

标题	基于 uP2538 的5V2.1A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	AN-uP2538 V1.0
编写时间	2014-02-18
编写部门	技术部
版本号	REV1.0

### 特性概述:

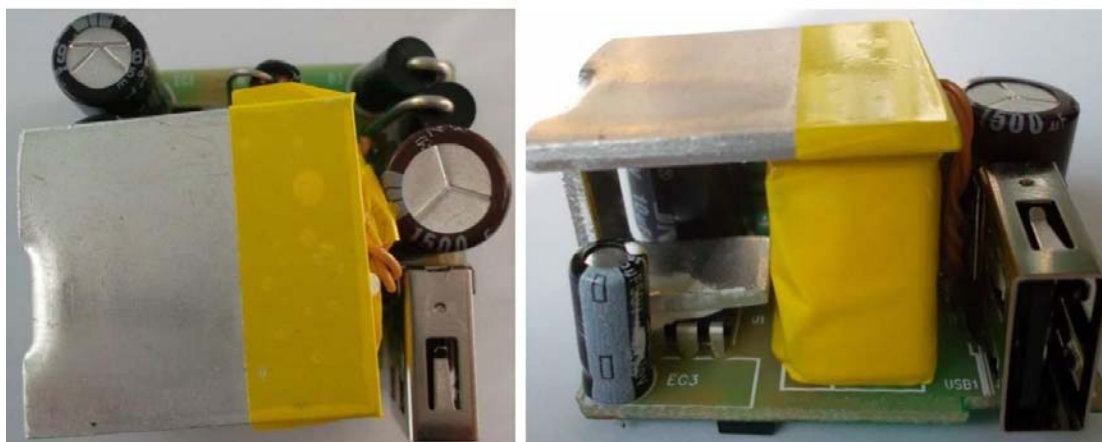
- 单面板设计, 双面元器件, 面积: 55mm\*35mm;
- 输入电压: 90~265Vac;
- 输出功率: 10.5W(Typical);
- 待机功耗: <200mW (230VAC)
- 拥有可输出短路保护, 输出过流保护, VDD 过压保护, INV 分压电阻开路短路保护;
- 平均效率:  $\geq 70\%$  (输出线端 1.5m AWG 20)

### 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.....	4~6
7. 电源输入输出情况和工作波形 .....	6~11
8. 安规及 EMI 测试 .....	12~15
9. 附录 .....	16

## 1. 电源介绍

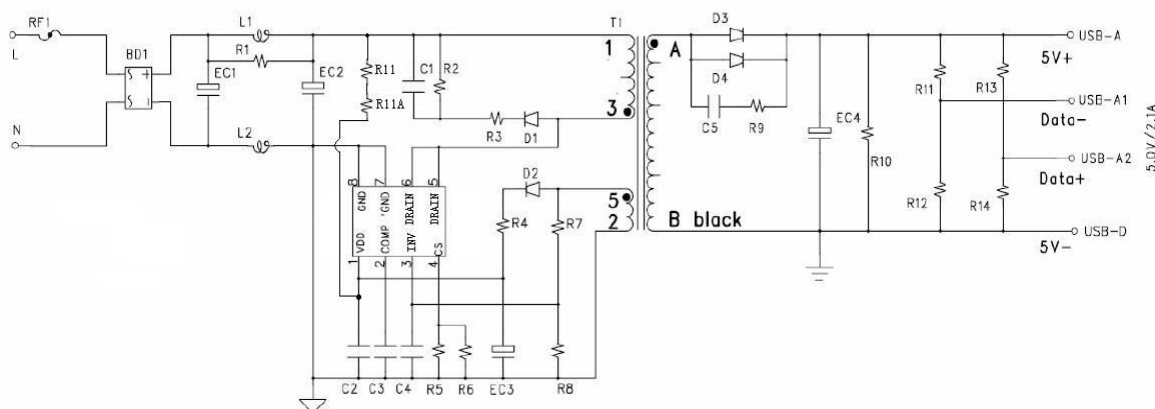
该报告提供了一种基于uP2538 设计输出5.0V/2.1A 的开关电源。 该报告包含了原理图，电源输入输出规格，BOM 表和变压器参数以及安规和EMI 测试数据等资料。 以下为该电源的实物图片：



## 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			200	mW	Io=0A
平均效率	$\eta$	70			%	输出线端
工作环境	Tamb	0	25	40	°C	外部环境

## 3. 电源原理图



Note: 具体参数以 BOM 为准

## 4. 电路描述

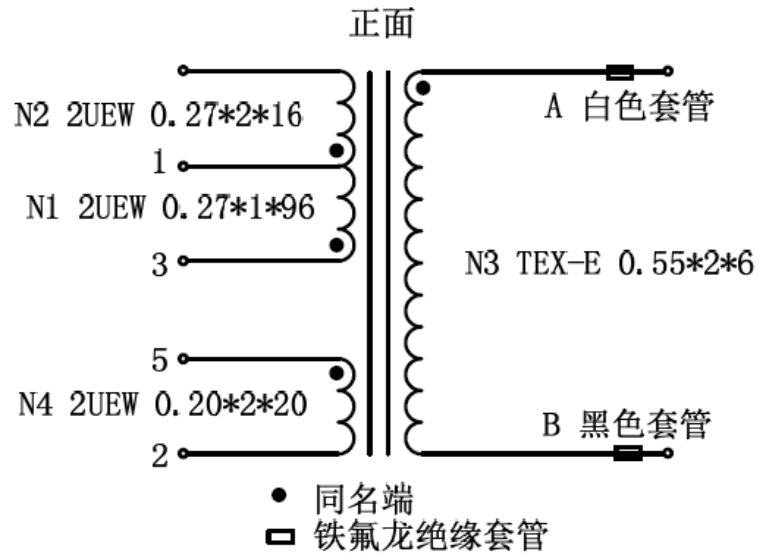
- 该电路图中R7、R8为反馈分压电阻，C3起到环路补偿的作用。
- D1, R2, 以及R3, C1 组成RCD 箝位电路，用于吸收功率Mos（集成于uP2538 内部）漏源端尖峰电压，可以视情况予以减轻。
- 电路具有输出短路保护，输出过流保护，开环保护，VDD 过压保护等功能，以提高整个系统的可靠性；当连接到反馈脚INV 的分压电阻开路或短路时，系统都会进入保护状态。
- EC1, L1, L2, EC2 组成 $\pi$ 性滤波，以改善EMI 性能。

## 5. 元件清单

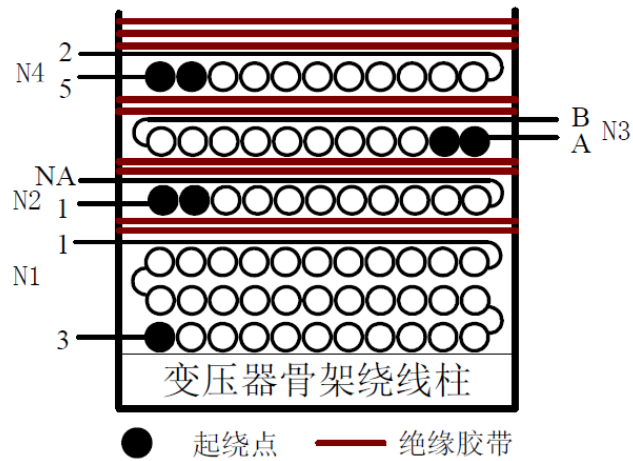
序号	元件标号	元件名称	元件型号	封装尺寸	数量	备注
1	BD1	整流桥	MB6S	SMD SOIC-4	1	
2	C1	陶瓷电容	500V/1.0nF	SMD 1206	1	
3	C2		50V/10.0nF	SMD 0805	1	
4	C3		50V/100.0nF	SMD 0805	1	
5	C4		50V/10.0pF	SMD 0805	1	
6	C5		N.A.	SMD 0805	1	
7	CY1	Y 安规电容	400V/1.0nF	DIP 脚距 10.0mm	1	
8	EC1	电解电容	400V/6.8uF	$\Phi$ 8*16	1	Low ESR
9	EC2		400V/10.0uF	$\Phi$ 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
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	5%
20	R2		270K $\Omega$	SMD 1206	1	5%
21	R3		150 $\Omega$	SMD 1206	1	5%
22	R4		24 $\Omega$	SMD 0805	1	5%
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	5%
28	R10		1.5K $\Omega$	SMD 1206	1	5%
29	R11		1M $\Omega$	SMD 1206	1	5%
30	R11A		1M $\Omega$	SMD 1206	1	5%
31	T1	变压器	EPC17	立式 5+0	1	

## 6. 变压器规格

### 6.1 电路图



### 6.2 剖面图



## 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

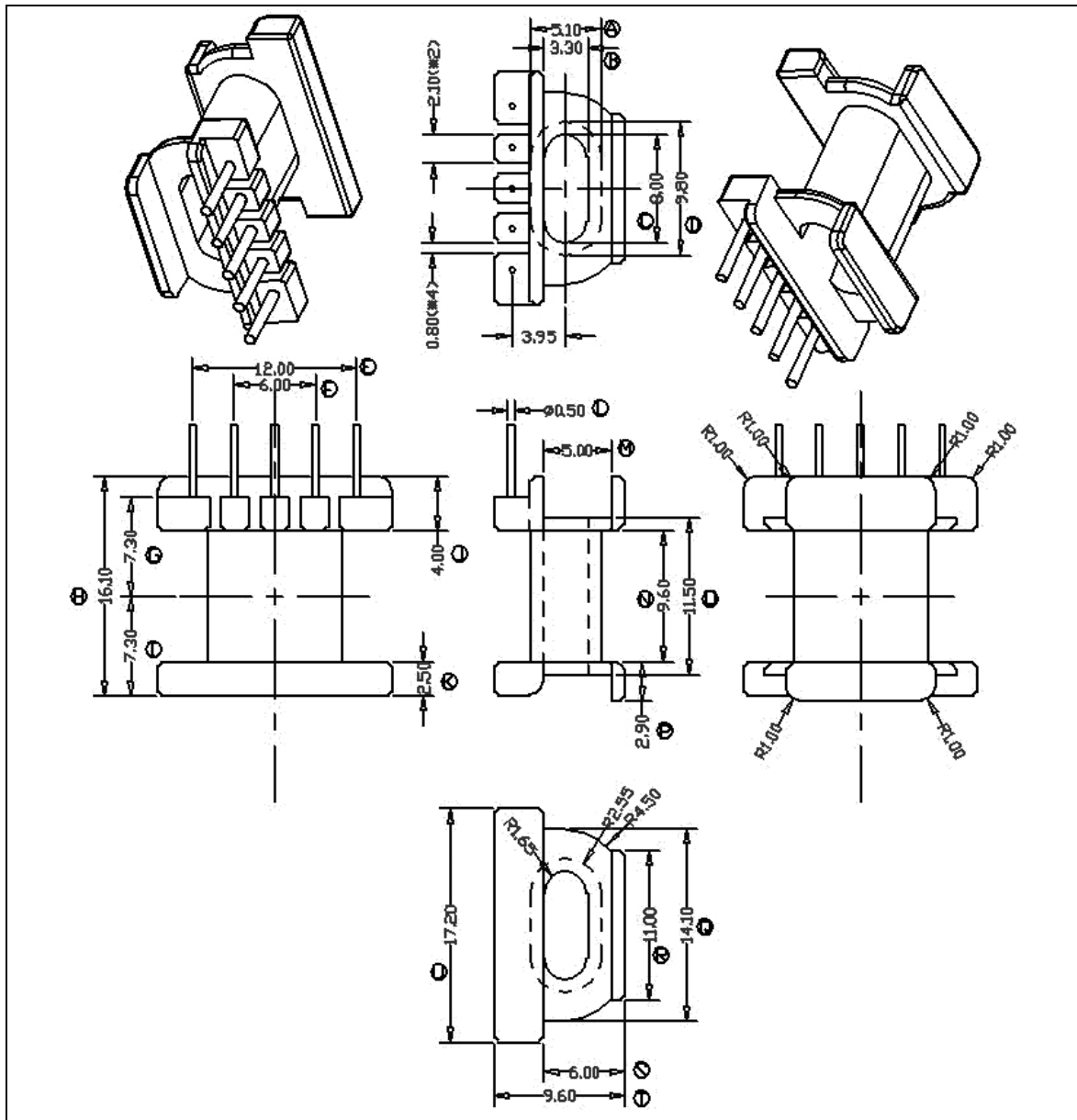
备注:

- 1) 剪掉:Pin4;
- 2) 初级绕组进出线不能交叉;
- 3) 次级飞线须加铁佛龙套管;  
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

**6.5 骨架尺寸:(EPC17)**



## 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： $V_{in}=90\sim 265Vac$ ；

测试结果：输出线端平均效率大于**70%**

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 $V_o$  略微上升的现象

### 7.2 输出电压调整率

测试条件： $V_{in}=90\sim 265Vac$ ；

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	
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	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.6\%$	

### 7.3 开机延迟时间，关机保持时间和开机交流浪涌电流

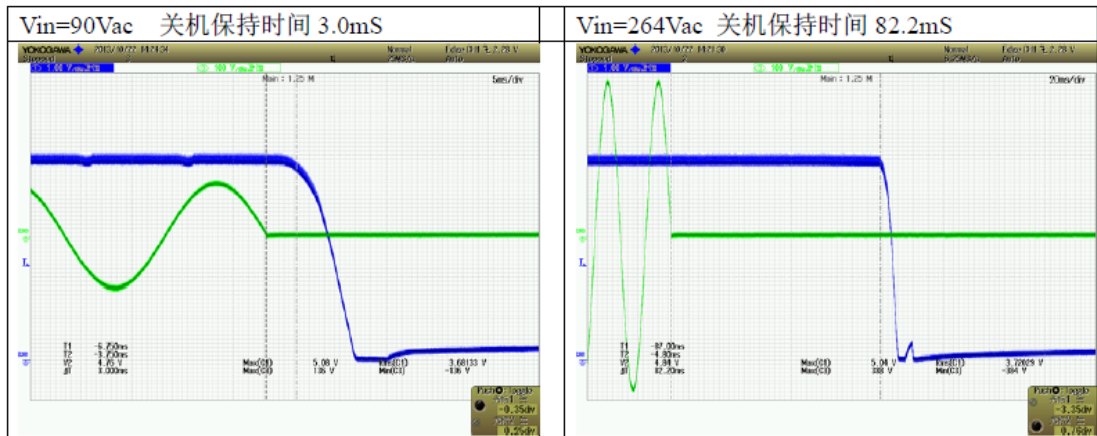
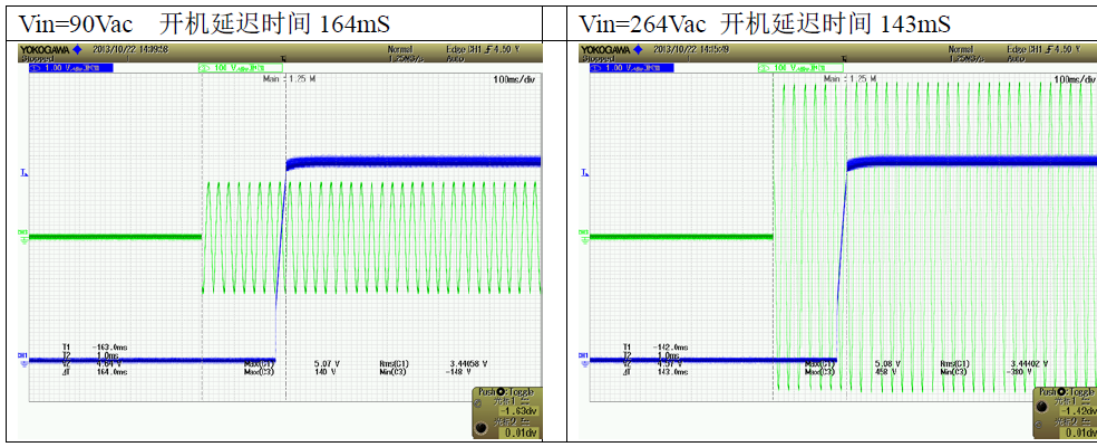
测试条件： $V_{in}=90\sim 265Vac$ ；

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；

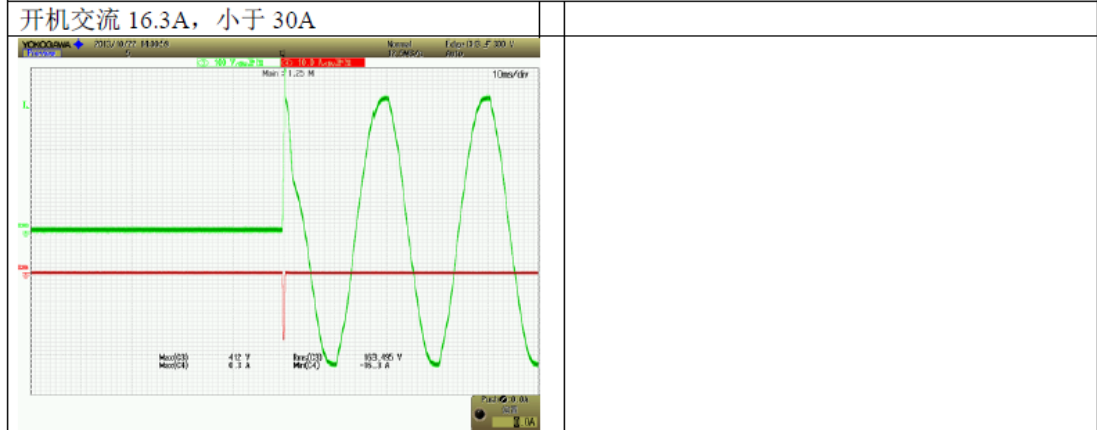
测试结果如下：

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





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



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

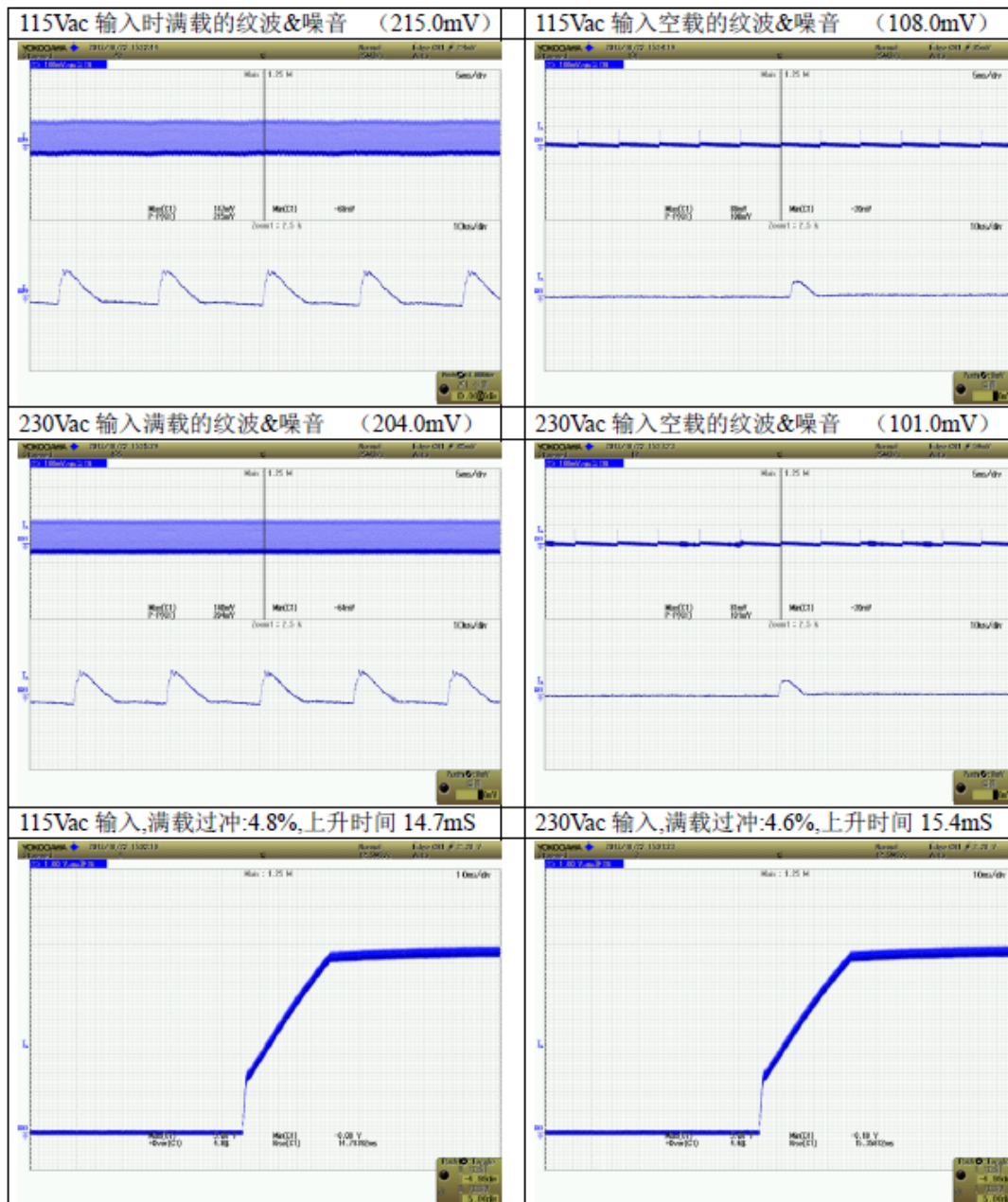


7.4 输出满载纹波&噪音和输出过冲以及输出上升时间

测试条件:  $V_{in}=90\sim 265Vac$ ; 输出为满载 $I_o=2.1A$ ; 纹波测试时输出增加 $50V/10\mu F$  和 $0.1\mu F$  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%

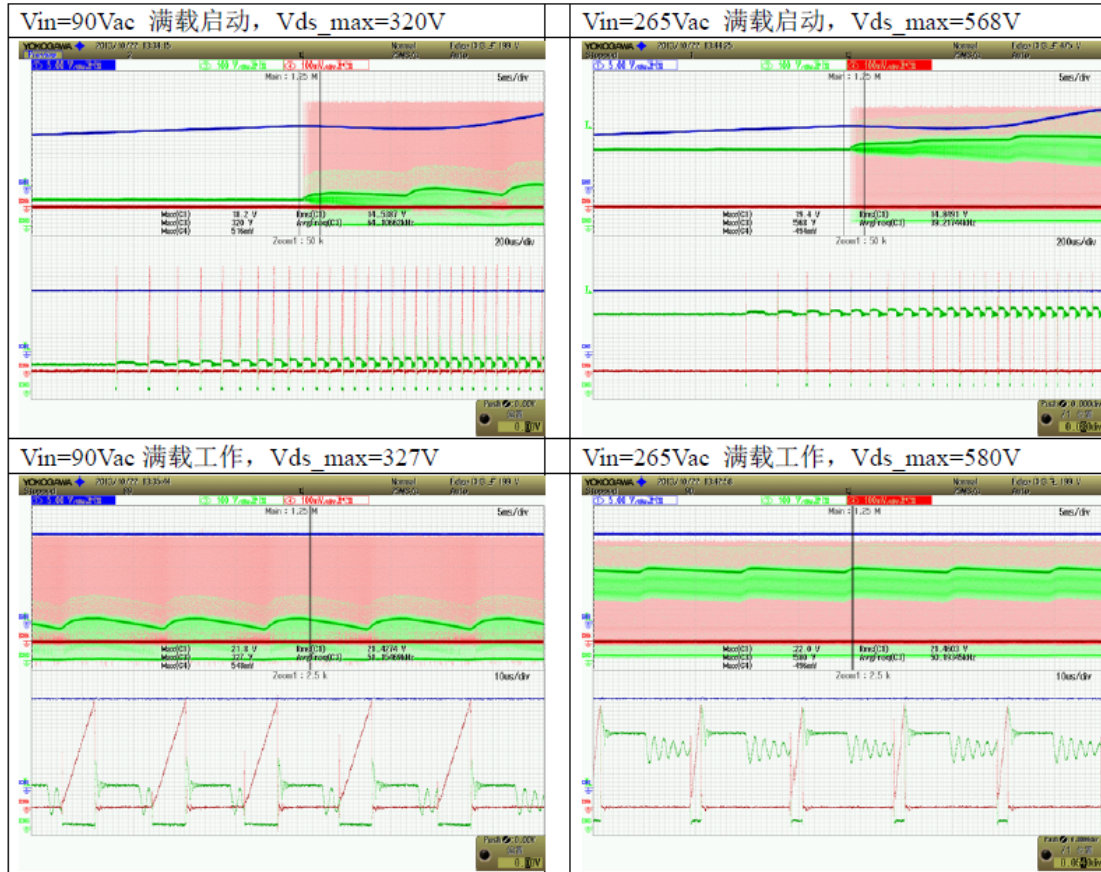


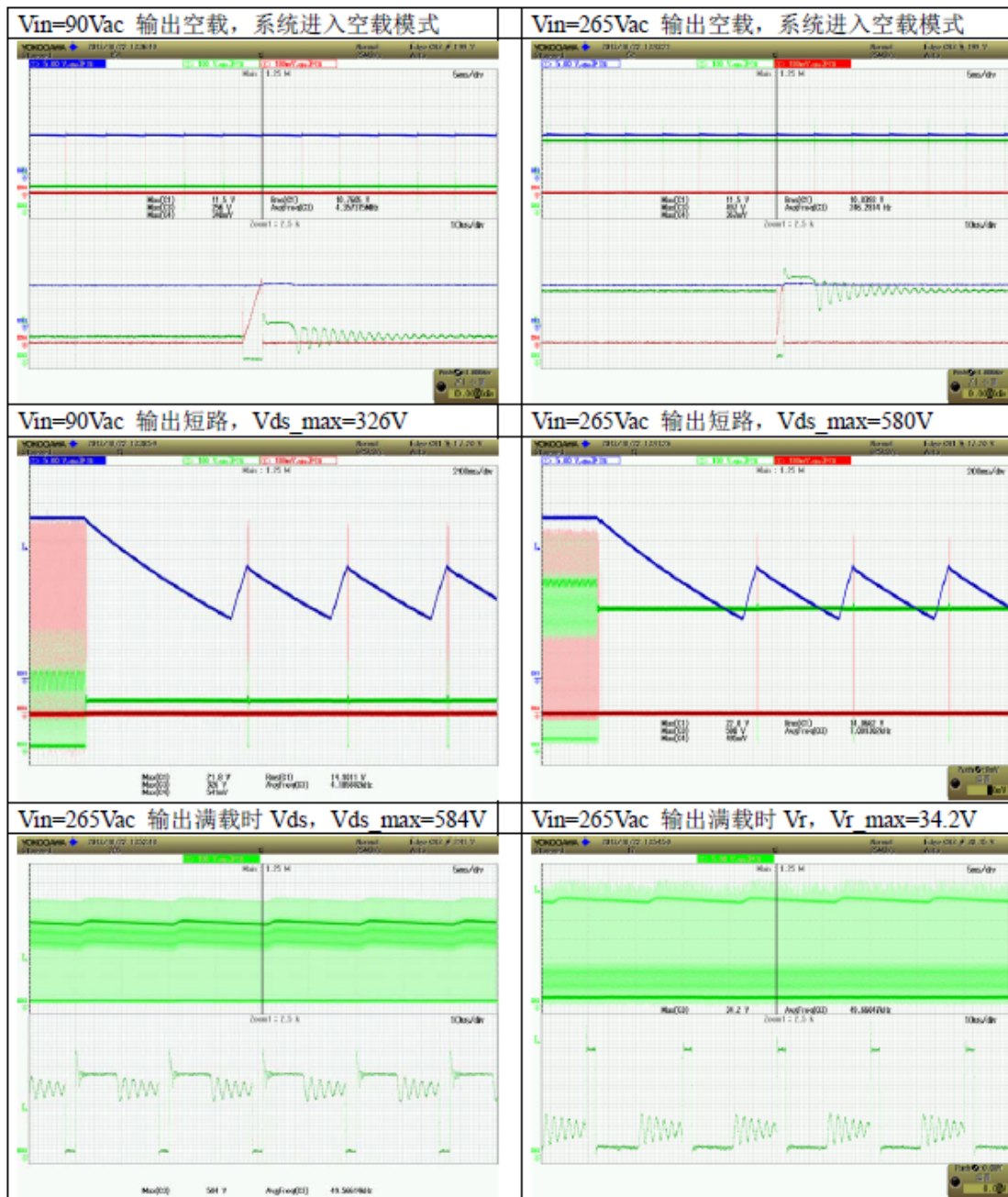
7.5 各个工作状态波形

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:





## 7.6 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:  $V_{in}=230V_{ac}$ , 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:

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:  $V_{in}=230V_{ac}$ , 输出为满载; 输入为 3Pin 电源线, 共模测试时将输出  $V_o$  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

### 8.3 绝缘耐压测试结果

测试条件: 交流  $3.75KV_{ac}$ , 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	$V_{o+}$	+8KV	Pass	A
	$V_{o-}$	-8KV	Pass	A
空气	$V_{o+}$	+15KV	Pass	A
	$V_{o-}$	-15KV	Pass	A

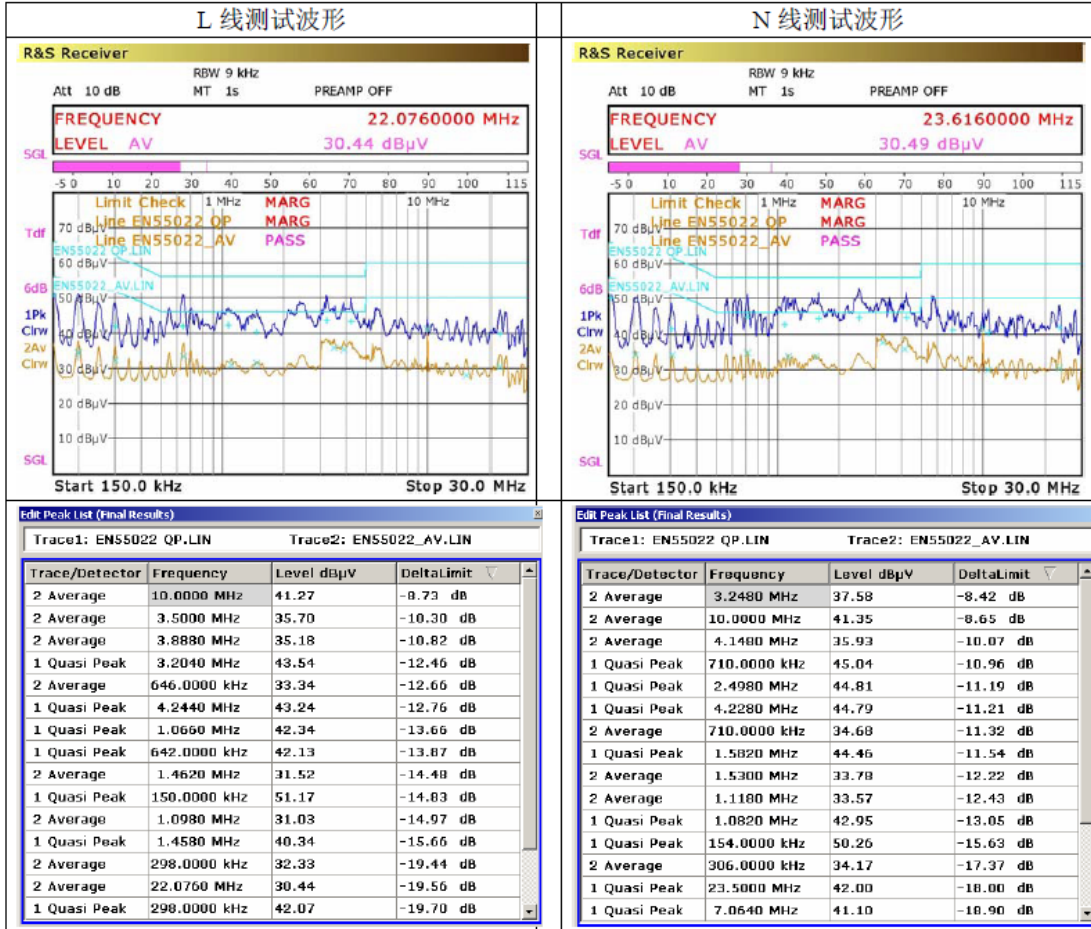


8.5 传导测试结果

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：裕量大于-6dB；

传导测试结果	
L	N
-8.73dB(AV)	-8.42dB(AV)



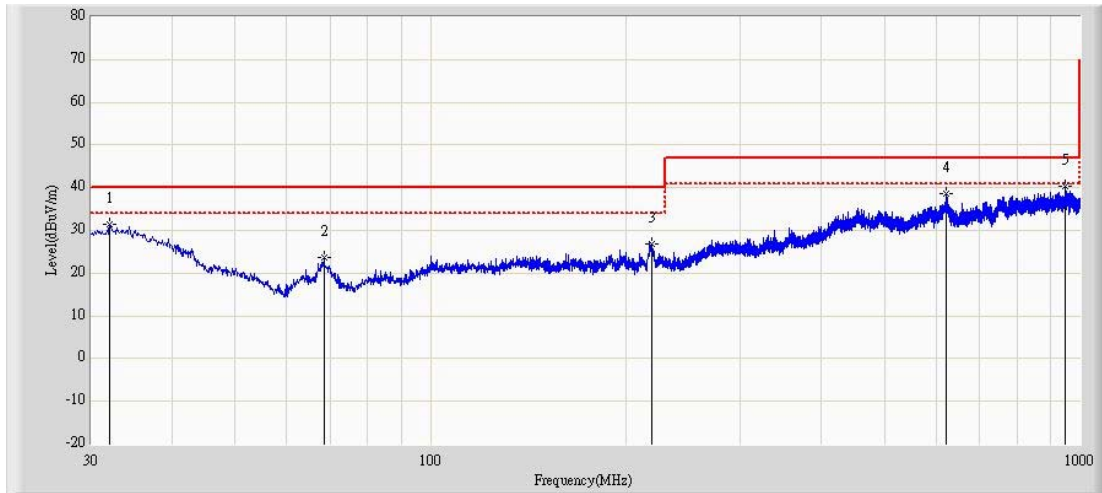
8.6 辐射测试结果

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：裕量大于-6dB；

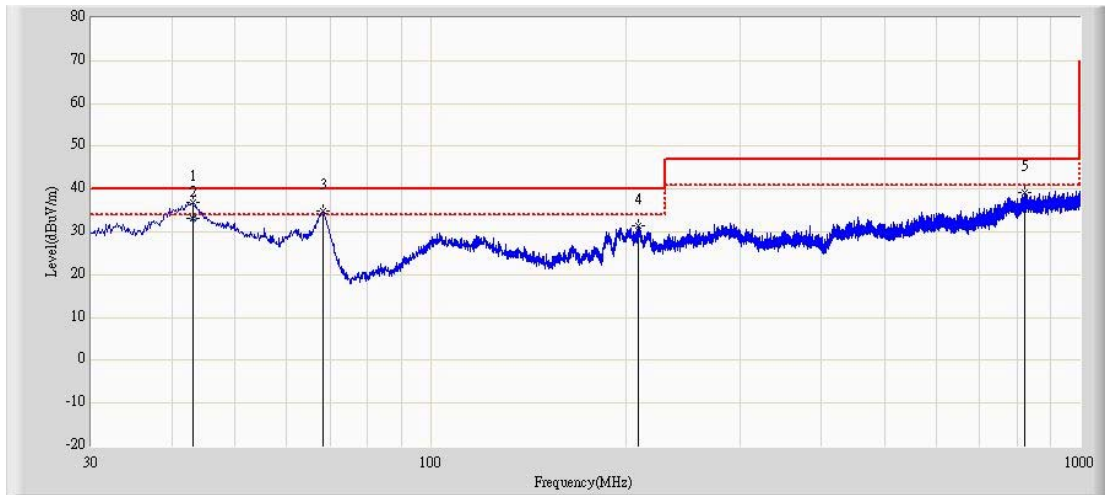
辐射测试结果	
水平	垂直
-6.765dB(PK)	-6.768dB(QP)

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	19.13	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	11.15	7.333	0.000	0	0	PK
4		623.398	38.629	6.341	-8.371	47.000	23.84	8.440	0.000	0	0	PK
5	*	950.773	40.235	6.288	-6.765	47.000	24.81	9.130	0.000	0	0	PK

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



## 9. 附录

**uP2538** 封装和脚位配置图:

