

# Demo 技术手册



**CorEnergy**  
能 华 半 导 体

# 目录

## 1.Demo 介绍/Introduction

- 1.1 系统描述/System Description
- 1.2 系统规格/System Specification
- 1.3 系统照片/System Photo

## 2.Demo 系统 Overview

- 2.1 原理框图 /Principle Block
- 2.2 系统组成 /Key Components

## 3.系统测试/System Test

- 3.1 系统效率/Efficiency Test
- 3.2 动态应力测试/ Dynamic Stress Test
- 3.3 纹波测试/Ripple Test
- 3.4 开机延迟时间测试/Turn On Delay Time Test
- 3.5 EMI 测试/EMI Test
- 3.6 热测试 Thermal Test

## 4.主要文件/Main Documents

- 4.1 原理图/Schematics
- 4.2 PCB 板/PCB
- 4.3 系统 BOM
- 4.4 关键器件图纸/Drawing

## 5. 高可靠性 Cascode 产品

- 5.1 低成本高可靠性的 TO 封装
- 5.2 650V/270m TO-252 CoreGaN 器件

## 1.Demo 介绍/Introduction

### 1.1 系统描述/System Description

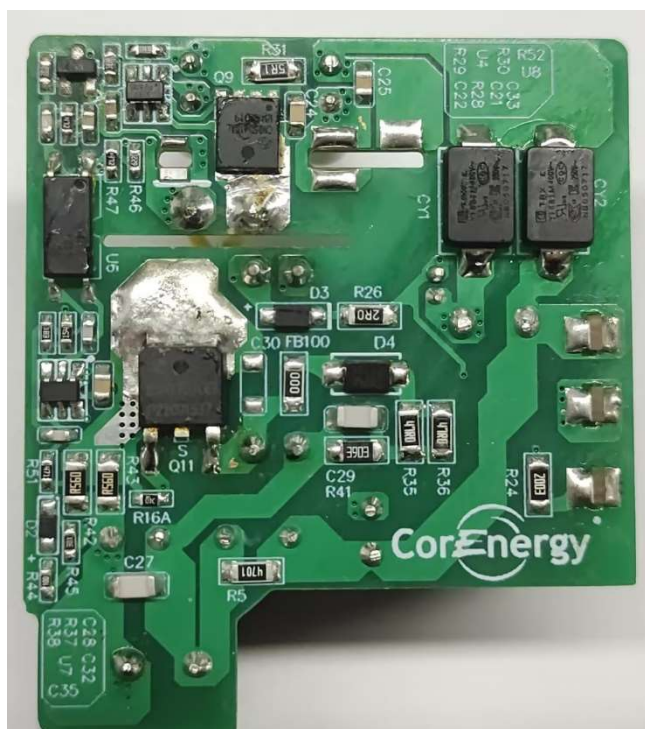
65W 2C1A demo 板是基于能华半导体公司的 CoreGaN 器件开发的一款输出功率 65W 2C1A demo 板; 拓扑方案采用低成本的 QR 反激电路, 主控芯片采用华源智信公司的 HY1602E, 开关频率为 89KHz, 同步 IC 采用华源智信公司 HY913, 系统峰值效率可以达到 92.2%, 待机损耗 100mW.

CoreGaN 器件耐压 650V, 瞬态耐压 900V, 导通内阻 270mOhm, 极低的门极电荷, 开关速度快, 损耗低, 可以大大提高系统能效; 另外其驱动电压范围  $\pm 20V$ , 大大提高了系统可靠性, 并且和传统的 Si MOSFET 驱动兼容; 这颗器件采用 TO-252 封装, 成本低, 热容大而且热阻小, 这种封装可以拓展器件的功率应用范围, 有很强的散热能力和耐热冲击能力, 使系统具有更高的热可靠性。

### 1.2 系统规格/System Specification

描述	符号	规格参数			单位	注释
		Min	Typ.	Max		
输入电压	$V_{in}$	90		264	$V_{ac}$	
输入频率	$f_{line}$	47		63	$Hz$	
输出电压	$V_{out}$		21.5		$V$	
输出功率	$P_{out}$		65		$W$	
输出纹波	$V_{ripple}$	132			$mV$	
工作频率	$f_s$	50		89	$KHz$	
系统效率	$eff$	92.2		94.4	$\%$	老化一小时后测试
待机损耗	$P_{standby}$		100		$mW$	Measured@230V
PCBA 尺寸		53	46	20	$mm$	

### 1.3 系统照片/System Photo (标尺寸/指出关键器件)



## 2.Demo 系统 Overview

### 2.1 原理框图 /Principle Block

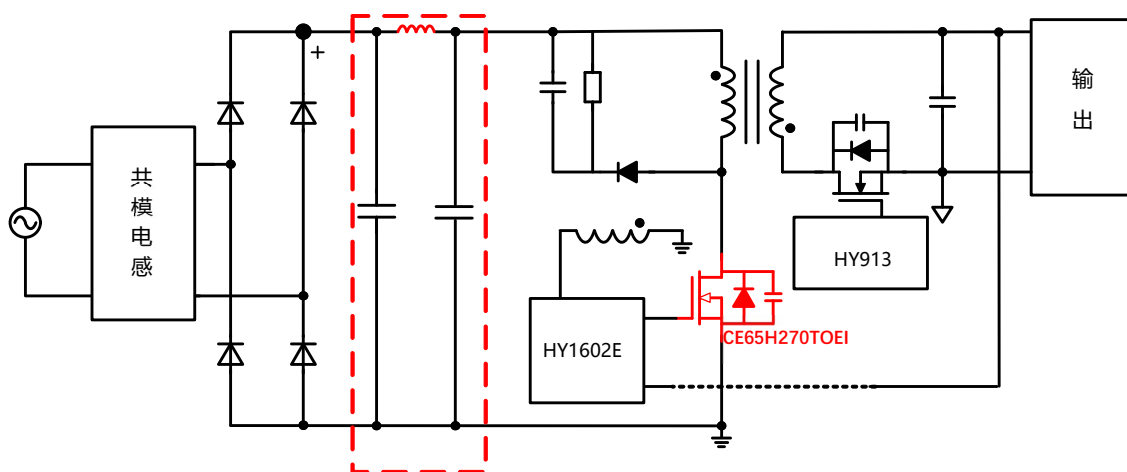


图 2.1 65W 2C1A Demo 板系统原理框图

图 2.1 显示的是 65W 2C1A demo 板的系统原理框图，系统主要由 EMI 滤波器、输入整流桥、主电路拓扑、主开关 HEMT 器件、主控 IC、同步整流 IC 组成。

## 2.2 系统组成/Key Components

### 1. EMI 滤波器

本系统的 EMI 滤波器由一个共模电感和  $\pi$  型差模滤波器组成，将系统产生的共模噪音和差模噪音衰减到满足测试标准的水平。

### 2. 输入整流桥

输入整流桥将输入工频电转化为直流电。

### 3. 主电路拓扑

本系统的主电路拓扑采用低成本的 QR 反激电路，由输入电解容、变压器、主功率 HEMT 管以及输出整流 MOSFET 组成，功能是将高压的直流电通过高频变压器转化为低压的直流电，ZCD 检测确保了主功率 HEMT 器件在高压工作下能实现谷底开通，从而实现高效的功率变换。

### 4. 主开关 HEMT 器件

主功率 HEMT 器件是来自能华半导体的 CoreGaN 器件 CE65H270TOEI，耐压 650V，瞬态耐压 750V，导阻为 270m $\Omega$ 。封装 TO-252，成本低，同时热容大、热阻小，有较强的散热能力和耐热冲击能力，这颗 CoreGaN 器件能大大提升系统效率、功率密度，系统热应力可靠性大为提高。

### 5. 主控 IC/同步整流 IC

采用华源智信的 QR PWM 控制器 HY1602 作为主控 IC 来控制反激电路工作。同步整流控制 IC 是华源的 HY913 来控制同步整流 MOSFET 是系统输出更优的能效；

### 3.系统测试/Test

#### 3.1 系统效率/Efficiency Test

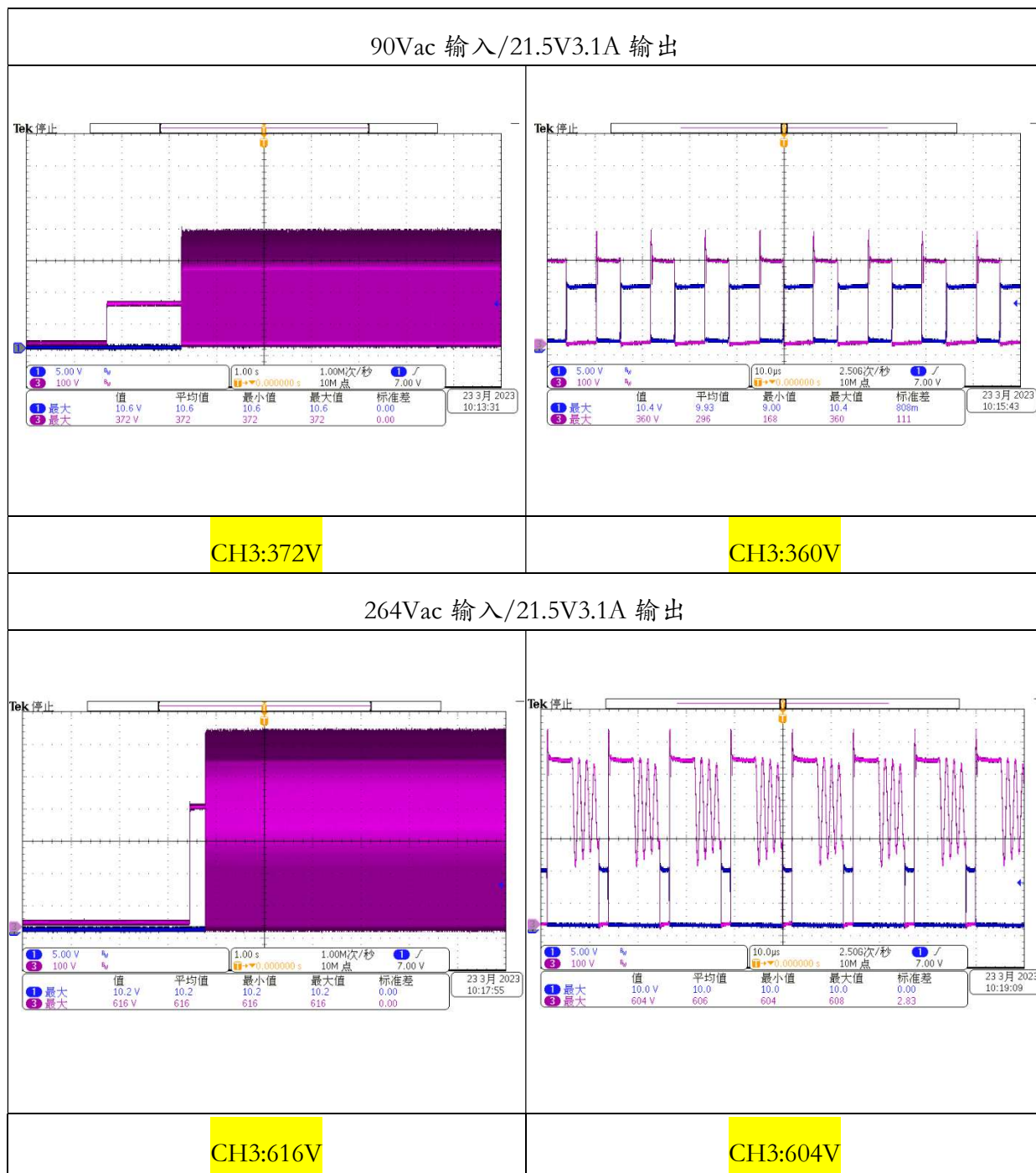
##### AC-DC 端效率

输入电压(V)	负载	输入功率(W)	输出电压(V)	输出电流(A)	效率(%)
90Vac/60Hz	21.5V/3.1A	72.73	21.62	3.1	92.15
115Vac/60Hz	21.5V/3.1A	71.60	21.61	3.1	93.54
230Vac/50Hz	21.5V/3.1A	70.92	21.61	3.1	94.44
264Vac/50Hz	21.5V/3.1A	71.03	21.61	3.1	94.29

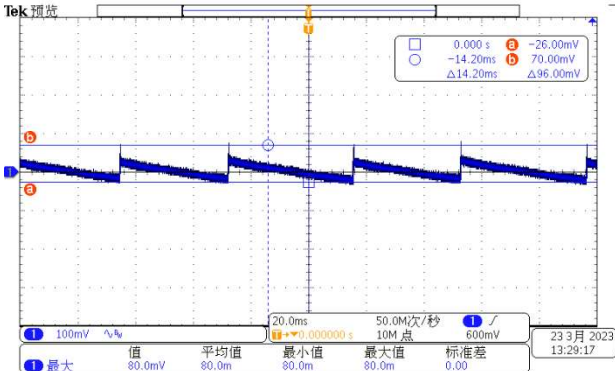
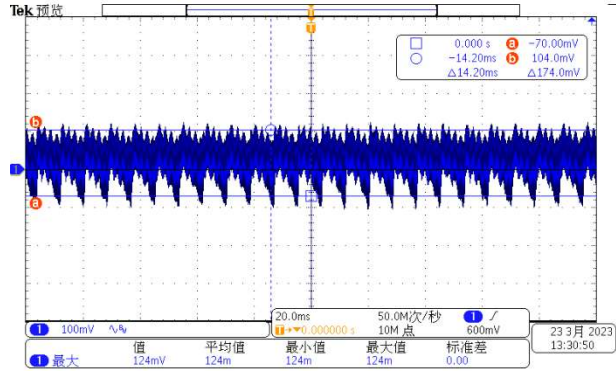
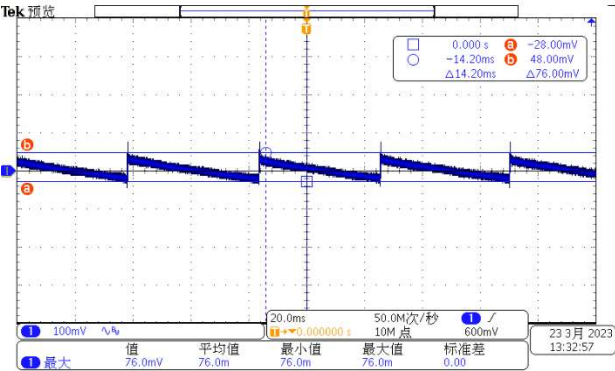
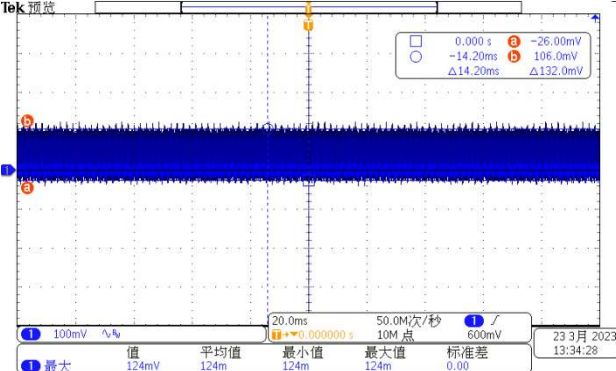
输入电压	230V/50Hz
空载损耗(mW)	100



