

# Design Example Report

# Chipown

标题	基于 PN8359 的充电器电源应用方案
规格	输入电压：90~265Vac 输出功率：10.5W 输出特性：5.0V/2.1A
应用范围	充电器电源产品
文件编号	DER-8359-13-P040
编写时间	2014-01-2
编写部门	工程部
版本号	V1.1

## 特性概述：

- 双面板设计，单面元器件，面积：33.5mm\*38.5mm；
- 输入电压：90~265Vac；
- 输出功率：10.5W(Typical)；
- 待机功耗：<50mW
- 拥有可输出短路保护，输出过流保护，VDD 过压保护，FB 分压电阻开路短路保护，以及电流检测电阻 Rcs 短路和过温保护；
- 平均效率：≥73.74%（输出线端 1.5m AWG 20）；

## 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.....	3
6. 变压器规格.....	5
7. 电源输入输出情况和工作波形 .....	8
8. 安规及 EMI 测试 .....	15
9. 附录.....	20

# Design Example Report

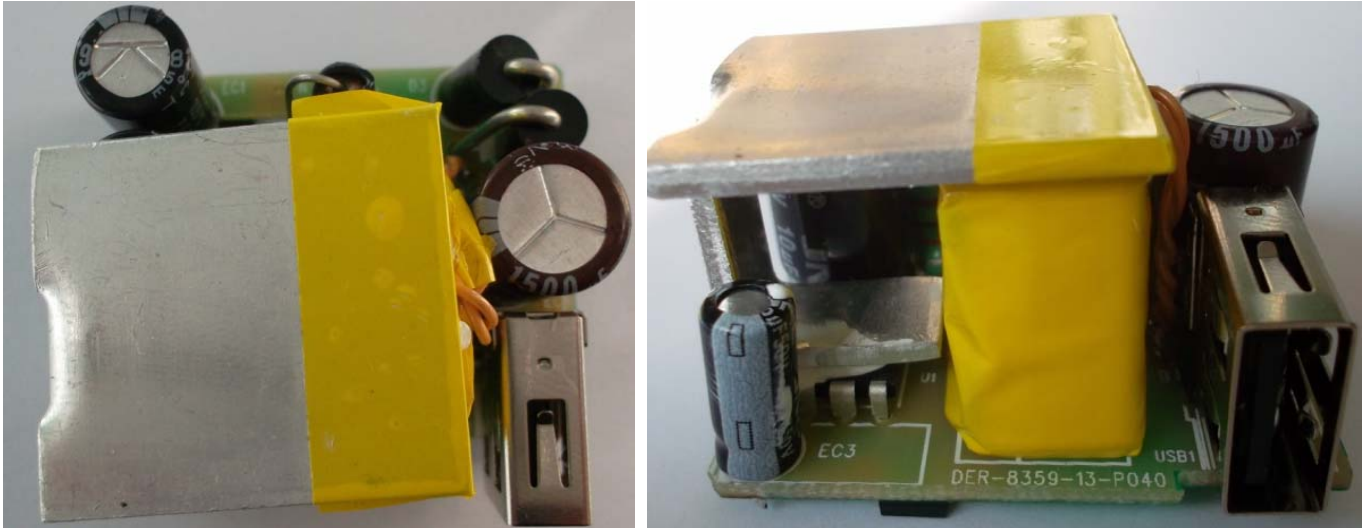
# Chipown

## 1. 电源介绍

该报告提供了一种基于 PN8359 设计输出 5.0V/2.1A 的开关电源。

该报告包含了原理图，电源输入输出规格，BOM 表和变压器参数以及安规和 EMI 测试数据等资料。

以下为该电源的实物图片：



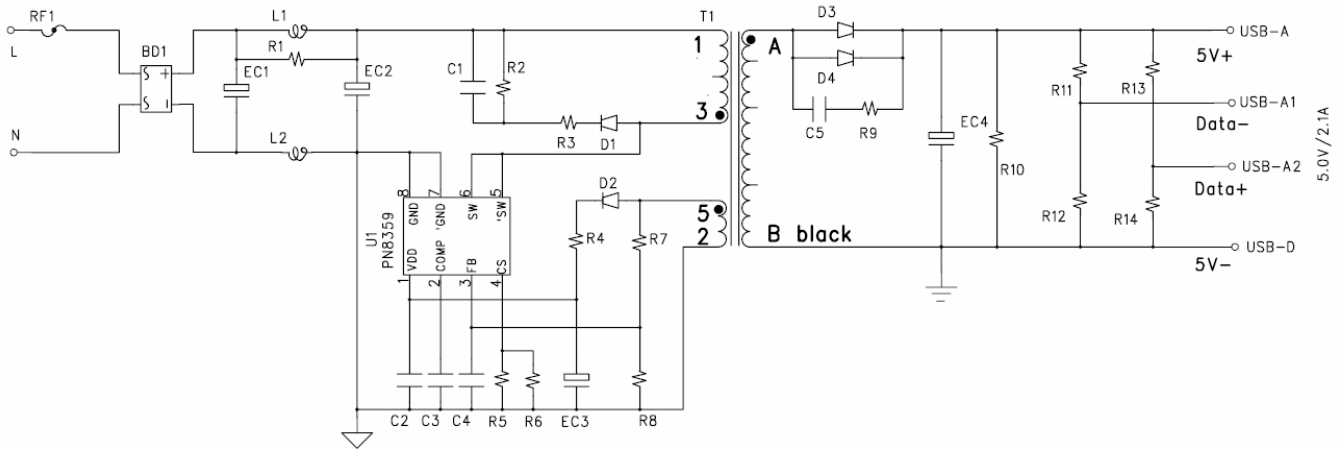
## 2. 电源规格明细

项目描述	标号	Min	Typ	Max	Unit	备注
输入	Vin	90	230	265	V	
输出	Vo		5.0		V	
	Io		2.1		A	
输出功率	Pout		10.5		W	
待机功耗	Pin			50	mW	Io=0A
平均效率	$\eta$	73.74			%	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R7、R8为反馈分压电阻，C3起到环路补偿的作用；

D1, R2, 以及 R3, C1 组成 RCD 箝位电路，用于吸收功率 Mos（集成于 PN8359 内部）漏源端尖峰电压，可以视情况予以减轻。

PN8359 内置高压启动功能，可以在 200mS 以内完全启动；

PN8359 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；

电路具有输出短路保护，输出过流保护，开环保护，VDD 过压保护等功能，以提高整个系统的可靠性；当连接到反馈脚 FB 的分压电阻开路或短路时，系统都会进入保护状态；

