

Design Example Report

Chipown

标题	基于 PN8147 的六级能效适配器电源应用方案
规格	输入电压：85~265Vac 输出功率：12W 输出特性：12V/1.0A
应用范围	适配器电源产品
文件编号	DER-8147-13-PL001
编写时间	2013-06-21
编写部门	FAE
版本号	V1.0

特性概述：

- 双面板设计，单面元器件，面积：34mm*60mm；
- 输入电压：85~265Vac；
- 输出功率：12W(max)；
- 待机功耗：<100mW
- 拥有可恢复短路保护，过载保护，VDD 过压保护，过温保护；
- 平均效率：≥82.96%；

内容目录

1. 电源介绍.....	2
2. 电源规格明细.....	2
3. 电源原理图.....	3
4. 电路描述.....	3
5. 元件清单.....	4
6. 变压器规格.....	5
7. 电源输入输出情况和工作波形	8
8. 安规测试	15
附录.....	20

Design Example Report

Chipown

1. 电源介绍

该报告提供了一种基于 PN8147 设计输出 12V/1.0A 的开关电源。

该报告包含了原理图，电源输入输出规格，BOM 表和变压器参数等资料。

以下为该电源的实物图片：



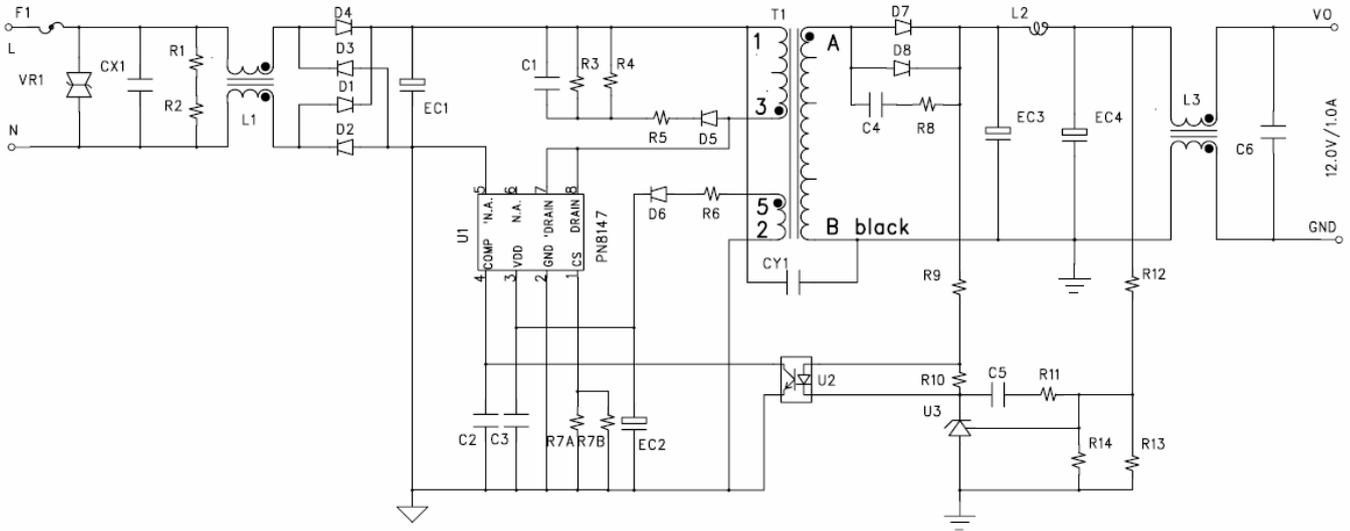
2. 电源规格明细

项目描述	标号	Min	Typ	Max	Unit	备注
输入	Vin	85	230	265	V	50Hz
输出	Vo		12		V	
	Io		1.0		A	
输出功率	Pout		12		W	
待机功耗	Pin			100	mW	Io=0A
平均效率	η	82.96			%	输出线端
工作环境	Tamb	0	25	40	°C	外部环境

Design Example Report

Chipown

3. 电源原理图



Note: 具体参数以 BOM 为准

4. 电路描述

该电路图中R12、R13//R14为反馈分压电阻，并且和U3(TL431)、U2(PC817)组成负反馈电路，确保输出准确电压。为了使系统具有较好的动态响应特性，可以调节R11与C5的值来改善TL431的补偿，使环路具有较高的增益；另外需要调节R9的值，使U2光耦发射二极管端能够把次级信号迅速的反馈到芯片的COMP端进行跟随控制；

D5, R3//R4, 以及 R5, C1 组成 RCD 箝位电路，用于吸收功率 Mos（集成于 PN8147 内部）漏源端尖峰电压，可以视情况予以减轻。

PN8147 具有内置的软启动功能，可以降低电源启动时的电流尖峰，同时降低功率 Mos 漏源端尖峰电压，提高整个电源系统的可靠性；

PN8147 内置高压启动功能，可以在 500mS 以内完全启动；

当 PN8147 本体温度太高时，其内置的 OTP 保护功能会及时动作，关闭 IC，以保护整个系统，温度下降之后在自动重启；

电路具有过载保护，过流保护，开环保护，以及 VDD 过压保护等功能，以提高整个系统的可靠性；

VR1 压敏电阻 10D471 的添加可以吸收浪涌冲击电压；

CX1 为安规 X 电容，CY1 为共模安规 Y1 电容，以及共模电感 L1 都是起到 EMI 滤波的作用，如果 EMI 裕量足够高，为了降低成本，则可以适当减少一些 EMI 滤波元件；

R1, R2 为安规 X 电容的放电电阻，以满足安规要求，当 X 电容小于 0.1uF 时可以省略；

L3 共模电感对 EMI 和 ESD 都有很大的帮助；

当输出短路时，系统会触发保护，进入间歇工作模式；

Design Example Report

Chipown

5. 元件清单

序号	元件标号	元件名称	元件型号	封装尺寸	数量	备注
1	C1	陶瓷电容	1KV/470PF	DIP 脚距 5.0mm	1	
2	C2		50V/1.0nF	SMD 0805	1	
3	C4		200V/1.0nF	SMD 0805	1	
4	C5		50V/33.0nF	SMD 0805	1	
5	CX1	X2 安规电容	275V/0.1uF	DIP 脚距 10.0mm	1	
6	CY1	Y1 安规电容	400V/2.2nF	DIP 脚距 10.0mm	1	
7	EC1	电解电容	400V/22uF	Φ 12.5*20	1	Low ESR
8	EC2		50V/10uF	Φ 5*11	1	
9	EC3		25V/1000uF	Φ 10*20	1	Low ESR
10	D1	二极管	M7	SMD DO-214AC	1	
11	D2		M7	SMD DO-214AC	1	
12	D3		M7	SMD DO-214AC	1	
13	D4		M7	SMD DO-214AC	1	
14	D5		FR107	SMD DO-214AC	1	
15	D6		FR104	DIP DO-41	1	
16	D7	肖特基	SR5100	DIP DO-201	1	
17	D8		N.A.	DIP DO-201	1	
18	F1	保险丝	T2A/250V	DIP 脚距 5.0mm	1	
19	L1	电感	30mH	EE8.3 0.15 线径	1	
20	L2	跳线		0.5*5*5mm	1	
21	L3		100uH	T 9*5*3 0.6 线径	1	
22	R3		220K Ω	SMD 1206	1	
23	R5		150 Ω	SMD 0805	1	
24	R6		10 Ω	SMD 0805	1	
25	R7A		2.2 Ω	SMD 1206	1	1%
26	R7B		2.0 Ω	SMD 1206	1	1%
27	R8		100 Ω	SMD 1206	1	
28	R9		1K Ω	SMD 0805	1	
29	R10		10K Ω	SMD 0805	1	
30	R11		39K Ω	SMD 0805	1	
31	R12		39K Ω	SMD 0805	1	1%
32	R13		10K Ω	SMD 0805	1	1%
33	R14		N.A.	SMD 0805	1	1%
34	T1	变压器	EF20	卧式 5+5	1	
35	U1	IC	PN8147	DIP-7	1	
36	U2	光耦	PC817	DIP-4	1	

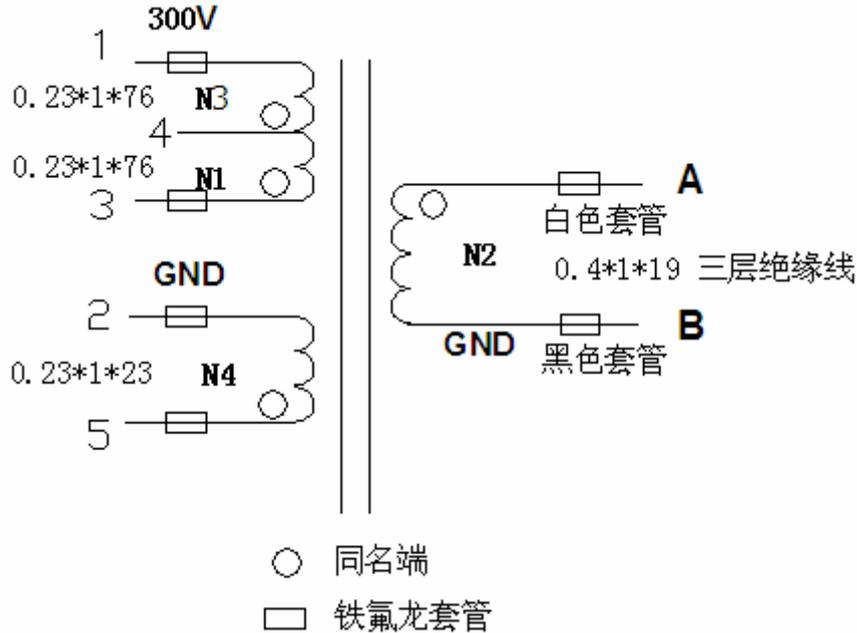
Design Example Report

Chipown

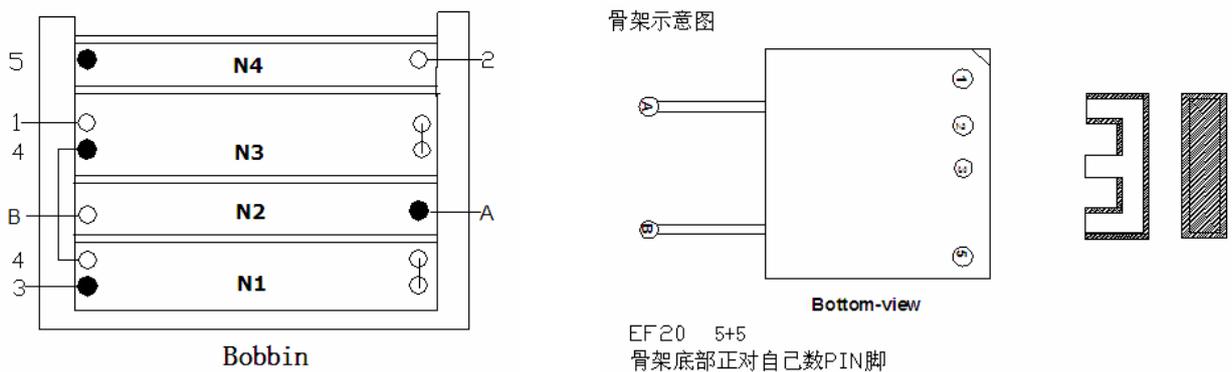
37	U3	基准	TL431	SOT-23	1	
38	VR1	压敏电阻	10D 471K	DIP 脚距 7.5mm	1	

6. 变压器规格

6.1 电路图



6.2 绕线图



Design Example Report

Chipown

6.3 绕线结构

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.	3~4	2UEW0.23*1	76	2	Add	密绕 2 层
N2	N.A.	A~B	TEX-E0.40*1	19	2	Add	密绕 1 层
N3	N.A.	4~1	2UEW0.23*1	76	2	Add	密绕 2 层
N4	N.A.	5~2	2UEW0.23*1	23	3	Add	居中密绕

备注:

- 1) CUT OFF:Pin4, 6, 7, 8, 9, 10;
- 2) 所有 Pin 脚的进出引线须加铁氟龙套管;
- 3) A、B 飞线预留 25mm;
 - A 从变压器顶端靠近 Pin10 引出, 套白色特氟龙套管;
 - B 从变压器顶端靠近 Pin6 引出, 套黑色特氟龙套管;
- 4) 调整电感量时, 气隙一定要磨磁芯中柱, 不能垫气隙;
- 5) 在磁芯外沿磁芯方向使用宽 18mm 的绝缘胶带绕 3 层;
- 6) 含浸;
- 7) 采用 TDK PC40 或相当材质的磁芯;

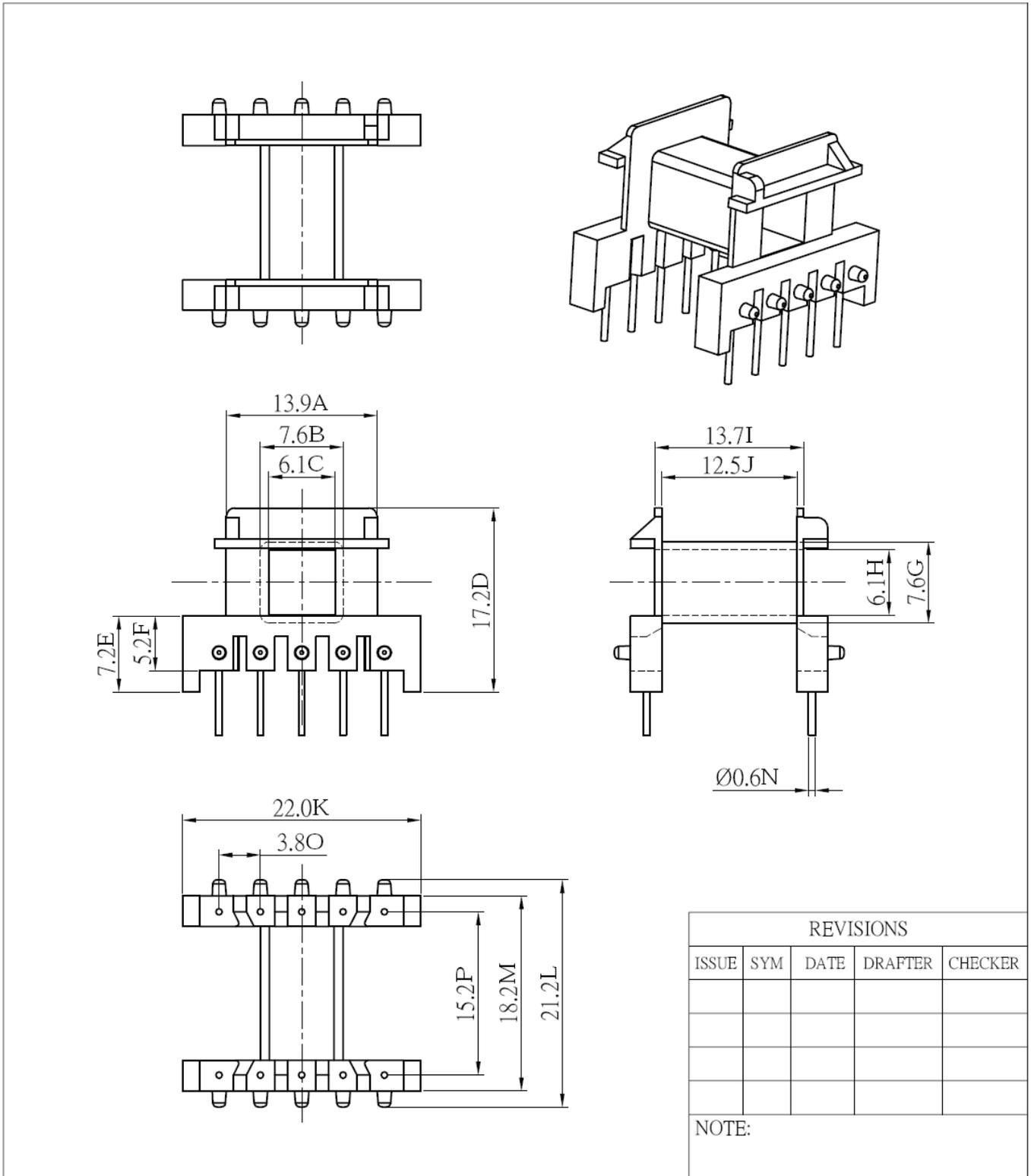
6.4 电气特性

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 (uH)	3~1	1KHz, 1V	3.2mH
Leakage Inductance 漏感 (uH)	3~1	10KHz, 1V 次级全部短路	<100uH
HI-POT Test 耐压测试	PRI~CORE	10mA, 1Minute	AC/1.5KV
	PRI~SEC	10mA, 1Minute	AC/3.75KV
	SEC~CORE	10mA, 1Minute	AC/3.75KV

Design Example Report

Chipown

6.5 骨架尺寸：(EF20 卧式)



Design Example Report

Chipown

7. 电源输入输出特性和工作波形

所有测试，包括电气特性和安规，输出线都采用 1.5m 24AWG

7.1 效率

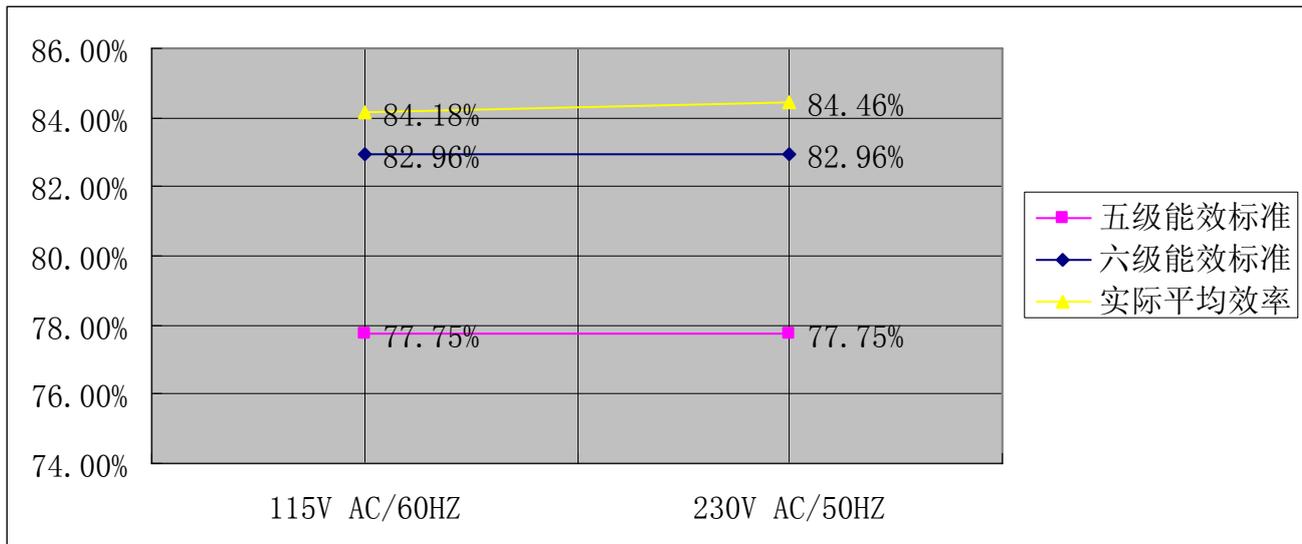
测试条件: $V_{in}=115\sim 230Vac$;

满载条件: $I_o=1.0A$;

测试结果: 输出线端平均效率大于 **82.96%**;

测试结果如下:

输入电压 V	测试参数				平均效率	六级能效标准	五级能效标准
	25%	50%	75%	100%			
115V	85.35	85.26	84.54	83.60	84.18	82.96%	77.75%
230V	83.70	85.14	84.22	84.80	84.46	82.96%	77.75%



7.2 待机功耗

测试条件: $V_{in}=85\sim 265Vac$ & $I_o=0.0A$;

测试结果: 待机小于 **100mW**;

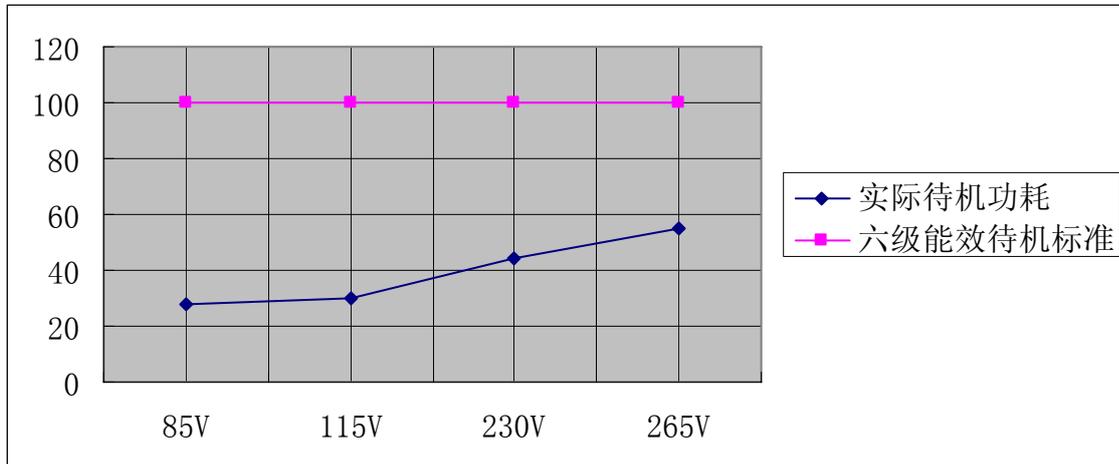
测试结果如下:



Design Example Report

Chipown

输入电压 (Vac)	待机功耗 (mW)
85	28
115	30
230	44
265	55



7.3 输出电压调整率

测试条件: $V_{in} = 85 \sim 265 \text{Vac}$;

测试结果: **线性调整率小于 $\pm 1\%$;**
负载调整率小于 $\pm 5\%$;

测试结果如下:

V_{in}	V_o (V)			负载调整率
	空载	半载	满载	
85Vac	12.23	12.1	11.97	2.15%
115Vac	12.23	12.1	11.97	2.15%
230Vac	12.23	12.09	11.96	2.23%
265Vac	12.23	12.09	11.96	2.23%
线性调整率	0.00%	0.08%	0.08%	

7.4 短路输入功耗和过载保护

测试条件: $V_{in} = 85 \sim 265 \text{Vac}$;

测试结果: 全电压范围**过载保护负载小于 2A**; **短路输入功耗小于 10W**;

Design Example Report

Chipown

测试结果如下:

输入电压	输出短路时输入功耗	过载保护负载
85 Vac	1.39W	1.38A
115 Vac	1.45W	1.53A
230 Vac	1.75W	1.68A
265 Vac	1.82W	1.69A

7.5 开机延迟时间, 关机保持时间和开机交流浪涌电流

测试条件: $V_{in}=85\sim 265\text{Vac}$;

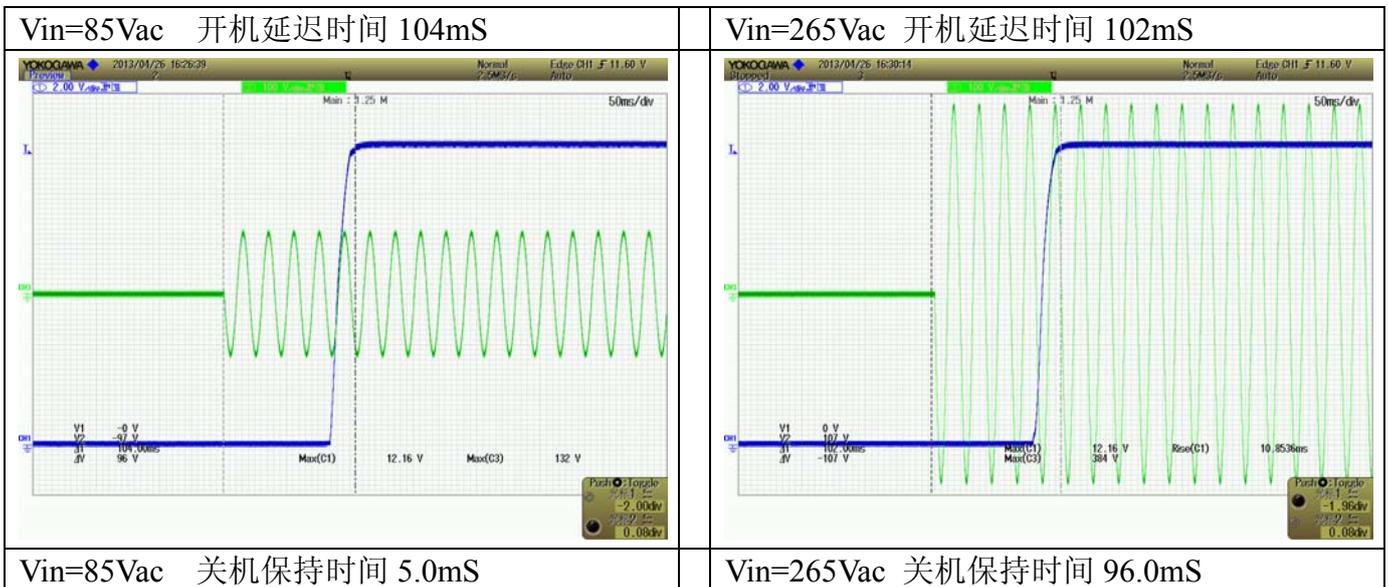
测试结果: 全电压下开机延迟时间小于 **2S**;

230Vac 时关机保持时间大于 **10mS**;

全电压下开机浪涌电流小于 **30A**;

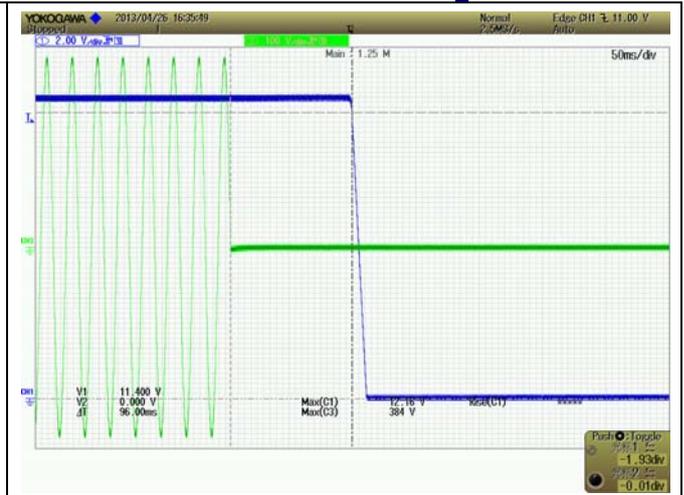
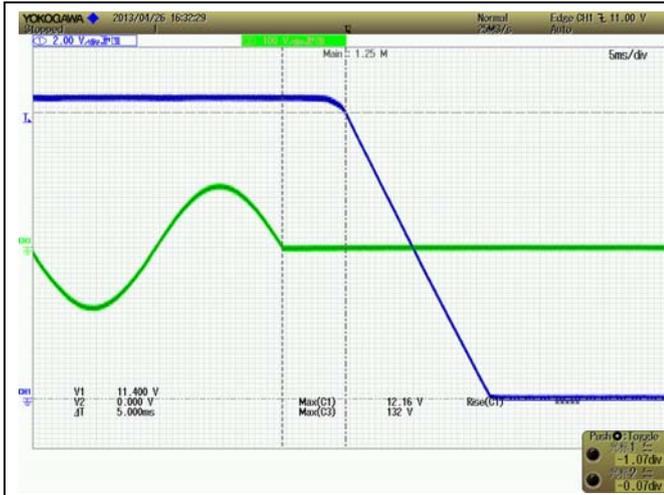
测试结果如下:

输入电压	开机延迟时间	关机保持时间	过载保护负载
85 Vac	104 mS	5.0 mS	1.38A
115 Vac	102 mS	13.2 mS	1.53A
230 Vac	102 mS	69.0 mS	1.68A
265 Vac	102 mS	96.0 mS	1.69A



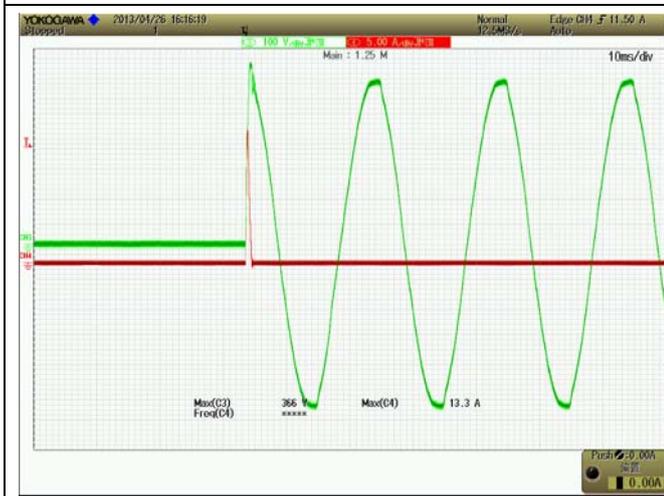
Design Example Report

Chipown



CH1(蓝色): V_o (2V/div); CH3(绿色): V_{in} (100V/div)

开机交流小于 30A



CH3(绿色): V_{in} (100A/div); CH4(红色): I_{in} (5A/div)

7.6 输出满载纹波&噪音和输出过冲以及输出上升时间

测试条件: $V_{in}=85\sim 265\text{Vac}$; 输出为满载 $I_o=1.0\text{A}$;
纹波测试时输出增加 50V/10uF 和 0.1uF 的电容, 并且测试于输出线端;
测试结果: 纹波小于 120mV, 上升时间小于 20mS, 过冲小于 10%;

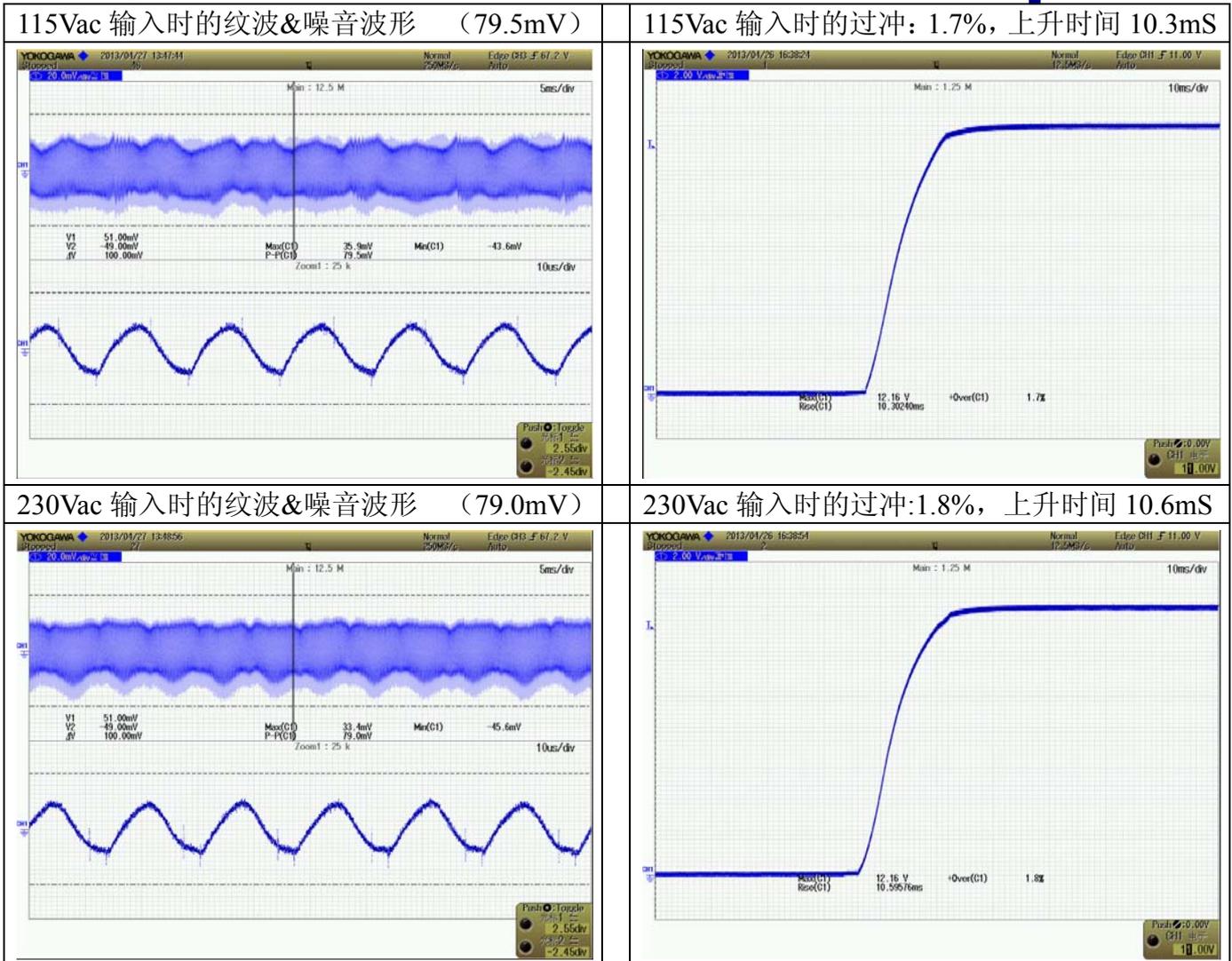
测试结果如下:

输入电压	纹波	输出上升时间	过冲
85 Vac	91.0 mV	12.8 mS	1.7%
115 Vac	79.5 mV	10.3 mS	1.7%
230 Vac	79.0 mV	10.6 mS	1.8%
265 Vac	76.6 mV	10.7 mS	1.8%

PowerOn Your Life

Design Example Report

Chipown



7.7 各个工作状态波形

测试条件: $V_{in} = 85 \sim 265\text{Vac}$;

