,使能/欠压引脚信号为高电平状态。在典型的应用当中,使能/欠压引脚由光耦驱动。光耦晶体管的集电极连接到使能/欠压引脚,发射极连接到源极引脚。将光耦LED与一个齐纳稳压管串联连接在需稳压的直流输出电压的两端。当输出电压超出目标稳压值时(光耦LED压降加上齐纳稳压管电压),光耦LED开始导通,将使能/欠压引脚拉低。如要改善输出稳压精度,齐纳稳压管可用一个TL431电压参考电路替代。

使用流限状态调节器的ON/OFF控制

TinySwitch-4的内部时钟始终工作。它在每个时钟周期上升沿对使能/欠压引脚进行取样,来决定是否执行一个开关周期,并根据多个周期的取样序列确定适当的流限。重负载时,流限状态调节器将流限设置到最高值。负载减轻时,流限状态调节器会相应将流限值的设置降低。

接近最大负载时, TinySwitch-4将在大部分时钟周期内导通(参见图7)。当负载稍轻时,它会“跳过”附加周期以保持电源输出电压的稳定(参见图8)。中等负载条件下,某些周期会被跳过,同时限流点也会降低(参见图9)。而在负载极轻时,电流限流点会进一步降低(参见图10)。仅有少部分的周期导通以供给电源本身的功率消耗。

因此，ON/OFF控制电路的响应时间要比PWM控制快得多。这样可获得精确的稳压及出色的瞬态响应。

通电/断电

TinySwitch-4的旁路/多功能引脚上仅需要一个0.1 μF 的电容即可实现标准的电流限流。由于容量很小，电容的充电时间极短，通常为0.6 ms。充电时间与选择了不同电流限流的相应旁路/多功能引脚电容值成正比。

由于ON/OFF反馈的高带宽，电源输出无过冲。当在直流输入正极与使能/欠压引脚间连接一个外部电阻(4 M Ω)，在通电期间功率MOSFET开关将被延迟，直到直流电压超过阈值(100 V)之后。图11及图12显示了使用使能/欠压引脚在有外接电阻及没有外接电阻(4 M Ω)的应用中，TinySwitch-4的通电时序波形。在启动及过载状态下，当导通时间少于400 ns时，器件将降低开关频率以维持对峰值漏极电流的控制。

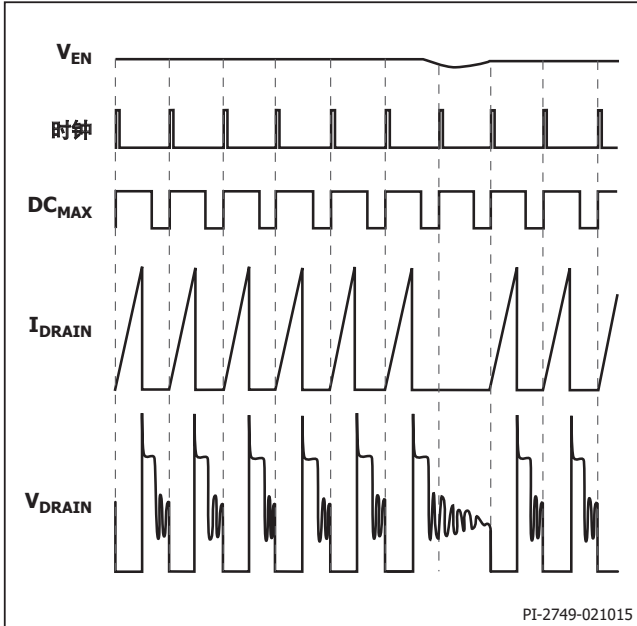


图7. 在接近满载时的工作情况

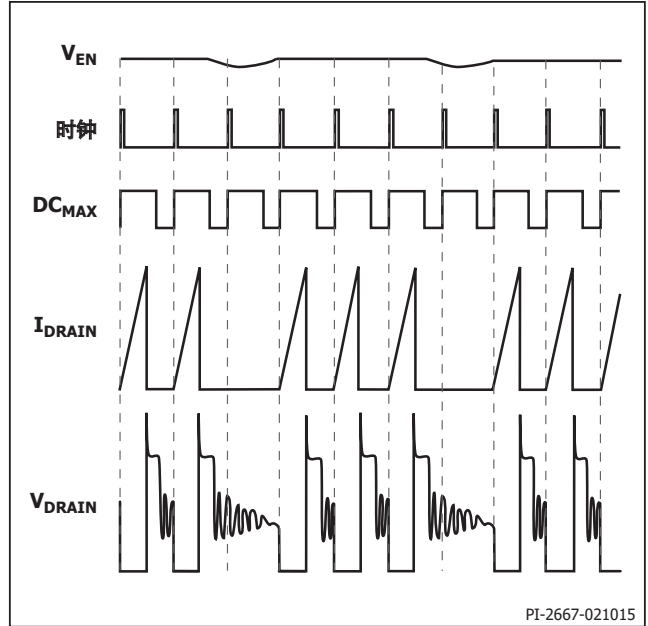


图8. 在较重负载时的工作情况

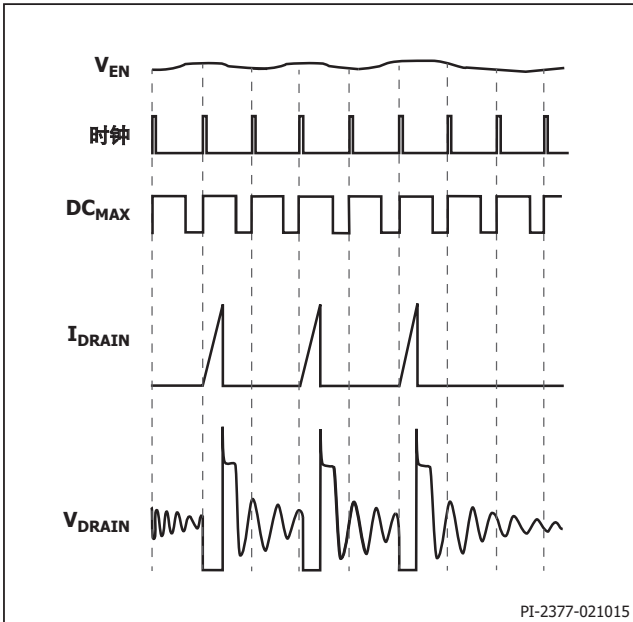


图9. 在中等负载时的工作情况

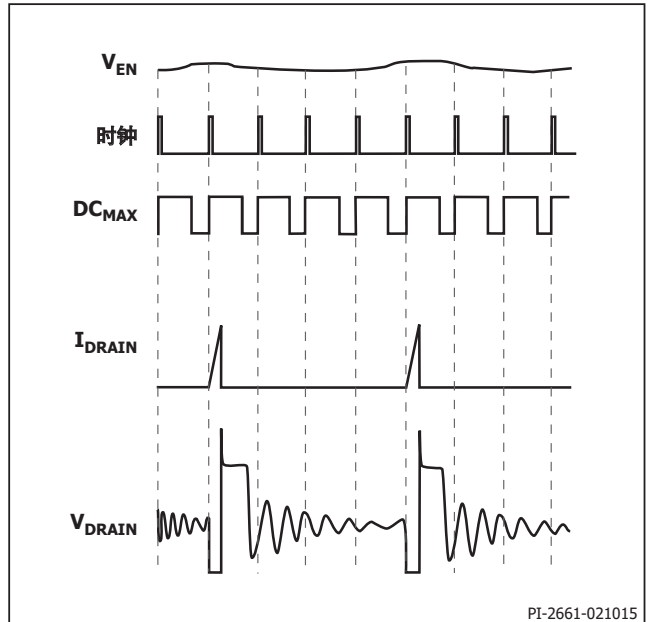


图10. 在极轻负载时的工作情况

断电时，如果使用了外接电阻，功率MOSFET在输出失调后仍将继续开关64 ms。之后由于低压时欠压保护功能禁止MOSFET重新启动，功率MOSFET将保持关断而不会造成输出的不良波动。

图13所示为一个典型的断电时序波形。图14所示为在待机应用中一个非常缓慢断电的时序波形。此处为使能/欠压引脚采用了一个外接电阻(4 MΩ)以避免重新启动。

TinySwitch-4直接由漏极引脚供电，因此无需偏置绕组来为芯片提供供电（参考功能描述）。益处体现在两个方面：首先，对于一般应用，这节约了偏置绕组及相关元件的成本；其次，对于电池充电器应用，电流-电

压特性常要求输出电压降至接近0 V时仍保持有功率输出。TinySwitch-4在无需使用正向偏置绕组及许多相关元件的情况下就可实现。如果应用要求空载功耗非常低(50 mW)，可在偏置绕组与旁路/多功能引脚间连接一个电阻来向芯片供电。建议最小供电电流在1 mA以上。此时旁路/多功能引脚将箝位在6.4 V。这种方法将不再由漏极供电，因此降低了空载功耗并提高满载效率。

电流限流工作方式

各开关周期在漏极电流达到器件的电流限流值时终止。电流限流工作方式能很好地抑制输入电压纹波，并提供不受输入电压影响的恒定输出功率。

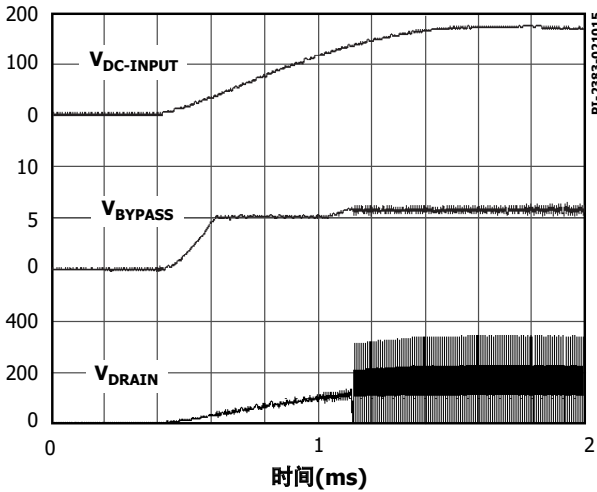


图11. 使用连接到EN/UV引脚的可选外部UV电阻(4 MΩ)的通电时序

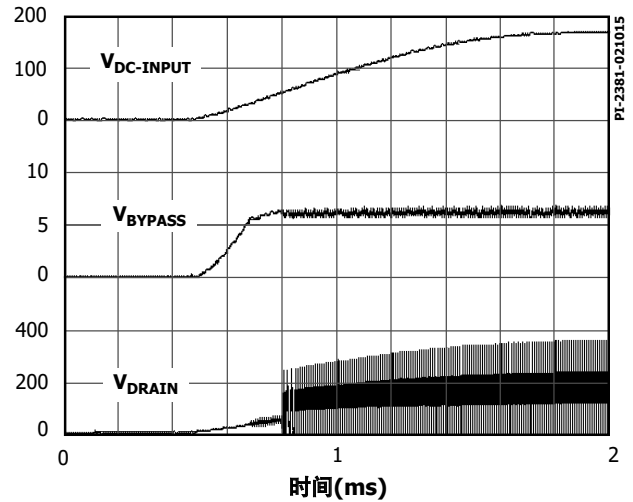


图12. 未使用连接到EN/UV引脚的可选外部UV电阻的通电时序

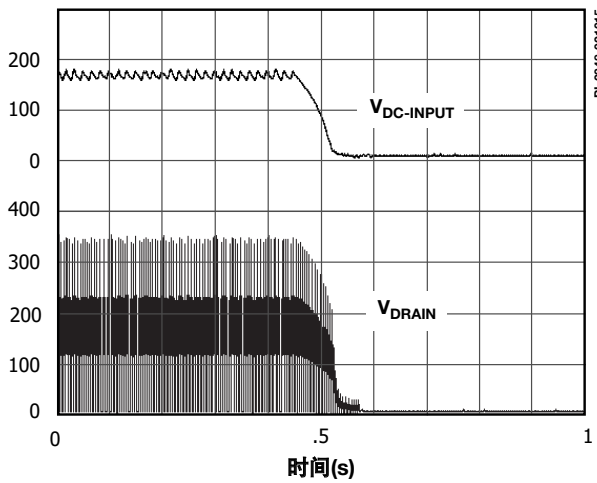


图13. 正常断电时序波形(无UV)

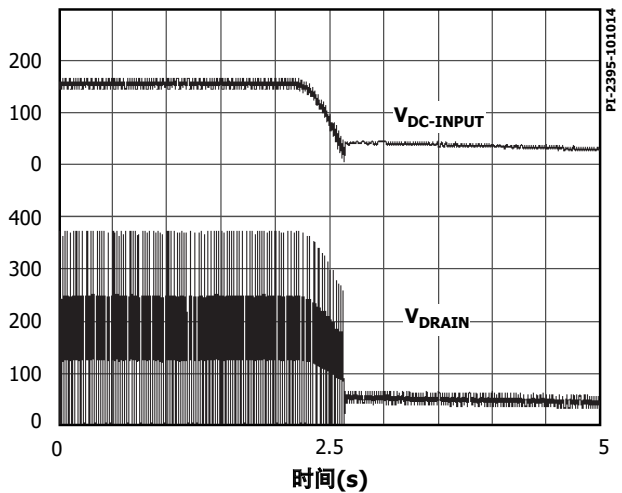


图14. 使用连接到EN/UV引脚的可选外部UV电阻(4 MΩ)的缓慢断电时序

旁路/多功能引脚电容

旁路/多功能引脚可使用一个数值为0.1 μF 的小陶瓷电容来实现内部电源的去耦。另外也可使用更大的电容来调节流限。对于TNY285-290而言，一个1 μF 的旁路/多功能引脚电容将选择一个与相邻更小型号相同的流限值，一个10 μF 的旁路/多功能引脚电容将选择一个与相邻更大型号相同的流限值。较高限流点的TNY290通常设定在850 mA。TNY284的MOSFET没有提高流限的能力，因此不具备此项特性。

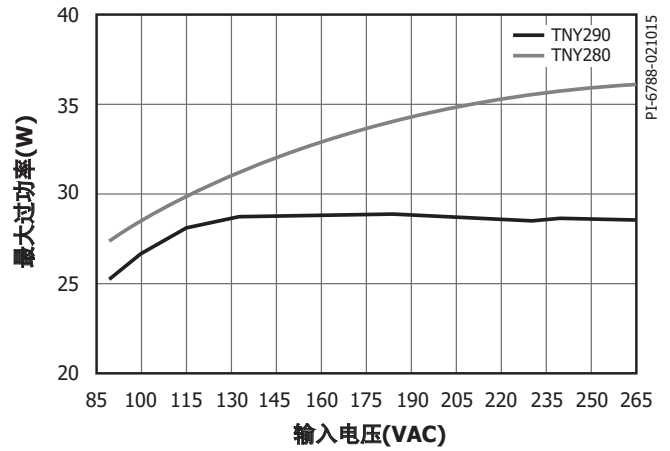


图15. TinySwitch-4和TinySwitch-III作为输入电压的函数时的最大过载比较
(数据收集自RDK-295 20W参考设计)

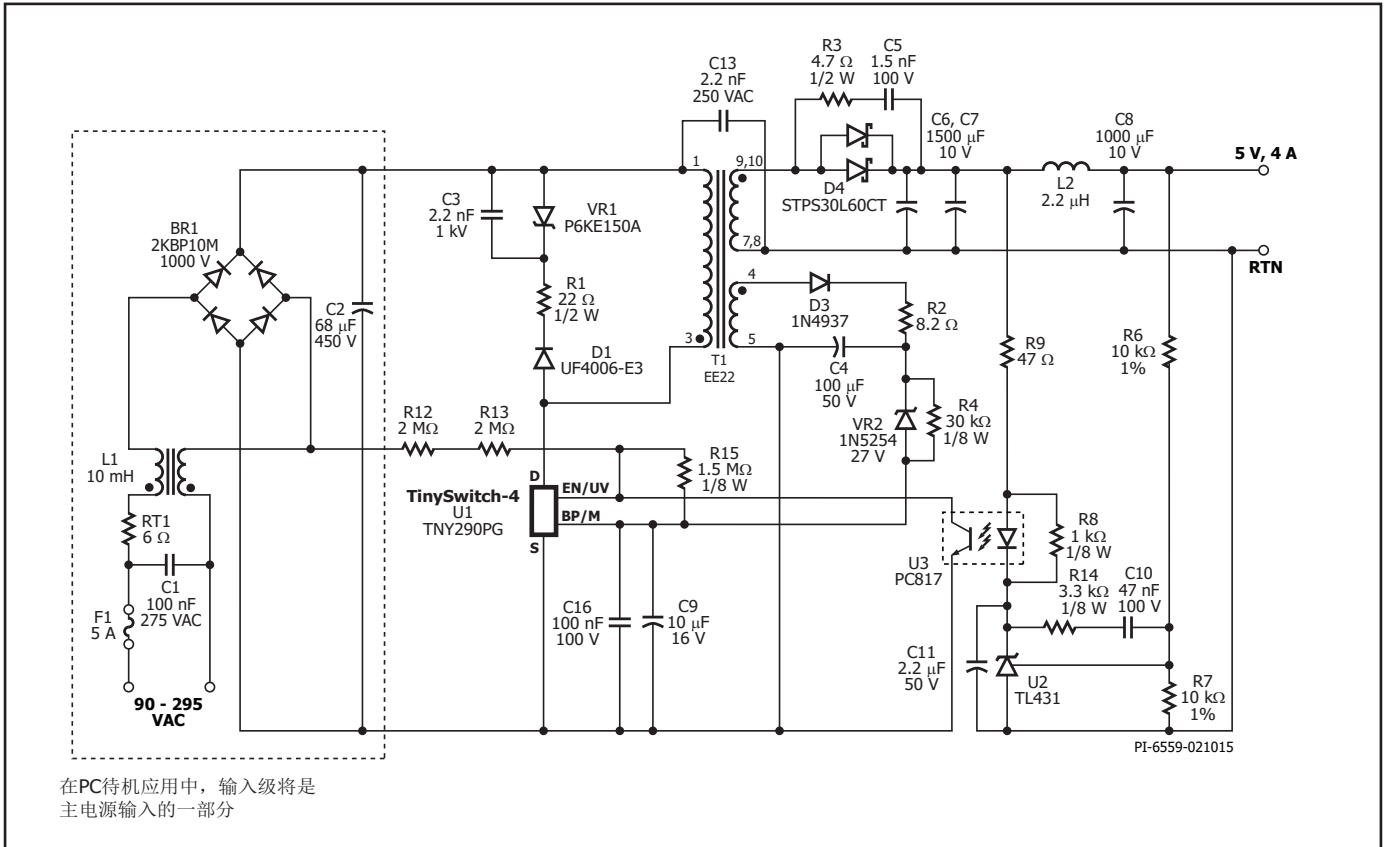


图16. 采用TNY290PG的5 V/4 A通用输入电源

应用范例

图16所示为采用TNY290PG的通用输入、5 V/4 A输出反激式低成本高效率电源电路。

此电源具有的特性包括欠压锁定、初级检测的输出过压锁定关断保护、高效率(>80%)以及极低的空载功耗(265 VAC输入时<50 mW)。使用一个简单的齐纳稳压管参考及光耦反馈可对输出电压进行稳压。

