

标 题	15W_SMPS 工程设计报告
规 格	90V~264V 交流输入；5V/3A 输出
使用产品	PR6860
使用领域	适配器,开放式电源等
作 者	西安展芯微电子技术有限公司
文档编号	PEDR_PR6860_5V3A_V1.0
版 本	V1.0

特点:

1. 输入电压 264V 时, 待机功耗仅为 98.7mW;
2. 平均效率可达 79.82%, 满足能源之星 2.0 能效 V 级;

©版权所有

历史变更记录:

版本	变更记录	变更日期	变更作者
V1.0	第一次发行	2013-12-3	GQ.Zhang

©版权所有

展芯微电子

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&底层	6
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	12
3.2.3	输出电压开启过冲量	13
3.2.4	动态测试	14
3.2.5	时序	14
3.3	保护功能	15
3.3.1	过电流保护	15
3.3.2	过电压保护	16
3.3.3	短路保护	16
3.3.4	BO 保护	17
4	其他重要的波形	17

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
最大输入电流	0.45A

1.2 输出特性

输出电压	+5V
输出容差	±5%
最大负载电流	3A

1.3 性能说明

最大输出功率	15W
待机功耗	<0.10W@264Vac/50Hz,No Load <0.50W@264Vac/50Hz,0.25W Load
平均效率	>76.4%@normalline, 25°C
线性调整率	±1%
负载调整率	±5%
输出纹波	<100mVpp
保持时间	5mS.Min. @90Vac/60Hz,Full Load
启动时间	3 Sec.Max. @90Vac/60Hz,Full Load

1.4 保护功能

短路保护	输出关断, 故障解除后自动恢复
过压保护	输出关断, 故障解除后自动恢复
过流保护	输出关断, 故障解除后自动恢复

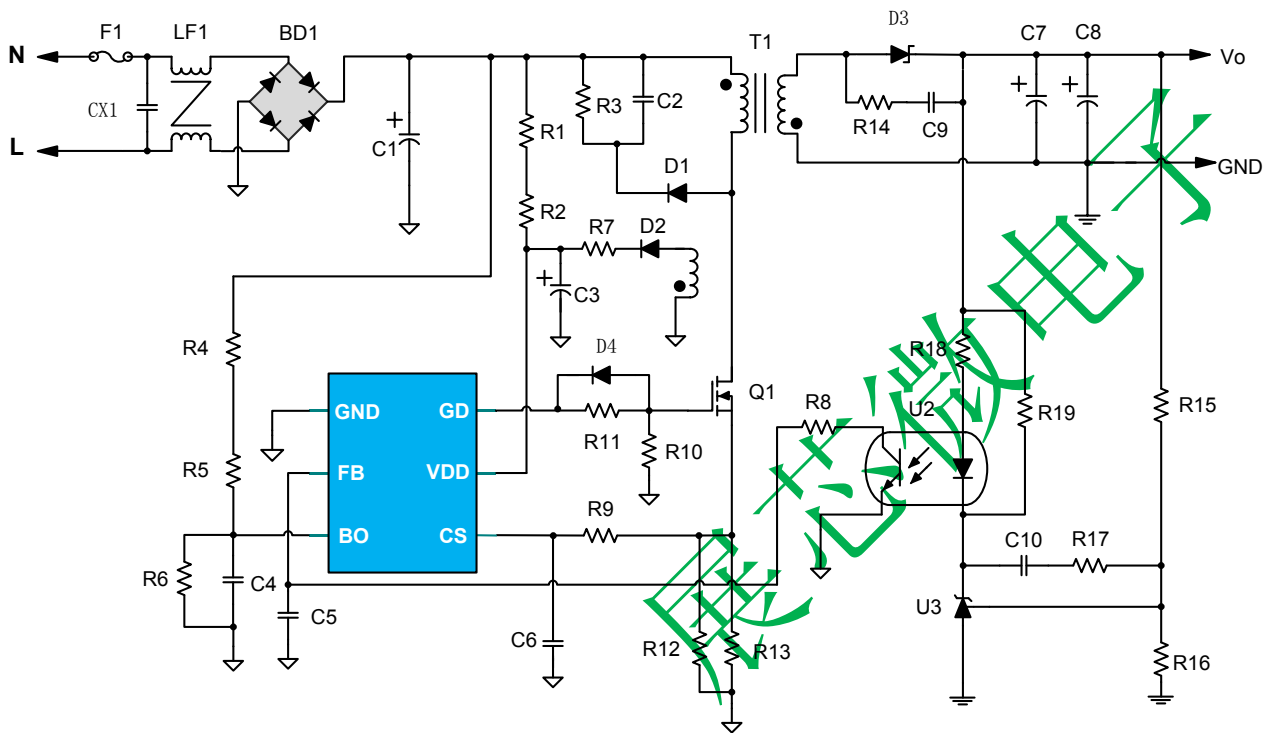
1.5 工作环境

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.

©展芯微电子

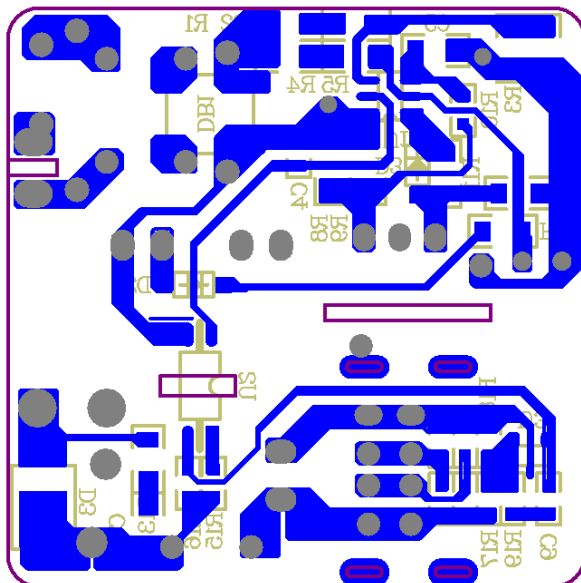
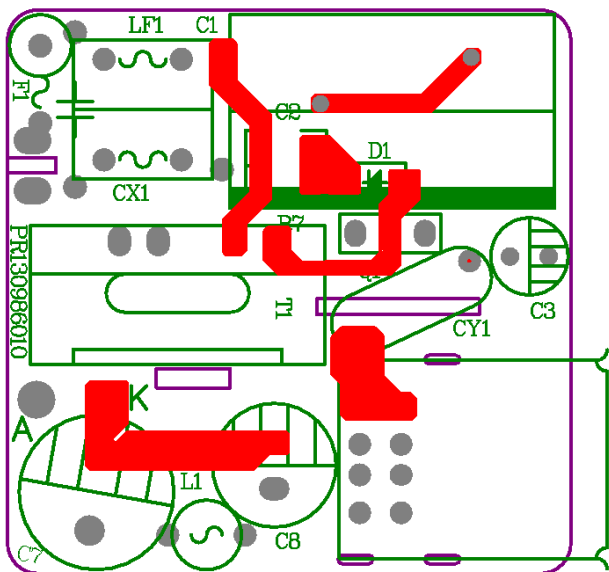
2 SMPS 结构

2.1 电路原理图



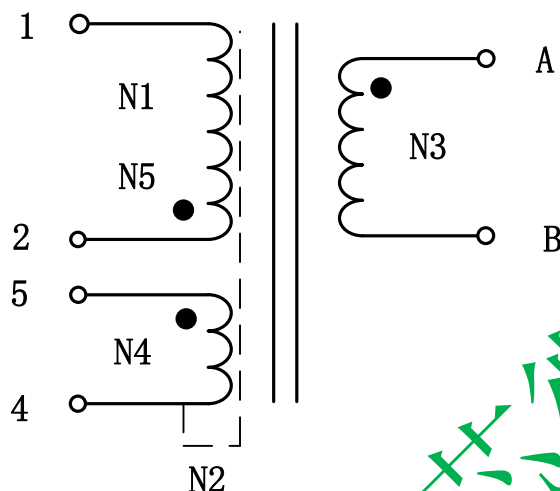
2.2 电路板

2.2.1 顶层&底层



2.3 变压器设计

2.3.1 变压器说明



- 1.骨架: EPC19(6Pin)
- 2.磁芯材料: TDK PC40 或等同
3. $L(1\sim 2)=900\mu\text{H}\pm 5\%$ (所有绕组开路,1KHz,0.3V,25°C)
- 4.耐压等级: (60Hz/5Ma/5S)

Pin1-Pin5 到 PinA-PinB 3750Vac

变压器绕制数据

Winding	Material	Start	Turns	Finish	Remark
NP1	$\Phi 0.25*1$ 2UEW	2	43	F	
TAPE	TAPE W=12.5mm(Y)		2		
N	Copper	4	1.1	NC	
TAPE	TAPE W=12.5mm(Y)		2		
NS	$\Phi 0.4*3$ triple insulated wire	A	5	B	
TAPE	TAPE W=12.5mm(Y)		2		
NB	$\Phi 0.18*1$ 2UEW	5	14	4	
TAPE	TAPE W=12.5mm(Y)		2		
NP2	$\Phi 0.25*1$ 2UEW	F	43	1	
TAPE	TAPE W=12.5mm(Y)		3		
Note: Core connected to GND (Pin4)					

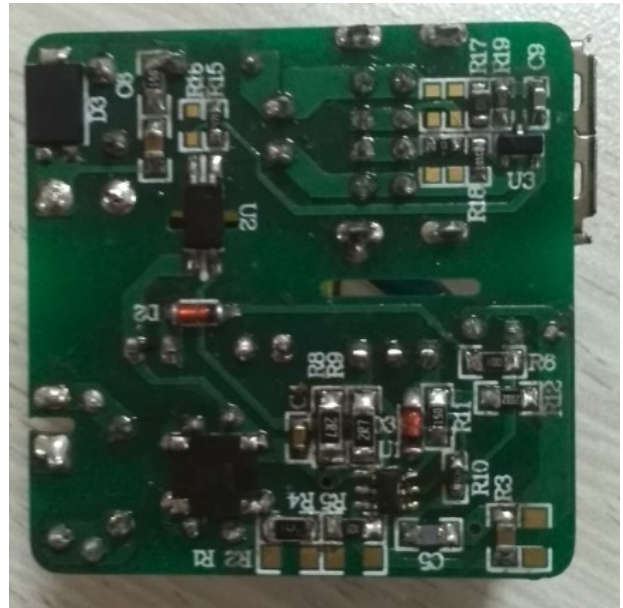
2.3 元器件详表

Designator	Description
C1	33uF/400V,E-Cap,Φ13mmX16mm
C2	2.2nF/630V, X7R, SMD 1206
C3	10uF/50V, E-Cap,Low ESR E-Cap,Φ5mmX11.5mm
C4/C5	1nF/25V, X7R, SMD 0603
C6	220pF25V, X7R, SMD 0603
C7	1500uF/10V, E-Cap,Low ESR E-Cap,Φ10mmX16mm
C8	470uF/10V, E-Cap,Low ESR E-Cap,Φ8mmX12mm
C9	1nF/100V, X7R, SMD 0805
C10	10nF/25V, X7R, SMD 0603
CY1	2200pF/275V,Y1 Cap
F1	Fuse,1A/250V, Φ4*10
R1/R2	1.5MΩ±5%,SMD1206
R3	10Ω±5%,SMD0603
R4/R5	10MΩ±5%,SMD1206
R6	91KΩ±5%,SMD0603
R7	200KΩ±5%,SMD1206
R8	0,SMD0603
R9	1.2KΩ±5%,SMD0603
R10	15KΩ±5%,SMD0603
R11	27Ω±1%,SMD0603
R12//R13	1.3Ω±5%,SMD1206
R14	47Ω±5%,SMD1206
R15	10KΩ±1%,SMD0603
R16	10KΩ±1%,SMD0603
R17	1KΩ±1%,SMD0603
R18	470Ω±1%,SMD0603
R19	NC, SMD0603
BD1	1A/600V,MBCR10J
D1/D2	M7,DO-214AC
D3	S10U45S
D4	1N4148, SOD-323
LF1	4mH,EE8.3,CM Inductor, Φ0.18X60T
CX1	X2, 0.1uF/275V
L2	10uH,DM Inductor
U1	PR6860,SOT-23-6L
U2	TL431,SOT-23-3
U3	LTV217-B,SOP4
Q1	4N60,TO-251
T1	Lp=900uH,EPC19

2.5 SMPS 实物图



正面



背面

©版权所有

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 98.7mW；
2. 在 230Vac 输入时，平均效率达 79.82%；
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)	0.45A max	0.38A
待机功耗 (264Vac/50Hz, 空载)	<0.10W	98.7mW
平均效率 (230Vac, PCB 末端, 不带输出线)	>76.41%	79.82%
2.输出部分		
线性调整率	±1%	0
负载调整率	±5%	1.72%
纹波噪声	100mV Max	46.9mV
开启过冲	5% Max	5.99%
动态测试	<500mV	419mV
3.时序 (90Vac, 满载)		
启动时间	<3s	2.85s
保持时间	>5ms	5.5ms
上升时间	<40ms	5.95ms
4.保护功能		
过压保护	/	OK
过流保护	/	OK
短路保护	/	OK

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	34401A
电子负载	致茂	63103
功率计	横河	WT210
示波器	安捷伦	DSO7054A

3.1 输入测试

3.1.1 输入电流和待机功耗

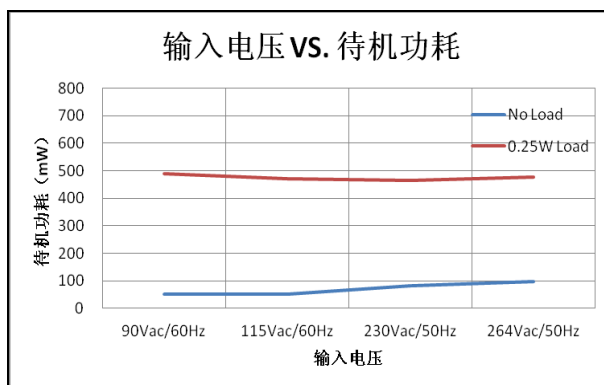
表 1 满载输入电流

输入电压	90Vac/60Hz	115Vac/60Hz	230Vac/50Hz	264Vac/50Hz
输入电流(A)	0.380	0.317	0.206	0.187

表 2 空载待机功耗

输入电压	90Vac/60Hz	115Vac/60Hz	230Vac/50Hz	264Vac/50Hz
No Load 待机功耗(mW)	51.6	51.8	82.8	98.7
0.25W Load 待机功耗(mW)	488.7	470.0	465.0	478.0

根据表 2 绘制输入电压与待机功耗折线图如下：



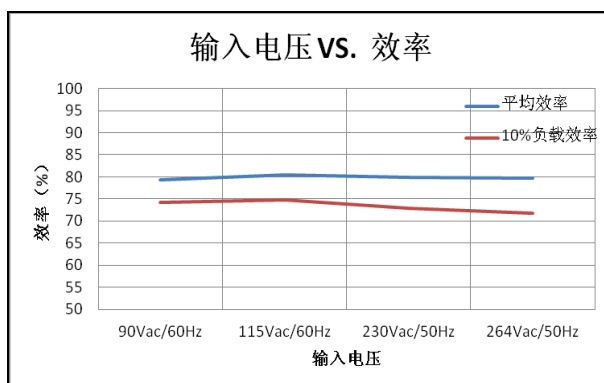
3.1.2 效率

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 (%)	10%负载效率 (%)
	25% 负载	50% 负载	75% 负载	100% 负载		
90Vac/60Hz	79.8	80.2	79.3	77.7	79.25	74.2
115Vac/60Hz	80.7	81.2	80.5	79.6	80.50	74.7
230Vac/50Hz	79.1	80.2	80.2	79.8	79.82	72.9
264Vac/50Hz	78.3	80.1	80.1	80.0	79.62	71.8

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	5.26	5.21	5.17	1.72
115Vac/60Hz	5.26	5.21	5.17	1.72
230Vac/50Hz	5.26	5.21	5.17	1.72
264Vac/50Hz	5.26	5.21	5.17	1.72
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 47uF/50V 电解电容和 0.1uF 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	27.5	40.9	Fig.1, Fig.2
264Vac/50Hz	34.4	43.8	Fig.3, Fig.4

纹波噪声波形

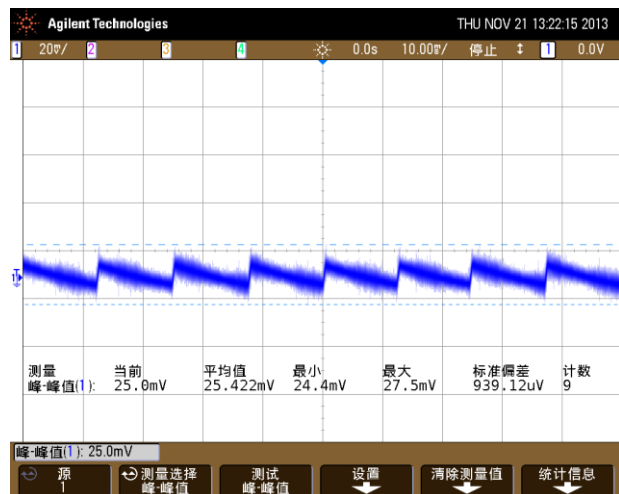


Fig.1 R&N waveform@90Vac/60Hz,no load

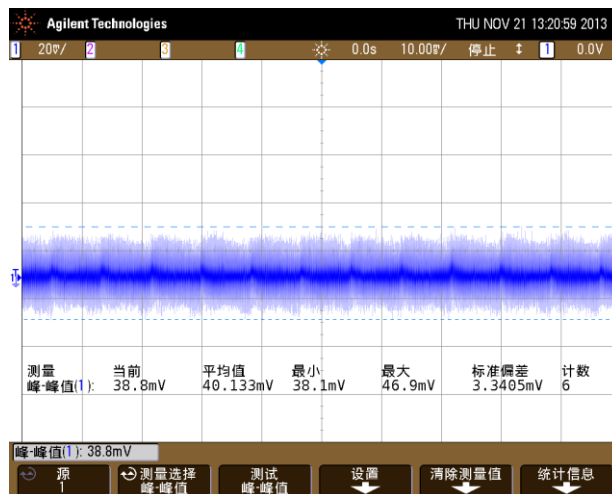


Fig.2 R&N waveform@90Vac/60Hz,full load

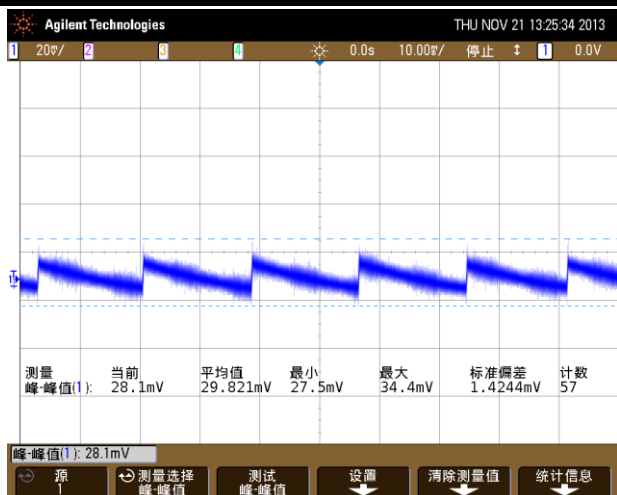


Fig.3 R&N waveform@264Vac/50Hz,no load

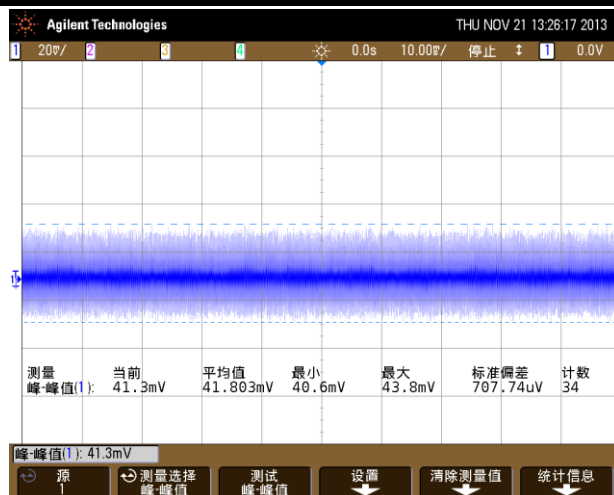


Fig.4 R&N waveform@264Vac/50Hz,full load

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(%)		波形
	无载	满载	
90Vac/60Hz	5.99	2.98	Fig. 5, Fig. 6
264Vac/50Hz	5.92	4.17	Fig. 7, Fig. 8

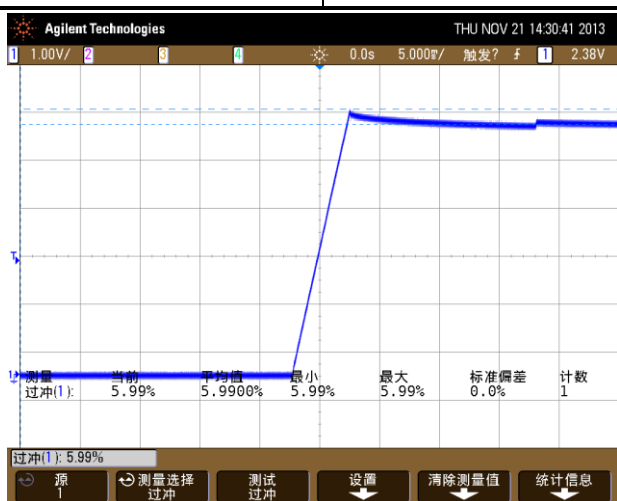


Fig.5 Overshoot waveform@90Vac/60Hz,no load

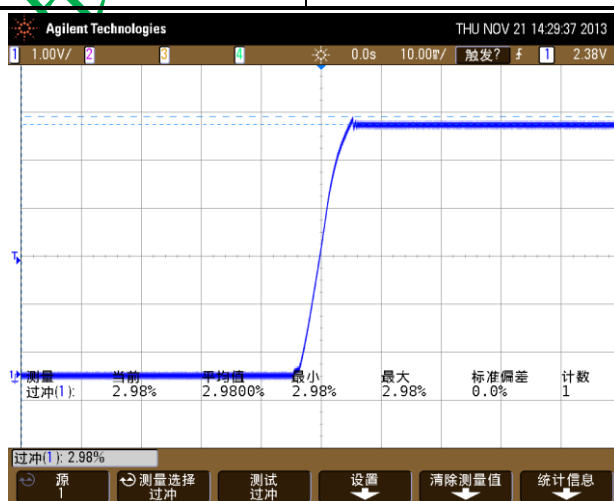


Fig.6 Overshoot waveform@90Vac/60Hz,full load

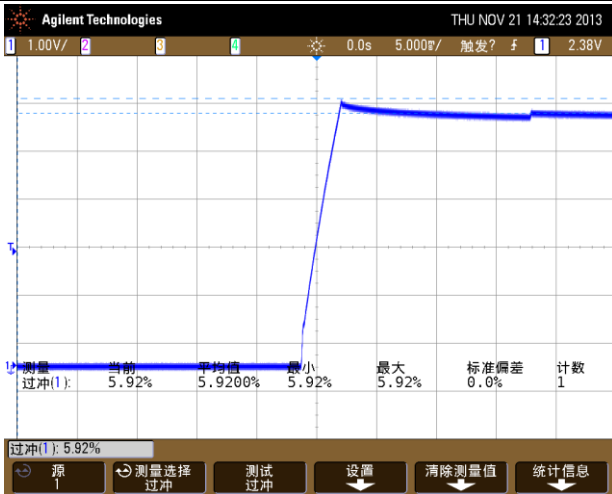


Fig.7 Overshoot waveform@264Vac/50Hz,no load

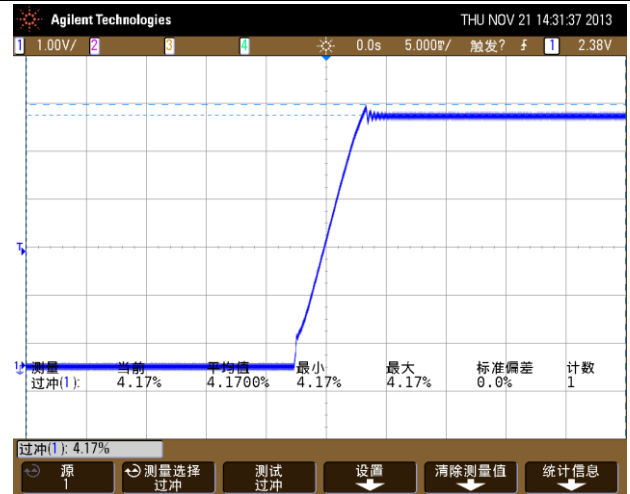


Fig.8 Overshoot waveform@264Vac/50Hz,full load

3.2.4 动态测试

动态负载设置在 0.1A-3A-0.1A，保持时间均为 50mS，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	+198mV/-215mV	Fig.9
264Vac/50Hz	+198mV/-221mV	Fig.10

蓝色：输出电压；绿色：输出电流

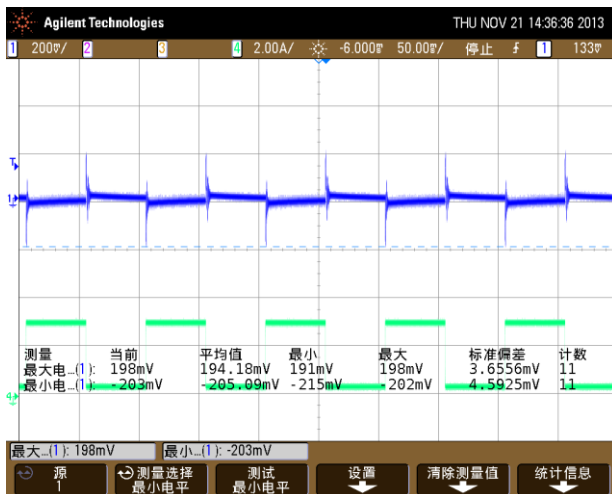


Fig.9 Dynamic waveform@90Vac/60Hz

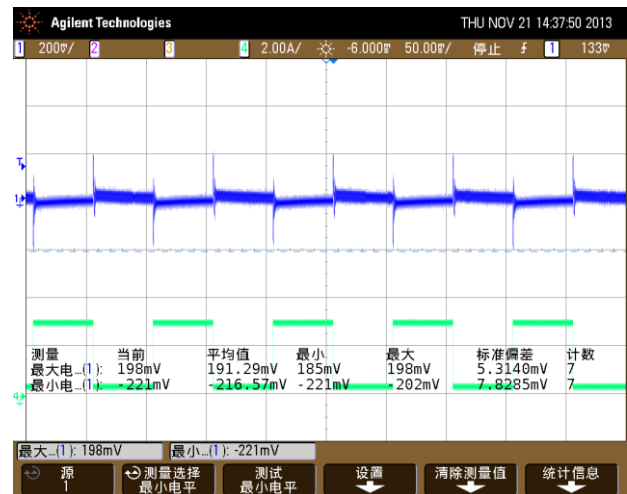


Fig.10 Dynamic waveform@264Vac/50Hz

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	2850	
	264Vac/50Hz	890	
保持时间	90Vac/60Hz	5.5	

	264Vac/50Hz	105	
上升时间	90Vac/60Hz	5.95	Fig. 11
	264Vac/50Hz	4.5	Fig. 12
下降时间	90Vac/60Hz	2.8	Fig. 13
	264Vac/50Hz	2.8	Fig. 14

上升时间

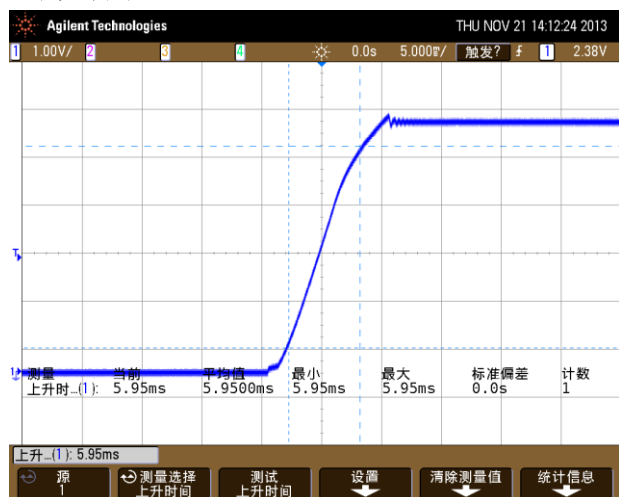


Fig.11 Rise waveform@90Vac/60Hz,full load

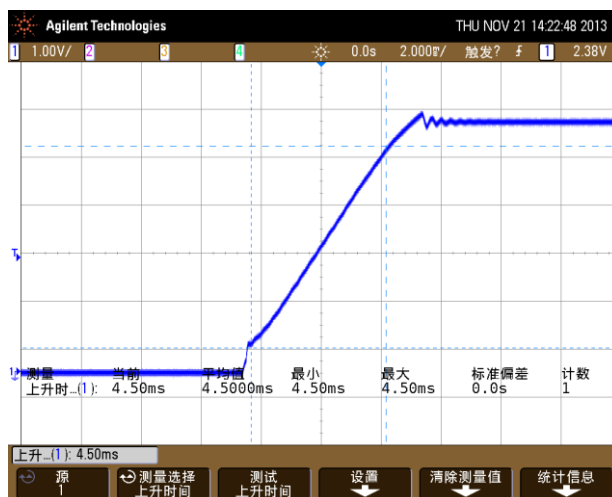


Fig.12 Rise waveform@264Vac/50Hz,full load

下降时间

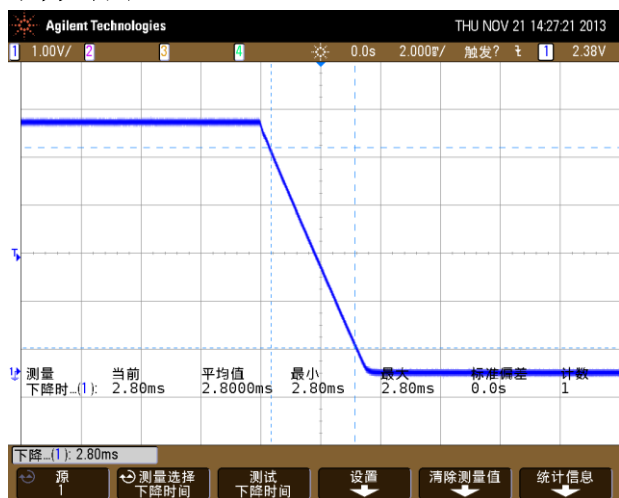


Fig.13 Fall waveform@90Vac/60Hz,full load

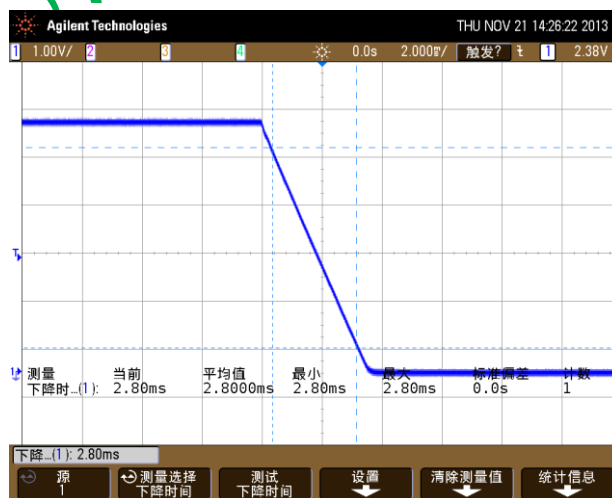


Fig.14 Fall waveform@264Vac/50Hz,full load

3.3 保护功能

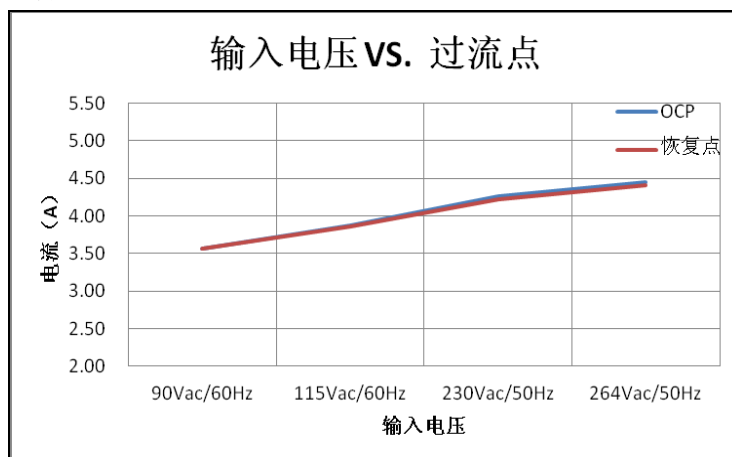
3.3.1 过电流保护

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	115Vac/60Hz	230Vac/50Hz	264Vac/50Hz
OCP (A)	3.57	3.87	4.26	4.45
恢复点 (A)	3.56	3.86	4.22	4.41

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	90Vac/60Hz	264Vac/50Hz
测试结果	OK	OK

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	OK	OK

橙黄：Drain 端波形；粉红：输出电压波形；绿色：VDD 波形；蓝色：FB 电压波形



Fig.15 Short waveform@90Vac/60Hz,full load short

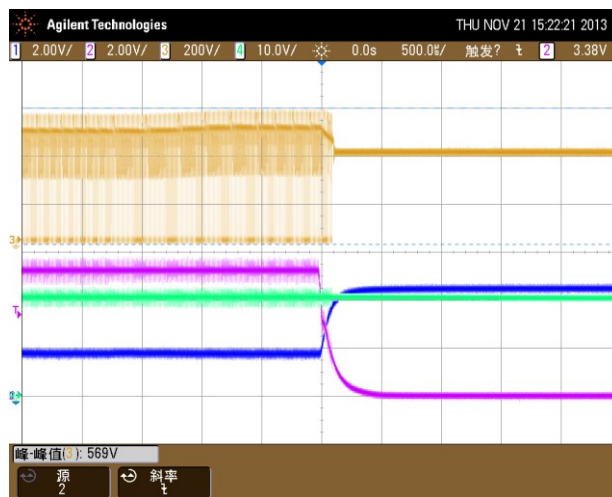


Fig.16 Short waveform@264Vac/50Hz,full load short

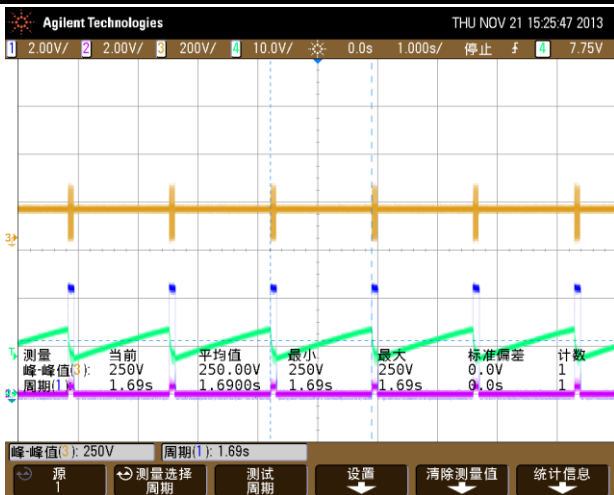


Fig.17 Short waveform@90Vac/60Hz, Continuous short

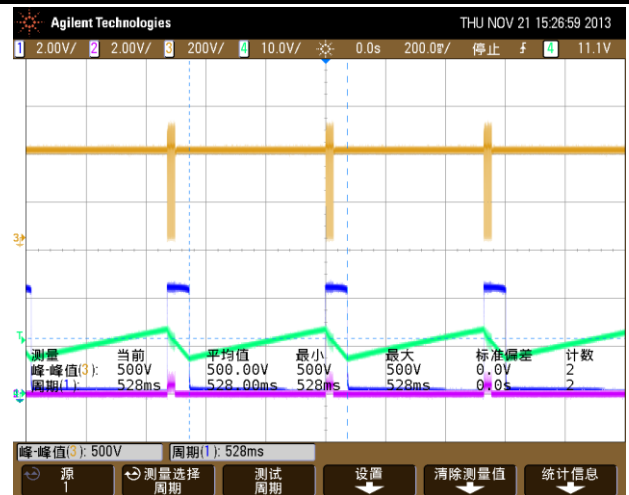


Fig.18 Short waveform@264Vac/50Hz, Continuous short

3.3.4 BO 保护

满载线电压欠压保护。

表 12 BO 保护

线电压上升开启 (V)	81
线电压下降关断 (V)	78

4 其他重要的波形

说明:

Fig.19~Fig.22 橙黄: Drain 端波形; 粉: VDD 电压波形; 绿色: FB 电压波形; 蓝色: CS 电压波形

Fig.23~Fig.24 输出肖特基阴阳极波形

Fig.25~Fig.26 满载启动橙黄: MOS VDS 波形 & 蓝色: CS 波形

Fig.27~Fig.28 满载启动输出肖特基 VAK 波形

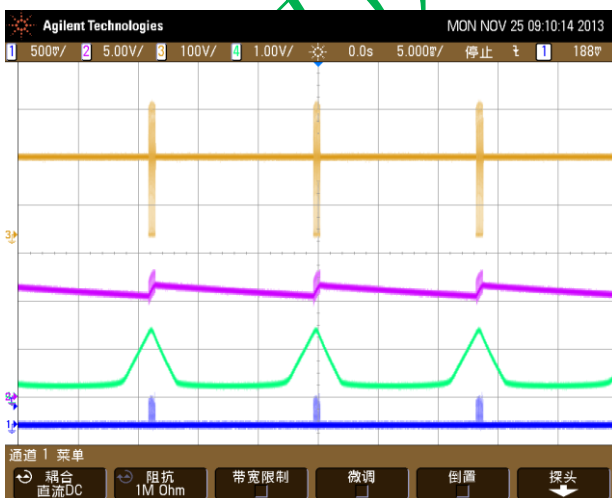


Fig.19 VDD,FB,Drain,CS waveform@90Vac/60Hz,no load

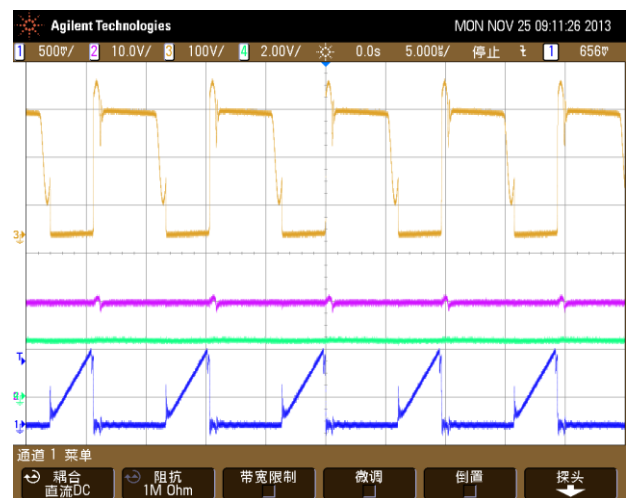


Fig.20 VDD,FB,Drain,CS waveform@90Vac/60Hz,full load

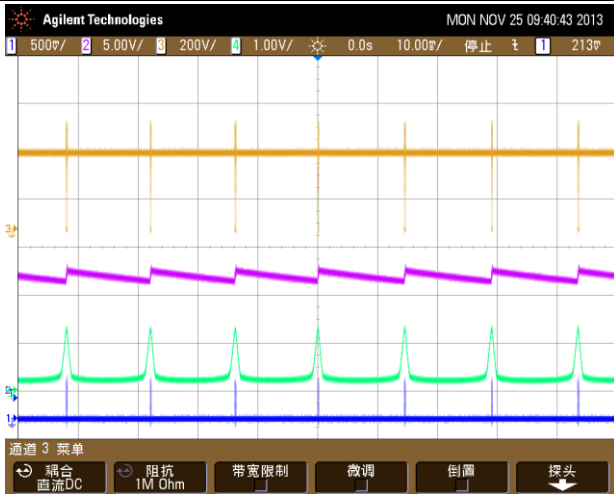


Fig.21 VDD,FB,Drain,CS waveform@230Vac/50Hz,no load

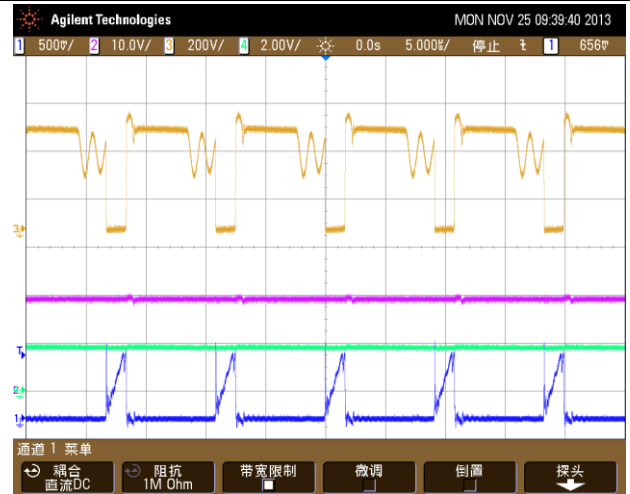


Fig.22 VDD,FB,Drain,CS waveform@230Vac/50Hz,full load

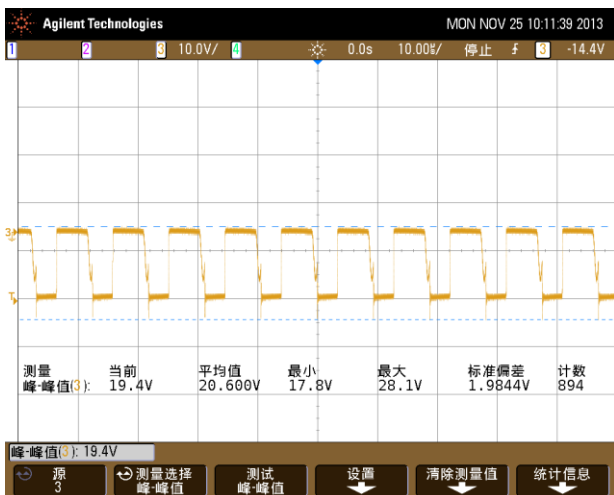


Fig.23 VAK waveform@115Vac/60Hz,full load

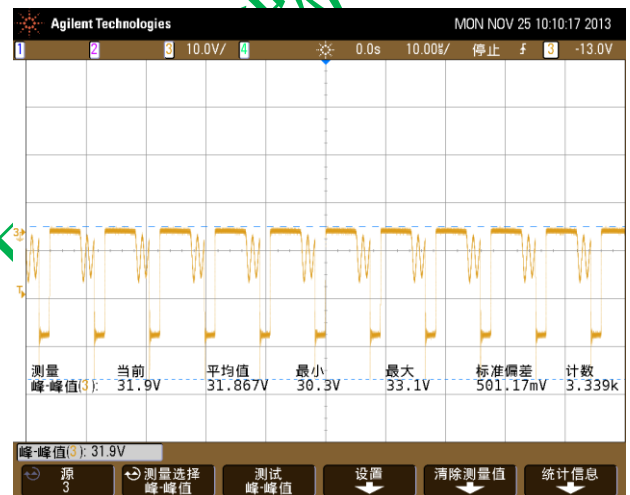


Fig.24 VAK waveform@230Vac/50Hz,full load

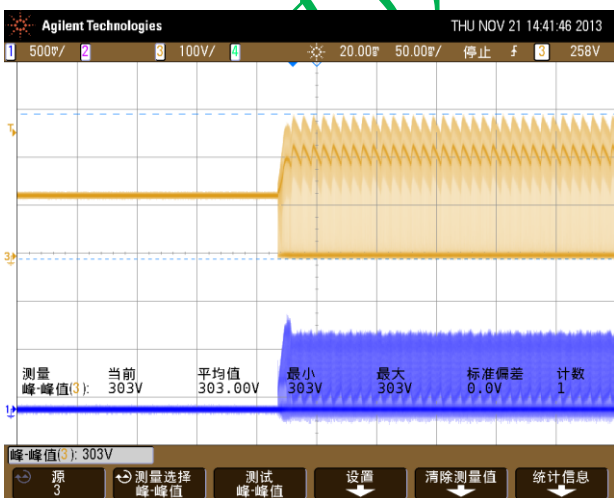


Fig.25 Drain,CS waveform@90Vac/60Hz,start with full load

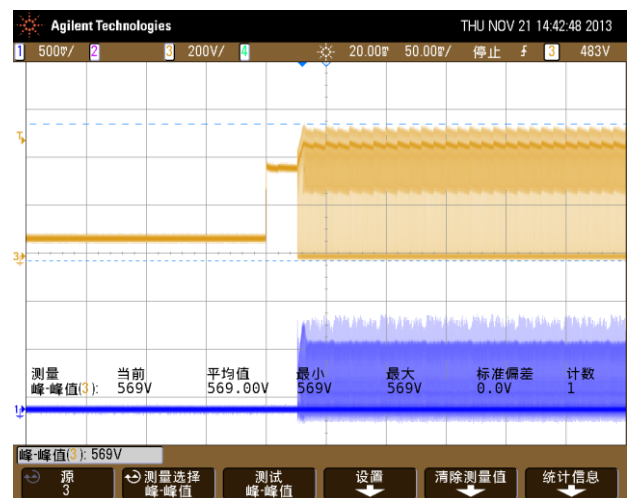


Fig.26 Drain,CS waveform@264Vac/50Hz,start with full load

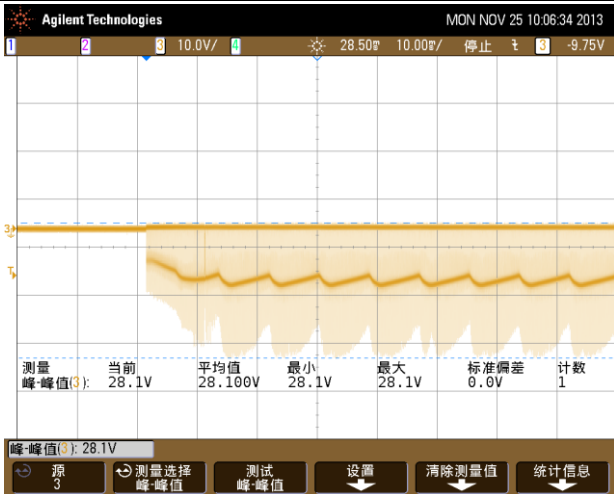


Fig.27 VAK waveform@90Vac/60Hz,start with full load

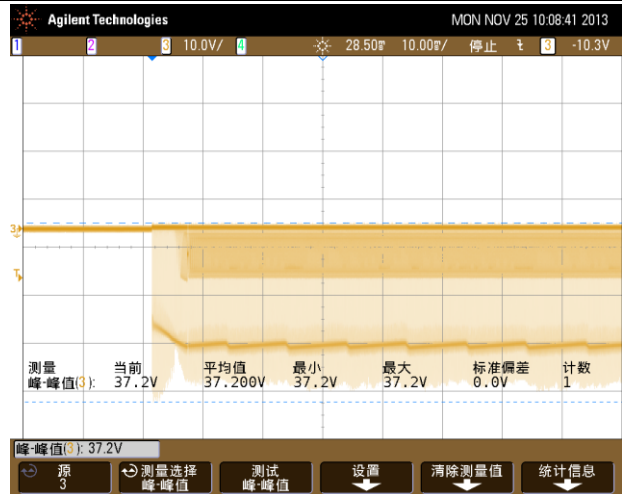


Fig.28 VAK waveform@264Vac/50Hz,start with full load

©展芯微所有

展芯微

免责声明

西安展芯微电子技术有限公司保留对本文档的更正、修改等，恕不另行通知。客户如不确定该文档为最新发布，请向展芯微电子咨询或者索取。未经展芯微电子授权，该文档不得私自篡改和复制，对于篡改过的文档，展芯微电子不承担任何责任或者义务。

产品提升永无止境，西安展芯微电子技术有限公司将竭诚为您提供更优质的产品和服务。

©版权所有 2013 西安展芯微电子技术有限公司 (Xi'an Power-Rail Micro.Co.,Ltd.)

©版权所有

展芯微电子