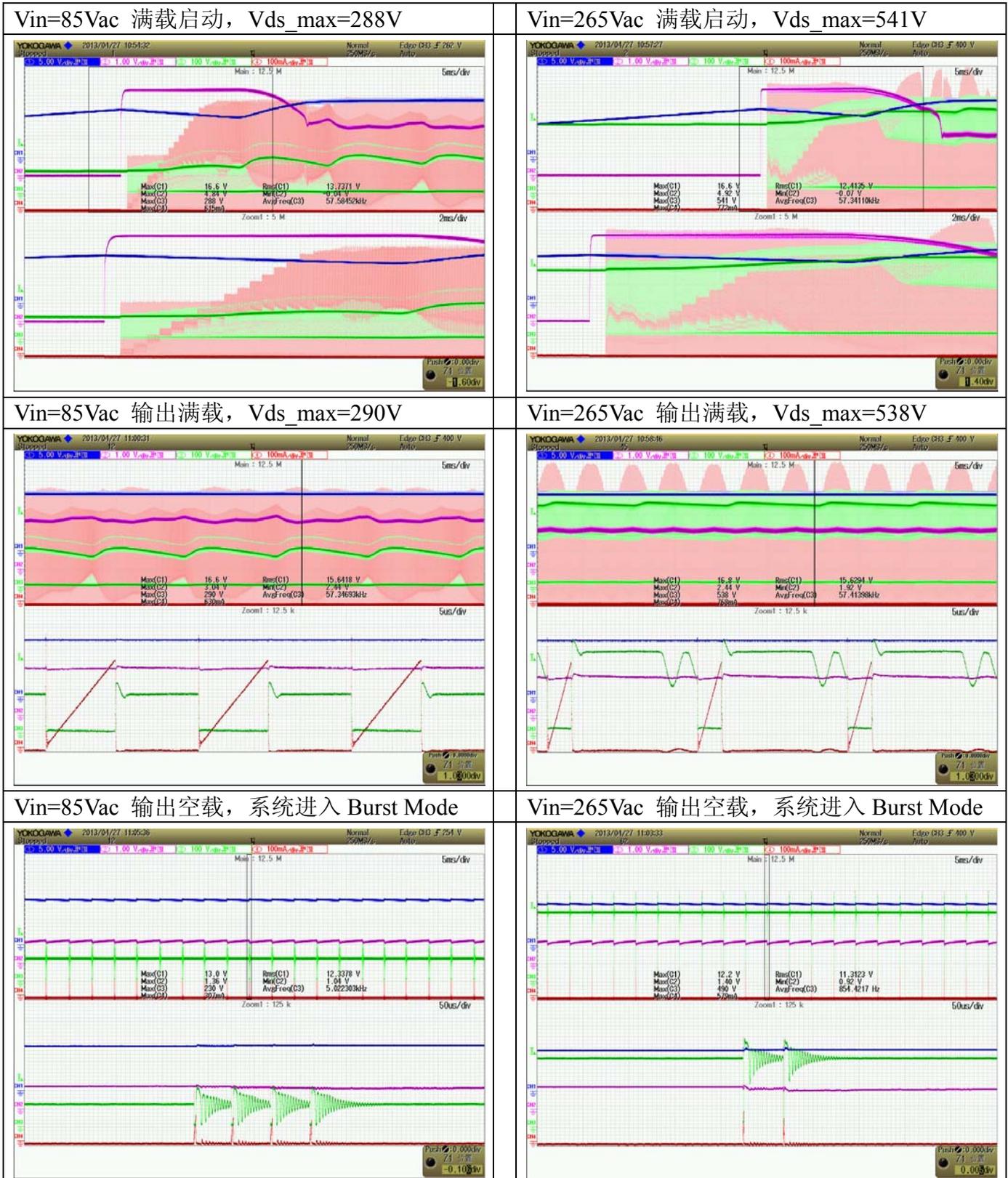
CH1 (蓝色): V_{dd} (5V/div); CH2(紫色): FB (1V/div);

CH3 (绿色): V_{ds} (100V/div); CH4(红色): I_{ds} (100mA/div);

Design Example Report

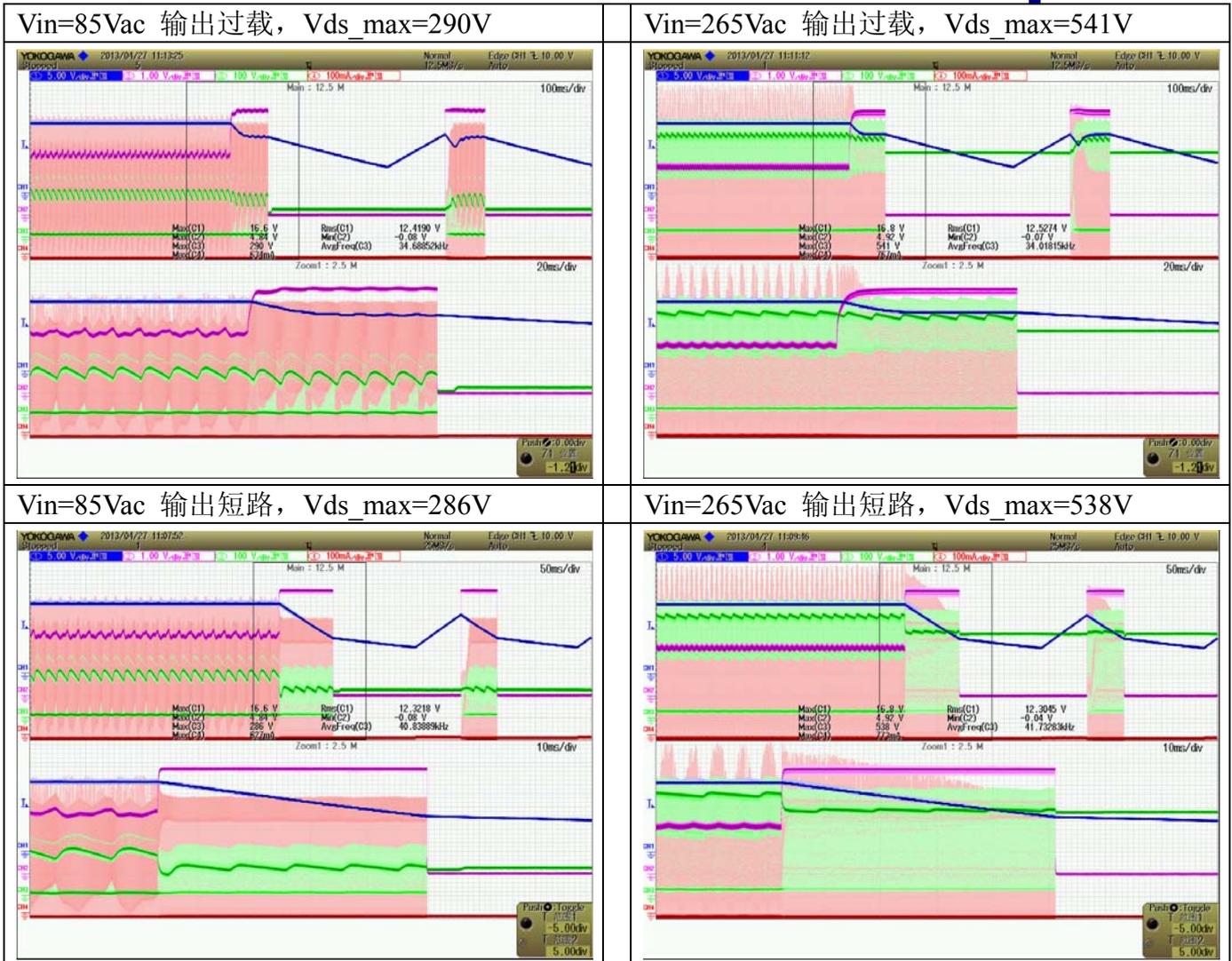
Chipown

波形如下所示:



Design Example Report

Chipown



7.8 元器件温度

测试条件：恒温箱设定温度分别为 70.80.90，裸板测试；

Vin=230Vac; Io=1.0A 老化时间 2H

测试结果：

测试元器件	恒温箱设定温度℃		
	70	80	90
L1 共模电感	84.1	94.2	109.2
PN8147	81.3	90.4	104.1
变压器磁芯	76.7	86.5	98.9
变压器线包	78.9	88.3	102.2
肖特基二极管	82.1	90.7	104.4

Design Example Report

Chipown

8. 安规测试

8.1 群脉冲测试结果

测试条件: $V_{in}=230V_{ac}$, 输出为满载 (12Ω);

测试结果: **通过**;

测试结果如下:

频率	电压	测试结果		
		L	N	L+N
5KHz	+4000V	Pass	Pass	Pass
	-4000V	Pass	Pass	Pass
100KHz	+4000V	Pass	Pass	Pass
	-4000V	Pass	Pass	Pass

8.2 绝缘耐压测试结果

测试条件: 交流 $3.75KV_{AC}$, 60S, 10mA;

测试结果: **通过**;

8.3 雷击测试结果

测试条件: $V_{in}=230V_{ac}$, 输出为满载 (12Ω); 共模测试时将输出 V_o 负端与 PE 连接;

测试结果: **通过**;

测试结果如下:

测试条件	电压	测试结果
L-N	+2000V	Pass
	-2000V	Pass
L-PE	+4000V	Pass
	-4000V	Pass
L-PE	+4000V	Pass
	-4000V	Pass

8.4 ESD 测试结果

测试条件: $V_{in}=230V_{ac}$, 输出为满载 (12Ω); 输入为 2Pin 电源线, 无 PE;

测试结果: **通过**;

测试结果如下:

测试条件	电压	测试结果
接触	V_{o+} +8KV	Pass
	V_{o-} -8KV	Pass
空气	V_{o+} +15KV	Pass
	V_{o-} -15KV	Pass

Design Example Report

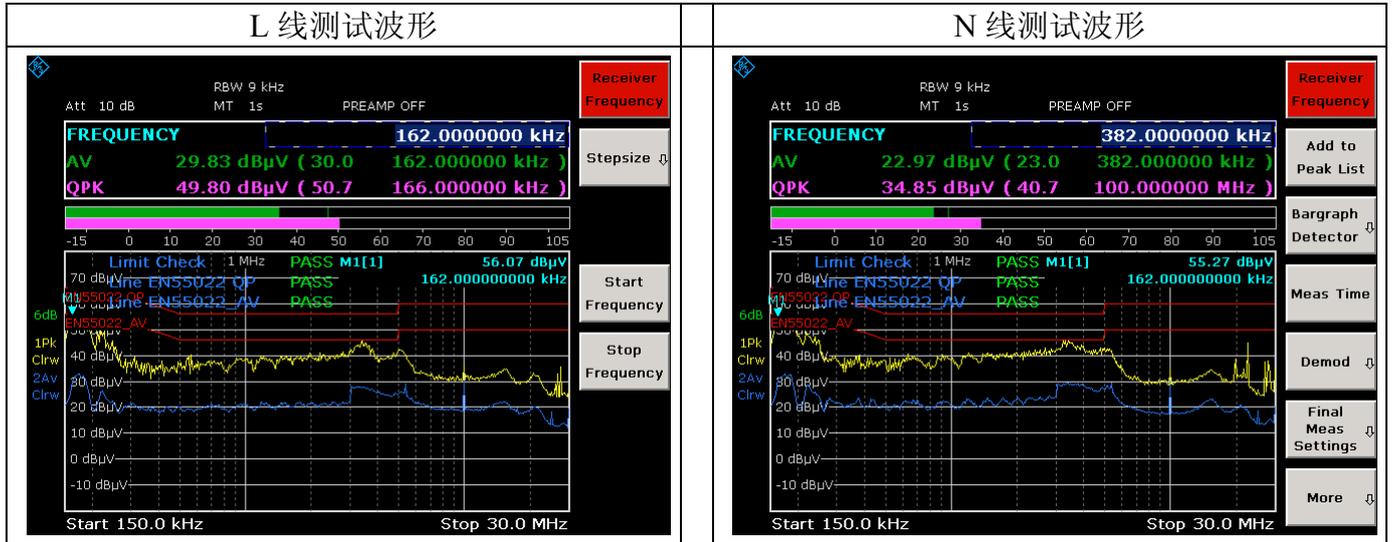
Chipown

8.5 传导测试结果

测试条件: $V_{in}=230V_{ac}$, 输出为满载 (12Ω);

输出采用 1.5m 的 24 AWG;

测试结果: 裕量大于 6dB;



Design Example Report



8.6 辐射测试结果

测试条件: $V_{in}=120\text{ Vac}$ 230Vac , 输出为满载 ($12\ \Omega$);
输出采用 1.5m 的 24 AWG;

测试结果: 裕量大于 6dB;

辐射测试结果	
水平	垂直
-11.46dB (PK)	-8.75dB (PK)

230V 输入:

<p>垂直</p> <p>Site: NTEK 9'6"6 Chamber #1 Limit: EN55022_B_3m_QP EUT: ADAPTER MN: 12V1A Mode: FULL LOAD Note: PN8147.6级能效</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No. Mk.</th> <th>Freq. MHz</th> <th>Reading Level dBuV</th> <th>Correct Factor dB</th> <th>Measurement dBuV/m</th> <th>Limit dBuV/m</th> <th>Over dB</th> <th>Detector</th> <th>Antenna Height cm</th> <th>Table Degree</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 *</td> <td>38.7518</td> <td>17.25</td> <td>14.00</td> <td>31.25</td> <td>40.00</td> <td>-8.75</td> <td>peak</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>45.5347</td> <td>19.62</td> <td>10.31</td> <td>29.93</td> <td>40.00</td> <td>-10.07</td> <td>peak</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>57.7961</td> <td>21.57</td> <td>5.63</td> <td>27.20</td> <td>40.00</td> <td>-12.80</td> <td>peak</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>110.1816</td> <td>12.89</td> <td>11.64</td> <td>24.53</td> <td>40.00</td> <td>-15.47</td> <td>peak</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>*Maximum data x:Over limit f:over margin</p> <p>File :XPWData :#2 Page: 1 Engineer Signature:</p>	No. Mk.	Freq. MHz	Reading Level dBuV	Correct Factor dB	Measurement dBuV/m	Limit dBuV/m	Over dB	Detector	Antenna Height cm	Table Degree	Comment	1 *	38.7518	17.25	14.00	31.25	40.00	-8.75	peak				2	45.5347	19.62	10.31	29.93	40.00	-10.07	peak				3	57.7961	21.57	5.63	27.20	40.00	-12.80	peak				4	110.1816	12.89	11.64	24.53	40.00	-15.47	peak				<p>水平</p> <p>Site: NTEK 9'6"6 Chamber #1 Limit: EN55022_B_3m_QP EUT: ADAPTER MN: 12V1A Mode: FULL LOAD Note: PN8147.6级能效</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No. Mk.</th> <th>Freq. MHz</th> <th>Reading Level dBuV</th> <th>Correct Factor dB</th> <th>Measurement dBuV/m</th> <th>Limit dBuV/m</th> <th>Over dB</th> <th>Detector</th> <th>Antenna Height cm</th> <th>Table Degree</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 *</td> <td>77.3212</td> <td>21.30</td> <td>7.24</td> <td>28.54</td> <td>40.00</td> <td>-11.46</td> <td>peak</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>104.1701</td> <td>14.02</td> <td>11.00</td> <td>25.02</td> <td>40.00</td> <td>-14.98</td> <td>peak</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>256.5211</td> <td>12.23</td> <td>14.47</td> <td>26.70</td> <td>47.00</td> <td>-20.30</td> <td>peak</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>*Maximum data x:Over limit f:over margin</p> <p>File :XPWData :#1 Page: 1 Engineer Signature:</p>	No. Mk.	Freq. MHz	Reading Level dBuV	Correct Factor dB	Measurement dBuV/m	Limit dBuV/m	Over dB	Detector	Antenna Height cm	Table Degree	Comment	1 *	77.3212	21.30	7.24	28.54	40.00	-11.46	peak				2	104.1701	14.02	11.00	25.02	40.00	-14.98	peak				3	256.5211	12.23	14.47	26.70	47.00	-20.30	peak			
No. Mk.	Freq. MHz	Reading Level dBuV	Correct Factor dB	Measurement dBuV/m	Limit dBuV/m	Over dB	Detector	Antenna Height cm	Table Degree	Comment																																																																																										
1 *	38.7518	17.25	14.00	31.25	40.00	-8.75	peak																																																																																													
2	45.5347	19.62	10.31	29.93	40.00	-10.07	peak																																																																																													
3	57.7961	21.57	5.63	27.20	40.00	-12.80	peak																																																																																													
4	110.1816	12.89	11.64	24.53	40.00	-15.47	peak																																																																																													
No. Mk.	Freq. MHz	Reading Level dBuV	Correct Factor dB	Measurement dBuV/m	Limit dBuV/m	Over dB	Detector	Antenna Height cm	Table Degree	Comment																																																																																										
1 *	77.3212	21.30	7.24	28.54	40.00	-11.46	peak																																																																																													
2	104.1701	14.02	11.00	25.02	40.00	-14.98	peak																																																																																													
3	256.5211	12.23	14.47	26.70	47.00	-20.30	peak																																																																																													

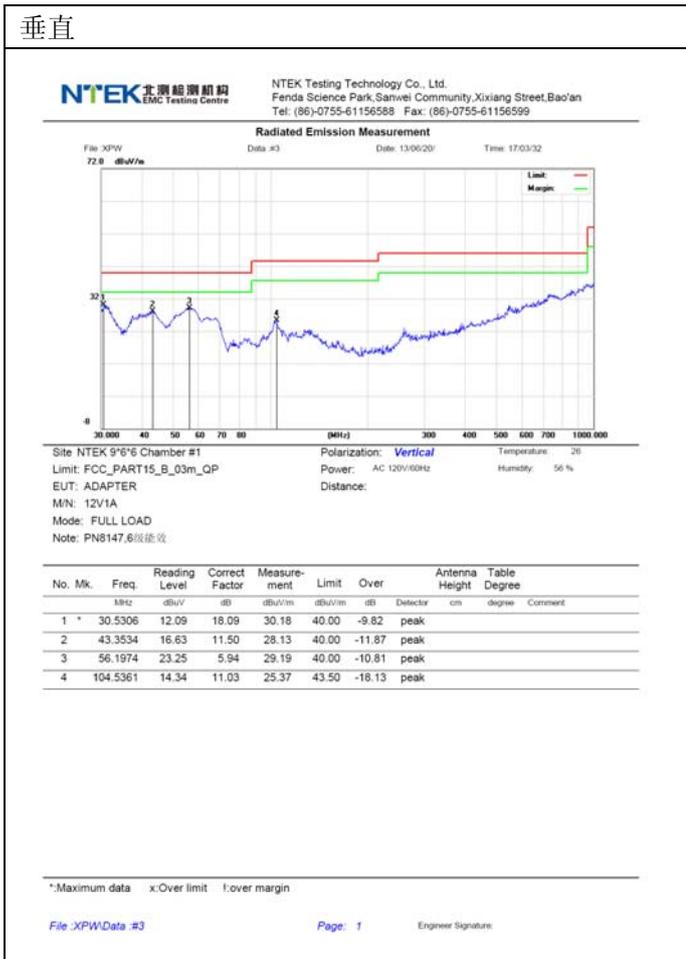


Design Example Report

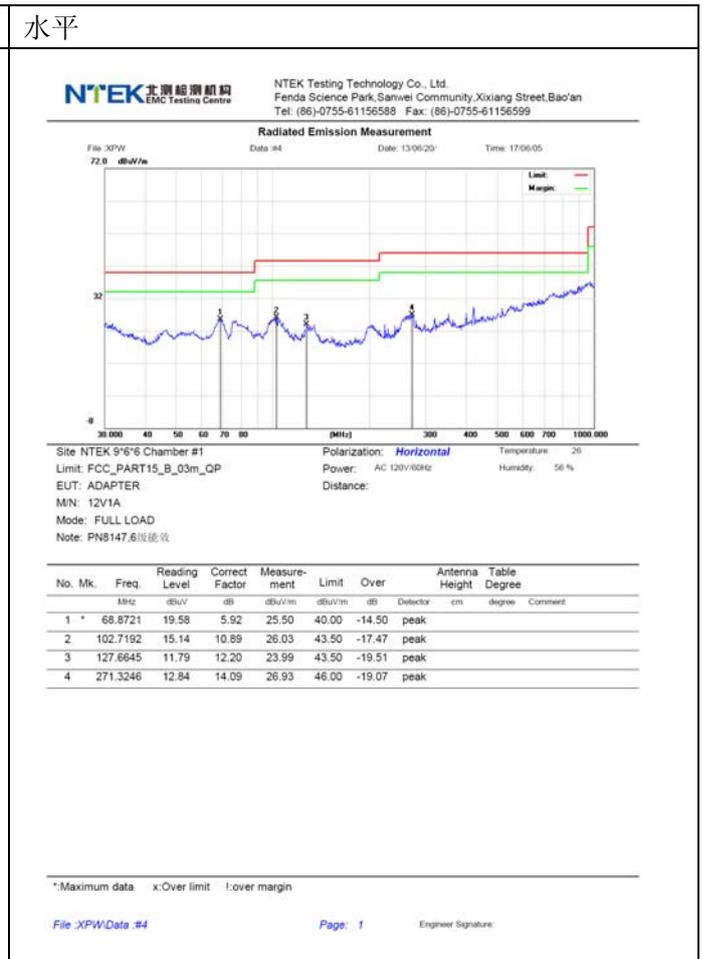
Chipown

120V 输入:

垂直



水平



Design Example Report

Chipown

9. 附录

PN8147 封装和脚位配置图:

