

标 题	24W_SMPS 工程设计报告
规 格	90V~264V 交流输入; 12V, 2A 恒压输出
使用产品	CR6229
使用领域	适配器, 开放式电源等
作 者	西安民展微电子有限公司
文档编号	PM_CR6229_12V2A_V1.0
版 本	V1.0

特点:

1. CR6229 内置 650V 高压 MOS 管, 使外围元件少, 电路简单;
2. 输入电压 264V 时, 待机功耗仅为 0.23W;
3. 平均效率可达 84%;
满足能源之星 2.0 能效 V 级;
4. 内置软启动电路, 可减小 MOS 管的应力;
5. 频率抖动功能, 使其具有更好的 EMI 特性;
6. 具有 OVP, OCP, SCP 多种保护功能, 故障解除后可自动恢复。

历史变更记录:

序号	版本	变更记录
1	V0.1	草稿一
2	V1.0	初次发布

DO NOT COPY

目 录

1	SMPS 规格	4
1.1	输入特性	4
1.2	输出特性	4
1.3	性能说明	4
1.4	保护功能	5
1.5	工作环境	5
2	SMPS 结构	6
2.1	电路原理图	6
2.2	电路板	6
2.2.1	顶层	6
2.2.2	底层	7
2.3	变压器设计	7
2.3.1	变压器说明	7
2.3.2	变压器绕制数据	7
2.4	元器件详表	8
2.5	SMPS 实物图	9
3	性能测评	10
3.1	输入测试	11
3.1.1	输入电流和待机功耗	11
3.1.2	效率	11
3.2	输出测试	12
3.2.1	线性调整率和负载调整率	12
3.2.2	纹波噪声	13
3.2.3	输出电压开启过冲量	14
3.2.4	动态测试	15
3.2.5	时序	16
3.3	保护功能	19
3.3.1	过电流保护	19
3.3.2	过电压保护	20
3.3.3	短路保护	20
4	其他重要的波形	20

1 SMPS 规格

1.1 输入特性

交流输入标称电压	100Vac~240Vac
交流输入电压范围	90Vac~264Vac
交流输入标称频率	50Hz / 60Hz
交流输入频率范围	47Hz~63Hz
输入电流	0.581Arms.Max

1.2 输出特性

输出电压	+12V
输出容差	±5%
最大负载电流	2A

1.3 性能说明

最大输出功率	24W
待机功耗	<0.25W@90Vac/60Hz~264Vac/50Hz, 空载
效率	>82.1% @典型线压, Ave.25~100%Load,25℃
线性调整率	±1%
负载调整率	±5%
输出纹波	<120mVpp
保持时间	10 mS.Min. @100Vac/60Hz, 满载
启动时间	2 Sec.Max. @100Vac/60Hz, 满载

1.4 保护功能

短路保护	输出关断后自动恢复
过压保护	自动恢复
过流保护	输出关断后自动恢复

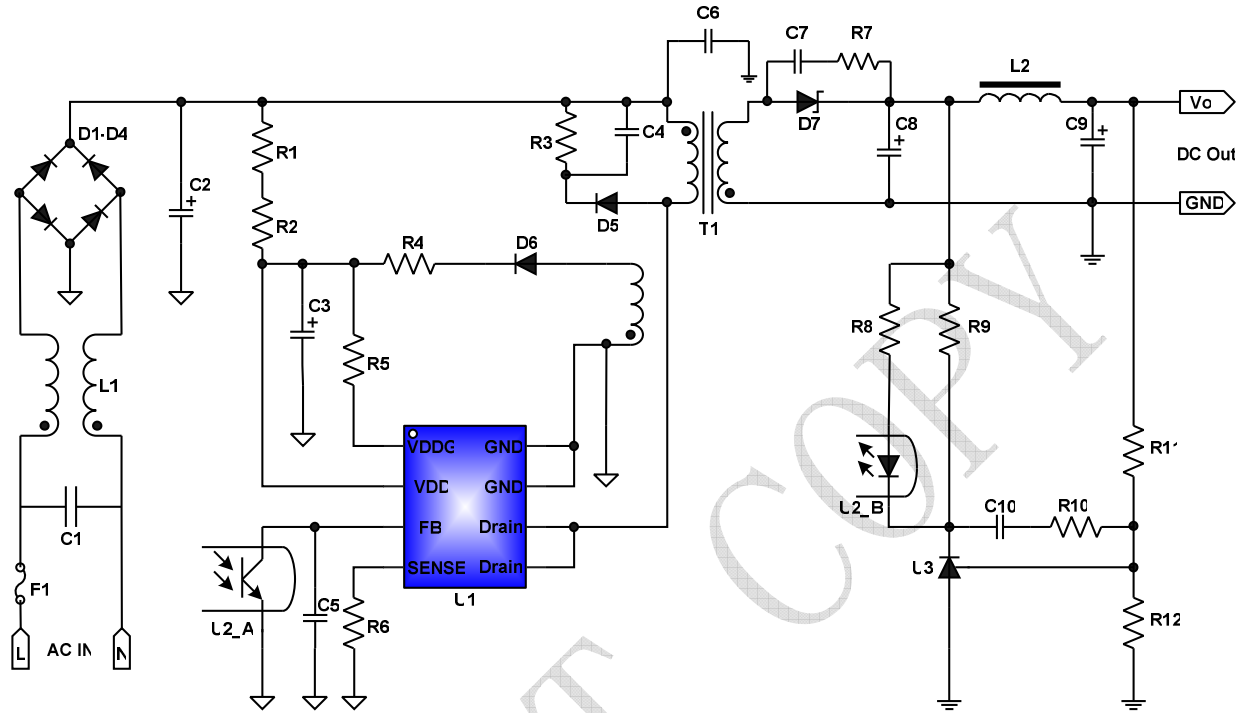
1.5 工作环境

工作温度	0°C ~ 40°C
工作湿度	20%~90% R.H.
贮存温度	-40°C ~ +60°C
贮存湿度	0% ~ 95% R.H.

DO NOT COPY

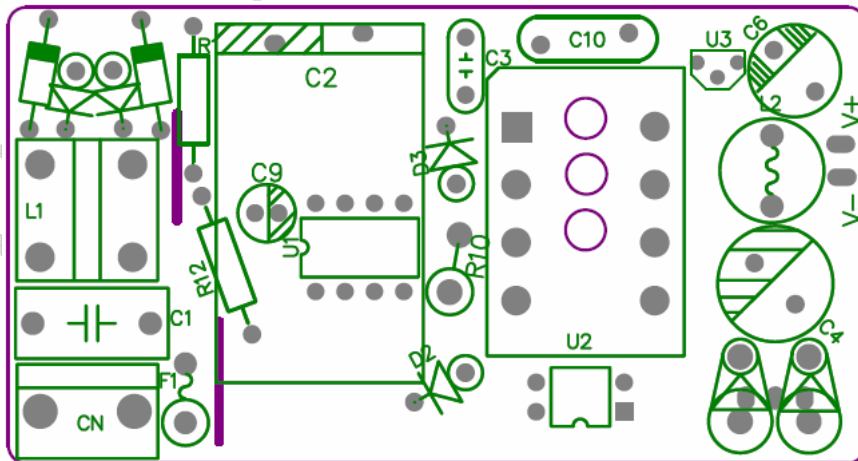
2 SMPS 结构

2.1 电路原理图

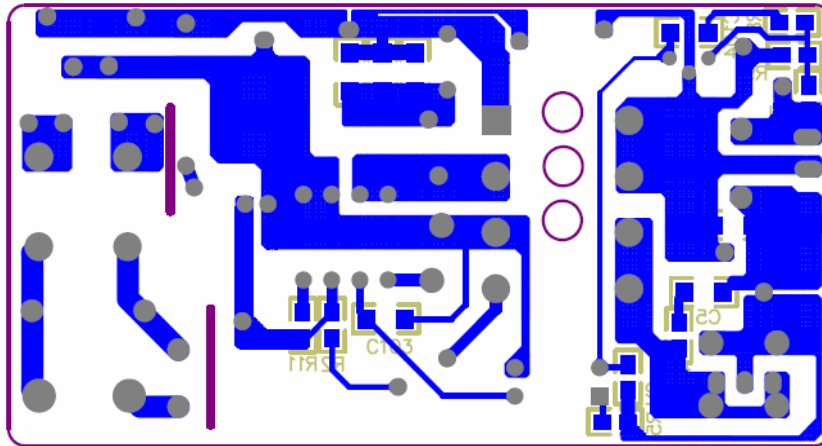


2.2 电路板

2.2.1 顶层

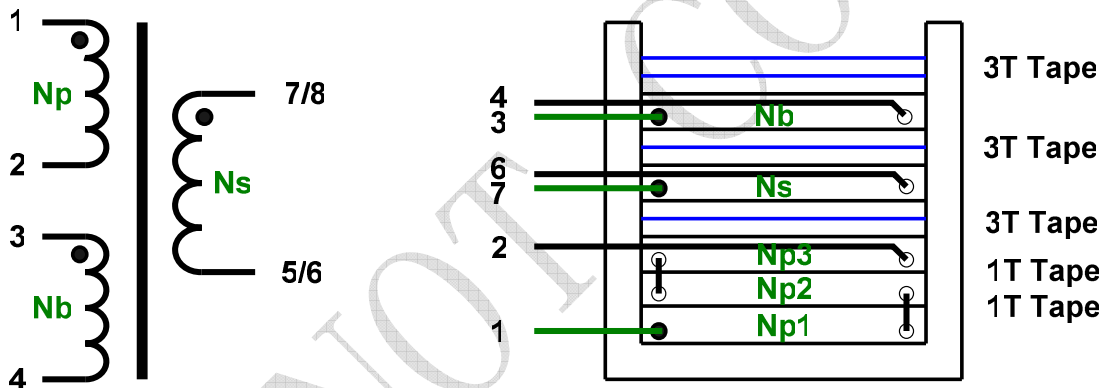


2.2.2 底层



2.3 变压器设计

2.3.1 变压器说明



- 1.骨架: EI25(8Pin)
- 2.磁芯材料: TDK PC40 或等同
- 3.L(1~2)=950uH±3%(所有绕组开路,1KHz,0.3V,25°C)

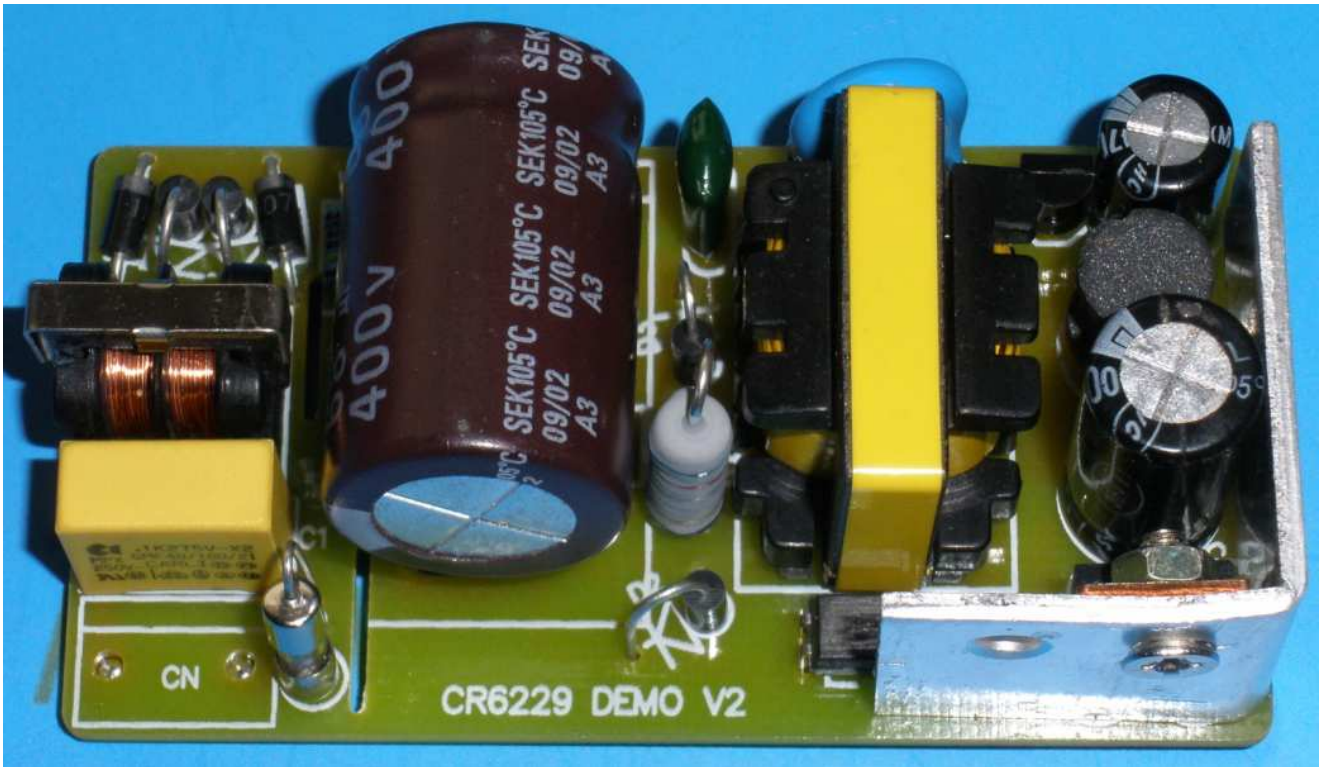
2.3.2 变压器绕制数据

Winding	Material	Start	Turns	Finish	Remark
Np1	Φ0.32*1 2UEW	1	28	A	
TAPE	TAPE W=10mm(Y)		1		
NP2	Φ0.32*1 2UEW	A	28	B	不断线
TAPE	TAPE W=10mm(Y)		1		
NP3	Φ0.32*1 2UEW	B	28	2	
TAPE	TAPE W=10mm(Y)		3		
Ns	Φ0.32*2 T.I.W	7	14	6	
TAPE	TAPE W=10mm(Y)		3		
Nb	Φ0.32*1 2UEW	3	17	4	疏绕
TAPE	TAPE W=10mm(Y)		3		

2.4 元器件详表

元器件清单			
No.	Location	Description	Q'ty
1	F1	Fuse,1.25A/250Vac, Φ 3.6×10mm,Glass	1
2	D1—D4	Diode, General,1N4007,1A/1000V,DO-41	4
3	D5	Diode, Fast, UF104,1A/400V, DO-41	1
4	D6	Diode, General,1N4007,1A/1000V,DO-41	1
5	D7	Diode, Schottky,MBR20100,20A/100V,TO-220AB	1
6	R1	Resistor,1M,1/4W,±5%, axial	1
7	R2	Resistor,1M,1/4W,±5%, axial	1
8	R3	Resistor,90K,1/4W,±5%, SMD1206, ×3	3
9	R4	Resistor,10R,1/8W,±5%,SMD0805	1
10	R5	Resistor,470R,1/8W,±5%,SMD0805	1
11	R6	Resistor,0.56R,1W,±5%,axial	1
12	R7	Resistor,20R,1/4W,±5%, SMD1206,Open	0
13	R8	Resistor,330R,1/8W,±5%,SMD0805	1
14	R9	Resistor,1K,1/8W,±5%,SMD0805	1
15	R10	Resistor,10K,1/8W,±5%,SMD0805	1
16	R11	Resistor,38.3K,1/8W,±1%,SMD0805	1
17	R12	Resistor,10K,1/8W,±1%,SMD0805	1
18	C1	Capacitor,X2,0.1uF/275VAC,-40/105℃, ±20%	1
19	C2	Capacitor,aluminum electrolytic,68uF/50V,-40/85℃, ±20%	1
20	C3	Capacitor,aluminum electrolytic,10uF/50V,-40/85℃, ±20%	1
21	C4	Capacitor, metal poly, 470pF/630V, -40/85℃,±20%	1
22	C5	Capacitor, ceramic,10nF/25V, X7R,±10%,SMD1206	1
23	C6	Capacitor,Y2,disc,2.2nF/250VAC, -40/85℃,±20%	1
24	C7	Capacitor, film,10nF/50V,±10%,SMD1206,Open	1
25	C8	Capacitor, aluminum electrolytic,1000uF/25V,-40/85℃,±20%	0
26	C9	Capacitor, aluminum electrolytic,470uF/16V,-40/85℃,±20%	1
27	C10	Capacitor, ceramic,10nF/25V, X7R,±10%,SMD1206	1
28	L1	Inductor, choke,dual winding,10mH min	1
29	L2	Inductor,power choke,10uH	1
30	U1	IC, PWM Power Switch ,CR6229,DIP8	1
31	U2	IC,Photocoupler ,PC817C, DIP4	1
32	U3	IC,Precision Adjustable Shunt Regulator ,TL431, TO-92	1
33	T1	Transformer ,EI25, N _P :N _S :N _B =85T:14T:17T, L _p =950uH	1

2.5 SMPS 实物图



3 性能测评

性能测评包括对该 SMPS 样板输入部分、输出部分、时序以及各种保护的测试，本节详细的阐述了测试结果，其特点有：

1. 在 264Vac 输入时，待机功耗仅 0.23W；
2. 在 230Vac 输入时，平均效率达 84%；
3. 各种优良的保护。

评测结果概览

测试项目	规格要求	测试结果
1.输入部分		
输入电流 (90Vac/50Hz, 满载)	0.62A Max	0.58A
待机功耗 (264Vac/50Hz, 空载)	<0.30W	0.23W
平均效率 (230Vac, PCB 末端, 不带输出线)	>82.1%	84%
2.输出部分		
线性调整率	±1%	0
负载调整率	±5%	0.82%
纹波噪声	120mV Max	57.5mV
开启过冲	5% Max	3.5%
动态测试	<500mV	223mV
3.时序 (90Vac, 满载)		
启动时间	<2s	1.1s
保持时间	>10ms	13.4ms
上升时间	/	10ms
4.保护功能		
过压保护	/	良好
过流保护	/	良好
短路保护	/	保护

测试设备

设备名称	品牌	型号
交流电源	纬固	APS-9501
万用表	安捷伦	34405A
电子负载	致茂	63103
功率计	横河	WT210
示波器	泰克	TPS2024

3.1 输入测试

3.1.1 输入电流和待机功耗

不同输入电压（90Vac~264Vac）下对 SMPS 样板测试：

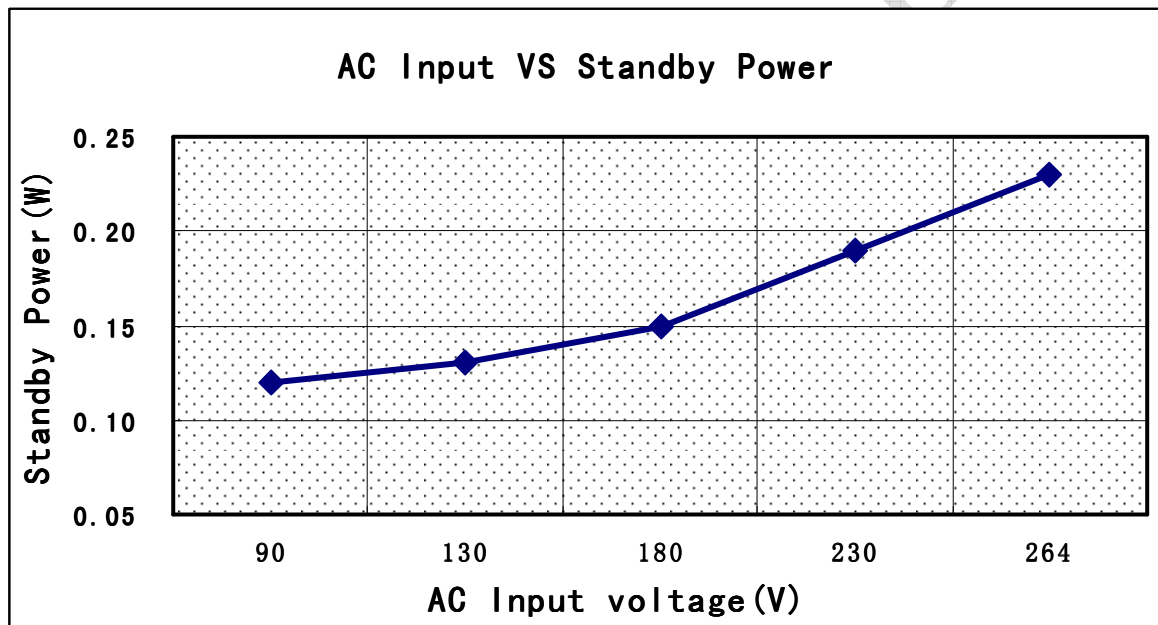
表 1 满载输入电流

输入电压	90Vac/60Hz	130Vac/60Hz	180Vac/50Hz	230Vac/50Hz	264Vac/50Hz
输入电流 (A)	0.581	0.433	0.340	0.286	0.257

表 2 空载待机功耗

输入电压	90Vac/60Hz	130Vac/60Hz	180Vac/50Hz	230Vac/50Hz	264Vac/50Hz
待机功耗 (W)	0.12	0.13	0.15	0.19	0.23

根据表 2 绘制输入电压与待机功耗折线图如下：



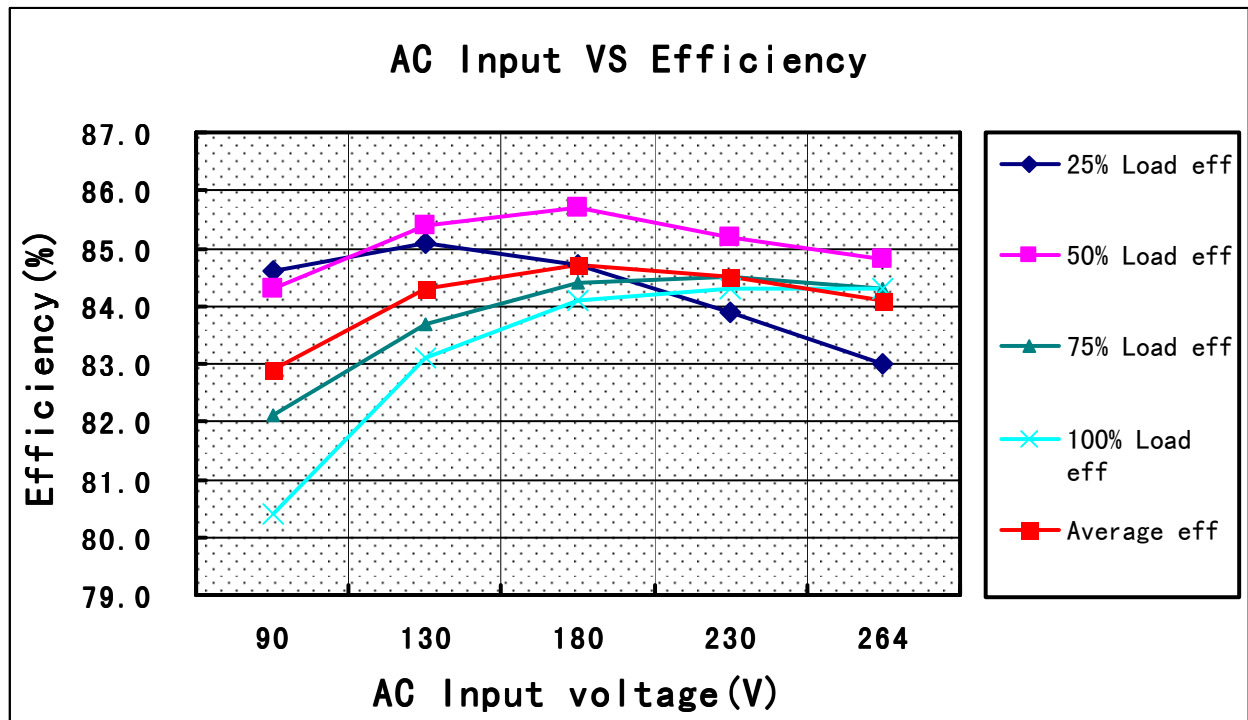
3.1.2 效率

表 3 效率测试

说明：所有数据，均在 PCB 末端，不带输出线测得

输入电压	效率 (%)				平均效率 (%)
	25% 负载	50% 负载	75% 负载	100% 负载	
90Vac/60Hz	84.6	84.3	82.1	80.4	82.9
130Vac/60Hz	85.1	85.4	83.7	83.1	84.3
180Vac/50Hz	84.7	85.7	84.4	84.1	84.7
230Vac/50Hz	83.9	85.2	84.5	84.3	84.5
264Vac/50Hz	83.0	84.8	84.3	84.3	84.1
平均效率 (%)	84.3	85.1	83.8	83.2	84.1

根据表 3 绘制输入电压与效率折线图如下：



3.2 输出测试

3.2.1 线性调整率和负载调整率

表 4 线性调整率和负载调整率

说明：所有数据，均在 PCB 末端，不带输出线测得

输入电压	输出电压 (V)			负载调整率 (%)
	空载	半载	满载	
90Vac/60Hz	12.22	12.17	12.12	0.82
130Vac/60Hz	12.22	12.17	12.12	0.82
180Vac/50Hz	12.22	12.17	12.12	0.82
230Vac/50Hz	12.22	12.17	12.12	0.82
264Vac/50Hz	12.22	12.17	12.12	0.82
线性调整率 (%)	0	0	0	

3.2.2 纹波噪声

表 5 纹波噪声测试结果

说明：输出端并 47 μ F/50V 电解电容和 0.1 μ F 瓷片电容，示波器带宽设置在 20MHz 且地线尽量短的条件下测试

输入电压	纹波 & 噪声 (mV)		波形
	空载	满载	
90Vac/60Hz	20.0	51.5	Fig. 1, Fig. 2
130Vac/60Hz	24.5	56.9	Fig. 3, Fig. 4
230Vac/50Hz	23.5	57.5	Fig. 5, Fig. 6
264Vac/50Hz	21.3	56.9	Fig. 7, Fig. 8

纹波噪声波形

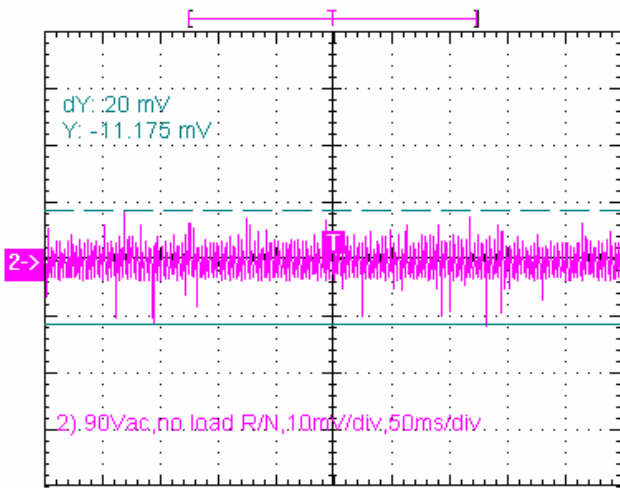


Fig.1 R&N waveform@90Vac/60Hz,no load

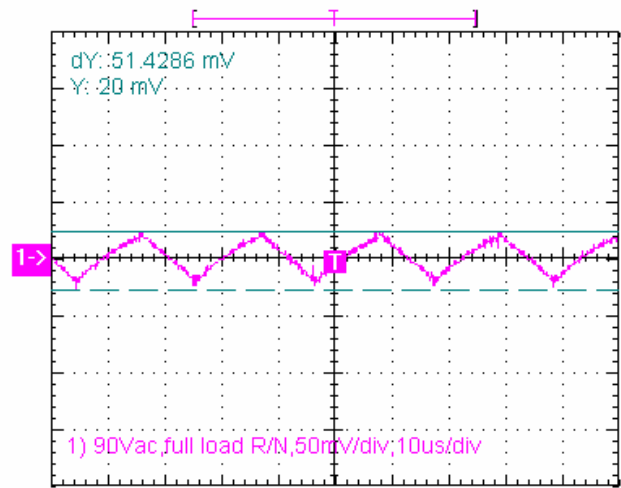


Fig.2 R&N waveform@90Vac/60Hz,full load

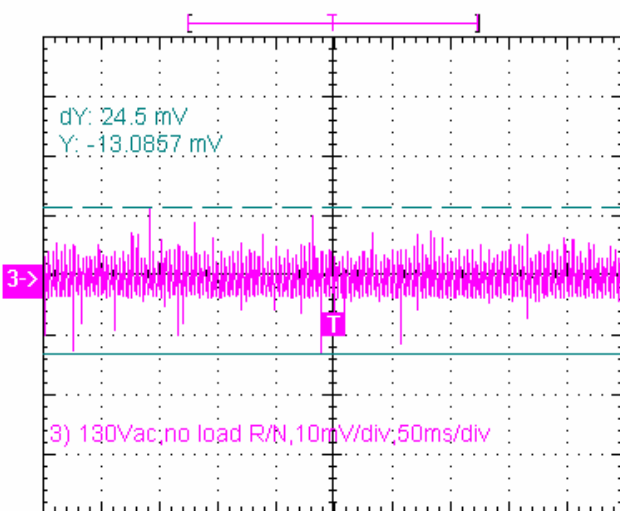


Fig.3 R&N waveform@130Vac/60Hz,no load

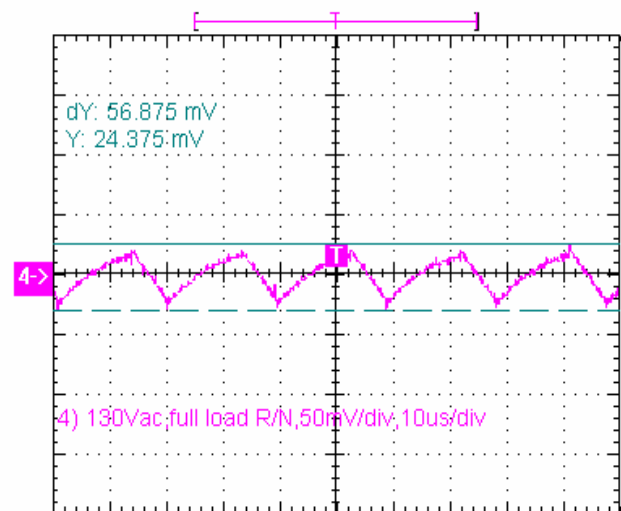


Fig.4 R&N waveform@130Vac/60Hz,full load

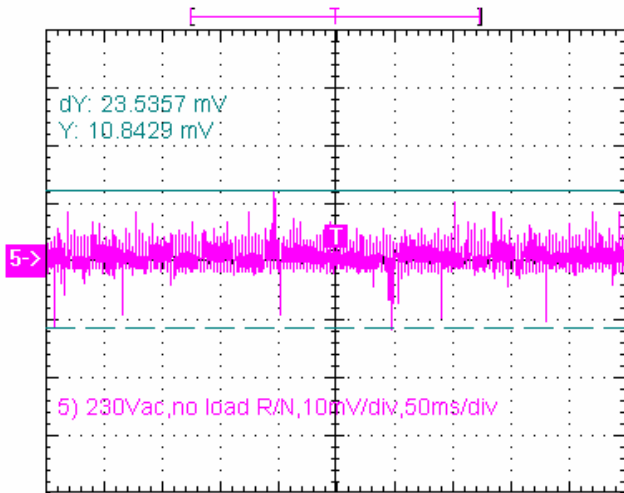


Fig.5 R&N waveform@230Vac/50Hz,no load

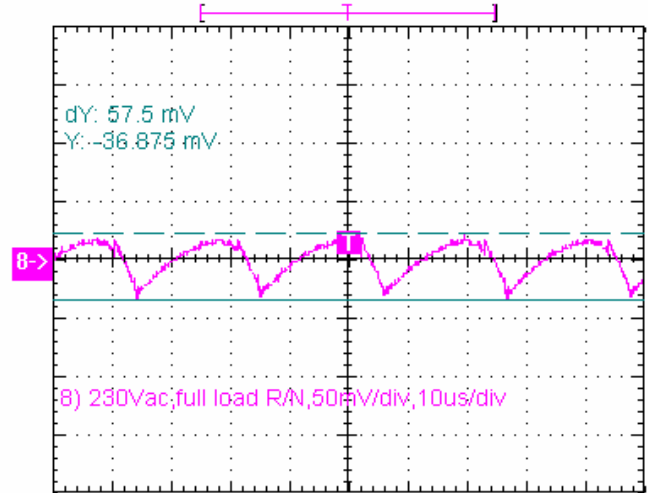


Fig.6 R&N waveform@230Vac/50Hz,full load

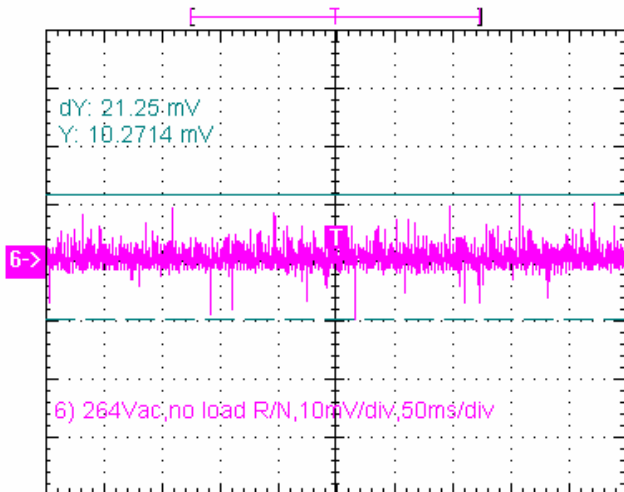


Fig.7 R&N waveform@264Vac/50Hz,no load

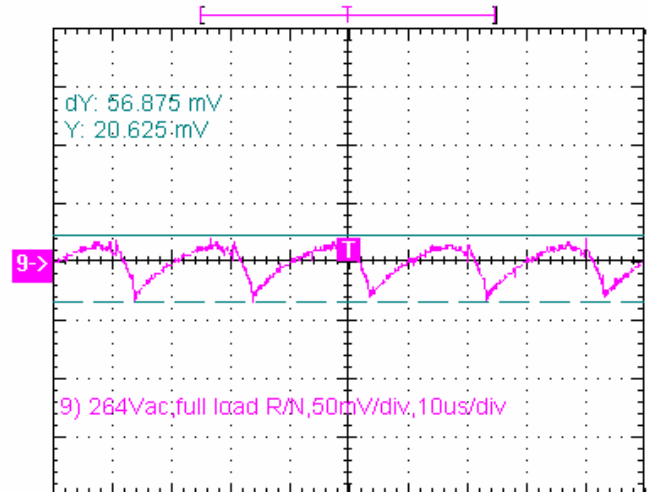


Fig.8 R&N waveform@264Vac/50Hz,full load

3.2.3 输出电压开启过冲量

表6 过冲测试结果

输入电压	过冲量(mV)		波形
	无载	满载	
90Vac/60Hz	414	214	Fig.9, Fig.10
130Vac/60Hz	412	320	
230Vac/50Hz	414	320	
264Vac/50Hz	414	345	Fig.11, Fig.12

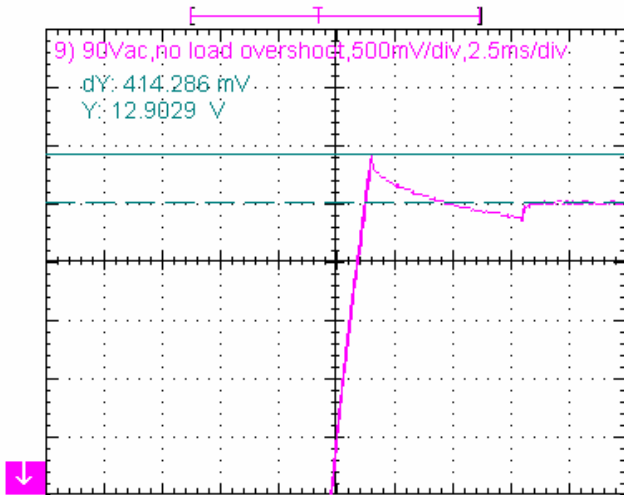


Fig.9 Overshoot waveform@90Vac/60Hz,no load

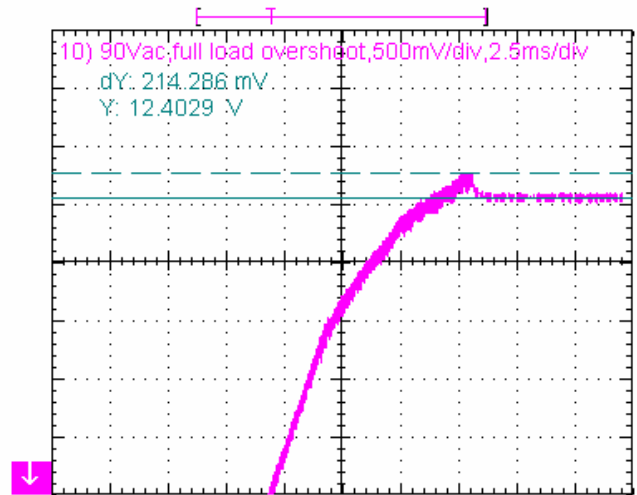


Fig.10 Overshoot waveform@90Vac/60Hz,full load

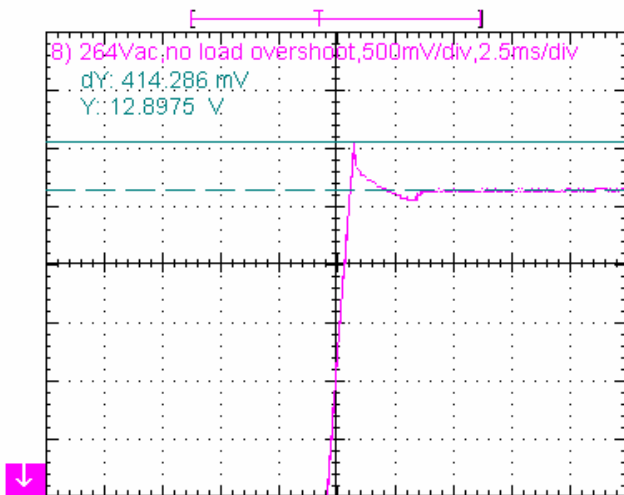


Fig.11 Overshoot waveform@264Vac/50Hz,no load

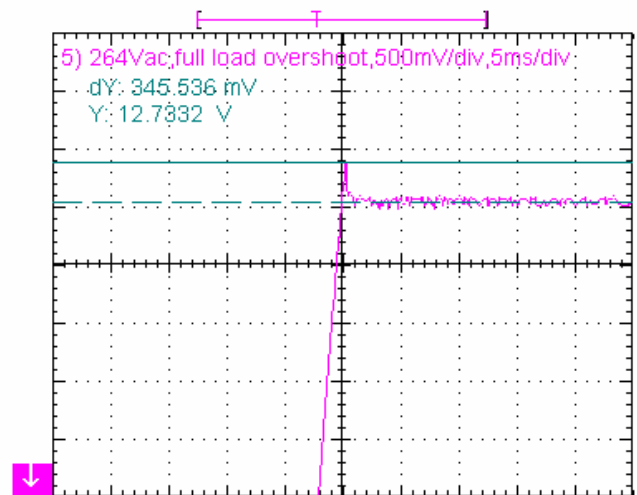


Fig.12 Overshoot waveform@264Vac/50Hz,full load

3.2.4 动态测试

动态负载设置在 0A-1A-0A，保持时间均为 10mS，电流变化速率 0.1A/us；

表 7 输出电压动态测试

说明：所有数据，均在 PCB 末端，不带输出线测得

输入电压	输出电压峰峰值	波形
90Vac/60Hz	223mV	Fig.13
130Vac/60Hz	308mV	Fig.14
230Vac/60Hz	296mV	Fig.15
264Vac/50Hz	204mV	Fig.16

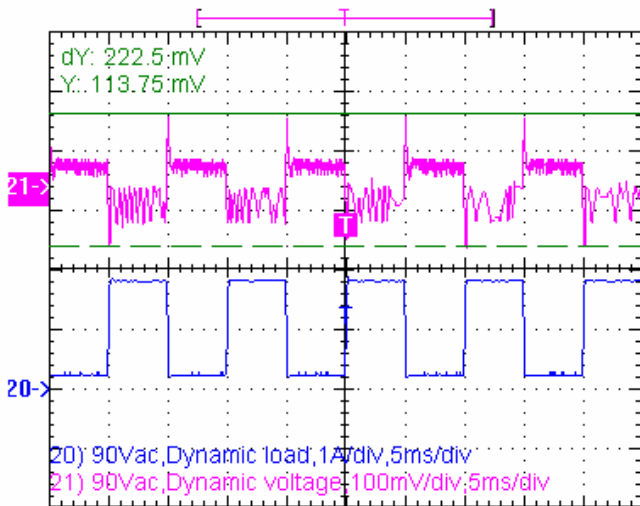


Fig.13 Dynamic waveform@90Vac/60Hz

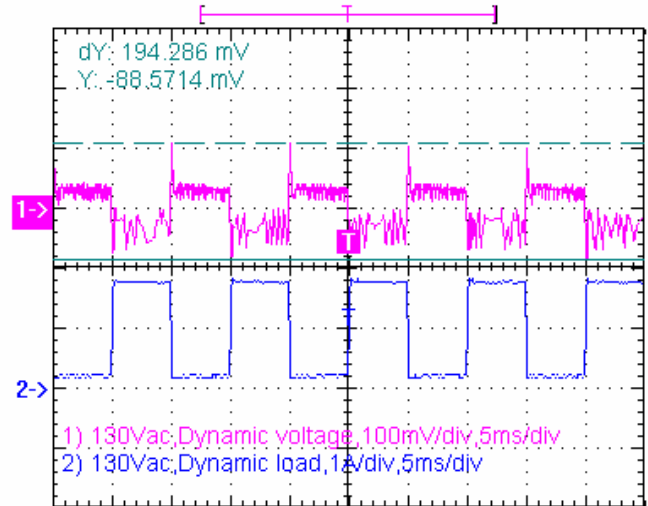


Fig.14 Dynamic waveform@130Vac/60Hz

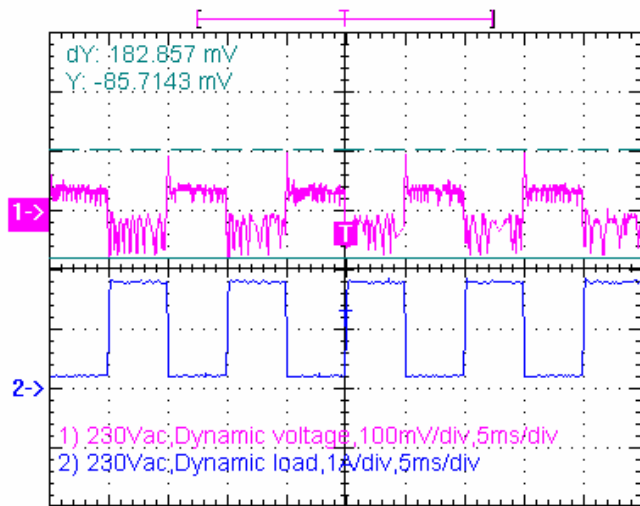


Fig.15 Dynamic waveform@230Vac/50Hz

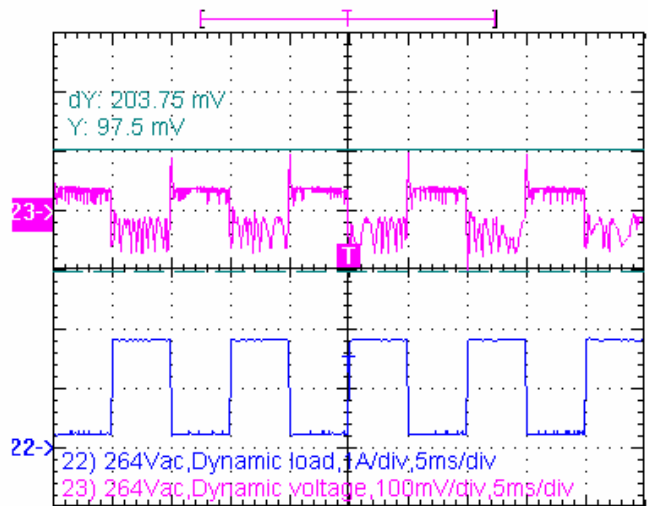


Fig.16 Dynamic waveform@264Vac/50Hz

3.2.5 时序

表 8 启动延迟、保持、上升时间、关闭时间测试结果（满载情况下测试）

项目	输入电压	测试结果 (ms)	波形
启动延迟时间	90Vac/60Hz	1094	Fig. 17
	130Vac/60Hz	820	
	230Vac/50Hz	390	
	264Vac/50Hz	310	Fig. 18
保持时间	90Vac/60Hz	13.4	Fig. 19
	130Vac/60Hz	40	
	230Vac/50Hz	124	
	264Vac/50Hz	173	Fig. 20

上升时间	90Vac/60Hz	10	Fig. 21
	130Vac/60Hz	6.7	
	230Vac/50Hz	7	
	264Vac/50Hz	7.5	Fig. 23
下降时间	90Vac/60Hz	9	Fig. 25
	130Vac/60Hz	9.2	
	230Vac/50Hz	9.4	
	264Vac/50Hz	8.9	Fig. 26

启动延迟时间

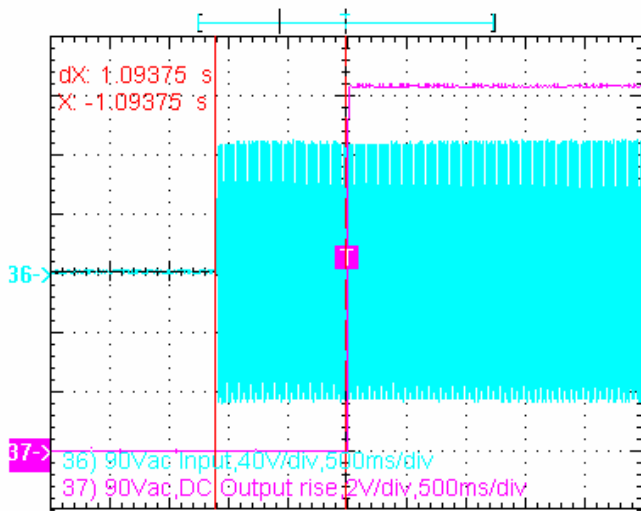


Fig. 17 Turn on waveform@90Vac/60Hz, full load
保持时间

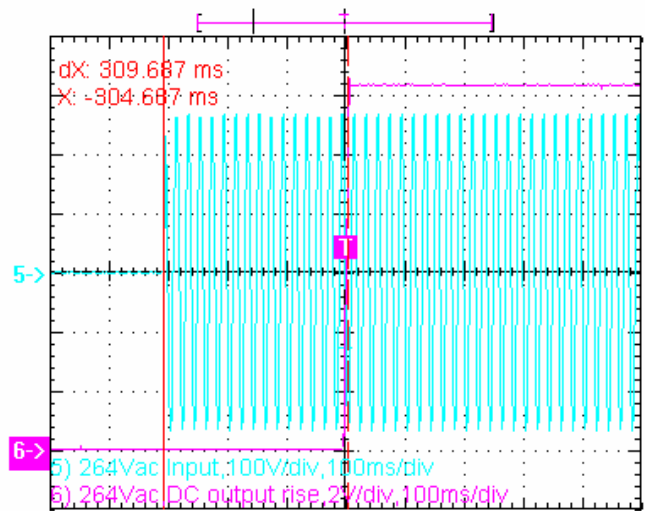


Fig. 18 Turn on waveform@264Vac/50Hz, full load

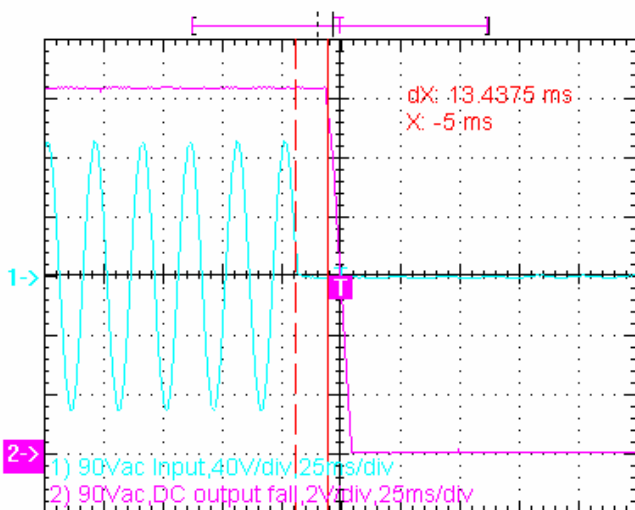


Fig. 19 Hold up waveform@90Vac/60Hz, full load

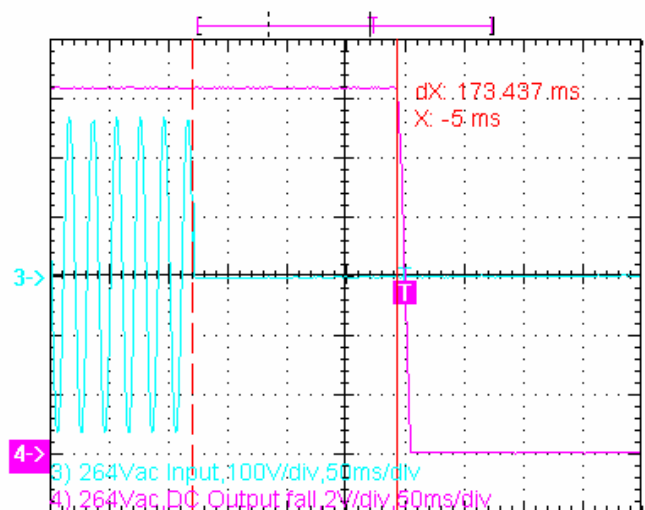


Fig. 20 Hold up waveform@264Vac/50Hz, full load

上升时间

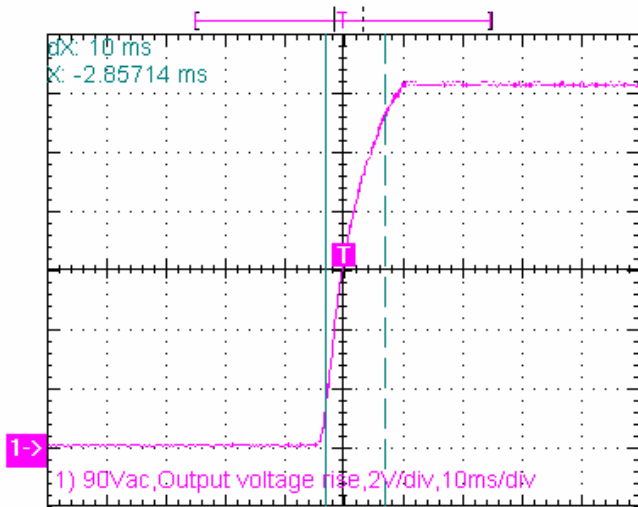


Fig.21 Rise waveform @90Vac/60Hz, full load

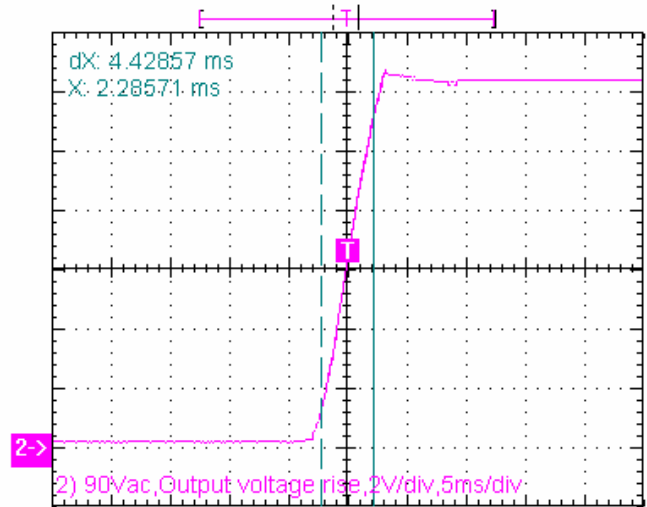


Fig.22 Rise waveform @90Vac/60Hz, no load

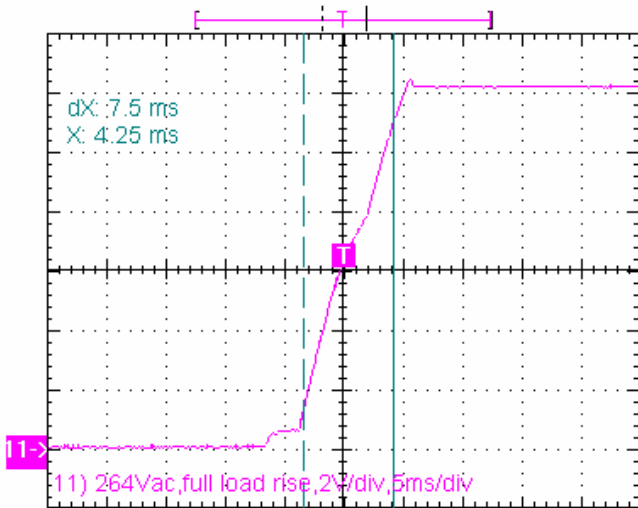


Fig.23 Rise waveform @264Vac/50Hz, full load

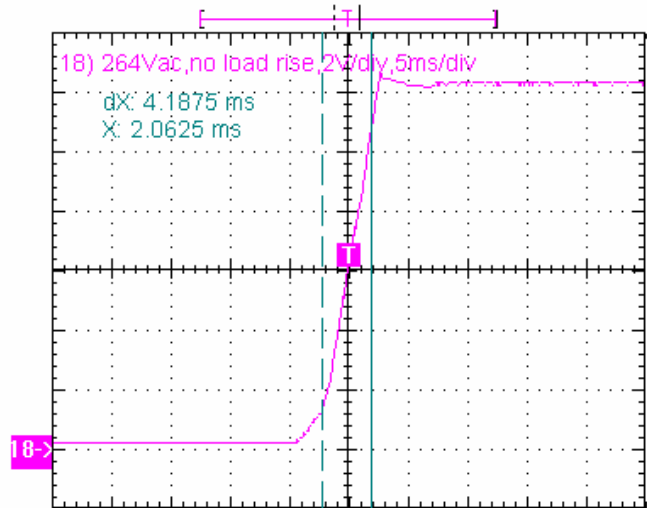


Fig.24 Rise waveform @264Vac/50Hz, no load

下降时间

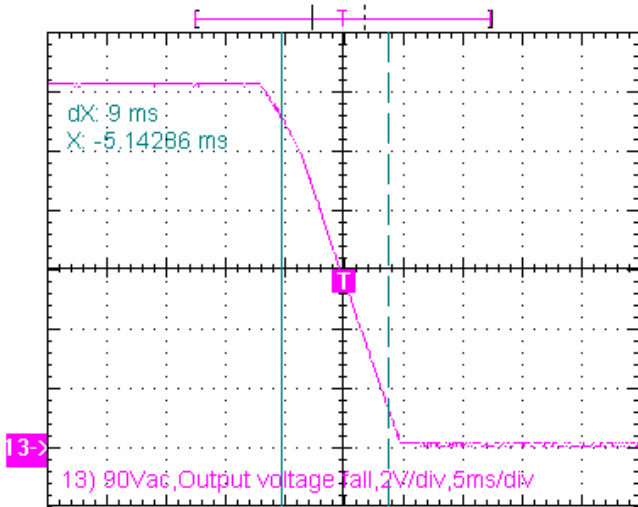


Fig.25 Fall waveform@90Vac/60Hz,full load

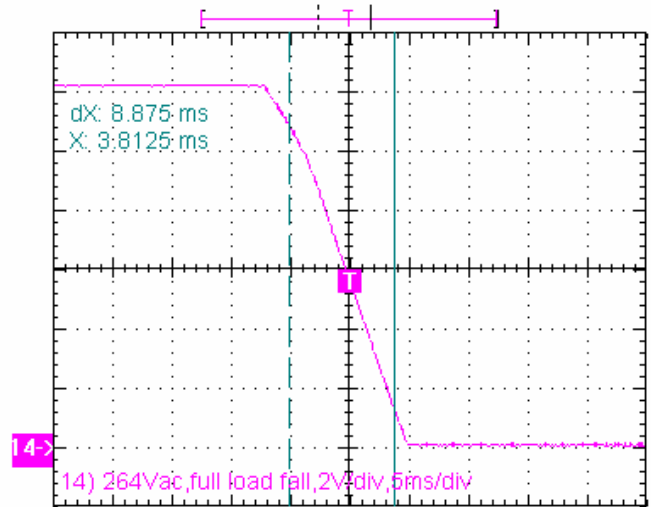


Fig.26 Fall waveform@264Vac/50Hz,full load

3.3 保护功能

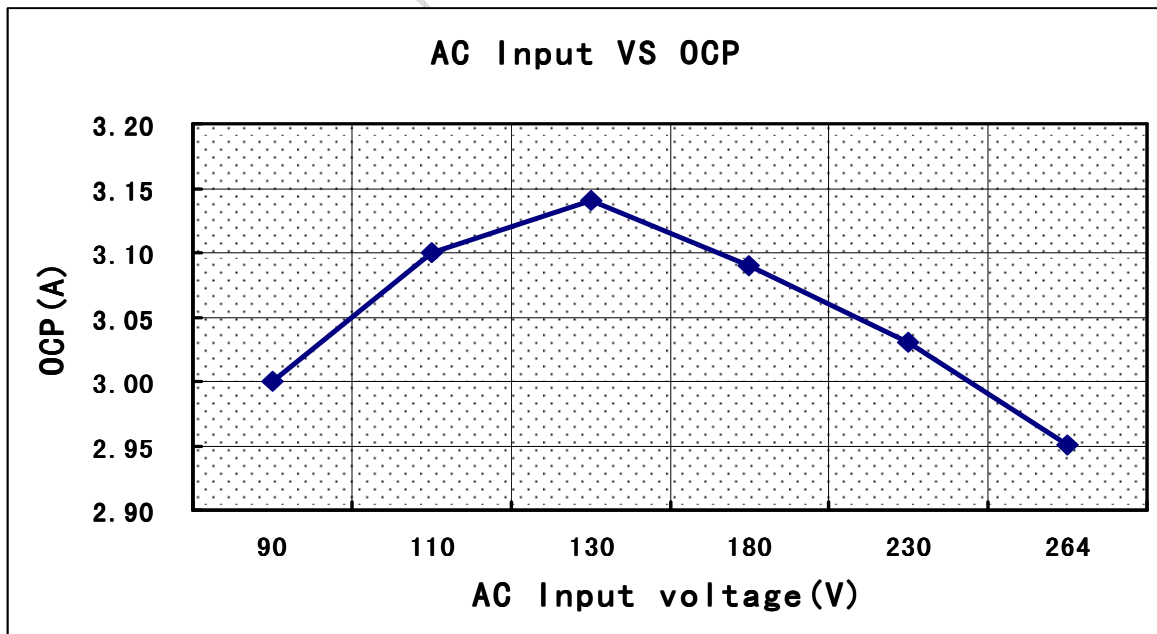
3.3.1 过电流保护

当输出电流超过限流点时，输出关断；当过流条件解除后，输出能自动恢复正常。

表 9 过流点与输入电压

输入电压	90Vac/60Hz	110Vac/60Hz	130Vac/60Hz	180Vac/50Hz	230Vac/50Hz	264Vac/50Hz
OCP (A)	3.00	3.10	3.14	3.09	3.03	2.95

根据表 9 绘制过流点与输入电压折线图如下：



3.3.2 过电压保护

当输出电压超过过压点时，输出关断；当过压条件解除后，输出能自动恢复正常。

表 10 过电压保护

输入电压	OVP 触发电压 (V)	
	空载	满载
90Vac/60Hz	22.2	22.0
130Vac/60Hz	22.0	22.0
230Vac/50Hz	22.4	22.2
264Vac/50Hz	22.4	22.0

3.3.3 短路保护

当输出短路时，输出将关断；当短路条件解除后，输出能自动恢复正常。

表 11 短路保护

输入电压	90Vac/60Hz	264Vac/50Hz
测试结果	保护	保护

4 其他重要的波形

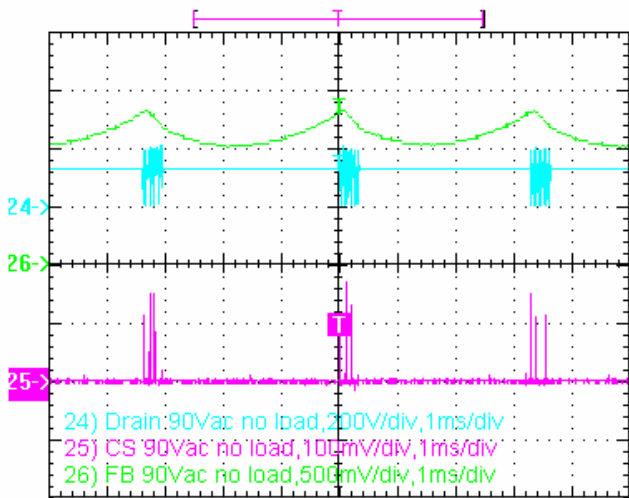


Fig.27 FB,Drain,Sense waveform@90Vac/60Hz,no load

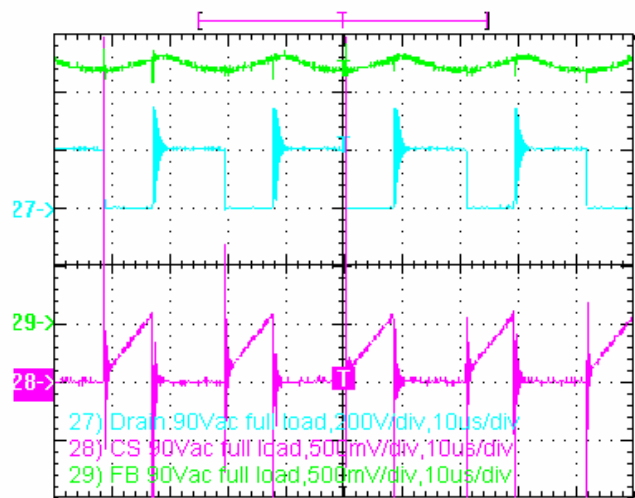


Fig.28 FB,Drain,Sense waveform@90Vac/60Hz,full load

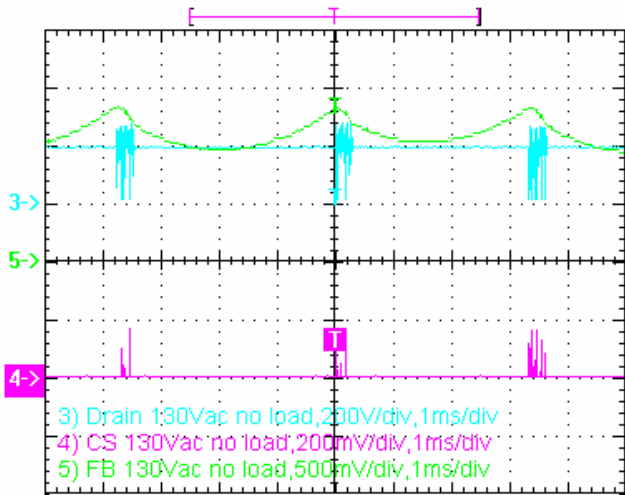


Fig.29 FB,Drain,Sense waveform@130Vac/60Hz,no load

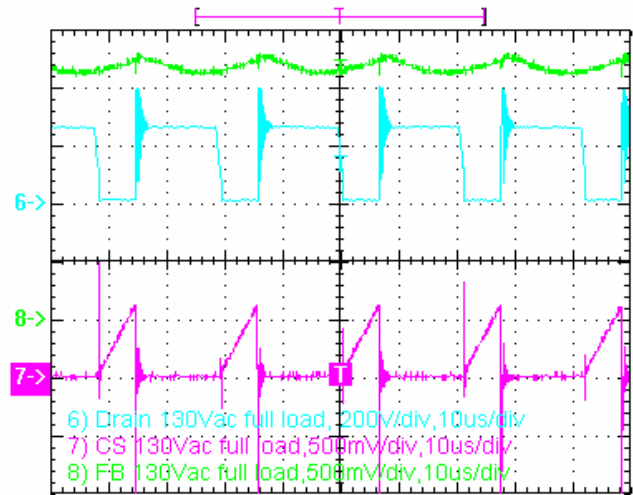


Fig.30 FB,Drain,Sense waveform@130Vac/60Hz,full load

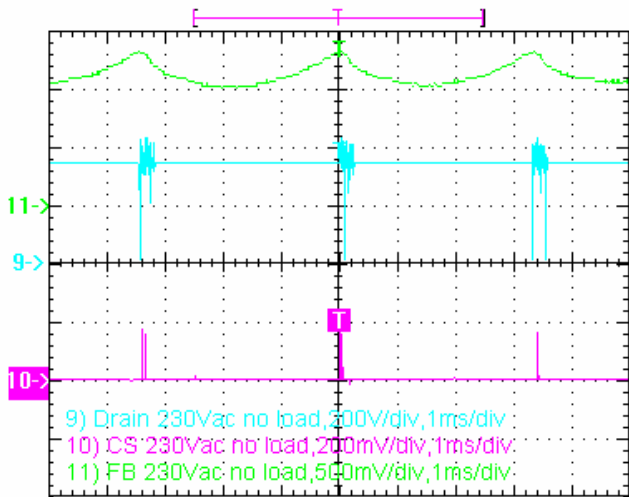


Fig.31 FB,Drain,Sense waveform@230Vac/50Hz,no load

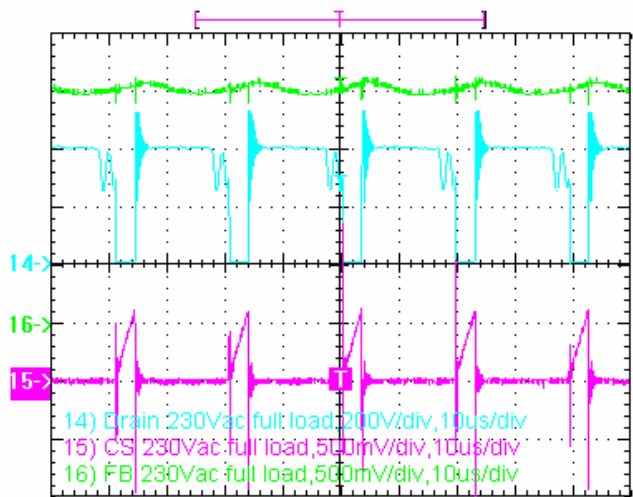


Fig.32 FB,Drain,Sense waveform@230Vac/50Hz,full load

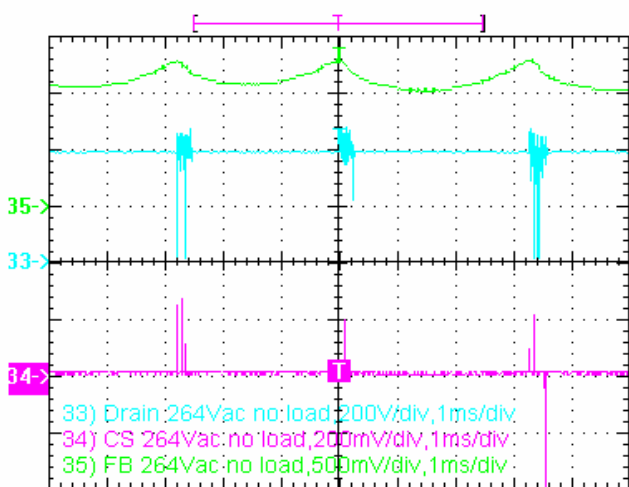


Fig.33 FB,Drain,Sense waveform@264Vac/50Hz,no load

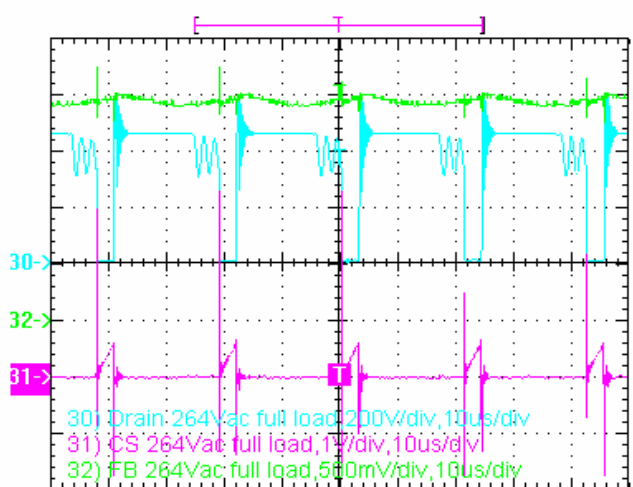


Fig.34 FB,Drain,Sense waveform@264Vac/50Hz,full load

免责声明

民展微电子保留对本文档的更改，恕不另行通知！产品提升永无止境，本公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！客户获得资料后，需要确认其是最新且完整的。

未经本公司授权，该文件不得私自复制和修改。

DO NOT COPY