



<b>标题</b>	<b>参考设计报告：使用LYTSwitch™-0 LYT0006D设计的7 W非调光、非隔离降压式LED驱动器</b>
<b>规格</b>	190 VAC – 265 VAC输入；85 V，82 mA输出
<b>应用</b>	用于A17/A19替换灯的LED驱动器
<b>作者</b>	应用工程部
<b>文档编号</b>	RDR-378
<b>日期</b>	2013年10月4日
<b>修订版本</b>	1.0

#### 特色概述

- 单级功率因数校正（在230 V下PF>0.5）及精确恒流(CC)输出
- 元件数量少、印刷电路板(PCB)占用面积小的低成本解决方案
- 极高能效，在VAC输入范围内效率达到91%
- 快速启动时间(<100 ms) – 无可见延迟
- 集成的保护及可靠性能
  - 单脉冲空载保护
  - 输出短路保护，带自动恢复功能
  - 更大迟滞的自动恢复热关断可同时保护元件和印刷电路板
  - 在AC电压缓降期间不会造成任何损坏
- 满足IEC振铃波、差模输入浪涌和EN55015传导EMI要求

#### 专利信息

此处介绍的产品和应用（包括产品之外的变压器结构和电路）可能包含一项或多项美国及国外专利，或正在申请的美国或国外专利。有关Power Integrations专利的完整列表，请参见[www.powerint.com](http://www.powerint.com)。Power Integrations按照在<http://www.powerint.com/ip.htm>中所述规定，向客户授予特定专利权利的许可。

## 目录

1	简介 .....	3
2	电源规格 .....	5
3	电路原理图.....	6
4	电路描述 .....	7
4.1	输入EMI滤波.....	7
4.2	LYTSwitch-0 .....	7
4.3	输出整流.....	7
4.4	输出反馈.....	7
4.5	空载保护.....	8
5	PCB布局.....	9
6	物料清单(BOM).....	10
7	电感设计表格.....	11
8	性能数据 .....	13
8.1	带载模式效率.....	14
8.2	输出电流调整.....	15
8.2.1	不同线电压和负载下的输出电流调整 .....	15
9	热性能.....	16
9.1	所用设备.....	16
9.2	热结果.....	18
9.2.1	负载: 85 V/82 m A LED负载.....	18
9.3	热扫描.....	19
10	波形.....	20
10.1	漏极电压和电流, 正常工作 .....	20
10.2	输出短路时的漏极电压和电流 .....	21
10.3	漏极电压和电流启动特征 .....	21
10.4	输出电流启动特征 .....	22
10.5	输入-输出特征 .....	23
10.6	电压跌落和浪涌.....	24
10.7	一次性空载保护.....	25
10.8	电压跌落/缓升 .....	26
11	输入浪涌.....	27
12	传导EMI .....	29
13	版本历史.....	32

### 重要说明:

虽然本电路板的设计满足安全隔离要求, 但工程原型尚未获得机构认证。因此, 必须使用隔离变压器向原型板提供AC输入, 以执行所有测试。



## 1 简介

本档介绍的是一款使用LYTSwitch™-0系列器件(LYT0006D)设计的高度紧凑、高性价比的降压式电源。

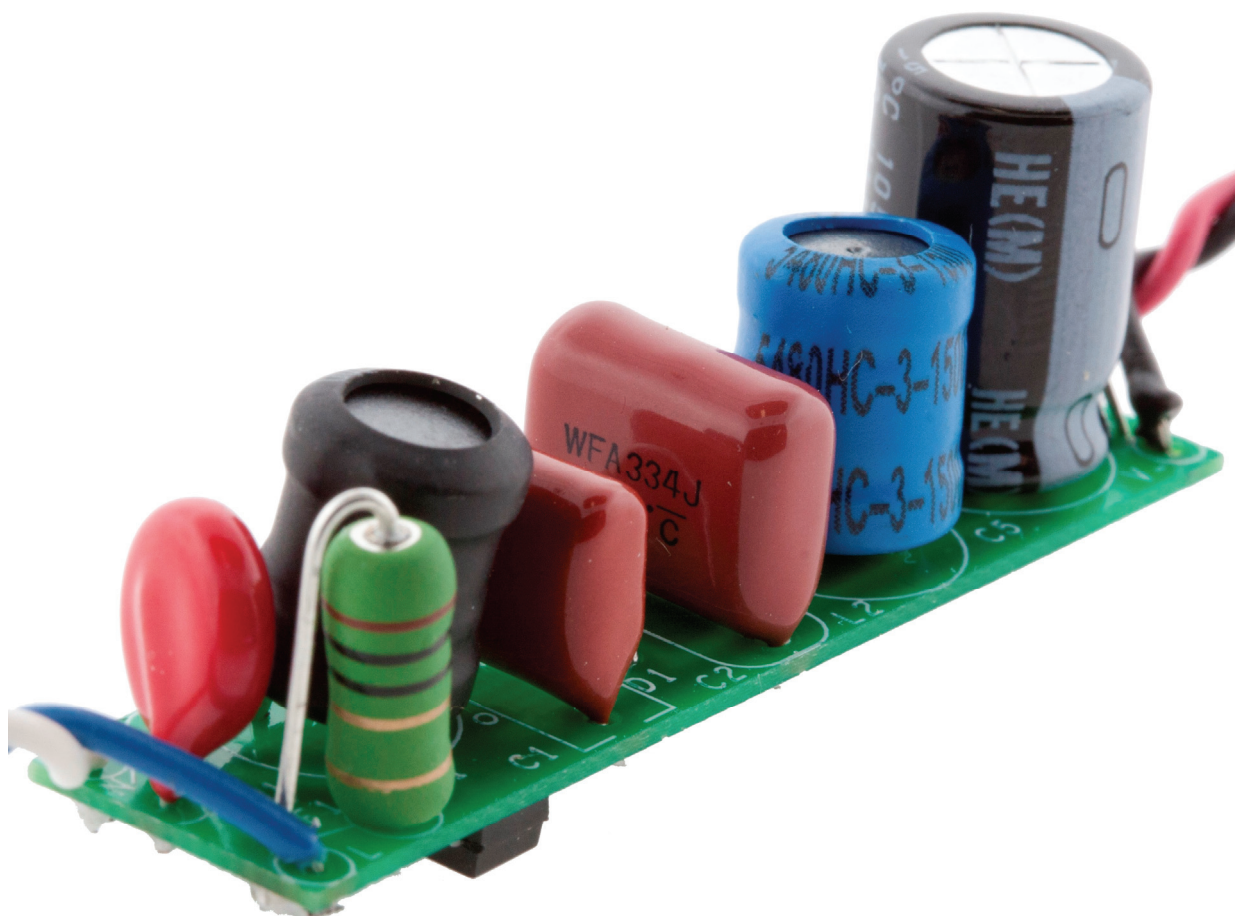


图1 - 装配后的电路板

该电源可以在190 VAC至265 VAC的输入电压范围内进行工作。当采用降压式拓扑结构时，DC总线电压足以支持一个85 V输出 - 在降压式转换器中，输出电压必须始终低于输入电压。此外，输出电压还受到LYTSwitch-0最大占空比的限制（这也要求输入电压必须高于输出电压）。

本参考设计并不局限于替换灯应用；设计布局可轻易进行修改，以装入LED灯管或镇流器电源中。



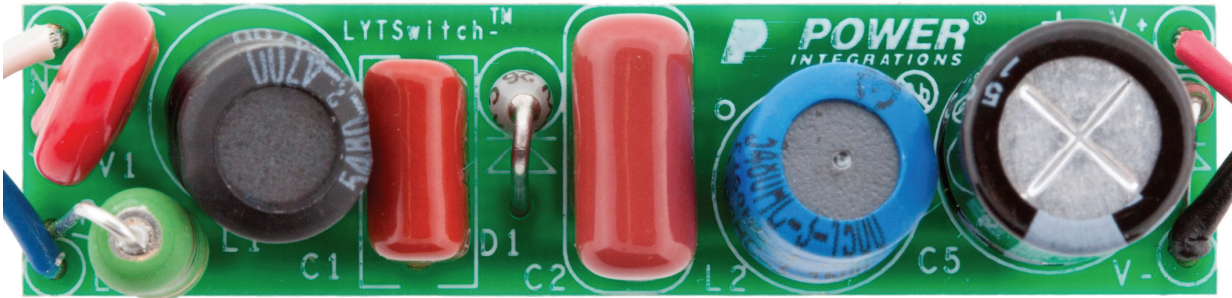


图2 - 装配后的电路板（顶视图）

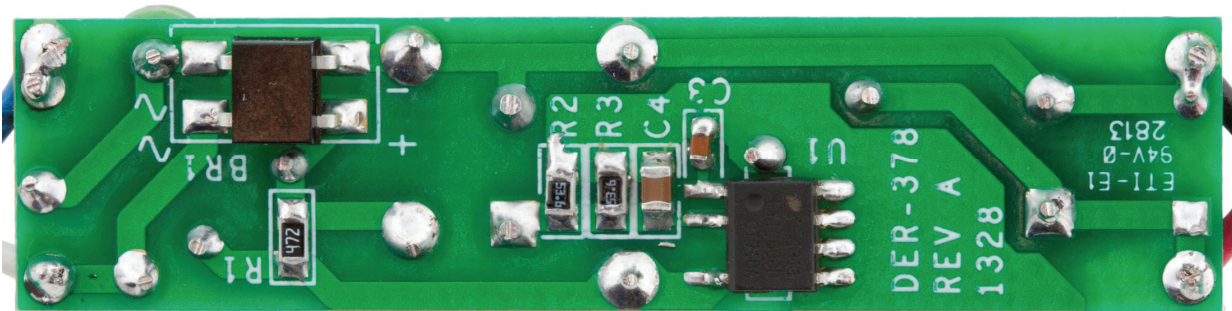


图3 - 装配后的电路板（底视图）



## 2 电源规格

下表所列为设计的最低可接受性能。实际性能可参考测量结果部分。

说明	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注	
<b>输入</b> 输入电压	$V_{IN}$	190		265	VAC	双导线 - 无P.E. 工作频率不受限制。如果应用 采用400 Hz线电压频率, 则请调整检测电阻。	
频率	$f_{LINE}$	47	50/60		Hz		
<b>输出</b> 输出电压	$V_{OUT}$	83	85	88	V	200 VAC - 240 VAC时为±4%	
输出电流	$I_{OUT}$		82		mA		
<b>总输出功率</b> 连续输出功率	$P_{OUT}$		7		W		
<b>效率</b> 240 VAC; 85 V LED	$\eta$	91			%	在 $P_{OUT}$ 、25 °C条件下测得	
<b>功率因数</b> 240 VAC; 85 V LED	PF	0.5				在 $P_{OUT}$ 、25 °C条件下测得	
<b>环境</b> 传导EMI		满足CISPR22B / EN55015B要求					1.2/50 $\mu$ s浪涌, IEC 1000-4-5, 串联电阻: 差模: 2 $\Omega$  500 A短路 串联电阻: 差模: 2 $\Omega$
输入浪涌 差模(L1-L2)			0.5		kV		
振铃波(100 kHz) 差模(L1-L2)			2.5		kV		
环境温度	$T_{AMB}$	-10	25		°C	自然对流, 海平面	



### 3 电路原理图

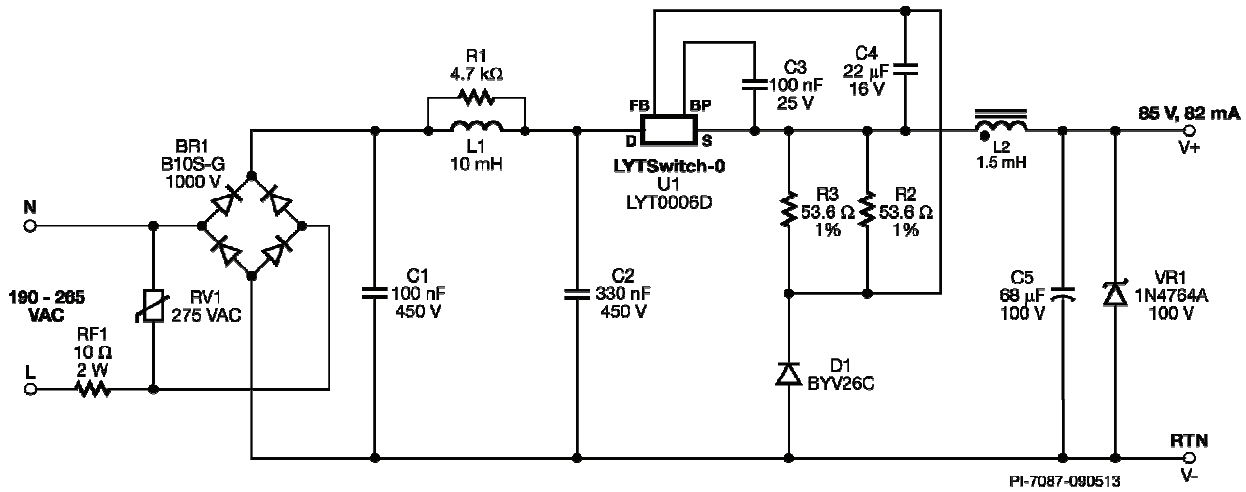


图4 - 电路原理图。齐纳二极管VR1是可选元件，用于提供一次性空载保护。  
有关其他的OVP保护选项，请参考应用指南AN-60。



## 4 电路描述

图3所示的电源在高端降压式配置中采用了LYT0006D (U1)，用以提供82 mA的恒流输出，输出电压为85 VDC。该电源用于驱动LED，而LED需要始终获得恒流(CC)驱动。

### 4.1 输入EMI滤波

保险丝RF1提供短路保护。桥式整流管BR1提供全波整流，以获得更高的功率因数。电容C1和C2以及共模扼流圈L1形成一个 $\pi$ 滤波器，用以满足传导EMI标准。电容C1和C2还可用来储存能量，以降低线路噪声和提供输入浪涌保护。

### 4.2 LYTSwitch-0

LYTSwitch-0产品系列经过全面优化，能够设计出简单的高性价比LED驱动器，它不仅具有良好的线电压调整率，而且温度调整范围介于0至100°C之间（LYTSwitch-0壳体温度）。PIXIs设计表格通过优化功率电感和检测电阻的选择可用来实现尽可能最佳的线电压调整率。优化设计的总输入电容可实现尽可能最高的功率因数以及线电压和负载调整率。

LYTSwitch-0产品系列具有内置的发热限制，可以在灯泡的工作温度过高时对电源提供保护。

降压式转换器级包括LYT0006D (U1)内的集成功率MOSFET开关、续流二极管(D1)、检测电阻（R2和R3）、功率电感L2和输出电容(C5)。转换器大部分时间都在非连续导通模式(DCM)下工作，以便限制反向电流的周期数。该设计选用了快速续流二极管，用来将开关损耗降至最小。

在电源转换器中使用了一个现成有售的标准电感，用来降低成本。

### 4.3 输出整流

快速输出二极管(D1)用来实现良好的效率和进行热管理。对于LED应用，环境温度通常高于70°C。推荐使用具有较低 $t_{RR}$ 值(<35 ns)的器件。

### 4.4 输出反馈

调整通过跳过开关周期得以维持。当输出电流增大时，进入反馈(FB)引脚的电压将随之升高。如果该电压超过 $V_{FB}$ ，将跳过随后的周期，直到电压降低到 $V_{FB}$ 以下。电流由R2和R3检测并由C4滤波，然后反馈至FB引脚，从而提高调整精度。实现良好的线电压调整率的关键在于，在计算出最小电感量后平衡功率电感和检测电阻的取值。

旁路电容(C4)连接在FB引脚和源极(S)引脚之间，有助于在检测输出电流时降低功耗。电容可以为FB引脚提供采样和维持反馈电流的信息。在FB引脚和C4之间不需要放置限流电阻，因为峰值电压不会超出器件的最大额定值。



#### 4.5 空载保护

本设计中集成了可选的一次性空载保护电路。在出现意外空载工作的情况，输出电容将受到VR1的保护。齐纳二极管VR1需要在故障后进行更换。有关其他的OVP保护选项，请参考应用指南AN-60。

在工作中（LED替换灯），负载始终保持连接，因此可去掉VR1以节省成本。如果使用该选项，为在板级测试中（制造过程中）提供保护，可对输入施加70 VAC的电压；如果测不到输出电流，则说明负载未连接。这种测试允许对电路板进行安全无损的初始上电，而不需要过压保护电路。





### 5 PCB布局

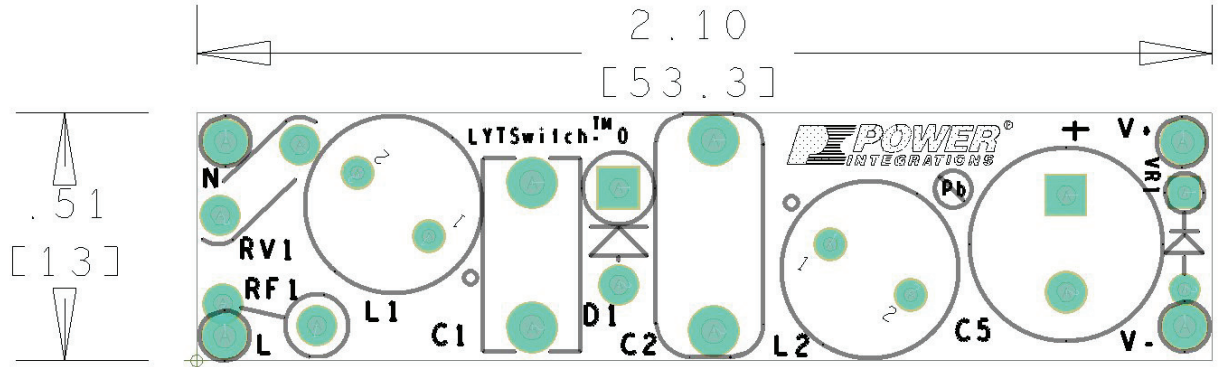


图5 - 印刷电路板布局 (顶视图)

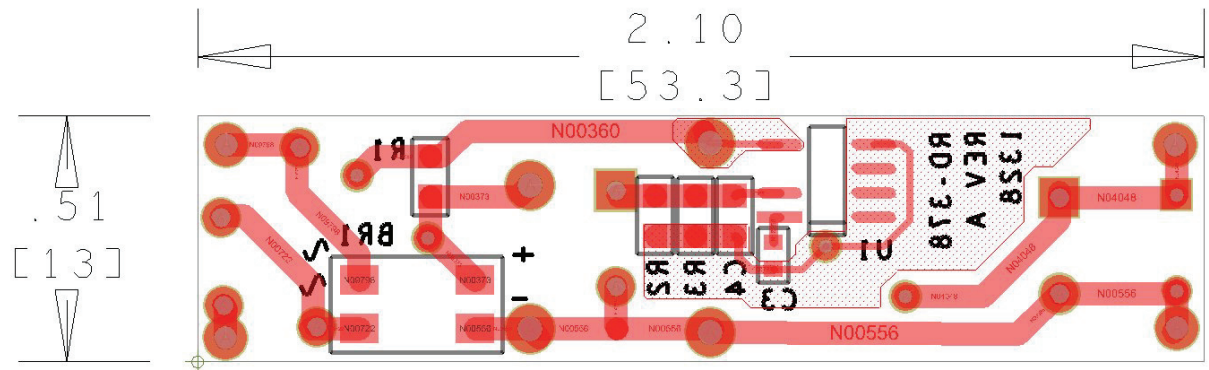


图6 - 印刷电路板布局 (底视图)



## 6 物料清单(BOM)

项	数量	参考序号	说明	生产商元件编号	生产厂商
<b>电气</b>					
1	1	BR1	1000 V, 0.8 A, 桥式整流管, SMD, MBS-1, 4-SOIC	B10S-G	Comchip Technology
2	1	C1	100 nF, 450 V, 薄膜	MEXXD31004JJ1	Duratech
3	1	C2	330 nF, 450 V, METALPOLYPRO	ECW-F2W334JAQ	Panasonic
4	1	C3	100 nF, 25 V, 陶瓷, X7R, 0603	VJ0603Y104KNXAO	Vishay
5	1	C4	22 $\mu$ F, 16 V, 陶瓷, X7R, 0805	C2012X5R1C226K	TDK
6	1	C5	68 $\mu$ F, 100 V, 电解, 通用, (10 x 16)	UHE2A680MPD	Nichicon
7	1	D1	600 V, 1 A, 超快速恢复, 30 ns, SOD57	BYV26C	Philips
8	1	L1	10 mH, 0.076 A, 20%	RL-5480-3-10000	Renco Elect
9	1	L2	1.5 mH, 0.250 A, 10%	RL-5480HC-3-1500	Renco Elect
10	1	R1	4.7 k $\Omega$ , 5%, 1/8 W, 厚膜, 0805	ERJ-6GEYJ472V	Panasonic
11	2	R2 R3	53.6 $\Omega$ , 1%, 1/8 W, 厚膜, 0805	ERJ-6ENF53R6V	Panasonic
12	1	RF1	10 $\Omega$ , 5%, 2 W, 线绕, 可熔	FW20A10R0JA	Bourns
13	1	RV1	275 V, 23 J, 7 mm, 径向	V275LA4P	Littlefuse
14	1	U1	LYTSwitch-0, SMD-8C	LYT0006D	Power Integrations
15	1	VR1	100 V, 5%, 1 W, DO-41	1N4764A-TAP	Vishay
<b>机械</b>					
16	1	WIRE(V-)	导线, UL1007,# 24 AWG, 黑色, PVC, 4"	1007-24/7-0	Anixter
17	1	WIRE (L)	导线, UL1007,# 24 AWG, 蓝色, PVC, 4"	1007-24/7-6	Anixter
18	1	WIRE(V+)	导线, UL1007,# 24 AWG, 红色, PVC, 4"	1007-24/7-2	Anixter
19	1	WIRE(N)	导线, UL1007,# 24 AWG, 白色, PVC, 4"	1007-24/7-9	Anixter
20	1	PCB	FR4, 0.31, 1 Oz Cu (0.51" X 2.1")		



## 7 电感设计表格

ACDC_LYTSwitchZero_052813: 修订版0.8: 版权所有 Power Integrations 2013	输入	信息	输出	单位	LYTSwitchZero_Rev_0-8.xls: LYTSwitchZero设计表格
<b>输入变量</b>					
VACMIN	190		190	Volts	最小AC输入电压
VACNOM	230		230		
VACMAX	265		265	Volts	最大AC输入电压
FL	50		50	Hertz	线电压频率
VO	85		85	Volts	输出电压
IO	82		82	mA	输出电流
Pout			6.97	W	
效率	0.91		0.91		总体效率估计值（调整以匹配 计算值，或输入实测效率）
CIN	0.43		0.43	uF	输入滤波电容
输入级电阻	4.7		4.7	ohms	输入级电阻、保险丝和滤波
开关拓扑结构			降压式		开关拓扑结构类型
<b>DC输入变量</b>					
VMIN			85	Volts	最小DC总线电压
VMAX			374.766594	Volts	
<b>LYTSwitchZero</b>					
LYTSwitchZero	LYT0006		LYT0006		
ILIMIT			0.375	Amp	典型电流限制
ILIMIT_MIN			0.33275	Amp	最小电流限制
ILIMIT_MAX			0.401	Amp	最大电流限制
FSMIN			62000	Hertz	最小开关频率
IRMS			85.25298	mA	通过LYTSwitch的预计RMS电流
VDS			4.8375	Volts	最大导通状态漏-源极电压降
<b>二极管</b>					
VD			0.7	Volts	续流二极管正向电压降
VRR			600	Volts	续流二极管推荐的PIV额定值
IF			1	Amp	推荐的二极管连续电流额定值
二极管推荐			BYV26C		建议的续流二极管
<b>输出电感</b>					
磁芯类型	现成有售		现成有售		在铁氧体磁芯与现成有售磁芯之间进 行选择
磁芯尺寸					选择磁芯尺寸
自定义磁芯					输入定制磁芯描述（如使用）
AE			不适用	mm <sup>2</sup>	磁芯等效截面积
LE			不适用	mm	磁芯等效路径长度
AL			不适用	nH/T <sup>2</sup>	无气隙磁芯等效电感量
BW			不适用	mm	骨架绕线宽度
NL			不适用		电感的圈数
BP			不适用	高斯	峰值磁通密度
LG			不适用	mm	气隙长度
OD			不适用		初级绕组最大线径（包括绝缘层）
INS			不适用		估计的总绝缘层厚度（= 2 * 膜厚度）
DIA			不适用		裸线直径
AWG			不适用		初级绕组的导线规格（如果计算出的 线径在两种标准线径之间，则使用较 小线规的导线）
CM			不适用		以Cmil为单位的裸线等效面积



CMA			不适用		!!! 提高 CMA > 200 (增加L (初级绕组层数), 减小NS, 使用较大磁芯)
L			不适用		
LP	1350		1350	uH	输出电感, 推荐的标准值
IO_Average			82.52548	mA	平均输出电流
ILRMS			176.4503	mA	估计的RMS电感电流 (在VMAX下)
<b>FEEDBACK COMPONENTS</b>					
RFB	26.8		26.8	Ohms	反馈电阻。使用最接近标准1%的值。
CFB			22	uF	反馈电容
<b>输出调整</b>					
IO_VACMIN			82.52548	mA	输出电流 (在VACMIN下)
IO_VACNOM			80.51328	mA	输出电流 (在VACNOM下)
IO_VACMAX			79.12785	mA	输出电流 (在VACMAX下)



## 8 性能数据

所有测量均在室温( $\approx 25^{\circ}\text{C}$ )下进行, 除非另有指定。

输入		输入测量				LED负载测量			效率 (%)	调整率 (%)
VAC ( $V_{\text{RMS}}$ )	频率 (Hz)	$V_{\text{IN}}$ ( $V_{\text{RMS}}$ )	$I_{\text{IN}}$ ( $\text{mA}_{\text{RMS}}$ )	$P_{\text{IN}}$ (W)	PF	$V_{\text{OUT}}$ ( $V_{\text{DC}}$ )	$I_{\text{OUT}}$ ( $\text{mA}_{\text{DC}}$ )	$P_{\text{OUT}}$ (W)		
190	50	190.20	54.85	7.449	0.714	81.4500	83.680	6.832	91.72	2.05
200	50	220.35	53.19	7.388	0.630	81.4400	82.620	6.740	91.23	0.76
220	50	230.22	52.27	7.332	0.609	81.4400	82.000	6.688	91.22	0.00
230	50	240.23	51.60	7.279	0.587	81.4300	81.390	6.637	91.18	-0.74
265	50	265.25	50.39	7.100	0.531	81.4000	79.050	6.442	90.73	-3.60
190	50	190.16	55.32	7.669	0.729	84.4900	83.260	7.052	91.95	1.54
200	50	220.35	52.81	7.598	0.653	84.4800	82.290	6.964	91.66	0.35
220	50	230.21	52.40	7.570	0.628	84.4800	81.840	6.925	91.48	-0.20
230	50	240.23	52.08	7.545	0.603	84.4700	81.390	6.885	91.25	-0.74
265	50	265.28	52.16	7.473	0.540	84.4600	80.300	6.790	90.86	-2.07
190	50	190.17	55.92	7.937	0.746	87.5700	83.230	7.306	92.05	1.50
200	50	220.35	53.01	7.833	0.671	87.5500	81.780	7.173	91.57	-0.27
220	50	230.22	52.54	7.798	0.645	87.5400	81.480	7.144	91.61	-0.63
230	50	240.34	52.22	7.773	0.619	87.5400	81.180	7.117	91.56	-1.00
265	50	265.26	51.80	7.719	0.562	87.5300	80.430	7.048	91.31	-1.91

表1 - 电源的原始数据



### 8.1 带载模式效率

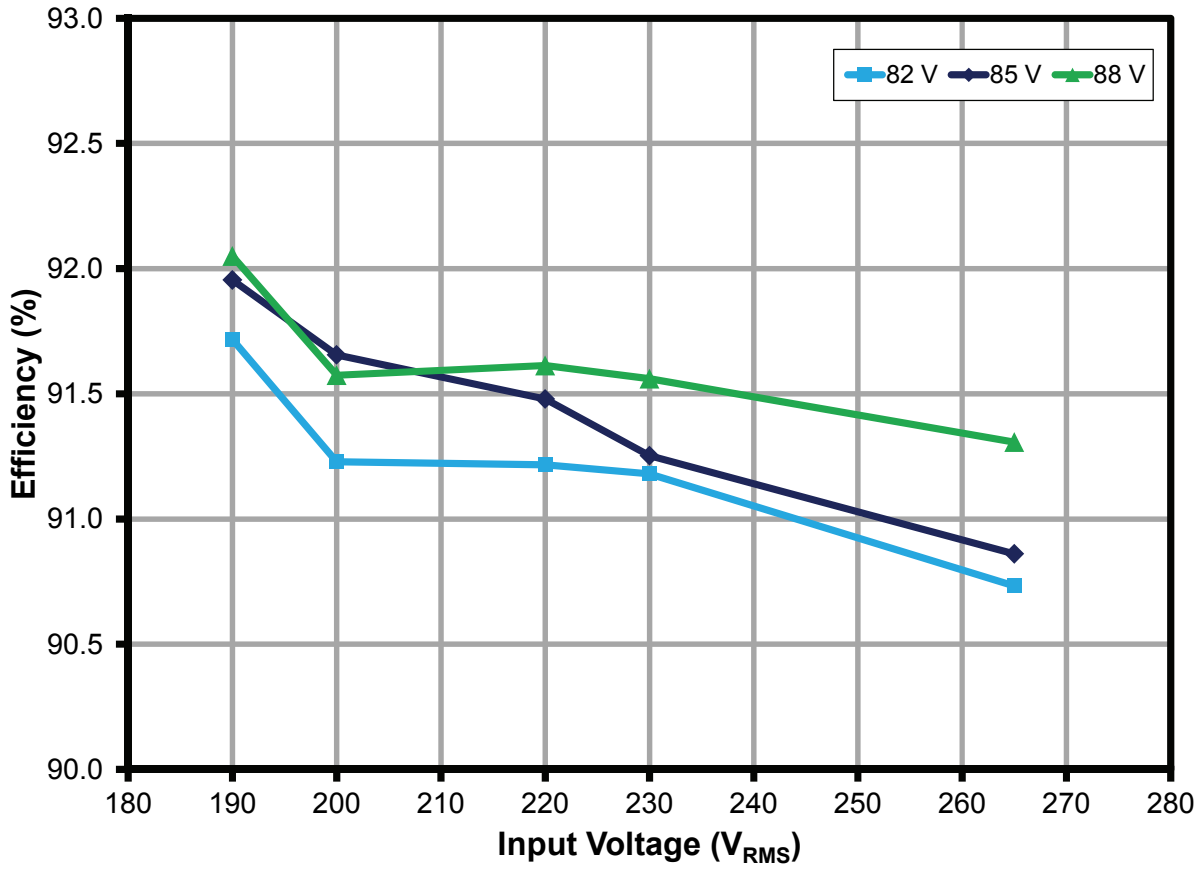


图7 - 不同AC输入电压下的效率，190-265 VAC (60 Hz)输入



## 8.2 输出电流调整

### 8.2.1 不同线电压和负载下的输出电流调整

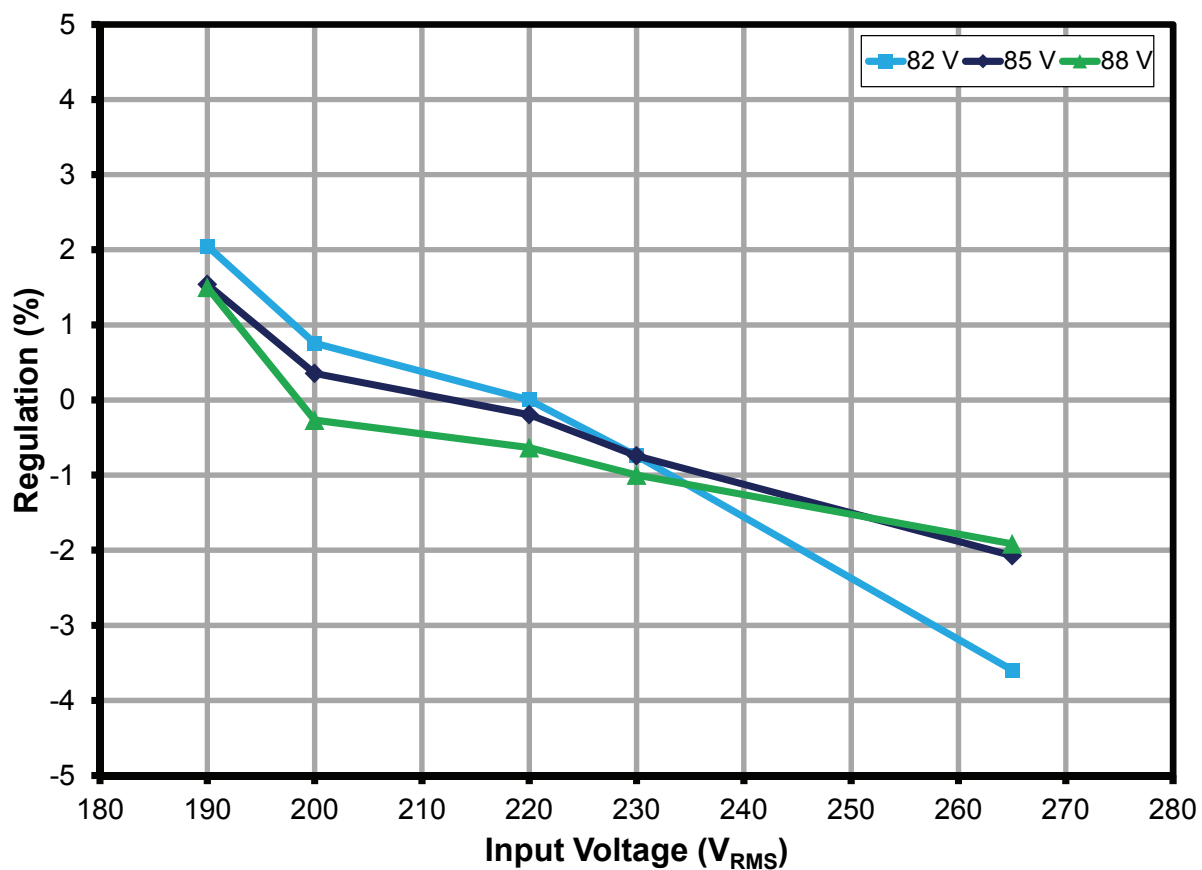


图8 - 负载调整率, 室温



## 9 热性能

### 9.1 所用设备

热处理室:	Tenney环境试验箱 型号: TJR-17 942	瓦特表:	Yokogawa功率表 型号: WT2000
交流电源供应器:	Chroma可编程交流电源供应器 型号: 6415	数据记录器:	Agilent



图9 - 用来防止气流通过被测电源的纸板箱所在的热处理室敞开式设置测量。

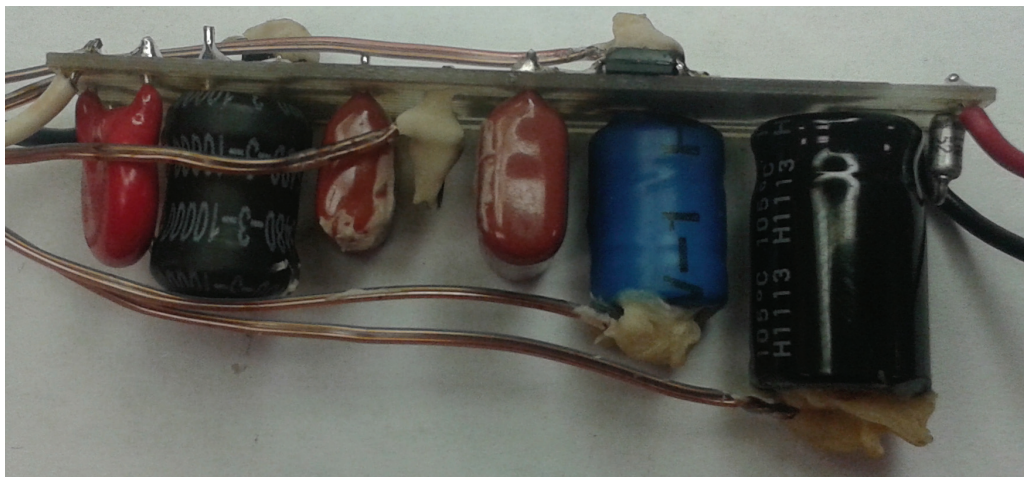


图10 - 热测量，热电偶设置







图11 - 密闭热测量设置

**注意：**测试中使用典型的A19外壳；壳体可能与市售照明灯系统，但不限制其应用。由最终客户来封闭驱动器和设计壳体。



## 9.2 热结果

### 9.2.1 负载: 85 V/82 m A LED负载

备注	内部环境温度 °C	BR °C	LYT0006D °C	L2: 功率电感 °C	输出电容 °C	输出二极管 °C
正常工作: 热处理室内, 敞开式 190 V/50 Hz	-10	-5.77	4.91	-2.24	-10.24	-0.15
	0	3.92	14.36	6.81	-0.98	9.28
	10	13.39	23.80	15.71	8.23	18.29
	20	23.10	33.37	25.10	17.89	28.07
	30	32.95	43.09	34.45	27.58	37.70
	40	42.64	52.69	43.71	37.16	47.12
	50	52.30	62.33	53.12	46.80	56.79
	60	61.92	71.65	61.98	55.77	66.10
	70	71.69	81.40	71.32	65.44	75.87
	80	81.52	91.33	80.89	75.19	85.60
	90	91.01	101.09	90.23	85.05	95.59
	100	101.31	110.97	99.85	94.78	105.34
110	111.48	121.03	109.71	105.11	115.51	
OTP: 190 V/50 Hz	117	119.28	129.15	117.55	112.42	123.19
恢复: 190 V/50 Hz	53	58.08	62.83	65.18	61.33	61.86
190 V/50 Hz密闭 (外部温度30°C)	64	54.28	78.39	74.10	70.15	67.79
265 V/50 Hz密闭 (外部温度30°C)	65	54.30	81.11	76.26	71.11	69.66

表2 - 热测量



### 9.3 热扫描

在25°C环境温度下进行敞开式热测量。在测量之前，被测电源连续工作1小时，以达到稳态。

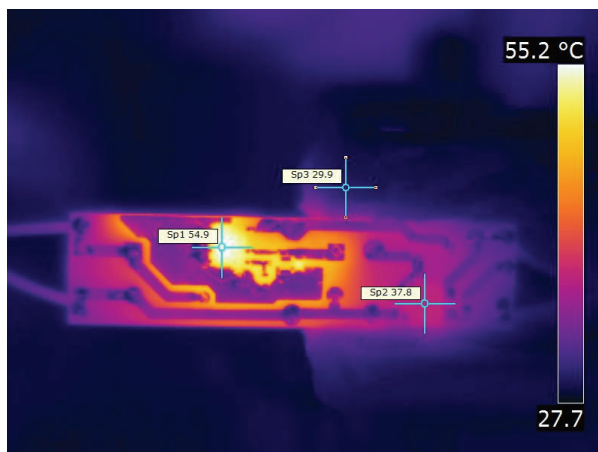


图12 – PCB底部的温度(°C)

SP1 – U1, LYT0006D  
SP2 – BR1, 桥式整流管  
SP3 – 环境温度

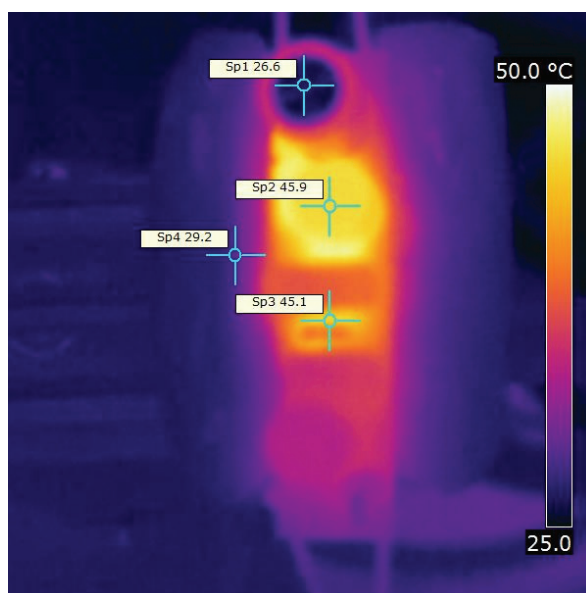


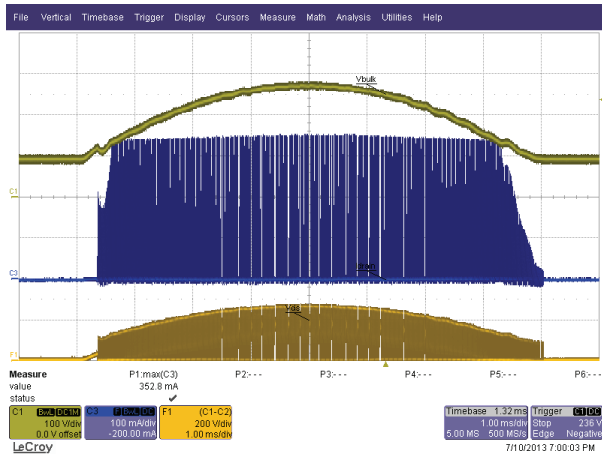
图13 – PCB顶部的温度(°C)

SP1 – 输出电容  
SP2 – L2, 功率电感  
SP3 – D1, 续流二极管  
SP4 – 环境温度

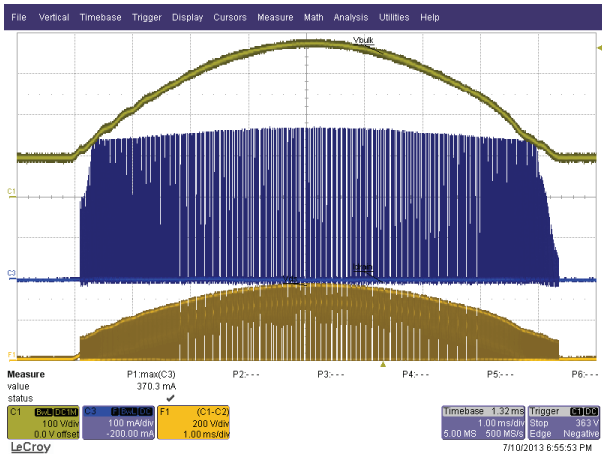
## 10 波形

### 10.1 漏极电压和电流, 正常工作

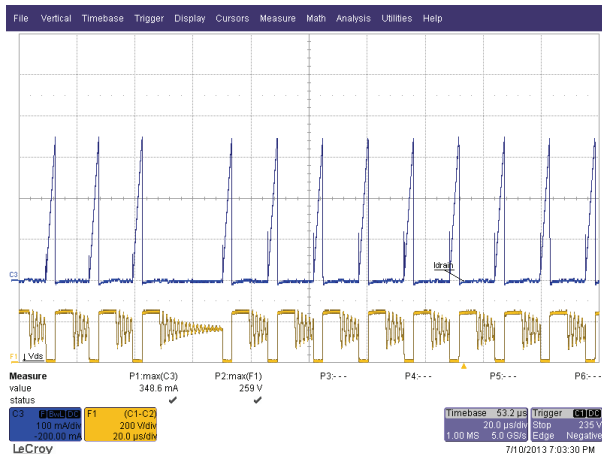
脉冲是丢失正常的, 它用来调整输出电流。脉冲丢失每次在检测电阻 (R2和R3) 的电压降达到1.65 V时出现。如果在50 ms内没有至少一次脉冲丢失, 电源将进入自动重启模式。对于有些电力电感较高且电路在 (大部分时间) 在CCM模式下工作的设计来说, 可能存在一段时间的反向电流。通过增大器件尺寸、或增大输入电容或添加一个漏极阻断二极管可以避免这种情况。有关详细信息, 请参阅应用指南AN-60。



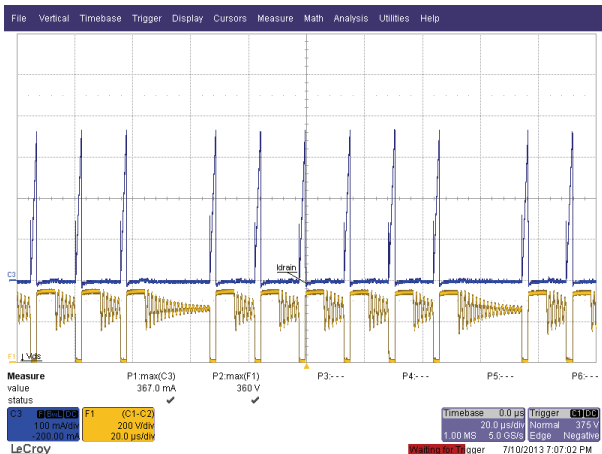
**图14** – 190 VAC, 50 Hz, 额定 $V_{LED}$ 负载  
 F1 (橙色):  $V_{D-S}$ , 200 V/格  
 Ch1 (黄色):  $V_{D-G}$ , 100 V/格  
 Ch3 (蓝色):  $I_{DRAIN}$ , 100 mA/格  
 时间量程: 1 ms/格



**图15** – 265 VAC, 50 Hz, 额定 $V_{LED}$ 负载  
 F1 (橙色):  $V_{D-S}$ , 200 V/格  
 Ch1 (黄色):  $V_{D-G}$ , 100 V/格  
 Ch3 (蓝色):  $I_{DRAIN}$ , 100 mA/格  
 时间量程: 1 ms/格



**图16** – 190 VAC, 50 Hz, 额定 $V_{LED}$ 负载  
 F1 (橙色):  $V_{D-S}$ , 200 V/格。  
 Ch3 (蓝色):  $I_{DRAIN}$ , 100 mA/格  
 时间量程: 20  $\mu$ s/格

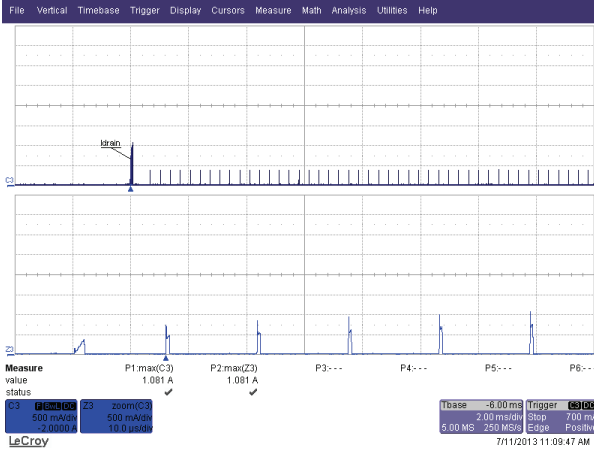


**图17** – 265 VAC, 50 Hz, 额定 $V_{LED}$ 负载  
 F1 (橙色):  $V_{D-S}$ , 200 V/格。  
 Ch3 (蓝色):  $I_{DRAIN}$ , 100 mA/格  
 时间量程: 20  $\mu$ s/格

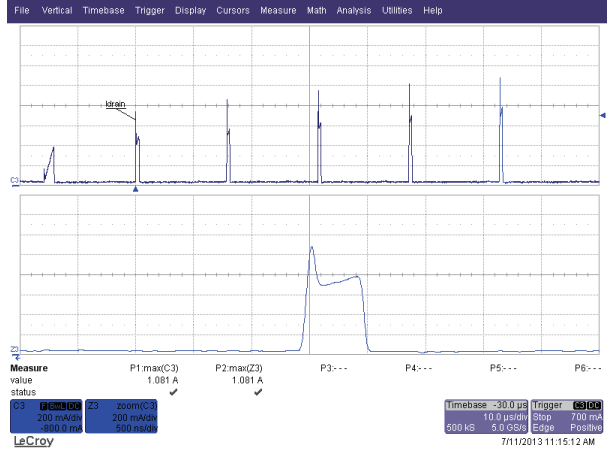


### 10.2 输出短路时的漏极电压和电流

器件在规格范围内工作，没有发现电感饱和。



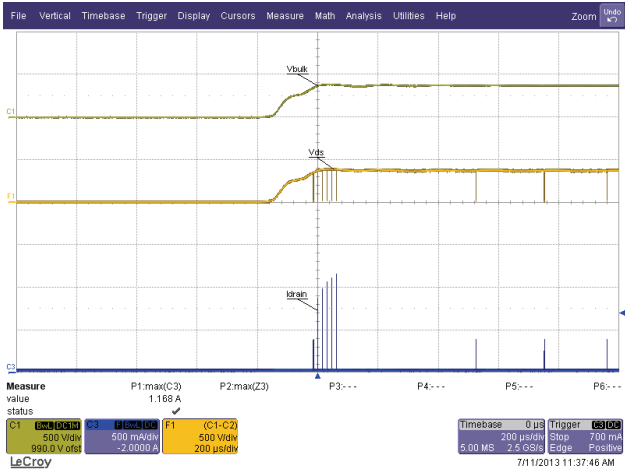
**图18** – LYT0006D输出短路。265 VAC。  
 Ch3:  $I_{DRAIN}$ , 0.5 A/格  
 时间量程: 2 ms/格  
 Z4:  $V_{D-S}$ , 0.5 A/格  
 缩放时间量程: 10  $\mu$ s/格



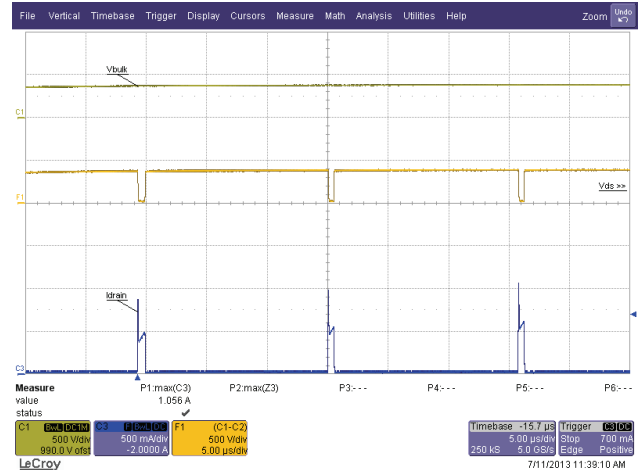
**图19** – LYT0006D输出短路。265 VAC。  
 Ch4:  $I_{DRAIN}$ , 0.2 A/格  
 时间量程: 10  $\mu$ s/格  
 Z4:  $V_{D-S}$ , 0.2 A/格  
 缩放时间量程: 500 ns/格

### 10.3 漏极电压和电流启动特征

器件在规格范围内工作，没有发现电感饱和。



**图20** – 265 VAC/50 Hz启动  
 Ch1: 批量输入, 500 V/格  
 Ch3: Z4:  $I_{DRAIN}$ , 0.5 A/格  
 时间量程: 200  $\mu$ s/格  
 F1:  $V_{D-S}$ , 500 V/格  
 缩放时间量程: 200  $\mu$ s/格



**图21** – 265 VAC/50 Hz启动  
 Ch1: 批量输入, 500 V/格  
 Ch3: Z4:  $I_{DRAIN}$ , 0.5 A/格  
 时间量程: 200  $\mu$ s/格  
 F1:  $V_{D-S}$ , 500 V/格  
 缩放时间量程: 200  $\mu$ s/格

### 10.4 输出电流启动特征

输出电流/光在一个AC周期内(<100 ms)出现。

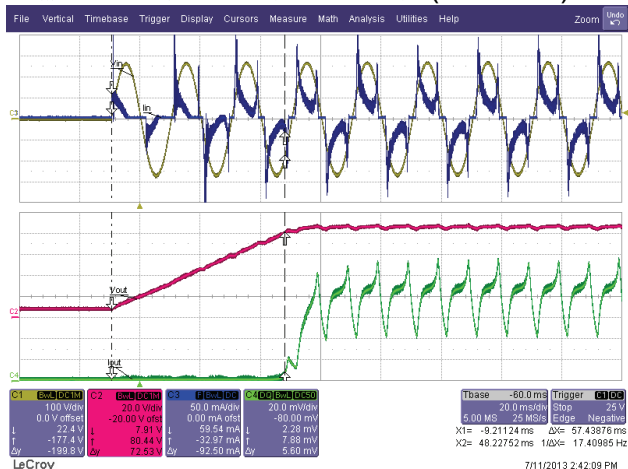


图22 – 190 VAC, 50 Hz, 额定 $V_{LED}$ 负载

- Ch1 (黄色) :  $V_{IN}$ , 100 V/格
- Ch2 (红色) :  $V_{OUT}$ , 20 V
- Ch3 (蓝色) :  $I_{IN}$ , 50 mA/格
- Ch4 (绿色) :  $I_{OUT}$ , 20 mA/格, 20 ms/格

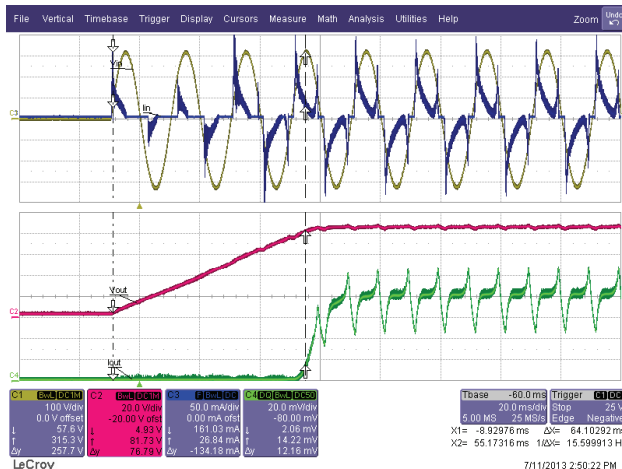


图23 – 230 VAC, 50 Hz, 额定 $V_{LED}$ 负载

- Ch1 (黄色) :  $V_{IN}$ , 100 V/格
- Ch2 (红色) :  $V_{OUT}$ , 20 V
- Ch3 (蓝色) :  $I_{IN}$ , 50 mA/格
- Ch4 (绿色) :  $I_{OUT}$ , 20 mA/格, 20 ms/格

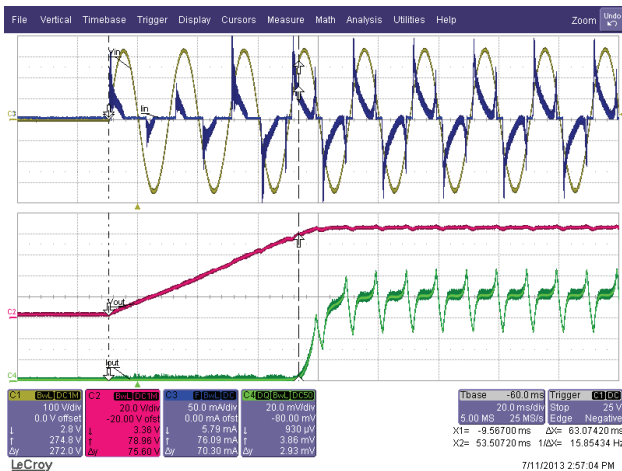


图24 – 240 VAC, 50 Hz, 额定 $V_{LED}$ 负载

- Ch1 (黄色) :  $V_{IN}$ , 100 V/格
- Ch2 (红色) :  $V_{OUT}$ , 20 V
- Ch3 (蓝色) :  $I_{IN}$ , 50 mA/格
- Ch4 (绿色) :  $I_{OUT}$ , 20 mA/格, 20 ms/格

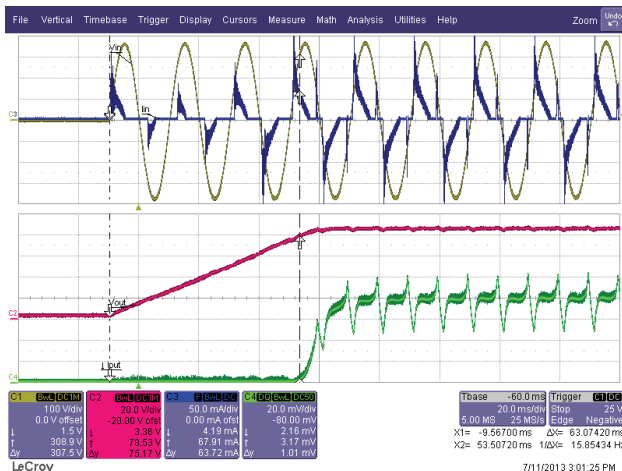


图25 – 265 VAC, 50 Hz, 额定 $V_{LED}$ 负载

- Ch1 (黄色) :  $V_{IN}$ , 100 V/格
- Ch2 (红色) :  $V_{OUT}$ , 20 V
- Ch3 (蓝色) :  $I_{IN}$ , 50 mA/格
- Ch4 (绿色) :  $I_{OUT}$ , 20 mA/格, 20 ms/格



### 10.5 输入-输出特征

对可以添加的输出电容量没有限制。如果应用要求较小的输出电流纹波，则增加输出电容是简单的方式。请注意，下面的输出电流波形将根据不同的LED负载阻抗而变化，也会则因LED类型而异。

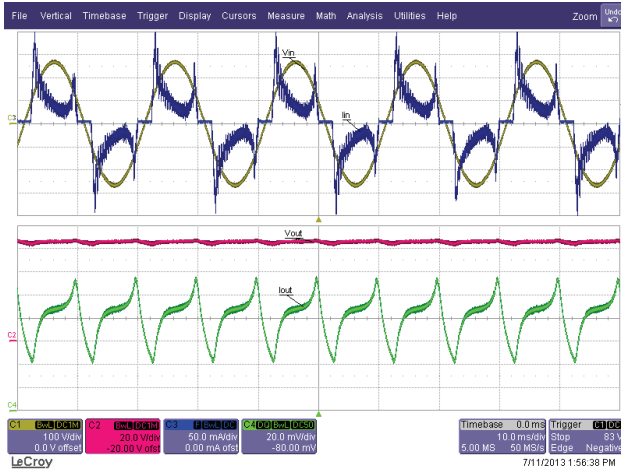


图26 – 190 VAC/50 Hz, 额定V<sub>LED</sub>负载

- Ch1 (黄色): V<sub>IN</sub>, 100 V/格
- Ch2 (红色): V<sub>OUT</sub>, 20 V
- Ch3 (蓝色): I<sub>IN</sub>, 50 mA/格
- Ch4 (绿色): I<sub>OUT</sub>, 20 mA/格, 10 ms/格

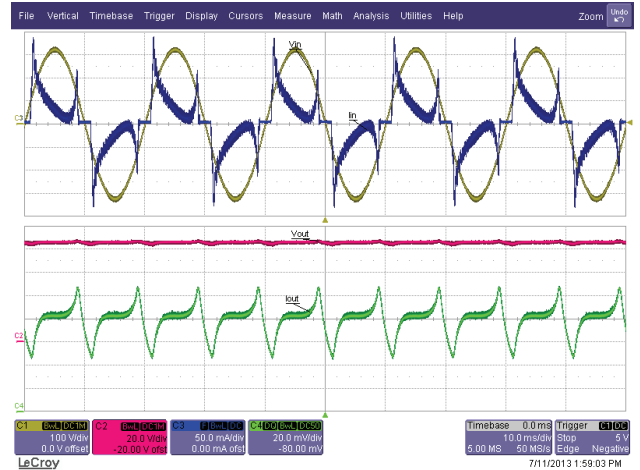


图27 – 230 VAC/50 Hz, 额定V<sub>LED</sub>负载

- Ch1 (黄色): V<sub>IN</sub>, 100 V/格
- Ch2 (红色): V<sub>OUT</sub>, 20 V
- Ch3 (蓝色): I<sub>IN</sub>, 50 mA/格
- Ch4 (绿色): I<sub>OUT</sub>, 20 mA/格, 10 ms/格

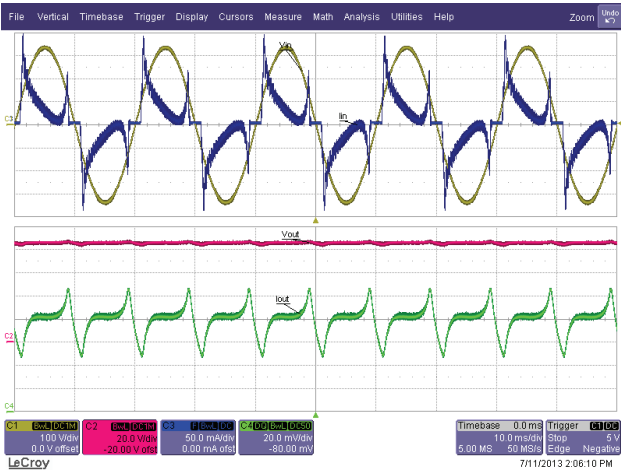


图28 – 240 VAC/50 Hz, 额定V<sub>LED</sub>负载

- Ch1 (黄色): V<sub>IN</sub>, 100 V/格
- Ch2 (红色): V<sub>OUT</sub>, 20 V
- Ch3 (蓝色): I<sub>IN</sub>, 50 mA/格
- Ch4 (绿色): I<sub>OUT</sub>, 20 mA/格, 10 ms/格

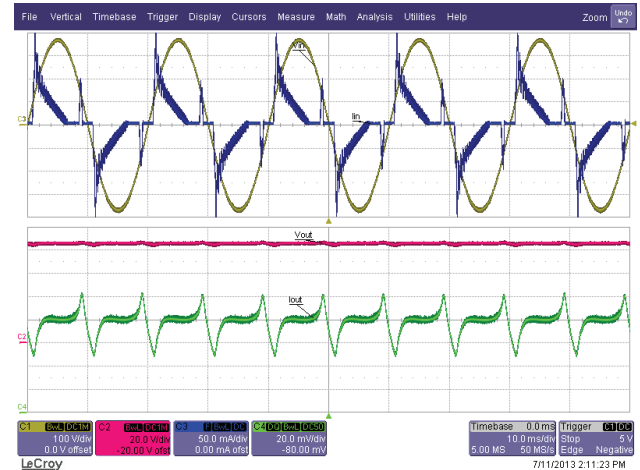
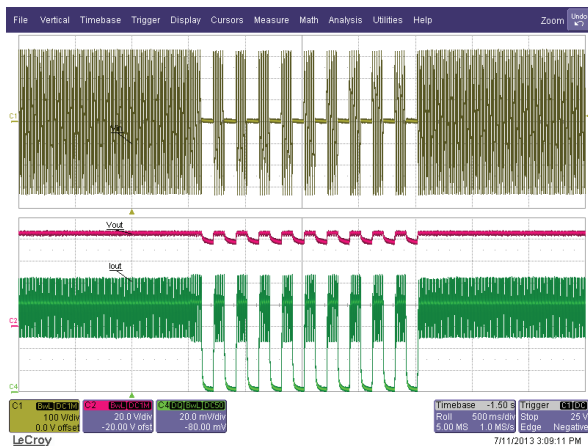


图29 – 265 VAC/50 Hz, 额定V<sub>LED</sub>负载

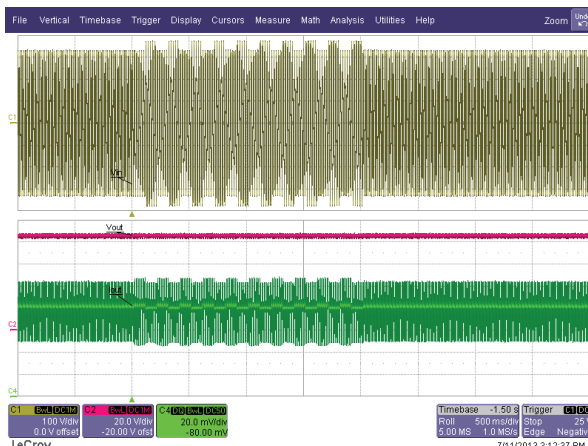
- Ch1 (黄色): V<sub>IN</sub>, 100 V/格
- Ch2 (红色): V<sub>OUT</sub>, 20 V
- Ch3 (蓝色): I<sub>IN</sub>, 50 mA/格
- Ch4 (绿色): I<sub>OUT</sub>, 20 mA/格, 10 ms/格

## 10.6 电压跌落和浪涌

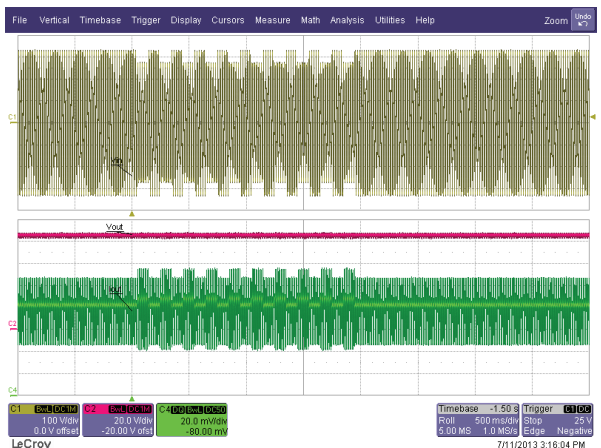
通过LYTSwitch-0产品系列实现的降压式转换器的一项内在优势是极难觉察的启动延迟，驱动器将在100 ms内导通，如下面图表所示。在线电压波动测试期间，没有任何元件发生故障。



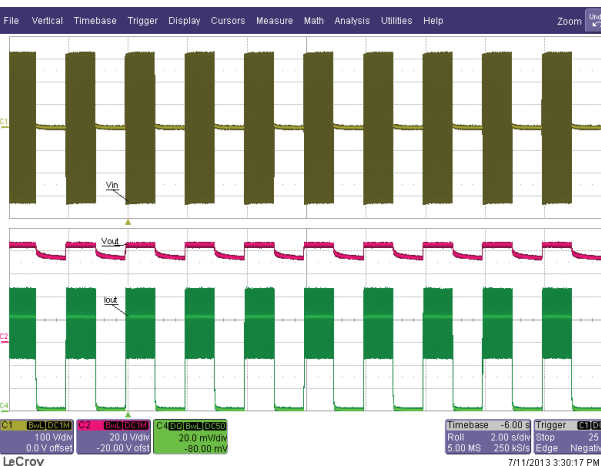
**图30** – 线电压跌落测试，230 - 0 V，间隔0.1秒  
Ch1:  $V_{IN}$ ，100 V/格  
Ch2:  $V_{OUT}$ ，20 V/格  
Ch4:  $I_{OUT}$ ，50 mA/格  
时间量程：500 ms/格



**图31** – 输入浪涌测试，230 - 265 V，间隔0.1秒  
Ch1:  $V_{IN}$ ，100 V/格  
Ch2:  $V_{OUT}$ ，20 V/格  
Ch4:  $I_{OUT}$ ，50 mA/格  
时间量程：500 ms/格



**图32** – 输入浪涌测试，230 - 190 V，间隔0.1秒  
Ch1:  $V_{IN}$ ，100 V/格  
Ch2:  $V_{OUT}$ ，20 V/格  
Ch4:  $I_{OUT}$ ，50 mA/格  
时间量程：500 ms/格



**图33** – 线电压跌落测试，230 - 0 V，间隔1秒  
Ch1:  $V_{IN}$ ，100 V/格  
Ch2:  $V_{OUT}$ ，20 V/格  
Ch4:  $I_{OUT}$ ，50 mA/格  
时间量程：2 s/格





### 10.7 一次性空载保护

本参考设计具备一次性空载保护。齐纳二极管VR1需要在故障后进行更换。

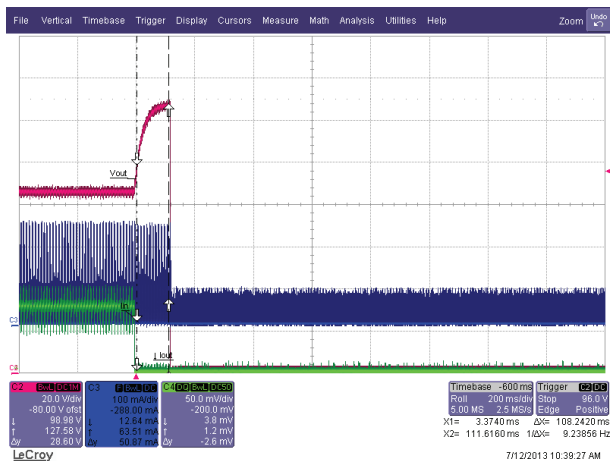


图34 – 负载断开时的空载保护。265 V/50 Hz

Ch2:  $V_{OUT}$ , 20 V/格

Ch3:  $I_{DRAIN}$ , 100 mA/格

Ch3:  $I_{OUT}$ , 50 mA/格

时间量程: 200 ms/格

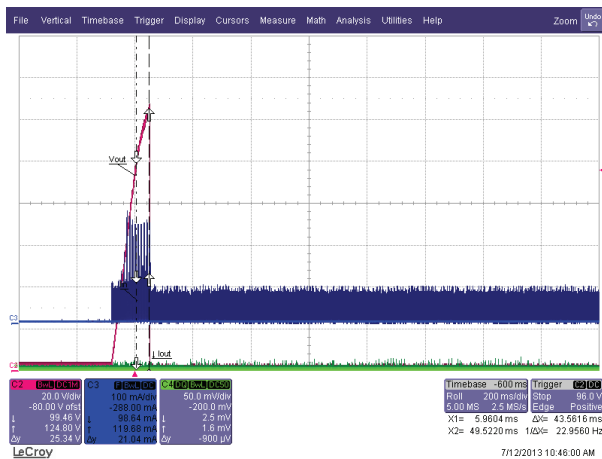


图35 – 空载启动。265 V/50 Hz

Ch2:  $V_{OUT}$ , 20 V/格

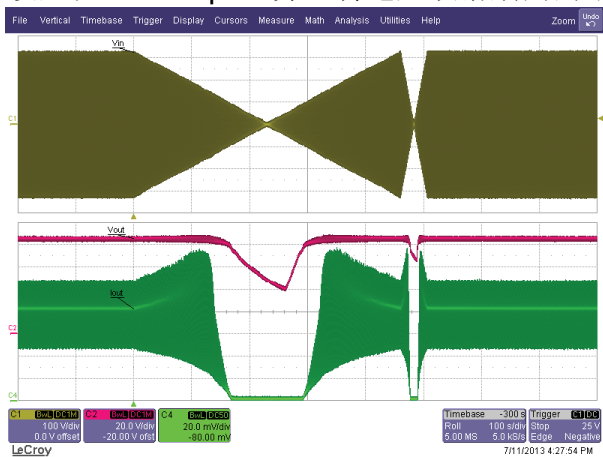
Ch3:  $I_{DRAIN}$ , 100 mA/格

Ch3:  $I_{OUT}$ , 50 mA/格

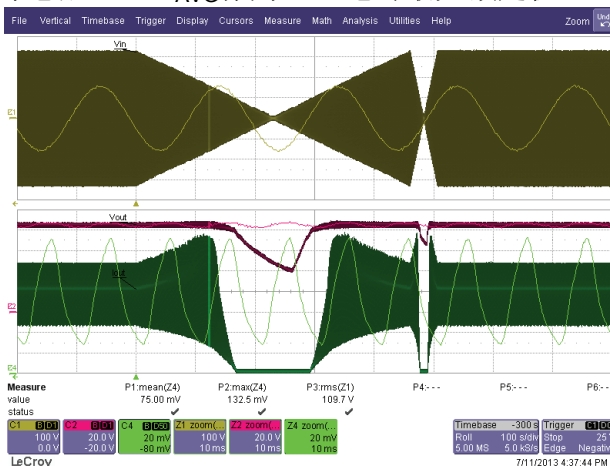
时间量程: 200 ms/格

### 10.8 电压跌落/缓升

在1 V/秒和10 V/秒AC切入和截止的电压跌落测试期间，无任何元件发生故障。将峰值电流设置在132 mA<sub>pk</sub>，并且将电压跌落期间的平均电流75 mA<sub>AVG</sub>作为LED绝对最大额定值。



**图36** – 电压跌落测试，1 V/秒和10 V/秒。  
 电源能够正常操作，而无人任何故障和闪烁。230 V - 0 - 230 V  
 Ch1: V<sub>IN</sub>，100 V/格  
 Ch1: V<sub>OUT</sub>，20 V/格  
 Ch3: I<sub>OUT</sub>，20 mA/格  
 时间量程：100 s/格



**图37** – 电压跌落测试，1 V/秒和10 V/秒。  
 电源能够正常操作，而无人任何故障和闪烁。230 V - 0 - 230 V  
 Ch1: V<sub>IN</sub>，100 V/格  
 Ch1: V<sub>OUT</sub>，20 V/格  
 Ch3: I<sub>OUT</sub>，20 mA/格  
 时间量程：100 s/格



## 11 输入浪涌

根据IEC61000-4-5中规定的测试方法，差模输入线500V / 50  $\mu$ s浪涌测试在单个测试电源上完成。输入电压设置为230 VAC/60 Hz。施加完全输出负载，在每次浪涌测试后验证工作状态。

浪涌水平 (V)	输入电压(VAC)	注入位置	注入相位 (°)	测试结果 (通过/失败)
+500	230	L到N	90	通过
-500	230	L到N	90	通过
+500	230	L到N	270	通过
-500	230	L到N	270	通过
+500	230	L到N	0	通过
-500	230	L到N	0	通过

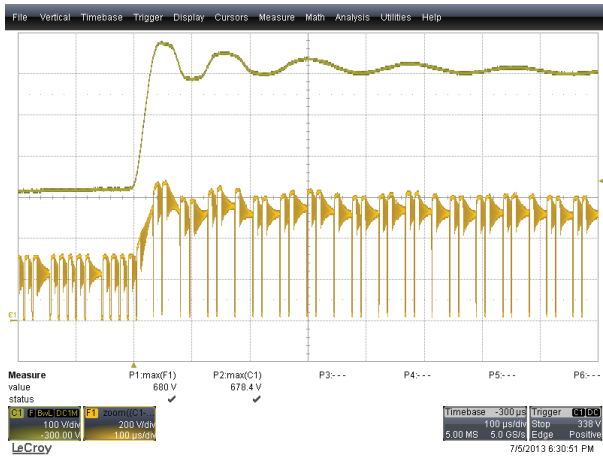
被测电源在所有测试条件下均通过测试。

根据IEC61000-4-5中规定的测试方法，差模振铃输入浪涌测试在单个测试电源上完成。输入电压设置为230 VAC/60 Hz。施加完全输出负载，在每次浪涌测试后验证工作状态。

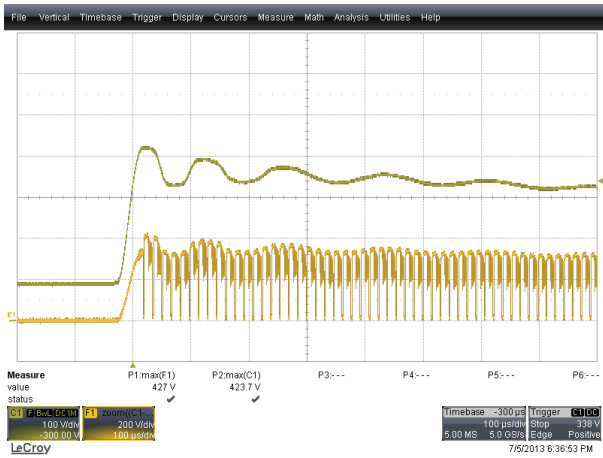
浪涌水平 (V)	输入电压(VAC)	注入位置	注入相位 (°)	测试结果 (通过/失败)
+2500	230	L到N	90	通过
-2500	230	L到N	90	通过
+2500	230	L到N	270	通过
-2500	230	L到N	270	通过
+2500	230	L到N	0	通过
-2500	230	L到N	0	通过

被测电源在所有测试条件下均通过测试。

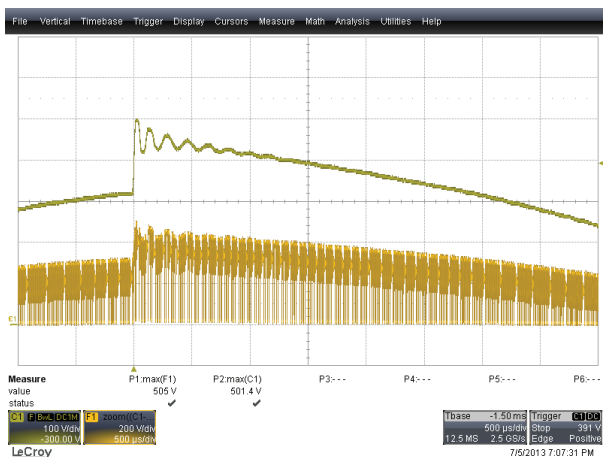




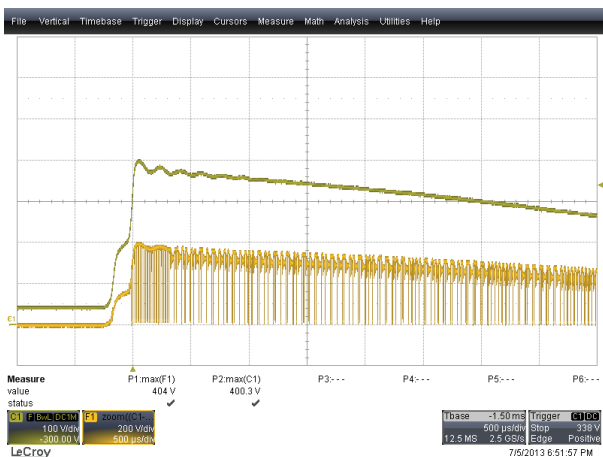
**图38** – 差模输入浪涌，500 V/90°记录的  
漏极峰值电压为680 V  
Ch1:  $V_{BULK}$ , 100 V/格  
F1:  $V_{DRAIN}$ , 200 V/格  
时间量程: 100  $\mu$ s/格



**图39** – 差模输入浪涌，500 V/90°记录的  
漏极峰值电压为427 V  
Ch1:  $V_{BULK}$ , 100 V/格  
F1:  $V_{DRAIN}$ , 200 V/格  
时间量程: 100  $\mu$ s/格



**图40** – 差模振铃浪涌，2500 V/90°记录的  
漏极峰值电压为505 V  
Ch1:  $V_{BULK}$ , 100 V/格  
F1:  $V_{DRAIN}$ , 200 V/格  
时间量程: 500  $\mu$ s/格



**图41** – 差模振铃浪涌，2500 V/0°记录的  
漏极峰值电压为404 V  
Ch1:  $V_{BULK}$ , 100 V/格  
F1:  $V_{DRAIN}$ , 200 V/格  
时间量程: 500  $\mu$ s/格



## 12 传导EMI



图42 – 根据EN55015标准在一个圆锥形金属壳体内对替换灯进行验证



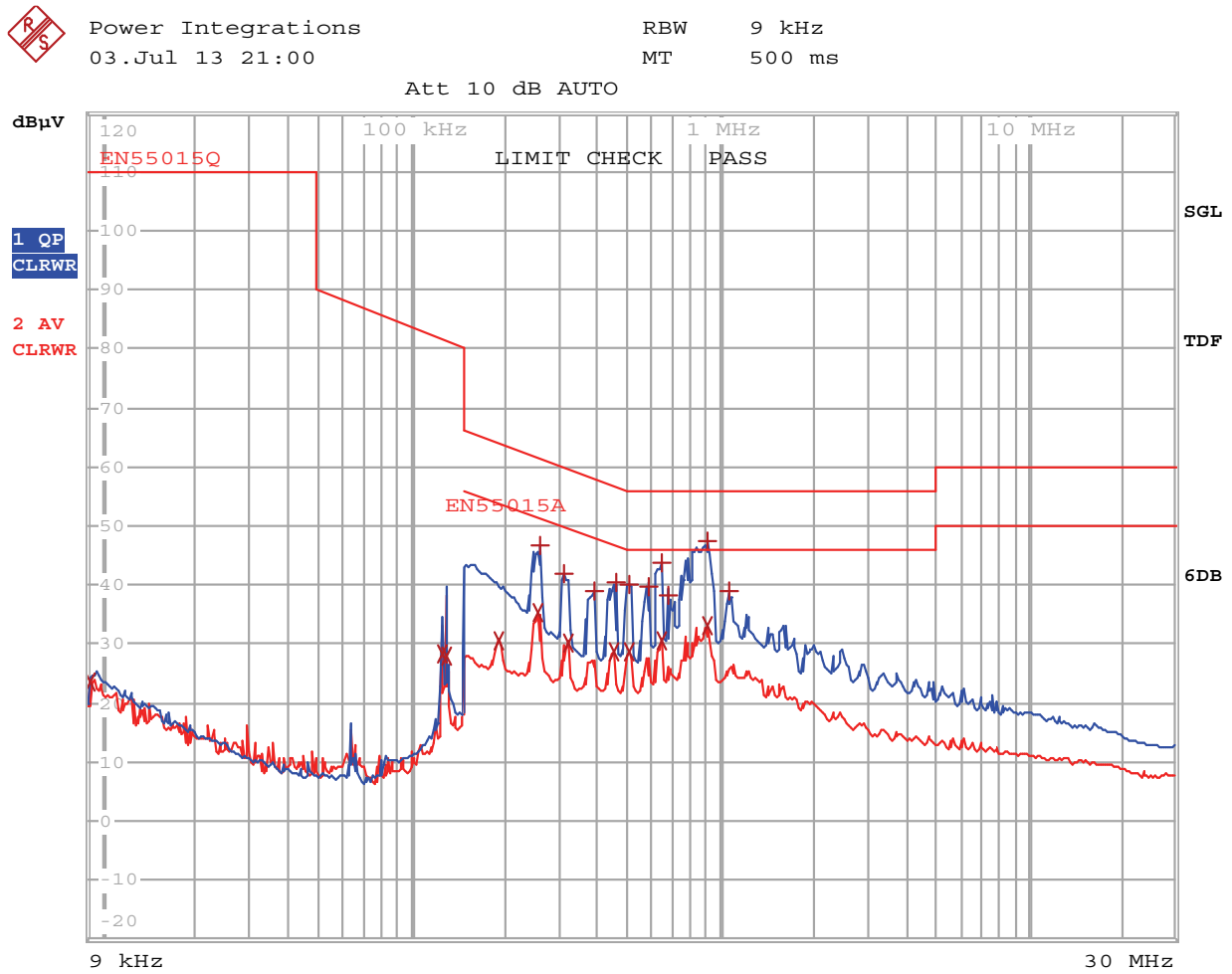


图43 – 传导EMI，最大稳态负载，230 VAC/60 Hz，EN55015 B限值。将电源密闭在典型的A19替换灯泡壳体内。



TRACE	FREQUENCY	LEVEL dB $\mu$ V	DELTA LIMIT dB
Trace1:	EN55015Q		
Trace2:	EN55015A		
Trace3:	---		
2 Average	9.09 kHz	23.57 N gnd	
2 Average	125.720633819 kHz	28.32 N gnd	
2 Average	129.530094744 kHz	27.83 L1 gnd	
2 Average	192.364799253 kHz	30.64 L1 gnd	-23.29
2 Average	256.711570318 kHz	35.38 N gnd	-16.15
1 Quasi Peak	259.278686021 kHz	46.59 L1 gnd	-14.85
1 Quasi Peak	310.135545783 kHz	42.05 L1 gnd	-17.90
2 Average	322.728292586 kHz	30.28 N gnd	-19.35
1 Quasi Peak	389.890938834 kHz	39.15 L1 gnd	-18.90
2 Average	452.651275966 kHz	28.63 N gnd	-18.19
1 Quasi Peak	457.177788726 kHz	40.31 N gnd	-16.42
1 Quasi Peak	505.008700673 kHz	40.18 L1 gnd	-15.81
2 Average	510.05878768 kHz	28.59 N gnd	-17.40
1 Quasi Peak	586.299423673 kHz	39.77 L1 gnd	-16.22
1 Quasi Peak	647.639315505 kHz	43.74 L1 gnd	-12.25
2 Average	647.639315505 kHz	30.70 N gnd	-15.29
1 Quasi Peak	680.675429436 kHz	38.42 L1 gnd	-17.57
1 Quasi Peak	908.363999266 kHz	47.31 L1 gnd	-8.68
2 Average	908.363999266 kHz	33.01 N gnd	-12.98
1 Quasi Peak	1.06512822736 MHz	39.04 L1 gnd	-16.95

**表3** – 传导EMI, 最大稳态负载, 230 VAC/60 Hz, EN55015 B限值。将电源密闭在典型的A19替换灯泡壳体内。



### 13 版本历史

日期	作者	修订版本	说明和变更	审核者
2013年10月4日	JDC	1.0	初始版本	Apps & Mktg





**有关最新产品信息, 请访问: [www.powerint.com](http://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](http://www.powerint.com). Power Integrations grants its customers a license under certain patent rights as set forth at <http://www.powerint.com/ip.htm>.

The PI Logo, TOPSwitch, TinySwitch, LinkSwitch, DPA-Switch, PeakSwitch, CAPZero, SENZero, LinkZero, HiperPFS, HiperTFS, HiperLCS, Qspeed, EcoSmart, Clampless, E-Shield, Filterfuse, StackFET, PI Expert and PI FACTS are trademarks of Power Integrations, Inc. Other trademarks are property of their respective companies. ©Copyright 2012 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](mailto: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](mailto:eurosales@powerint.com)

**日本**

Kosei Dai-3 Building  
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@powerint.com](mailto:japansales@powerint.com)

**台湾**

5F, No. 318, Nei Hu Rd.,  
Sec. 1  
Nei Hu District  
Taipei 114, Taiwan R.O.C.  
Phone: +886-2-2659-4570  
Fax: +886-2-2659-4550  
e-mail: [taiwansales@powerint.com](mailto: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: +86-021-6354-6323  
Fax: +86-021-6354-6325  
e-mail: [chinasales@powerint.com](mailto:chinasales@powerint.com)

**印度**

#1, 14<sup>th</sup> Main Road  
Vasanthanagar  
Bangalore-560052  
India  
Phone: +91-80-4113-8020  
Fax: +91-80-4113-8023  
e-mail: [indiasales@powerint.com](mailto: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](mailto: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](mailto:eurosales@powerint.com)

**中国 (深圳)**

3<sup>rd</sup> Floor, Block A, Zhongtuo  
International Business Center, No.  
1061, Xiang Mei Road, FuTian District,  
ShenZhen, China, 518040  
Phone: +86-755-8379-3243  
Fax: +86-755-8379-5828  
e-mail: [chinasales@powerint.com](mailto:chinasales@powerint.com)

**意大利**

Via Milanese 20, 3<sup>rd</sup> Fl.  
20099 Sesto San Giovanni  
(MI) Italy  
Phone: +39-024-550-8701  
Fax: +39-028-928-6009  
e-mail: [eurosales@powerint.com](mailto: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](mailto:singaporesales@powerint.com)

**技术支持热线**

World Wide +1-408-414-9660

**技术支持传真**

World Wide +1-408-414-9760

