

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

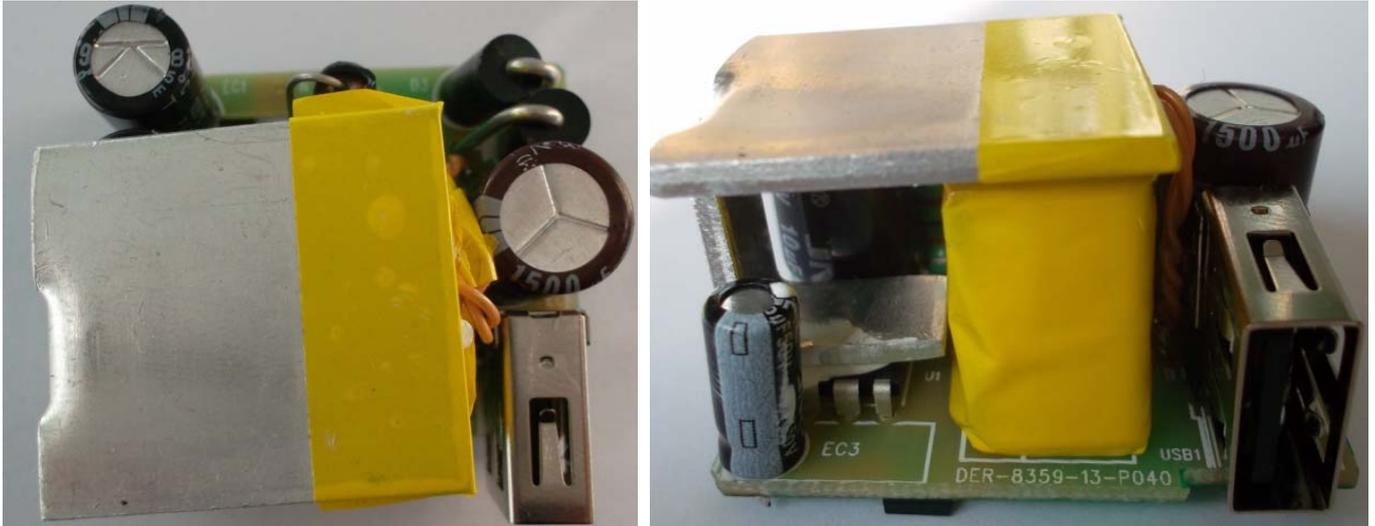
Chipown

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：



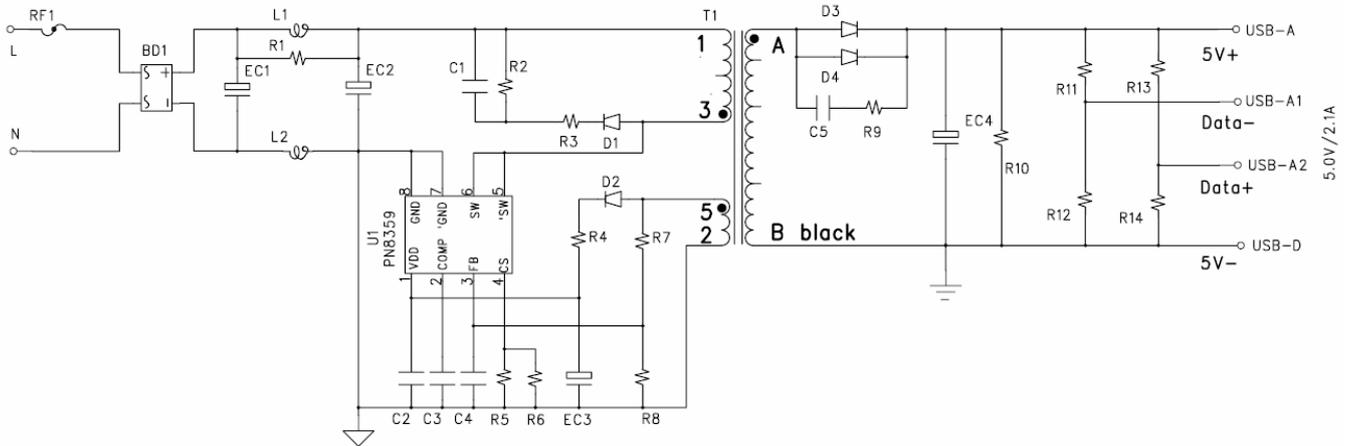
2. 电源规格明细

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	η	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 π 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	Φ 8*16	1	Low ESR
9	EC2		400V/10.0uF	Φ 10*16	1	Low ESR
10	EC3		50V/10uF	Φ 5*11	1	Low ESR
11	EC4		10V/1500uF	Φ 10*16	1	Low ESR

Design Example Report

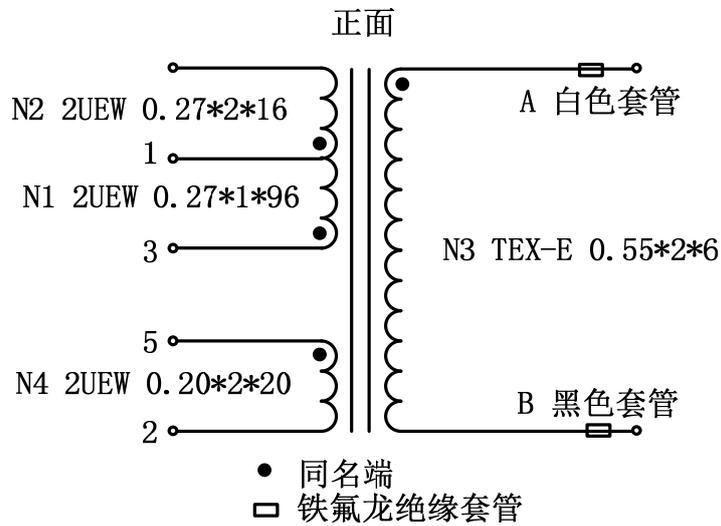
Chipown

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 Ω	SMD 0805	1	
20	R2		270K Ω	SMD 1206	1	
21	R3		150 Ω	SMD 1206	1	
22	R4		24 Ω	SMD 0805	1	
23	R5		1.5 Ω	SMD 1206	1	1%
24	R6		1.5 Ω	SMD 1206	1	1%
25	R7		39K Ω	SMD 0805	1	1%
26	R8		4.87K Ω	SMD 0805	1	1%
27	R9		N.A.	SMD 0805	1	
28	R10		1.5K Ω	SMD 1206	1	
29	T1	变压器	EPC17	立式 5+0	1	
30	U1	IC	PN8359	DIP-8	1	

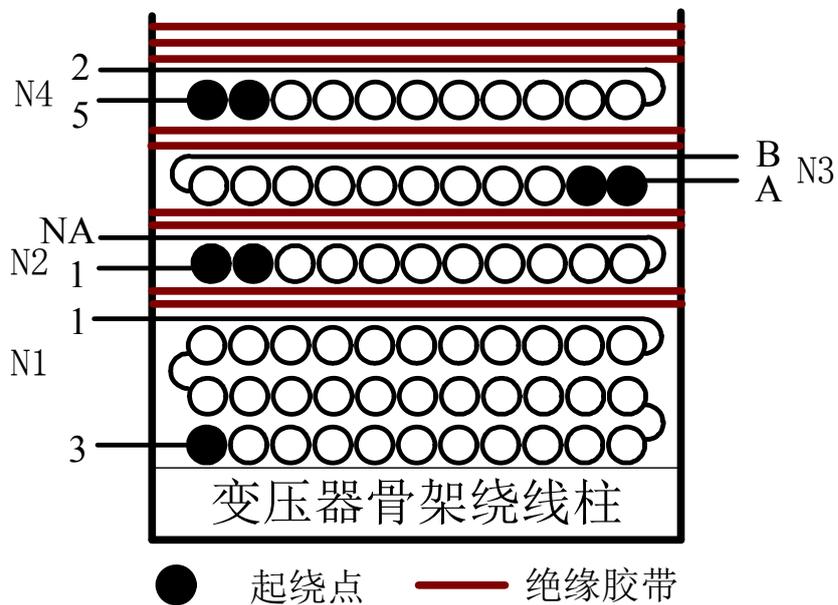
Design Example Report

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;

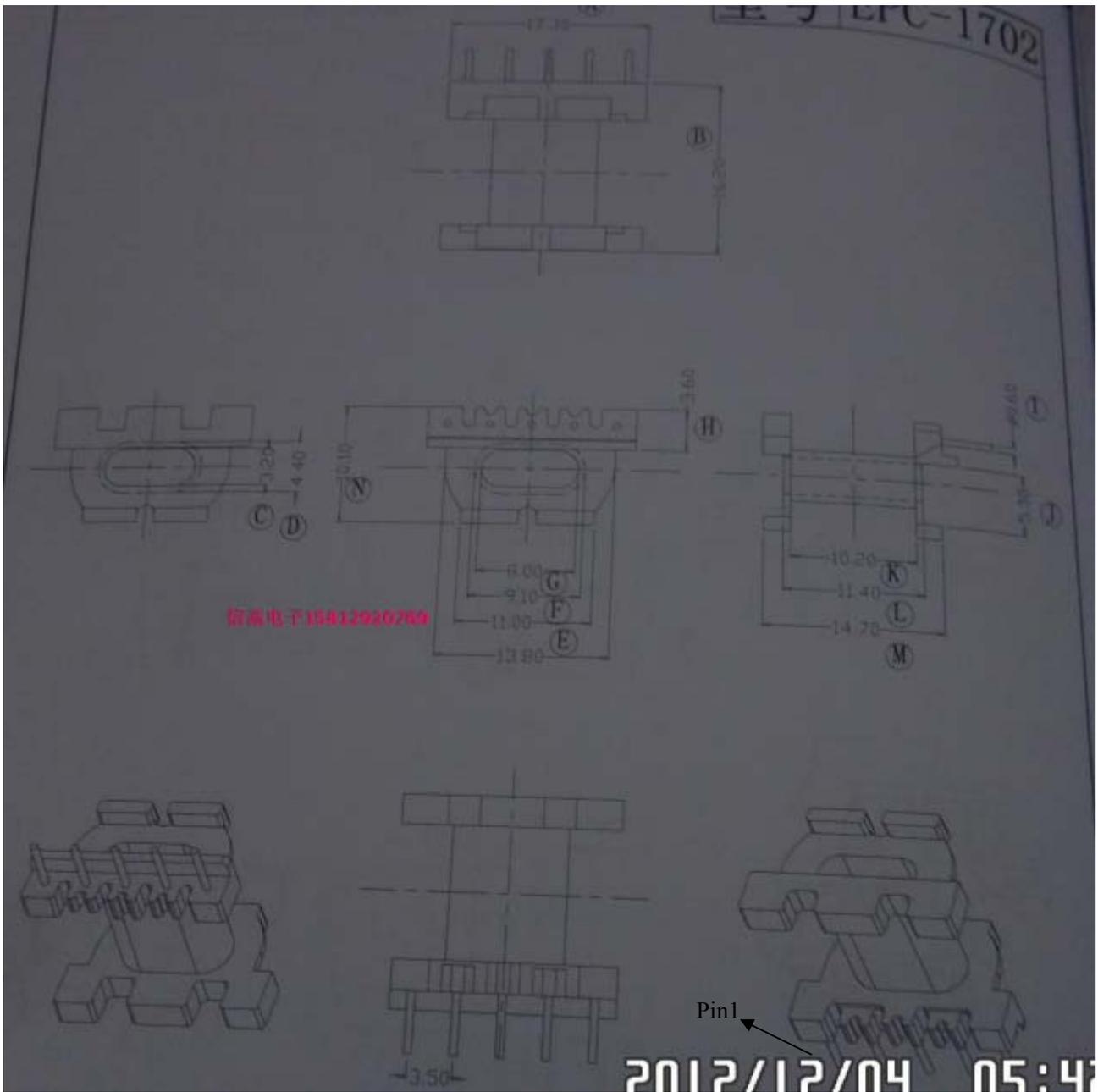
6.4 电气特性

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



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）；

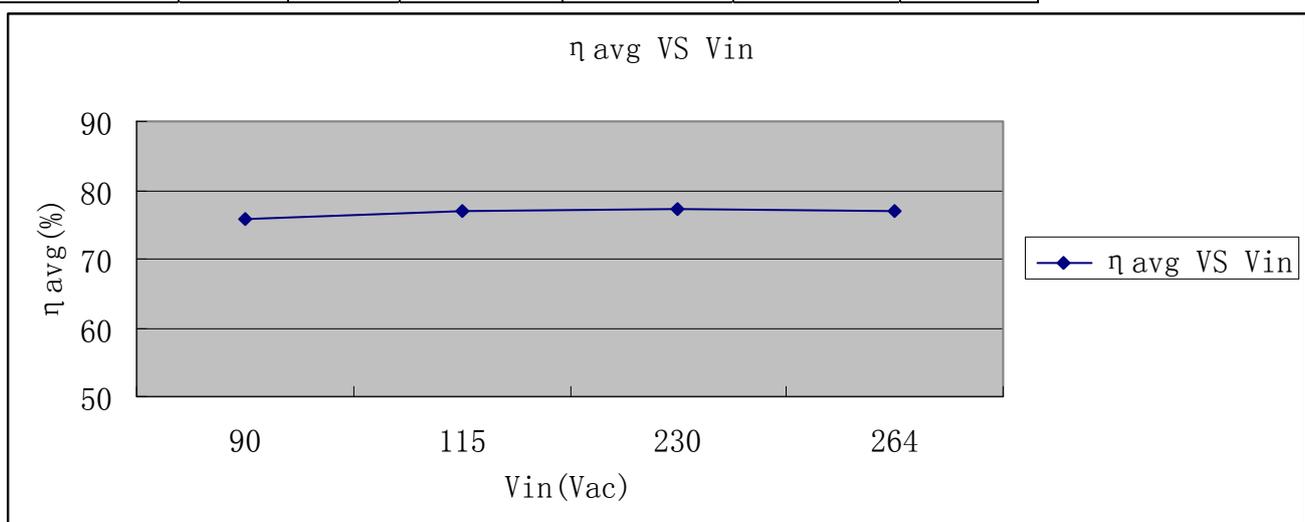
备注：a、热机半小时后测试；

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

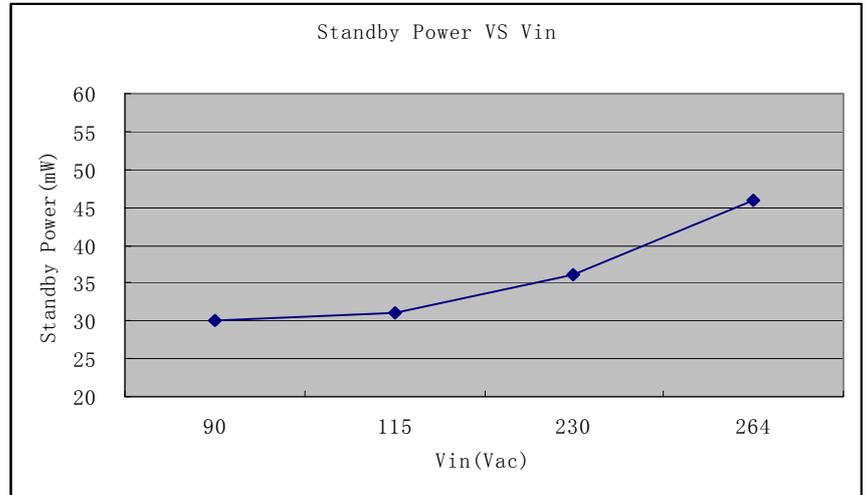
7.2 输出开路待机功耗

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



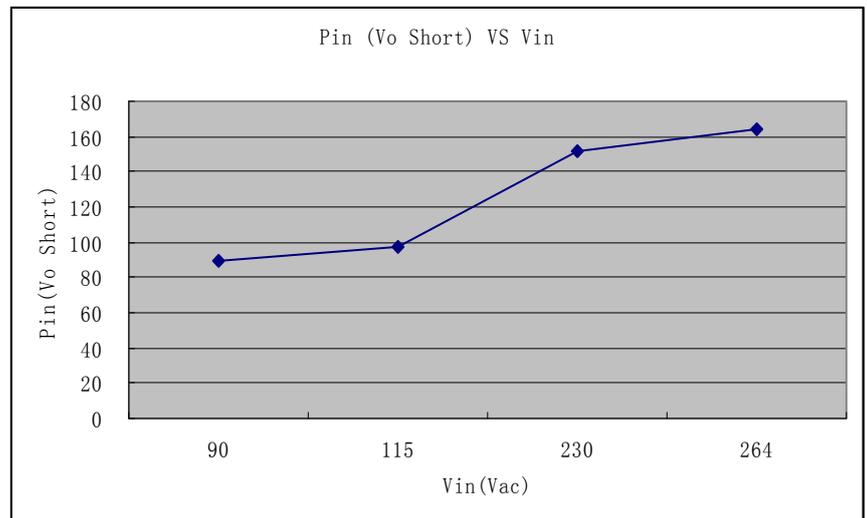
7.3 输出短路功耗

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

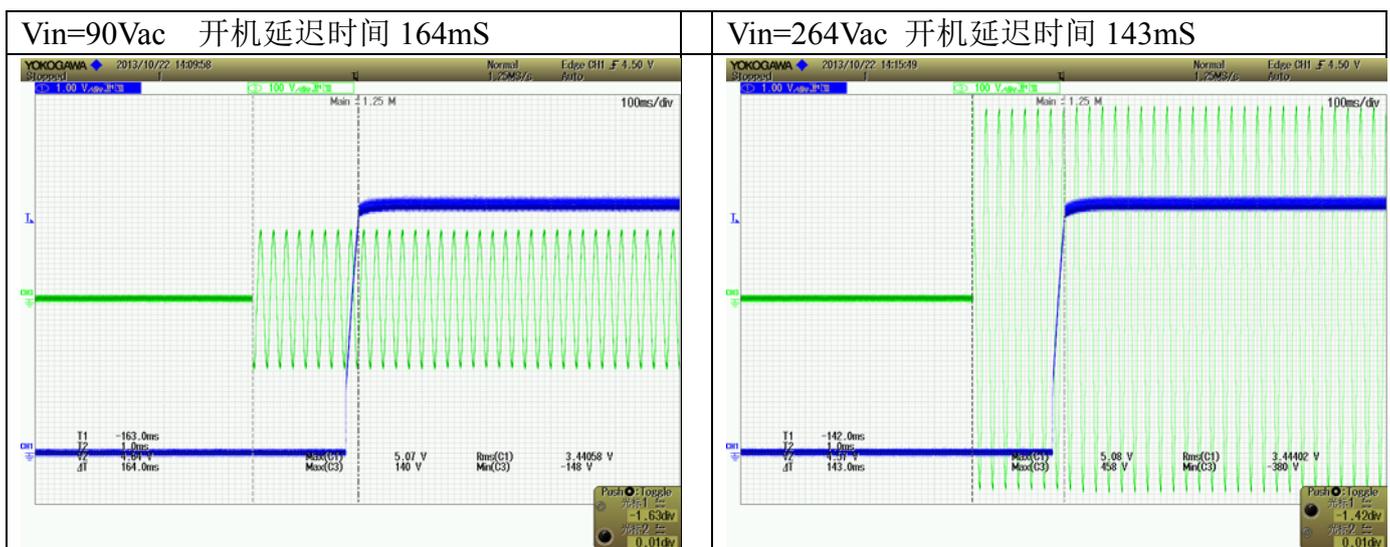
测试结果: 全电压下开机延迟时间小于 0.2S;

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;

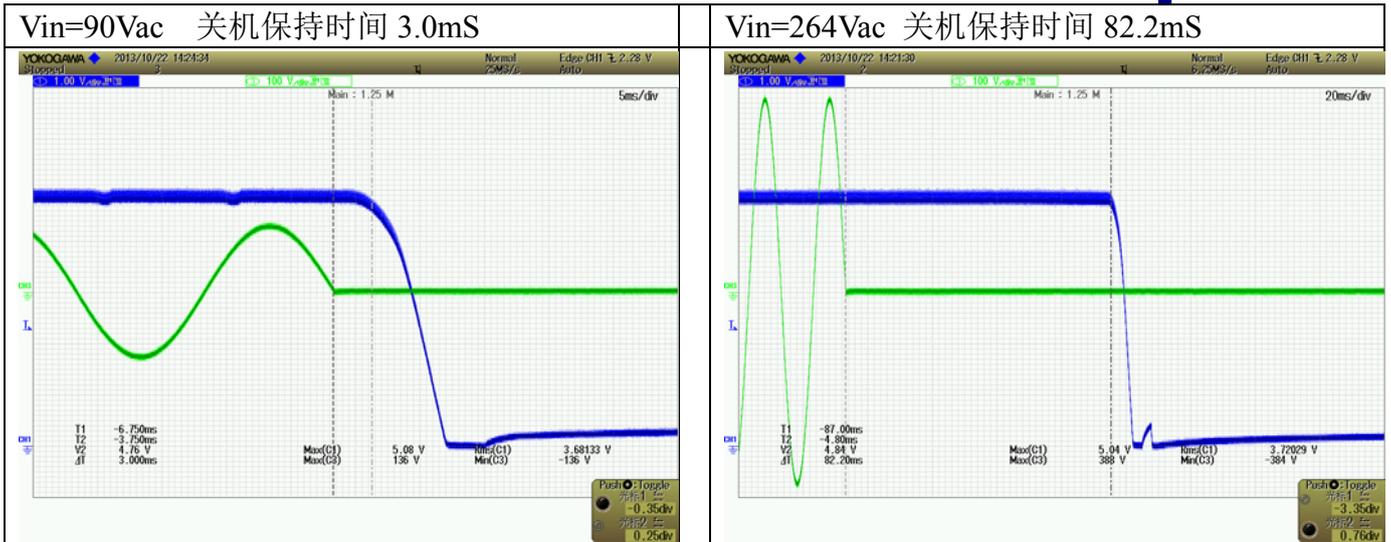
测试结果如下:

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



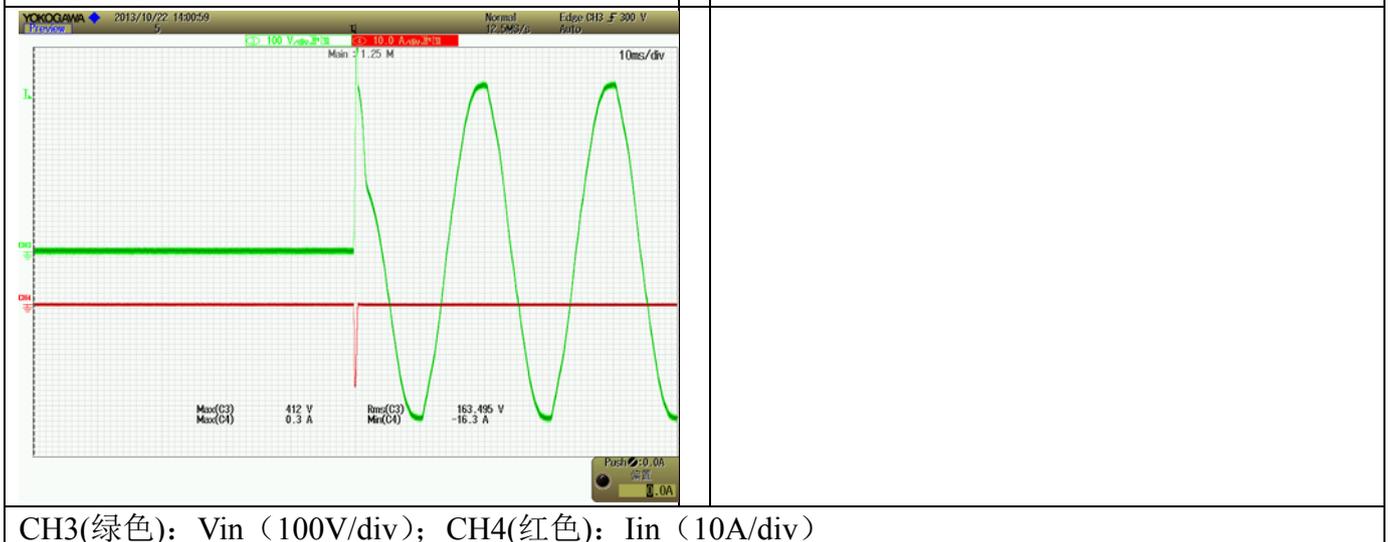
Design Example Report

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

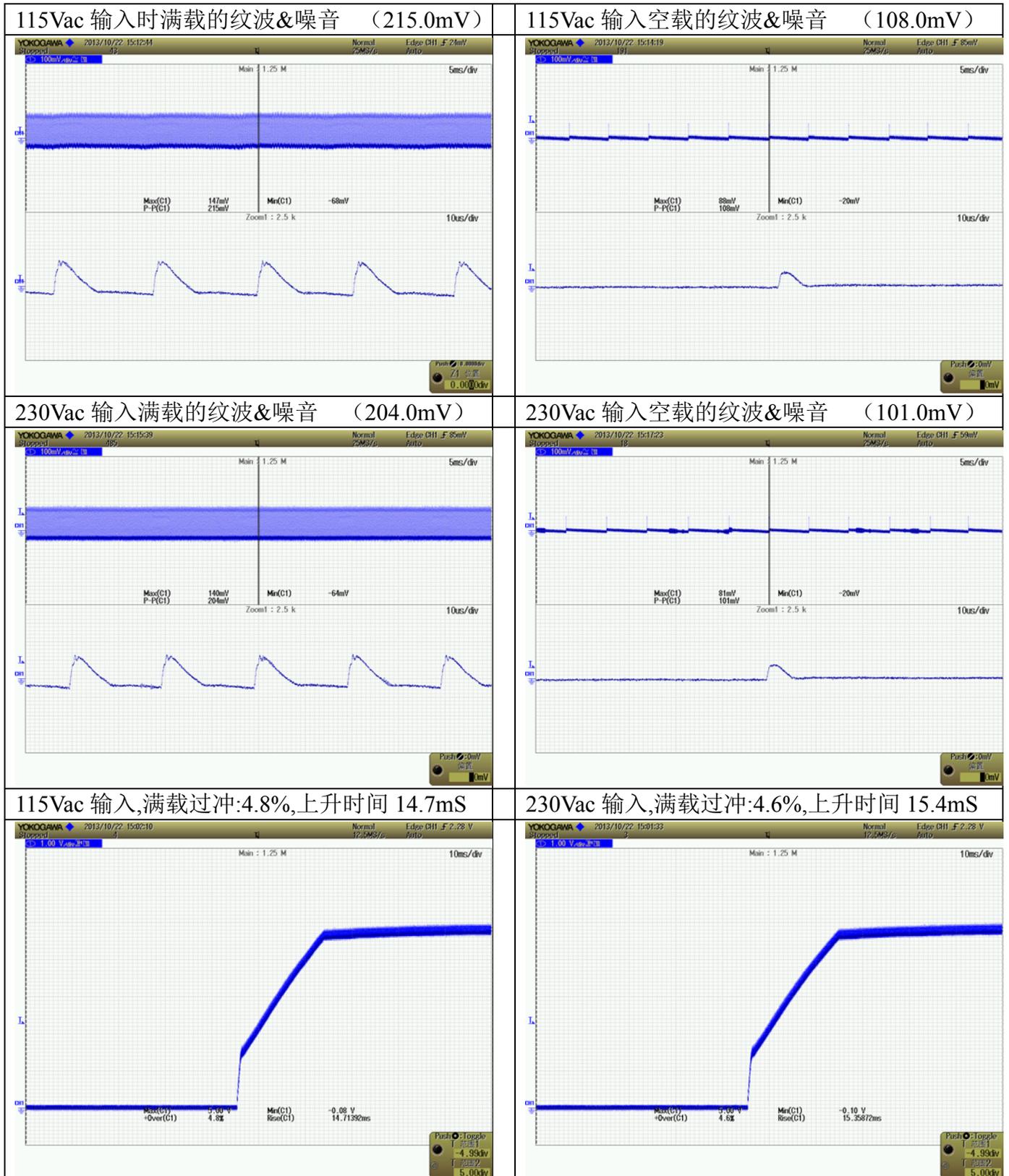
测试条件: Vin=90~265Vac; 输出为满载 $I_o=2.1A$;
纹波测试时输出增加 50V/10uF 和 0.1uF 的电容, 并且测试于输出线端;
测试结果: 纹波小于 300mV, 上升时间小于 20mS, 过冲小于 10%;
测试结果如下:

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

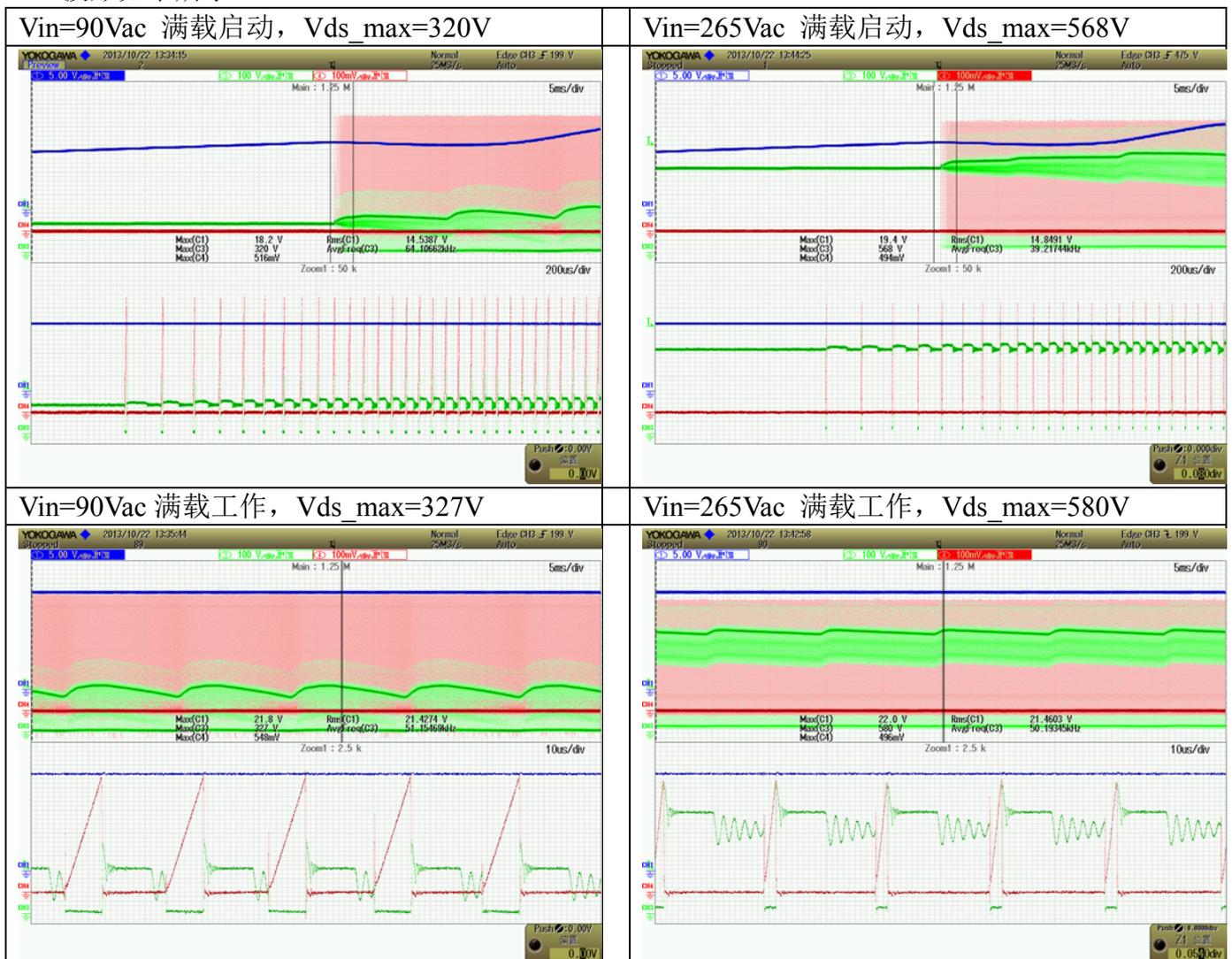
Chipown

7.7 各个工作状态波形

测试条件: $V_{in}=90\sim 265V_{ac}$;

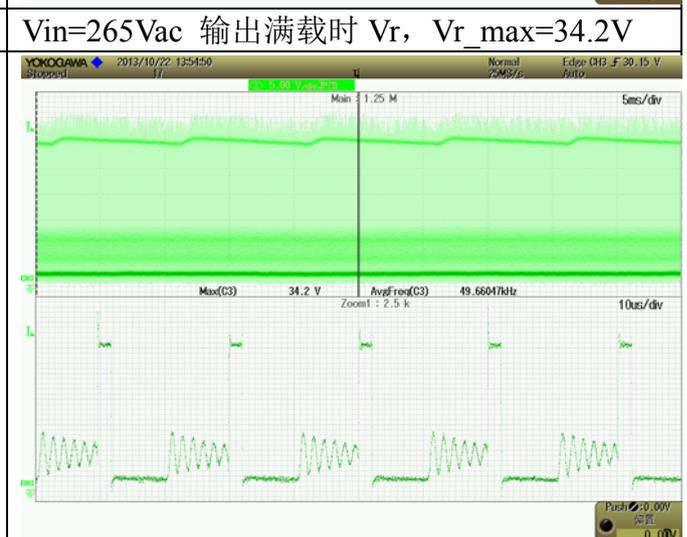
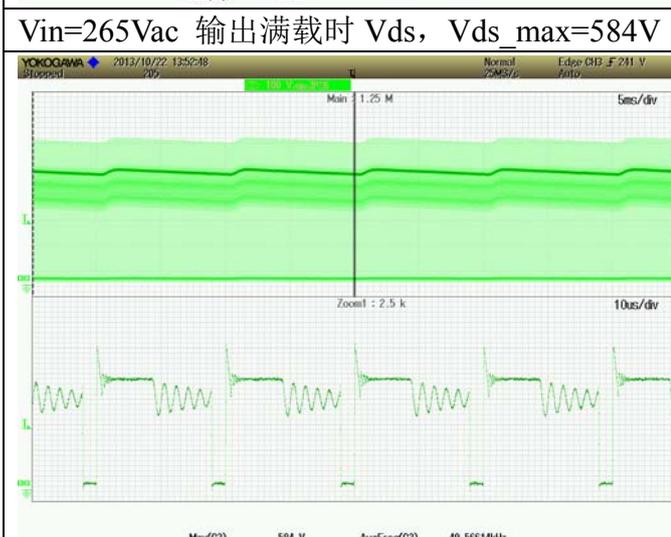
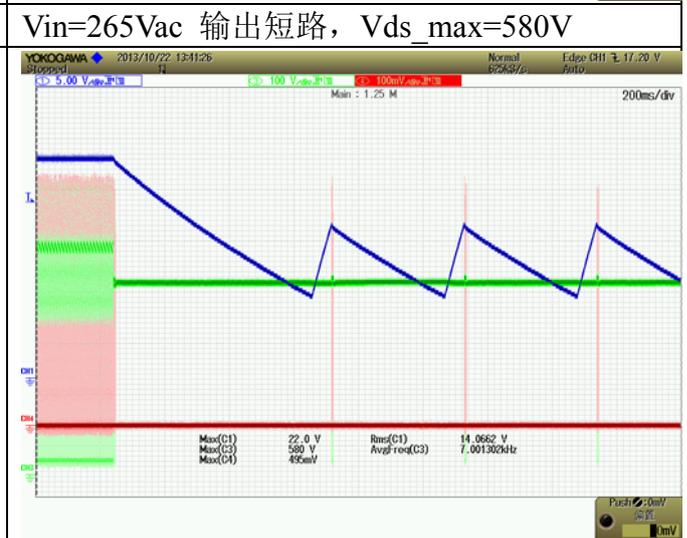
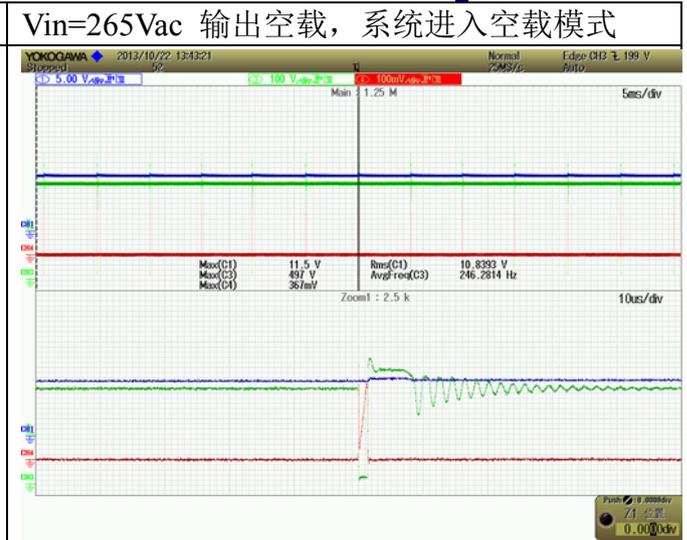
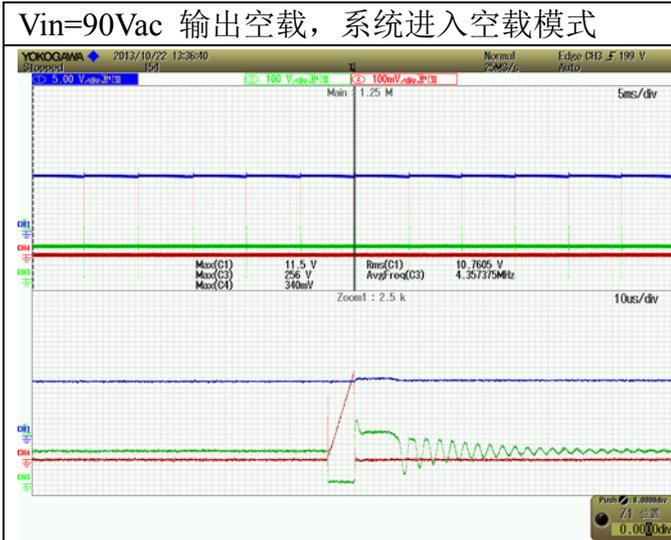
CH1 (蓝色): V_{dd} (5V/div); CH3 (绿色): V_{ds} (100V/div); CH4(红色): V_{cs} (100mV/div);

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： $V_{in}=230V_{ac}$ ，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：**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

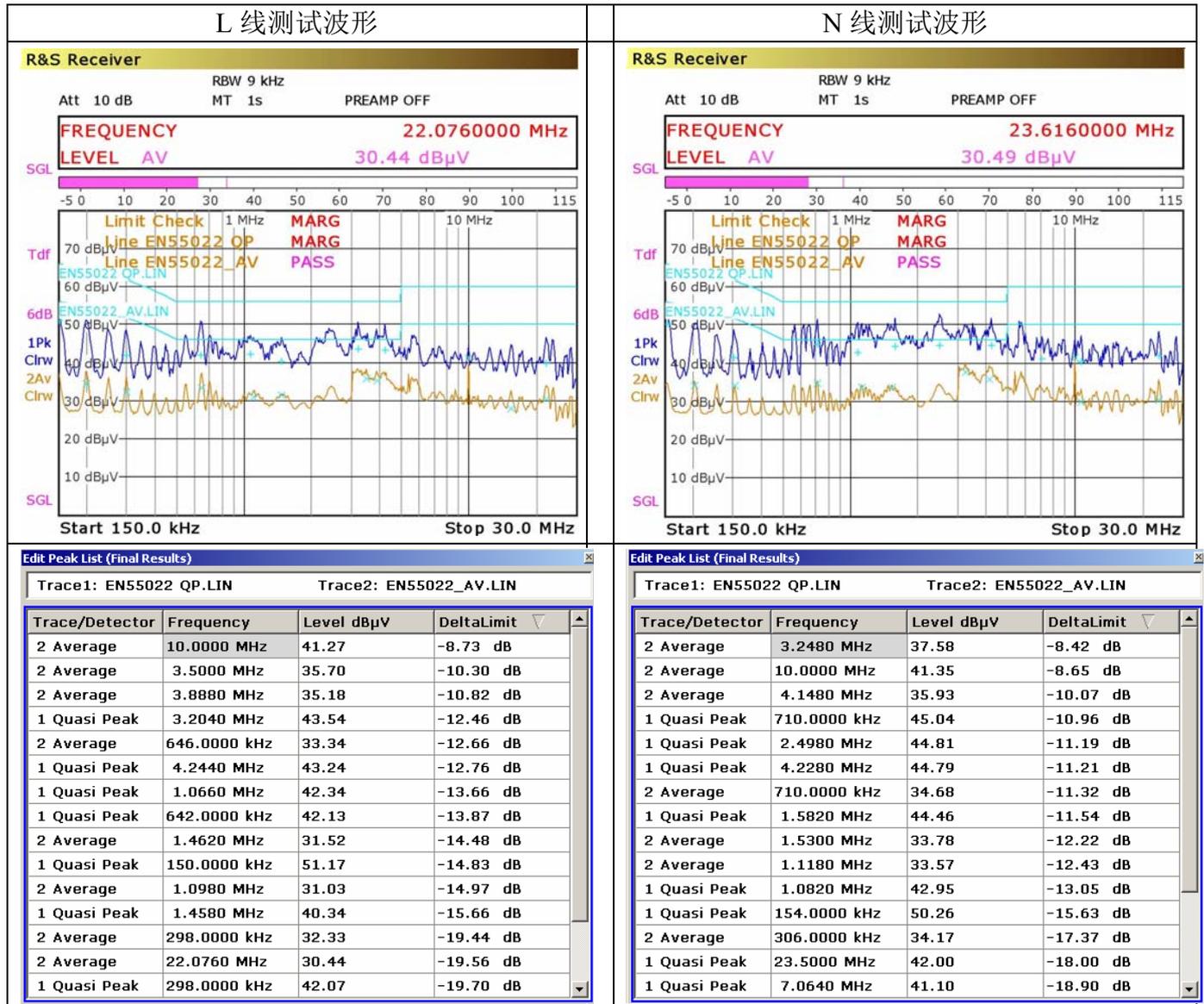
Chipown

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

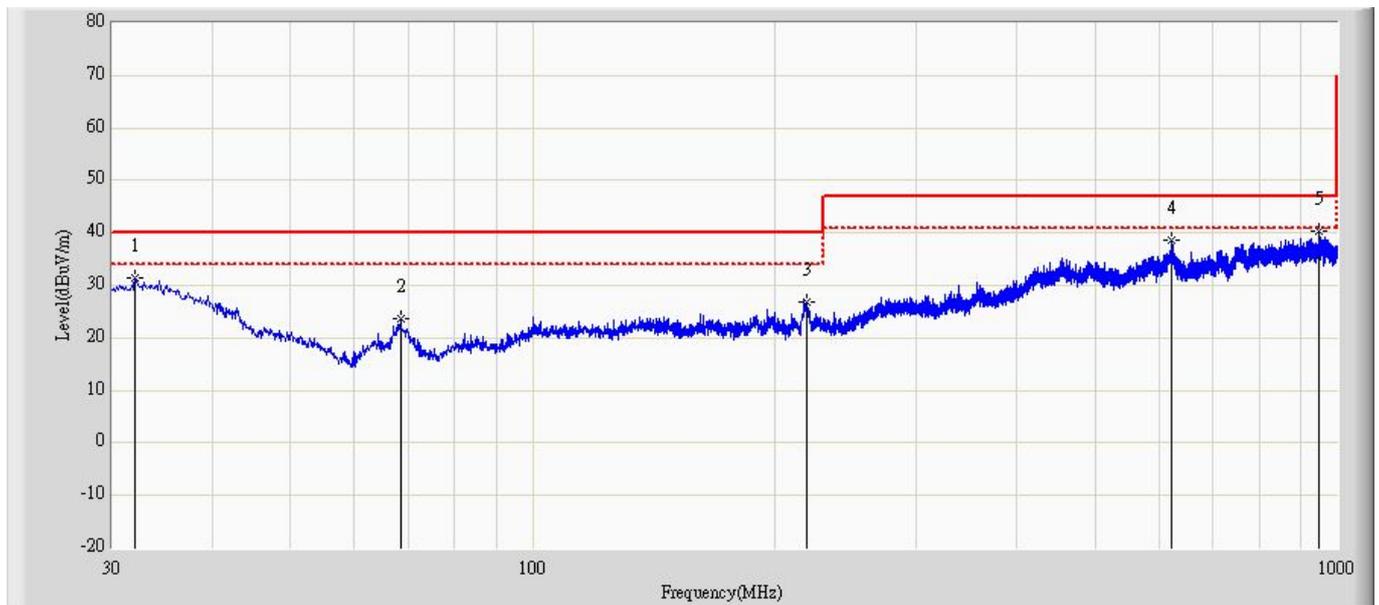
8.6 辐射测试结果

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:

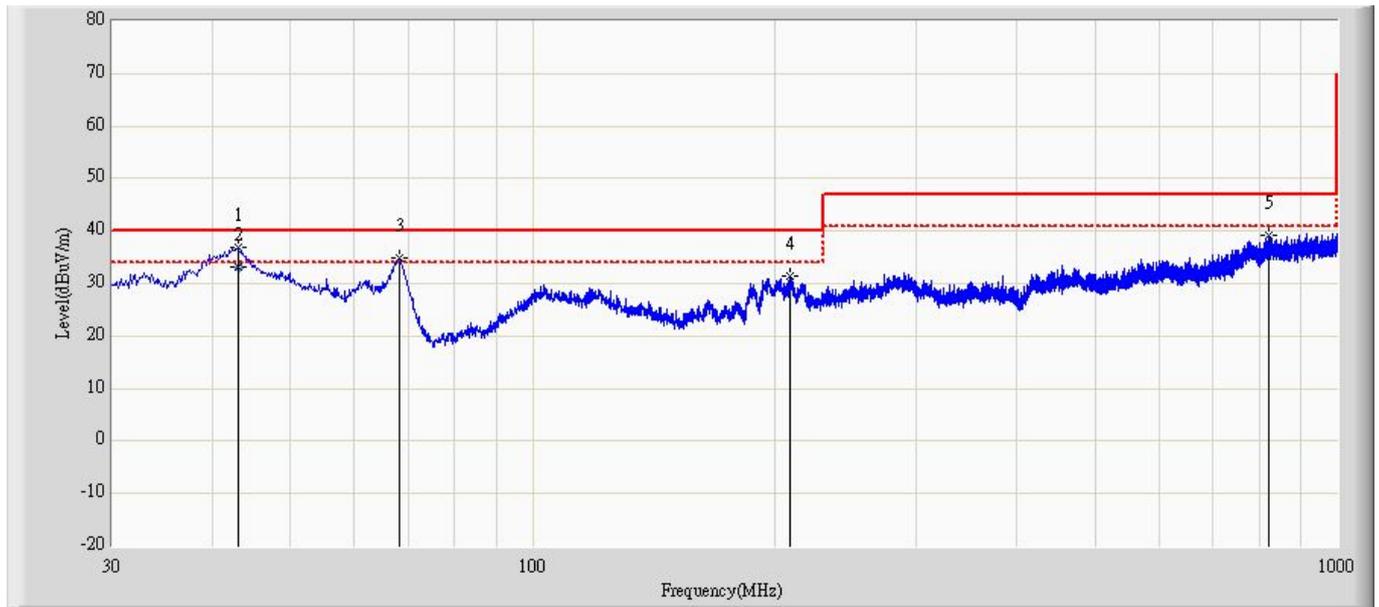


No	Mark	Frequency (MHz)	Measure Level (dBuV/m)	Reading Level (dBuV)	Over Limit (dB)	Limit (dBuV/m)	Probe (dB/m)	Cable (dB)	Amp (dB)	Ant Pos (cm)	Table Pos (deg)	Type
1		32.061	31.538	5.948	-8.462	40.000	19.130	6.460	0.000	0	0	PK
2		68.436	23.598	11.723	-16.402	40.000	5.178	6.696	0.000	0	0	PK
3		219.393	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:

