



电源 Demo 评估测试报告

Design Verify Test Report

Prepared By	王文博	Date	2023/09/20
Checked By	马立强	Date	2023/09/20
Approved By	马立强	Date	2023/09/20

内容目录与测试计划:

NO	Test Item	Page	ATE/Bench	Test Result
A	Demo 板基本规格与测试结果总结	2	研发	Pass
B	Demo 板实物图	3	研发	Pass
C	Demo 板原理图	4	研发	Pass
D	Demo 板 PCB 资料图	5	研发	Pass
E	Demo 板变压器工艺	6	研发	Pass
F	Demo 板 BOM 单	7	研发	Pass
1	低-中-高压输入冷热机输出电压精度、过流点、效率对比	8	Bench	Pass
2	启动电压、启动时间、上升时间、开机过冲	8	Bench	Pass
3	掉电电压、保持时间、下降时间、关机下冲	8	Bench	Pass
4	热机反复开关机 (间隔时间 10,20,50,100,500,1000mS 各 20 次)	9	ATE	Pass
5	过流保护测试 Over Current Protection	9	ATE	Pass
6	短路保护测试 Short Circuit Protection	10	ATE	Pass
7	效率、输入电流和功率因素 Efficiency and Input Current	10	ATE	Pass
8	效率、待机功耗	11	ATE	Pass
9	稳压精度测试:输入-输出-温度-不同输出电压的组合	11	ATE	Pass
10	输出纹波 Ripple and Noise	11	ATE	Pass
11	输出电压切换时间 Output Voltage Switching Time	12	ATE	Pass
12	雷击浪涌测试 Lighting surge test	14	Bench	Pass
13	ESD 测试 ESD test	14	Bench	Pass
14	EFT 测试 EFT test	15	Bench	Pass
15	元器件温升测试 Component Temp. test	15	Bench	Pass
16	Vcc 电压测试(最低输出电压空载, 满载切空载下最小 Vcc)	15	研发	Pass

17	主开关 MOS Vds 电压应力、 Id 电流应力测试	16	研发	Pass
18	输出肖特基二极管电压应力测试	16	研发	Pass
19	磁饱和测试: 热机后满载、超载、大动态下 Ip 电流波形测试	17	研发	Pass
20	长期老化测试	20	Bench	Pass

1 概述

本测试报告依照《家电 24V-2A 技术规格书》对电源的输入特性、输出特性、保护特性、EMC 特性、三温电性能进行了测试和测量。可靠性测试另外付《可靠性试验报告》，内容包括了环境适应性测试、MTBF 测试和硬件电应力可靠性测试。

2 基本参数

额定输入电压: 100-240Vac 200-240Vac 110/220Vac 手动切换
输入电压范围: 90-264Vac 176-264Vac 90-132Vac/200-240Vac
额定输出电压/电流和应用方式:

应用方式	反激	客户注重效率、EMI、噪音
负载	24V/2A	

3 参考文件

《家电 24V/2A 技术规格书》

4 测试设备

设备名称	制造商	型号
Programmable AC Source	TENGEN	TDGC2-3
Power Analyzer	EVERFINE	PF9901
Electronic Load	Chroma	63103A
Digital Storage Oscilloscope	Tektronix	TDS3012C
Oscilloscope Probe	Tektronix	P6139B(10×)
Personal Computer	Lenovo	

Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	1 of 16

5 总结和评价

	测试项目	OK 项	NG 项	NT 项	NNT 项
	20	20	0	0	0
总体评价	ok				

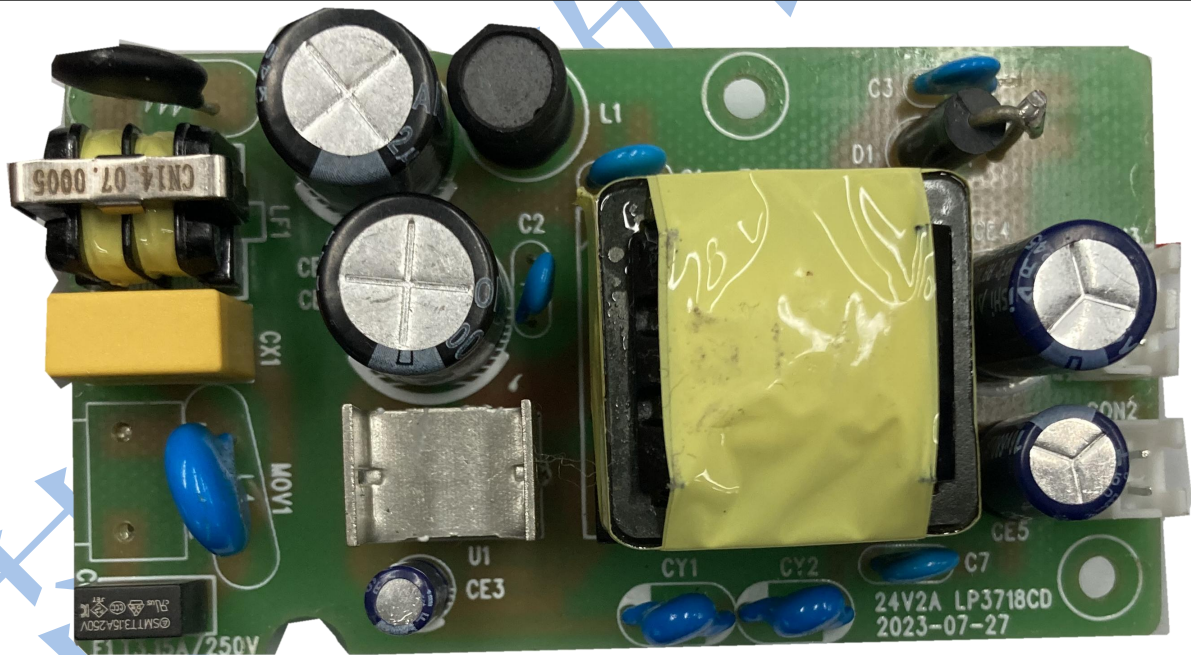
备注: OK 项表示合格项, NG 项表示不合格项, NT 项表示没有测试项, NNT 项表示无须测试项。

6 问题报告

以下记录测试过程中发生的所有已解决和尚未解决的问题。

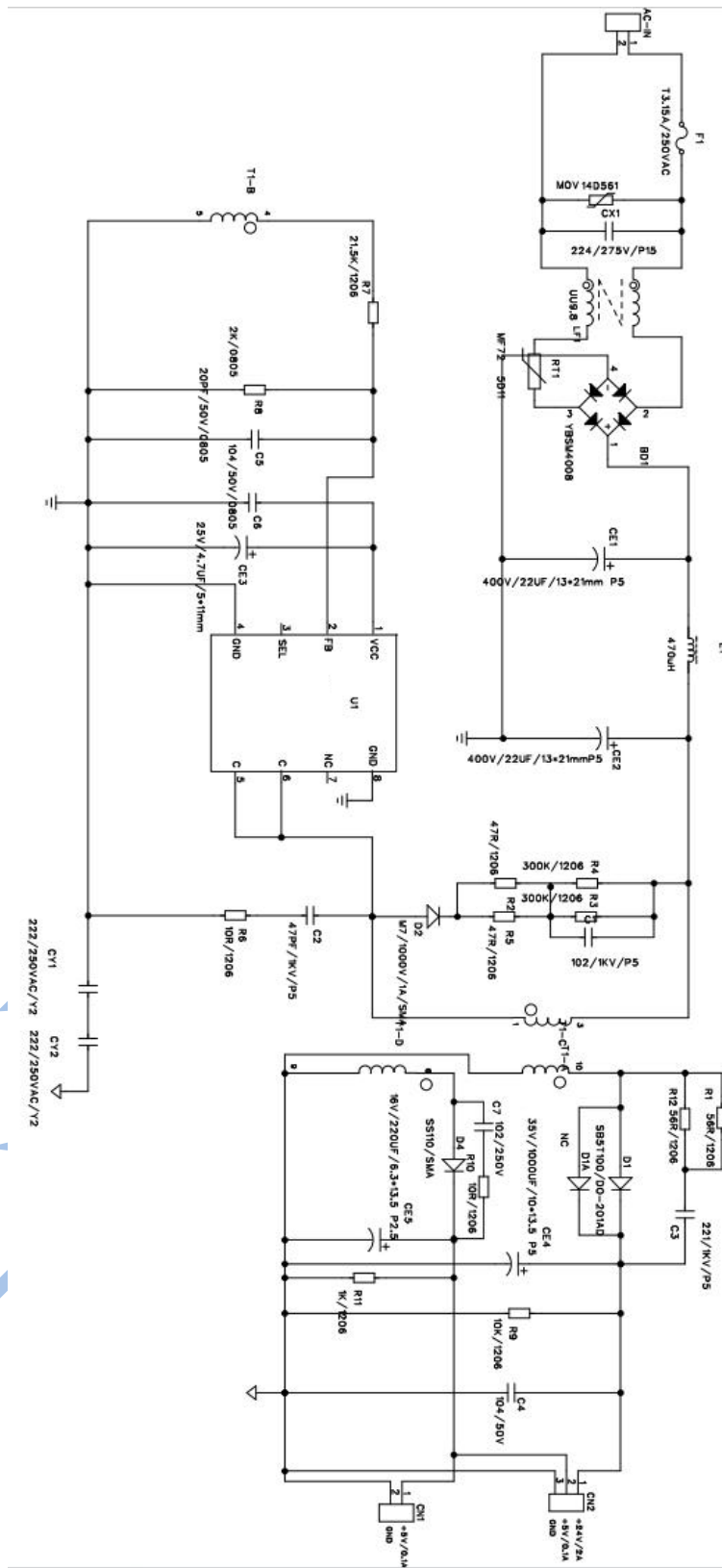
序号	问题描述及分析	问题级别	处理情况
1			
2			

Demo 资料: 实物图



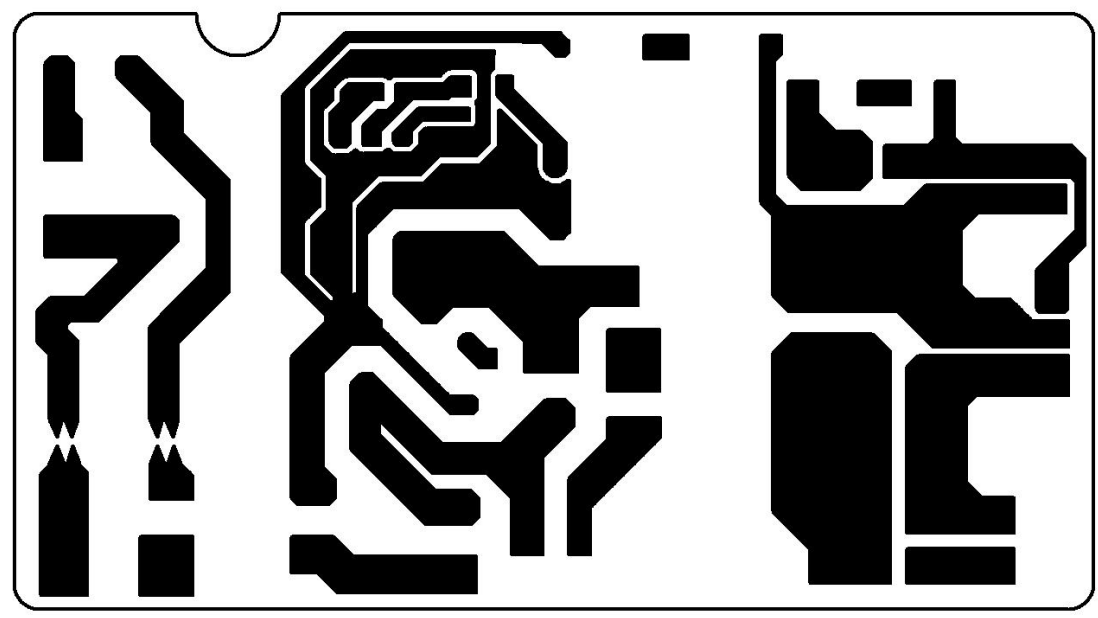
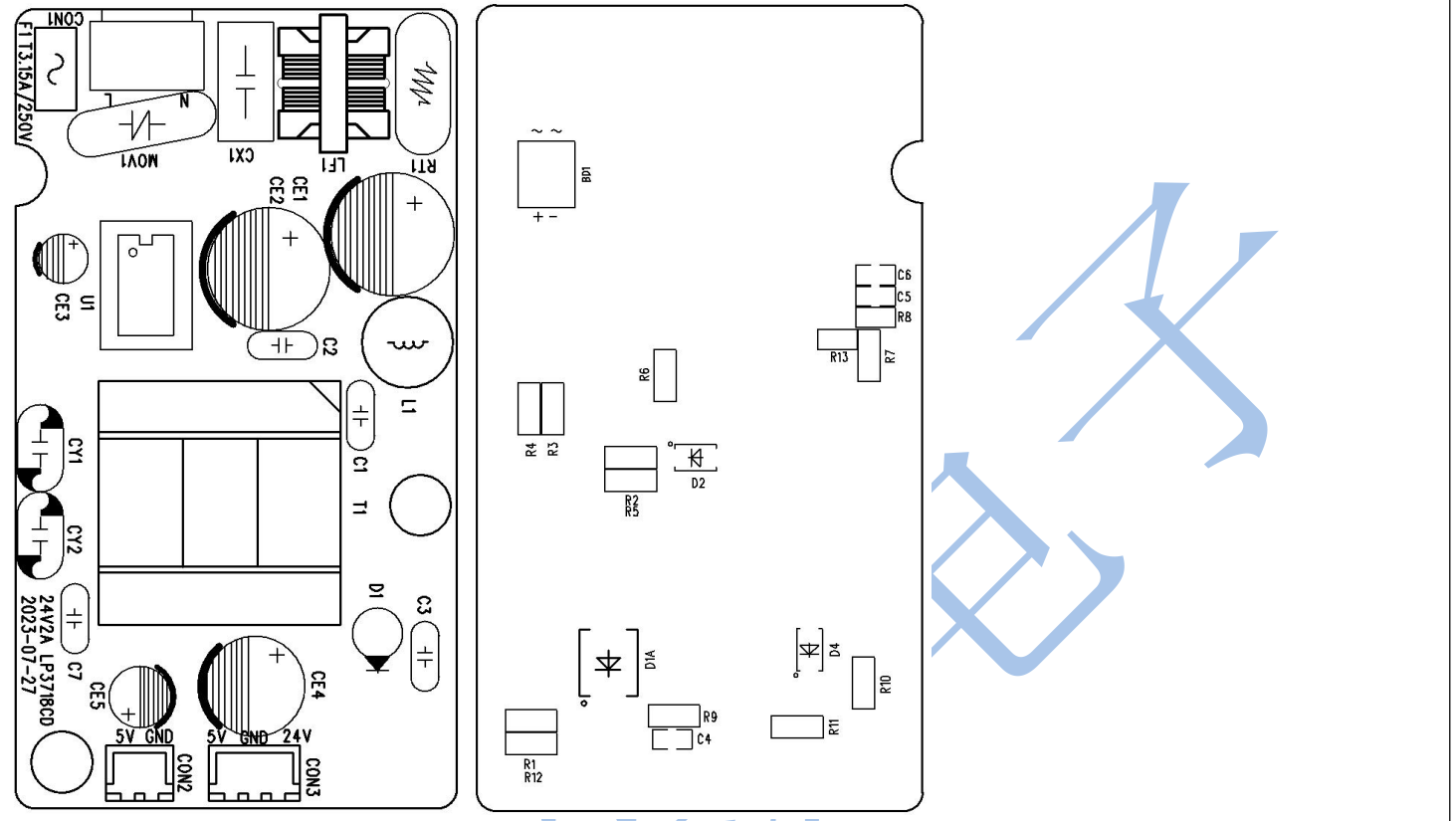
Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-07-27
Sample Stage:	Verify	Page:	2 of 16

原理图



Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	3 of 16

PCB 图



Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	4 of 16

变压器工艺

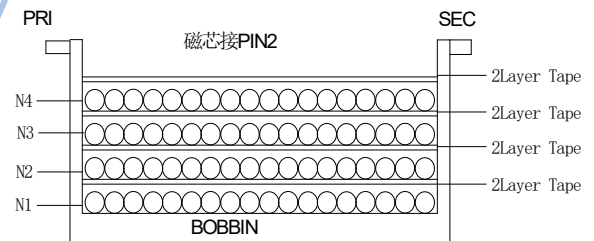
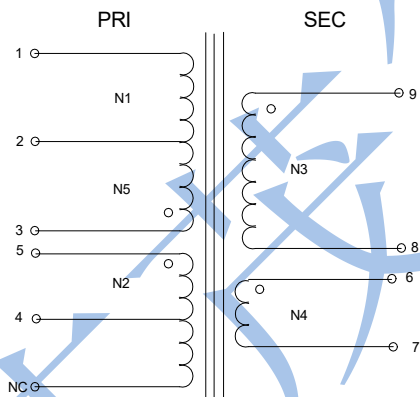
生产厂家: 博众达

绕线明细:

绕制顺序	挡墙		端子		线径	圈数 (Ts)	绕线方式	胶带	备注
	PRI	SEC	起	终					
N1	/	/	3	2	2UEW-F φ 0.31*1P	60	密绕顺绕	二层	密绕两层
N2	/	/	5	4	2UEW-F φ 0.2*2P	5	顺绕舒绕	二层	舒绕一层
N3	/	/	9	8	2UEW-F φ 0.6*2P	10	顺绕密绕	二层	密绕一层
N4	/	/	6	7	2UEW-F φ 0.3*1	2	顺绕舒绕	二层	舒绕一层
N5	/	/	2	1	2UEW-F φ 0.31*1P	26	密绕顺绕	二层	密绕一层

内部结构图:

线圈接线图:



Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	5 of 16

BOM 清单

位号	名称	规格	数量
PCB	LPKSF001-48W-24V2A	CEM-1-1.6MM 1oZ 单面板	1
C5	0805 贴片电容	20PF/50V/X7R	1
C6	0805 贴片电容	104/50V	1
R7	1206 贴片电阻	51K	1
R6 R10	1206 贴片电阻	10R	2
R1 R12	1206 贴片电阻	47R	2
R2 R5	1206 贴片电阻	100R	2
R3 R4	1206 贴片电阻	240K	2
R9	1206 贴片电阻	10K	1
R11	1206 贴片电阻	1K	1
R8	0805 贴片电阻	4.7K	1
D4	贴片二极管	SS110/100V/1A/SMA	1
D2	快恢复二极管	M7/1000V/1A/SMA	1
BD1	贴片整流桥	RMSB30M/3A/800V/UMSB	1
U1	PWM IC	LPKSF001/DIP-7	1
D1	插件二极管	SB5T100/D0-201AD/立式成型	1
C1 C3	瓷片电容	1nF/1KV/P5	2
C2	瓷片电容	47pF/1KV/P5	1
F1	保险丝	T3.15A/250VAC	1
MOV1	压敏电阻	10D561	1
LF1	共模电感	UU9.8	1
LF1	差模电感	R8*12, 600uH	1
RT1	热敏电阻	MF72 5D-11	1
CE1 CE2	电解电容	400V/22UF/13*16mm	2
EC5	电解电容	10V/220UF/6.3*12mm	1
EC3	电解电容	50V/4.7UF/5*9mm	1
EC4	电解电容	35V/1000UF/10*13.5mm	1
CY1 CY2	Y1 电容	222/Y2/P7.5	2
T1	变压器	EE2511/5+5	1
散热器	铁镀镍	DIP-8/L14.8*W11.7*H13mm 0.8mm 厚铁	1

Test Items:

1. 低中高压输入冷热机输出电压精度、过流点、效率对比:

输入电压		176Vac	230Vac	265Vac	最大功率点测试
刚开机	满载输出电压	24.74	24.745	24.752	Pass
	过流点	2.37	2.4	2.4	Pass
	满载效率	87.42	88.06	88.09	Pass

2. 启动电压、启动时间、上升时间、过冲

Test Temperature: 25°C

Load	176Vac	230Vac	265Vac	Spec (S)	Pass/Fail
启动时间 负载=0A	190ms	193ms	194ms	≤3.0s	Pass
上升时间 负载=0A	8.3ms	8.1ms	8ms		Pass
启动时间 满载	183ms	189ms	246ms		Pass
上升时间 满载	37.5ms	33ms	31.6ms		Pass

过冲

输入电压	跳变值	规格值	Vmax	实测值	结论
176Vac	0%	≤5%	24.69	2.8846%	Pass
	100%		24.46	1.9047%	Pass
230Vac	0%		24.68	2.8846%	Pass
	100%		24.46	1.9047%	Pass
264Vac	0%		24.7	2.9411%	Pass
	100%		24.46	1.9047%	Pass

启动电压: 常温下, 将输入电压从 0V 逐渐增加, 待电源输出稳定时记录此时的输入电压:

Load	开机 Vin
2A	138V

3. 掉电电压、保持时间、下降时间、关机下冲

Test Temperature: 25°C

Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	7 of 16

Load	176Vac	230Vac	265Vac	Spec (S)	Pass/Fail
保持时间 满载	20.2ms	34ms	50.5ms	>10ms	Pass
下降时间 满载	12.8ms	12.6ms	13ms		Pass

掉电电压: 常温下, 将输入电压从 **220V** 逐渐降低, 待电源输出掉电时记录输入电压:

Load	掉电 Vin
2A	137V

4.热机下反复开关机 ON-OFF Cycling test(high temperature)

Test Temperature: 25°C 最高输入电压, 满载, 用空开反复开关电源 2 分钟, 不能损坏

Vin/Fin	Load	Test Condition	Test cycles	Spec Limit	Pass/Fail
265Vac/50Hz	满载	2 seconds ON 2 seconds OFF	手动 100	No Damage	pass
265Vac/50Hz	满载	10mS	自动 20 次	No Damage	pass
265Vac/50Hz	满载	20mS	自动 20 次	No Damage	pass
265Vac/50Hz	满载	50mS	自动 20 次	No Damage	pass
265Vac/50Hz	满载	100mS	自动 20 次	No Damage	pass
265Vac/50Hz	满载	500mS	自动 20 次	No Damage	pass
265Vac/50Hz	满载	1000mS	自动 20 次	No Damage	pass

间隔时间 10,20,50,100,500,1000mS 各 20 次

5.过流保护 Over Current Protection

Vout: 24V@25°C

输入电压	额定负载	规格上限值	实测最大值	结论
176Vac	2A	1.15%-1.8%	2.37A	pass
230Vac			2.4A	pass
264Vac			2.4A	pass

6.输出短路保护 Short Circuit Protection

Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	8 of 16

Test Temperature: 25°C

注: 长期短路电源不能出现拉弧、熔化、冒烟、起火、过热等现象, 短路移除后, 电源应能恢复正常工作。
输出短路保护

Vin/Fin	Load	short circuit Pin(W)	Spec Limit	Pass/Fail
176Vac	带 2A 负载, 在负载端短路	2.75	No Damage	pass
220Vac		3.07		pass
264Vac		3.80		pass

7.效率、输入电流和功率因素 Efficiency、Input Current、PF:

Test Temperature: 25°C 输出负载 24V/2A

Vin/Fin	Max Load	Input current	PF	Pin(W)	Pout(W)	Result(%)	Spec Limit(%)	Pass/Fail
176Vac/60Hz	2A	0.625	0.512	55.58	49.57	89.19%	85.98	Pass
230Vac/50Hz	2A	0.521	0.463	55.43	49.55	89.39%	85.98	Pass
264Vac/50Hz	2A	0.485	0.433	55.43	49.54	89.38%	85.98	Pass

8.能效、待机功耗

输入电压	输出负载	Vout (V)	Iout (A)	Pin (W)	Result(%)	AVG Spec Limit(%)	结论
230Vac/板端	24V/2A	24.78	2	55.37	89.51%		
	24V/1.5A	24.619	1.5	41.68	88.60%		
	24V/1A	24.472	1	27.84	87.90%		
	24V/0.5A	24.371	0.5	13.97	87.23%		
	24V/0.2A	24.329	0.2	5.85	83.18%		
	24V/0A	24.358	0	0.138			

待机功耗

输入电压	规格值	实测值	结论
230Vac	500mW	330mW	Pass

9. 稳压精度测试: 输入-输出-温度的组合

Test Temperature: 25°C 输出负载 24V/2A

Vin/Fin	Vo max	Vo min	Vo normal	调整率(%)	Spec Limit(%)	Pass/Fail
176Vac/50Hz	24.769	24.331	24.461	1.013%	2%	pass
230Vac/50Hz	24.768	24.32	24.468	1.012%	2%	pass
265Vac/50Hz	24.769	24.338	24.466	1.012%	2%	pass
整体	24.769	24.33	24.465	1.012%	2%	pass

10. 输出纹波 Ripple and Noise @ 25°C

Test Temperature: 25°C, 输出电压: 24V 要求使用 MDO 示波器测试, Sample 模式, 20Mhz 带宽, 探头尖并联 1uF 电解电容。纹波不能出现不稳、变异现象。

Vin/Fin	Load	Mode	Result(mV)	Spec Limit	Pass/Fail	环境温度
176Vac/50Hz	满载	10ms	192	240mVp-p	Pass	25°C
176Vac/50Hz	半载	10ms	176		Pass	25°C
176Vac/50Hz	25%load	10ms	124		Pass	25°C
176Vac/50Hz	空载	10ms	60		Pass	25°C
230Vac/50Hz	满载	10ms	196		Pass	25°C
230Vac/50Hz	半载	10ms	180		Pass	25°C
230Vac/50Hz	25%load	10ms	132		Pass	25°C
230Vac/50Hz	空载	10ms	56		Pass	25°C
265Vac/50Hz	满载	10ms	196		Pass	25°C
265Vac/50Hz	半载	10ms	180		Pass	25°C
265Vac/50Hz	25%load	10ms	124		Pass	25°C
265Vac/50Hz	空载	10ms	60		Pass	25°C

11. 输出电压切换时间 Output Voltage Switching Time @ 25°C

(1) 动态负载特性 Dynamic load test

Vout: 24V/2A@25°C

输入电压	跳变值	规格值	实测最小值	实测最大值	峰峰值	结论
176Vac	0~100%	1.2V	-489.34	498.75	988.09	Pass
	10%~100%	900mV	-423.46	432.87	856.3	Pass
230Vac	0~100%	1.2V	-489.34	470.52	959.86	Pass
	10%~100%	900mV	-423.46	404.64	828.11	Pass

Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	10 of 16

264Vac	0~100%	1.2V	-451.69	517.57	969.27	Pass
	10%~100%	900mV	-414.05	404.64	818.69	Pass

12.雷击浪涌测试 Surge Test:

Test Temperature:25℃ 输入电压 220VAC 满载, 用浪涌测试仪测试差模 共模;电源不应掉电、损坏。

浪涌	实验等级	测试次数	Pass/F
差模	1kV	90 度, 270 度相位, 正负各 20 次;	Pass

13.ESD 测试 ESD Test:

Test Temperature:25℃ (输入不通电; 外壳或输出端接大地测试; 测试完通电检查电源输出是否正常)

	实验等级	测试参数	Pass/F
接触放电	4KV	对外壳接触放电; 对输出端子 裸板机型 PCB 板边空气放电	Pass
空气放电	8KV		Pass

14.EFT 测试 EFT Test:

Test Temperature:25℃ 按照 LEVEL4 等级测试

	实验等级	测试参数	Pass/F
EFT	4kV/5kHz	对 L N L+N 分别进行耦合测试; 正负各 60 次脉冲;	Pass

Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	11 of 16

15. 元器件温升测试 Component temp. Test:

Test Temperature: 45°C

元 器 件 温 升 记 录 表					
机型: 24V2.4		规格书版本: A0		测试日期: 2023/07/10	
		环境温度: 常温		相对湿度: 0%RH	
		176VAC	220VAC	264VAC	结论
冷却情况及电源放置		电源水平放置: 1小时		是否关闭温箱风机: 是	
1	整流桥	61.75	57.99	55.8	
2	CE1	52.4	50.7	49.68	
3	CE2	51.11	48.53	47.52	
4	Vcc 电容	49.94	48.61	48.47	
5	CE4	67.75	68.61	69	
6	CE5	57.26	57.91	58.31	
7	变压器线圈	76.08	78.04	79.23	
8	变压器磁芯	74.21	76.02	77.08	
9	共模电感	54.06	51.97	49.84	
10	输出二极管	103.56	104.34	104.7	
11	U1	74.41	77.41	79.84	
12	环境温度	29.16	29.26	29.32	

16. Vcc 电压测试(最低输出电压空载, 满载切空载下最小 Vcc)

Test Temperature: 25°C: 将电源输出电压调节到最低, 测试空载 Vcc 电压, 要比 UVLO 有 2V 裕量

Vin/Fin	Load	Result(V)	Spec Limit(V)	Pass/Fail	测试温度 Temp
176Vac/50Hz	空载	4.2019	5	PASS	25°C
	空满切换	4.4852	5	PASS	25°C
230Vac/50Hz	空载	4.2491	5	PASS	25°C
	空满切换	4.438	5	PASS	25°C
265Vac/50Hz	空载	4.2491	5	PASS	25°C
	空满切换	4.438	5	PASS	25°C

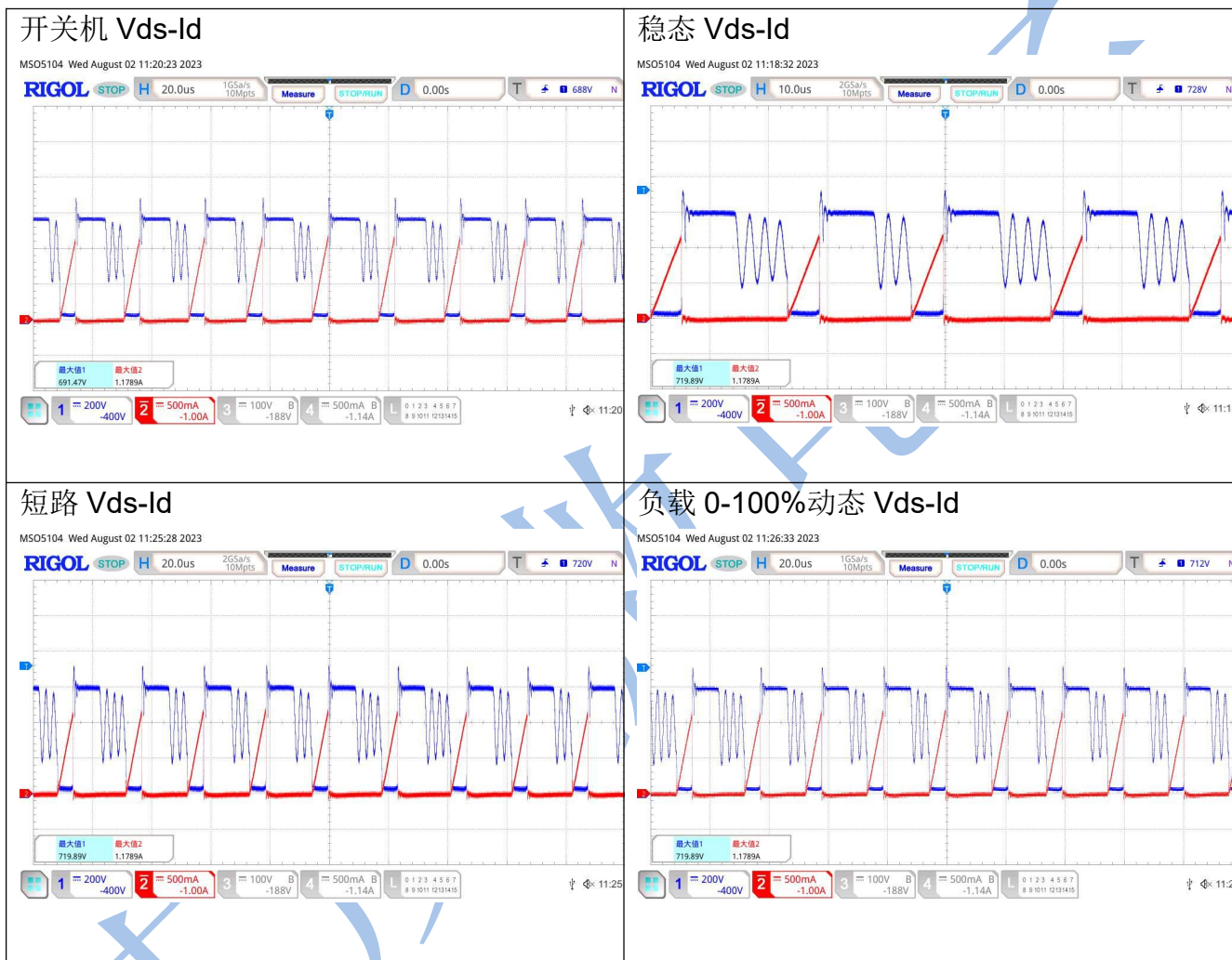
17. 主开关 MOS Vds 电压应力、 Id 电流应力测试

Test Temperature: 25°C:

Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	12 of 16

测试条件: 输入: 264Vac, 输出: 24V/2.0A

位号	型号	测试项	规格值	开关机	常态	短路	负载跃迁	结论
U1	LPKSF001	Vds(V)	850V	691.47	719.89	719.89	719.89	PASS
		Id(mA)		1.1789	1.1789	1.1789	1.1789	PASS

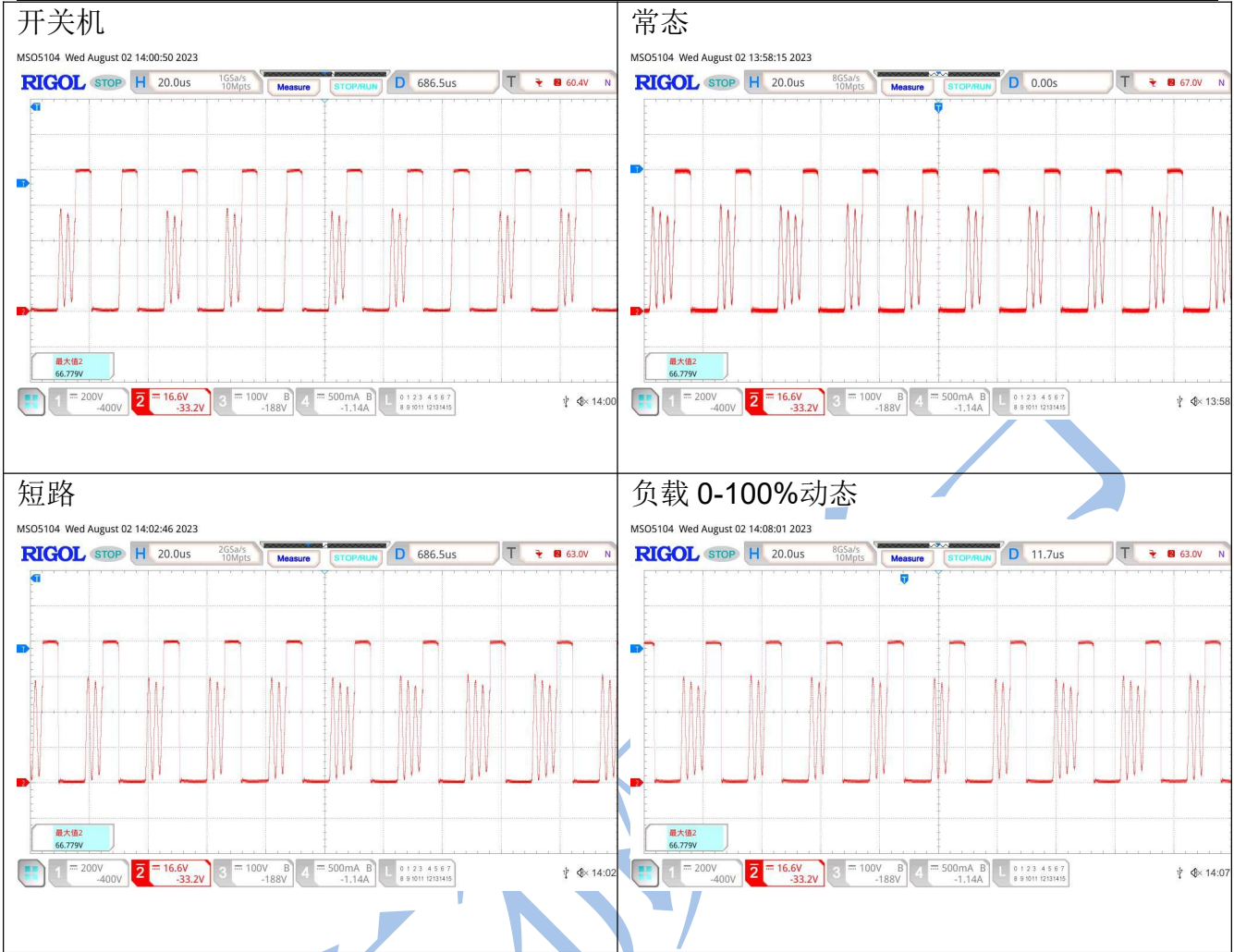


18. 输出二极管电压应力测试

Test Temperature: 25°C:

测试条件: 输入: 264Vac, 输出: 24V/2A

位号	型号	Vr	开关机	常态	短路	负载跃迁	结论
D1	SB5T100	100V	66.779	66.779	66.779	66.779	PASS

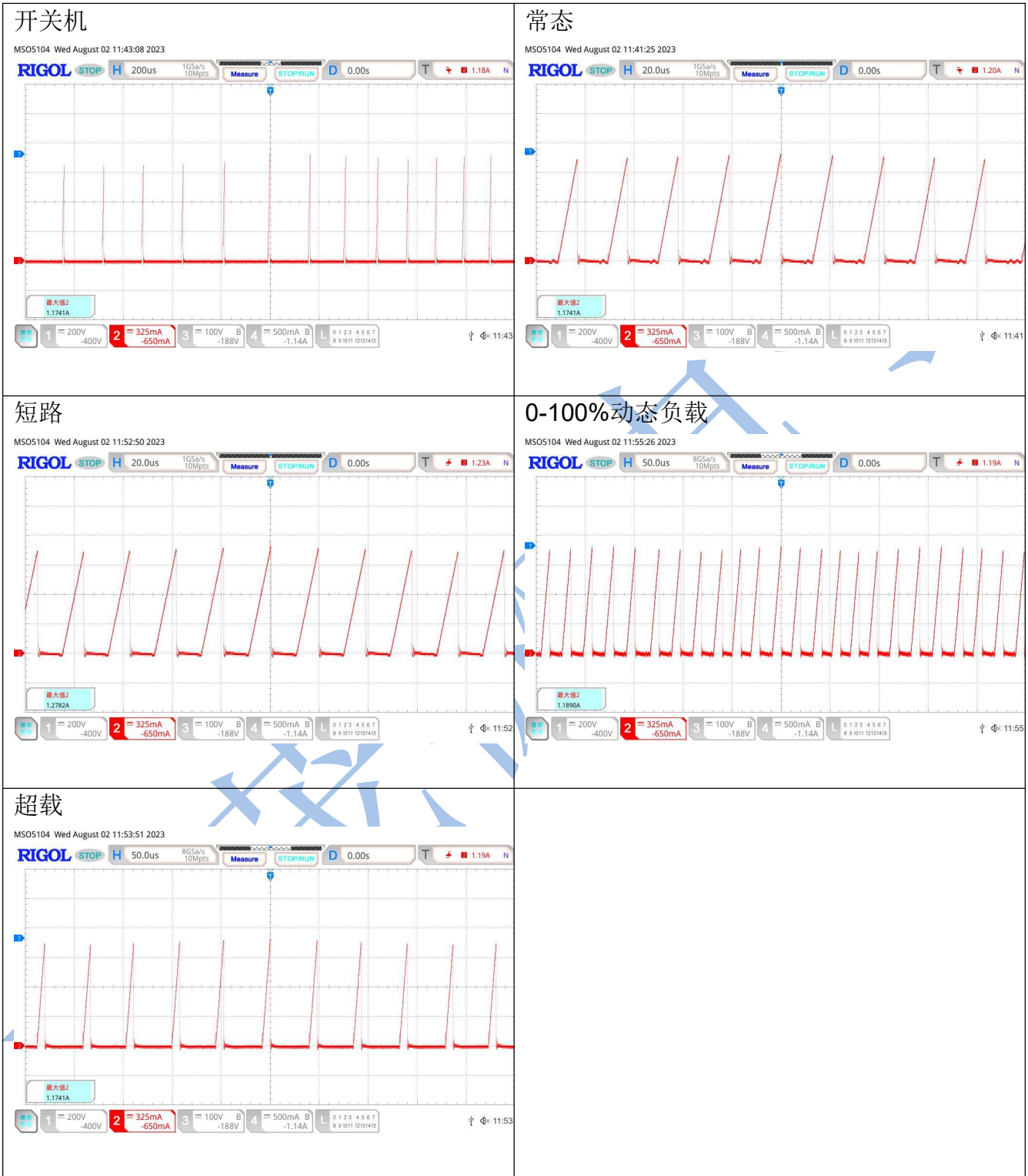


19. 磁饱和测试: 热机后满载、超载、大动态下 Ip 电流波形测试

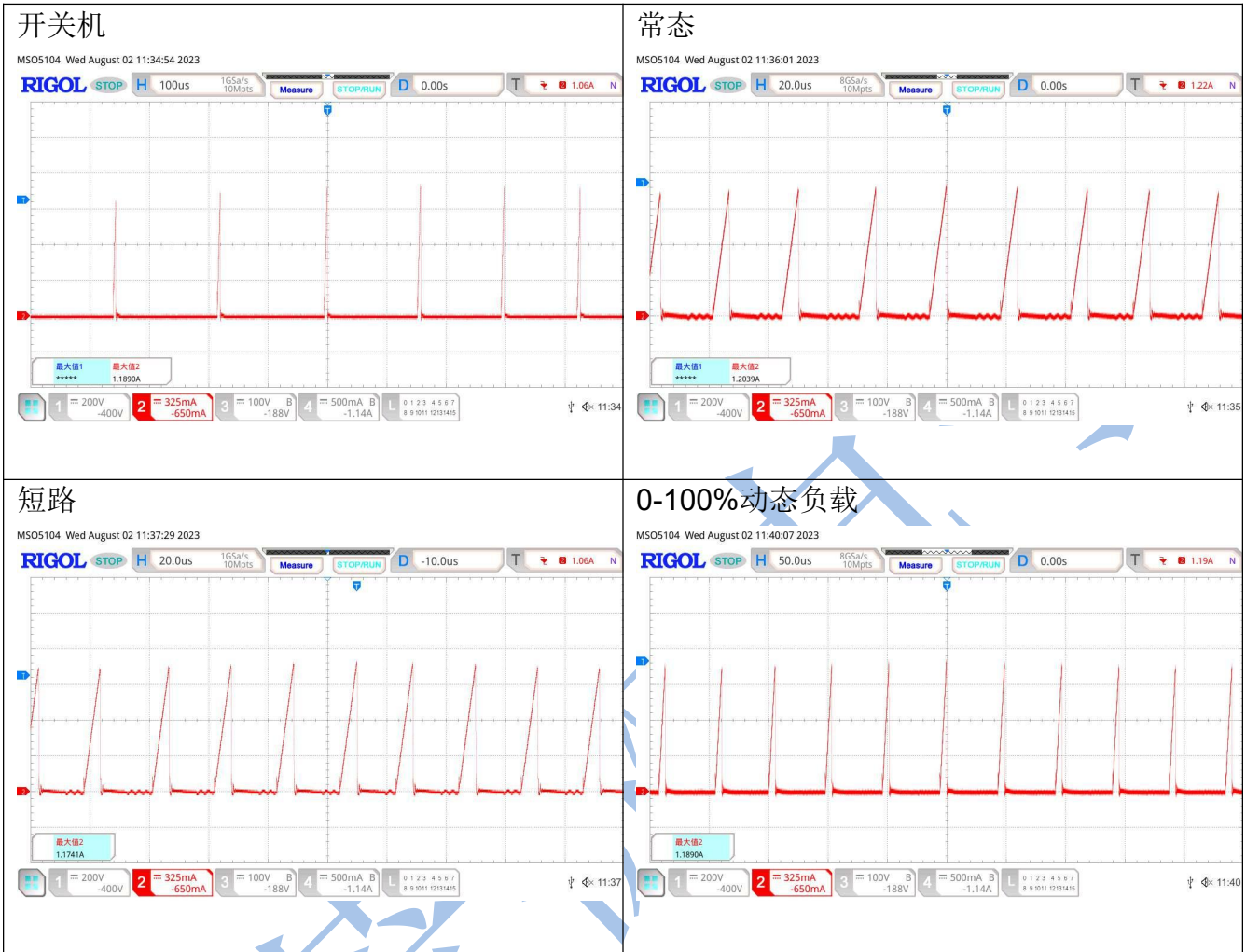
反激拓扑等: $\Delta B = L * I_p / (N * A_e)$

位号: T1	L(uH)	I _p (mA)	N(turns)	A _e (mm ²)	ΔB (mT)	规格值	结论	
176Vac	开关机	1600	1.1741	86	79	276.5	<350mT	PASS
	常态	1600	1.1741	86	79	276.5		PASS
	短路	1600	1.2782	86	79	301		PASS
	负载跃迁	1600	1.189	86	79	280		PASS
	超载	1600	1.1741	86	79	276.5		PASS
264Vac	开关机	1600	1.189	86	79	280	<350mT	PASS
	常态	1600	1.2039	86	79	283.5		PASS
	短路	1600	1.1741	86	79	276.5		PASS
	负载跃迁	1600	1.189	86	79	280		PASS
	超载	1600	1.21	86	79	0.285		PASS

Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	14 of 16

输入电压: 176Vac, 输出负载: 24V/2A


Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	15 of 16

输入电压 264Vac, 输出负载: 24V/2A

20. 长期老化测试 Burn in life Test:

Test Temperature: 50°C 额定电压输入 额定负载

	实验时间	测试参数 压降	Pass/Fail
寿命 Life	2 个月	测试两个月, 每天做输入反复开关机 10 次	Pass

Model Name:	家电 24V-2A	Date:	2023-09-20
Sample Stage:	Verify	Page:	16 of 16