当 CS 脚短路（或 Rcs 短路）时系统会发生保护并进入 Latch 状态，以确保系统不会被损坏；

EC1, L1, L2, EC2 组成  $\pi$  性滤波，以改善 EMI 性能；

## 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	BD1	整流桥	MB6S	SMD SOIC-4	1	
2	C1	陶瓷电容	500V/1.0nF	SMD 1206	1	
3	C2		50V/10.0nF	SMD 0805	1	
4	C3		50V/100.0nF	SMD 0805	1	
5	C4		50V/10.0pF	SMD 0805	1	
6	C5		N.A.	SMD 0805	1	
7	CY1	Y 安规电容	400V/1.0nF	DIP 脚距 10.0mm	1	
8	EC1	电解电容	400V/6.8uF	$\Phi$ 8*16	1	Low ESR
9	EC2		400V/10.0uF	$\Phi$ 10*16	1	Low ESR
10	EC3		50V/10uF	$\Phi$ 5*11	1	Low ESR
11	EC4		10V/1500uF	$\Phi$ 10*16	1	Low ESR

# Design Example Report

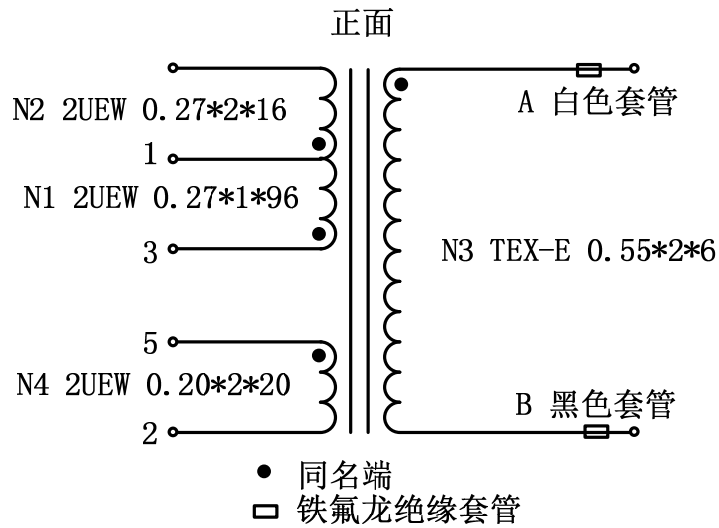
# Chipown

12	D1	二极管	M7	SMD DO-214AC	1	
13	D2		RS1M	SMD DO-214AC	1	
14	D3		SB540	DIP DO-201	1	
15	D4		SB540	DIP DO-201	1	
16	L1	电感	1.0mH	DIP 0510	1	
17	L2		3.3uH	SMD 0805	1	
18	RF1	保险丝	T2.0A/250V	DIP 脚距 5.0mm	1	
19	R1	电阻	10K $\Omega$	SMD 0805	1	
20	R2		270K $\Omega$	SMD 1206	1	
21	R3		150 $\Omega$	SMD 1206	1	
22	R4		24 $\Omega$	SMD 0805	1	
23	R5		1.5 $\Omega$	SMD 1206	1	1%
24	R6		1.5 $\Omega$	SMD 1206	1	1%
25	R7		39K $\Omega$	SMD 0805	1	1%
26	R8		4.87K $\Omega$	SMD 0805	1	1%
27	R9		N.A.	SMD 0805	1	
28	R10		1.5K $\Omega$	SMD 1206	1	
29	T1	变压器	EPC17	立式 5+0	1	
30	U1	IC	PN8359	DIP-8	1	

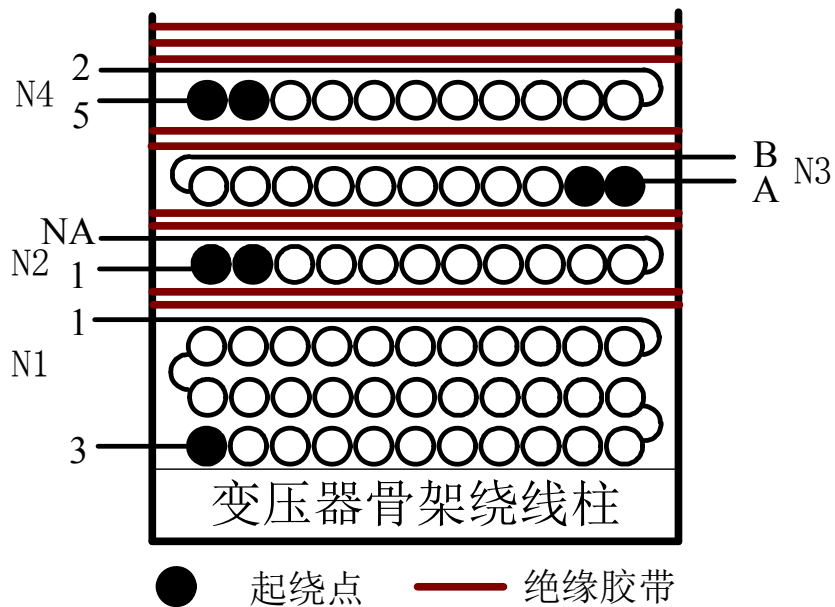
## Design Example Report

### 6. 变压器规格

#### 6.1 电路图



#### 6.2 剖面图



# 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.	3~1	2UEW0.27*1	96	2	N.A.	密绕
N2	N.A.	1~	2UEW0.27*2	16	2	N.A.	密绕
N3	N.A.	A~B	TEX-E0.55*2	6	2	Add	密绕
N4	N.A.	5~2	2UEW0.20*2	20	3	N.A.	密绕

备注:

- 1) 剪掉:Pin4;
- 2) 初级绕组进出线不能交叉;
- 3) 次级飞线须加铁氟龙套管;  
飞线 A 套白色特氟龙套管, 留 25mm;  
飞线 B 套黑色特氟龙套管, 留 25mm;
- 4) 调整电感量时, 一定要磨磁芯中柱, 不能垫气隙;
- 5) 变压器完成后, 在磁芯外沿磁芯方向使用宽 10mm 的绝缘胶带绕 3 层; 再沿绕线方向使用 20mm 的绝缘胶带绕制 3 层;
- 6) 含浸;
- 7) 采用 TDK PC40 或相当材质的磁芯;

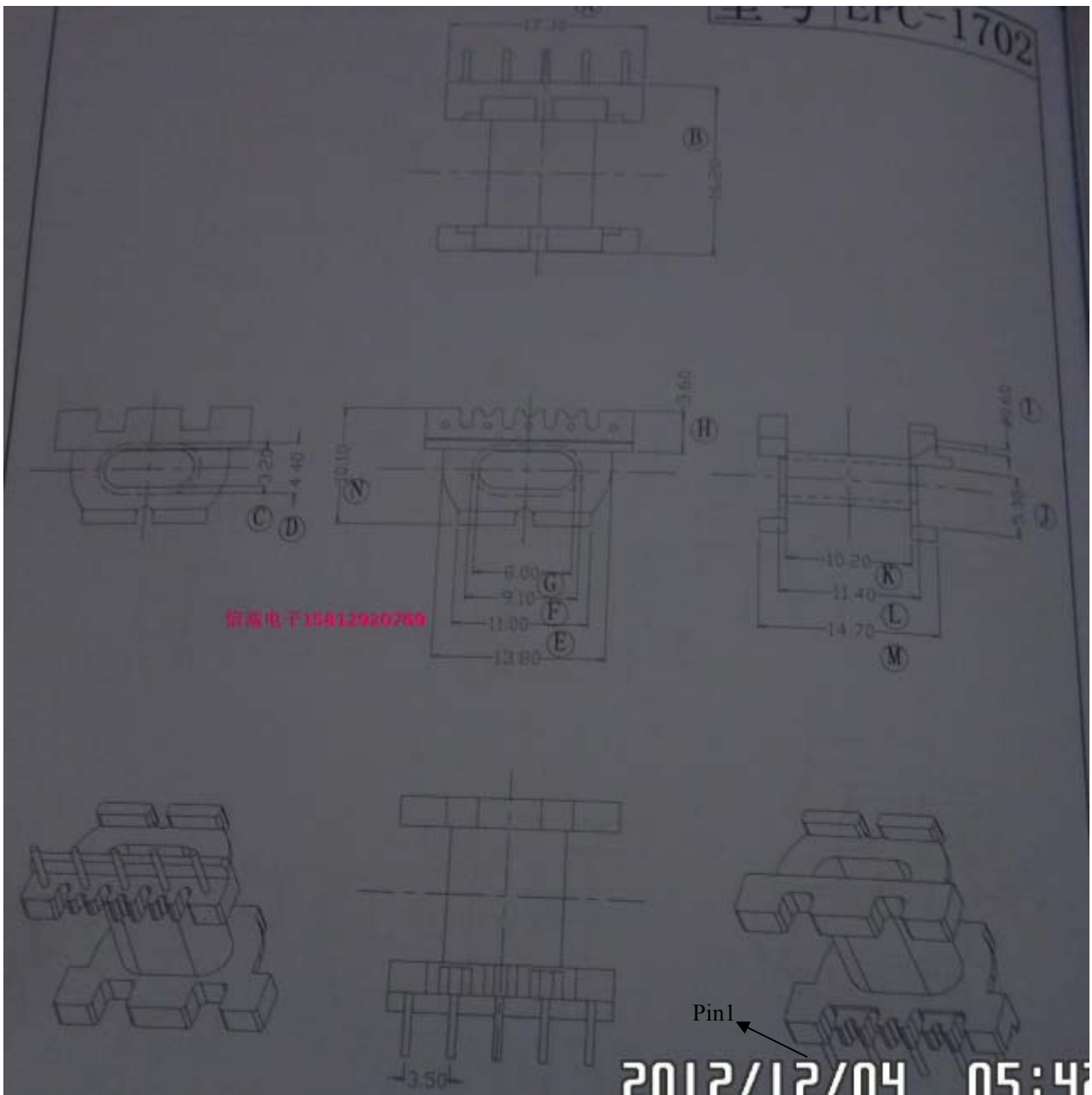
## 6.4 电气特性

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	10KHz, 1V	1. 1mH
Leakage Inductance 漏感 (uH)	3~1	10KHz, 1V 次级全部短路	<50uH
HI-POT Test 耐压测试	PRI~CORE	3mA, 1Minute	AC/1. 5KV
	PRI~SEC	3mA, 1Minute	AC/3. 75KV
	SEC~CORE	3mA, 1Minute	AC/3. 75KV

# Design Example Report

# Chipown

## 6.5 骨架尺寸：(EPC17 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 20AWG**；

### 7.1 效率

测试条件：Vin=90~265Vac；

测试结果：输出线端平均效率大于 **73.74%**（五级能效）；

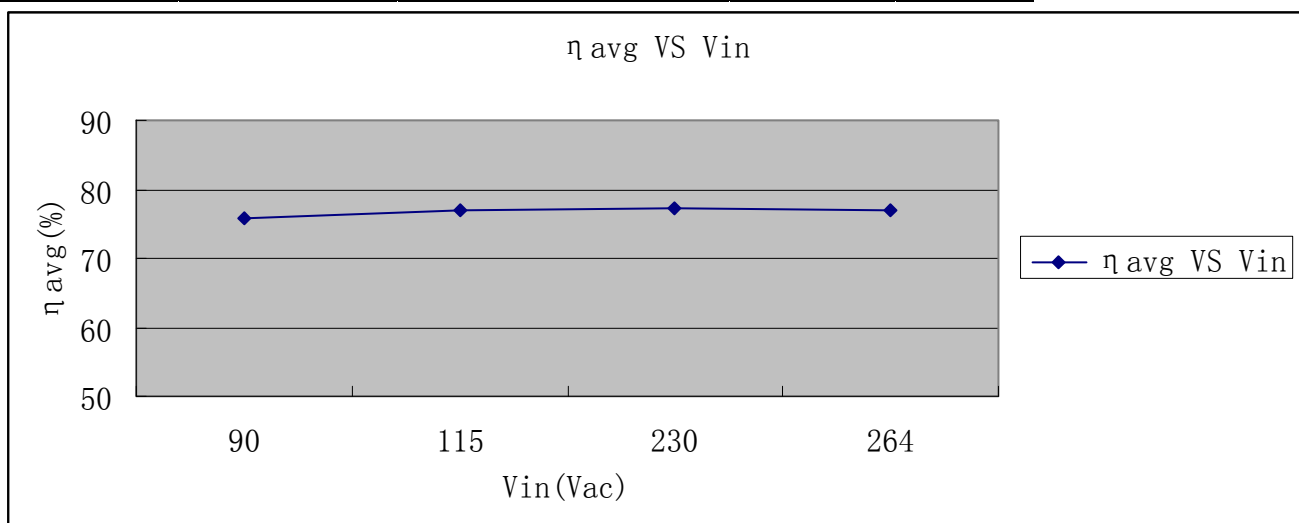
备注：a、热机半小时后测试；

b、由于系统板 PSR,故变压器的耦合或漏感差异太大,会对输出略有影响；

c、由于系统为 PSR,由于肖特基发热后正向压降降低,故热机后会有 Vo 略微上升的现象；

测试结果如下：

Vin (Vac)	Io(A)	Vo(V)	Po (W)	Pin (W)	Efficiency	
90	0.525	4.79	2.513	3.207	78.36%	75.88%
	1.050	4.83	5.075	6.680	75.97%	
	1.575	4.91	7.733	10.305	75.04%	
	2.100	4.99	10.472	14.122	74.15%	
115	0.525	4.79	2.513	3.189	78.80%	76.86%
	1.050	4.84	5.085	6.610	76.93%	
	1.575	4.91	7.733	10.141	76.25%	
	2.100	4.98	10.451	13.850	75.45%	
230	0.525	4.79	2.513	3.222	77.99%	77.35%
	1.050	4.83	5.075	6.540	77.60%	
	1.575	4.89	7.701	9.988	77.11%	
	2.100	4.96	10.409	13.568	76.71%	
264	0.525	4.77	2.502	3.246	77.09%	77.09%
	1.050	4.81	5.054	6.569	76.94%	
	1.575	4.98	7.843	10.011	78.35%	
	2.100	4.93	10.346	13.615	75.99%	





