

Design Example Report

Chipown

标题	基于 PN8327 的 24W LED 应用方案 80V280mA
规格	输入电压：176~264Vac 输出功率：24W 输出电压：80V 输出电流：280mA±5%
应用范围	LED 平板灯、吸顶灯、筒灯等外置电源
文件编号	DER-8327-14-P007
编写时间	2014-03-03
编写部门	应用二部
版本号	V1.1

特性概述：

- 单面板工艺，单面插件元器件，面积：67*27.5mm；
- 输入电压：176~264Vac 电压范围；
- 输出功率：24W；
- 拥有 LED 灯开路、短路、过温保护等功能；
- 拥有电流采样电阻短路保护；
- 输出效率：≥87%；

内容目录

1. 电源介绍.....	2
2. 电源规格明细.....	2
3. 原理图.....	3
4. 电路描述.....	4
5. PCB LAYOUT	4
6. Bill of Materials.....	5
7. 变压器规格.....	6
8. 电源工作情况和波形	9
9. EFT & Surge 特性测试.....	16
10. 温度特性	16
11. 附件.....	16
12. 附件 2.....	17

Design Example Report

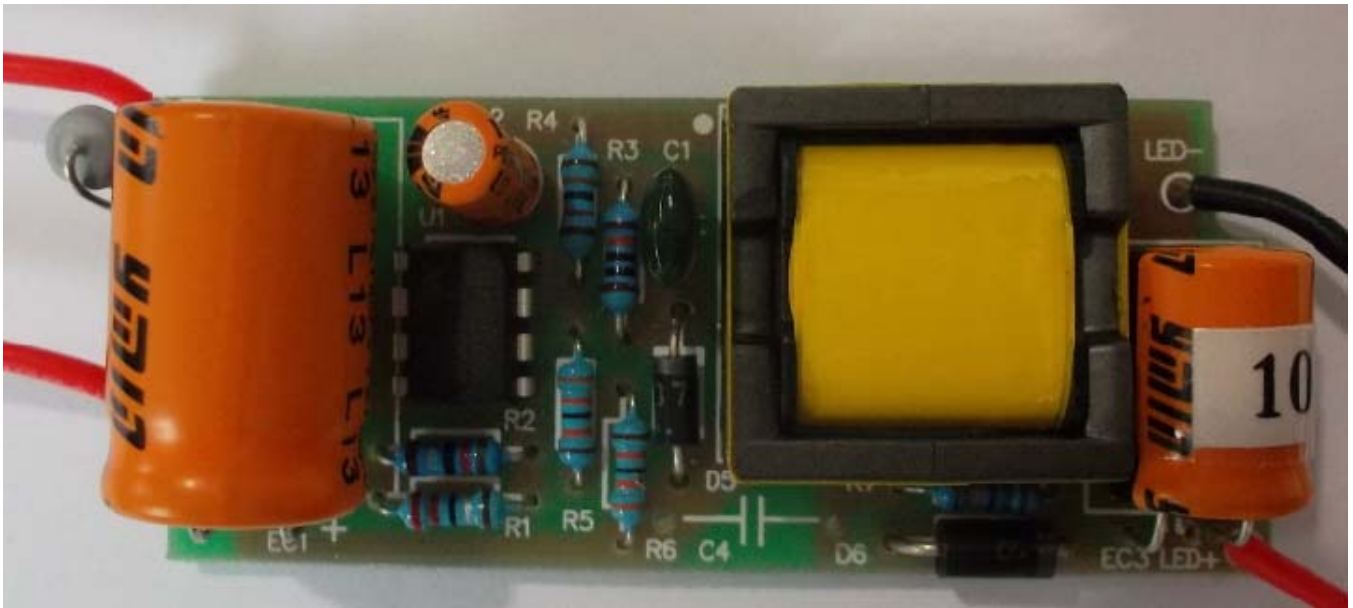
Chipown

1. 电源介绍

该报告提供了一种基于 PN8327 的 80V/280mA 输出的 LED 驱动电源。芯片集成度高，BOM 器件个数少，具有 LED 灯开路、短路、过温保护以及电流采用电阻短路保护等功能

该报告包含了原理图，电源输入输出规格，BOM 表，变压器参数和 PCB LAYOUT 等数据表单。

以下为该电源的实物图片：



2. 电源规格明细

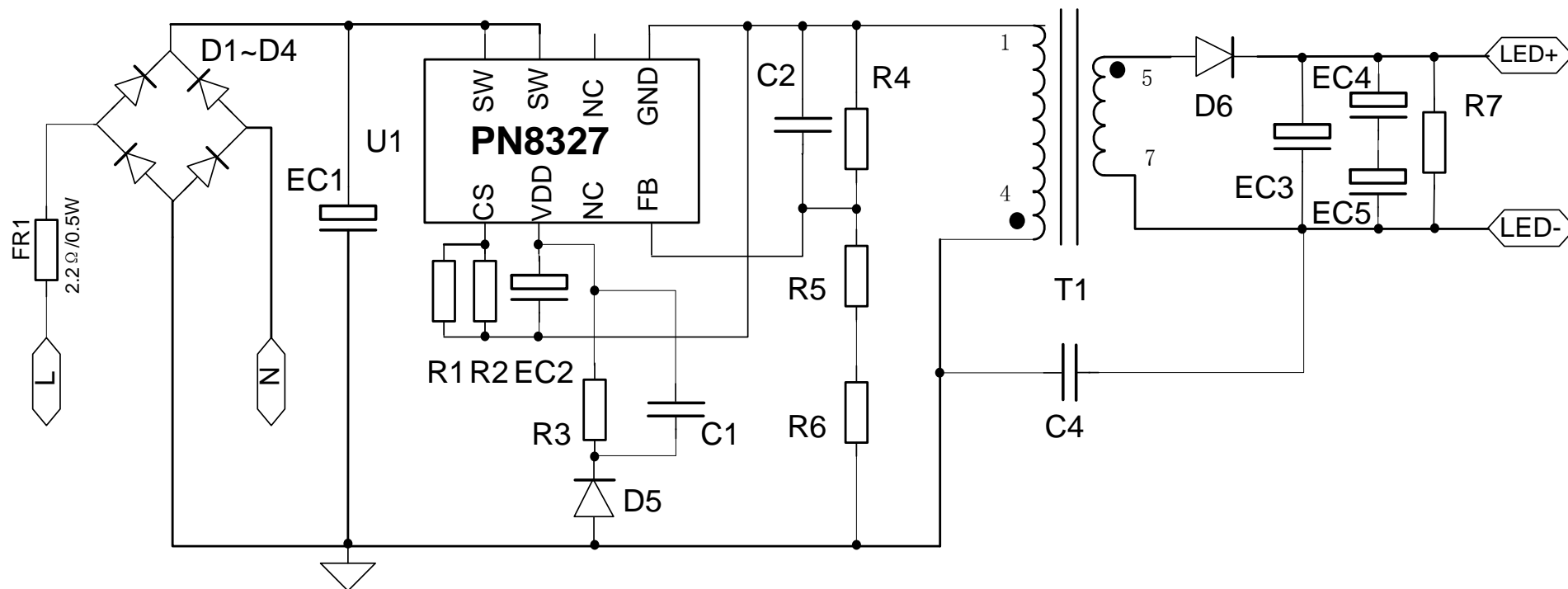
最大输入输出电气特性：

项目描述	标号	Min	Typ	Max	Unit	备注
输入电压	Vin	176	230	264	V	50/60Hz
输出电压	Vout	55		80	V	
输出电流	Iout	266	280	294	mA	
输出功率	Pout			24	W	
效 率	η	87			%	
工作环境	Tamb	0	25	75	°C	外部环境

Design Example Report

Chipown

3. 电源原理图



Note: 具体参数以 BOM 为准

Design Example Report

Chipown

4. 电路描述

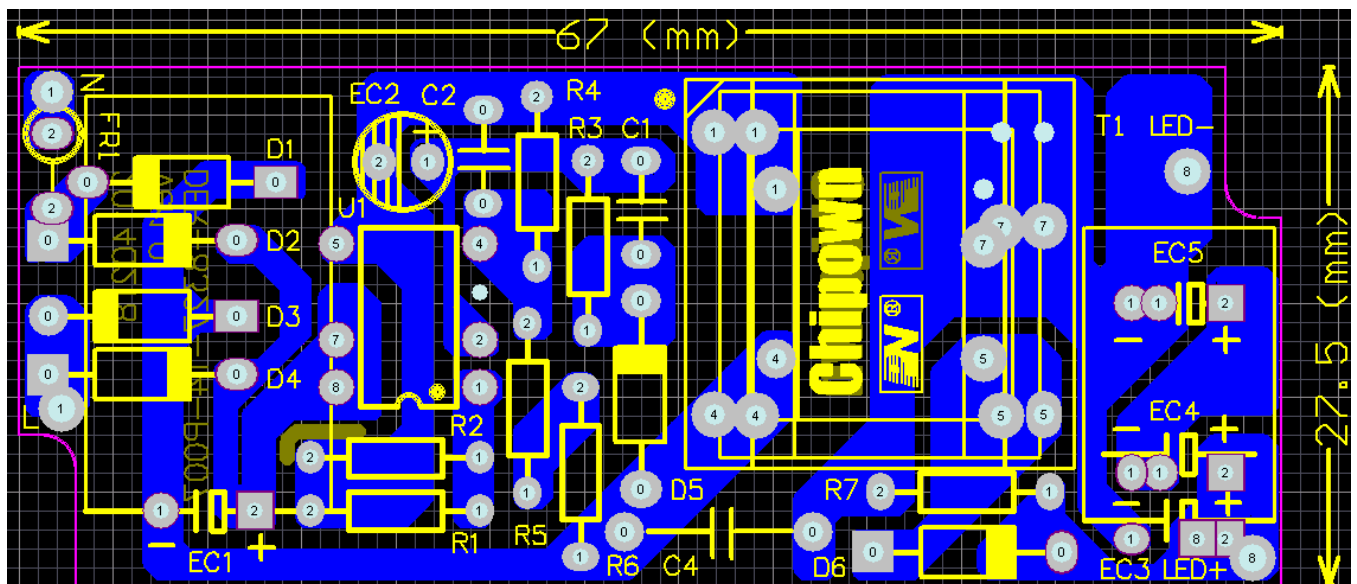
电路图中R4和R5、R6为反馈分压电阻，可间接采样出的电压，LED开路时，输出电压会很高，调整R4和R5、R6的比例，可调节LED开路时的输出电压；并且等比例调节R4和R5、R6可改善Io的线性调整率；

当PN8327 本体温度太高时，其内置的 OTP 保护功能会及时动作，以保护整个系统；
当LED 发生短路或开路时，系统将进入打嗝模式直到异常状态消除。

5. PCB LAYOUT

PCB 为普通单面板工艺，单面插件元器件，铜厚 1OZ，板厚 1.0mm，基材为 FR-4。

PCB 长 67mm，宽 27.5mm。污染等级符合 CLASS2。



Design Example Report

Chipown

6. Bill of Materials

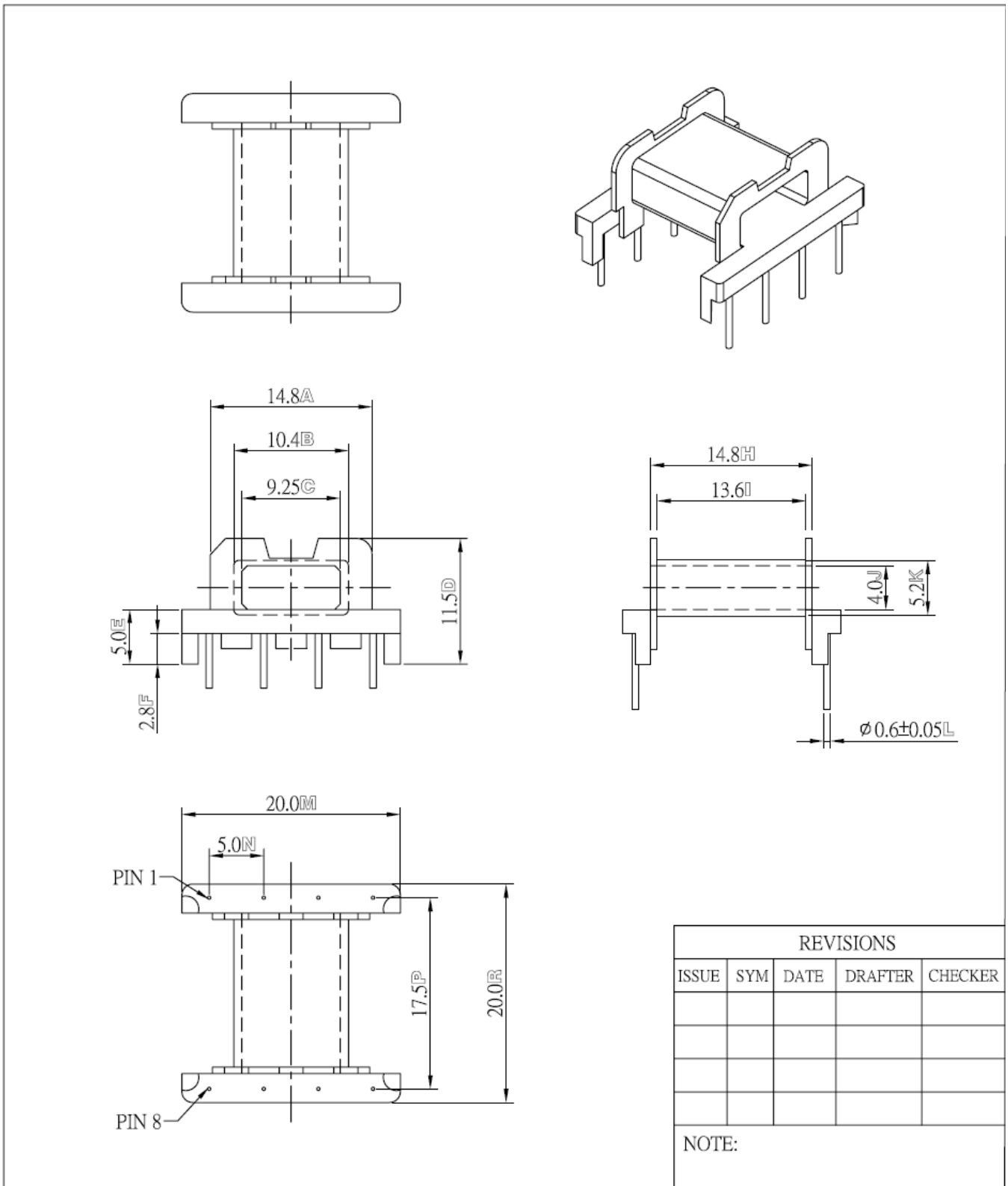
序号	元件标号	元件名称	元件型号	封装尺寸	数量	备注
1	EC1	电解电容	400V/22uF	Φ 13*20	1	Low ESR
2	EC2		50V/2.2uF	Φ 5*11	1	Low ESR
3	EC3		100V/47uF	Φ 10*12	1	Low ESR
4	C1	瓷片电容	1KV/1.0nF	DIP 脚距 5.0mm	1	
5	C2		N. A.	DIP 脚距 5.0mm	1	
6	D1	二极管	1N4007	DIP D0-41	1	
7	D2		1N4007	DIP D0-41	1	
8	D3		1N4007	DIP D0-41	1	
9	D4		1N4007	DIP D0-41	1	
10	D5		FR107	DIP D0-41	1	
11	D6		SF28	DIP D0-41	1	
12	FR1	保险电阻	2.2 Ω /0.5W	DIP 1/2W	1	线绕电阻
13	T1	变压器	EFD20	卧式 4+4	1	
14	R1	电阻	1.2 Ω	DIP 1/4W	1	1%
15	R2		2.2 Ω	DIP 1/4W	1	1%
16	R3		100K Ω	DIP 1/4W	1	
17	R4		13K Ω	DIP 1/4W	1	1%
18	R5		330K Ω	DIP 1/4W	1	1%
19	R6		330K Ω	DIP 1/4W	1	1%
20	R7		150K Ω	DIP 1/4W	1	
21	U1	IC	PN8327	DIP-7	1	

Design Example Report

Chipown

7. 变压器规格 (EFD20 卧式)

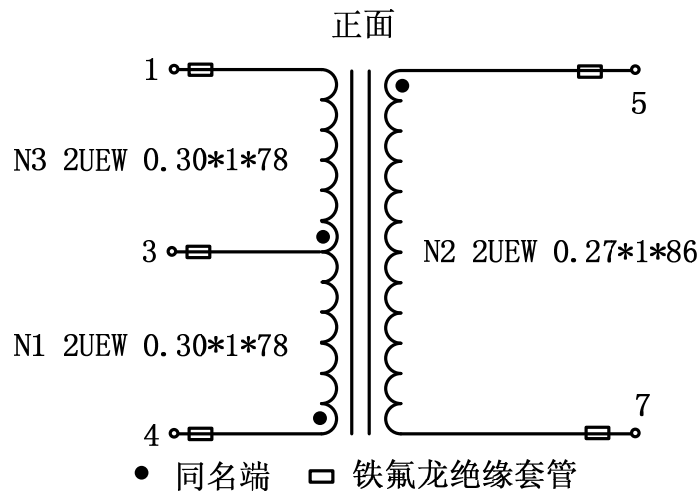
7.1 骨架尺寸:



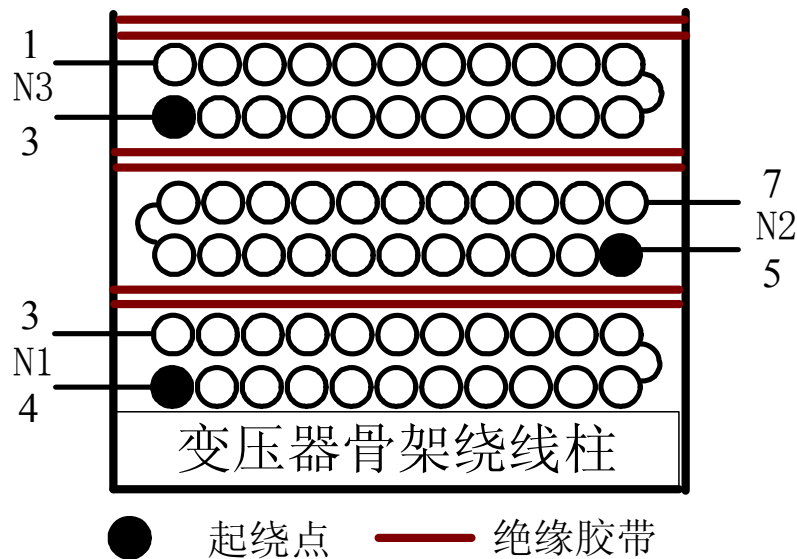
Design Example Report

Chipown

7.2 线路图:



7.3 绕法示意图:



7.4 绕组结构:

Winding No. 组别	Margin Tape 挡墙	Pin 脚位	Wire&Wire Copper 线径&股数	Turns 圈数	Tape Layer 胶带层数	Tube 套管	Winding Tape 绕线方式
N1	N.A.	4~3	2UEW0.30*1	78	2	Add	密绕二层
N2	N.A.	5~7	2UEW0.27*1	86	2	Add	密绕二层
N3	N.A.	3~1	2UEW0.30*1	78	2	Add	密绕二层

- 备注:
1. 剪掉 Pin2, 3, 6, 8;
 2. 电感的调整需磨磁芯中柱, 不能垫磁芯两边;
 3. 进出线无交叉
 4. 含浸;

Design Example Report

Chipown

7.5 电气特性:

Test Item 测试项目	Test Location 测试位置	Test Condition 测试条件	Test Spec. 测试规格
Primart Inductance 电感	4~1	10KHz, 1V	2.20mH
Leakage Inductance 漏感	4~1	10KHz, 1V 次级短路	<25uH

Design Example Report

Chipown

8. 电源输入输出特性和工作波形

备注：效率，待机，调整率等的测试时用电子负载CV模式模拟LED；

波形测试时，输出负载采用24颗1W LED灯珠串联，灯串电压约75V；

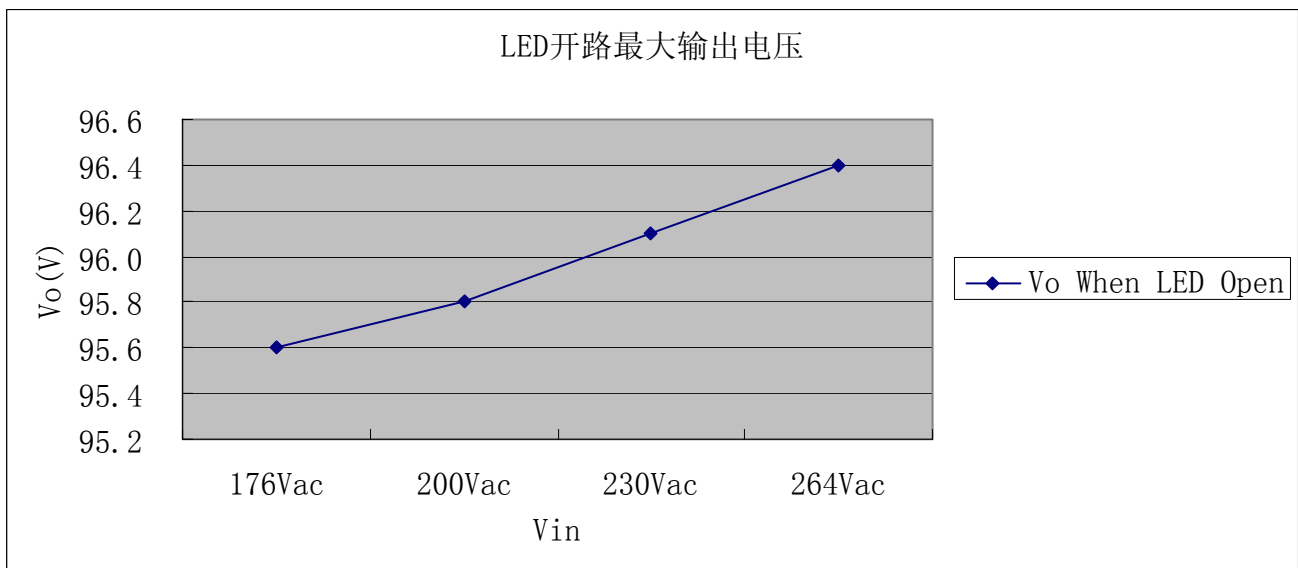
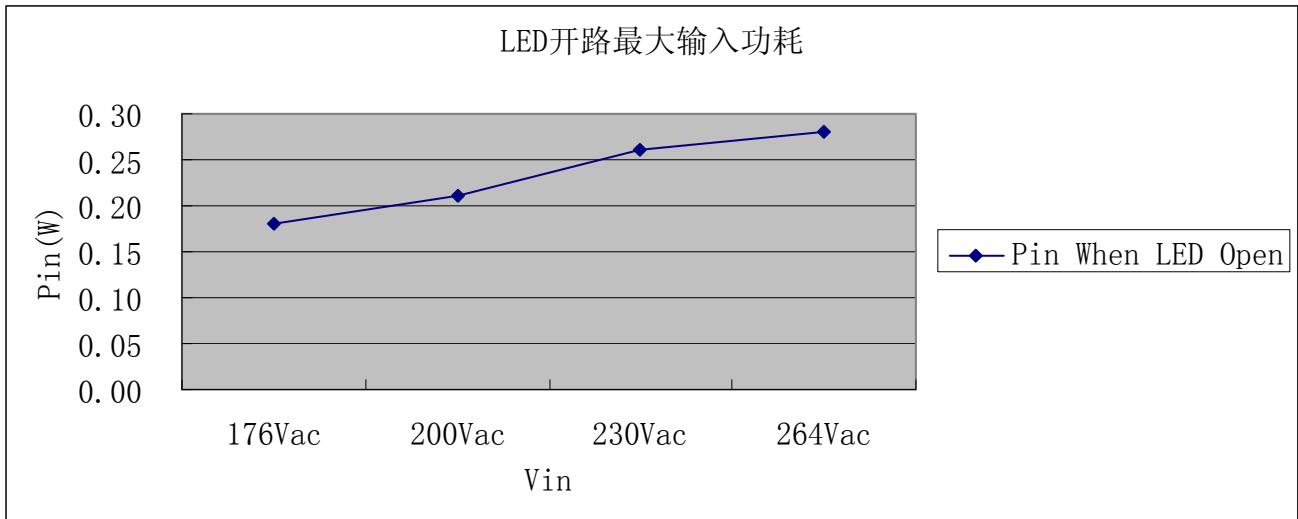
Vin(Vac)	Vo(V)	Io(mA)	Pin(W)	Po(W)	η
176	85	273.7	25.96	23.265	89.62%
	80	274.1	24.29	21.928	90.26%
	75	274.9	22.87	20.618	90.16%
	70	275.9	21.52	19.313	89.73%
	65	277.0	20.05	18.005	89.82%
	60	278.0	18.54	16.680	89.97%
	55	279.4	17.14	15.367	89.68%
200	85	274.1	25.80	23.299	90.30%
	80	274.5	24.39	21.960	90.03%
	75	275.1	23.03	20.633	89.61%
	70	275.5	21.51	19.285	89.66%
	65	276.8	20.00	17.992	89.96%
	60	277.8	18.57	16.668	89.76%
	55	278.9	17.11	15.340	89.67%
230	85	273.7	25.93	23.265	89.73%
	80	274.0	24.53	21.920	89.36%
	75	274.6	22.99	20.595	89.58%
	70	275.4	21.43	19.278	89.94%
	65	276.4	20.02	17.966	89.73%
	60	277.4	18.57	16.644	89.64%
	55	278.4	17.11	15.312	89.50%
265	85	273.1	26.10	23.214	88.94%
	80	273.5	24.52	21.880	89.24%
	75	274.2	22.93	20.565	89.68%
	70	275.2	21.53	19.264	89.50%
	65	276.1	20.09	17.947	89.35%
	60	277.0	18.59	16.620	89.43%
	55	277.9	17.17	15.285	89.03%

Design Example Report

Chipown

1) Input power when LED open

Input Power	176Vac	200Vac	230Vac	265Vac
Pin(W)	0.18	0.21	0.26	0.28
Vo(V)	95.6	95.8	96.1	96.4

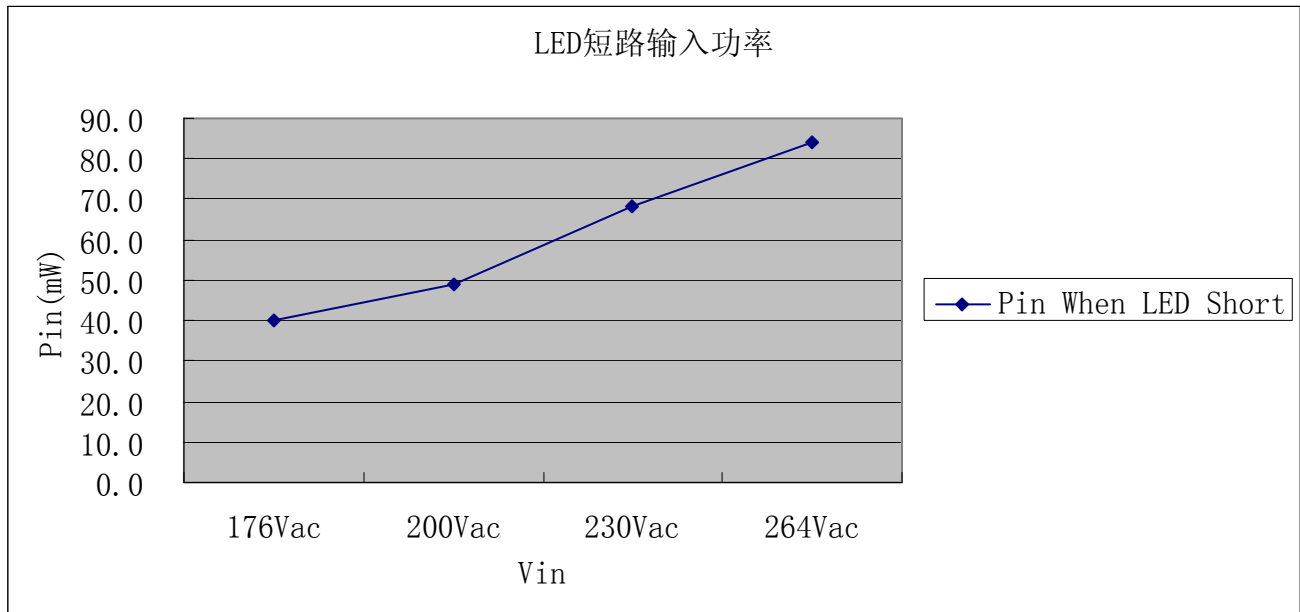


Design Example Report

Chipown

2) Input power when LED short

Input Power	176Vac	200Vac	230Vac	265Vac
Pin(W)	0.040	0.049	0.068	0.084

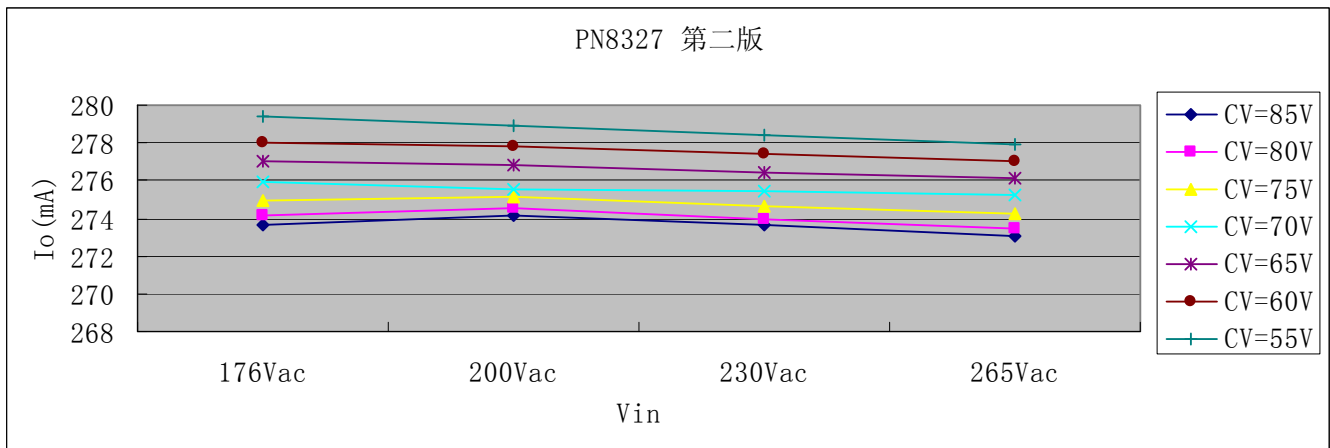


3) 调整率

输出电压	输出电流(mA)				差异 (mA) Max-Min	线性调整率
	176Vac	200Vac	230Vac	265Vac		
85V	273.70	274.10	273.70	273.10	1.00	±0.17%
80V	274.10	274.50	274.00	273.50	1.00	±0.17%
75V	274.90	275.10	274.60	274.20	0.90	±0.16%
70V	275.90	275.50	275.40	275.20	0.70	±0.12%
65V	277.00	276.80	276.40	276.10	0.90	±0.16%
60V	278.00	277.80	277.40	277.00	1.00	±0.17%
55V	279.40	278.90	278.40	277.90	1.50	±0.26%
差异 (mA) Max-Min	4.30	3.70	3.70	3.90		
负载调整率	±0.76%	±0.66%	±0.66%	±0.69%		

Design Example Report

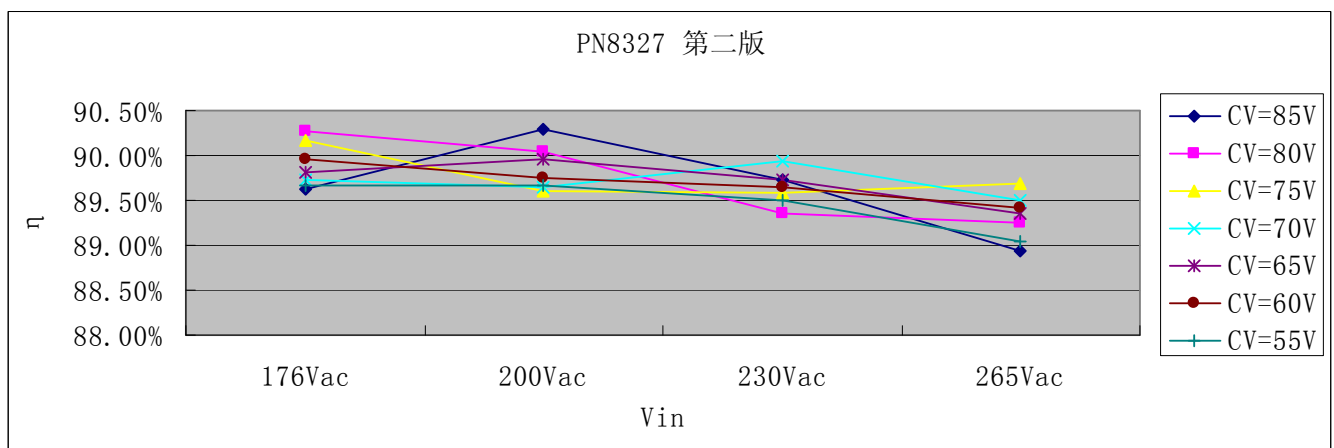
Chipown



4) 效率

Note: 用电子负载CV模式模拟LED负载

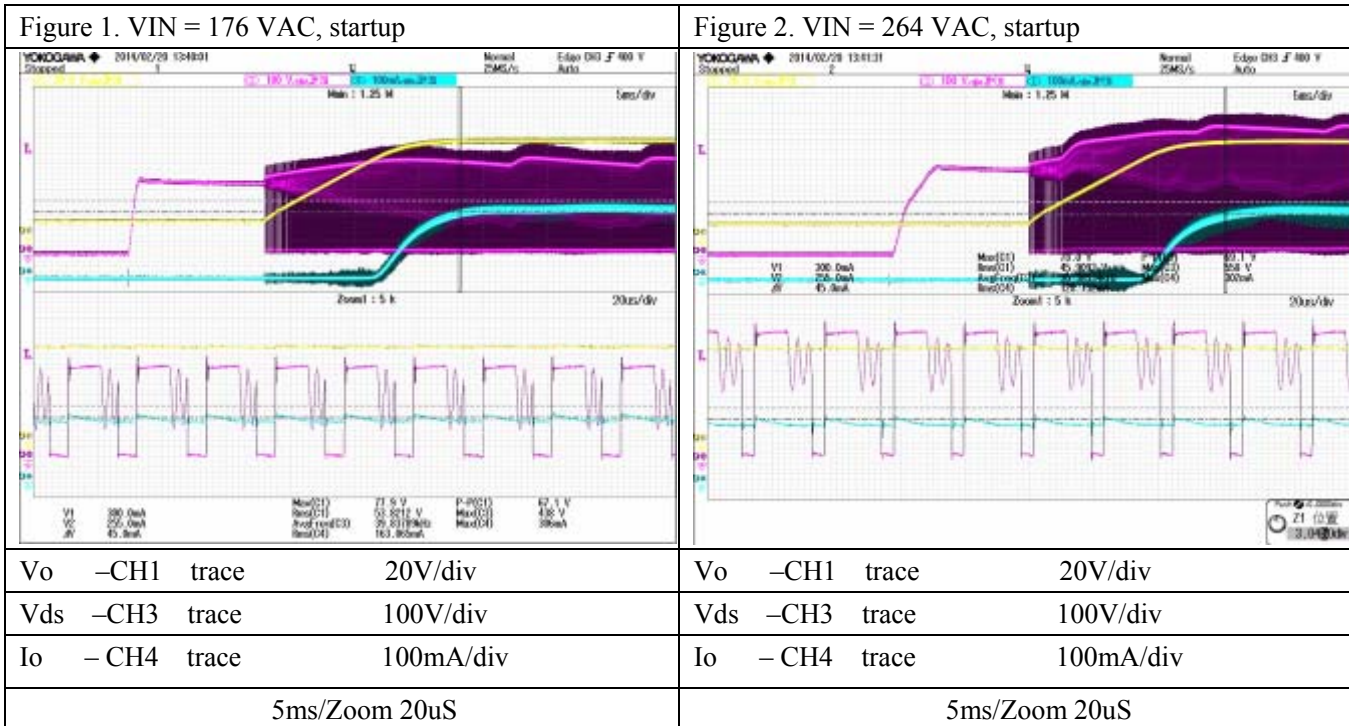
带载 (V_o)	效率			
	176Vac	200Vac	230Vac	265Vac
85V	89.62%	90.30%	89.73%	88.94%
80V	90.26%	90.03%	89.36%	89.24%
75V	90.16%	89.61%	89.58%	89.68%
70V	89.73%	89.66%	89.94%	89.50%
65V	89.82%	89.96%	89.73%	89.35%
60V	89.97%	89.76%	89.64%	89.43%
55V	89.68%	89.67%	89.50%	89.03%



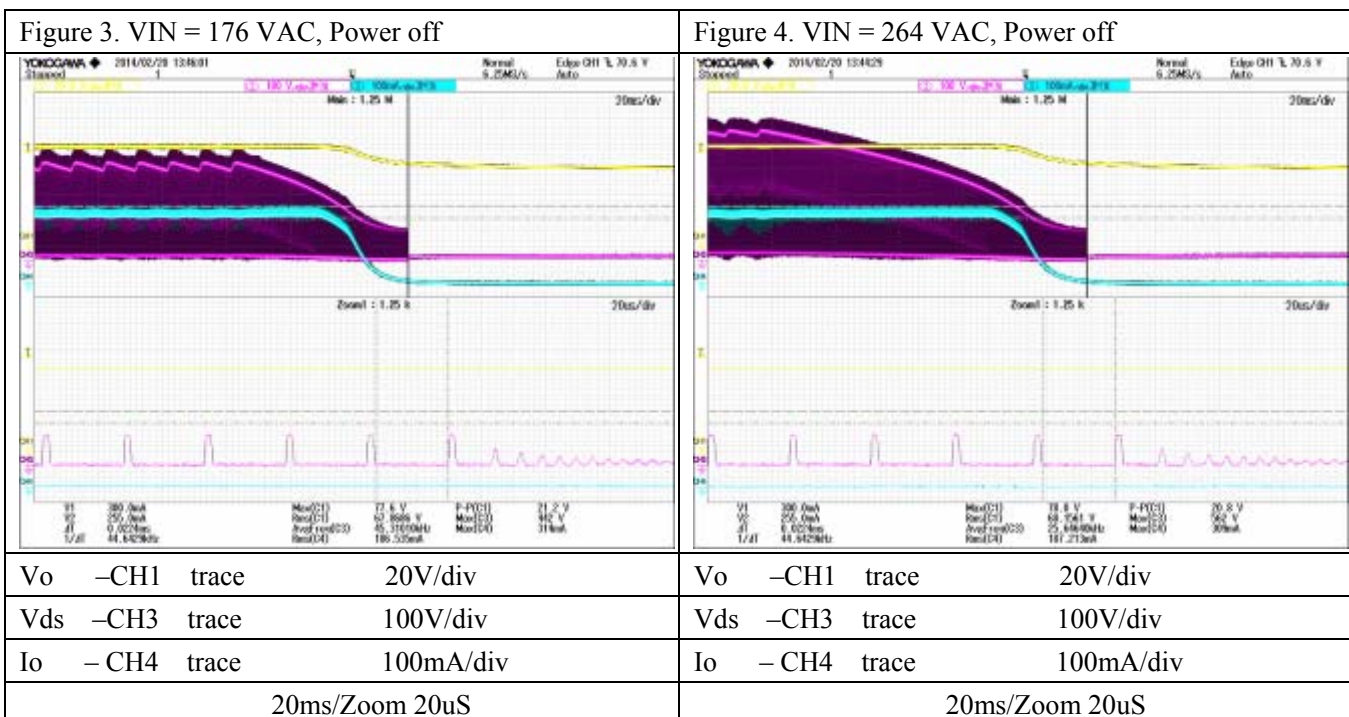
Design Example Report

Chipown

5) Startup



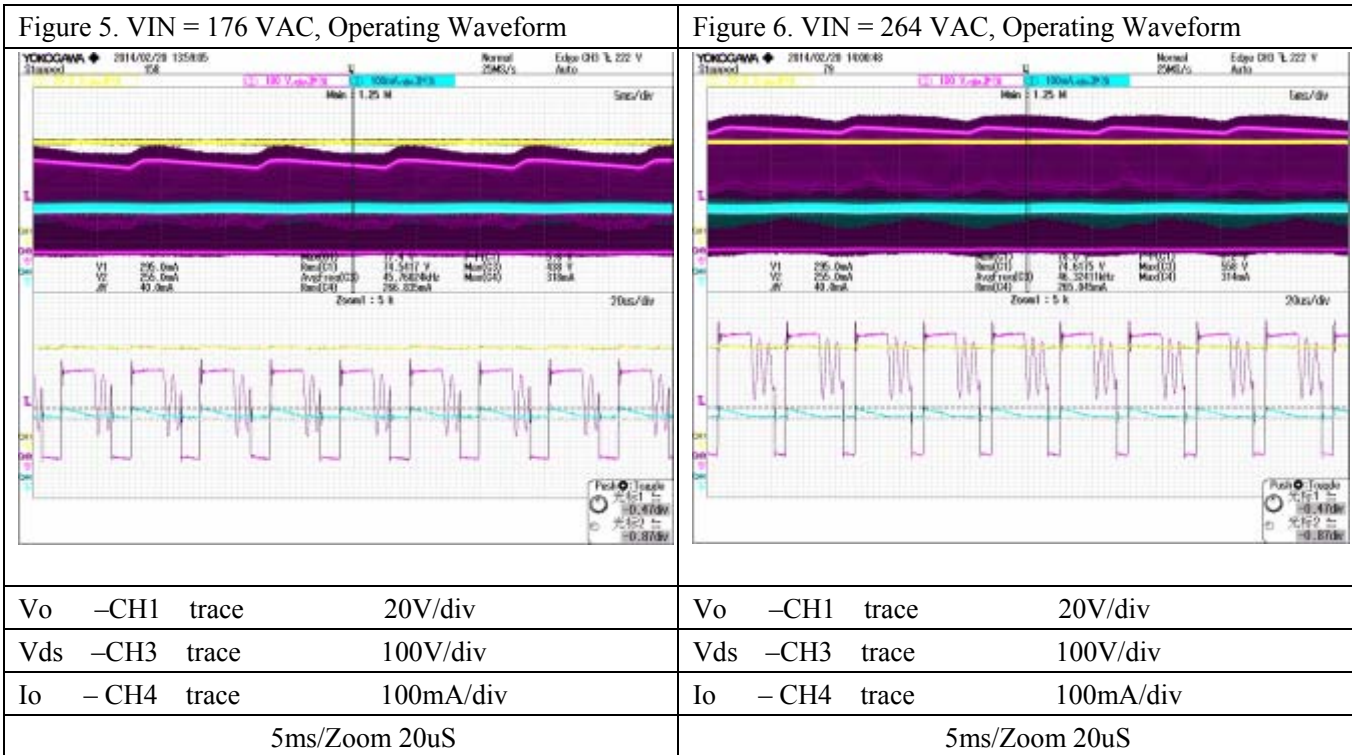
6) Power off



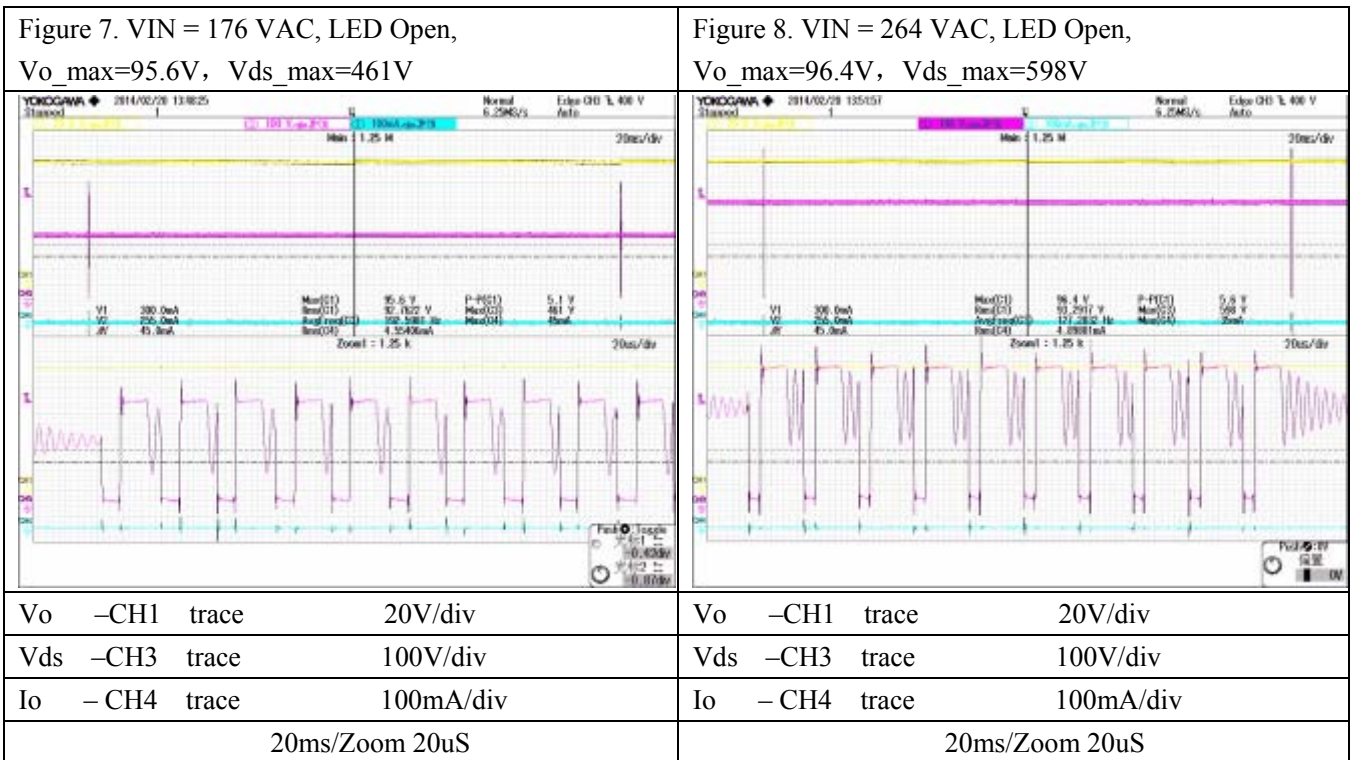
Design Example Report

Chipown

7) Operating waveforms



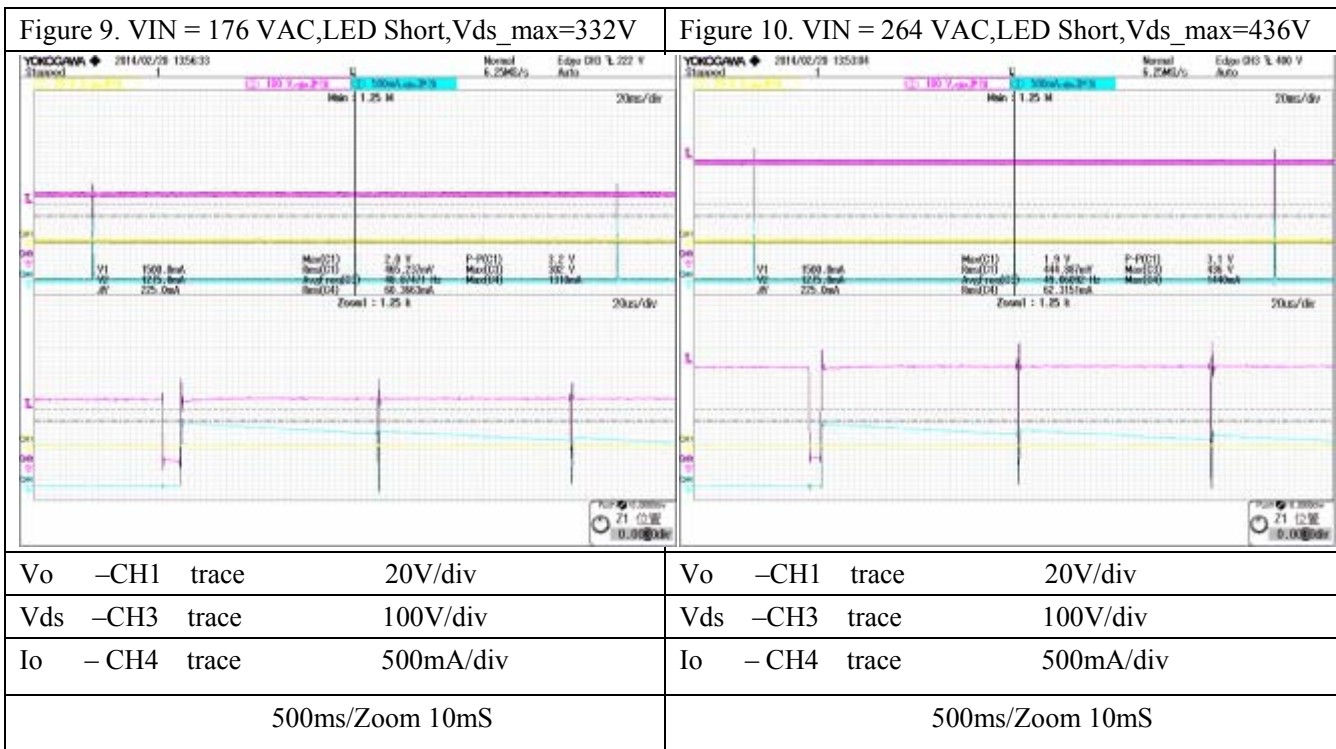
8) LED Open Protection



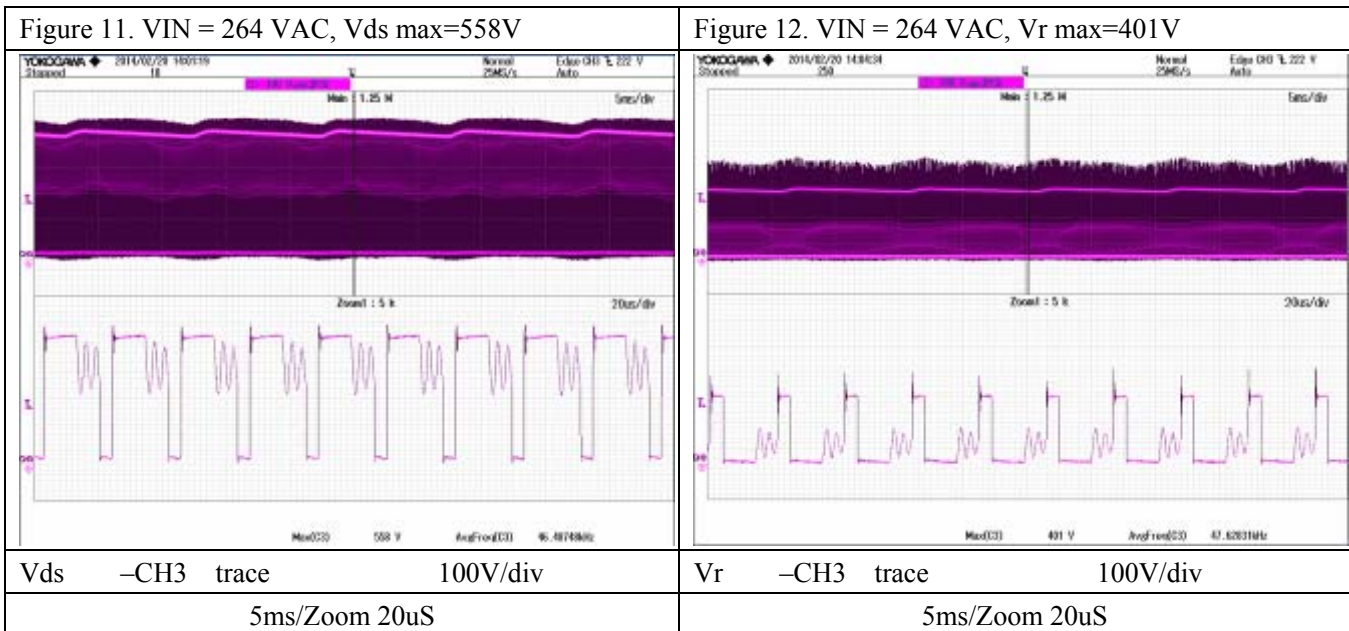
Design Example Report

Chipown

9) LED Short Protection



10) Vds of Power MOSFET & Vr of Output Rectifier Diode



Design Example Report

Chipown

9. EFT & Surge 特性测试

测试条件: $V_{in}=230Vac$, 输出接 1W LED*24 颗

测试结果:

Item	Test Condition		Result	Note
EFT L-N	4KV	5KHz	Pass	A
		100KHz	Pass	A
Surge	500V	L-N	Pass	A
		L-PE	Pass	A
		N-PE	Pass	A

10. 温度特性

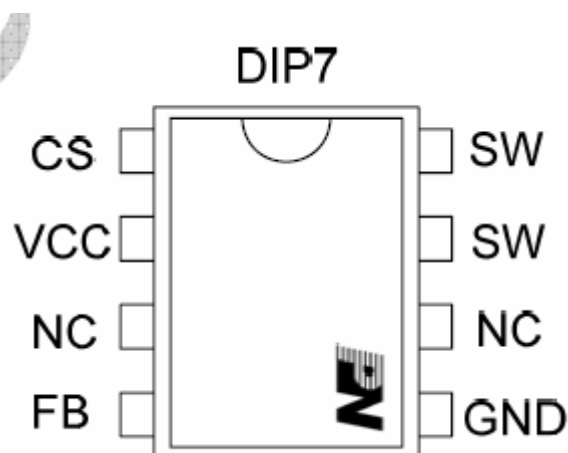
密闭, 环境温度 $75^{\circ}C$, 输出 24*1W LED, 灯电压约 75V;

IC 表面最高超过 $130^{\circ}C$, 有触发 OTP 保护的风险。

IC	V_{in} (Vac)	温度 ($^{\circ}C$)					
		环境	IC	变压器线	变压器磁芯	输出二极管	输出电解
PN8327	176	75.1	117.6	120.2	112.6	113.9	98.4
	200	75.1	129.0	122.8	114.9	115.2	99.8
	230	75.2	132.4	124.7	116.3	115.9	100.6
	265	75.2	127.7	125.8	117.6	116.2	101.0

11. 附件 : IC 封装图

PN8327 封装和脚位配置图:



Design Example Report

Chipown

12. 附件 2: LIS8516 的主要性能对比测试(基于 80V280mA 的 LED 系统板)

LIS8516 与 PN8327 基于 80V280mA 的 LED 系统板比较:

- 1、**PN8327 启动更快:** PN8327 内置高压启动功能, 实现 50mS 内启动, 轻松达到即开即亮的效果; LIS8516 通过电阻启动, 即使时高压 264Vac 输入启动时间也达到 820mS;
- 2、**PN8327 恒流精度更高:** PN8327 电流精度更高, 线性调整率和负载调整率都 $<\pm 1\%$; LIS8516 线性调整率 $><\pm 1\%$, 负载调整率 $><\pm 2\%$ 。
- 3、**PN8327 系统 LED 开路保护更可靠:** 通过 PN8327 调节 FB 反馈电阻实现 LED 开路时精确的输出电压保护, 24W 的 LED 驱动电源, 开路电压可以设定为约 95V, 输出可以采用 100V 耐压的电容; LIS8516 系统在 LED 开路时, 输出电压达到最高 122V, 所以必须采用更高耐压的电容;
- 4、**PN8327 温度特性相对较好:** PN8327 系统在高温下输出电流下降约 7%~9% (实际系统下降约 20~25mA), 在高温下, 更易达到温度平衡, 提升系统可靠性; LIS8516 系统的输出电流在不同温度下保持稳定;
- 5、**PN8327 抗干扰能力更强:** PN8327 系统通过 4KV 的 EFT 测试; LIS8516 系统的 EFT 测试只能通过 1KV 测试, 在 2KV 测试就会出现 LED 连续闪烁的现象;

Design Example Report

Chipown

12.1 输入输出特性和波形

备注：效率，待机，调整率等的测试时用电子负载CV模式模拟LED；

波形测试时，输出负载采用24颗1W LED灯珠串联，灯串电压约75V；

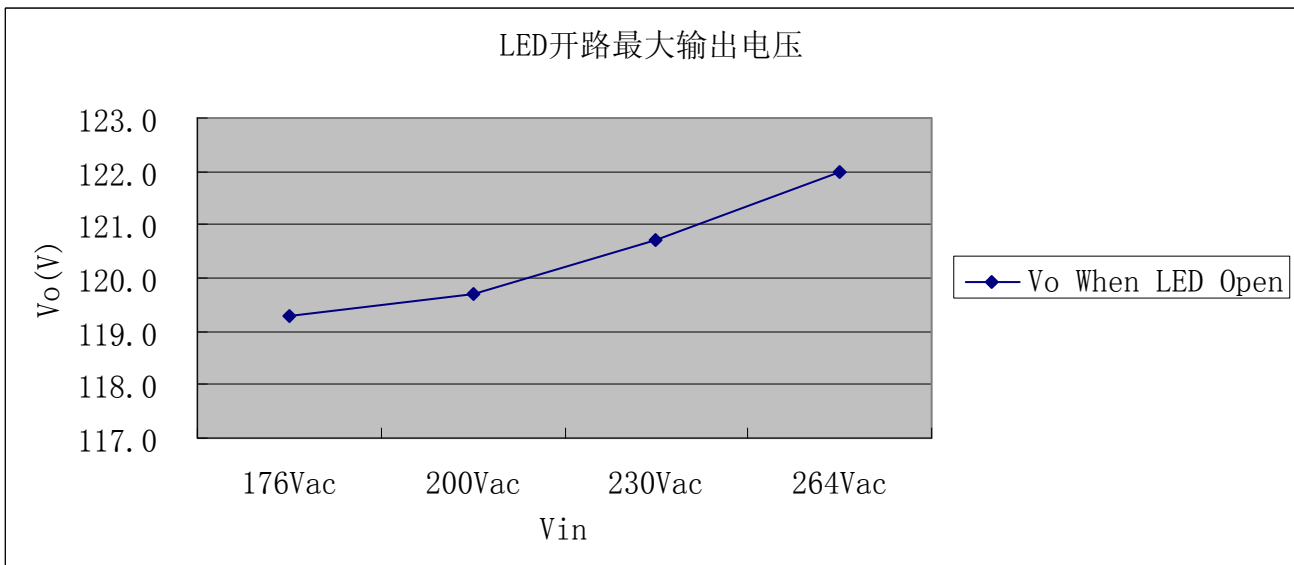
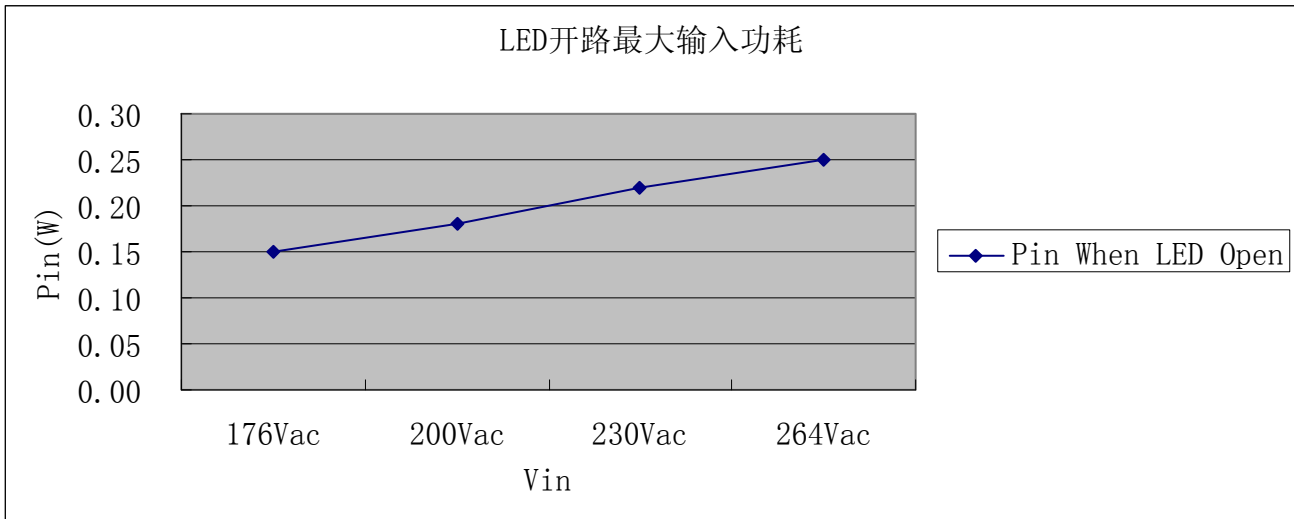
Vin(Vac)	Vo(V)	Io(mA)	Pin(W)	Po(W)	η
176	85	261.0	24.78	22.185	89.53%
	80	264.0	23.50	21.120	89.87%
	75	266.0	22.25	19.950	89.66%
	70	270.0	21.08	18.900	89.66%
	65	269.0	19.46	17.485	89.85%
	60	273.0	18.16	16.380	90.20%
	55	274.0	16.80	15.070	89.70%
200	85	261.0	24.60	22.185	90.18%
	80	263.0	23.40	21.040	89.91%
	75	266.0	22.14	19.950	90.11%
	70	267.0	20.83	18.690	89.73%
	65	269.0	19.43	17.485	89.99%
	60	270.0	18.02	16.200	89.90%
	55	272.0	16.71	14.960	89.53%
230	85	258.0	24.35	21.930	90.06%
	80	259.0	22.98	20.720	90.17%
	75	261.0	21.70	19.575	90.21%
	70	263.0	20.45	18.410	90.02%
	65	265.0	19.10	17.225	90.18%
	60	266.0	17.83	15.960	89.51%
	55	270.0	16.60	14.850	89.46%
265	85	258.0	24.52	21.930	89.44%
	80	260.0	23.25	20.800	89.46%
	75	262.0	21.90	19.650	89.73%
	70	264.0	20.63	18.480	89.58%
	65	265.0	19.24	17.225	89.53%
	60	266.0	17.82	15.960	89.56%
	55	268.0	16.40	14.740	89.88%

Design Example Report

Chipown

1) Input power when LED open

Input Power	176Vac	200Vac	230Vac	265Vac
Pin(W)	0.15	0.18	0.22	0.25
Vo(V)	119.3	119.7	120.7	122.0

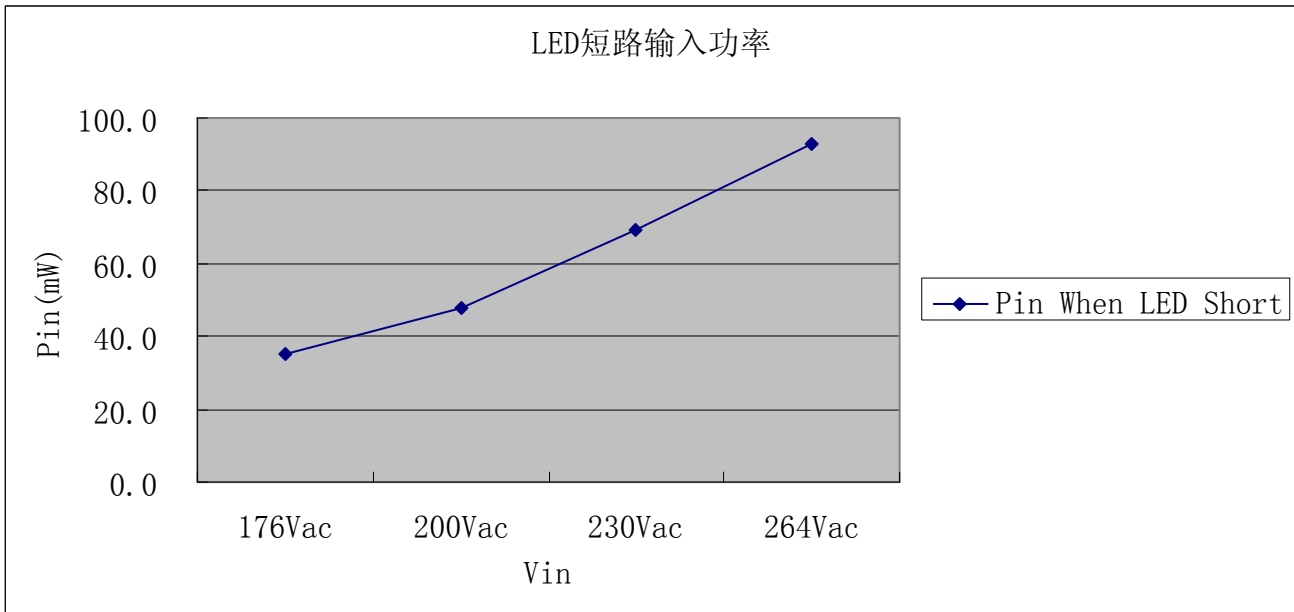


Design Example Report

Chipown

2) Input power when LED Short

Input Power	176Vac	200Vac	230Vac	265Vac
Pin(mW)	35	48	69	93

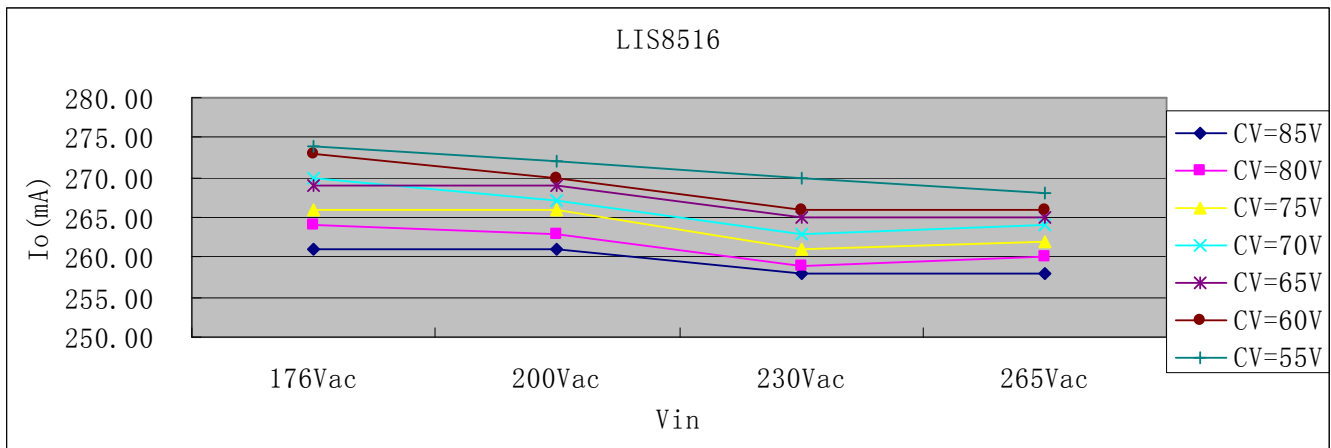


3) 调整率

输出电压	输出电流(mA)				差异 (mA) Max-Min	线性调整率
	176Vac	200Vac	230Vac	265Vac		
85V	261.00	261.00	258.00	258.00	3.00	±0.53%
80V	264.00	263.00	259.00	260.00	5.00	±0.89%
75V	266.00	266.00	261.00	262.00	5.00	±0.89%
70V	270.00	267.00	263.00	264.00	7.00	±1.25%
65V	269.00	269.00	265.00	265.00	4.00	±0.71%
60V	273.00	270.00	266.00	266.00	7.00	±1.25%
55V	274.00	272.00	270.00	268.00	6.00	±1.07%
差异 (mA) Max-Min	12.00	9.00	8.00	8.00		
负载调整率	±2.14%	±1.6%	±1.42%	±1.42%		

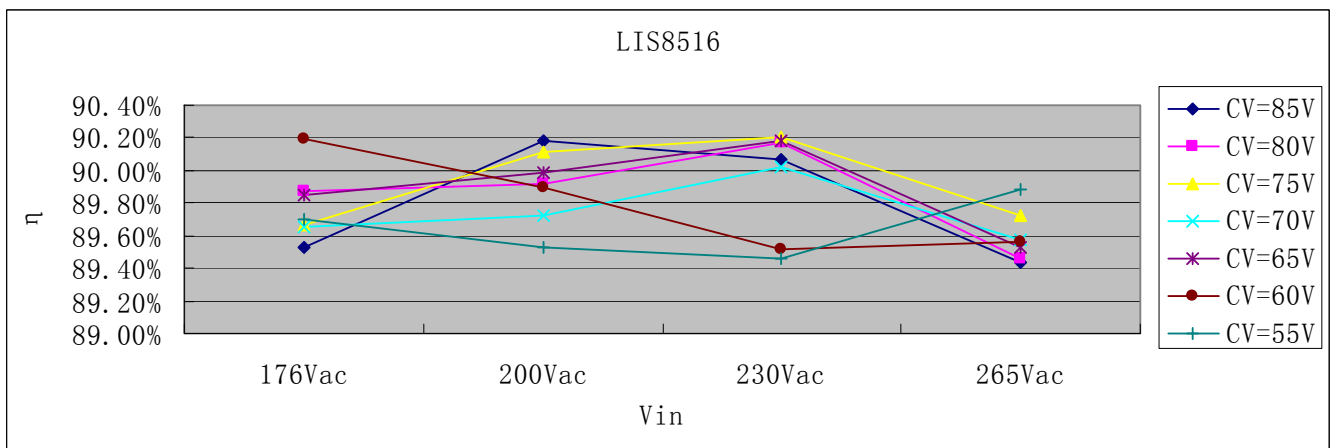
Design Example Report

Chipown



4) 效率

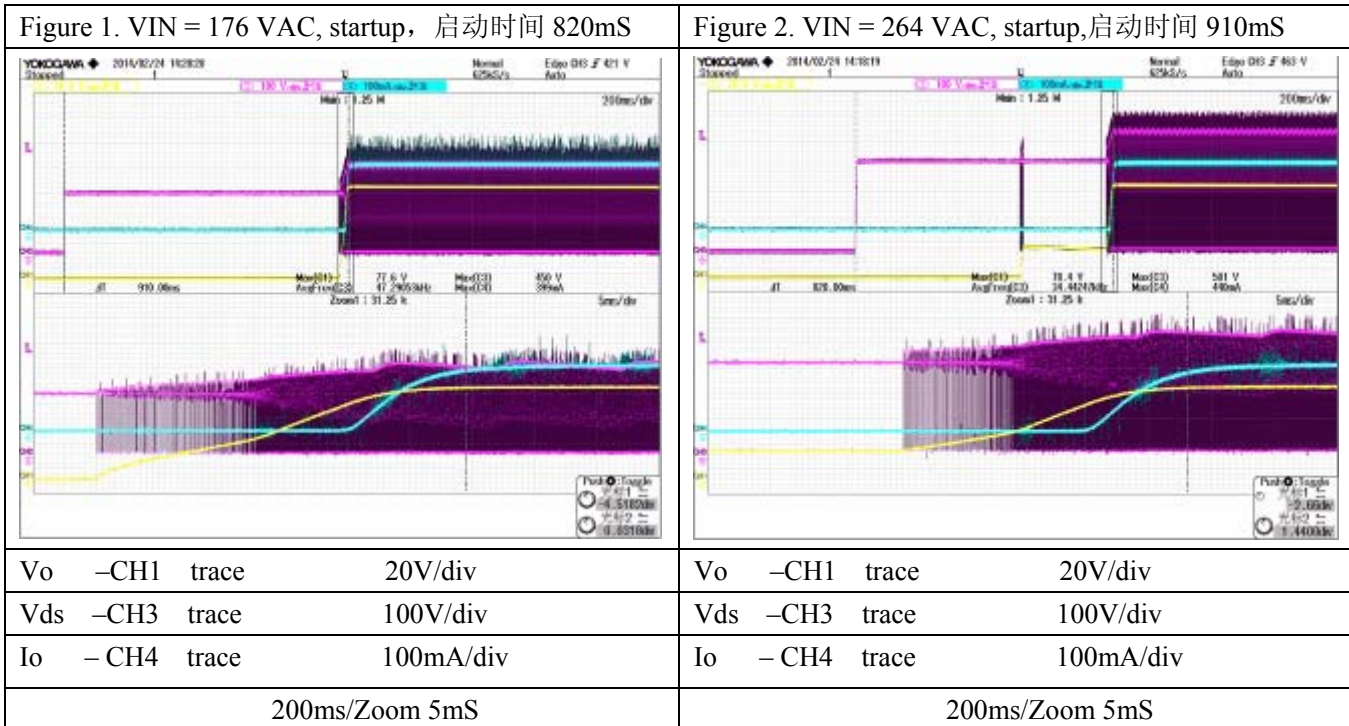
带载 (Vo)	效率			
	176Vac	200Vac	230Vac	265Vac
85V	89.53%	90.18%	90.06%	89.44%
80V	89.87%	89.91%	90.17%	89.46%
75V	89.66%	90.11%	90.21%	89.73%
70V	89.66%	89.73%	90.02%	89.58%
65V	89.85%	89.99%	90.18%	89.53%
60V	90.20%	89.90%	89.51%	89.56%
55V	89.70%	89.53%	89.46%	89.88%



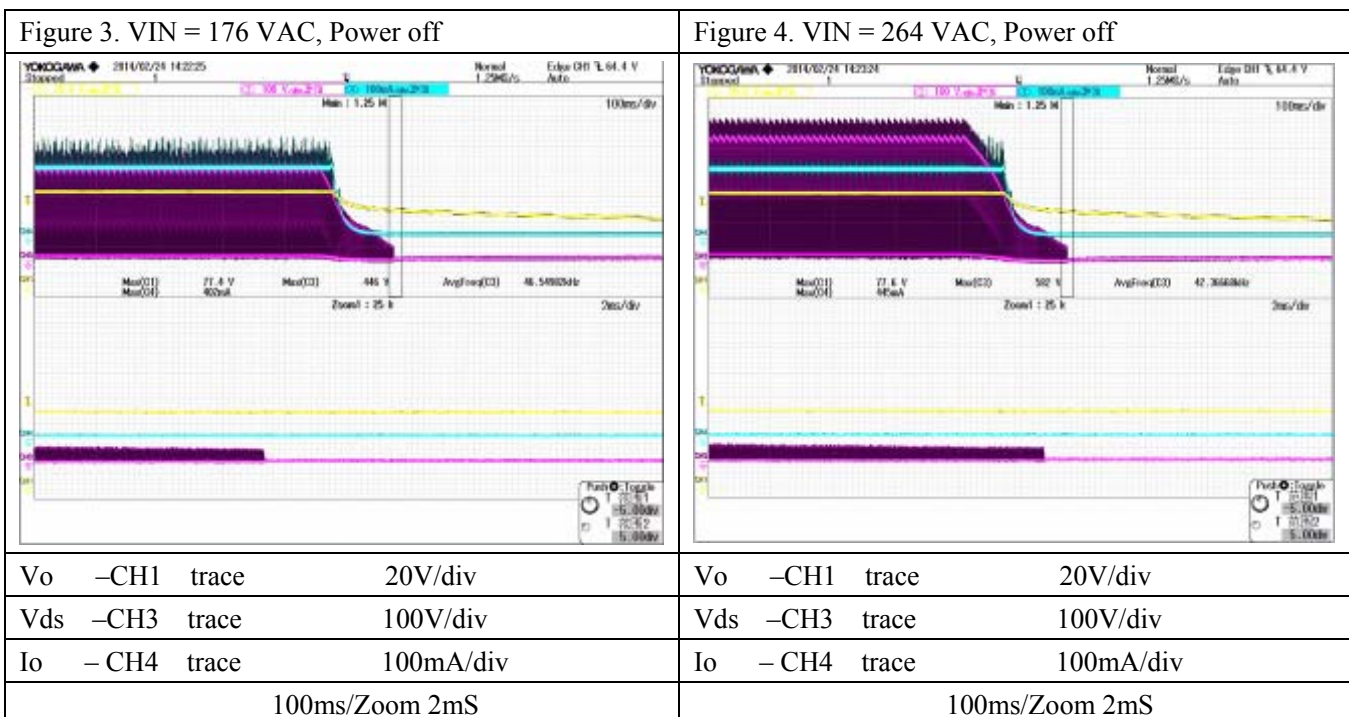
Design Example Report

Chipown

5) Startup



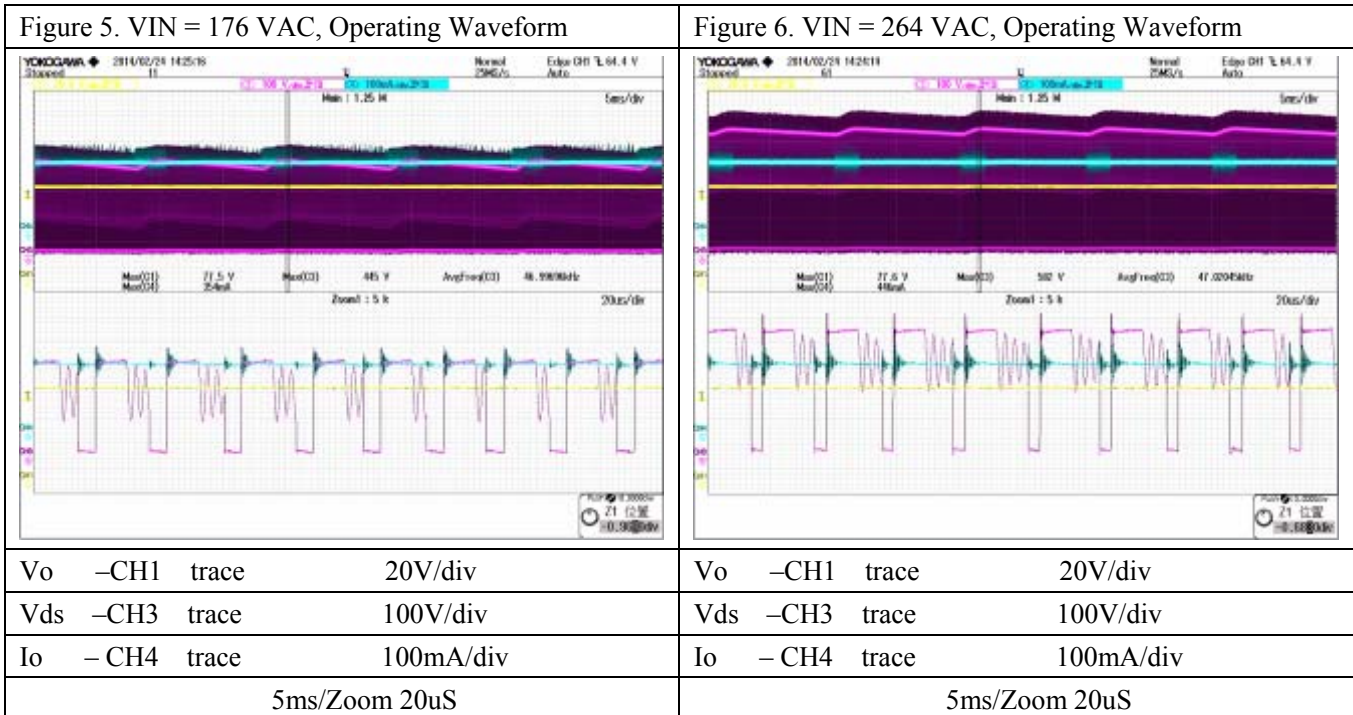
6) Power off



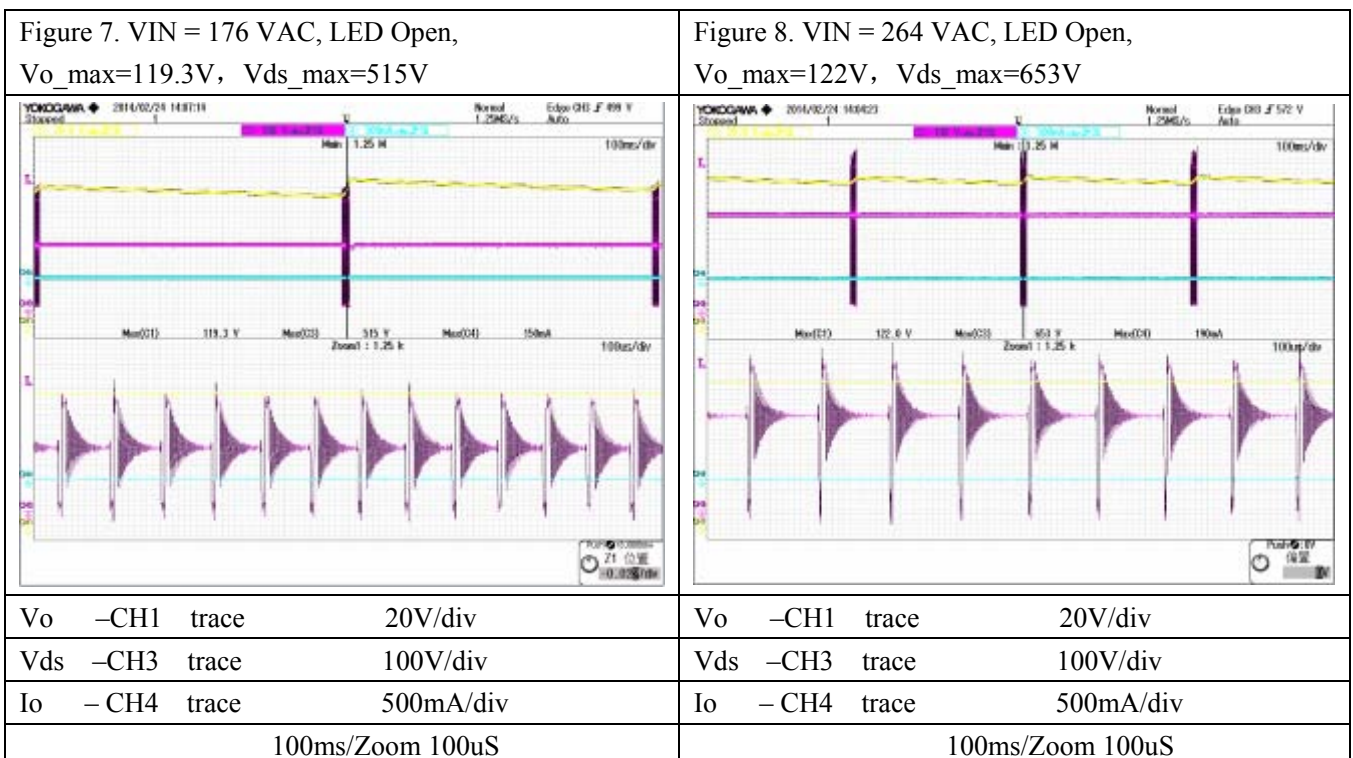
Design Example Report

Chipown

7) Operating waveforms



8) LED Open Protection



Design Example Report

Chipown

9) LED Short Protection

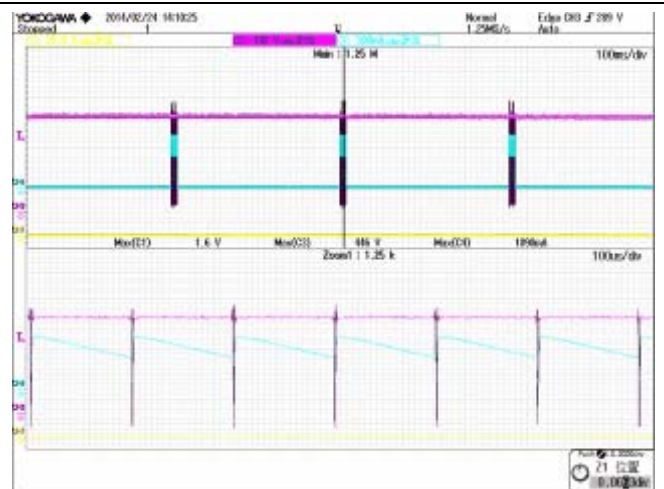
Figure 9. VIN = 176 VAC, LED Short, Vds_max=313V



Vo	-CH1 trace	20V/div
Vds	-CH3 trace	100V/div
Io	-CH4 trace	500mA/div

100ms/Zoom 100uS

Figure 10. VIN = 264 VAC, LED Short, Vds_max=446V



Vo	-CH1 trace	20V/div
Vds	-CH3 trace	100V/div
Io	-CH4 trace	500mA/div

100ms/Zoom 100uS

10) Vds of Power MOSFET & Vr of Output Rectifier Diode

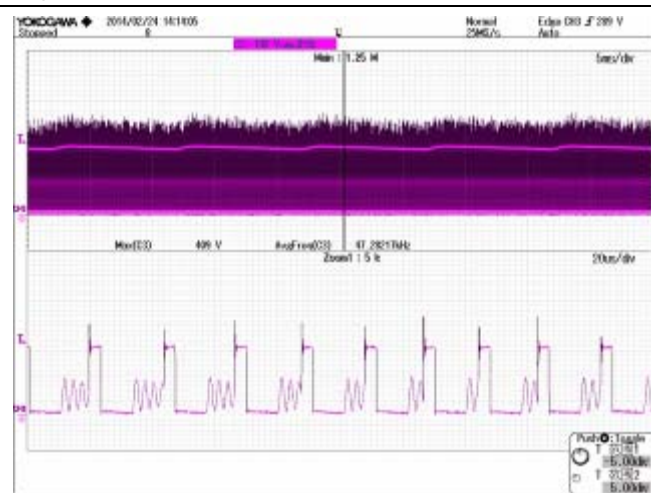
Figure 11. VIN = 264 VAC, Vds max=578V



Vds	-CH3 trace	100V/div
-----	------------	----------

5ms/Zoom 20uS

Figure 12. VIN = 264 VAC, Vr max=409V



Vr	-CH3 trace	100V/div
----	------------	----------

5ms/Zoom 20uS

Design Example Report

Chipown

12.2 EFT 和 Surge 测试

测试条件: $V_{in}=230Vac$, 输出接 1W LED*24 颗

测试结果:

Item	Test Condition		Result	Note
EFT L-N	1KV	5KHz	Pass	A
		100KHz	Pass	A
Surge	500V	L-N	Pass	A
		L-PE	Pass	A
		N-PE	Pass	A

EFT 测试 2KV 及以上时, 输出 LED 出现连续闪烁的现象;

12.3 温升测试

密闭, 环境温度 $75^{\circ}C$, 输出 24*1W LED, 灯电压约 75V;

IC 表面最高 $117.7^{\circ}C$ 。

IC	V_{in} (Vac)	温度 ($^{\circ}C$)					
		环境	IC	变压器线	变压器磁芯	输出二极管	输出电解
PN8327	176	74.9	115.4	116.0	111.0	109.9	91.7
	200	74.9	115.0	116.5	111.3	109.6	91.8
	230	75.0	117.7	118.3	112.8	110.2	92.4
	265	75.2	116.3	119.3	113.6	110.6	92.2