

LYT4211-4218/4311-4318 LYTSwitch™-4 高功率LED驱动器IC产品系列



单级PFC初级恒流控制器，适用于低线电压输入，可控硅调光和非调光应用

产品特点

- 优于±5%的恒流(CO)调整精度
- 可控硅调光至低于5%的光输出量
- 快速启动
 - 最大亮度时启动时间<250毫秒
 - 10%亮度时启动时间<1秒
- 高功率因数(>0.9)
- 轻松满足EN61000-3-2要求
 - 设计经优化后THD可低于10%
- 效率最高可达92%
- 采用132 kHz开关频率设计可使用较小的磁芯

高性能，内部集成了驱动电路、控制电路及开关管

LYTSwitch-4产品系列可设计具备高功率因数的离线式LED驱动器，使其轻松满足国际标准规定的THD及谐波要求。输出电流精度高，可达到优于±5%的恒流精度¹。在典型应用中，效率可轻松达到92%以上。

支持各种类型的可控硅调光器

LYTSwitch-4产品系列可以为前沿及后沿可控硅调光应用提供出色的导通（上电）性能。这会使驱动器具有更宽的调光范围以及更快的启动速度，即使在低导通角上上电时也一样出色 – 具有大调光比与低“点亮”启动电流。

低方案成本与长使用寿命

LYTSwitch-4 IC具有高集成度，采用初级侧控制技术，可省去光隔离器和减少元件数。这样就可以使用低成本的单面印刷电路板。将PFC和CC功能同时集成到单级中还有助于降低成本和提高效率。132 kHz 的开关频率允许使用较小的低成本磁芯。

采用LYTSwitch-4系列器件的LED驱动器无需使用初级侧大容量铝电解电容。这意味着驱动器的使用寿命可以得到大幅延长，对于灯泡和其他高温应用尤为显著。

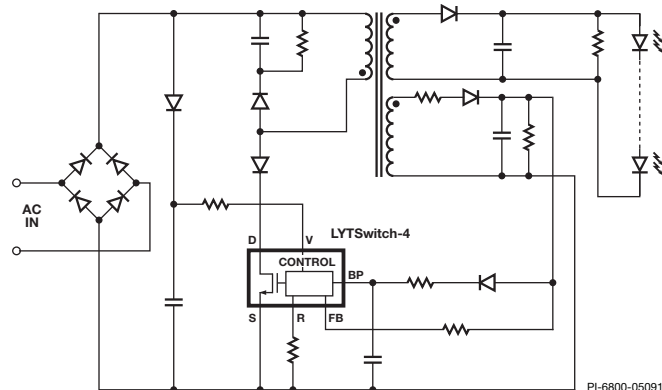


图 1. 典型电路原理图

适用于不同的应用和功率水平

元件编号	输入电压范围	可控硅调光
LYT4211-LYT4218	85-132 VAC	否
LYT4311-LYT4318	85-132 VAC	是

输出功率表^{1,2}

产品 ⁶	最小输出功率 ³	最大输出功率 ⁴
LYT4x11E/L ⁵	2.5 W	12 W
LYT4x12E/L	2.5 W	15 W
LYT4x13E/L	3.8 W	18 W
LYT4x14E/L	4.5 W	22 W
LYT4x15E/L	5.5 W	25 W
LYT4x16E/L	6.8 W	35 W
LYT4x17E/L	8.0 W	50 W
LYT4x18E/L	18 W	78 W

表 1. 输出功率表

注释：

1. 在典型设计中的性能。参见应用指。
2. 连续输出功率是在开放式设计及有足够的散热条件下测量得到的；器件周围温度为70 °C。功率水平根据典型的LED灯串电压以效率>80%计算得出。
3. 最小输出功率要求 $C_{BP} = 47 \mu F$ 。
4. 最大输出功率要求 $C_{BP} = 4.7 \mu F$ 。
5. LYT4311 $C_{BP} = 47 \mu F$ ，LYT4211 $C_{BP} = 4.7 \mu F$ 。
6. 封装：eSIP-7C，eSIP-7F（参见图2）。

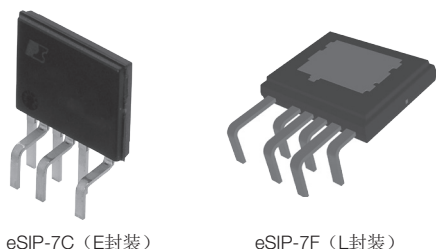
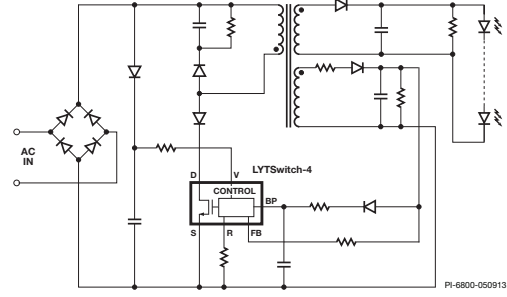
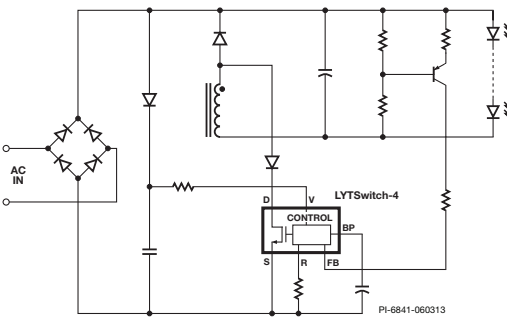
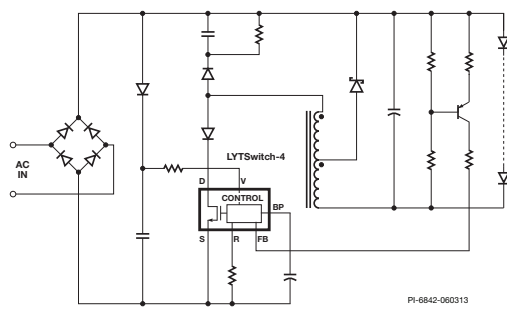
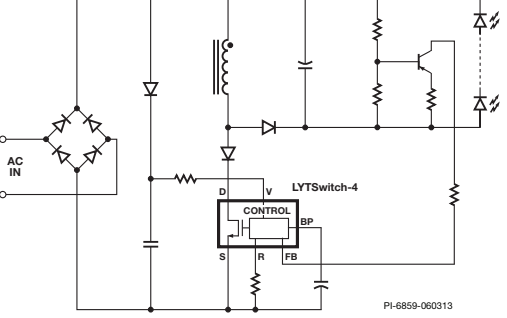


图 2. 封装选项

拓扑结构	隔离	效率	成本	THD	输出电压
隔离反激式	是	88%	高	最好	任何
降压式	否	92%	低	良好	受限
抽头降压式	否	89%	中低	最好	任何
降压-升压式	否	90%	低	最好	高压

表 2. 在典型非调光10 W低压设计中不同拓扑结构的性能

典型电路原理图	主要特色
 <p>图 3a. 典型隔离反激式电路原理图</p>	<p>反激式</p> <p>优势</p> <ul style="list-style-type: none"> 提供隔离输出 支持最宽范围的输出电压 具有极佳的THD性能 <p>限制</p> <ul style="list-style-type: none"> 反激式变压器 <ul style="list-style-type: none"> 总效率被变压器中的寄生电容和电感降低 需要更大的PCB面积来满足隔离要求 要求使用额外的元件（初级嵌位和偏置电路） RMS开关及绕组电流更大，会增大损耗和降低效率
 <p>图 3b. 典型降压式电路原理图</p>	<p>降压式</p> <p>优势</p> <ul style="list-style-type: none"> 效率最高 元件数量少，体积小 简单的低成本电感 低漏极-源极电压应力 EMI性能最佳/滤波元件数目最少 <p>限制</p> <ul style="list-style-type: none"> 单输入线电压范围 <ul style="list-style-type: none"> 输出电压 $< 0.6 \times V_{IN(AC)} \times 1.41$ 输出电压适合低THD设计 非隔离
 <p>图 3c. 典型抽头降压式电路原理图</p>	<p>抽头降压式</p> <p>优势</p> <ul style="list-style-type: none"> 非常适合低输出电压(<20 V) 高效率 元件数量少 简单的低成本抽头电感 <p>限制</p> <ul style="list-style-type: none"> 设计最适合单输入线电压 要求使用额外的元件（初级箝位电路） 非隔离
 <p>图 3d. 典型降压-升压式电路原理图</p>	<p>降压-升压式</p> <p>优势</p> <ul style="list-style-type: none"> 非常适合非隔离高输出电压设计 高效率 元件数量少 可以使用简单、常见的低本功率电感 THD最低 <p>限制</p> <ul style="list-style-type: none"> 最大V_{OUT}受到MOSFET击穿电压的限制 单输入线电压范围 非隔离

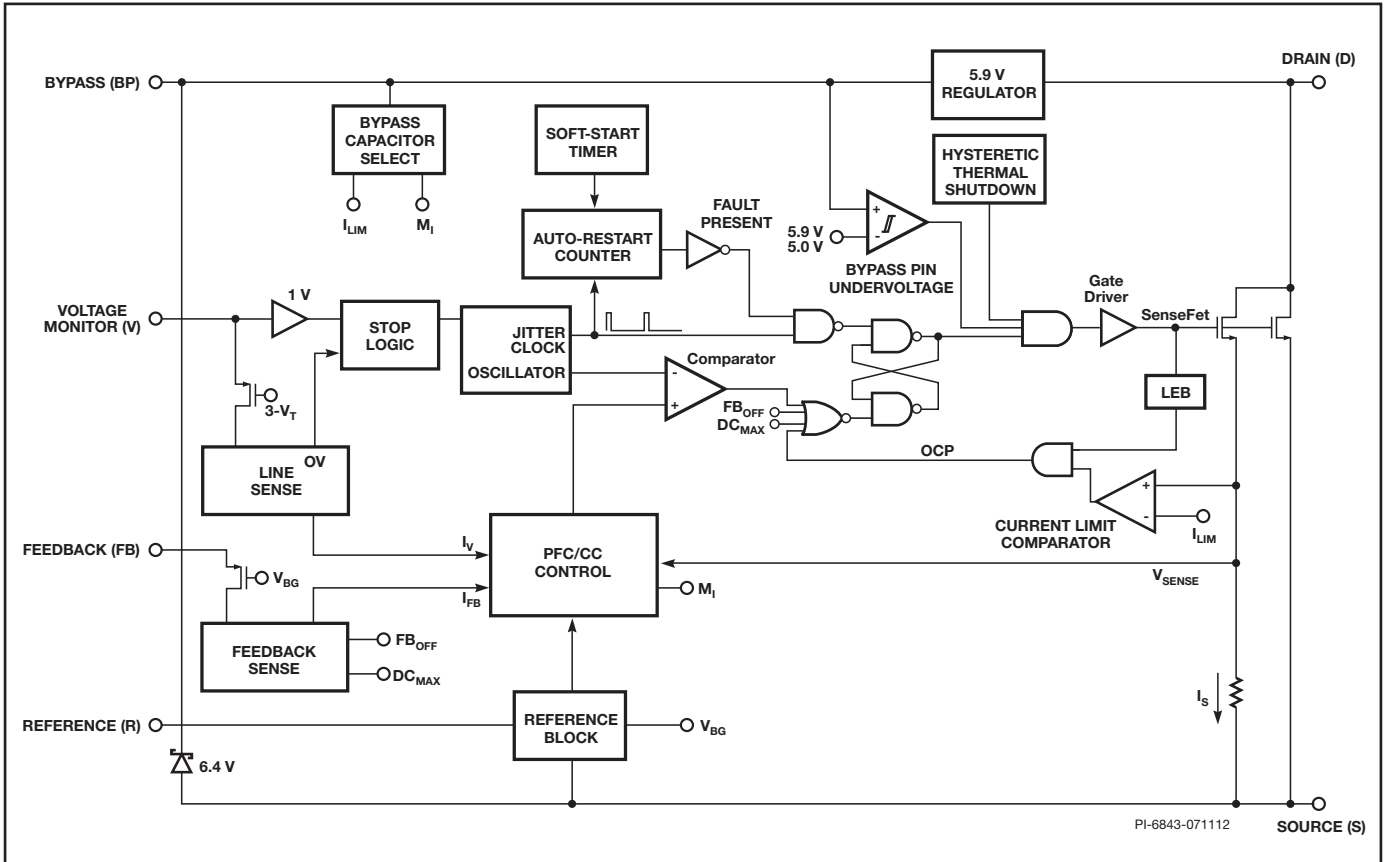


图 4. 功能结构图

引脚功能描述

漏极(D)引脚:

这个引脚是功率FET的漏极连接点。在启动及稳态工作时还提供内部工作电流。

源极(S)引脚:

这个引脚是功率FET的源极连接点。它也是旁路、反馈、参考及电压监测引脚的接地参考。

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5.9 V的供电电源。此外，该引脚还可通过旁路引脚电容值的选取提供输出功率选择。

反馈(FB)引脚:

反馈引脚用于输出电压反馈。流入反馈引脚的电流与输出电压成正比。反馈引脚还包含开路负载和过载输出保护电路。

参考(R)引脚:

该引脚连接到一个外部精密电阻，用于配置调光(LYT4311-4318)工作模式与非可控硅调光(LYT4211-4218)工作模式。

电压监测(V)引脚:

该引脚与一个由整流管、滤波电容和电阻构成的外部输入线电压峰值检测器相连。施加的电流用于控制输入过压(OV)的停止逻辑，并提供前馈信号以控制输出电流和远程开/关功能。

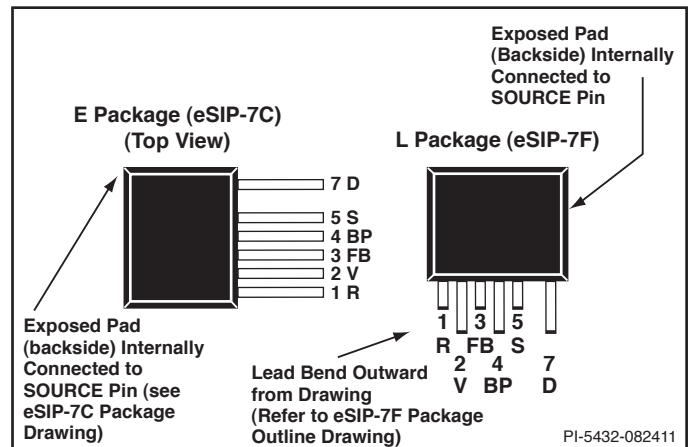


图 5. 引脚配置

功能描述

LYTSwitch-4器件将一个控制器和一个高压功率FET单片集成到了同一个封装内。控制器可同时提供单级高功率因数校正(PFC)和恒流输出。LYTSwitch-4控制器包括一个振荡器、反馈（检测及逻辑）电路、5.9 V稳压器、迟滞过热保护、频率抖动、逐周期限流、自动重启动、电感校正、功率因数以及恒流控制电路。

反馈引脚电流控制特性

下图显示了反馈引脚电流的工作边界。电流超过 $I_{FB(SKIP)}$ 时，开关被禁止；电流低于 $I_{FB(AR)}$ 时，器件进入自动重启动模式。

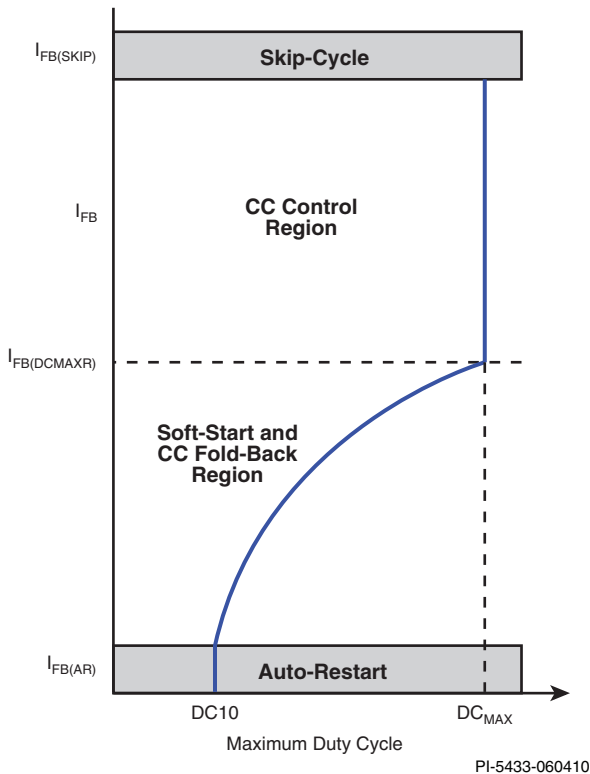


图 6. 反馈引脚电流特性

反馈引脚电流还可用于箝位最大占空比，以限制过载和开环情况下的可用输出功率。这种占空比减小特性还可以使启动时输出电流单调上升，并有助于防止过冲。

参考引脚

参考引脚通过外部电阻接地（源极）。选取的值设定内部参考，从而决定采用调光(LYT4311-4318)工作模式还是非调光(LYT4211-4218)工作模式，以及电压监测引脚的输入过压阈值。对于采用LYT4211-4218器件的非调光或PWM调光应用，外部电阻的值应为 $24.9 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ 。对于采用LYT4311-4318器件的相位角AC调光应用，外部电阻的值应为 $49.9 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ 。由于电阻容差直接影响输出容差，建议采用1%的电阻容差。不得使用其他电阻值。

旁路引脚电容功率增益的选择

LYTSwitch-4器件能够调整内部增益以适应满输出功率设置或减输出功率设置。这样就可以根据散热和效率的需要，选择较大规格的器件并达到降低耗散的目的。功率增益根据旁路引脚电容的值来选择。满功率设置通过一个 $4.7 \mu\text{F}$ 电容来选取，减功率设置（为获得更高效率）通过一个 $47 \mu\text{F}$ 电容来选取。旁路引脚电容可同时设定功率增益和过流保护(OCP)阈值。与较大规格的器件不同，LYT4x11的功率增益不可编程。LYT4x11器件使用一个 $47 \mu\text{F}$ 电容。

开关频率

在正常工作条件下，开关频率为132 kHz。为使EMI电平更低，将开关频率抖动（调制）了约2.6 kHz。启动时的频率为66 kHz，以便在对AC输入进行相位角调光时缩短启动时间。在深度调光时禁止抖动。

软启动

控制器具有软启动调整功能，在输出电容很大的设计中可以防止电源在软启动期间(t_{SOFT})误认为输出短路而进入自动重启动保护状态。在启动时，LYTSwitch-4对最大占空比加以限制以输出功率。软启动持续总时间为 t_{SOFT} 。

远程ON/OFF和EcoSmart™

电压监测引脚上连有1 V的输入阈值比较器，此电压阈值也可用于实现远程ON/OFF控制。当电压监测引脚接收到禁止输出的信号时（电压监测引脚通过光耦器的光电管接地），LYTSwitch-4将在内部功率FET被强行关断之前完成其当前开关周期。

远程ON/OFF功能也可用作LYTSwitch-4的节能模式或电源开关，使之长时间处于极低功耗状态。进入此模式后，当LYTSwitch-4被远程导通，它将在旁路脚电压再次达到5.9 V时执行正常的软启动程序。在最差情况下，从远程导通到启动的延迟时间可与旁路脚的整个充放电时间相同。这种降低功耗的远程关断模式可省去昂贵且不可靠的线上机械开关。