# Design Example Report

# Chipown

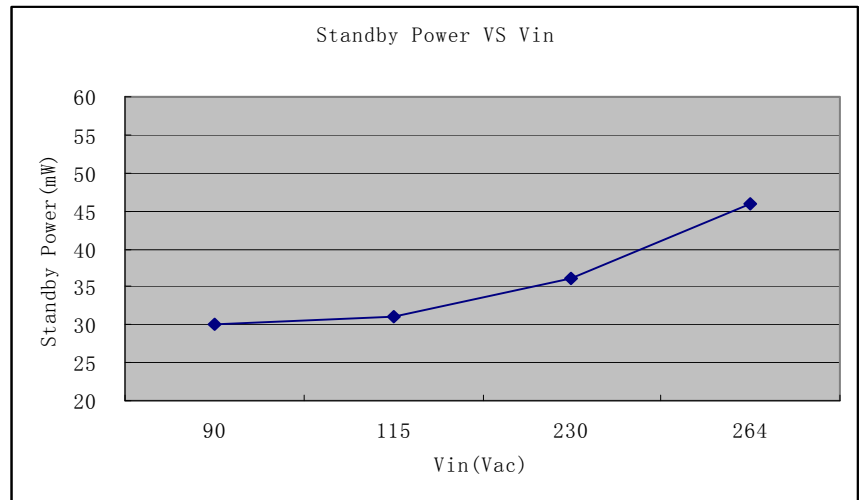
## 7.2 输出开路待机功耗

测试条件:  $V_{in}=90\sim 265V_{ac}$  &  $V_o$  Open;

测试结果: 待机小于 **50mW**;

测试结果如下:

输入电压 (Vac)	待机功耗 (mW)
90	30
115	31
230	36
265	46



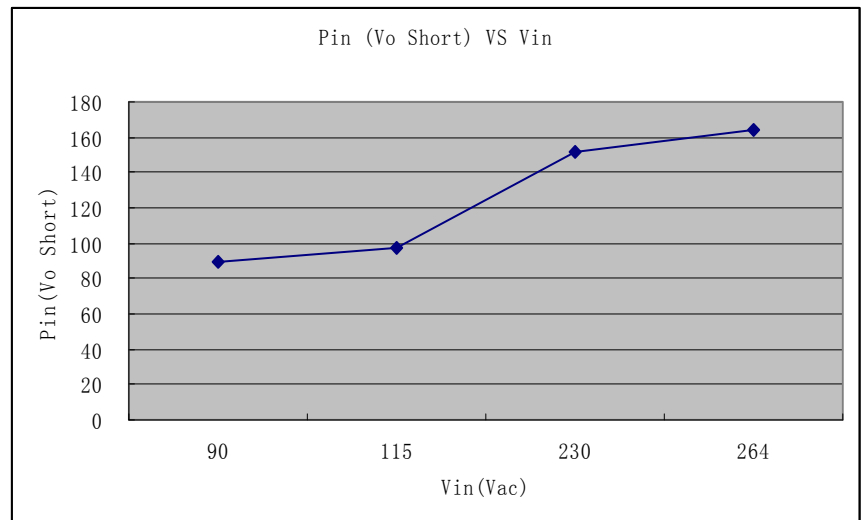
## 7.3 输出短路功耗

测试条件:  $V_{in}=90\sim 265V_{ac}$  &  $V_o$  Short;

测试结果: 待机小于 **300mW**;

测试结果如下:

输入电压 (Vac)	短路功耗 (mW)
90	90
115	97
230	152
265	164



## Design Example Report

### 7.4 输出电压调整率

测试条件:  $V_{in}=90\sim 265\text{Vac}$ ;

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:

Vin	Vo (V)			负载调整率
	空载	半载	满载	
90Vac	4.98	4.83	4.99	$\pm 1.55\%$
115Vac	4.98	4.84	4.98	$\pm 1.35\%$
230Vac	4.97	4.83	4.96	$\pm 1.35\%$
265Vac	4.97	4.81	4.93	$\pm 1.55\%$
线性调整率	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.6\%$	

### 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:  $V_{in}=90\sim 265\text{Vac}$ ;

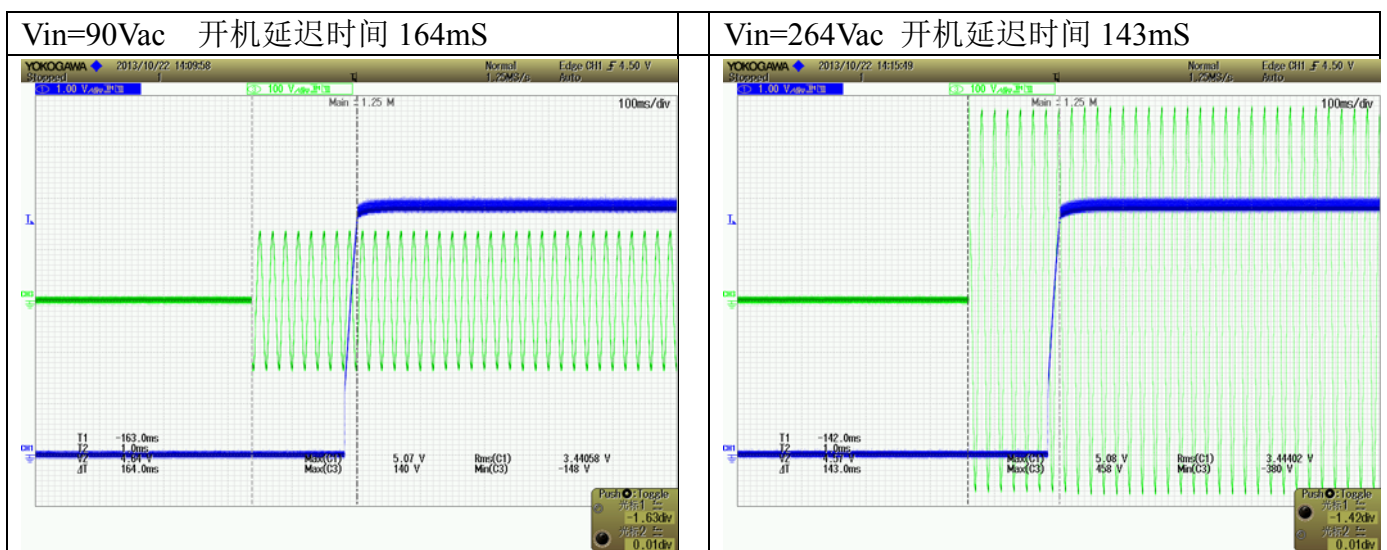
测试结果: 全电压下开机延迟时间小于 0.2S;

230Vac 时关机保持时间大于 10mS;

全电压下开机浪涌电流小于 16.3A, 小于 30A;

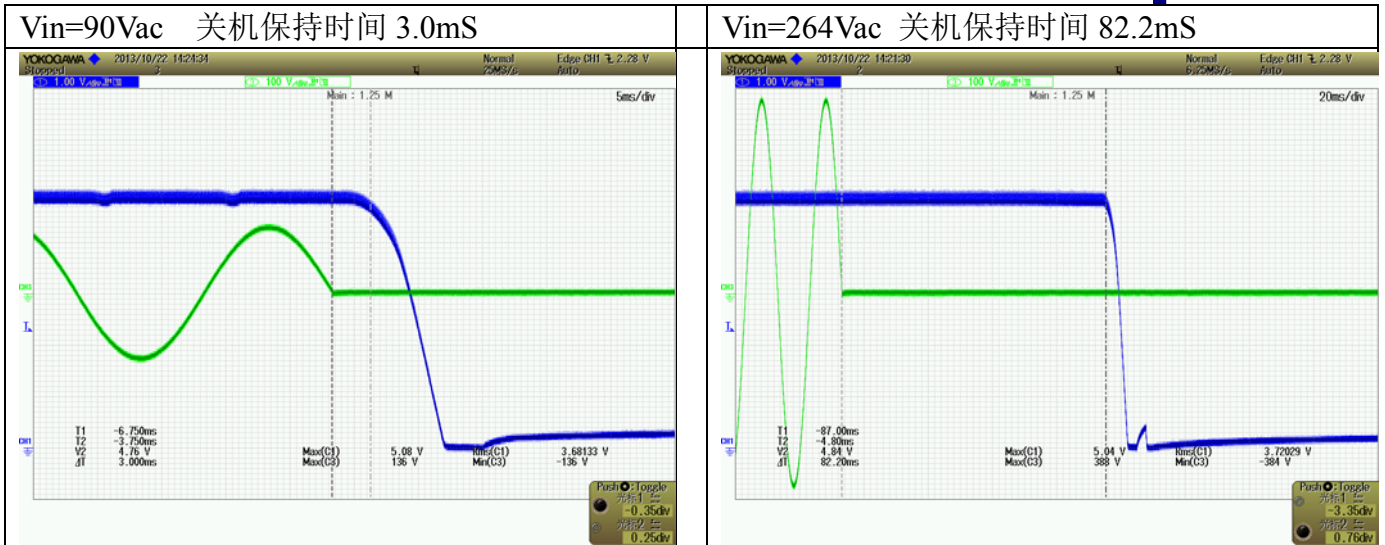
测试结果如下:

输入电压	开机延迟时间	关机保持时间
90 Vac	164 mS	3.0 mS
115 Vac	160 mS	9.25 mS
230 Vac	174 mS	60.0 mS
264 Vac	143 mS	82.2 mS



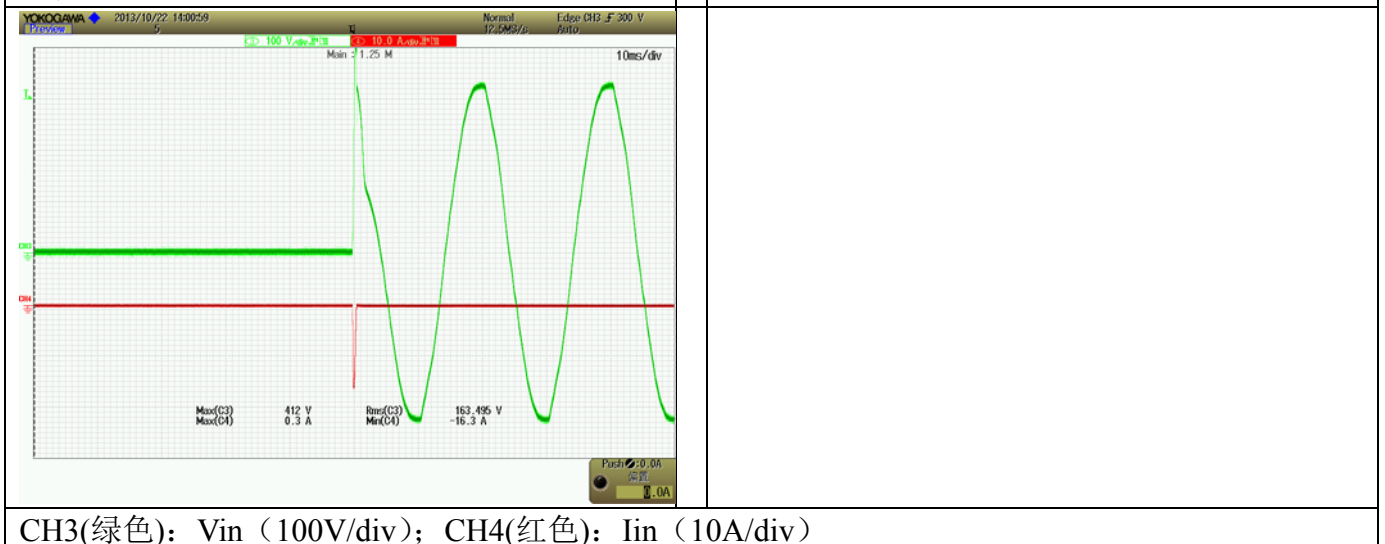
# Design Example Report

# Chipown



CH1(蓝色): Vo (2V/div); CH3(绿色): Vin (100V/div)

开机交流 16.3A, 小于 30A



CH3(绿色): Vin (100V/div); CH4(红色): Iin (10A/div)

## 7.6 输出满载纹波&噪音和输出过冲以及输出上升时间

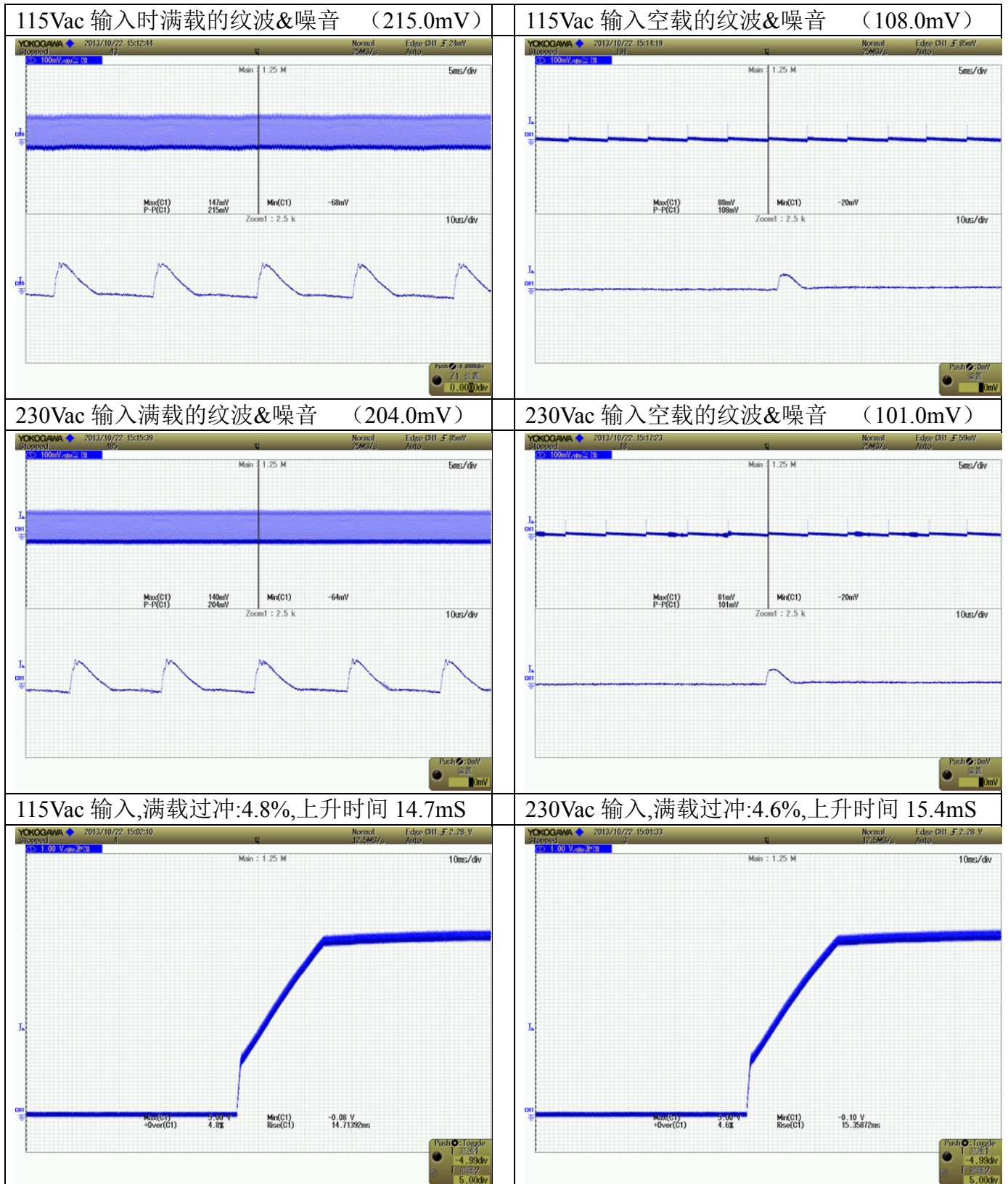
测试条件: Vin=90~265Vac; 输出为满载 Io=2.1A;  
纹波测试时输出增加 50V/10uF 和 0.1uF 的电容, 并且测试于输出线端;  
测试结果: 纹波小于 300mV, 上升时间小于 20mS, 过冲小于 10%;  
测试结果如下:

输入电压	纹波			输出上升时间	过冲
	满载	半载	空载		
90 Vac	271.0 mV	208.0 mV	106.0 mV	15.3 mS	4.8%
115 Vac	215.0 mV	201.0 mV	108.0 mV	14.7 mS	4.8%
230 Vac	204.0 mV	203.0 mV	101.0 mV	15.4 mS	4.6%
265 Vac	196.0 mV	188.0 mV	96.0 mV	14.8 mS	4.5%

PowerOn Your Life

# Design Example Report

# Chipown





# Design Example Report

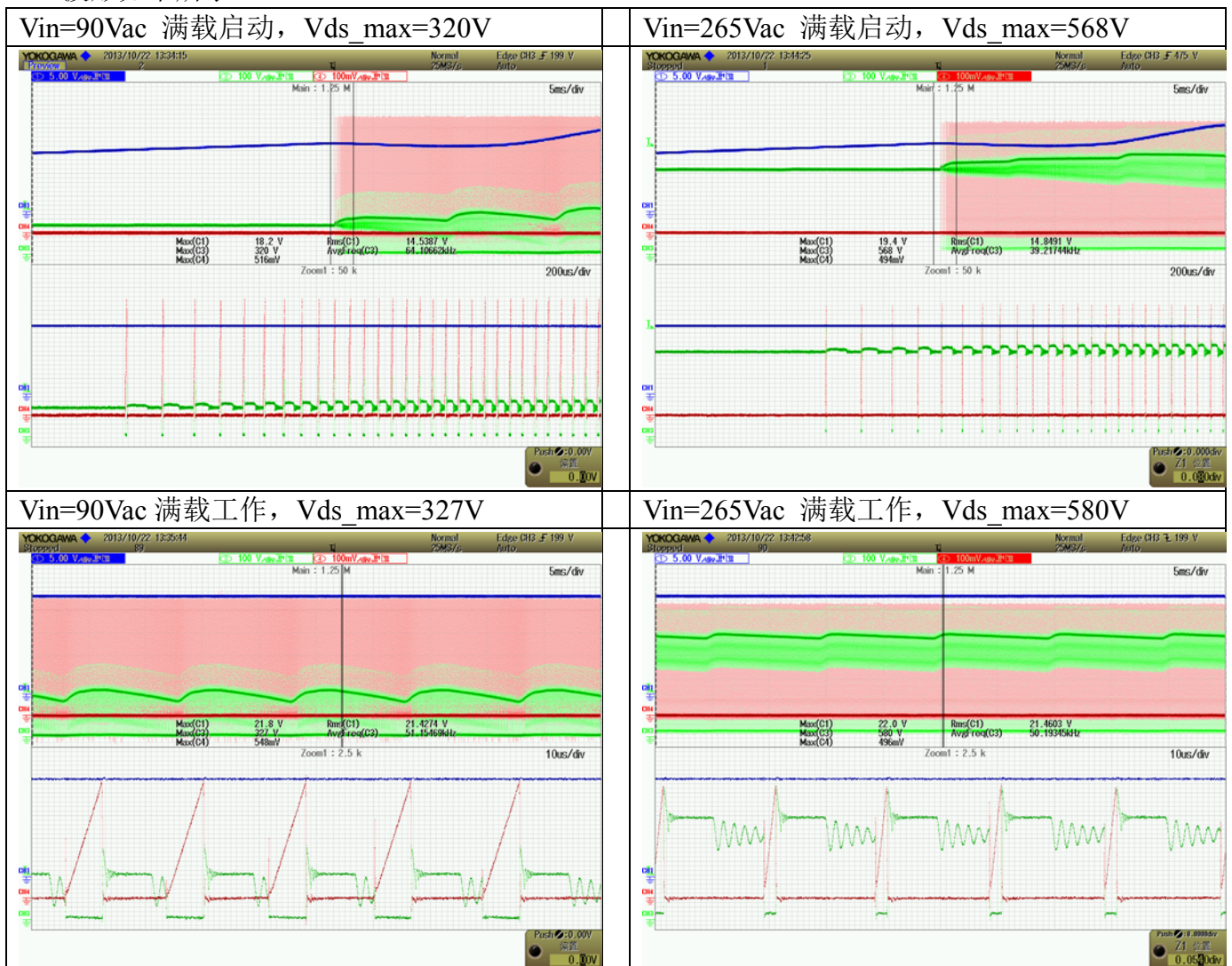
# Chipown

## 7.7 各个工作状态波形

测试条件:  $V_{in}=90\sim 265V_{ac}$ ;

CH1 (蓝色):  $V_{dd}$  (5V/div); CH3 (绿色):  $V_{ds}$  (100V/div); CH4(红色):  $V_{cs}$  (100mV/div);

波形如下所示:



# Design Example Report

# Chipown



# Design Example Report

# Chipown

## 7.8 温升测试

测试条件：环境温度 40℃；  
外壳密闭、无风环境测试；  
Vin=264Vac；Io=2.1A  
测试结果：IC 表面温度 109.3℃；

## 8. 安规及 EMI 测试

### 8.1 群脉冲测试结果

测试条件：Vin=230Vac，输出为满载；输入为 2Pin 电源线，无 PE；  
输出采用 1.5m 的 20 AWG；

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	+2000V	Pass	A	Pass	A	Pass	A
	-2000V	Pass	A	Pass	A	Pass	A
100KHz	+2000V	Pass	A	Pass	A	Pass	A
	-2000V	Pass	A	Pass	A	Pass	A

### 8.2 雷击测试结果

测试条件：Vin=230Vac,输出为满载;输入为 3Pin 电源线,共模测试时将输出 Vo 负端与 PE 连接；  
输出采用 1.5m 的 20 AWG；

测试结果：**通过**；

测试结果如下：

测试条件	电压	测试结果	
L-N	+1000V	Pass	A
	-1000V	Pass	A
L-PE	+2000V	Pass	A
	-2000V	Pass	A
L-PE	+2000V	Pass	A
	-2000V	Pass	A

## Design Example Report

### 8.3 绝缘耐压测试结果

测试条件：交流 3.75KVac，60S，3.0mA；  
测试结果：**通过**；

### 8.4 ESD 测试结果

测试条件：Vin=230Vac，输出为满载；输入为 2Pin 电源线，无 PE；  
输出采用 1.5m 的 20 AWG；  
测试结果：**通过**；

测试结果如下：

测试条件		电压	测试结果	
接触	Vo+	+8KV	Pass	A
	Vo-	-8KV	Pass	A
空气	Vo+	+15KV	Pass	A
	Vo-	-15KV	Pass	A



# Design Example Report

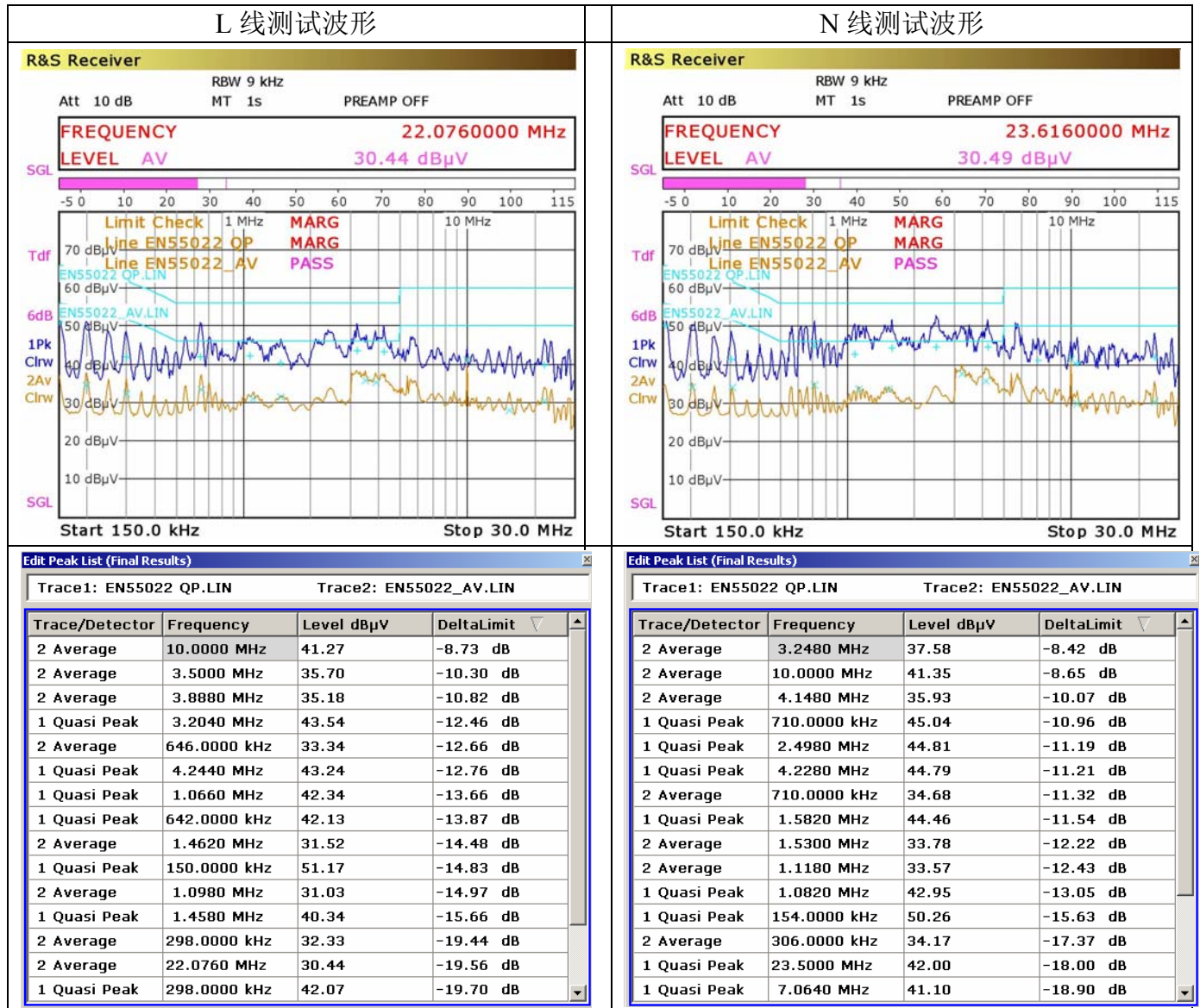
# Chipown

## 8.5 传导测试结果

测试条件:  $V_{in}=230V_{ac}$ , 输出为满载; 输入为 2Pin 电源线, 无 PE;  
输出采用 1.5m 的 20 AWG;

测试结果: 裕量大于 -6dB;

传导测试结果	
L	N
-8.73dB (AV)	-8.42dB (AV)



# Design Example Report

# Chipown

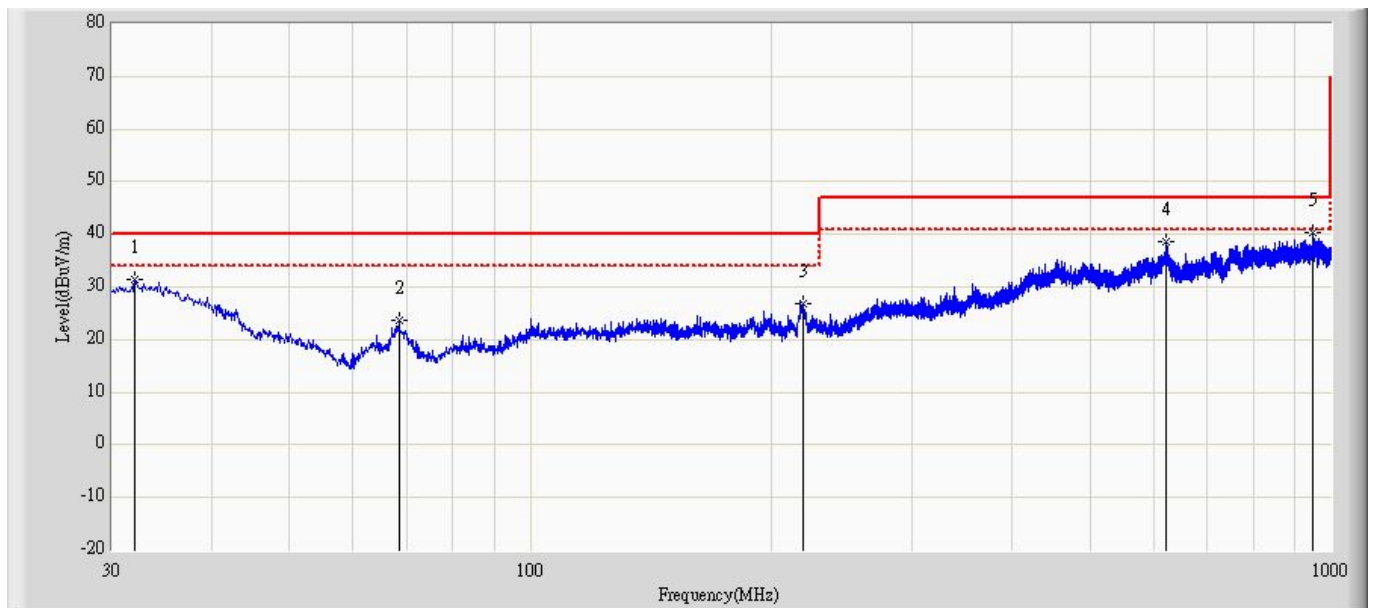
## 8.6 辐射测试结果

测试条件:  $V_{in}=230V_{ac}$ , 输出为满载; 输入为 2Pin 电源线, 无 PE;  
输出采用 1.5m 的 20 AWG;

测试结果: 裕量大于-6dB;

辐射测试结果	
水平	垂直
-6.765dB (PK)	-6.768dB (QP)

水平方向:

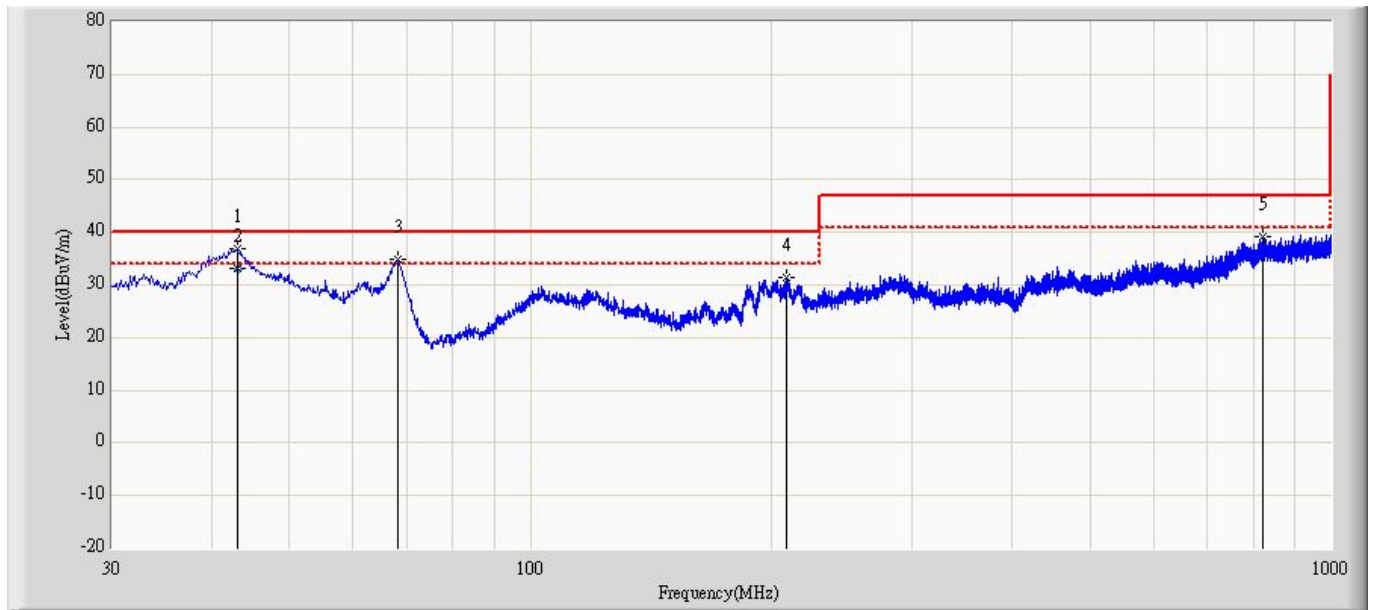


No	Mark	Frequency (MHz)	Measure Level (dBuV/m)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dB)	Limit (dBuV/m)	Probe (dB/m)	Cable (dB)	Amp (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
1		32.061	31.538	5.948	-8.462	40.000	19.130	6.460	0.000	0	0	PK
2		68.436	23.598	11.723	-16.402	40.000	5.178	6.696	0.000	0	0	PK
3		219.393	26.772	8.287	-13.228	40.000	11.152	7.333	0.000	0	0	PK
4		623.398	38.629	6.341	-8.371	47.000	23.848	8.440	0.000	0	0	PK
5	*	950.773	40.235	6.288	-6.765	47.000	24.817	9.130	0.000	0	0	PK

# Design Example Report

# Chipown

垂直方向:



No	Mark	Frequency (MHz)	Measure Level (dBuV/m)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dB)	Limit (dBuV/m)	Probe (dB/m)	Cable (dB)	Amp (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
1	*	42.974	36.854	18.490	-3.146	40.000	11.830	6.534	0.000	0	0	PK
2		43.138	33.232	14.900	-6.768	40.000	11.797	6.535	0.000	100	101	QP
3		68.194	34.777	18.392	-5.223	40.000	9.691	6.694	0.000	0	0	PK
4		208.844	31.368	7.051	-8.632	40.000	17.013	7.304	0.000	0	0	PK
5		821.641	39.223	5.478	-7.777	47.000	24.865	8.880	0.000	0	0	PK

# Design Example Report

# Chipown

## 9. 附录

PN8359 封装和脚位配置图:

