

标 题	10W_SMPS 工程设计报告
规 格	90V~264V 交流输入; 5V, 2A 恒压输出
使用产品	CR6224
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_CR6224_5V2A_V1.0
版 本	V1.0

**特点:**

1. CR6224 内置 650V 高压 MOS 管, 使外围元件少, 电路简单;
2. 输入电压 264V 时, 待机功耗低于 0.25W;
3. 平均效率可达 75%;  
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	PCB 布局 .....	7
2.3	元器件清单 .....	8
2.4	变压器设计 .....	9
2.4.1	变压器构造 .....	9
2.4.2	变压器绕组数据 .....	10
2.5	SMPS 实物图 .....	10
3	性能测评 .....	11
3.1	输入测试 .....	12
3.1.1	输入电流和待机功耗 .....	12
3.1.2	效率 .....	13
3.2	输出测试 .....	14
3.2.1	线性调整率和负载调整率 .....	14
3.2.2	纹波噪声 .....	14
3.2.3	输出电压开启和关断 .....	17
3.2.4	动态测试 .....	20
3.2.5	时序 .....	22
3.3	保护功能 .....	22
3.3.1	过电流保护 .....	22
3.3.2	过电压保护 .....	23
3.3.3	短路保护 .....	23
4	其他重要的波形 .....	24

# 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	0.26Arms, Max

## 1.2 输出特性

输出电压	5V
输出容差	±5%
最大负载电流	2A

## 1.3 性能说明

最大输出功率	10W
待机功耗	<0.25W @240V/50Hz, no load
效率	>73.37% @Ave.25/50/75/100%Load, normal line,25°C
线性调整率	±1%
负载调整率	±5%
输出纹波	<50mVpp
保持时间	5 mS.Min. @100Vac with full load
启动时间	2 Sec.Max. @100Vac with full load

## 1.4 保护功能

短路保护	输出关断后自动恢复
过压保护	输出关断后自动恢复

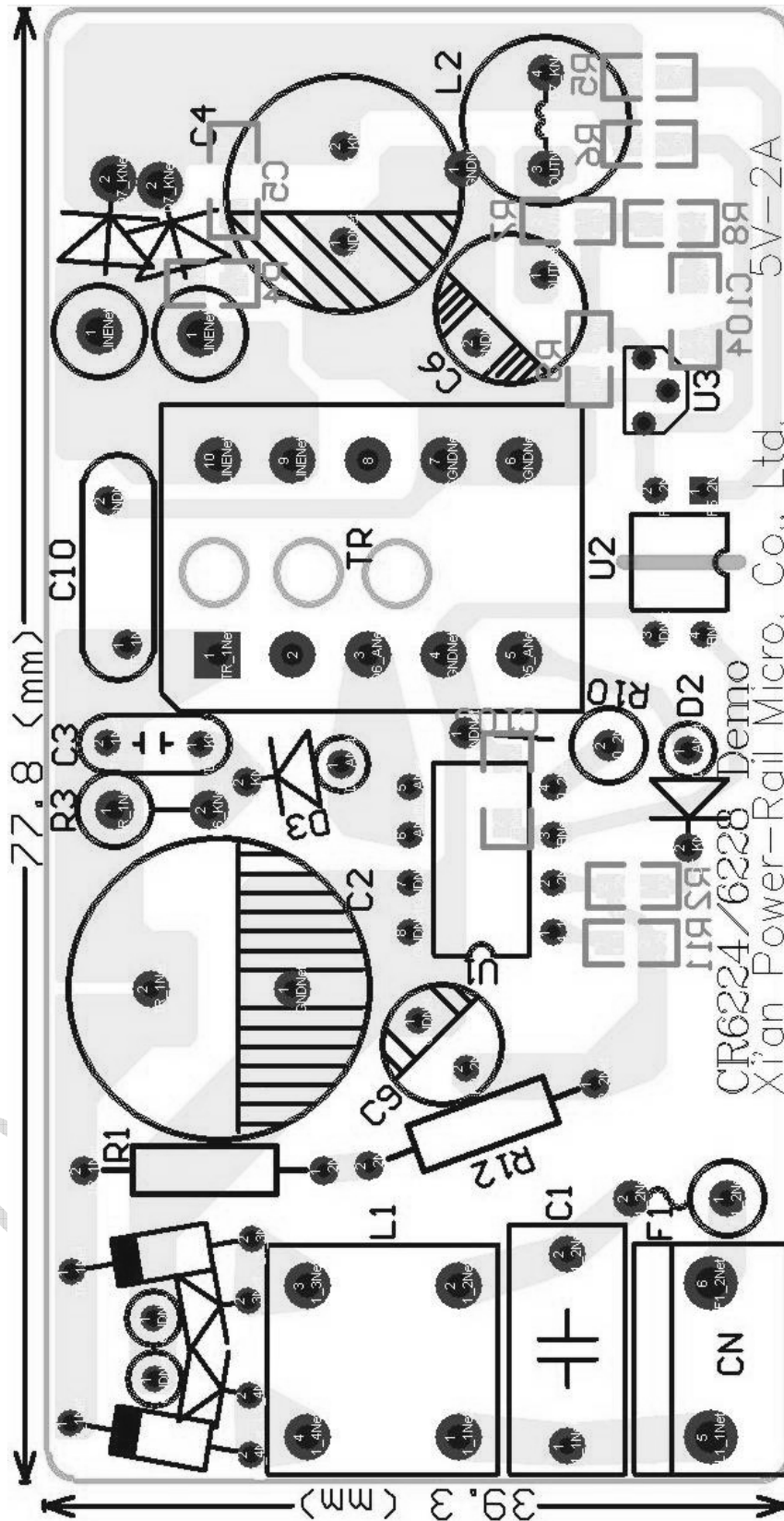
## 1.5 工作环境

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



## 2.2 PCB 布局



说明：在 PCB 布局时，Drain 脚铺设  $100\text{mm}^2$  的铜箔可获得良好的散热。

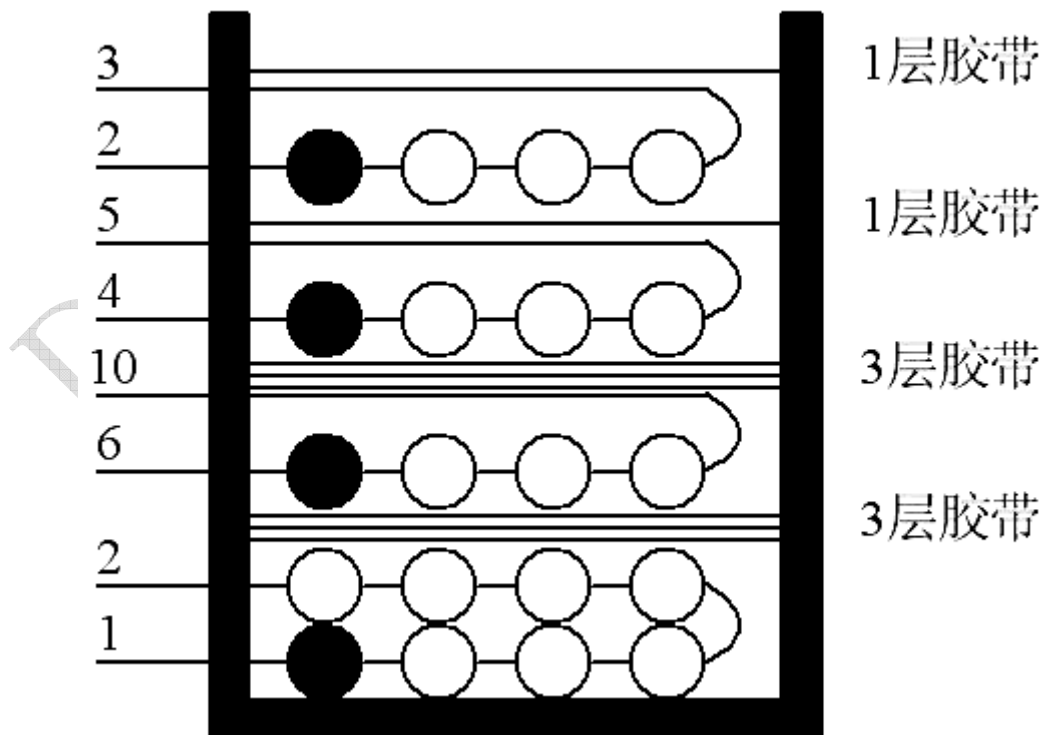
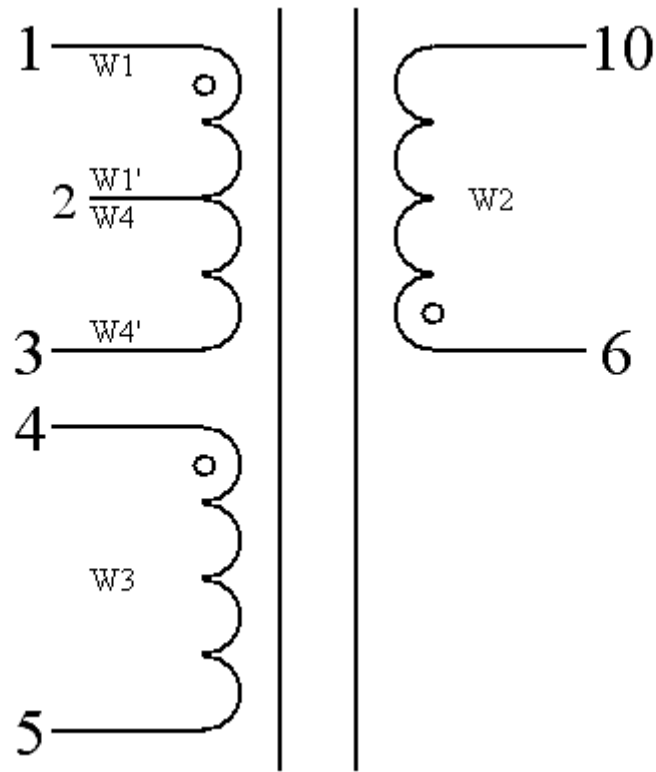
## 2.3 元器件清单

CR6224 Demo 元器件清单				
Location	Type	P/N	Q'ty	Package
F1	Fuse	250V 1.5A	1	
C1	X 电容	0.1uF 275Vac	1	
C2	电解电容	33uF 400V	1	
C3	高压瓷片电容	470pF 1KV	1	
C4	电解电容	1000uF 25V	1	
C5	贴片电容	103	1	1206
C6	电解电容	470uF 10V	1	
C7	贴片电容	4.7nF	1	1206
C8	贴片电容	103	1	1206
C9	电解电容	22uF 50V	1	
C10	Y 电容	2200pF Y1	1	
L1	共模电感	10mH	1	
D1	桥式整流器	1N4007	4	
D2	二极管	1N4007	1	
D3	快恢复二极管	UF4007	1	
D4	肖特基整流管	SB560	2	
R1	传统电阻	1M	1	
R2	贴片电阻	10	1	1206
R3	传统电阻	68K 1W	1	
R4	贴片电阻	47	1	1206
R5	贴片电阻	330	1	0805
R6	贴片电阻	1K	1	0805
R7	贴片电阻	10K	1	0805
R8	贴片电阻	10K	1	0805
R9	贴片电阻	10K	1	0805
R10	传统电阻	1.39 1W	1	
R11	贴片电阻	10	1	1206
R12	传统电阻	1M	1	
L2	滤波电感	3.3uH 3A	1	
U1	PWM	CR6224	1	DIP8
U2	光电耦合器	PC817A	1	DIP4
U3	误差放大器	TL431	1	TO92
TR	变压器	EI22	1	



## 2.4 变压器设计

### 2.4.1 变压器构造



## 2.4.2 变压器绕组数据

Transformer Winding Data					
Winding	Material	Start	Turns	Finish	Remark
W1	Φ0.22 2UEW	1	58	2	
W2	Φ0.45*2 T.I.W	6	6	10	
W3	Φ0.22 2UEW	4	17	5	间绕
W4	Φ0.22 2UEW	2	29	3	

说明:

1. Bobbin: EI22(10 Pin);
2. Core 材质: TDK PC40~44 或等同;
3. L1~3: 1.7mH±5%;

## 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 265Vac 输入时，待机功耗仅 0.20W；
2. 在 230Vac 输入时，平均效率达 75.81%；
3. 各种优良的保护。

评测结果概览

测试项目	测试结果
<b>1.输入部分</b>	
输入电流 (85V/50Hz, 满载)	0.245A Max
待机功耗 (240Vac)	0.20W Max
平均效率 (230Vac, PCB 末端, 不带输出线)	75.81%
<b>2.输出部分</b>	
线性调整率	0
负载调整率	0.6%
纹波噪声	28.8mV
开启过冲	200mV Max
动态测试	±80mV
<b>3.时序 (85Vac, 满载)</b>	
启动时间	1.6S
保持时间	18.4mS
上升时间	4.7mS
<b>4.保护功能</b>	
过压保护	120%~170%
过流保护	110%~130%
短路保护	OK

测试设备

设备名称	品牌	型号
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（85Vac~265Vac）下对 SMPS 样板测试：

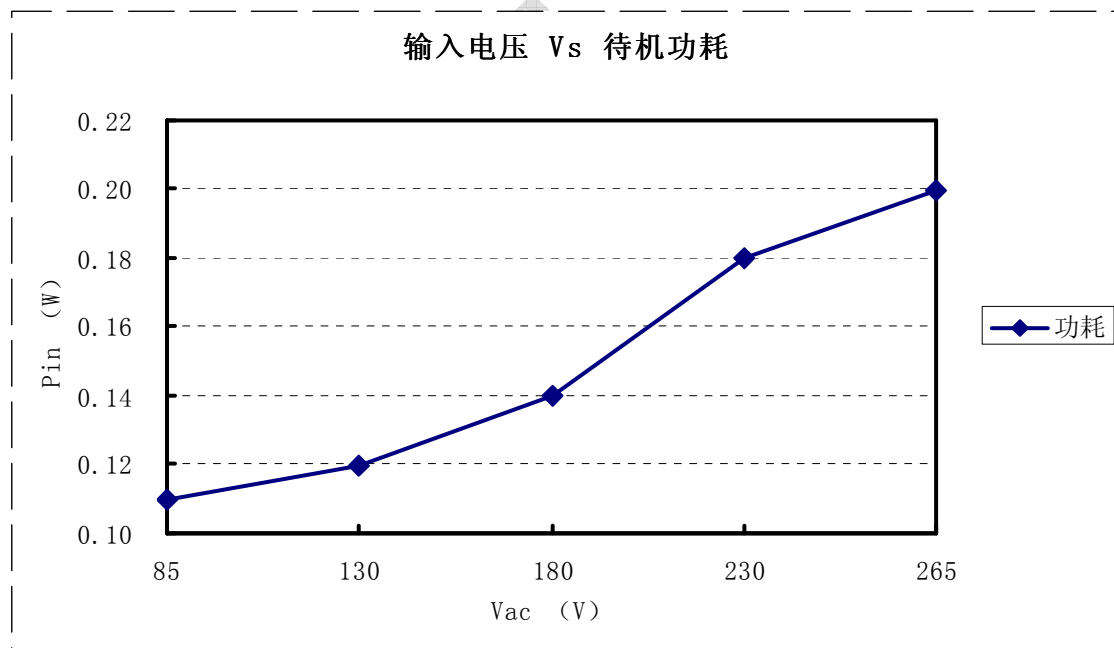
表 1 满载输入电流

输入电压	85V/50Hz	130V/50Hz	180V/50Hz	230V/50Hz	265V/50Hz
输入电流	0.245A	0.159A	0.113A	0.090A	0.080A

表 2 空载待机功耗

输入电压	85V/50Hz	130V/50Hz	180V/50Hz	230V/50Hz	265V/50Hz
功耗	0.11W	0.12W	0.14W	0.18W	0.20W

根据表 2 绘制输入电压与待机功耗折线图如下：



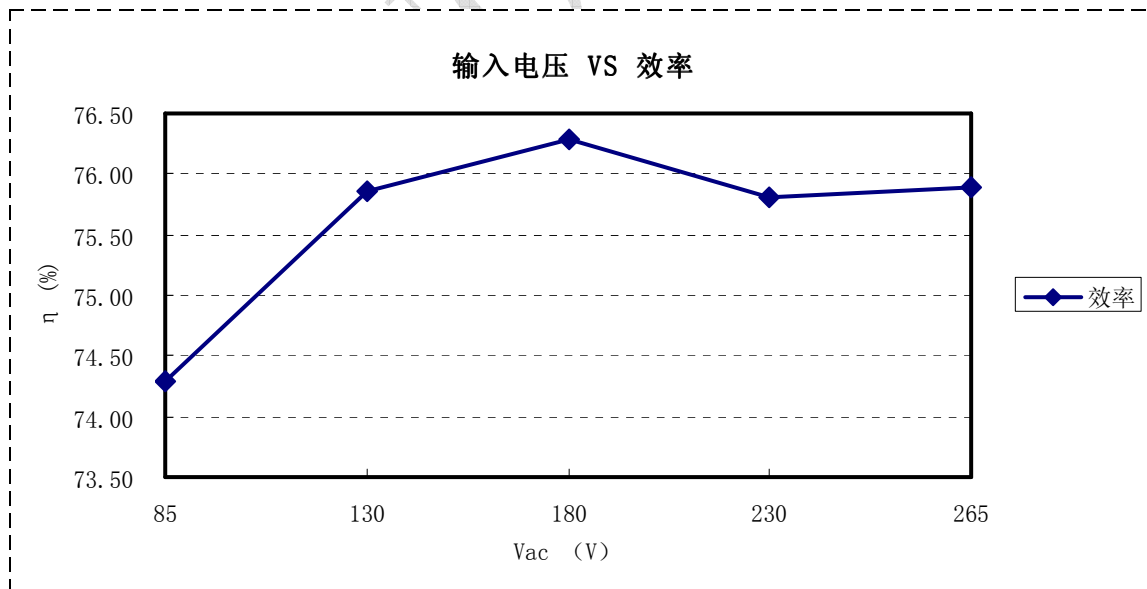
### 3.1.2 效率

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	
85V/50Hz	75.45	74.96	73.55	73.19	74.29
130V/50Hz	76.13	76.32	75.45	75.54	75.86
180V/50Hz	76.13	76.67	76.13	76.17	76.28
230V/50Hz	75.00	76.09	75.90	76.23	75.81
265V/50Hz	75.00	76.55	75.90	76.11	75.89
平均效率 (%)	75.54	76.12	75.39	75.45	75.63

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	
85V/50Hz	5.08	5.06	5.05	0.6
130V/50Hz	5.08	5.06	5.05	0.6
180V/50Hz	5.08	5.06	5.05	0.6
230V/50Hz	5.08	5.06	5.05	0.6
265V/50Hz	5.08	5.06	5.05	0.6
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 $\mu$ F/50V 电解电容和 0.1 $\mu$ 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)		波形记录
	空载	满载	
85V/50Hz	6.00	28.00	图 1, 图 2
130V/50Hz	6.60	28.80	
180V/50Hz	6.60	27.20	
230V/50Hz	6.60	27.20	
265V/50Hz	6.60	27.20	图 3, 图 4

纹波噪声波形

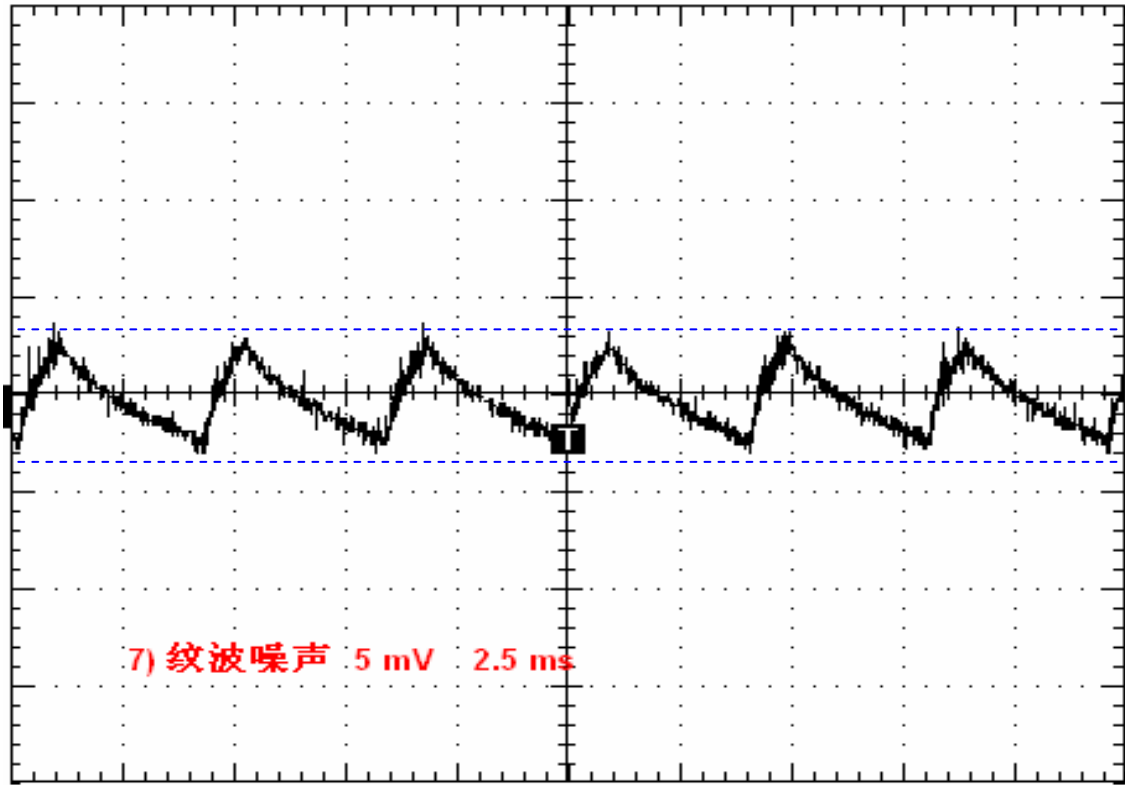


图 1 纹波噪声波形, 85Vac, 空载

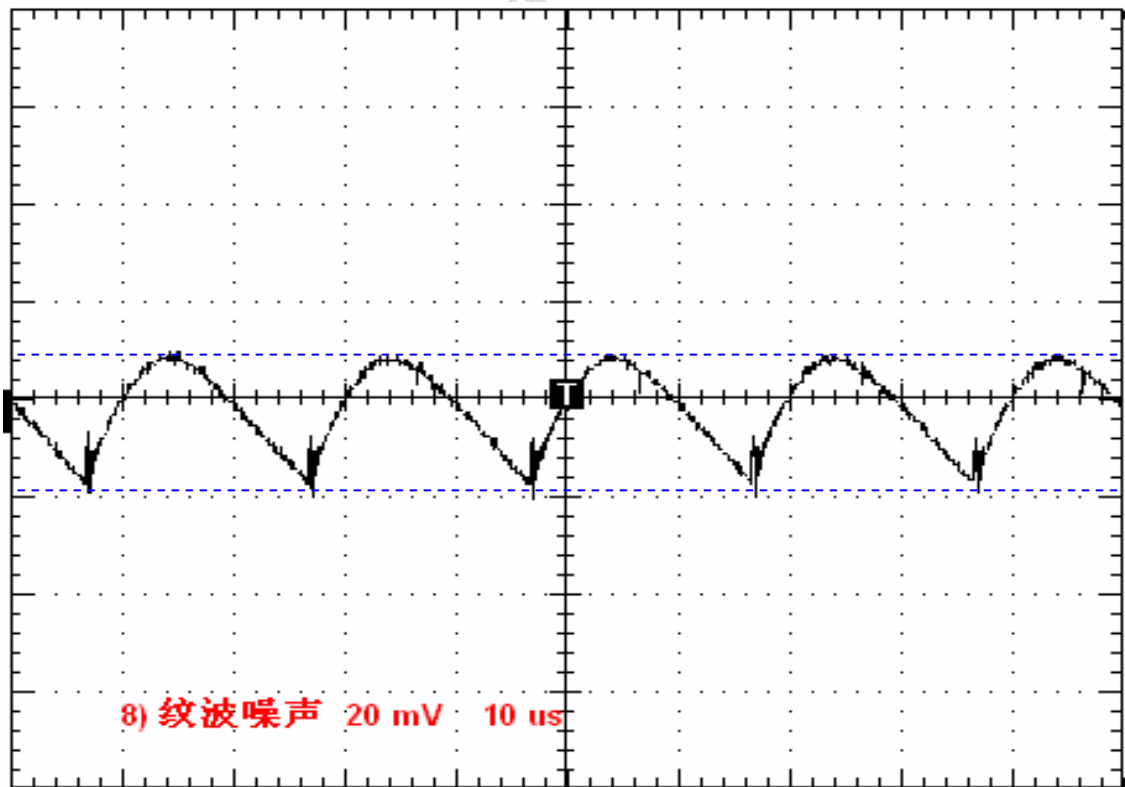


图 2 纹波噪声波形, 85Vac, 满载

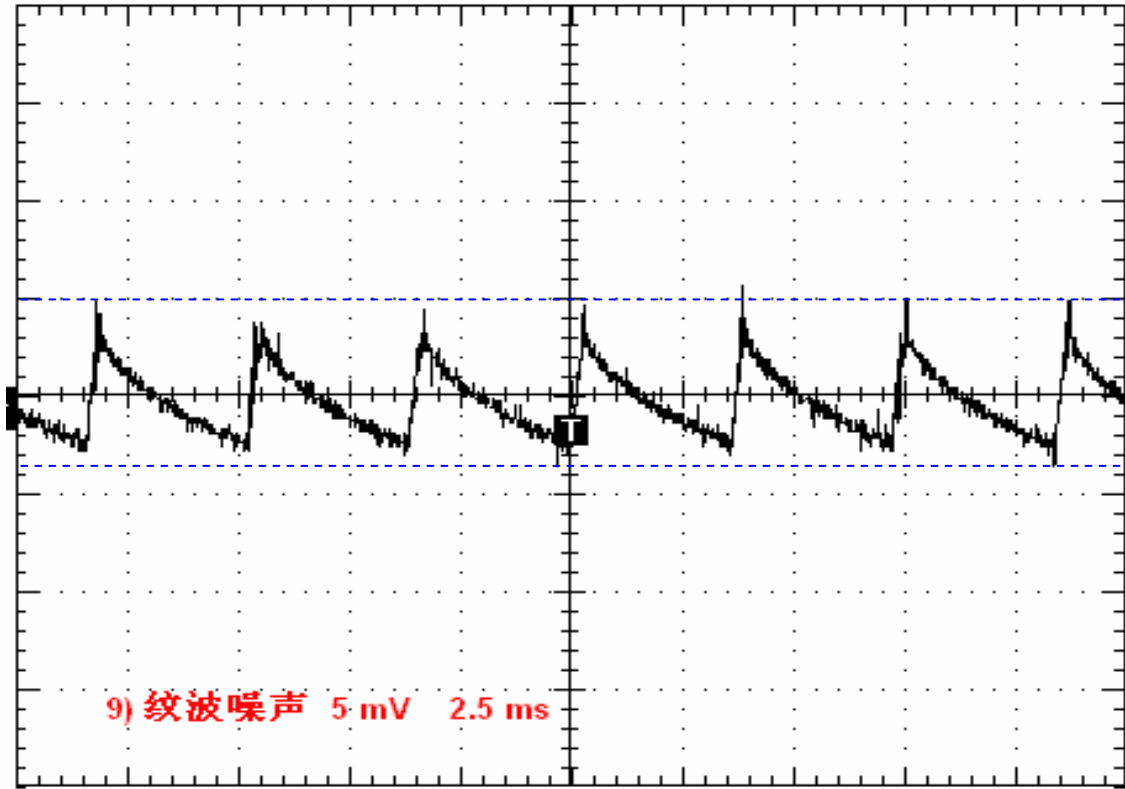


图3 纹波噪声波形, 265Vac, 空载

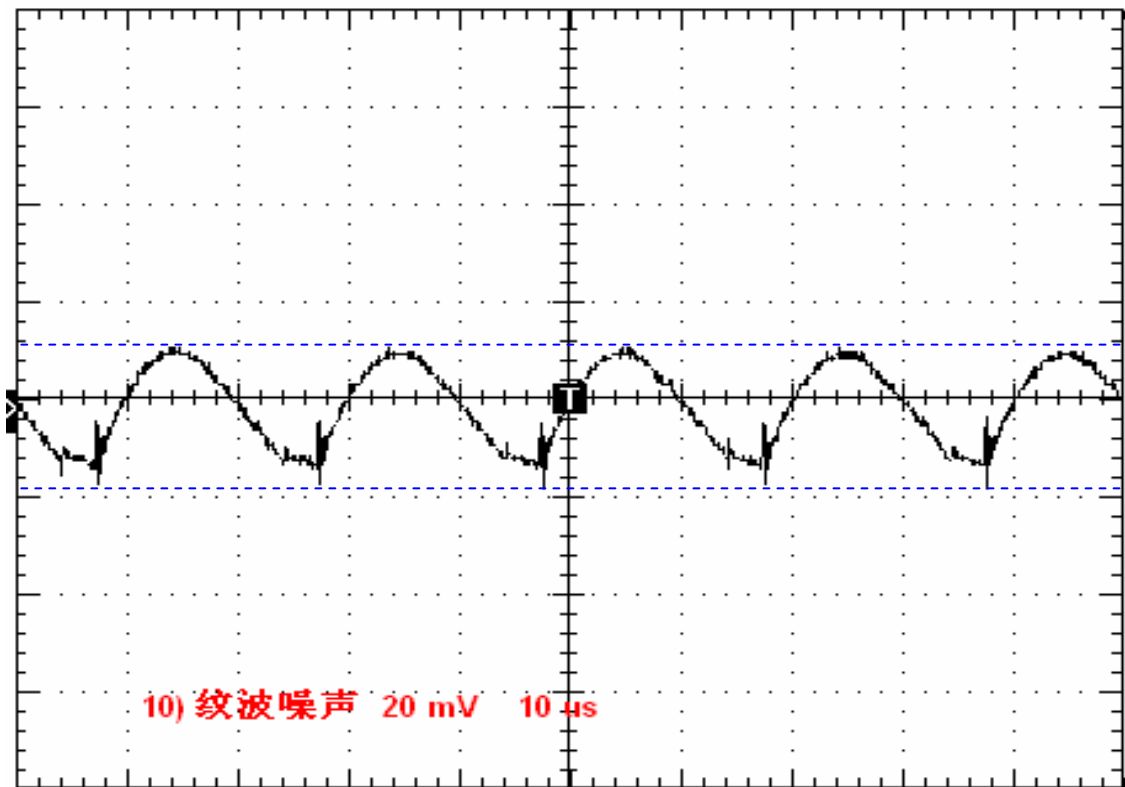


图4 纹波噪声波形, 265Vac, 满载



### 3.2.3 输出电压开启和关断

表 6 过冲和下冲测试结果

输入电压	负载情况	测试项目	测试结果	波形记录
85V/50Hz	空载	过冲	120mV	图 5
		下冲		
	满载	过冲	200mV	图 6
		下冲		图 7
265V/50Hz	空载	过冲	120mV	图 8
		下冲		
	满载	过冲	200mV	图 9
		下冲		图 10

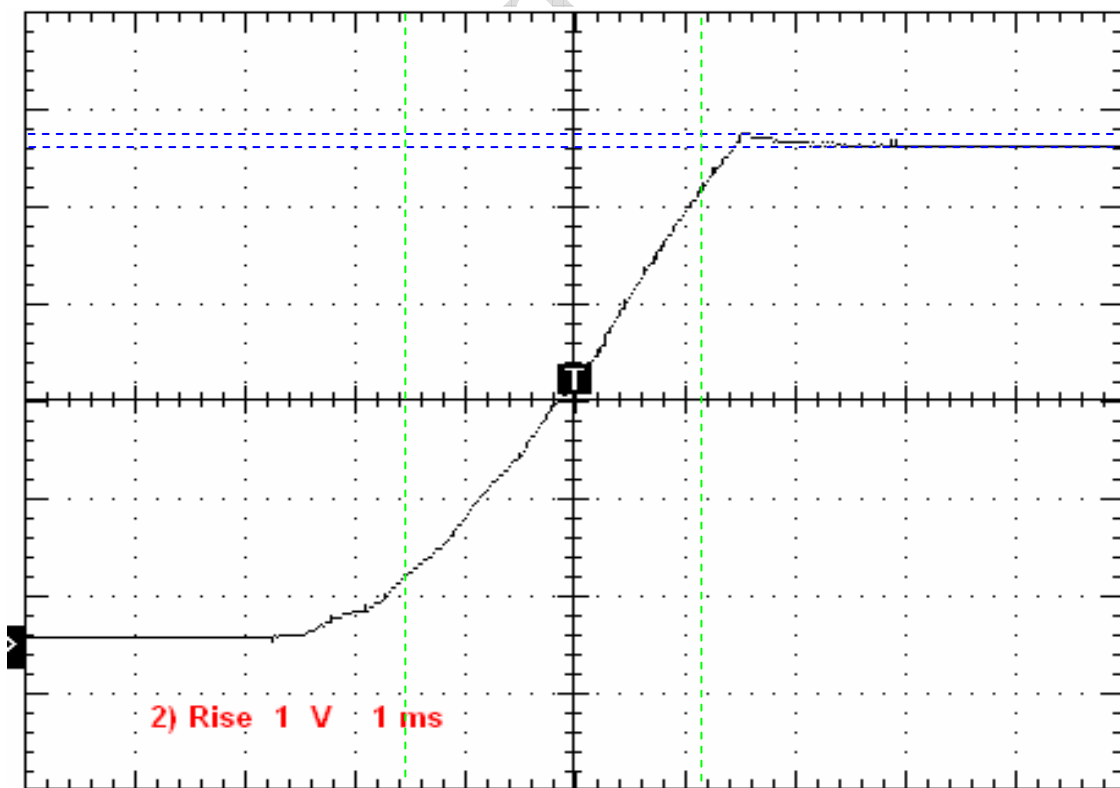


图 5. 输出电压开启, 85Vac, 空载

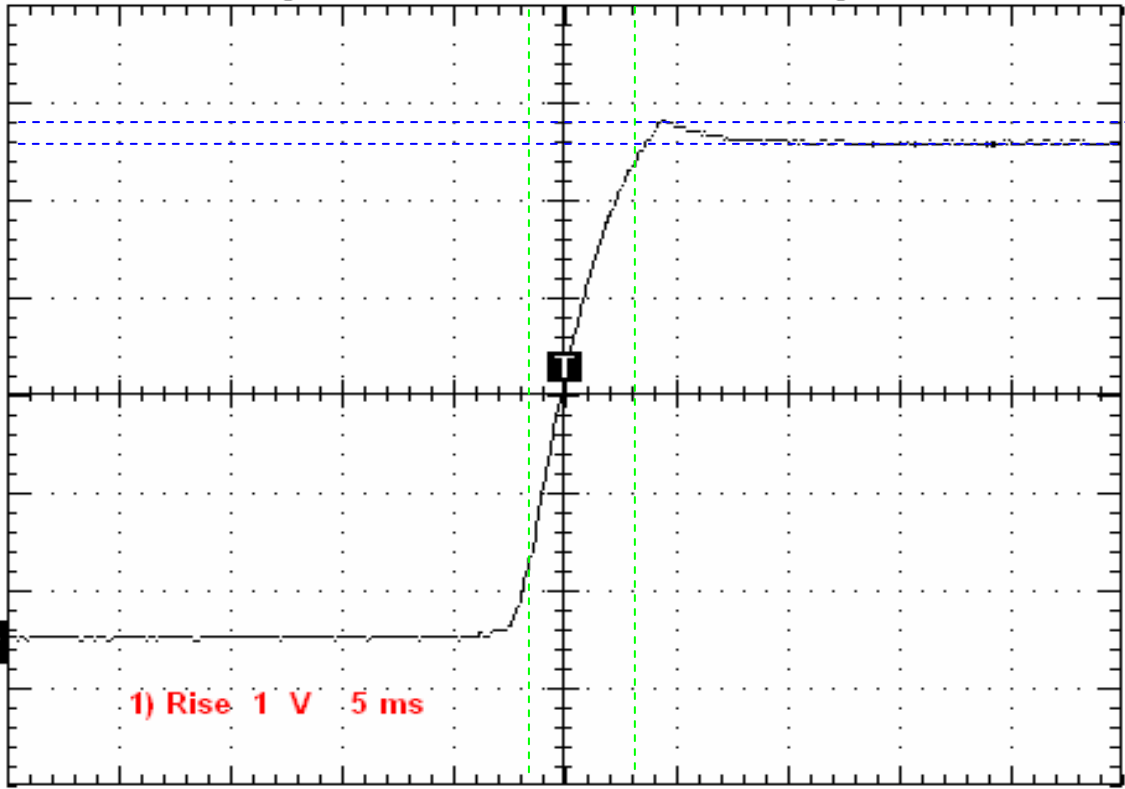


图 6. 输出电压开启, 85Vac, 满载

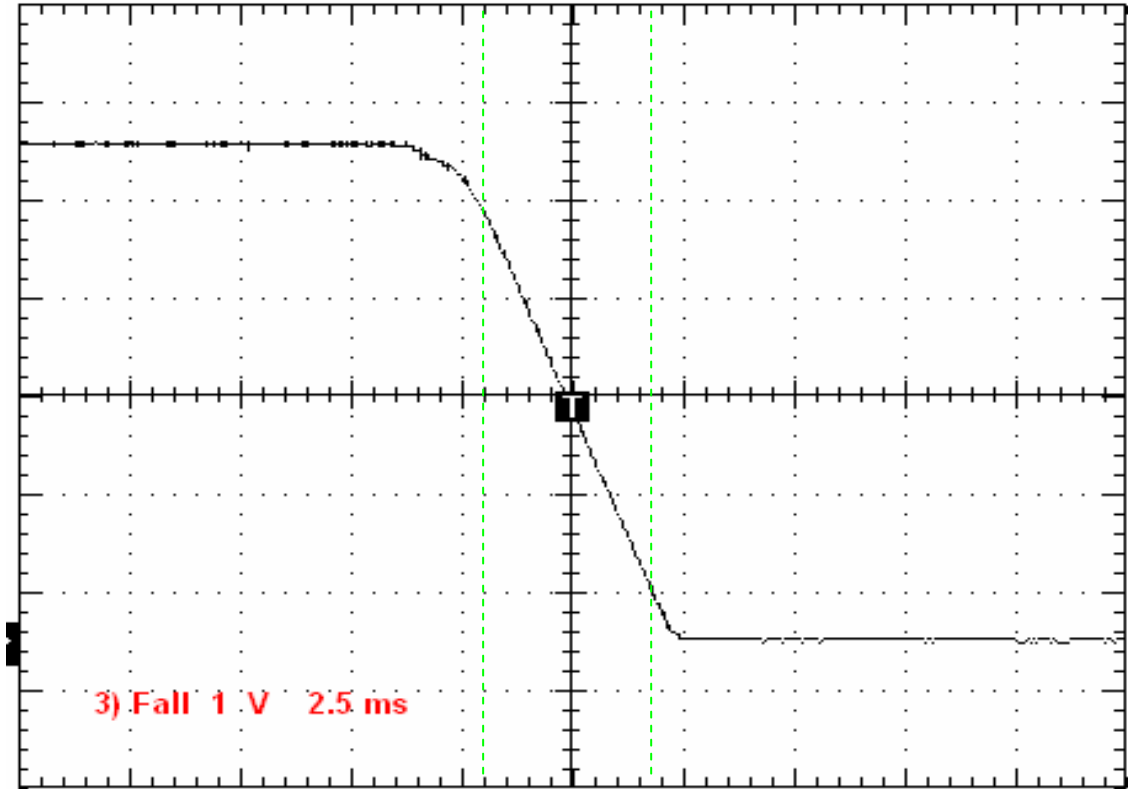


图 7. 输出电压关断, 85Vac, 满载

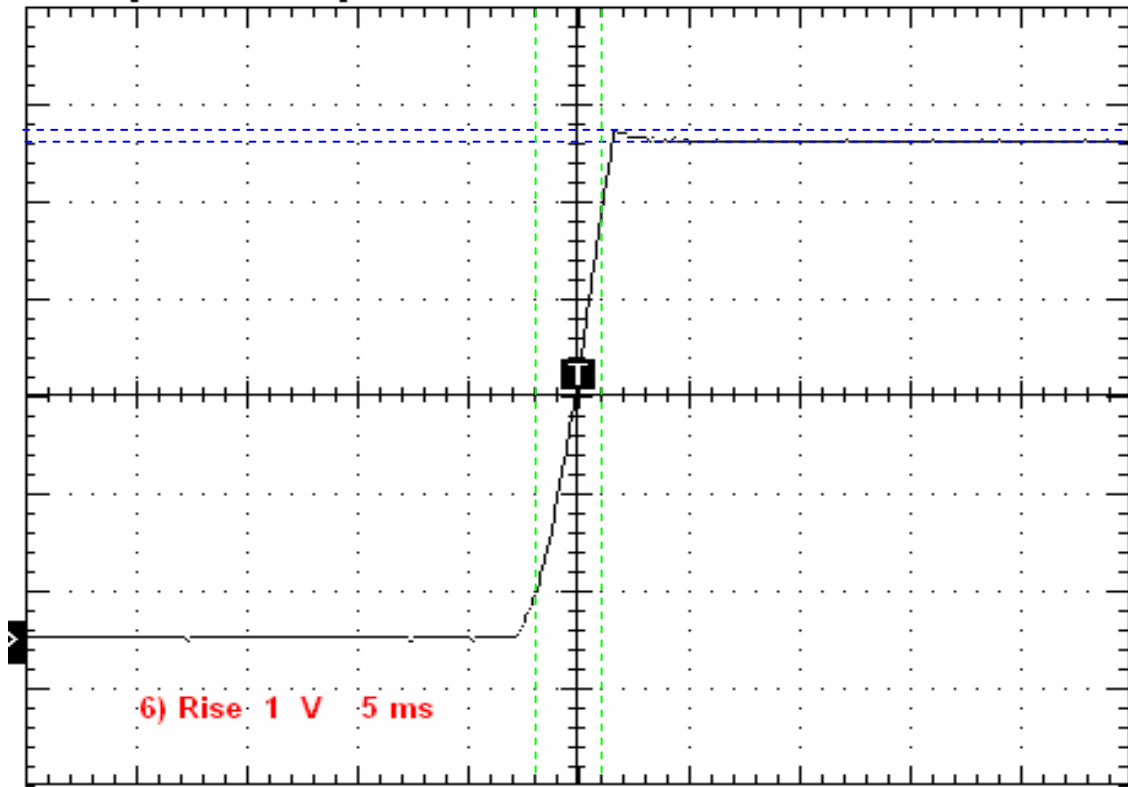


图 8. 输出电压开启, 265Vac, 空载

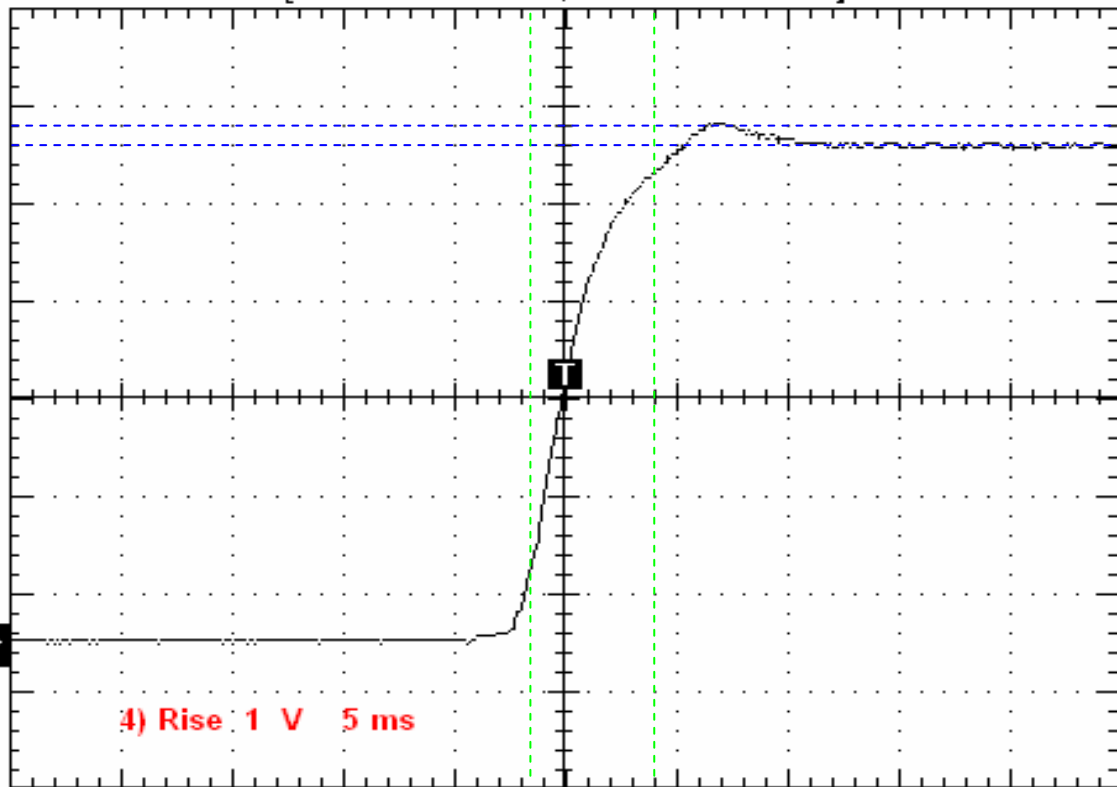


图 9. 输出电压开启, 265Vac, 满载

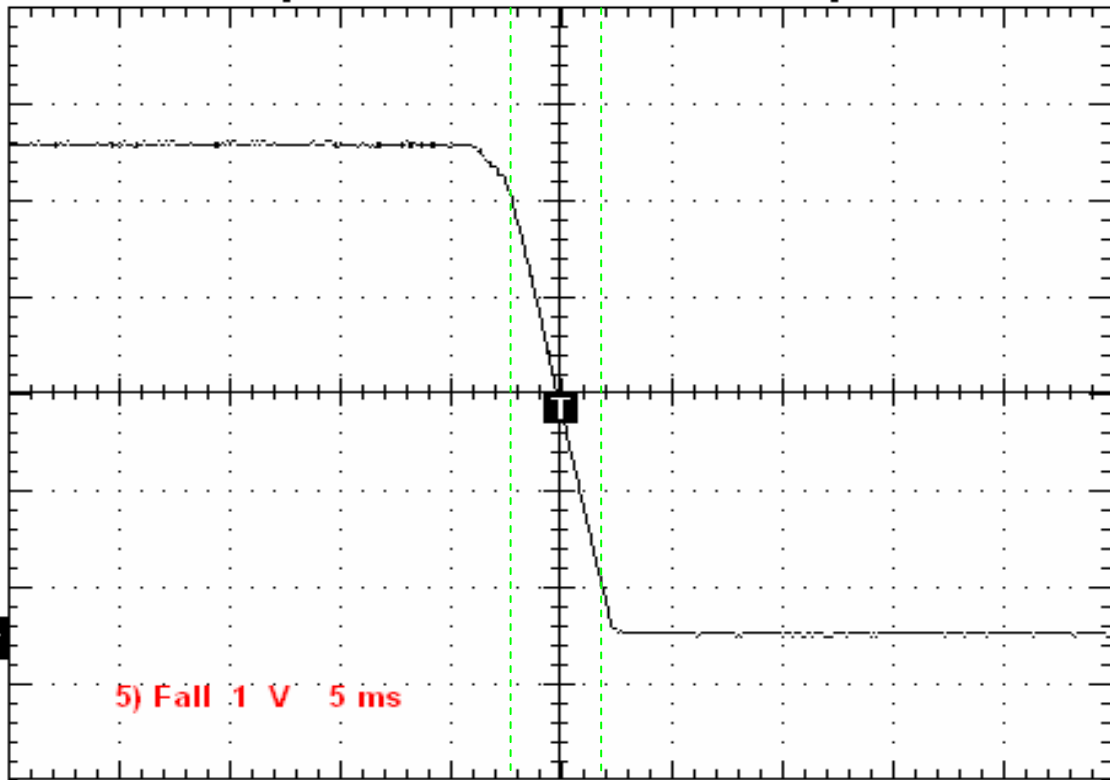


图 10. 输出电压关断, 265Vac, 满载

### 3.2.4 动态测试

动态负载设置在满载 20%~80%之间, 保持时间均为 20mS, 电流变化速率 0.2A/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	波形记录
85V/50Hz	± 76mV	图 11
130V/50Hz	± 80mV	
180V/50Hz	± 84mV	
230V/50Hz	± 76mV	
265V/50Hz	± 80mV	图 12

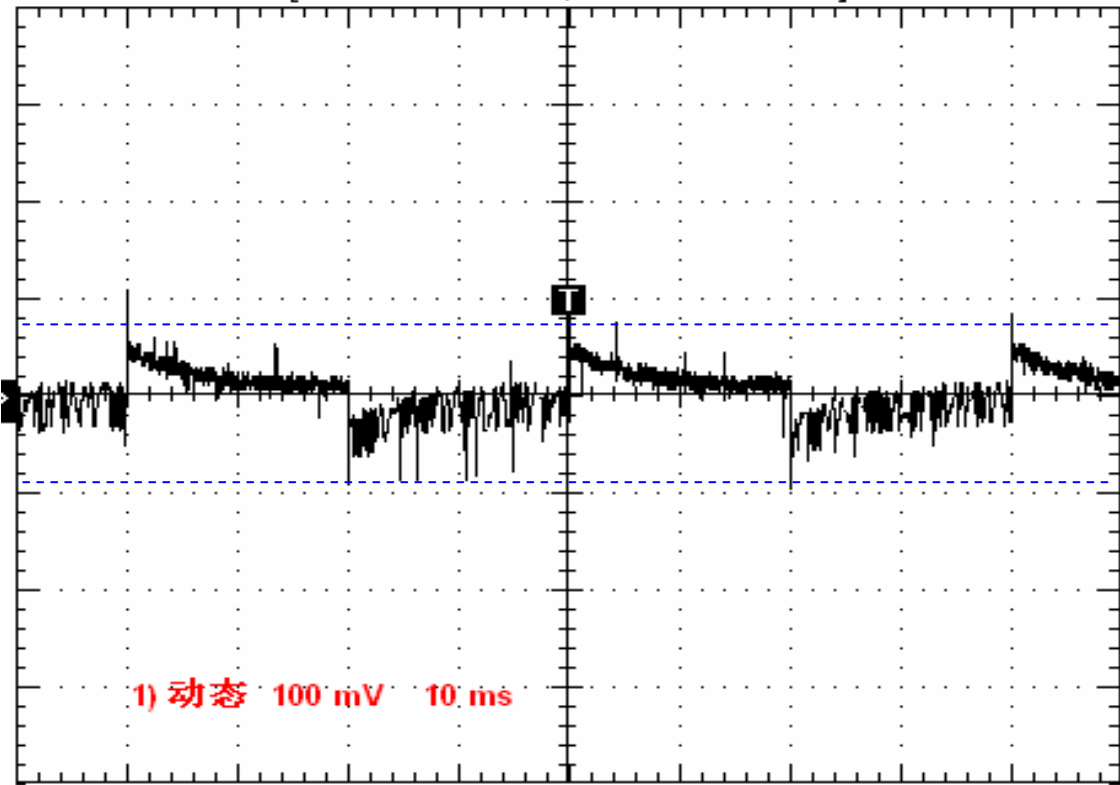


图 11. 动态测试, 85Vac

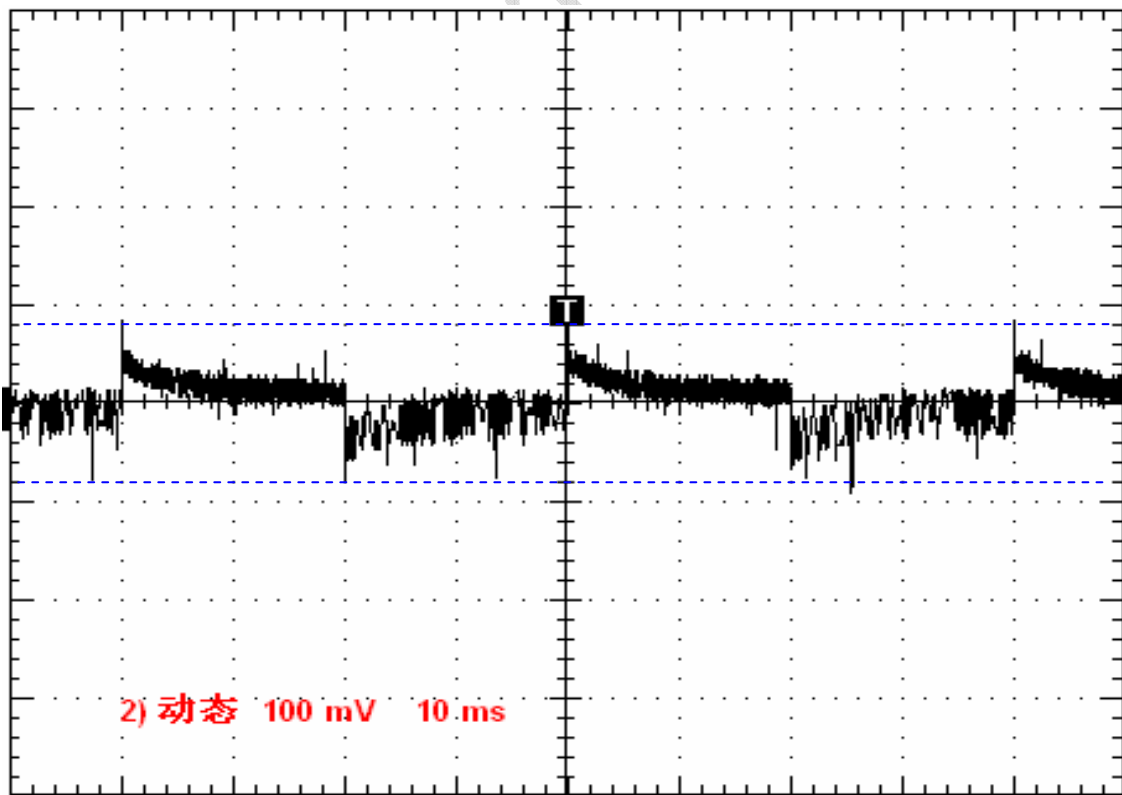


图 12. 动态测试, 265Vac

### 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	测试记录
启动延迟时间	85V/50Hz	2.1S	
	265V/50Hz		
关断保持时间	85V/50Hz	18.4mS	
	265V/50Hz		
开启上升时间	85V/50Hz	4.7ms	图 6
	265V/50Hz	5.4ms	图 9
关断下降时间	85V/50Hz	3.9ms	图 7
	265V/50Hz	4.1ms	图 10

### 3.3 保护功能

#### 3.3.1 过电流保护

当输出电流超过标称输出电流的 110%~130%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	85V/50Hz	130V/50Hz	180V/50Hz	230V/50Hz	264V/50Hz
过流保护	2.5A	2.5A	2.37A	2.29A	2.27A

### 3.3.2 过电压保护

当输出电压超过标称输出电压的 120%~170%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 (V)	过压保护点 (V)	
	空载	满载
85V/50Hz	8.28	6.96
130V/50Hz	8.28	6.48
180V/50Hz	8.31	6.16
230V/50Hz	8.22	6.04
265V/50Hz	8.29	6.00

### 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	85V	265V
测试结果	OK	OK

## 4 其他重要的波形

说明：蓝色为 Sense 波形，粉红为 Vdd 波形，绿色为 Vds 波形

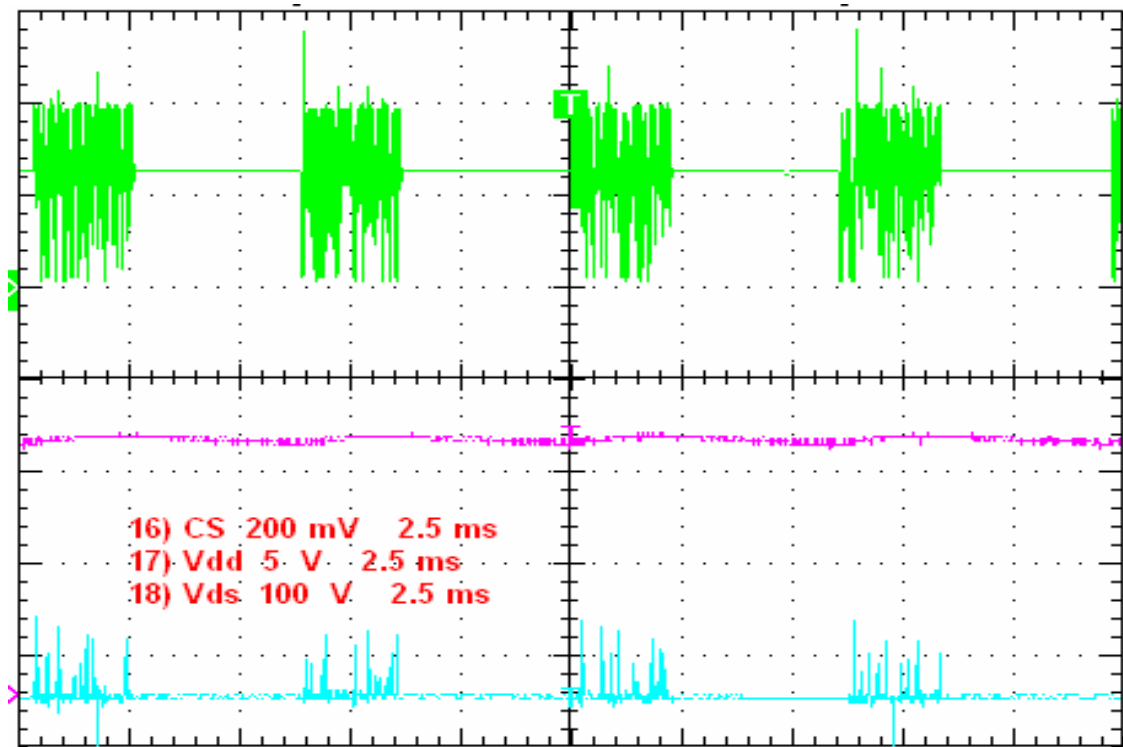


图 13 Vdd, Vds, Sense 波形, 85Vac, 空载

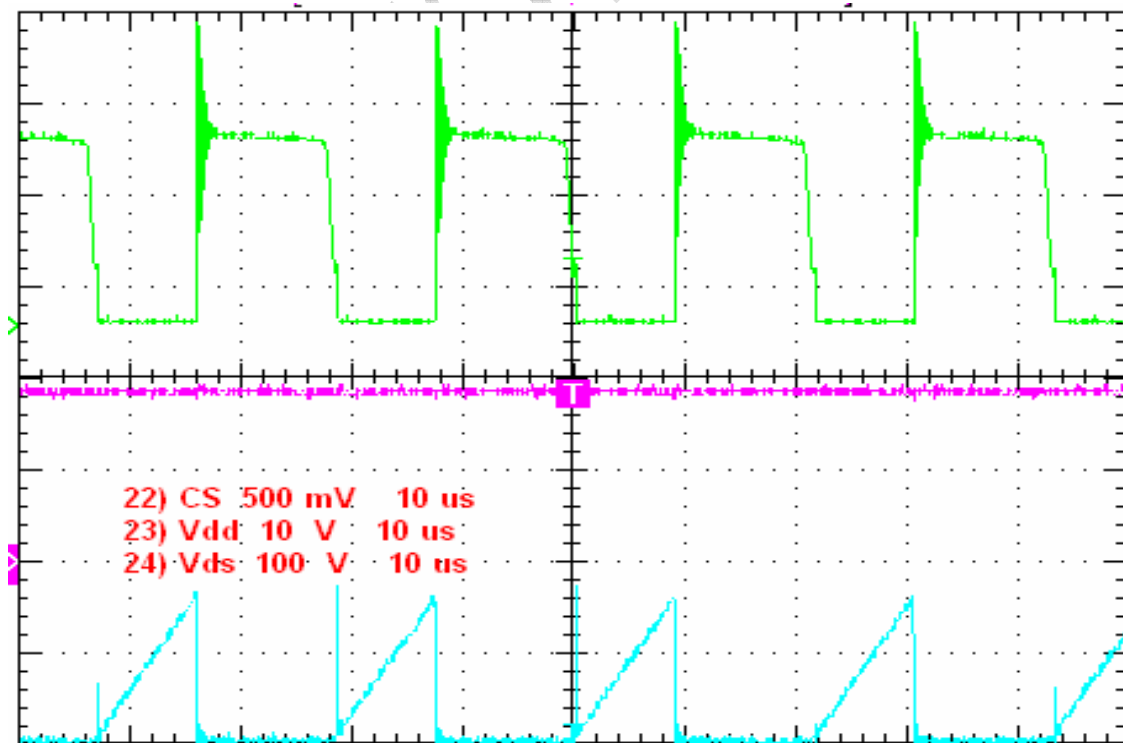


图 14 Vdd, Vds, Sense 波形, 85Vac, 满载



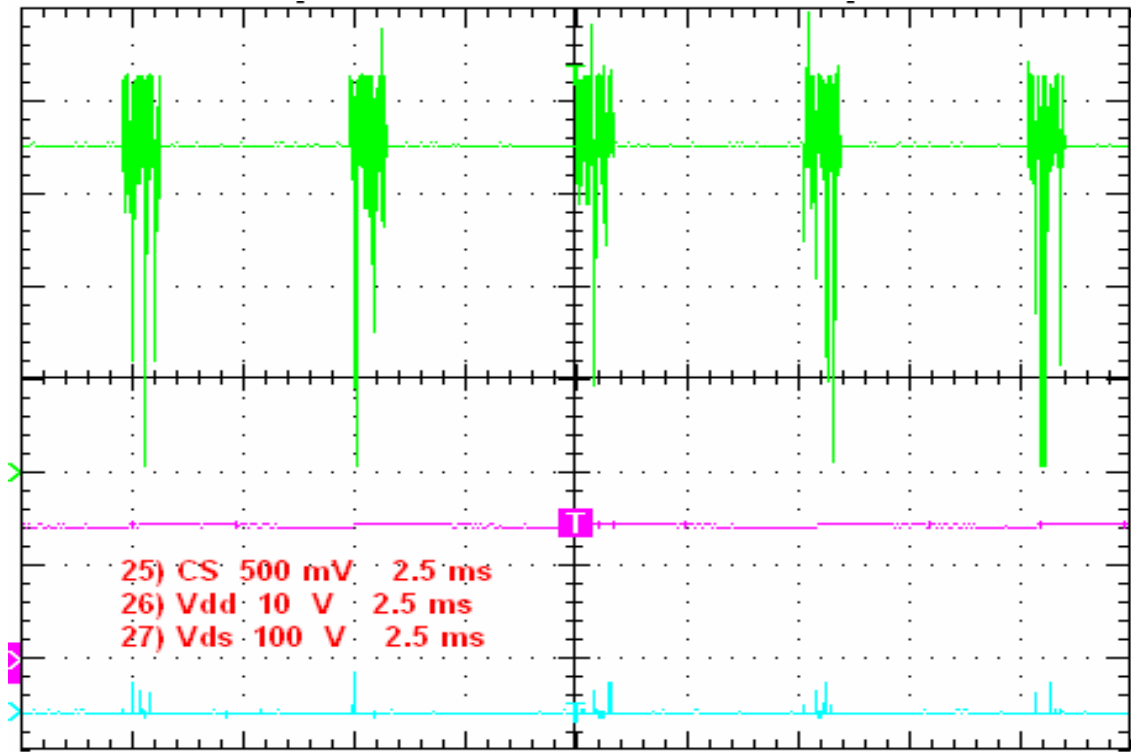


图 15 Vdd, Vds, Sense 波形, 265Vac, 空载

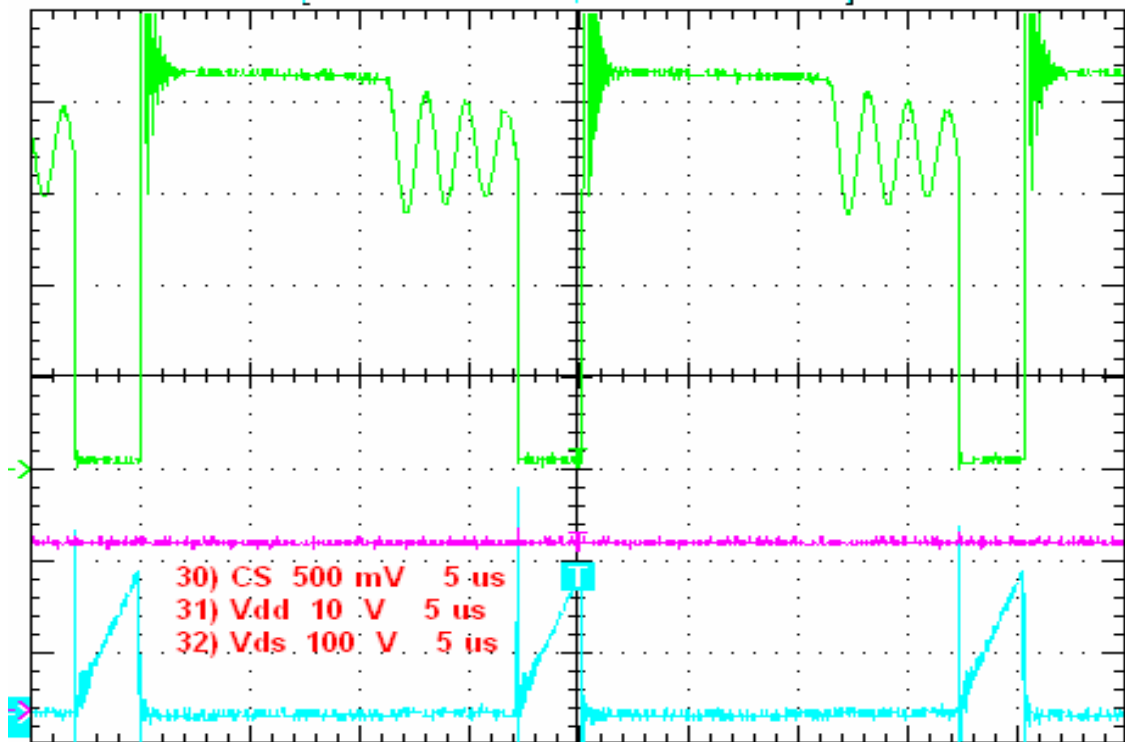


图 16 Vdd, Vds, Sense 波形, 265Vac, 满载

## 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，我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。

未经我公司授权，本文件不得私自复制和修改。否则，后果自负。

DO NOT COPY