

# Design Example Report

## DER-PT4207-1

标题	基于 PT4207 的通用 LED 日光灯驱动方案
规格	输入: 85-265Vac 负载: LED 阵列, 串联灯数 $\leq$ 12, 电流 $\leq$ 350mA
	输入: 175-265Vac 负载: LED 阵列, 12 $\leq$ 串联灯数 $\leq$ 32, 电流 $\leq$ 350mA
用途	T8, T10 LED 日光灯
作者	系统应用部
发布日期	2010-5-25
版本号	1.1
版本历史	1.0 文档发布 1.1 添加了 BOM 表的注示 2

### <概述>

PT4207 是华润矽威推出的一款可用于市电输入，非隔离系统的高频降压 LED 驱动芯片。采用特殊的恒流控制方式，实现了系统低成本，高效率，恒流的高精度，内置 350mA MOS 管，可驱动 3W-36W LED 系统；并提供额外管脚用于驱动外置 MOS 管，提供更大功率输出；调光管脚可提供 PWM 调光和线性调光功能。

本文将介绍基于 4207 的 6W（12 串 7 并）和 25W（24 串 15 并）LED 日光灯的驱动方案，并在最后给出其他不同应用的参数选择。

### <基本特性>

- ◆ 交流市电输入非隔离高频开关降压恒流模式
- ◆ 填谷式无源功率因数校正
- ◆ 恒流精度±4%（包括线性调整率±2%，温度特性±4%）
- ◆ 效率可达 94%
- ◆ 可轻松装入 T8，T10 日光灯管
- ◆ 通过 EN55015B，EN61000-3-3
- ◆ 具有开路保护，短路保护，输出反接保护功能

### <电气参数>

项目	符号	最小	典型	最大	单位	说明
输入电压	Vin	85		265	Vac	6W 方案
		175		265		25W 方案
输入频率	fline	47	50/60	64	Hz	
功率因数	PF	0.7				6W 方案
		0.89				25W 方案
输出电压	Vout		40		V	6W 方案
			80			25W 方案
输出纹波	Vripple		250		mVp-p	6W 方案
			1000			25W 方案
输出电流	Iout	138	144	150	mA	6W 方案
		288	300	312		25W 方案
输出电流精度	Δ Iout		4		%	输入线调整率
			10			温度特性
输出功率	Po		5.46		W	6W 方案
			23.4			25W 方案
效率	η	85			%	6W 方案
		89				25W 方案
工作温度	Ta	-20		80	℃	
传导 EMI		通过 EN55015B，余量 10dB				
电压波动 (Flicker)		通过 EN61000-3-3				

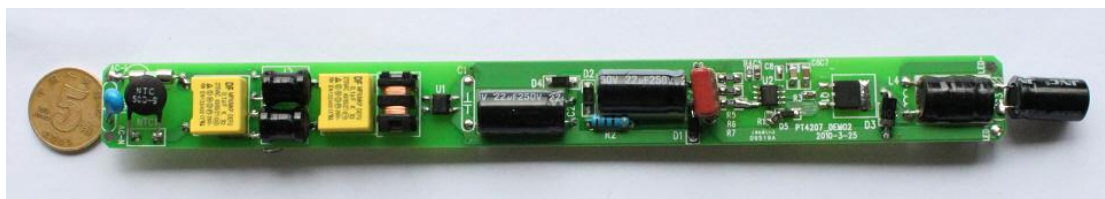
**<实物图>**


图 1-实物图

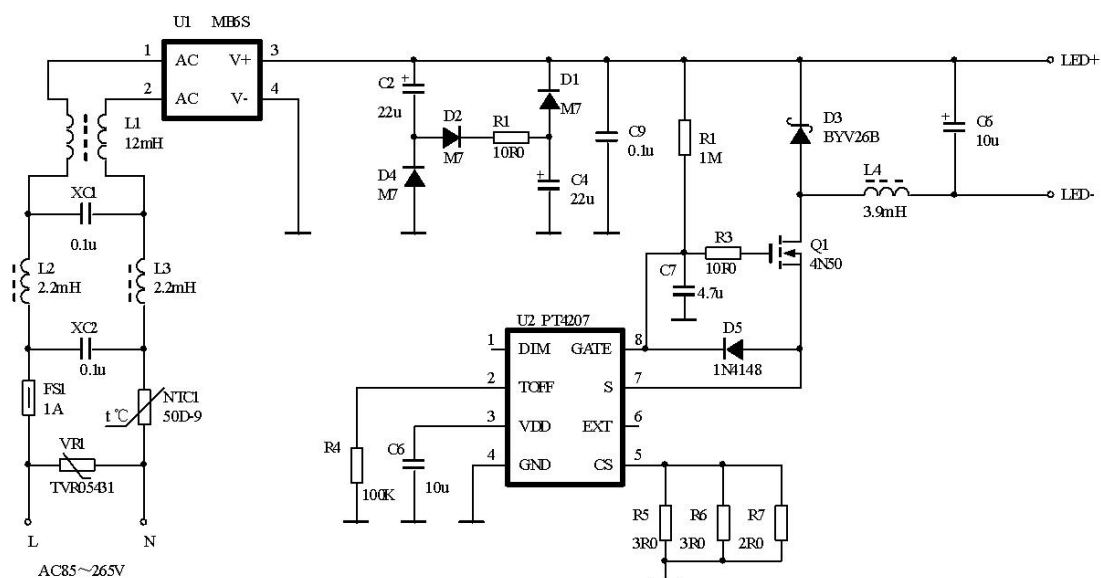
**<线路图和电路原理>**


图 2-线路图 (25W 方案)

如图 2，交流市电输入接口有保险丝 FS1，抗浪涌的负温度系数热敏电阻 NTC1，以及抗雷击的压敏电阻 VR1 作为电路的输入保护。之后是安规电容 XC1，XC2，差模电感 L2，L3，共模滤波器 L1，组成的滤波电路，使得系统得以轻松通过 EN55015B 的传导 EMI 测试。U1 是全桥整流，内部是 4 个高压硅二极管。C2，C4，D1，D2，D4，R1 组成填谷式功率因数校正电路，可有效改善谐波失真和功率因数。C9 是聚丙烯电容，起过滤高频毛刺的作用。R1 是启动电阻，经过芯片内部齐纳管的钳位后给芯片供电。R4 是关断时间设定电阻（详细信息可查看芯片规格书）。芯片 PT4207 的内部 MOS 管，高压 MOS 管 Q1，快速恢复二极管 D3，功率电感 L4，采样电阻 R5-R7，组成了自举式（悬浮式）Buck 电路，给负载供电。R5-R7 同时也是电流采样电阻，采样通过芯片内部 MOS 管的峰值电流，反馈给芯片进行 PWM 控制，从而达到恒流效果。

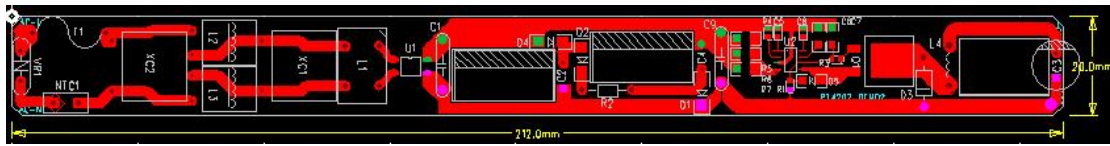
**<PCB Layout 图>**


图 3-Layout 图（尺寸 212mm×20mm）

**<BOM>**

Item	Reference	Part Type	Manufacturer
1	C9	聚丙烯电容, 0.1u/400V	VISHAY
2	C2,C4	电解电容, 22u/250V, 10mm*20mm	SAWHA
3	C3	电解电容, 10uF/400V, 10mm*16mm	SAWHA
4	C6	陶瓷贴片电容, 10uF/10V, 1206	KEMET
5	C7	陶瓷贴片电容, 4.7uF/50V, 1206	KEMET
6	XC1,XC2	X2 电容, 0.1uF/275VAC	VISHAY
7	D1,D2,D4	二极管, M7, 1A/700V	SIYU
8	D3	雪崩二极管 BYV26B 或 BYV26C 或快速恢复 二极管 UF204, 2A/400V	PANJIT
9	D5	快恢复二极管, 1N4148, 1A/75V	VISHAY
10	F1	保险丝, 1A/250V	COOPER
11	L1	共模电感, 12mH, 5.5R ohm@100Hz, UF7.5	COILCRAFT
12	L2,L3	功率电感, 2.2mH, 4R@100Hz, Φ 8×11mm	COILCRAFT
13	L4	功率电感, 3.9mH, 11R@40KHz, Φ 11×17mm	COILCRAFT
14	NTC1	负温度系数热敏电阻, 50D-9, 50R, Φ 9mm	EPCOS
15	Q1	N-MOS, 4N50, TO252	ST
16	R1	贴片电阻, 1M, 1206	YAGEO
17	R2	金属膜电阻, 10R/1W	YAGEO
18	R3	贴片电阻, 10R, 0805	YAGEO
19	R4	贴片电阻, 100k 1%, 0805	YAGEO
20	R5,R6	贴片电阻, 3R 1%, 1206	YAGEO
21	R7	贴片电阻, 2R 1%, 1206	YAGEO
22	U1	整流桥, MB6S, 0.5A/600V	GENERAL SEMICONDUCTOR
23	U2	驱动芯片, PT4207, SOP8	POWTECH
24	VR1	压敏电阻, TVR05431, 430V	VOLTTTS

注: 1) 以上为 25W 方案 BOM, 6W 方案只需将 R5, R6 分别换成 3R 和 5.1R, R7 不焊。

2) Io 大于 300mA 时, 应考虑 Vf 小的续流二极管 D3 采用 2A/400V, 提高系统效率和可靠性。

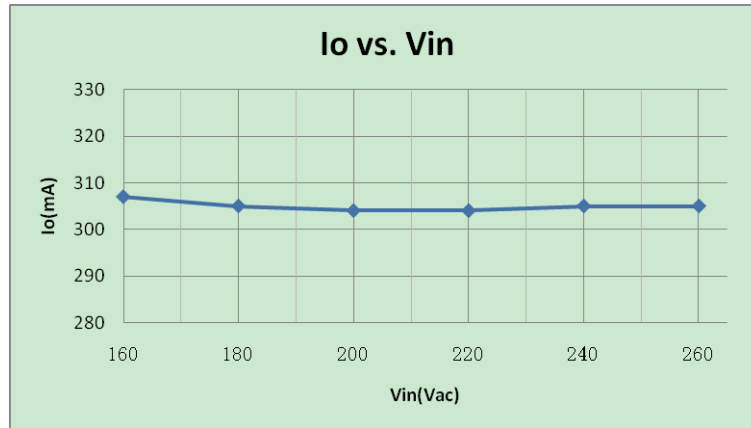
**<测试结果>**
**1) 线调整率 (输出电流  $I_o$  vs. 输入电压  $V_{in}$ )**


图 4- 25W 方案

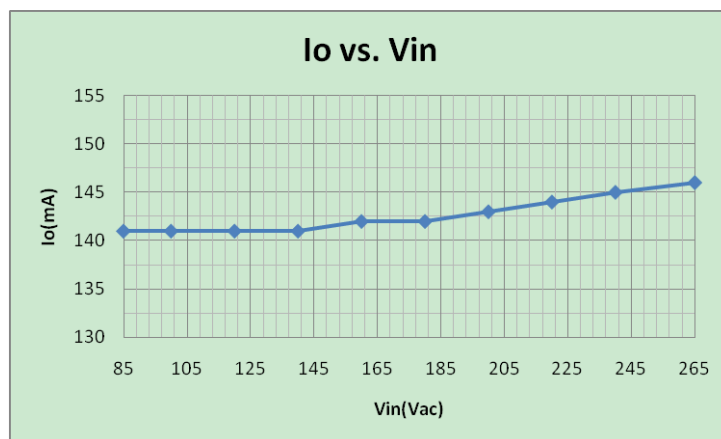
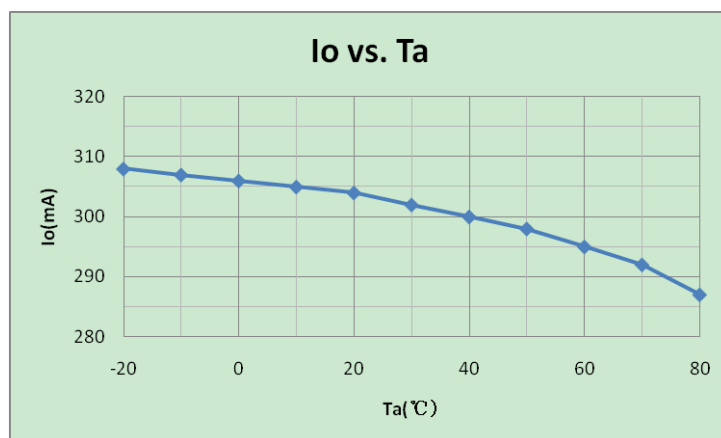


图 5- 6W 方案

**2) 温度特性 (输出电流  $I_o$  vs. 环境温度  $T_a$ )**

 图 6- 25W 方案@ $V_{in}=220Vac$

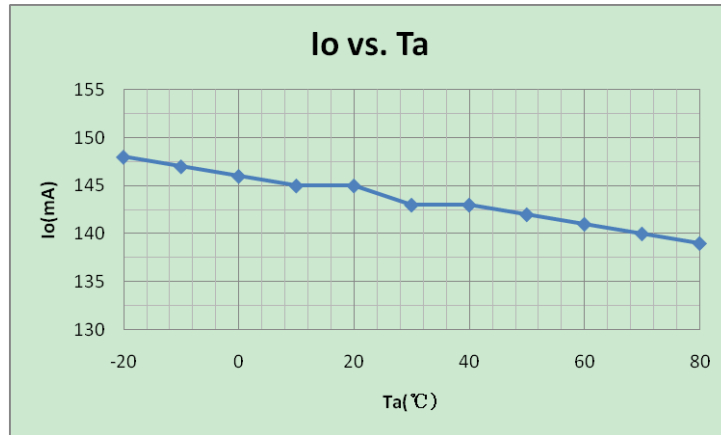


图 7- 6W 方案

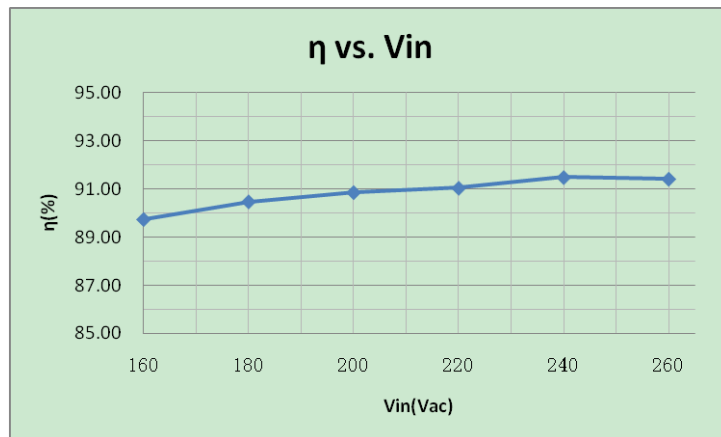
 3) 效率 (效率 $\eta$  vs. 输入电压  $V_{in}$ )


图 8- 25W 方案

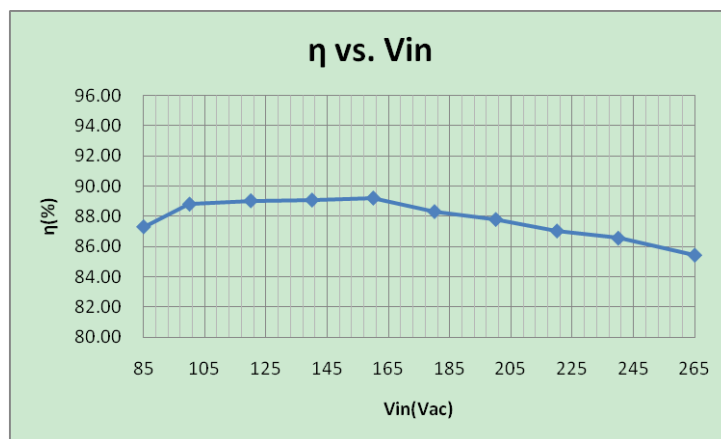


图 9- 6W 方案

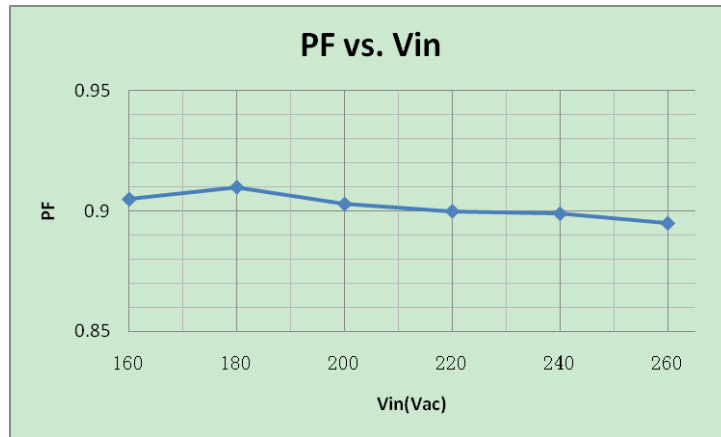
**4) 功率因数 (功率因数 vs. 输入电压  $V_{in}$ )**


图 10- 25W 方案

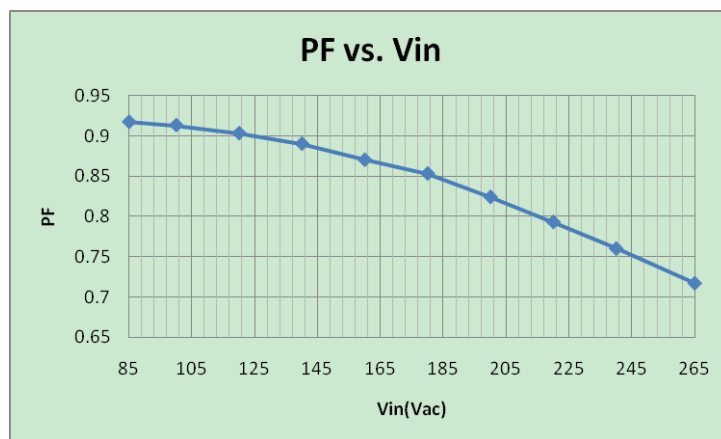


图 11- 6W 方案

**5) 主要元器件工作温度**
**25W 方案:**

实验条件	室温 $T_a=20^{\circ}C$ ; 湿度=64%	
	$V_{in}=265Vac$	$V_{in}=175Vac$
Q1	58 $^{\circ}C$	39.5 $^{\circ}C$
D3	53.2 $^{\circ}C$	43.5 $^{\circ}C$
L4	49 $^{\circ}C$	41.2 $^{\circ}C$
U2	41.3 $^{\circ}C$	33.2 $^{\circ}C$

**6W 方案:**

实验条件	室温 $T_a=20^{\circ}C$ ; 湿度=60%	
	$V_{in}=265Vac$	$V_{in}=85Vac$
Q1	39.2 $^{\circ}C$	27.5 $^{\circ}C$
D3	44.2 $^{\circ}C$	30 $^{\circ}C$
L4	31.2 $^{\circ}C$	26.8 $^{\circ}C$
U2	30.2 $^{\circ}C$	26 $^{\circ}C$

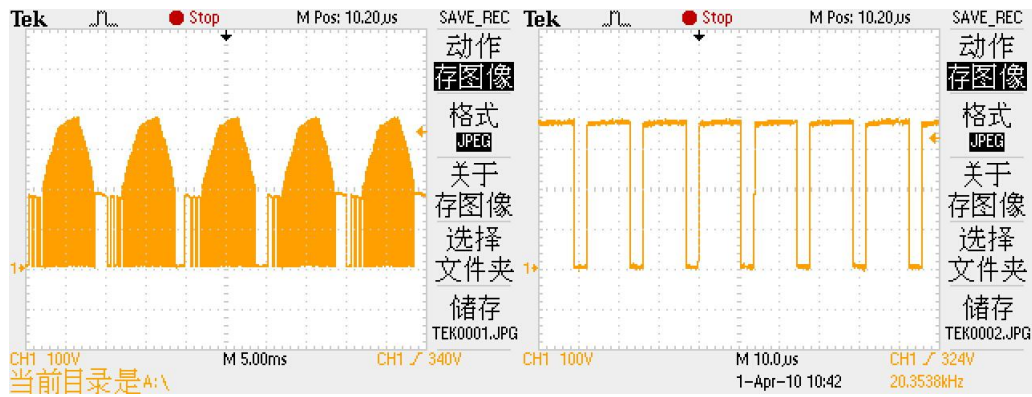
**6) Drain 波形**


图 12- 25W 方案@Vin=265Vac

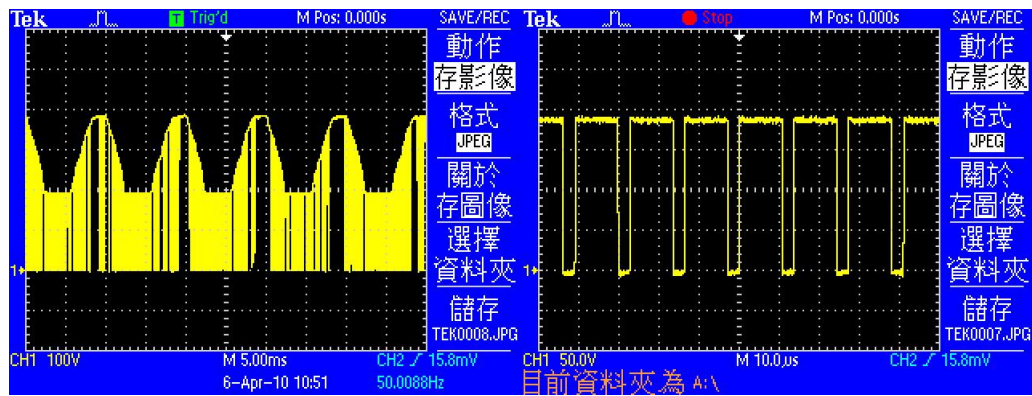


图 13- 6W 方案@Vin=265Vac

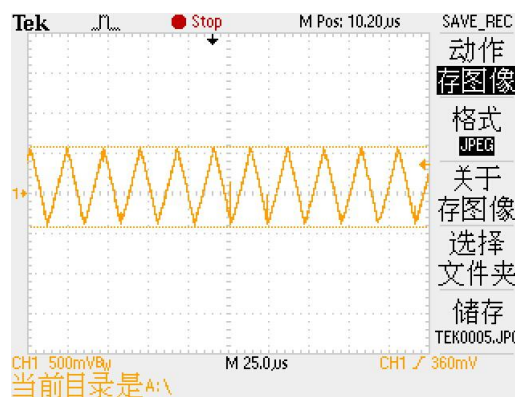
**7) 输出电压纹波**


图 14- 25W 方案@Vin=230Vac



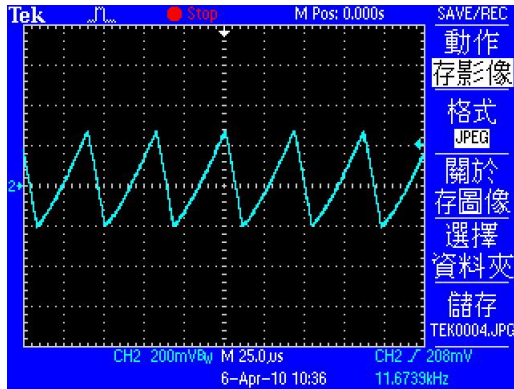


图 15- 6W 方案@Vin=85Vac

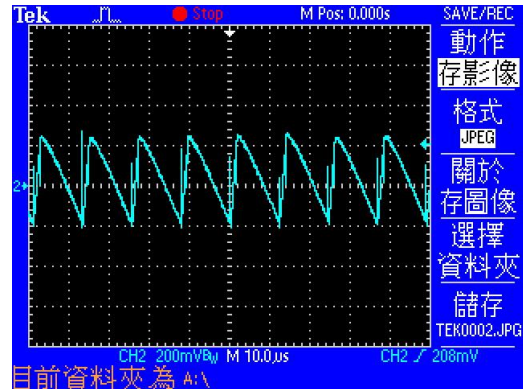


图 16- 6W 方案@Vin=265Vac

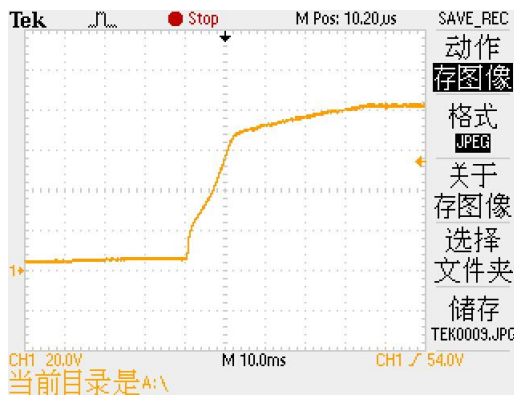
**8) 启动波形 (25W 方案)**


图 17- 输出电压启动波形@Vin=230Vac

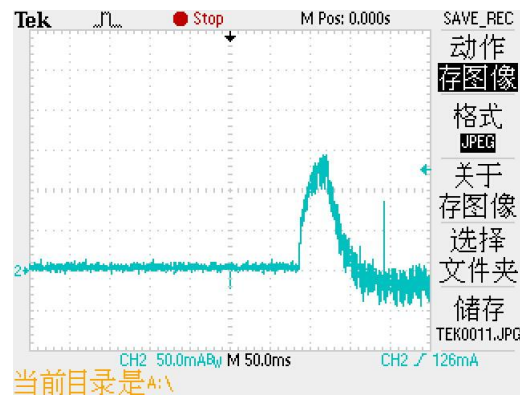


图 18- 输出电流启动波形@Vin=230Vac

注：测试启动电流时采用的是交流电流环，故无法看到直流量。

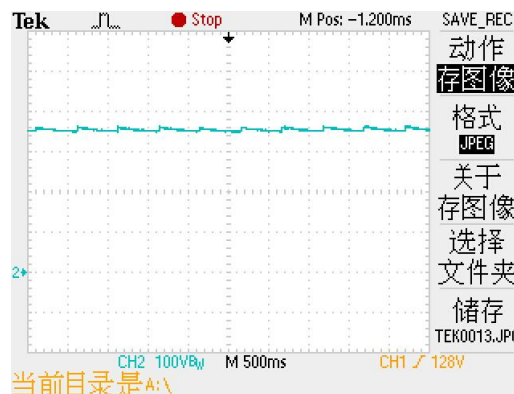
**9) 输出开路电压波形 (25W 方案)**


图 19- 25W 方案@Vin=265Vac

注：<设计注意事项>第 3 点

10) 输出短路 Drain 波形 (25W 方案)

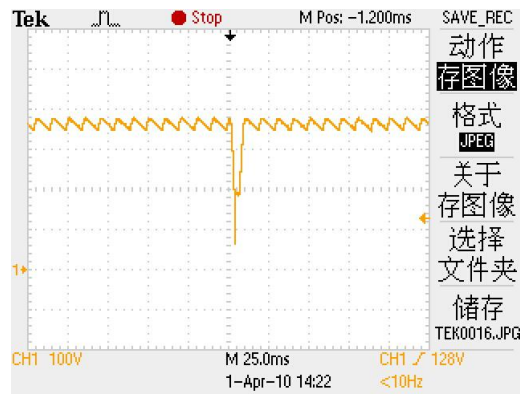
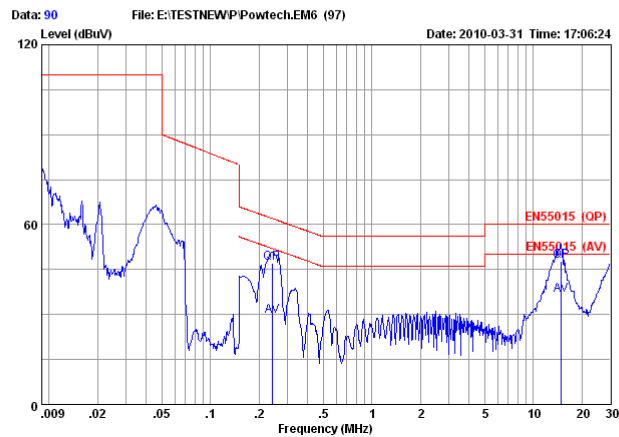


图 20- 25W 方案@Vin=265Vac

**11) Conducted EMI (25W 方案)**


Audix Technology (Shanghai) Co., Ltd.  
 3F #34Bldg. No.680 GuiPing Rd.,  
 CaoHeJing Hi-Tech Park,  
 Shanghai 200233, China  
 Tel:+86-21-64955500 Fax:+86-21-64955491  
 audixac@audix.com



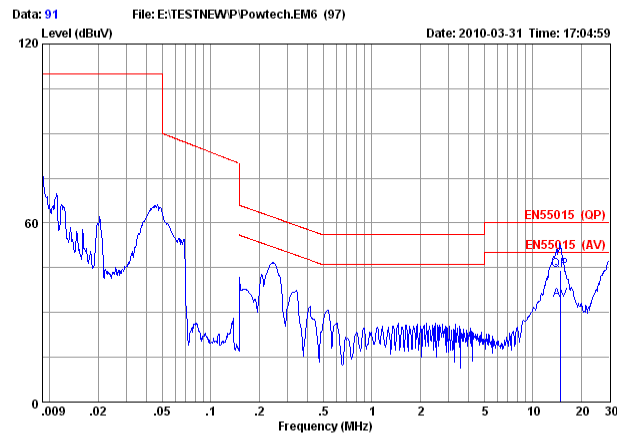
Site : Audix (Shanghai) Shielded1  
 Condition : EN55015 (QP) ESH2-25-09.04.02 (2) NEUTRAL  
 Project No. :  
 Applicant :  
 EUT :  
 M/N : T8  
 S/N :  
 Power Supply : 230V/50Hz  
 Ambient : 22°C 58%RH  
 Test line : N  
 Test Mode : Lighting  
 Test Engineer : Hugh  
 Memo :

	Freq MHz	Level dBuV	Read Level dBuV	Cable Loss dB	LISN Factor dB	Factor dB	Limit Line dBuV	Over Limit dB	Remark
1	0.242	47.16	46.86	0.11	0.19	0.30	62.04	-14.88	QP
2	0.242	29.28	28.98	0.11	0.19	0.30	52.04	-22.76	Average
3	14.900	47.67	46.80	0.46	0.41	0.87	60.00	-12.33	QP
4	14.900	36.42	35.55	0.46	0.41	0.87	50.00	-13.58	Average

图 21- 传导 EMI-N 线



Audix Technology (Shanghai) Co., Ltd.  
 3F #34Bldg, No.680 GuiPing Rd.,  
 CaoHeJing Hi-Tech Park,  
 Shanghai 200233, China  
 Tel:+86-21-64955500 Fax:+86-21-64955491  
 audixaci@audix.com



Site : Audix (Shanghai) Shielded1  
 Condition : EN55015 (QP) ESH2-25-09.04.02 (2) LINE  
 Project No. :  
 Applicant :  
 EUT :  
 H/N : T8  
 S/N :  
 Power Supply : 230V/50Hz  
 Ambient : 22°C 58%RH  
 Test line : L  
 Test Mode : Lighting  
 Test Engineer : Hugh  
 Memo :

	Freq	Level	Read	Cable	LISN	Limit	Over	Remark
	MHz	dBuV	dBuV	dB	dB	dB	dB	
1	14.860	44.06	43.15	0.46	0.45	0.91	60.00	-15.94 QP
2	14.860	34.18	33.27	0.46	0.45	0.91	50.00	-15.82 Average

图 22- 传导 EMI-L 线

**<常用日光灯方案参数选择> (每颗 LED 以 3.2V20mA 计算)**

	6W	8W	12W	15W	18W-20W		20W-25W	
	12S7P	12S9P	12S15P	20S12P	22S12P	24S12P	22S15P	24S15P
R5-R7(ohm)	<b>1.85</b>	<b>1.527</b>	<b>0.878</b>	<b>1.087</b>	<b>1.067</b>	<b>1.034</b>	<b>0.897</b>	<b>0.857</b>
建议电阻	<b>3//5.1</b>	<b>3//3.3</b>	<b>1.8//1.8</b>	<b>2.2//2.2</b>	<b>2.2//2</b>	<b>2//2</b>	<b>1.8//1.8</b>	<b>3//3//2</b>
L4(mH)	<b>3.9</b>	<b>3.9</b>	<b>3.9</b>	<b>3.9</b>	<b>3.9</b>	<b>3.9</b>	<b>3.9</b>	<b>3.9</b>
R4(kohm)	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**<设计注意事项>**

- 1) 全电压范围工作下, 若需要 PFC 电路, LED 灯串建议不超 12 串; 不需 PFC, 最多 24 串。
- 2) 175-265Vac 范围下, 若需要 PFC 电路, LED 灯串建议不超 32 串; 不需 PFC, 最多 48 串。
- 3) 一般情况下, 建议客户先接负载再上电。如果需要热插拔负载, 为避免浪涌电流对负载的损伤, 有两个解决方案: a) 输出并联适当电阻, 加速放电, 当然会降低效率; b) 负载端串联抗浪涌器件, 如 Polyswitch 的 LVR040K, 一般批量测试时可采取该办法。