经整流及滤波的输入电压加在T1的初级绕组上。U1中集成的MOSFET驱动变压器初级的另一侧。二极管D1、C3、R1及VR1组成箝位电路，将漏极的漏感关断电压尖峰控制在安全值范围以内。

输出电压由TL431 U2进行调整。当输出电压纹波超过U2 (CATHODE D6)与光耦LED正向电压降之和时，电流将流向光耦LED。从而下拉光耦中晶体管的电流。当此电流超出使能引脚阈值电流时，将抑制下一个开关周期。当下降的输出电压低于反馈阈值时，会使能一个开关周期。通过调节使能周期的数量，可对输出电压进行调节。随负载的减轻，使能周期也随之减少，从而降低有效的开关频率，根据负载情况减低开关损耗。因此能够在负载极轻时提供恒定的效率，易于满足能效标准的要求。

由于TinySwitch-4完全是自供电的，因此在变压器上无需辅助或偏置绕组。如果使用偏置绕组，可实现输出过压保护功能，在反馈出现开环故障时保护负载。

当发生过压情况时，如偏置电压超过VR2与旁路/多功能引脚电压之和时，电流开始流向旁路/多功能引脚。当此电流超过 I_{SD} 时，TinySwitch-4的内部锁定关断电路将被激活。在每个AC输入半周期中，当流经R12和R13的使能/欠压引脚电流下降到低于 $18.75 \mu A$ 时，TinySwitch-4的内部锁定关断电路将被复位。因此，图16中的配置为针对过压故障的非锁存方式。通过将R12和R13连接到C2的正极端子，可以较高的待机功耗为代价来实现过压锁定保护。如范例所示，在环路开环时，OVP的输出电压为17 V。

对于有更低输入空载功耗的应用，可使用偏置绕组向TinySwitch-4器件供电。电阻R4将电流送入旁路/多功能引脚，抑制了内部高电压电流源，通常此高压恒流源在内部MOSFET关断期间维持旁路/多功能引脚的电容电压(C7)。此连接方式将265 VAC输入时的空载功耗从140 mW降低到40 mW。

欠压锁定是通过将R5连接在DC总线和U1的使能/欠压引脚之间来实现的。当发生欠压锁定时，开关周期被抑制，直到使能/欠压引脚电流超过25 μA为止。这样可以对电源的启动电压进行设定，使其在正常的输入电压范围内工作。在非正常的输入电压过低及AC断电时防止在输出端出现不良的电压波动。

除了用于差模EMI衰减的简单的pi型输入滤波器（C1、L1、C2）之外，此设计还在变压器上采用了E-Shield™屏蔽技术来降低共模EMI位移电流，R2及C4作为衰减网络来降低高频变压器振荡。这些技术与TNY288的频率抖动相结合，令此设计具有出色的传导及辐射EMI性能，比EN55022 B级对传导EMI所规定的要求还多出12 dBμV的裕量。

设计灵活性方面，可选用C7的数值在U1的三个电流限流点之间选择。设计师可根据应用选用相应的电流限流点。

- 当使用0.1 μF的旁路/多功能引脚电容，器件会工作在标准的电流限流点（ I_{LIMIT} ）点上，通常适合封闭式适配器应用。
- 当使用1 μF的旁路/多功能引脚电容，器件工作的限流点会降低（ $I_{LIMITred}$ 或 $I_{LIMIT}-1$ ），从而降低流经器件的RMS电流值并因此提高效率，但会影响最大输出功率的能力。非常适用于对温度要求高、要考虑更好散热的设计。
- 当使用10 μF的旁路/多功能引脚电容，器件工作的电流限流点会升高（ $I_{LIMITinc}$ 或 $I_{LIMIT}+1$ ），在温度允许的情况下，使器件的峰值输出功率或连续输出功率有所增加。

此外，设计灵活性还表现在TinySwitch-4产品系列相邻型号之间的电流限流值的相互兼容。某一器件降低的电流限流点与相邻更小型号的标准电流限流点相同，而提高的电流限流点与相邻更大型号的标准电流限流点相同。

主要应用指南

TinySwitch-4与TinySwitch-III比较

表2比较了TinySwitch-4与TinySwitch-III的特性及性能差异。TinySwitch-4具备许多改进的特性，其引脚与TinySwitch-III兼容。它不需要过多的修改即可调整到新设计。除特性增强之外，TinySwitch-4还提供两个新封装 - eSOP-12B (K)和SO-8C (D)，可满足不同的应用要求。

功能	TinySwitch-III	TinySwitch-4
BV _{DSS}	700 V	725 V
输入电压补偿OCP	不适用	是
典型OCP从85 VAC更改为265 VAC	>40%	<15%
UV阈值	25 μA ±10%	25 μA ±5%
V _{BP} 复位电压	典型值2.6 V	典型值3.0 V
封装	DIP-8C (P), SMD-8C (G)	DIP-8C (P), eSOP-12B (K), SO-8C (D)

表2. TinySwitch-III与TinySwitch-4比较

TinySwitch-4设计要点

输出功率表

输出功率表（表1）列出了在以下条件下能获得的最小实际持续输出功率：

1. 85 VAC输入时，100 V以上的最小DC输入电压，亦或当230 VAC输入或115 VAC输入并使用倍压整流时，220 V或以上的最小DC电压。输入电容值的大小应足够适用交流输入电压的要求。
2. 效率为75%。
3. 数据手册中最小的I_f值。
4. 变压器初级电感公差为±10%。
5. 反射输出电压(V_{OR})为135 V。
6. 输出电压为12 V且输出采用快速PN整流二极管来整流。
7. 瞬态K_p*值为0.25的连续导通模式工作。
8. 峰值及开放式应用的输出功率是通过选择增加的电流限流点实现的，对于适配器应用中所列出的输出功率是采用标准的电流限流点得到的。
9. 将器件贴装在电路板上，源极焊接在足够的铺铜区域上，并且/或者使用一个散热片将源极引脚温度控制在110 °C或之下。
10. 敞开式设计的环境温度为50 °C，密闭式适配器应用的环境温度为40 °C。

*当K_p值小于1时，K_p是初级电流脉动部分与峰值部分的比率。为防止开关周期的提前误关断所导致的输出功率能力的降低，建议动态K_p值要满足≥0.25。这将避免在MOSFET开启时初始电流尖峰(I_{INIT})触发到器件限流点。

表3列出了每个产品型号在选择了三个不同电流限流值时的最小实际输出功率，以供参考。假定前提为敞开式工作环境（不受温度影响），否则需要上述前提条件的支持。这些数据有助于根据所用的器件及输出功率选择正确的电流限流点。

过压保护

TinySwitch-4内部的锁存电路可以实现对输出电压的过压保护，该电路由流入旁路/多功能引脚的约为5.5 mA的阈值电流触发。旁路/多功能引脚电容除起到内部滤波的作用，还作为外部滤波器，避免噪音信号引起保护电路的误触发。为使旁路电容达到有效的高频滤波，应将电容尽量放置在距器件源极和旁路/多功能引脚最近的地方。

值输出功率表

产品	230 VAC ± 15%			85-265 VAC		
	I _{LIMIT-1}	I _{LIMIT}	I _{LIMIT+1}	I _{LIMIT-1}	I _{LIMIT}	I _{LIMIT+1}
TNY284P	9.1 W	10.9 W	9.1 W	7.1 W	8.5 W	7.1 W
TNY285P	10.8 W	12 W	15.1 W	8.4 W	9.3 W	11.8 W
TNY286P	11.8 W	15.3 W	19.4 W	9.2 W	11.9 W	15.1 W
TNY287P	15.1 W	19.6 W	23.7 W	11.8 W	15.3 W	18.5 W
TNY288P	19.4 W	24 W	28 W	15.1 W	18.6 W	21.8 W
TNY289P	23.7 W	28.4 W	32.2 W	18.5 W	22 W	25.2 W
TNY290P	28 W	32.7 W	36.6 W	21.8 W	25.4 W	28.5 W

表3. 三种可选电流限流值下的最小实际输出功率。

为最好发挥OVP功能，建议使用一个相对高的、范围在15 V-30 V的偏置绕组电压。这可以降低偏置绕组上由漏感引起的误差电压影响，并保证空载时有足够电压供应给旁路/多功能引脚，以降低空载功耗。

在大多数设计中实现OVP的功能，齐纳稳压管的电压应比偏置绕组电压高出6 V左右（偏置绕组电压为22 V时齐纳稳压管的电压为28 V），但也可因漏感值的变化进行调整。此外，也可将一个小电阻（10 Ω到47 Ω）与偏置绕组二极管及/或OVP齐纳稳压管串联接入，作为额外的滤波，如图16中R7及R3所示。同OVP齐纳稳压管串联在一起的电阻同样可以控制流入旁路/多功能引脚的最大电流。

降低空载功耗

TinySwitch-4可通过旁路/多功能引脚电容进行自供电，因此无需在变压器上使用辅助或偏置绕组。265 VAC输入、自供电下的典型空载功耗<150 MW。增加偏置绕组后，可由更低的偏置电压向TinySwitch-4供电，并抑制了内部高压电流源供电，从而将空载功耗降低到<50 MW。应选择合适的电阻值（图16所示R8）来实现数据手册内所注明的漏极供电电流。在实际设计时，由于低负载时偏置电压随之降低，最初选定一个电阻值使得供电电流为数据手册中规定的最大电流的40%，然后再增大电阻的数值以满足最低空载功耗的要求。

音频噪声

TinySwitch-4的跳周期工作方式会使变压器产生音频分量的噪音。为抑制噪声，应将变压器的峰值磁芯磁通密度设计在低于3000高斯(300 mT)之下。采用此方法并使用标准的变压器生产浸漆工艺就可以基本上消除音频噪声。不要对变压器采用真空浸渍方式，这会造成较高的初级分布电容，因而导致更大损耗。也可采用更高的磁通密度，但在定型设计前，必须使用变压器生产样品来进行细致的噪音评估。

在箝位电路中使用类似Z5U介质的陶瓷电容也可能产生音频噪声。在这种情况下，尝试使用其他不同介质材料或结构的电容，例如薄膜型电容。

TinySwitch-4布板注意事项

布局

参见图17了解TinySwitch-4的推荐电路板布局。

单点接地

在输入滤波电容与连接源极引脚的铜铂区域使用单点接地方式。

旁路电容(C_{BP})

旁路/多功能引脚电容必须放置在距离旁路/多功能引脚和源极引脚最近的地方。

如果已选用0.1 μF旁路电容，则该电容应为高频陶瓷电容（如，含X7R电介质）。它必须直接放置在使能和源极引脚之间，以对进入旁路引脚的外部噪音进行滤波。如果选用了1 μF或10 μF旁路电容，那么应在旁路和源极引脚之间添加一个额外的0.1 μF电容，以提供噪音滤波（见图17）。

使能/欠压引脚

使能/欠压引脚的走线尽可能短，且尽可能远离所有其他走线和器件源极上的节点，包括但不限于旁路、漏极和偏置供电二极管阳极节点。

初级环路面积

由输入滤波电容、变压器初级及TinySwitch-4组成的初级环路面积应尽可能小。

初级箝位电路

箝位电路用于限制MOSFET在关断时漏极引脚的峰值电压。在初级绕组上使用RCD箝位或一个齐纳稳压管(~200 V)外加一个二极管箝位均可实现。为改善EMI性能，从箝位元件到变压器再到TinySwitch-4的连接走线应保证最短。

散热考虑

源极引脚都从内部连接到IC的引线部位，是器件散热的主要路径。因此，所有的源极引脚都应连接到TinySwitch-4下的铺铜区域，不但作为单点接地，还可作为散热片使用。因它连接到安静的源极节点，可以将这部分铺铜的面积扩大以实现良好的散热。对于轴向输出二极管亦如此，应将连接到阴极的PCB区域最大化。

Y电容

应将Y电容直接放置在初级输入滤波电容正极和变压器次级的共地/返回极接脚之间。这样放置会使高幅值的共模浪涌电流远离TinySwitch-4器件。注意：如果在输入端使用了π(C、L、C)型EMI滤波器，那么滤波器内的电感应放置在输入滤波电容的负极之间。

光耦器

将光耦器置于靠近TinySwitch-4的地方来缩短初级侧铺铜走线的长度。使大电流、高电压的漏极及箝位电路的铺铜走线远离光耦器，以避免噪声信号的干扰。

输出二极管

要达到最佳的性能，连接次级绕组、输出二极管及输出滤波电容的环路区域面积应最小。此外，与二极管的阴极和阳极连接的铜铂区域应足够大，以便于散热。最好在电位稳定的阴极留有更大的铜铂区域。阳极铺铜区域过大会增加高频辐射EMI。

PCB板漏电流

TinySwitch-4的设计理念是在整个功率范围内，尤其是在待机及空载情况下实现效率的最优化。为实现这一性能，TinySwitch-4的电流损耗已经降至最低。例如，使能/欠压引脚欠压检测电路具有一个低阈值(~1 μA)，可检测是否存在欠压电阻。

当PCB板的装配环境控制良好时，流入使能/欠压引脚的寄生漏电流通常都低于1 μA的阈值。然而，在空气潮湿并伴有PCB板及/或封装的污染，如使用低成本的“免洗助焊剂”进行焊接或存在其他污染时，将会降低PCB板表面的电阻率，令大于1 μA的寄生漏电流流入使能/欠压引脚。这些电流可从附近电压较高的焊盘流入使能/欠压引脚，如旁路/多功能引脚焊盘，从而阻止器件启动。如果设计中在高压母线及使能/欠压引脚间放置了一个连接电阻以实现欠压锁定功能，则不受任何影响。

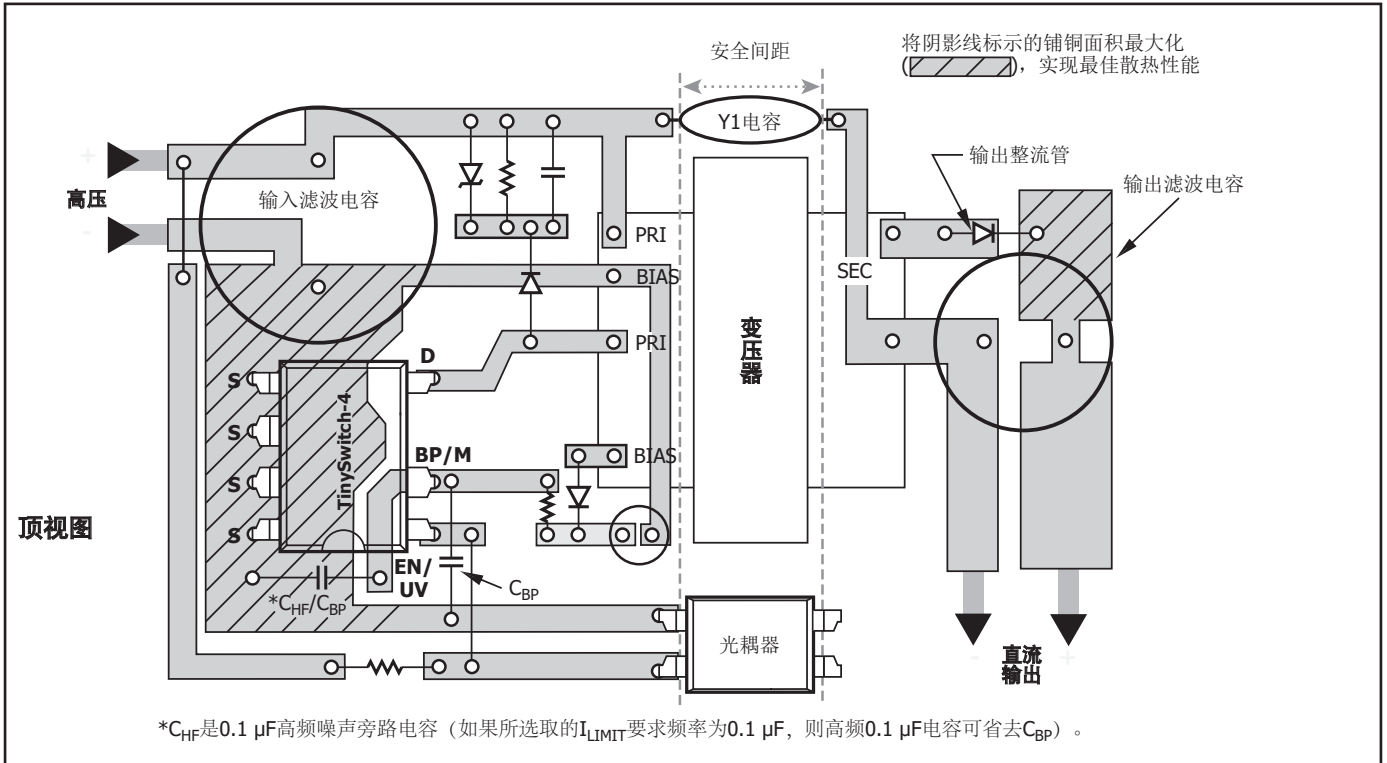


图17. 带欠压锁定电阻的TinySwitch-4推荐电路板布局

在某些生产环境中，如果无法控制在完成焊接后PCB板的污染程度，如敞开式应用或生产环境的污染程度较高，并且设计未使用欠压锁定的功能，可以在使能/欠压引脚和源极引脚间放置一个备选的390 kΩ电阻，以确保流入使能/欠压引脚的寄生漏电流低于1 μA。

请注意，如果根据供应商的指导使用免洗助焊剂，PCB板表面绝缘电阻(SIR)通常大于10 MΩ，因此将不会出现此类问题。

快速设计校验

对于任何使用TinySwitch-4的电源设计，都应经过全面测试以确保在最差条件下元件的规格没有超过规定范围。建议至少进行如下测试：

1. 最大化漏极电压 — 校验在最高输入电压和峰值（过载）输出功率时 V_{DS} 没有超过675 V。对于725 V的 BV_{DSS} 规格留有50 V的裕量，使得在设计变更时留有一定的设计裕量。
2. 最大漏极电流 — 在最高环境温度、最大输入电压及峰值输出（过载）功率情况下，检查漏极电流波形以确定变压器是否出现饱

和，另外也要检测电源开启时是否出现过高的前沿导通电流尖峰。在稳态工作下重复以上操作，校验前沿电流尖峰在 $t_{LEB(MIN)}$ 结束时低于 $I_{LIMIT(MIN)}$ 。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. 温升检查 — 在规定的最大输出功率、最小输入电压及最高环境温度情况下，检查TinySwitch-4、变压器、输出二极管及输出电容的温度没有超标。应有足够的温度裕量以保证LinkSwitch-4不会因为零件与零件间 $R_{DS(ON)}$ 的差异而引起过热问题出现，参见数据手册中关于 $R_{DS(ON)}$ 的说明。建议在低压输入及最大输出功率的情况下，TinySwitch-4源极引脚的最高温度不高于110 °C，这样就可以适应上述参数的变化。

绝对最大额定值^{1,4}

漏极电压	-0.3 V到725 V
漏极峰值电流:	
TNY284	400 (750) mA ²
TNY285	560 (1050) mA ²
TNY286	720 (1350) mA ²
TNY287	880 (1650) mA ²
TNY288	1040 (1950) mA ²
TNY289	1200 (2250) mA ²
TNY290	1360 (2550) mA ²
EN/UV电压	-0.3 V到9 V
EN/UV电流	100 mA
BP/M电压	-0.3 V到9 V
存储温度	-65 °C到150 °C
最大结温度 ³	-40 °C到150 °C
引线温度 ⁴	260 °C

注释:

1. 所有电压都是以TA = 25 °C时的源极为参考点。
2. 当漏极电压同时低于400 V时, 可允许更高的峰值漏极电流。
3. 通常由内部电路控制。
4. 在距壳体1/16英寸处测量, 测量时间5秒。
5. 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绝对额定条件下时, 会对产品的可靠性造成影响。

热阻

热阻: P封装:

(θ_{JA})	70 °C/W ² ; 60 °C/W ³
(θ_{JC}) ¹	11 °C/W
D封装:	
(θ_{JA})	100 °C/W ² ; 80 °C/W ³
(θ_{JC}) ¹	30 °C/W
K封装:	
(θ_{JA})	45 °C/W ² ; 38 °C/W ³
(θ_{JC}) ⁴	2 °C/W

注释:

1. 在靠近塑料表面的源极引脚测得。
2. 焊在0.36平方英寸(232 mm²)、2盎司(610 g/m²)铜箔区域。
3. 焊在1平方英寸(645 mm²)、2盎司(610 g/m²)铜箔区域。
4. 外壳温度在底侧裸焊盘测得。

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 参见图18 (除非另有说明)					
控制功能							
待机模式下的 输出频率	f _{OSC}	T _J = 25 °C 见图5	平均	124	132	140	kHz
			调制的峰-峰值		8		
最大占空比	DC _{MAX}	S1开路		62	67		%
EN/UV引脚上关断阈值电流	I _{DIS}			-150	-122	-90	μA
EN/UV引脚电压	V _{EN}	I _{EN/UV} = 25 μA		1.8	2.2	2.6	V
		I _{EN/UV} = -25 μA		0.8	1.2	1.6	
漏极供电电流	I _{S1}	EN/UV电流 > I _{DIS} (MOSFET未开关), 见注释A			330		μA
		I _{S2}	EN/UV开路 (MOSFET 开关, 频率f _{OSC}) 见注释B	TNY284		360	
	TNY285				410	440	
	TNY286				430	470	
	TNY287				510	550	
	TNY288				615	650	
	TNY289				715	800	
	TNY290		875	930			

参数	符号	条件 源极 = 0 V; $T_j = -40$ 到 $125\text{ }^\circ\text{C}$ 参见图18 (除非另有说明)	最小值	典型值	最大值	单位	
控制功能 (续上)							
BP/M引脚充电电流	I_{CH1}	$V_{BP/M} = 0\text{ V}$; $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释C和D	-6.5	-4.5	-2.5	mA	
	I_{CH2}	$V_{BP/M} = 4\text{ V}$; $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释C和D	-4.7	-2.8	-1.4		
BP/M引脚电压	$V_{BP/M}$	见注释C	5.6	5.85	6.3	V	
BP/M引脚电压迟滞	$V_{BP/MH}$		0.80	0.95	1.20	V	
BP/M引脚分流电压	V_{SHUNT}	$I_{BP} = 2\text{ mA}$	6.0	6.4	6.85	V	
EN/UV引脚输入欠压阈值	I_{LUV}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	23.75	25	26.25	μA	
EN/UV引脚 – 复位迟滞 (跟随BP/M引脚电流 $>I_{SD}$ 的 锁存)		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释G	3	5	8	μA	
电路保护							
标准电流限流点 (BP/M电容 = $0.1\text{ }\mu\text{F}$), 见注释D	I_{LIMIT}	$di/dt = 50\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY284P/D/K	233	250	267	mA
		$di/dt = 55\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY285P/D/K	256	275	294	
		$di/dt = 70\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY286P/D/K	326	350	374	
		$di/dt = 90\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY287P/D/K	419	450	481	
		$di/dt = 110\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY288P/D/K	512	550	588	
		$di/dt = 130\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY289P/K	605	650	695	
		$di/dt = 150\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY290P/K	698	750	802	

参数	符号	条件 源极 = 0 V; $T_J = -40$ 到 $125\text{ }^\circ\text{C}$ 参见图18 (除非另有说明)			最小值	典型值	最大值	单位
电路保护 (续上)								
降低电流限流点 (BP/M电容 = $1\text{ }\mu\text{F}$), 见注释D	$I_{LIMITred}$	di/dt = $42\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY284P/D/K	196	210	233	mA	
		di/dt = $50\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY285P/D/K	233	250	277		
		di/dt = $55\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY286P/D/K	256	275	305		
		di/dt = $70\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY287P/D/K	326	350	388		
		di/dt = $90\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY288P/D/K	419	450	499		
		di/dt = $110\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY289P/K	512	550	610		
		di/dt = $130\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY290P/K	605	650	721		
升高电流限流点 (BP/M电容 = $10\text{ }\mu\text{F}$), 见注释D	$I_{LIMITinc}$	di/dt = $42\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E和F	TNY284P/D/K	196	210	233	mA	
		di/dt = $70\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY285P/D/K	326	350	388		
		di/dt = $90\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY286P/D/K	419	450	499		
		di/dt = $110\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY287P/D/K	512	550	610		
		di/dt = $130\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY288P/D/K	605	650	721		
		di/dt = $150\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY289P/K	698	750	833		
		di/dt = $170\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释E	TNY290P/K	791	850	943		

参数	符号	条件 源极 = 0 V; $T_J = -40$ 到 $125\text{ }^\circ\text{C}$ 参见图18 (除非另有说明)		最小值	典型值	最大值	单位
电路保护 (续上)							
功率系数	I^2f	标准电流限流点, $I^2f = I_{LIMIT(TYP)}^2$ $\times f_{OSC(TYP)}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$	TNY284-290	$0.9 \times I^2f$	I^2f	$1.12 \times I^2f$	A^2Hz
		降低电流限流点, $I^2f = I_{LIMITred(TYP)}^2$ $\times f_{OSC(TYP)}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$	TNY284-290	$0.9 \times I^2f$	I^2f	$1.16 \times I^2f$	
		升高电流限流点, $I^2f = I_{LIMITinc(TYP)}^2$ $\times f_{OSC(TYP)}$ $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$	TNY284-290	$0.9 \times I^2f$	I^2f	$1.16 \times I^2f$	
初始电流限流点	I_{INIT}	见图21 $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, 见注释G	TNY284-287	$0.77 \times I_{LIMIT(MIN)}$			mA
		见图22 $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$, 见注释G	TNY288-290	$0.725 \times I_{LIMIT(MIN)}$			
前沿消隐时间	t_{LEB}	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释G		170	215		ns
流限延迟	t_{ILD}	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释G和H			150		ns
热关断温度	T_{SD}			135	142	150	$^\circ\text{C}$
热关断迟滞	T_{SDH}				75		$^\circ\text{C}$
BP/M引脚关断阈值电流	I_{SD}			4	6.5	9	mA
BP/M引脚通电复位阈值电压	$V_{BP/M(RESET)}$			1.6	3.0	3.6	V
输出							
导通电阻	$R_{DS(ON)}$	TNY284 $I_D = 25\text{ mA}$	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$		28	32	Ω
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		42	48	
		TNY285 $I_D = 28\text{ mA}$	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$		19	22	
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		29	33	
		TNY286 $I_D = 35\text{ mA}$	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$		14	16	
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		21	24	

参数	符号	条件 源极 = 0 V; $T_J = -40$ 到 $125\text{ }^\circ\text{C}$ 参见图18 (除非另有说明)		最小值	典型值	最大值	单位
输出 (续上)							
导通电阻	$R_{DS(ON)}$	TNY287 $I_D = 45\text{ mA}$	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$		7.8	9.0	Ω
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		11.7	13.5	
		TNY288 $I_D = 55\text{ mA}$	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$		5.2	6.0	
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		7.8	9.0	
		TNY289 $I_D = 65\text{ mA}$	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$		3.9	4.5	
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		5.8	6.7	
TNY290 $I_D = 75\text{ mA}$	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$		2.6	3.0			
	$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		3.9	4.5			
关断状态漏极漏电流	I_{DSS1}	$V_{BP/M} = 6.2\text{ V}$ $V_{EN/UV} = 0\text{ V}$ $V_{DS} = 560\text{ V}$ $T_J = 125\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释I	TNY284-286			50	μA
			TNY287-288			100	
			TNY289-290			200	
	I_{DSS2}	$V_{BP/M} = 6.2\text{ V}$ $V_{EN/UV} = 0\text{ V}$	$V_{DS} = 375\text{ V}$, $T_J = 50\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释G和I		15		
击穿电压	BV_{DSS}	$V_{BP} = 6.2\text{ V}$, $V_{EN/UV} = 0\text{ V}$, 见注释J和 $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$		725			V
漏极供电电压				50			V
自动重启导通时间 (在 f_{OSC} 下)	t_{AR}	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释K			64		ms
自动重启占空比	DC_{AR}	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$			3		%

注释:

- A. I_{S1} 是空载时器件控制器所损耗电流的精确估算值, 因为在此种情况下工作频率非常低。空载时器件的总电流损耗为 I_{S1} 与 I_{DSS2} 之和。
- B. 由于输出 MOSFET 处在开关状态, 很难将开关电流和来自漏极的供电电流区分开。可以替代的测量方法是在旁路/多功能引脚电压为 6.1 V 时测量旁路/多功能引脚电流。
- C. 旁路/多功能引脚不可作为外部电路的供电电流源。
- D. 为确保获得正确的电流限流值, 建议使用 0.1 μ F/1 μ F/10 μ F 电容。此外, BP/M 电容值的容差应与实际应用环境温度范围内要求的容差相等或更高。电容值必须介于表征法中规定的最小及最大电容值之间。

额定 BP/M 引脚 电容值	与额定电容值 相关的公差	
	最小值	最大值
0.1 μ F	-60%	+100%
1 μ F	-50%	+100%
10 μ F	-50%	不适用

- E. 关于其它 di/dt 值时的电流限流点, 请参考图 25。
- F. TNY284 没有限流点增加功能, 当使用 10 μ F 的旁路/多功能引脚电容时, 电流限流值与使用 1 μ F 的旁路/多功能引脚电容相等 (降低的电流限流值)。
- G. 此参数依据实际特性得到。
- H. 此参数是通过限流点的改变得到的。在电流波形分别为限流点 I_{LIMIT} 规格中 di/dt 的一倍和四倍情况下测量的。
- I. I_{DSS1} 为 80% 的 BV_{DSS} 以及最大工作结温时最差的关断状态漏电流。 I_{DSS2} 是在最差应用条件下 (265VAC 整流后) 进行空载损耗计算时的典型漏电流。
- J. 可通过抬高漏极引脚电压, 但不超过最小 BV_{DSS} 的方式检查击穿电压。
- K. 自动重启动状态时的导通时间与振荡器拥有同样的温度特性 (与频率成反比)。

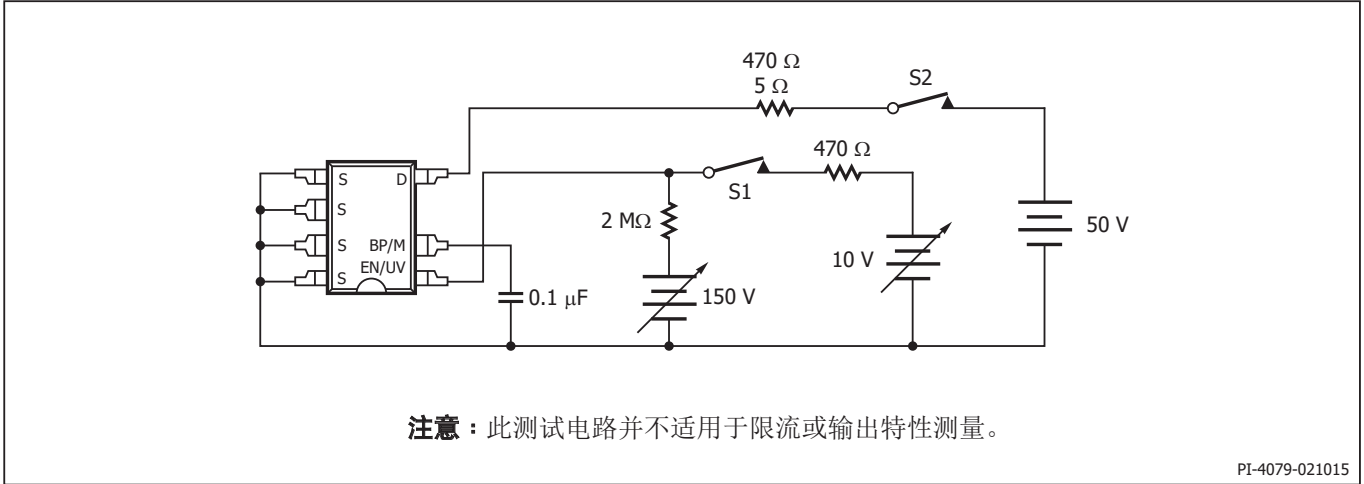


图18. 常规测试电路

PI-4079-021015

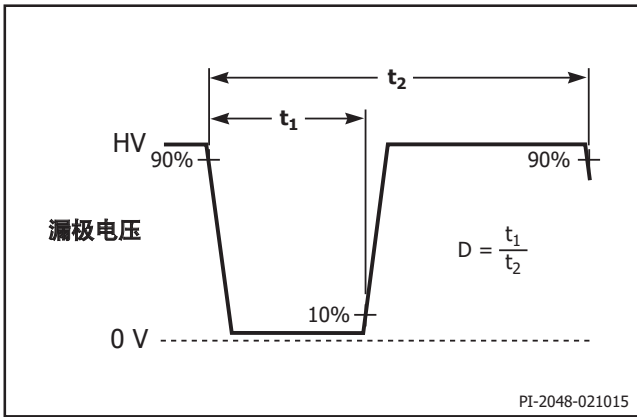


图19. 占空比测量

PI-2048-021015

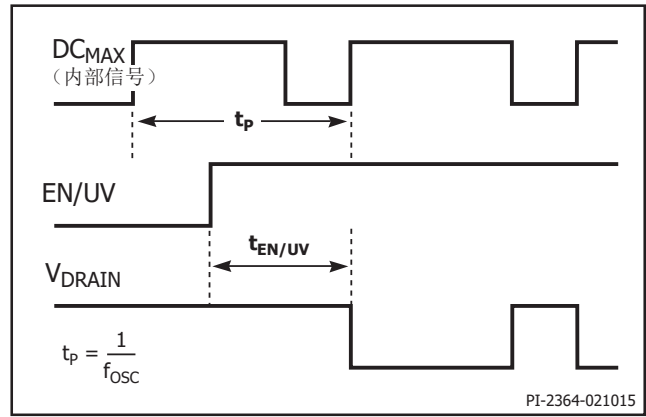


图20. 输出使能定时

PI-2364-021015

典型性能特性

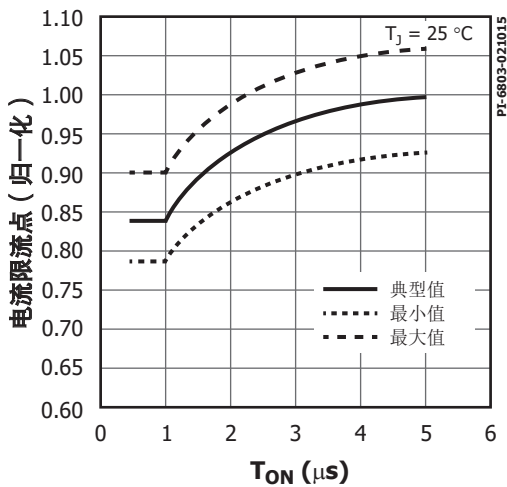


图21. TNY284~287的限流点相对于T_{ON}的变化

PI-6803-021015

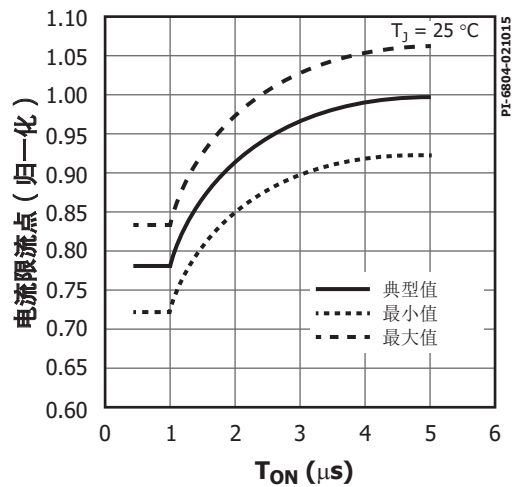


图22. TNY288~290的限流点相对于T_{ON}的变化

PI-6804-021015

典型性能特性 (续上)

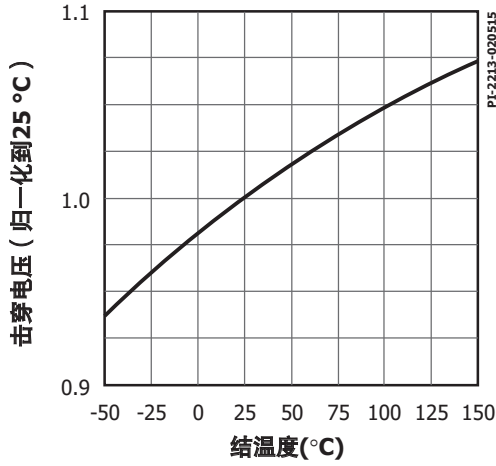


图23. 击穿电压相对于温度的变化

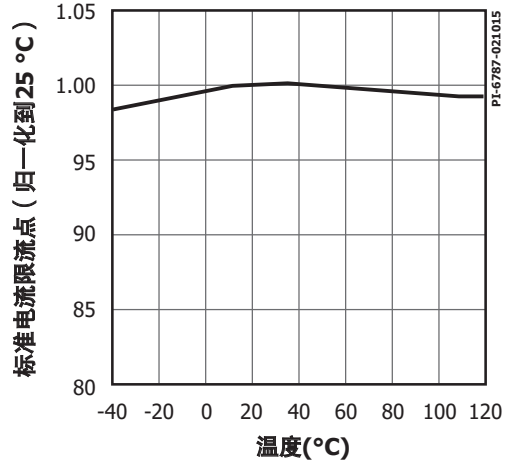


图24. 标准限流点相对于温度的变化

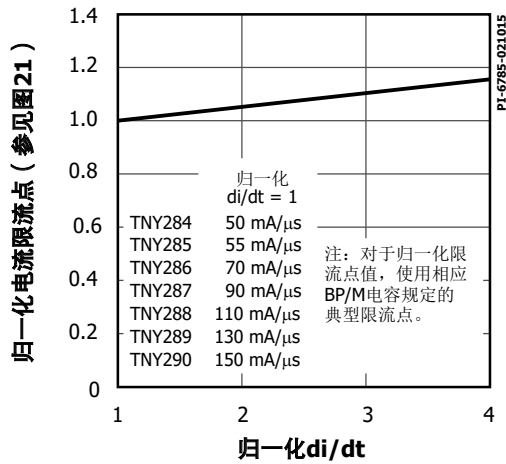


图25. 标准限流点相对于di/dt的变化

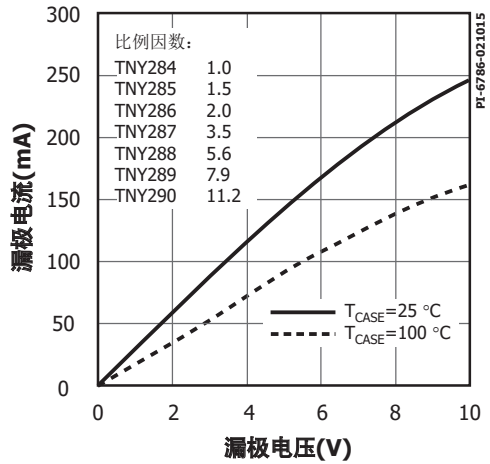


图26. 输出特性

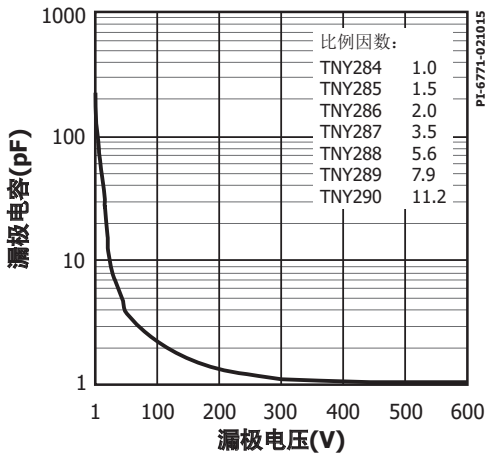


图27. C_{OSS} 相对于漏极电压的变化

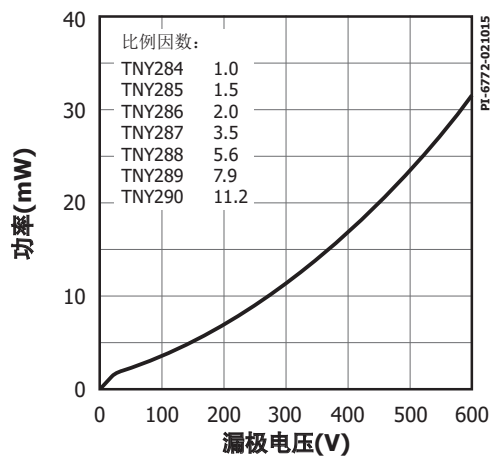


图28. 漏极电容功率

典型性能特性 (续上)

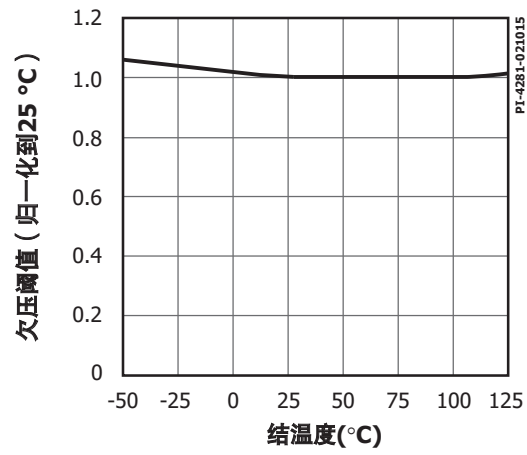
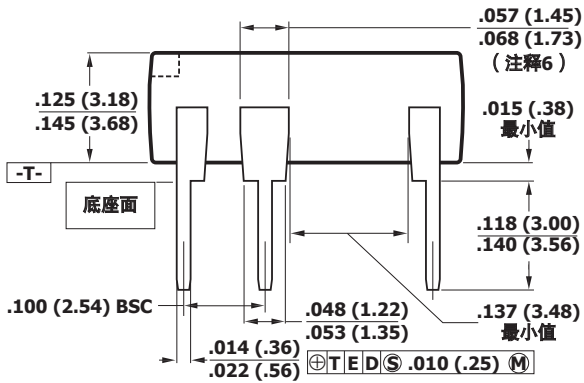
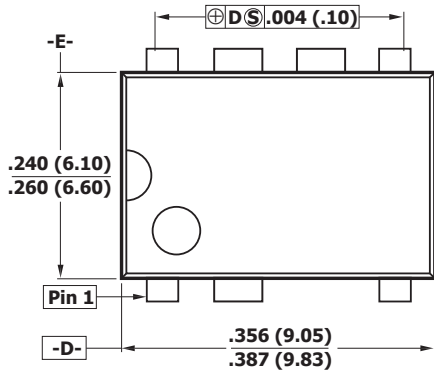


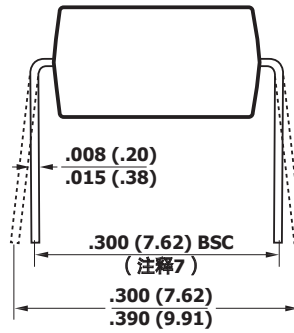
图29. 欠压阈值随温度的变化

PDIP-8C (P封装)



注释：

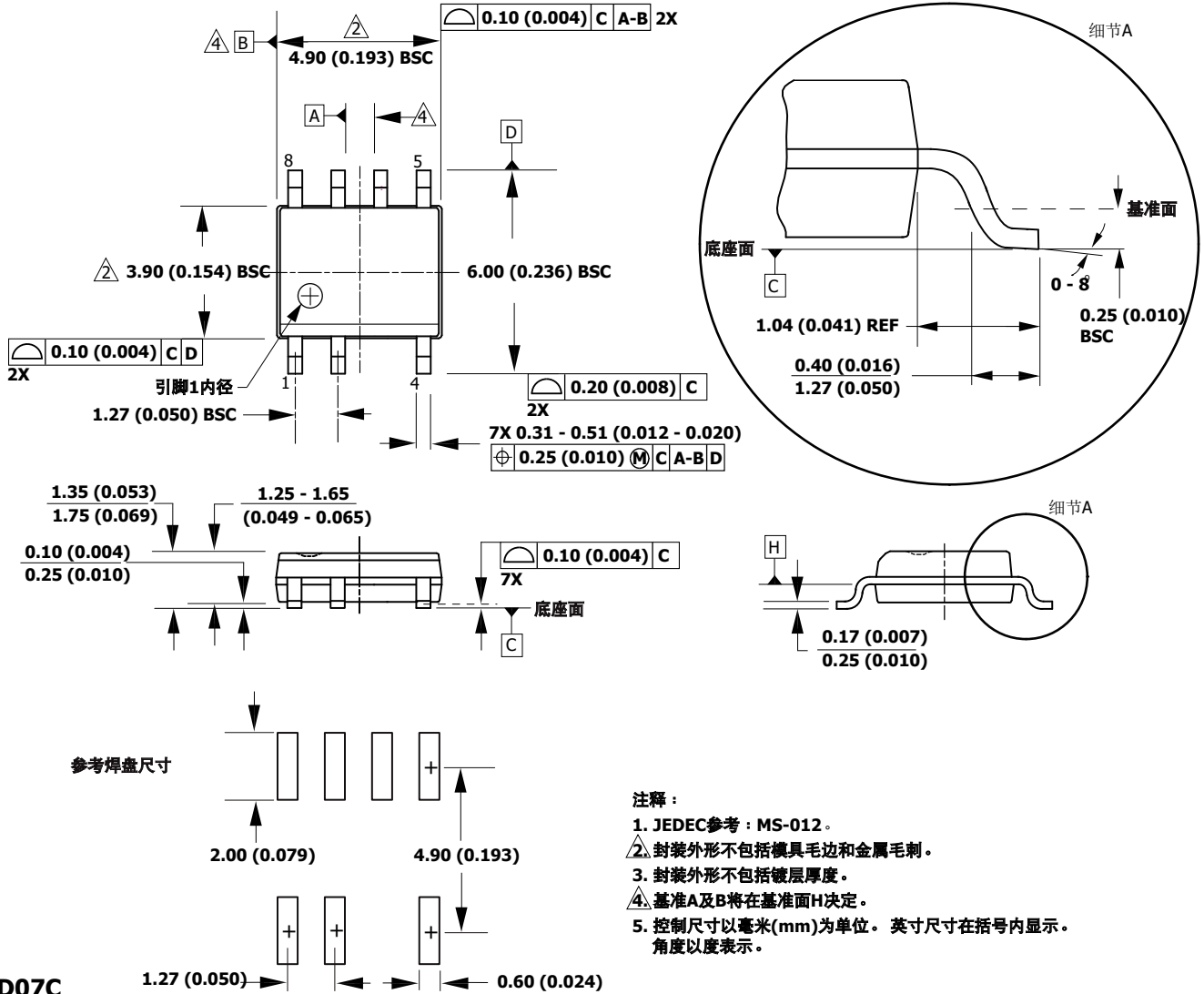
1. 封装尺寸符合JEDEC MS-001-AB (Issue B 7/85)规格的双列直插式封装标准，具有0.3英寸行距。
2. 尺寸是以英寸显示。括号内显示的是毫米尺寸。
3. 所列出的尺寸不包括注塑时溢出的或其它的突出部位。任何一侧注塑时溢出的或其它的突出部位不应超出0.006 (0.15)。
4. 从顶部看引脚是从引脚1按逆时针方向逐一排列至引脚8。凹槽标记用于识别引脚1。省略了引脚3。
5. 封装上省去的引脚处金属至金属的最小间距是0.137英寸(3.48 mm)。
6. 引线宽度是在封装上测得的。
7. 引线间宽引线需要与T平面垂直。



P08C

PI-3933-081716

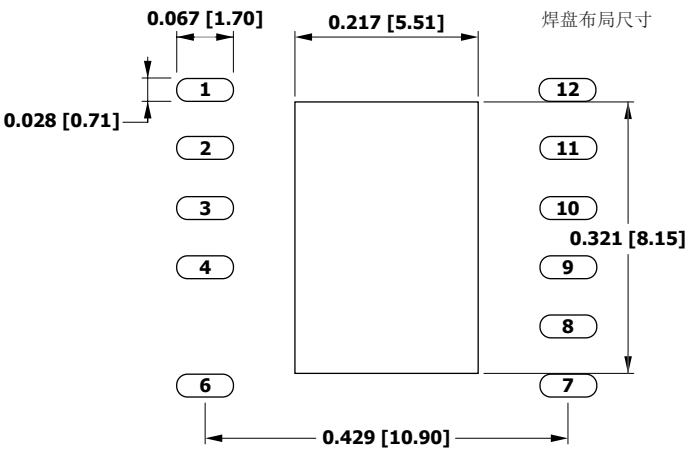
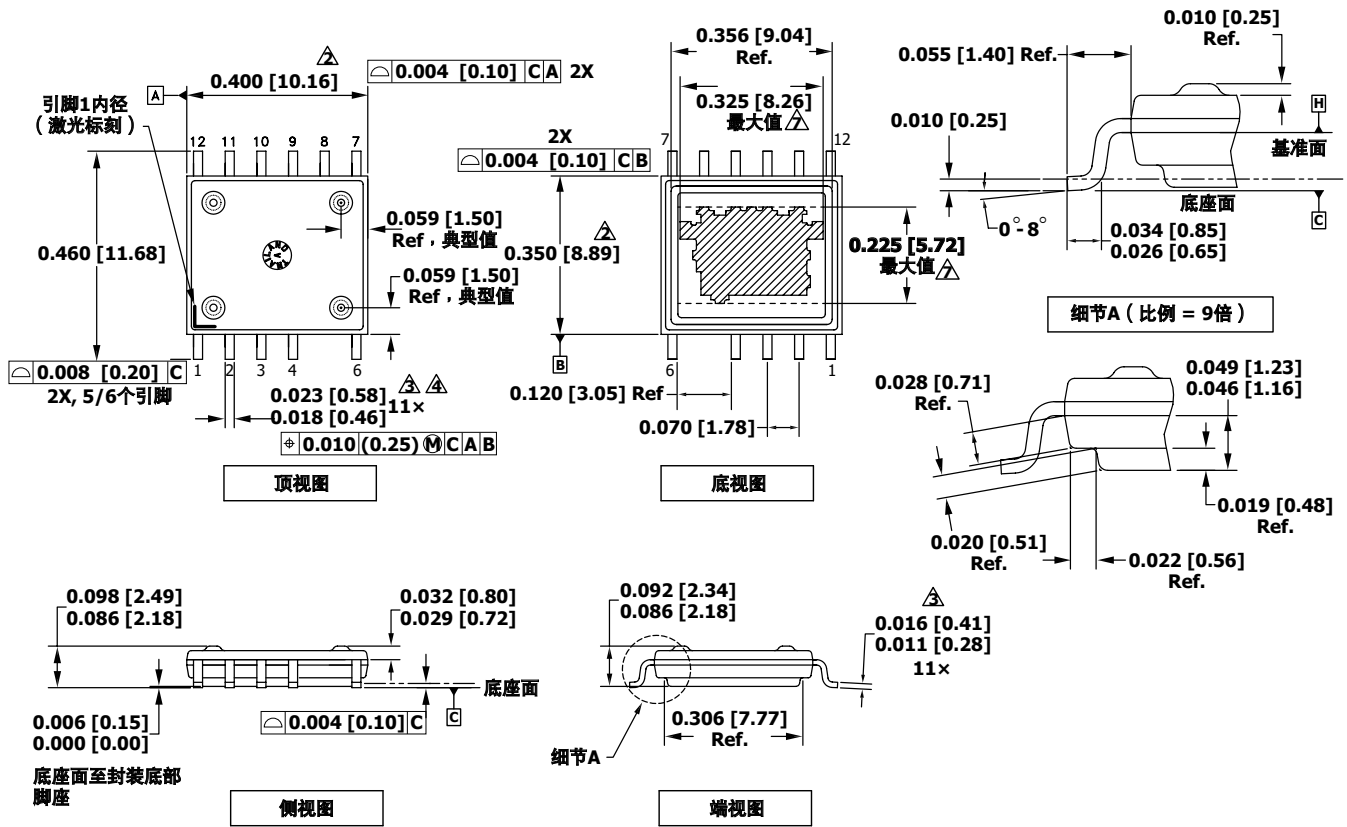
SO-8C (D封装)



D07C

PI-4526-012315

eSOP-12B (K封装)

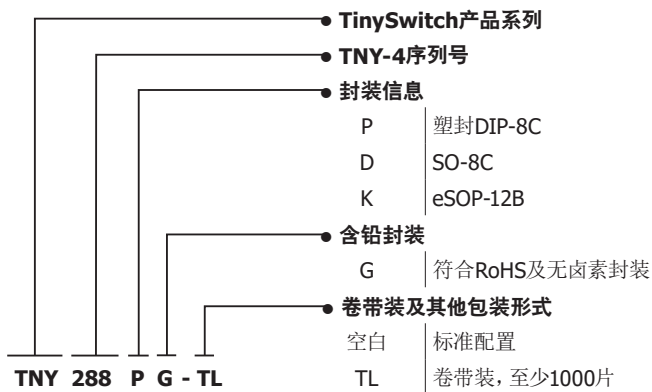


注释:

1. 尺寸及公差标注依据ASME Y14.5M-1994标准。
2. 标注的尺寸根据塑料体的最外端确定, 不包括模具毛边、连接杆毛刺、料口毛刺和引脚间毛边, 但包括塑料体顶部与底部之间的任何不匹配部位。每侧的塑模突起不超过0.007 [0.18]。
3. 标注的尺寸包括镀层厚度。
4. 不包括引脚间毛边或突起。
5. 控制尺寸以英寸[mm]为单位。
6. 基准A及B由基准H决定。
7. 裸焊盘名义上位于基准A和B的中心线。标注的“最大”尺寸同时包括大小和位置公差。

PI-5748a-020515

元件订购信息



注释

版本	注释	日期
A	初始版本。	09/12
B	增加了TNY288DG封装。更新了表1中的TNY287K和TNY288D峰值或敞开式设计值。	08/13
C	修正了第15页的I _{INIT} 参数。更新版本换用了新的品牌风格。	02/15
C	对功能结构图进行小幅修正。	07/15
D	根据PCN-16232更新了PDIP-8C（P封装）。	08/16

有关最新产品信息, 请访问: www.power.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.power.com. Power Integrations grants its customers a license under certain patent rights as set forth at <http://www.power.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, SENZero, SCALE-iDriver, Qspeed, PeakSwitch, LYTSwitch, LinkZero, LinkSwitch, InnoSwitch, HiperTFS, HiperPFS, HiperLCS, DPA-Switch, CAPZero, Clamless, EcoSmart, E-Shield, Filterfuse, FluxLink, StakFET, PI Expert and PI FACTS are trademarks of Power Integrations, Inc. Other trademarks are property of their respective companies. ©2016, 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@power.com

中国 (上海)

徐汇区漕溪北路88号圣爱广场
1601-1603室
上海|中国, 200030
电话: +86-21-6354-6323
传真: +86-21-6354-6325
电子邮箱: chinasales@power.com

中国 (深圳)

南山区科技南八路二号豪威科技大厦
17层
深圳|中国, 518057
电话: +86-755-8672-8689
传真: +86-755-8672-8690
电子邮箱: chinasales@power.com

德国

Lindwurmstrasse 114
80337 Munich
Germany
Phone: +49-895-527-39110
Fax: +49-895-527-39200
e-mail: eurosales@power.com

德国

HellwegForum 1
59469 Ense
Germany
Tel: +49-2938-64-39990
e-mail: igbt-driver.sales@power.com

印度

#1, 14th Main Road
Vasanthanagar
Bangalore-560052 India
Phone: +91-80-4113-8020
Fax: +91-80-4113-8023
e-mail: indiasales@power.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@power.com

日本

Kosei Dai-3 Bldg.
2-12-11, Shin-Yokohama,
Kohoku-ku
Yokohama-shi, Kanagawa
222-0033 Japan
Phone: +81-45-471-1021
Fax: +81-45-471-3717
e-mail: japansales@power.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@power.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@power.com

中国台湾

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@power.com

英国

Cambridge Semiconductor,
a Power Integrations company
Westbrook Centre, Block 5, 2nd Floor
Milton Road
Cambridge CB4 1YG
Phone: +44 (0) 1223-446483
e-mail: eurosales@power.com