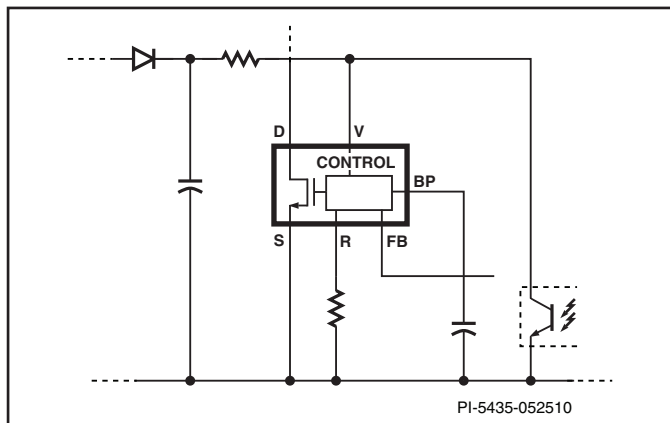


图 7. 远程ON/OFF电压监测引脚控制

5.9 V稳压器/分流电压箝位

在功率FET处于关断期间，内部的5.9 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5.9 V。旁路引脚是内部供电电压节点。当功率FET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LYTSwitch-4可使用从漏极吸收的电流持续工作。一个47或4.7 μF 的旁路电容就足够实现高频的去耦及能量存储。此外，当有电流通过一个外部的电阻提供给旁路引脚时，一个6.4 V分流稳压箝位电路会将旁路引脚电压箝位在6.4 V。这样就很方便从偏置绕组由外部向LYTSwitch-4供电，从而提高工作效率。建议从偏置绕组向旁路引脚供电，以维持正常工作。

自动重启

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，控制器进入自动重启模式。在软启动结束后，一旦反馈引脚电流低于 $I_{\text{FB(AR)}}$ 阈值，控制器立即“报告”短路和开路故障。为了降低此故障情况下的功耗，关断/自动重启电路将通常以 DC_{AR} 的自动重启占空比对电源进行接通（与软启动持续时间相同）和关断操作，直到故障排除为止。如果故障在自动重启关断期间消除，电源将保持自动重启，直到整个关断时间计时结束。设计时必须特别注意，应采用最适合的输出电容容量，以确保在软启动期间(t_{SOFT})结束后，反馈引脚电流高于 $I_{\text{FB(AR)}}$ 阈值，使电源能够成功启动。软启动期间结束后，自动重启只有在反馈引脚电流低于 $I_{\text{FB(AR)}}$ 时才会激活。

过流保护

电流限流电路检测功率FET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FET。在功率FET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，可以防止由电容及整流管反向恢复产生的电流尖峰引起导通的功率FET提前误关断。

输入过压保护

该器件具有输入过压检测功能，可限制通过电压监测引脚检测到的最高工作电压。需要使用一个由二极管和电容构成的外部峰值检测器，通过电阻向电压监测引脚提供输入峰值线电压。

电阻设定输入过压(OV)关断阈值，当超过阈值时就会强制LYTSwitch-4停止开关。当输入线电压恢复正常水平后，器件将恢复正常工作。OV阈值有少量迟滞以防止噪声引发切换。当功率FET关断时，由于没有反射电压和漏感尖峰电压叠加到漏极，经整流的直流高压抗浪涌冲击能力增大到功率FET的额定电压(670 V)。

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 $^{\circ}\text{C}$ 并具备75 $^{\circ}\text{C}$ 的迟滞范围。当结温度超过这个阈值(142 $^{\circ}\text{C}$)，功率FET开关被禁止，直到结温度下降75 $^{\circ}\text{C}$ ，功率FET才会重新使能。

安全工作区(SOA)保护

该器件还带有安全工作区(SOA)保护模式，在峰值开关电流达到 I_{LIMIT} 阈值且开关导通时间小于 $t_{\text{ON(SOA)}}$ 时，可禁止40个周期的FET开关。这种保护模式可以在LED发生短路的情况下，以及在自动重启保护被抑制的软启动期间进行启动时对器件提供保护。SOA保护模式在正常工作情况下仍然有效。

应用范例

20 W可控硅调光的高功率因数LED驱动器的设计范例(DER-350)

图8所示为基于LYTSwitch-4系列器件中的LYT4317E设计的一款可控硅调光高功率因数LED驱动器的电路图。只需要简单地改变元件值就可以将该设计配置为非调光应用。该驱动器可以36 V电压、0.7 A恒流驱动LED灯串，非常适合高流明PAR灯替换应用。该设计可以在90至132 VAC的输入电压范围内进行工作。

该设计的主要目标是实现与标准前沿可控硅AC调光器的兼容，达到极宽调光范围（1000:1，550 mA:0.55 mA）、高效率(>85%)和高功率因数(> 0.9)。这种设计能够对空载（开路负载）、过压、输出短路或过载和过热等故障提供全面防护。

电路描述

LYTSwitch-4器件(U1- LYT4317E)在单个封装中集成了功率FET、控制器和多种启动功能，能够减少典型设计方案的元件数。U1作为隔离式连续导通模式反激式转换器的组成部分，通过其内部控制算法和小输入电容设计可以实现高功率因数。连续导通模式工作可以减小初级峰值电流和RMS电流。这都有利于EMI噪声的降低，可以使用更简单、更小的EMI滤波元件，并提升工作效率。无需使用次级侧检测即可维持输出电流调节，因而可省去电流检测电阻并提升工作效率。

输入级

保险丝F1提供元件故障保护，RV1在差模浪涌期间提供箝位，使U1的峰值漏极电压始终低于内部功率FET的670 V额定值。桥式整流器BR1对AC输入电压进行整流。EMI滤波由L1-L3、C1、C4、R2、R24、R25以及Y级安全电容(CY1)共同提供，Y电容跨越初级侧和次级侧之间的安全绝缘层。电阻R2、R24和R25可抑

制在L1、L2、L3、C1和AC输入阻抗之间形成的任何谐振。需要使用一个较小的大容量电容(C4)为初级开关电流提供低阻抗抗源。C2和C4的最大值受到限定，以使功率因数始终大于0.9。

LYTSwitch-4初级

为向U1提供峰值输入电压信息，经整流AC的输入峰值经由D2对C6充电。然后电流经过R10，注入U1的电压监测引脚。器件也会利用此检测电流来设定输入过压保护阈值。电阻R9为C6提供放电通路，时间常数远大于经整流AC的放电时间，以防止生成线电压频率纹波。

电压监测引脚电流和反馈引脚电流在内部用来控制平均输出LED电流。对于可控硅相位调光应用，可在参考引脚上使用一个49.9 kΩ电阻(R14)，在电压监测引脚上使用一个2 MΩ(R10)电阻，使输入电压和输出电流之间保持线性关系，从而扩大调光范围。

由于漏感会带来影响，二极管D3、R15和C7将漏极电压箝位到一个安全水平。需要使用二极管D4来防止反向电流在经整流AC输入电压（C4上的电压）低于反射输出电压(V_{OR})的期间内流经U1。

二极管D6、C5、C9、R19和R20构成初级偏置电源，能量来自变压器的辅助绕组。电容C8对U1的旁路引脚进行局部去耦，该引脚是内部控制器的供电引脚。在启动期间，C8与与器件漏极引脚相连的内部高压电流源被充电至约6 V。此时器件开始开关，器件的供电电流再由偏置供电经过R17提供。电容C8还可选择输出功率模式（本设计选用适合减功率的47 μF来降低U1耗散和提高效率）。

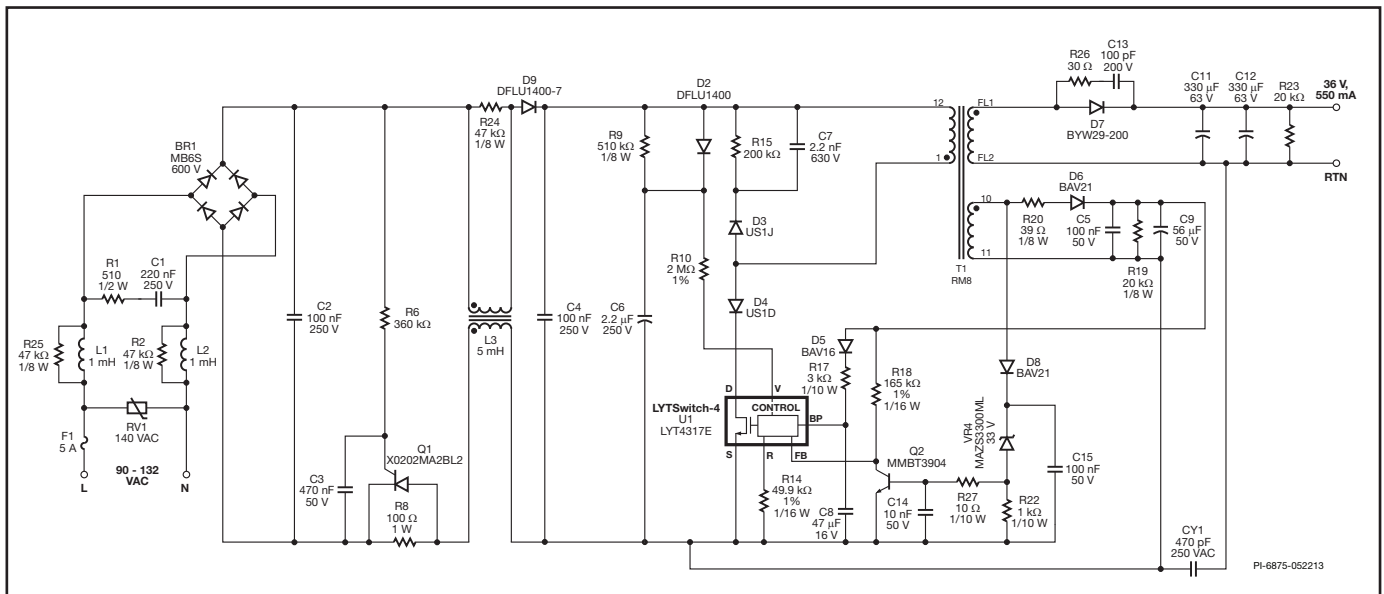


图 8. DER-350: 隔离式可控硅调光的高功率因数、90-132 VAC、20 W / 36 V / 550 mA LED驱动器的电路原理图

反馈

偏置绕组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）。这样不需要次级侧反馈元件就可以对输出电压进行监测。电阻R18将偏置电压转换为电流，馈入U1的反馈引脚。U1中的内部引擎综合反馈引脚电流、电压监测引脚电流及漏极电流信息，在1.5:1的输出电压变化范围内（LED灯串电压变化为±25%）以固定输入线电压提供恒定输出电流。

为限制空载下的输出电压，D8、C15、R22、VR4、R27、C14及Q2共同形成一个输出过压保护电路。如果断开输出负载的连接，偏置电压将升高，直至VR4导通，这样会使Q2导通并减小流入反馈引脚的电流。当该电流低于10 μ A时，器件进入自动重启模式，开关被禁止300 ms，使输出电压（和偏置电压）下降。

输出整流

变压器次级绕组由D7进行整流，由电容C11和C12进行滤波。选择超快TO-220二极管用以提高效率，所选取的C11和C12的总值可使LED峰峰纹波电流等于平均值的30%。如果需要更低纹波的设计，可提高输出电容值。

R23用作小的假负载，可在关断时对输出电容内的残留电荷进行放电。

可控硅相位调光控制兼容性

对于用低成本的可控硅前沿相控调光器提供输出调光的要求，我们需要在设计时进行全面权衡。

由于LED照明的功耗非常低，整灯吸收的电流要小于调光器内可控硅的维持电流。这样会因为可控硅导通不一致而产生不良情况，比如调光范围受限和/或闪烁。由于LED灯的阻抗相对较大，因此在可控硅导通时，浪涌电流会对输入电容进行充电，产生很严重的振铃。这同样会造成类似不良情况，因为振荡会使可控硅电流降至零并关断。

要克服这些问题，需增加两个电路 – SCR有源衰减电路和R-C无源泄放电路。这些电路的缺点是会增大功耗，进而降低电源的效率。对于非调光应用，可以省略这些元件。

SCR有源衰减电路由元件R6、C3、Q1和R8构成。该电路可以在可控硅导通时限制流入C4并对其充电的浪涌电流，实现方式是在可控硅导通的前约1 ms内将R8串联。在大约1 ms后，Q1导通并旁通R8。这样可使R8的功耗保持在低水平，在限流时可以使用更大的值。电阻R6和C3在可控硅导通后延迟Q1导通。二极管D9阻止电容C4中的电荷在可控硅导通后出现回流，这有助于提高对调光器，特别是高功率调光器的兼容性。

无源泄放电路由R1和C1构成。这有助于使输入电流始终大于可控硅的维持电流，而与驱动器等效电阻对应的输入电流将在每个AC半周期内增大。

修改后的DER-350：20 W高功率因数LED驱动器（适用于非调光应用和增强型线电压调整）

图9所示为基于LYTSwitch-4系列器件中的LYT4317设计的一款高功率因数LED驱动器的电路图。该驱动器可以36 V电压、0.55 A恒流驱动LED灯串，非常适合高流明PAR灯替换应用。该设计可在90 VAC至132 VAC的低压输入电压范围内工作，适用于非调光应用。在输出电流随输入电压的变化方面，非调光应用拥有比调光应用更小的变化幅度。要注意的是，虽然没有指定为调光设计，但如果最终用户在设计中使用了相控调光器，也不会对电路造成任何损坏。

针对非调光配置进行修改

该设计可经过简单配置后用于非调光应用，具体方法是去除用于SCR有源衰减电路（R6、R8、C3和Q1）、阻断二极管D9和R-C泄放电路（R1、C1）变化的元件，并将参考电阻R14替换为24.9 kΩ。（参见图9）

主要应用指南

功率表

数据手册中的功率表（表1）代表了以下条件下的最小及最大实际连续输出功率：

- 效率为80%
- 器件周围环境温度为70 °C
- 散热能力足以使器件温度保持在100 °C以下
- 对于最小输出功率列
 - 反射输出电压(V_{OR})为120 V
 - 反馈引脚电流取值135 μ A
 - 旁路引脚电容取值47 μ F

- 对于最大输出功率列
 - 反射输出电压(V_{OR})为65 V
 - 反馈引脚电流取值165 μ A
 - 旁路引脚电容取值4.7 μ F (LYT4x11 = 4.7 μ F)

注意，输入电压高于85 VAC时，不会改变LYTSwitch-4器件的功率输出能力。

器件选择

可以通过对比要求的输出功率与表1中的功率值来选择器件。对于发热量高的设计，比如白炽灯替换灯，LYTSwitch-4器件的周围环境温度不是过高，就是散热空间非常有限，此时应使用最小输出功率列。最小功率可通过一个47 μ F旁路引脚电容来选取，这样可获得一个更小的器件电流限值，从而降低导通损耗。对于敞开放式设计或具有一定散热空间的设计，可参照最大输出功率列。最大输出功率可通过一个4.7 μ F旁路引脚电容来选取，但LYT4x11除外，因为该器件只有一个功率设置。在所有情况下，为了获得最佳输出电流容差，都应将器件温度保持在100 °C以下。

最大输入电容

为了实现高功率因数，用于EMI滤波器和经整流AC去耦（大容量电容）的电容值必须受到限制。最大值与设计的输出功率成函数关系，随输出功率的下降而减小。对于大部分设计，如果使用100 nF大容量电容，应将总电容限制在200 nF以内。与陶瓷电容相比，建议使用薄膜电容，因为后者在使用前沿相控调光器的情况下可以降低音频噪声。在EMI滤波器中，电容起始值取10 nF，然后增大该值，直到具有足够的EMI裕量。

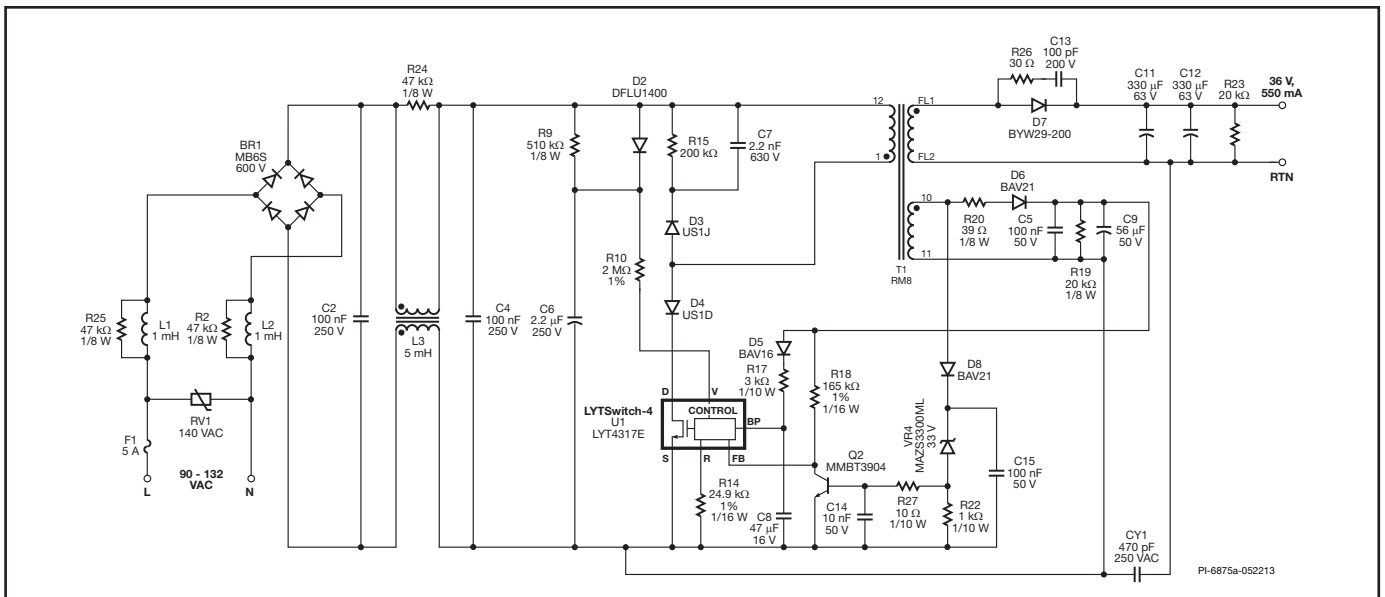


图 9. RD-350修改版电路原理图：非调光隔离式高功率因数、90-132 VAC、20 W / 36 V LED驱动器的电路原理图

参考引脚电阻值的选取

LYTSwitch-4产品系列包括相位控制调光器件LYT4311-4318和非调光器件LYT4211-4218。非调光器件使用一个 $24.9\text{ k}\Omega \pm 1\%$ 参考引脚电阻，以便（随着AC输入电压的变化）获得最佳的输出电流容差。调光器件（如LYT4311-4318）使用一个 $49.9\text{ k}\Omega \pm 1\%$ 参考引脚电阻来获得最宽的调光范围。

电压监测引脚电阻网络的选择

在使用LYT4311-4318时，为获得最宽的AC相位角调光范围，应使用一个 $2\text{ M}\Omega$ （对于日本的100 VAC输入，则为 $1.7\text{ M}\Omega$ ）电阻使其连接到输入电压峰值检测电路。确保该电阻的电压额定值大于峰值输入电压。必要时，可使用多个串联电阻。

初级箝位和输出反射电压 V_{OR}

初级箝位电路用来限制峰值漏源极电压。齐纳二极管箝位要求使用最少的元件和最小的占板空间，可达到最高效率。RCD箝位也是可以接受的，但在启动和输出短路期间应仔细检验峰值漏极电压，因为箝位电压会随着峰值漏极电流发生大幅变化。

为实现最高效率，所选箝位电压至少应为输出反射电压 V_{OR} 的1.5倍，以缩短漏电尖峰传导时间。这不仅能确保箝位电路有效工作，还可将最大漏极电压维持在FET的额定击穿电压之下。RCD（或RCDZ）箝位的箝位电压容差比齐纳二极管箝位更精确。RCD箝位比齐纳二极管箝位更具成本效益，但要求设计更为严密，以确保最大漏极电压不会超过功率FET的击穿电压。这些 V_{OR} 限值是基于内部FET的 BV_{DSS} 额定值设置的，大部分设计的 V_{OR} 值通常都介于60 V和100 V之间，能够达到最佳的PFC和调整性能。

串联漏极二极管

可以将一个超快速恢复二极管或肖特基二极管与漏极串联，防止反向电流流入器件。电压额定值必须大于输出反射电压 V_{OR} 。电流额定值应超过平均初级电流的两倍，其峰值额定值等于所选LYTSwitch-4器件的最大漏极电流。

输入电压峰值检测电路

LYTSwitch-4器件使用峰值输入电压来调节功率输出量。建议采用 $1\text{ }\mu\text{F}$ 至 $4.7\text{ }\mu\text{F}$ 的电容值，以降低输入线电压纹波和获得最高的功率因数(>0.9)，较小的值是可以接受的，但会导致PF降低和输入线电流失真度增大。

相控调光器的工作方式

调光器开关通过不导通（消隐）一部分AC电压正弦波来控制白炽灯的亮度。这样可降低施加到灯泡的RMS电压，从而降低亮度。这称为自然调光，对LYTSwitch-4 LYT4311-4318器件进行调光配置后，器件可以随着RMS输入电压的下降而减小LED电流，达到自然调光的目的。根据这一特点，可以特意降低电压调整性能，以增大调光范围并尽量接近模拟白炽灯的工作方式。使用一个 $49.9\text{ k}\Omega$ 参考引脚电阻即可选择自然调光模式工作。

前沿相控调光器

对于用低成本的可控硅前沿相控调光器提供无闪烁输出调光的要求，我们需要在设计时进行全面权衡。

由于LED照明的功耗非常低，整灯吸收的电流要小于调光器内可控硅的维持电流。这样会产生调光范围受限和/或闪烁等不良情况。由于LED灯的阻抗相对较大，因此在可控硅导通时，浪涌电流会对输入电容进行充电，产生很严重的振铃。这同样会造成类似不良情况，因为振荡会使可控硅电流降至零并关断。

要克服这些问题，需增加两个电路 – 有源衰减电路和无源泄放电路。这些电路的缺点是会增大功耗，进而降低电源的效率。因此对于非调光应用，可以省略这些元件。

图10a显示的是前沿可控硅调光器输入端的输入电压及电流，图10b显示的是经整流的总线电压。在本例中，可控硅以 90° 导通角导通。

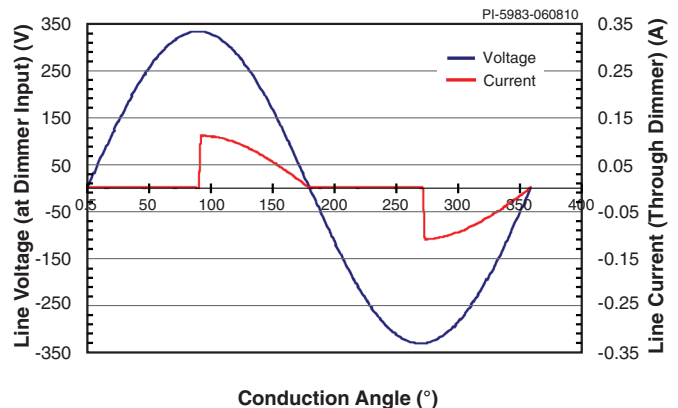


图 10a. 前沿可控硅调光器在在 90° 下的理想输入电压和电流波形

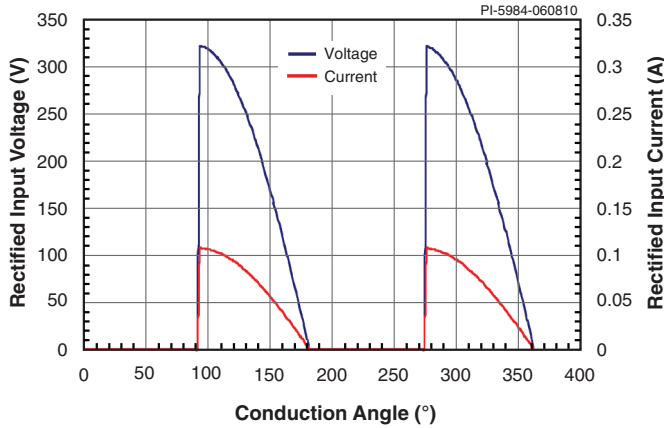


图 10b. 可控硅调光器输出整流后形成的波形

图11显示的整流后总线电压及电流则不太理想，因为可控硅过早关断并重新启动。

如果可控硅在半周期结束之前就异常关断，或者其他半AC周期具有不同的导通角，那么LED灯就会因为输出电流的变化而出现闪烁。在设计中添加一个泄放和衰减电路就可以解决此问题。

调光器的表现因制造商和额定功率而异，例如，由于驱动电路和可控硅维持电流规格不同，300 W调光器所要求的衰减作用和泄放功耗要小于600 W和1000 W调光器。用同一调光器对多个并联灯调光时，由于并联灯的电容增大，会产生更多的振荡。因此，在测试调光器工作情况时，应检验大量的调光器、不同的输入电压，并分别检验单个驱动器和多个驱动器并联的情况。

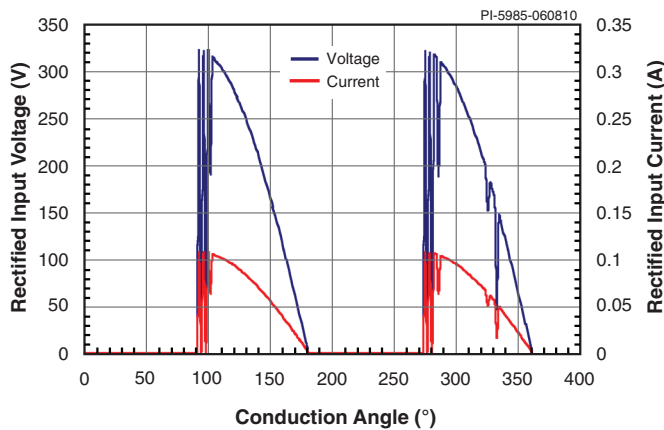


图 11. 导通不稳定的相位角调光器示例

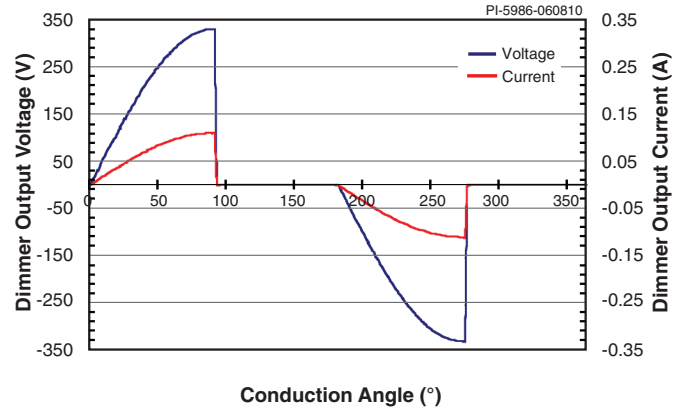


图 12. 后沿可控硅调光器在90SDgr导通角下的理想调光器输出电压和电流波形

先添加一个泄放电路。在整流总线（图8中的C1和R1）上添加一个0.44 μF 电容和510 Ω 1 W电阻（元件串联）。如果可取得令人满意的工作性能，将电容值减至最小（达到可接受的性能），以降低损耗和提高效率。

如果泄放电路不能维持可控硅的导通，则应添加一个有源衰减电路（如图8所示）。该电路由元件R6、C3、Q1以及R8共同组成。该电路可以在可控硅导通时限制流入C4并对其充电的浪涌电流，实现方式是在可控硅导通的前1 ms内将R8串联。在大约1 ms后，Q1导通并将R8短路。这样可使R8的功耗保持在低水平，在限时时可以使用更大的值。通过增大R6的值来增加Q1导通之前的延迟时间，可以提高调光器的兼容性，但会造成R8功耗增大。在进行这些调整时，注意监测电源输入端的AC输入电流及电压。增加延迟，直到可控硅工作正常，但应使延迟尽可能地短，以免影响电源效率。

一般来说，泄放电路和衰减电路中的功耗越大，能与驱动器配合工作的调光器类型就越多。

后沿相控调光器

图11显示的是采用后沿调光器的电源输入端的输入电压及电流。在本例中，调光器以90度角导通。许多此类调光器使用背靠背连接的功率FET，而不是可控硅来控制负载。这可以避免可控硅的维持电流问题，并且由于导通在过零点开始，还可以减小高电流浪涌和电流振荡。通常，此类调光器不需要衰减和泄放电路。

使用前沿调光器时的音频噪声考虑因素

通常由输入电容、EMI滤波电感和变压器进行调光时，便会产生噪声。输入电容和电感在每个AC半周期都会遇到高 di/dt 和 dv/dt ，这是由于可控硅导通时浪涌电流流入并对输入电容进行充电。选择薄膜电容而不是陶瓷电容、减小电容值以及选择外形短且宽的电感，就可以使噪声得到降低。

变压器也可以产生噪声，但如果不使用加长型磁芯（机械谐振频率高），就可以降低噪声。例如，在相同的磁通密度下，RM磁芯所产生的噪声要比EE磁芯少。减小磁芯磁通密度也可以降低噪声。通常情况下，将最大磁通密度(BM)减至1500高斯可消除任何噪声，但这要与给定输出功率所需的更大磁芯尺寸进行平衡。

散热及使用寿命考虑因素

照明应用对驱动器提出了较高的散热挑战。在许多情况下，LED负载功耗大小决定了驱动器的工作环境温度，因此，散热评估应根据最终外壳中的驱动器进行。温度对驱动器和LED的使用寿命有直接的影响。温度每升高 10°C ，元件寿命就会缩短 $1/2$ 。因此，必须正确散热并检验所有器件的工作温度。

布局注意事项

初级侧连接

源极引脚和供电回路的地线要单点连接(Kelvin)到输入滤波电容的负端。使浪涌电流从偏置绕组直接返回输入滤波电容，增强了浪涌的承受力。旁路引脚电容应靠近旁路引脚放置，并尽可能近地连接到源极引脚。源极引脚连线上不应有主功率FET的开关电流流过。所有连接到源极引脚的反馈引脚元件都应遵循与旁路引脚电容相同的规则。重要的是，主功率FET的开关电流应以尽可能短的路径返回大容量电容。高电流的长路径会产生大量的传导及辐射噪声。

次级侧连接

输出整流管与输出滤波电容应尽可能地接近。变压器的输出回路引脚与输出滤波电容返回侧之间的连线应比较短。

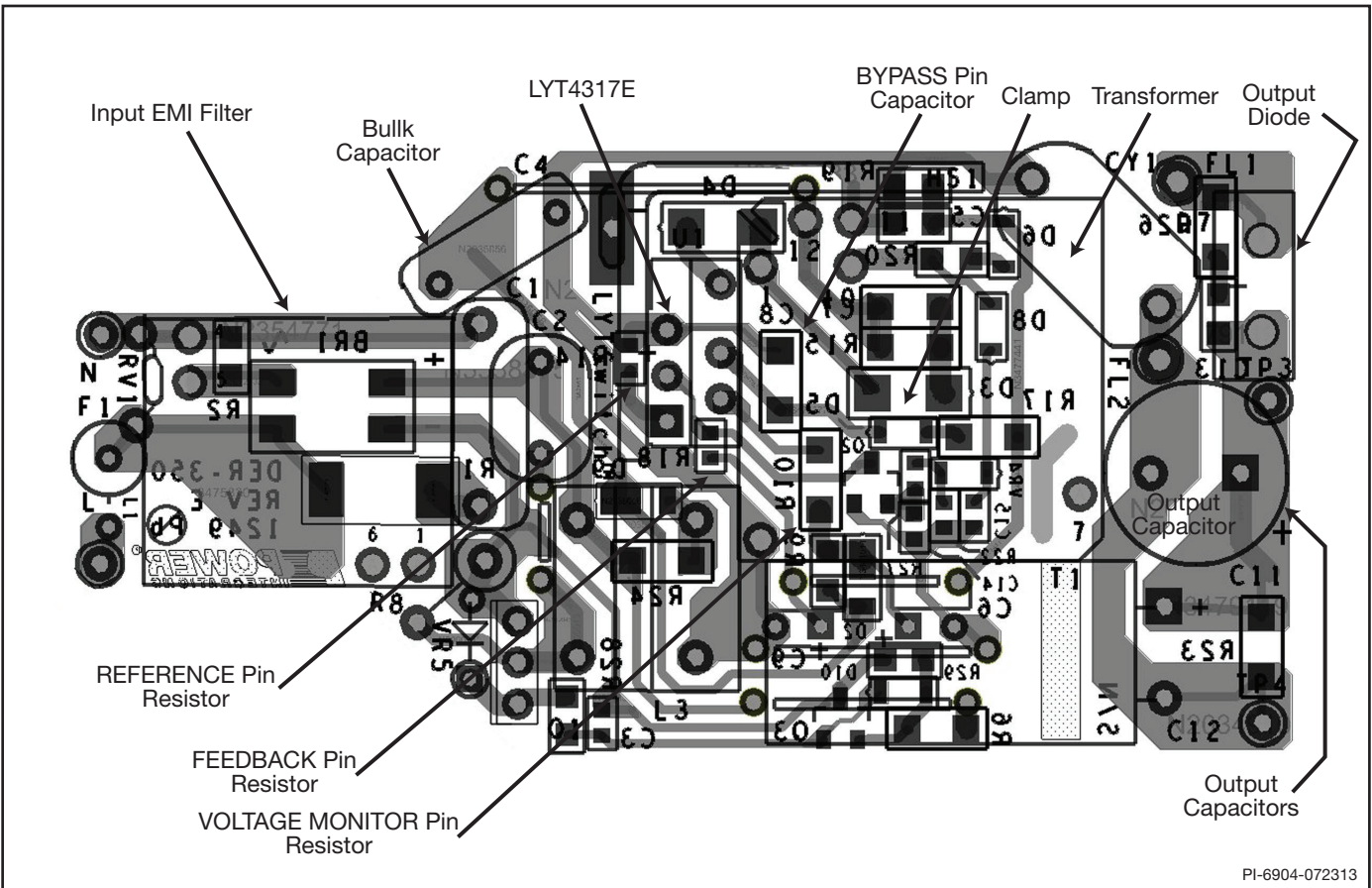


图 13. DER-35 20 W布局范例，顶面丝印/底层

快速设计校验

最大漏极电压

确认峰值 V_{DS} 在包括启动和故障条件在内的所有工作条件下都不超过670 V。

最大漏极电流

测量包括启动和故障条件在内的所有工作条件下的峰值漏极电流。查找变压器饱和时的信号（通常在最高工作环境温度下出现）。确认峰值电流小于数据手册中规定的绝对最大额定值。

热检测

在最大输出功率、最小和最大输入电压及最高环境温度条件下，检验LYTSwitch-4、变压器、输出二极管、输出电容和漏极箝位元件是否超过温度指标。

绝对最大额定值^(1,4)

漏极引脚峰值电流 ⁽⁵⁾ :	LYT4x11.....	1.37 A	工作结温度 ⁽²⁾	-40到150 °C
	LYT4x12.....	2.08 A		
	LYT4x13.....	2.72 A	注释:	
	LYT4x14.....	4.08 A	1. 所有电压都是以 $T_A = 65\text{ °C}$ 时的源极为参考点。	
	LYT4x15.....	5.44 A	2. 通常由内部电路控制。	
	LYT4x16.....	6.88 A	3. 在距壳体1/16英寸处测量, 持续时间5秒。	
	LYT4x17.....	7.73 A	4. 在短时间内施加器件允许的绝对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。	
	LYT4x18.....	9.00 A	5. 当漏极电压同时低于400 V时, 可允许峰值漏极电流。另请参见图13。	
漏极引脚电压.....		-0.3到670 V	6. 在启动期间(旁路引脚开始对IC供电之前的时段), 电压监测引脚的电压可以安全无损地升高至15 V。	
旁路引脚电压.....		-0.3到9 V		
旁路引脚电压.....		100 mA		
电压监测引脚电压.....		-0.3到9 V ⁽⁶⁾		
反馈引脚电压.....		-0.3到9 V		
参考引脚电压.....		-0.3到9 V		
引线温度 ⁽³⁾		260 °C		
贮存温度.....		-65到150 °C		

热阻抗

热阻: E或L封装

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

注释:

1. 无须常设散热片。
2. 在器件本身后部的散热片上测量得到。

参数	符号	条件		最小值	典型值	最大值	单位
		源极 = 0 V; $T_J = -20\text{ °C}$ 到 125 °C (除非另有说明)					
控制功能							
开关频率	f_{OSC}	$T_J = 65\text{ °C}$	平均	124	132	140	kHz
			抖动的峰-峰值		5.4		
频率抖动调制速率	f_M	$T_J = 65\text{ °C}$ 见注释B			2.6		kHz
旁路引脚充电电流	I_{CH1}	$V_{BP} = 0\text{ V},$ $T_J = 65\text{ °C}$	LYT4x11	-4.1	-3.4	-2.7	mA
			LYT4x12	-7.3	-6.1	-4.9	
			LYT4x13-4x17	-12	-9.5	-7.0	
			LYT4x18	-13.3	-10.8	-8.3	
	I_{CH2}	$V_{BP} = 5\text{ V},$ $T_J = 65\text{ °C}$	LYT4x11	-0.81	-0.62	-0.43	
			LYT4x12	-3.1	-2.4	-1.7	
			LYT4x13-4x17	-5.6	-4.35	-3.1	
			LYT4x18	-6.75	-5.5	-4.25	
充电电流温漂		见注释A、B			0.7		%/°C
旁路引脚电压	V_{BP}	$0\text{ °C} < T_J < 100\text{ °C}$		5.75	5.95	6.15	V
旁路引脚电压迟滞	$V_{BP(H)}$	$0\text{ °C} < T_J < 100\text{ °C}$			0.85		V
旁路引脚分流电压	$V_{BP(SHUNT)}$	$I_{BP} = 4\text{ mA}$ $0\text{ °C} < T_J < 100\text{ °C}$		6.1	6.4	6.6	V
软启动时间	t_{SOFT}	$T_J = 65\text{ °C}$ $V_{BP} = 5.9\text{ V}$		55	76		ms

参数	符号	条件 源极 = 0 V; $T_J = -20\text{ }^\circ\text{C}$ 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)							
漏极供电电流	I_{CD2}	$0\text{ }^\circ\text{C} < T_J < 100\text{ }^\circ\text{C}$ FET未开关	0.5	0.8	1.2	mA	
	I_{CD1}	$0\text{ }^\circ\text{C} < T_J < 100\text{ }^\circ\text{C}$ FET开关, 频率 f_{OSC}	1	2.5	4		
电压监测引脚							
输入过压阈值	I_{OV}	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$ $R_R = 24.9\text{ k}\Omega$ $R_R = 49.9\text{ k}\Omega$	阈值	115	123	131	μA
			迟滞		6		
电压监测引脚电压	V_V	$0\text{ }^\circ\text{C} < T_J < 100\text{ }^\circ\text{C}$ $I_V < I_{OV}$	2.75	3.0	3.25	V	
电压监测引脚短路电流	$I_{V(SC)}$	$V_V = 5\text{ V}$ $T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$	165	185	205	μA	
远程ON/OFF阈值	$V_{V(REM)}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$	0.5			V	
反馈引脚							
最大占空比开始的 反馈引脚电流	$I_{FB(DC\text{MAXR})}$	$0\text{ }^\circ\text{C} < T_J < 100\text{ }^\circ\text{C}$			90	μA	
反馈引脚电流 跳周期阈值	$I_{FB(SKIP)}$	$0\text{ }^\circ\text{C} < T_J < 100\text{ }^\circ\text{C}$	210			μA	
最大占空比	DC_{MAX}	$I_{FB(DC\text{MAXR})} < I_{FB} < I_{FB(SKIP)}$ $0\text{ }^\circ\text{C} < T_J < 100\text{ }^\circ\text{C}$	90		99.9	%	
反馈引脚电压	V_{FB}	$I_{FB} = 150\text{ }\mu\text{A}$ $0\text{ }^\circ\text{C} < T_J < 100\text{ }^\circ\text{C}$	2.1	2.3	2.56	V	
反馈引脚短路电流	$I_{FB(SC)}$	$V_{FB} = 5\text{ V}$ $T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$	320	400	480	μA	
占空比降低	DC10	$I_{FB} = I_{FB(AR)}$, $T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$, 见注释B	17			%	
	DC40	$I_{FB} = 40\text{ }\mu\text{A}$, $T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$		34			
	DC60	$I_{FB} = 60\text{ }\mu\text{A}$, $T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$		55			
自动重新启动							
自动重新启动导通时间	t_{AR}	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$ $V_{BP} = 5.9\text{ V}$	55	76		ms	
自动重新启动占空比	DC_{AR}	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释B		25		%	
SOA开关最短“导通”时间	$t_{ON(SOA)}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释B			0.875	μs	
自动重新启动期间的 反馈引脚电流	$I_{FB(AR)}$	$0\text{ }^\circ\text{C} < T_J < 100\text{ }^\circ\text{C}$		6.5	10	μA	

参数	符号	条件 源极 = 0 V; $T_J = -20\text{ }^\circ\text{C}$ 到 $125\text{ }^\circ\text{C}$ (除非另有说明)	最小值	典型值	最大值	单位
参考引脚						
参考引脚电压	V_R	$R_R = 24.9\text{ k}\Omega$ $0\text{ }^\circ\text{C} < T_J < 100\text{ }^\circ\text{C}$	1.223	1.245	1.273	V
参考引脚电流	I_R		48.69	49.94	51.19	μA
电流限流/电路保护						
满功率 电流限流点 ($C_{BP} = 4.7\text{ }\mu\text{F}$)	$I_{LIMIT(F)}$ $T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$	di/dt = 174 mA/ μs LYT4x12	1.00		1.17	A
		di/dt = 174 mA/ μs LYT4x13	1.24		1.44	
		di/dt = 225 mA/ μs LYT4x14	1.46		1.70	
		di/dt = 320 mA/ μs LYT4x15	1.76		2.04	
		di/dt = 350 mA/ μs LYT4x16	2.43		2.83	
		di/dt = 426 mA/ μs LYT4x17	3.26		3.79	
减功率 电流限流点 ($C_{BP} = 47\text{ }\mu\text{F}$)	$I_{LIMIT(R)}$ $T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$	di/dt = 133 mA/ μs LYT4x11	0.74		0.86	A
		di/dt = 195 mA/ μs LYT4x12	0.81		0.95	
		di/dt = 192 mA/ μs LYT4x13	1.00		1.16	
		di/dt = 240 mA/ μs LYT4x14	1.19		1.38	
		di/dt = 335 mA/ μs LYT4x15	1.43		1.66	
		di/dt = 380 mA/ μs LYT4x16	1.76		2.05	
		di/dt = 483 mA/ μs LYT4x17	2.35		2.73	
di/dt = 930 mA/ μs LYT4x18	4.90		5.70			
最小导通时间脉冲	$t_{LEB} + t_{IL(D)}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$	300	500	700	ns
前沿消隐时间	t_{LEB}	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释B	150		500	ns
流限延迟	$t_{IL(D)}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$ 见注释B		150		ns
热关断温度		见注释B	135	142	150	$^\circ\text{C}$
热关断迟滞		见注释B		75		$^\circ\text{C}$
旁路引脚通电复位 阈值电压	$V_{BP(RESET)}$	$0\text{ }^\circ\text{C} < T_J < 100\text{ }^\circ\text{C}$	2.25	3.30	4.25	V

参数	符号	条件 源极 = 0 V; $T_J = -20\text{ }^\circ\text{C}$ 到 $125\text{ }^\circ\text{C}$ (除非另有说明)	最小值	典型值	最大值	单位		
输出								
导通电阻	$R_{DS(ON)}$	LYT4x11 $I_D = 100\text{ mA}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$		11.5	13.2		
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		13.5	15.5		
		LYT4x12 $I_D = 100\text{ mA}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$		6.9	8.0		
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		8.4	9.7		
		LYT4x13 $I_D = 150\text{ mA}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$		5.3	6.0		
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		6.3	7.3		
		LYT4x14 $I_D = 150\text{ mA}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$		3.4	3.9		
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		3.9	4.5		
		LYT4x15 $I_D = 200\text{ mA}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$		2.5	2.9		
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		3.0	3.4		
		LYT4x16 $I_D = 250\text{ mA}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$		1.9	2.2		
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		2.3	2.7		
		LYT4x17 $I_D = 350\text{ mA}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$		1.7	2.0		
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		2.0	2.4		
		LYT4x18 $I_D = 600\text{ mA}$	$T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$		1.3	1.5		
			$T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$		1.6	1.8		
		关断状态漏极漏电流	I_{DSS}	$V_{BP} = 6.4\text{ V}$ $V_{DS} = 560\text{ V}$ $T_J = 100\text{ }^\circ\text{C}$			50	μA
		击穿电压	BV_{DSS}	$V_{BP} = 6.4\text{ V}$ $T_J = 65\text{ }^\circ\text{C}$	670			V
最低漏极供电电压		$T_J < 100\text{ }^\circ\text{C}$	36			V		
上升时间	t_R	在典型反激式转换器应用中测量 见注释B		100		ns		
下降时间	t_F			50		ns		

注释:

- A. 对带有负号的技术指标, 负温度系数随温度增加其数值增加, 正温度系数随温度增加其数值减少。
B. 由特性保证。生产时未经测试。

典型性能特性

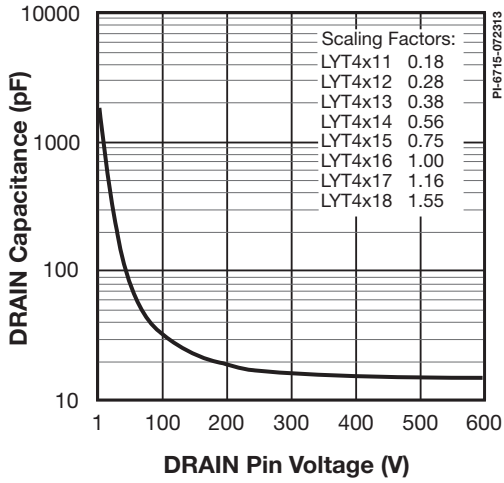


图 14. 漏极电容相对漏极引脚电压的变化

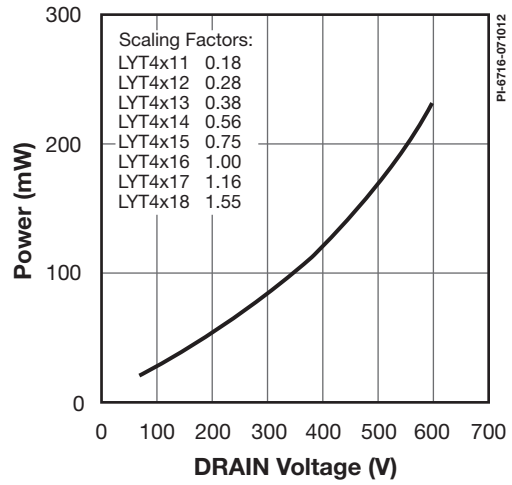


图 15. 功率相对漏极电压的变化

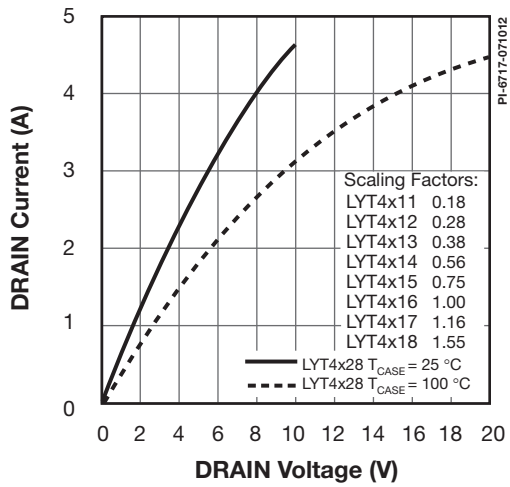


图 16. 漏极电流相对漏极电压的变化

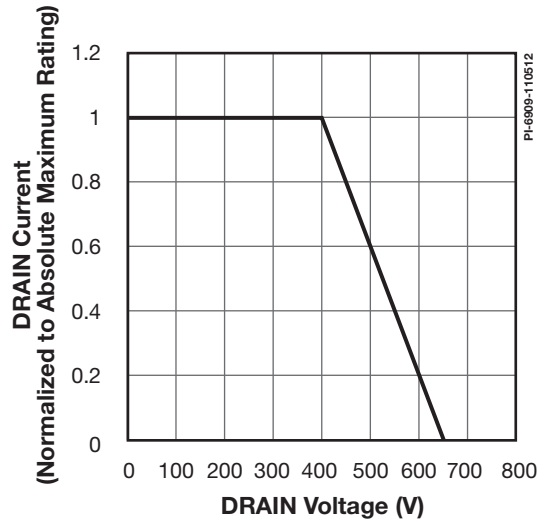
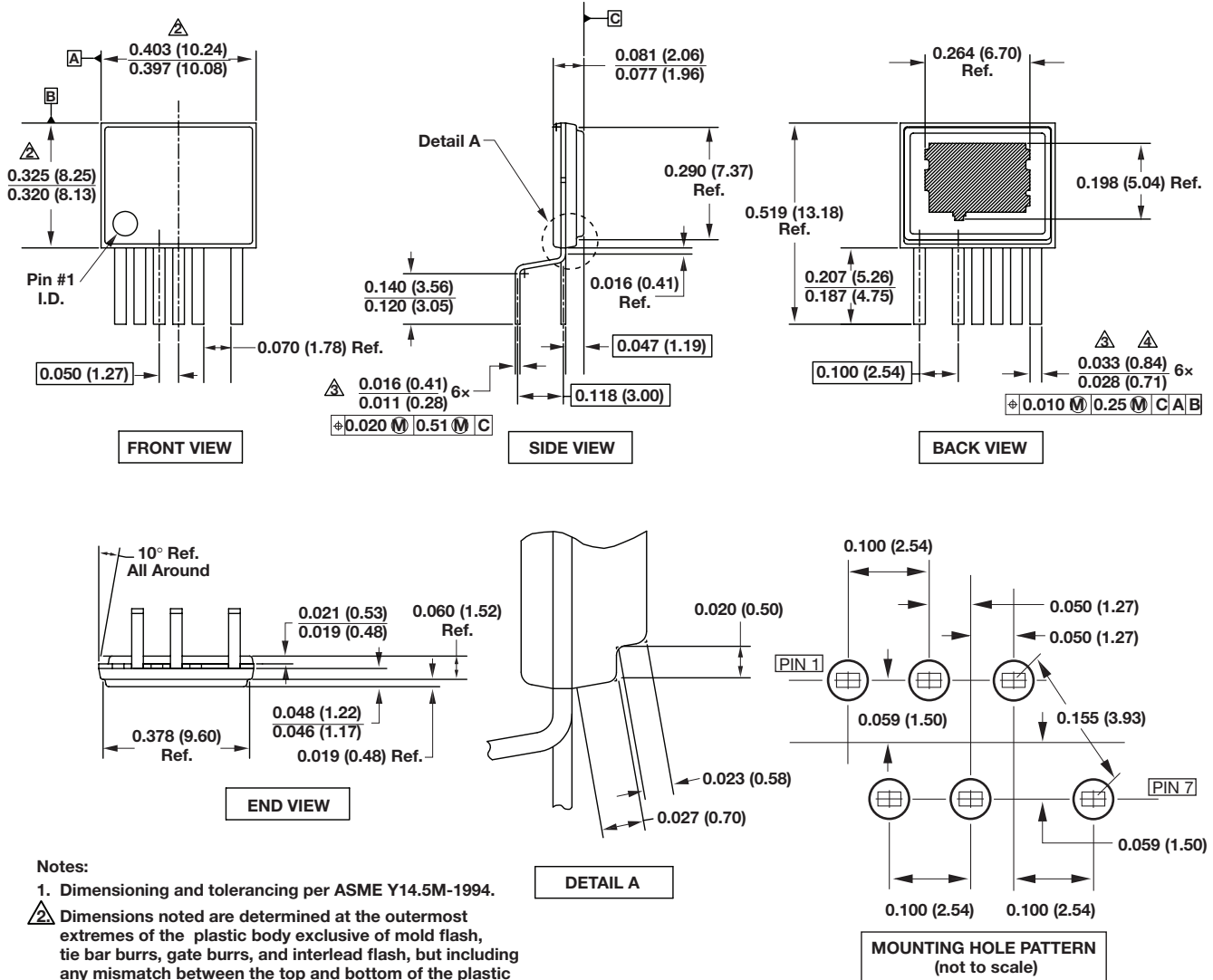


图 17. 最大允许的漏极电流相对漏极电压的变化

eSIP-7C (E Package)

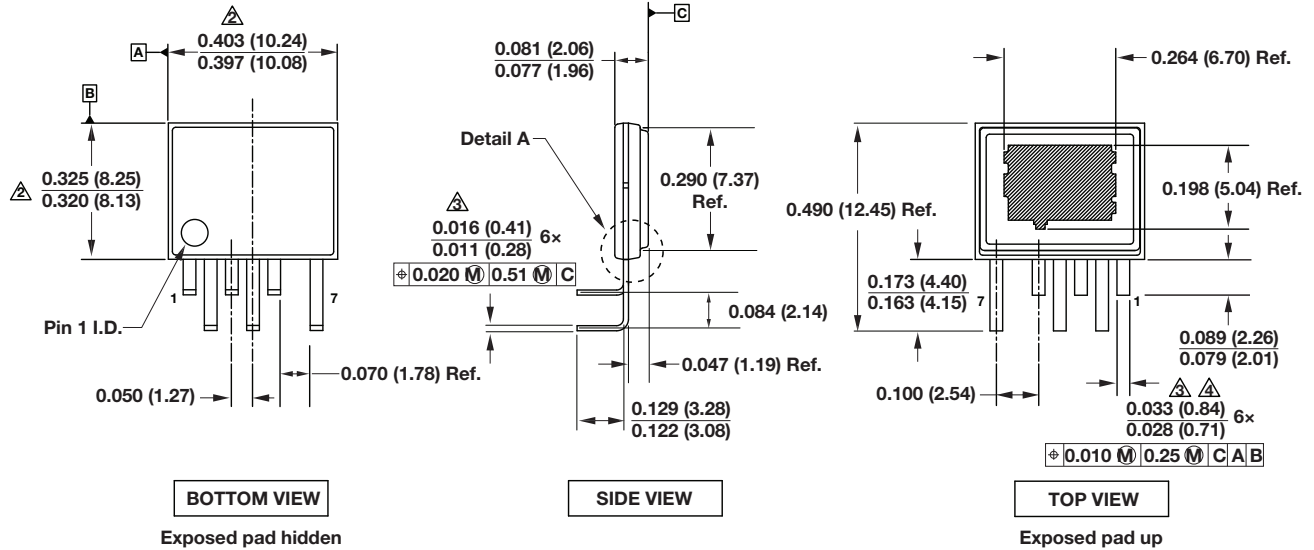


Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M-1994.
- △ Dimensions noted are determined at the outermost extremes of the plastic body exclusive of mold flash, tie bar burrs, gate burrs, and interlead flash, but including any mismatch between the top and bottom of the plastic body. Maximum mold protrusion is 0.007 [0.18] per side.
- △ Dimensions noted are inclusive of plating thickness.
- △ Does not include inter-lead flash or protrusions.
5. Controlling dimensions in inches (mm).

PI-4917-061510

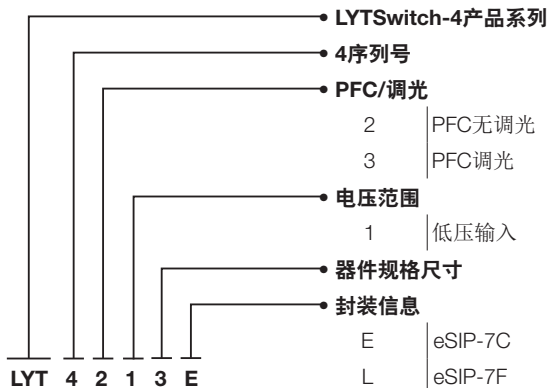
eSIP-7F (L Package)



- Notes:
1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M-1994.
 2. Dimensions noted are determined at the outermost extremes of the plastic body exclusive of mold flash, tie bar burrs, gate burrs, and interlead flash, but including any mismatch between the top and bottom of the plastic body. Maximum mold protrusion is 0.007 [0.18] per side.
 3. Dimensions noted are inclusive of plating thickness.
 4. Does not include inter-lead flash or protrusions.
 5. Controlling dimensions in inches (mm).

PI-5204-061510

元件订购信息



修订版本	注释	日期
A	初始版本。	11/12
B	修正了第13和14页最小值和典型值列的参数表值。	02/13
B	更新了第13、14和15页的参数 I_{CH1} 、 I_{CH2} 、 I_{CD1} 、 DC_{AR} 、 $I_{LIMIT(F)}$ 和 $I_{LIMIT(R)}$	02/20/13
C	更新了图1、3a、3b、3c、3d、8、9及13。	06/13
D	在“绝对最大额定值”部分增加了注释6。	10/13

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

技术支持热线
全球 +1-408-414-9660

技术支持传真
全球 +1-408-414-9760