### 3.2 动态应力测试/Dynamic Stress Test

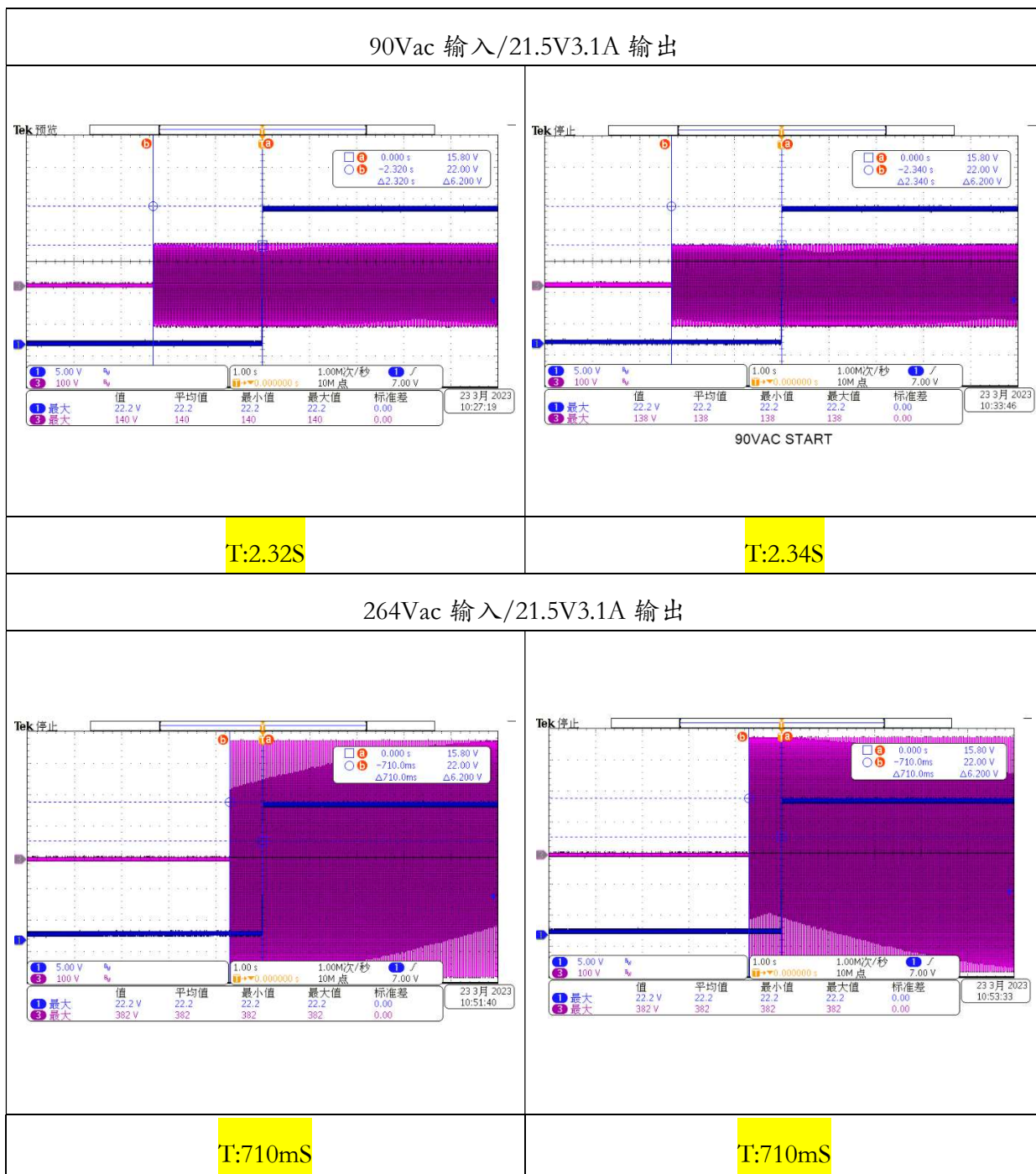


### 3.3 纹波测试/Ripple Test (满载/空载)

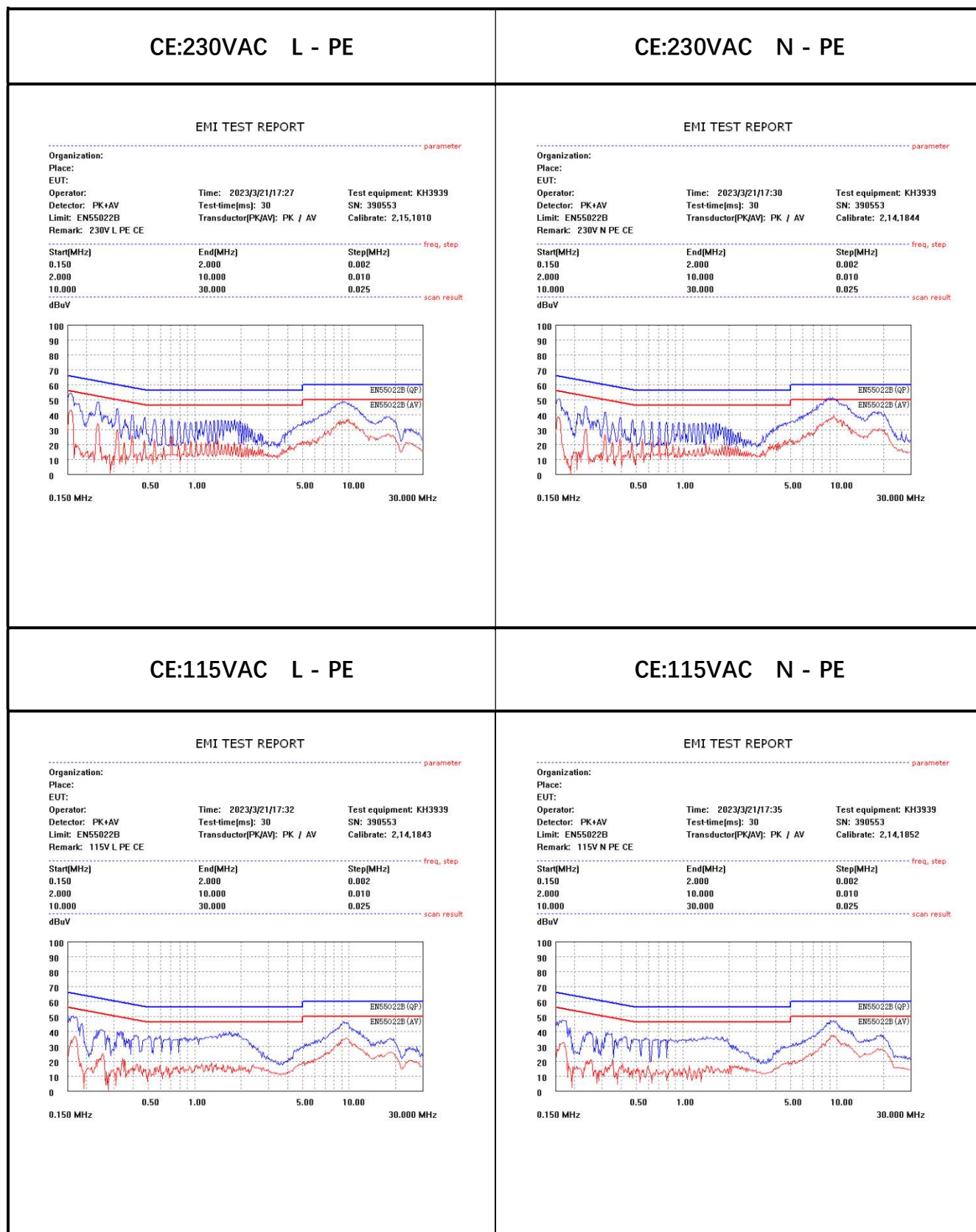
<p>90Vac 输入/21.5V0A 输出</p>  <p>CH3:96mV</p>	<p>90Vac 输入/21.5V3.1A 输出</p>  <p>CH3:174mV</p>
<p>264Vac 输入/21.5V0A 输出</p>  <p>CH3:76mV</p>	<p>264Vac 输入/21.5V3.1A 输出</p>  <p>CH3:132mV</p>



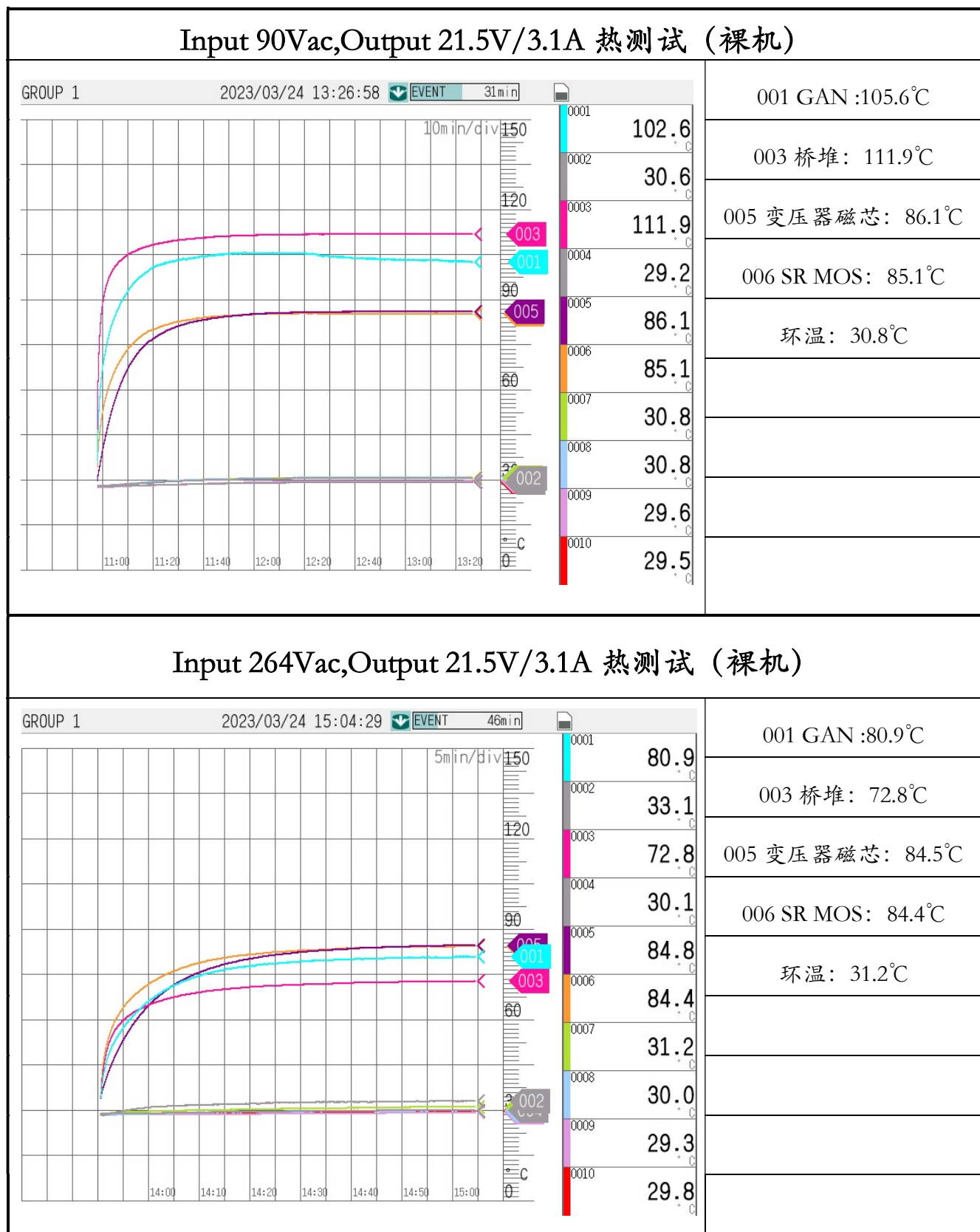
### 3.4 开机延迟时间测试/Turn On Delay Time Test



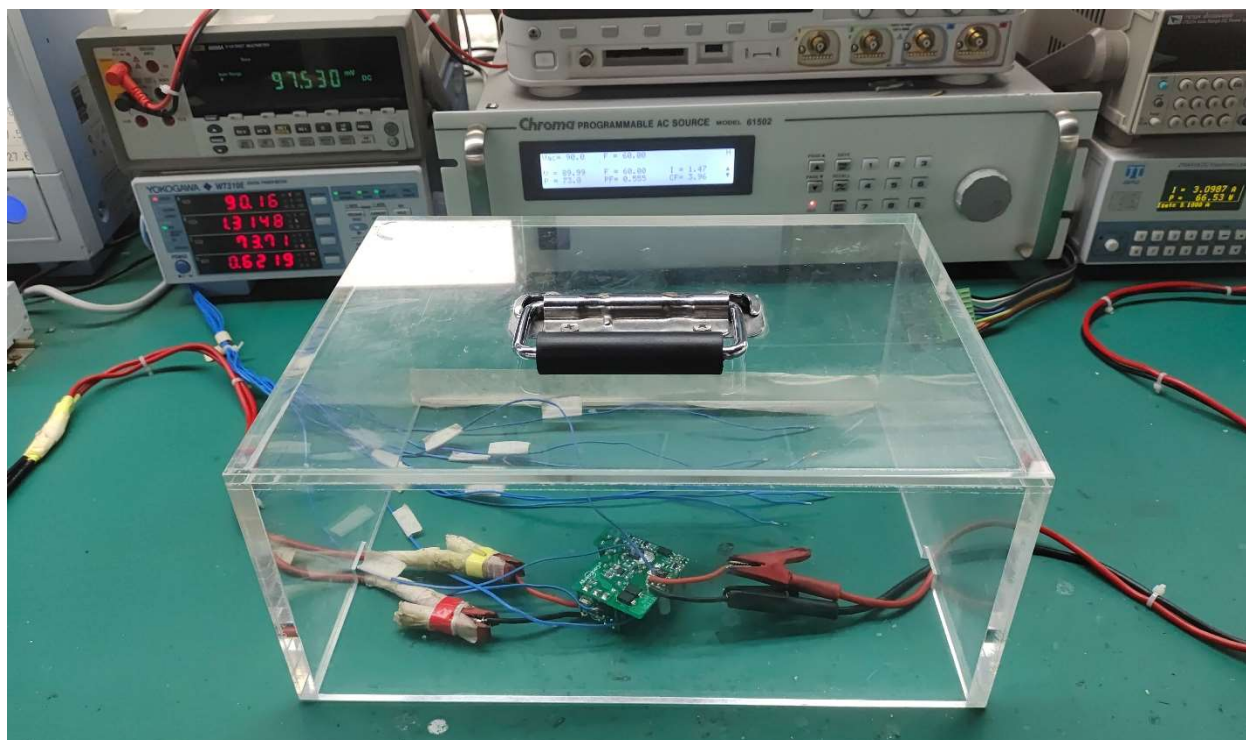
### 3.5 EMI 测试/EMI Test



### 3.6 热测试 Thermal Test (90V/264V 满载)

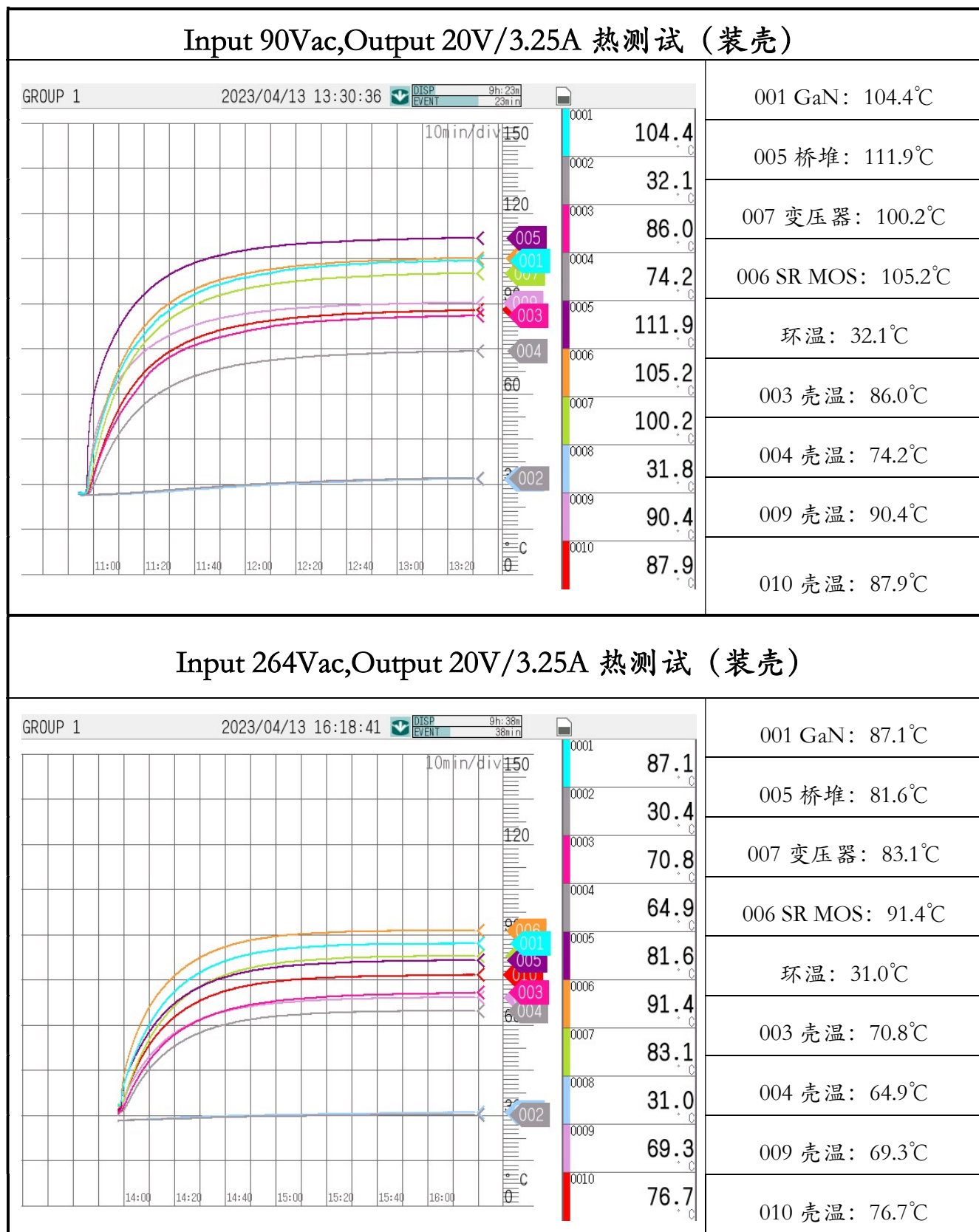


## 热测试 Setup



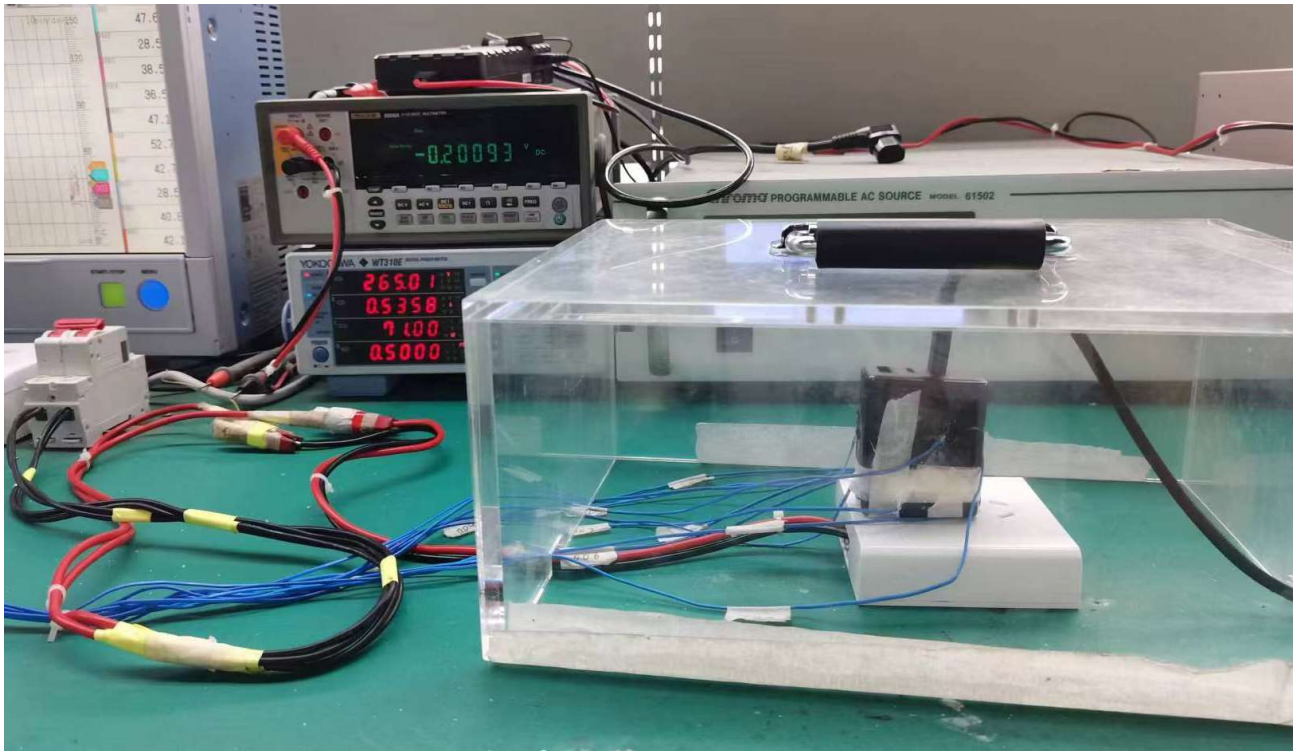


### 3.6 热测试 Thermal Test (90V/264V 满载)



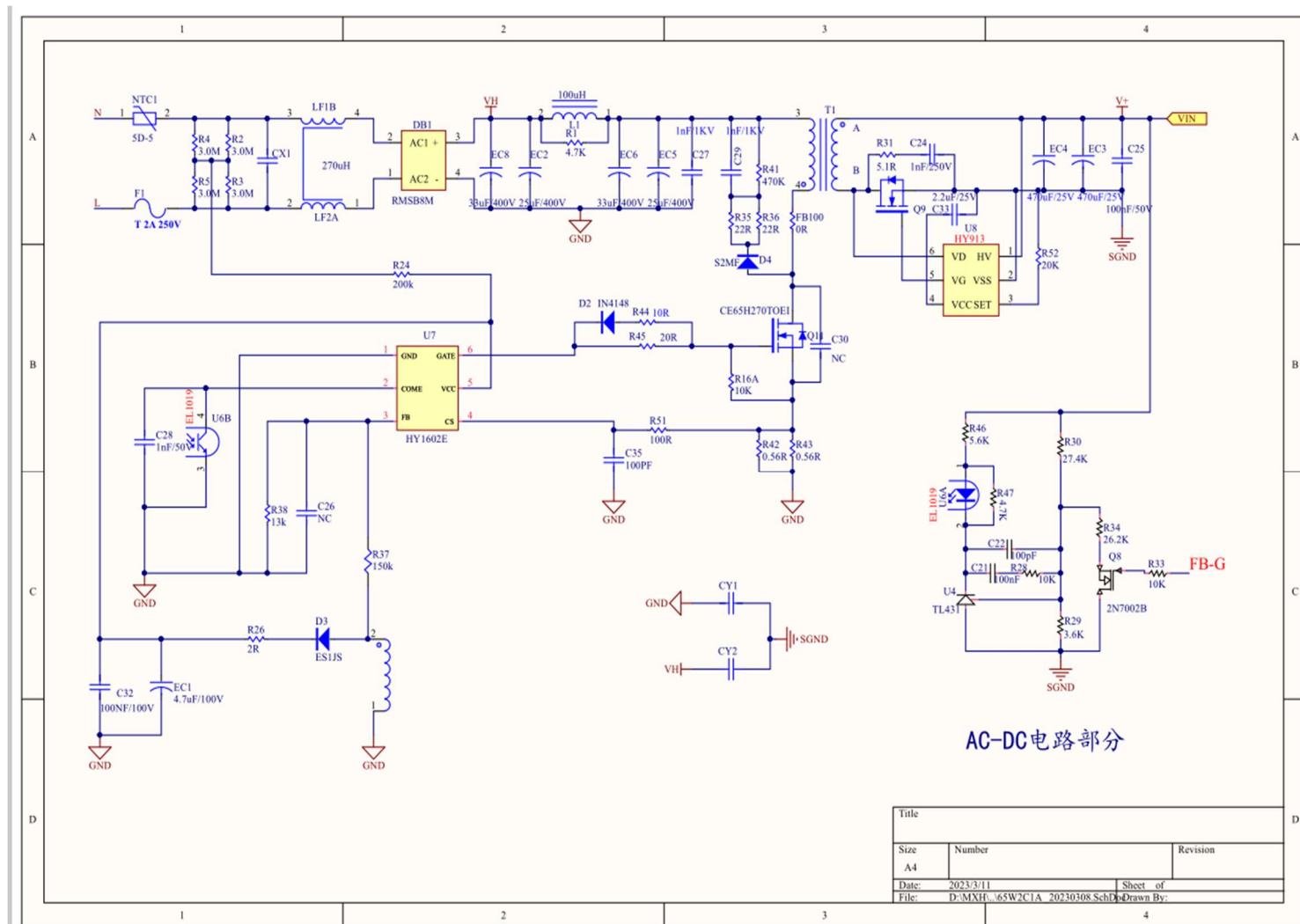


热测试 Setup



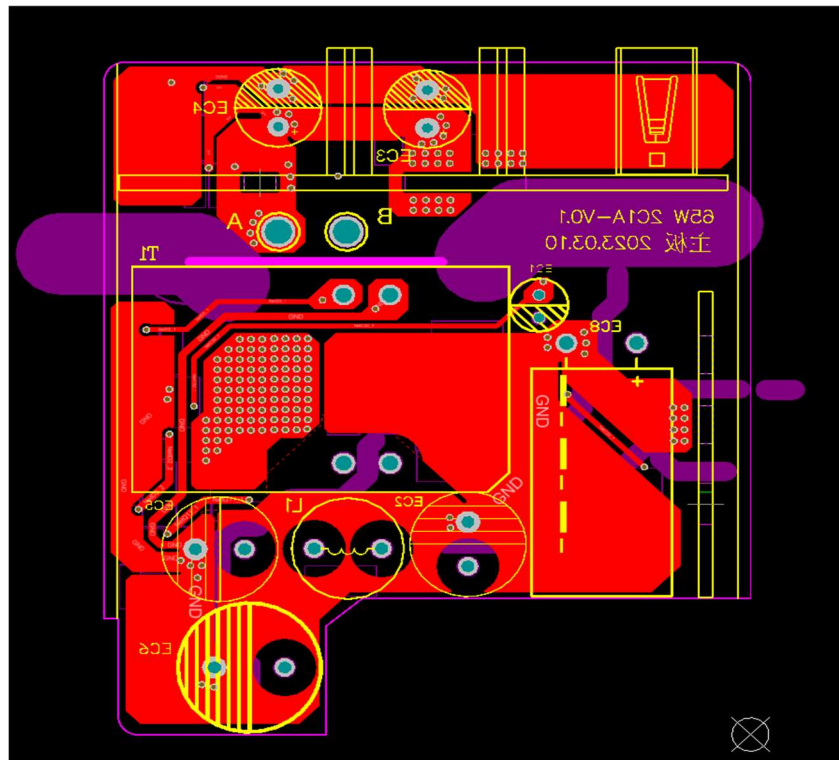
## 4.主要文件

### 4.1 原理图/Schematics

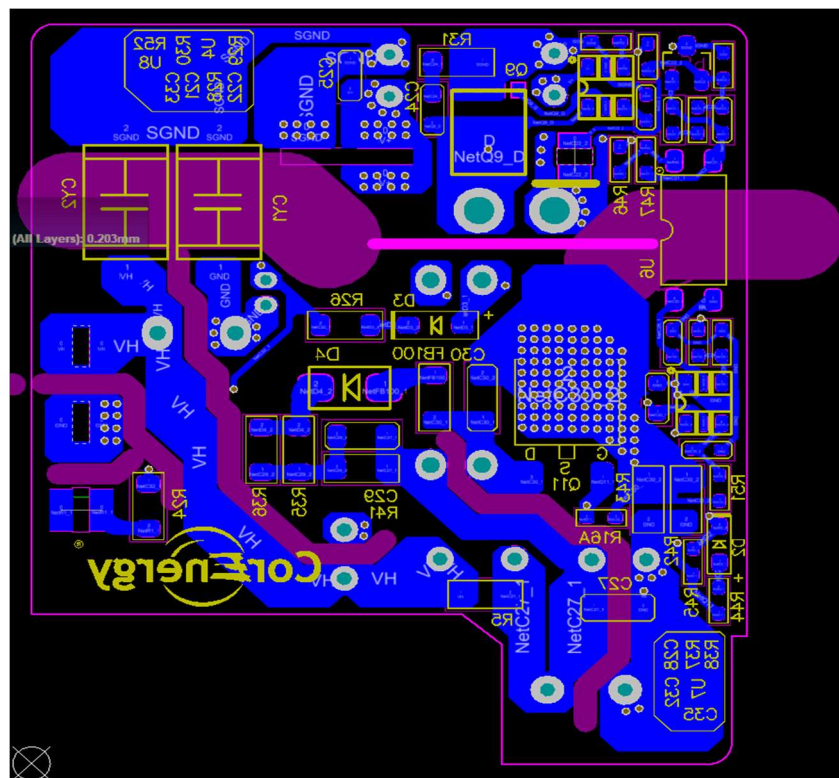


## 4.2 PCB 板/PCB

TOP Layer



Bottom Layer



### 4.3 系统 BOM

Comment	Designator	Footprint	Value
贴片物料			
100nF	C21	0603C	
100pF	C22	0603C	
1nF/250V	C24	0805C	
100nF/50V	C25	0805C	
1nF/1KV	C27, C29	1206C	
1nF/50V	C28	0603C	
NC	C30	1206C	
100nF/100V	C32	0805C	
2. 2uF/25V	C33	0603C	
100PF	C35	0603C	
680PF	CY1, CY2	SMD-YC	
1N4148	D2	SOD-323	
FR107	D3	SOD-123	
S2MF	D4	SMAF	
RHBS610	DB1	BD-TBM	
T2A/250V	F1	F-6125	
OR	FB100	1206R	
LH070N10	Q9	Q-QFN5*6	
CE65H270TOEI	Q11	Cascode-T0252-3L	
3. 6M	R1, R2, R3, R4	1206R	
4. 7K	R5	1206R	
10K	R16A	0603R	
200k	R24	1206R	
2R	R26	1206R	
4. 7k	R28, R47	0603R	
3. 6K/1%	R29	0603R	
27. 4K/1%	R30	0603R	
5. 1R	R31	1206R	
47R	R35, R36	1206R	
150k	R37	0603R	
18k	R38	0603R	
390K	R41	1206R	
0. 56R	R42, R43	1206R	
10R	R44	0603R	
20R	R45	0603R	
6. 2K	R46	0603R	
470R	R51	0603R	

## POWER THE WORLD GREENER

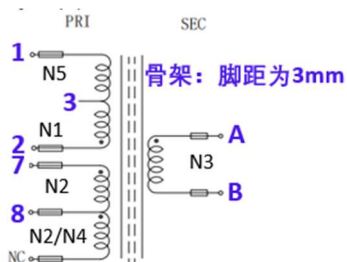
10K	R52	0603R	
TL431	U4	SOT-23	
EL1019	U6	W_S0-4 (P10) __EL1019	
HY1602E	U7	SOT-23-6	
HY913	U8	SOT-23-6	
插件物料			
0. 22UF	CX1	CX-10*4V	
4. 7uF/100V	EC1	RB4. 0	
25uF/400V	EC2, EC5	8*12	
680uF/25V	EC3, EC4	C-DIP-6. 2/3. 0	
39uF/400V	EC6	E10	
33uF/400V	EC8	EC-CAP10HA16	
棒形电感 HWR8*12/60uH	L1	T8*10	
共模电感 镍锌 T9*5*3 300uH	LF1	LF-9X6-6X3	
5D-5	NTC1	NPTC-5-P5-L	
变压器 ATQ2516 27:4:4 330uH	T1	ATQ2516	



### 4.4 关键器件图纸/Drawing

#### 4.4.1 变压器

##### ➤ 原理图



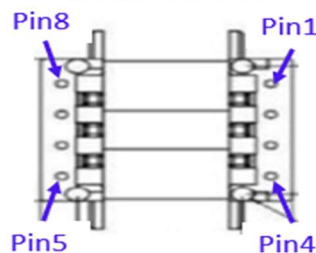
##### ➤ 材料

No.	名称	匝比/材质	备注
1	Bobbin	ATQ2516(4+4)	
2	Core	ATQ2516 PC95	

##### Pin 定义

##### ➤ 引脚方向

从引脚向下看



##### ➤ 感量要求

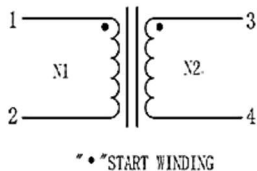
No.	绕组	感量	测试条件
1	PIN2~PIN1	330uH $\pm$ 5uH	10KHz,0.25V
2	PIN2~PIN1(short Others)	< 5uH	10KHz/0.25V

##### ➤ 绕线方法

No.	Terminal	Wire Gauge	Turns	Tape	Layer	Remarking
N1	2-3	2UEW $\varphi$ 0.1mm*20P	18	2		密绕 2 层
N2	7-8	2UEW $\varphi$ 0.15mm*1P	4	2		双线并绕, 各自出线
	8-NC	2UEW $\varphi$ 0.15mm*1P	4	2		
N3	A-B	TEX $\varphi$ 0.1mm*100*1P	4	2		密绕 1 层
N4	8-NC	2UEW $\varphi$ 0.15mm*1P	32	2		均绕
N5	3-1	2UEW $\varphi$ 0.1mm*20P	9	2		密绕 1 层

#### 4.4.2 共模电感-LF1

##### ➤ 原理图



##### ➤ 材料

图 1 原理图

##### ➤ 外形

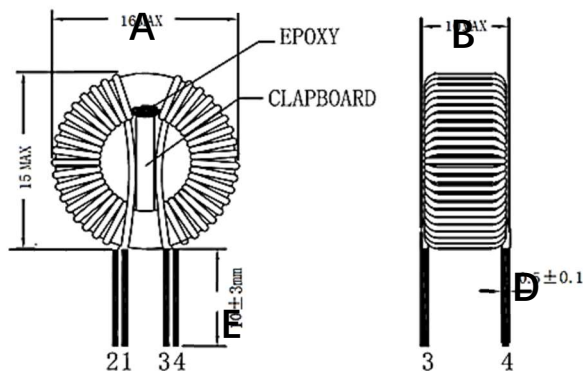


图 2 正视图

图 3. 侧视图

##### ➤ 尺寸

A	15mm_Max
B	7.5mm_Max
C	15.5mm_Max
D	0.9mm_Max
E	3.5mm

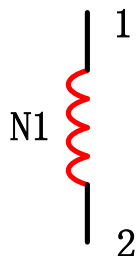
No.	物料	规格型号及材质	备注
1	磁芯	T14*9*6C 锰锌铁氧体	
2	线材(N1)	漆包线 (线径 0.4mm)	
3	线材(N2)	漆包线 (线径 0.4mm)	

##### ➤ 参数

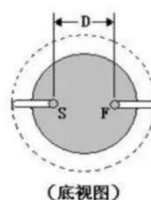
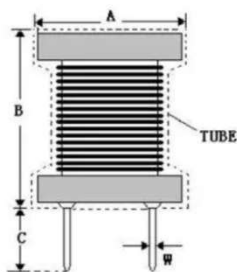
名称	电感值	匝数	测量条件: 额定电流
共模电感	270uH	11	1A

#### 4.4.3 差模电感

##### ➤ 原理图



##### ➤ 外形



##### ➤ 尺寸

A	8.3mm_Max
B	10mm_Max
C	4mm_Max
D	5mm
E	1mm_Max

##### ➤ 材料

No.	物料	规格型号及材质	备注
1	磁芯	铁氧体: 工字电感 (D8*H10)	
2	线材	漆包线 (0.5*1)	

##### ➤ 参数

名称	电感值	匝数	测量条件: 额定电流
工字电感	1-2 >60uH	43.5	2A

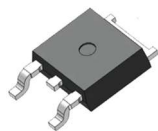
## 5.高可靠性 Cascode 产品

### 5.1.1 TO 封装简介

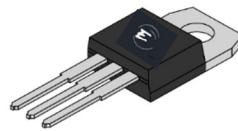
TO 封装有两种类型，一种是表贴 TO 封装，它的引脚和焊盘可以安装在 PCB 上，最常见的是通过锡膏固定在 PCB 上，然后通过回流焊和 PCB 的线路电气相连，这种 TO 封装一般通过 PCB 散热，比如 TO252,TO263 等。

另外一种是通过孔 TO 封装，这种封装的引脚比较长且笔直，可以插入 PCB 的钻孔中，并通过波峰焊和 PCB 上的线路连接，可以将这种 TO 封装安装在散热器上紧贴来帮忙散热；比如 TO 220, TO262,TO251,TO247 等。

这两种封装工艺比较成熟，且市场量巨大，封装成本比较低廉。



TO-252



TO-220

图 5.1 TO 封装

### 5.1.2 TO 封装性能

封装在散热器上的热性能可以通过器件的 Junction 到环境的热阻  $R_{thJA}$  来描述，热阻  $R_{thJA}$  可以通过图示所示的模型和等式来计算：

$$R_{thJA} = R_{thJC} + R_{thCS} + R_{thS} + R_{thSA} \quad (1)$$

$R_{thJA}$ : Junction 到环境的热阻 (K/W)

$R_{thJC}$ : Junction 到 case 的热阻 (K/W)

$R_{thCS}$ : case 到散热器的热阻 (K/W)

$R_{thS}$ : 散热器的热阻 (K/W)

$R_{thSA}$ : 散热器到环境的热阻

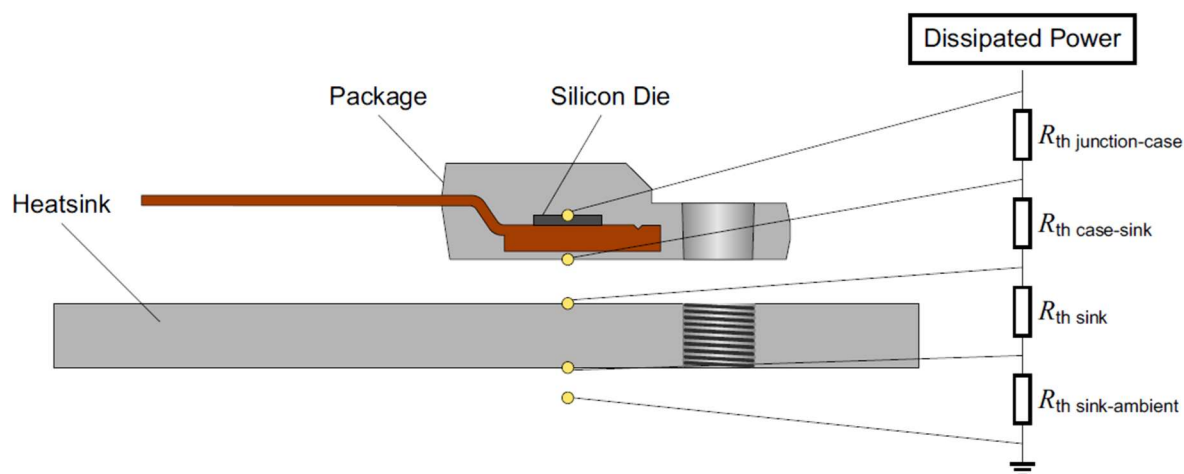


图 5.2 TO 封装热模型

当安装 TO 封装器件在散热器上时，要特别注意两个接触面之间，也就是器件面和散热器接触面之间的热阻  $R_{thCS}$ ，理想情况下热阻  $R_{thCS}$  为 0，但实际情况这个接触面存在小的空气间隙，这个小的空气间隙是以下原因导致的：

1. 器件和散热器之间的表面并不是理想光滑的
2. 器件和散热器的表面不是理想水平的
3. 不正确安装导致的器件错位

因此热阻  $R_{thCS}$  一般大于 0，为了尽可能降低热阻  $R_{thCS}$ ，一般需要使用散热膏来填充两个接触面之间的空隙，散热膏大约可以降低热阻 1.5K/W 左右。



### 5.2 650V/270m TO252 CoreGaN 器件



**CE65H270TOEI**

#### CoreGaN 650V GaN HEMT

##### Description

The CE65H270TOEI Series 650V, 270mΩ gallium nitride (GaN) FETs are normally-off devices.

Coreenergy GaN FETs offer better efficiency through lower gate charge, faster switching speeds, and lower dynamic onresistance, delivering significant advantages over traditional silicon (Si) devices.

Coreenergy is a leading-edge wide band gap supplier with world-class innovation .

##### Automotive

- Adapter
- Renewable energy
- Telecom and data-com
- Servo motors
- Industrial
- Automotive

##### General Features

Easy to drive—compatible with standard gate drivers

Low conduction and switching losses

RoHS compliant and Halogen-free

##### Benefits

Increased efficiency through fast switching

Increased power density

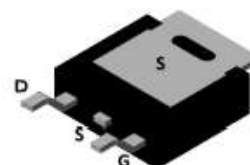
Reduced system size and weight

##### Ordering Information

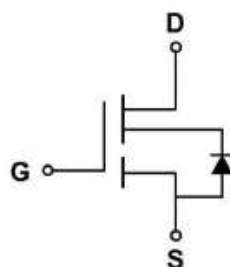
Part Number	Package	Package Configuration
CE65H270TOEI	TO252	Source



Top



Bottom



Circuit Symbol

##### Features

$BV_{DSS}$	$R_{DS(on)}$	$I_{DS}$	$Q_g$
650V	270mΩ	7.9A	7.2nC