



65 W USB-PD 电源适配器解决方案 (PAG1P-A3 与 PAG1S-A1) 测试报告 2.1 版

赛普拉斯半导体公司

英飞凌科技公司

198 Champion Court

San Jose, CA 95134-1709

www.cypress.com

© 赛普拉斯半导体公司，2007-2017 年。本文件是赛普拉斯半导体公司及其子公司，包括 Spansion LLC（“赛普拉斯”）的财产。本文件，包括其包含或引用的任何软件或固件（“软件”），根据全球范围内的知识产权法律以及美国与其他国家签署条约归赛普拉斯所有。除非在本款中另有明确规定，赛普拉斯保留在该等法律和条约下的所有权利，且未就其专利、版权、商标或其他知识产权授予任何许可。如果软件没有附带许可协议且贵方未以其他方式与赛普拉斯签署关于使用软件的书面协议，赛普拉斯特此授予贵方适用于个人的、非独占性、不可转让的许可（无转授许可权）(1) 在版权保护下的软件 (a) 以源代码形式提供的软件，只能是在组织内部为了使用赛普拉斯的硬件去修改和复制。(b) 以二进制代码形式从外部发到终端用户（直接或间接通过经销商和分销商），仅用于赛普拉斯硬件产品单元。(2) 在软件（由赛普拉斯公司提供，且未经修改）侵犯赛普拉斯专利的权利主张下，仅许可在赛普拉斯硬件产品上制造、使用、提供和导入软件。禁止对软件的任何其他使用、复制、修改、翻译或编译。

在适用法律允许的限度内，赛普拉斯未对本文件或任何软件作出任何明示或暗示的保证，包括但不限于针对特定用途的适销性和适用性的暗示保证。在适用法律允许的范围内，赛普拉斯保留更改本文件的权利，届时将不另行通知。赛普拉斯不对因应用或使用本文件所述任何产品或电路引起的任何后果负责。本文件，包括任何样本设计信息或程序代码信息，仅为供参考之目的提供。文件使用人应负责正确设计、计划和测试信息应用和由此生产的任何产品的功能和安全性。赛普拉斯产品不应被设计为、设定为或授权用作武器操作、武器系统、核设施、生命支持设备或系统、其他医疗设备或系统（包括急救设备和手术植入物）、污染控制或有害物质管理系统中的关键部件，或产品植入之设备或系统故障可能导致人身伤害、死亡或财产损失其他用途（“非预期用途”）。关键部件指，若该部件发生故障，经合理预期会导致设备或系统故障或会影响设备或系统安全性和有效性的部件。针对由赛普拉斯产品非预期用途产生或相关的任何索赔、损失和其他责任，赛普拉斯不承担全部或部分责任且贵方不应追究赛普拉斯之责任。贵方应赔偿并保护赛普拉斯因赛普拉斯产品任何非预期用途产生或相关的所有索赔、费用、损失和其他责任，包括因人身伤害或死亡引起的索赔。

赛普拉斯、赛普拉斯徽标、Spansion、Spansion 徽标，及上述项目的组合，以及 WICED、PSoC、CapSense、EZ-USB、F-RAM 和 Traveo 应视为赛普拉斯在美国和其他国家的商标或注册商标。请访问 cypress.com 获取赛普拉斯商标的完整列表。其他名称和品牌可能由其各自所有者主张为该方财产。

目录



1. 简介	4
2. 测试装置	5
2.1 DUT（被测器件）	5
2.2 DUT 设置	6
2.3 测试设备	6
3. 电源管理测试结果	7
3.1 四点平均效率	7
3.2 待机功耗	10
3.3 输出电压纹波和峰-峰噪声	12
3.4 输出电压动态响应	15
3.5 输出电流动态响应	16
3.6 开机延迟时间	17
3.7 启动上升时间	18
3.8 关断保持和下降时间	19
3.9 开关电压应力	20
3.10 过流保护	21
3.11 短路保护	22
3.12 过压保护	23
3.13 过温保护	23
3.14 热成像	24
3.15 传导干扰	25
3.16 USB PD 电源测试结果	29
4. 附录	30
4.1 原理图	31
4.2 物料清单	32
4.3 PCB 布局	33
4.4 变压器规格 (T1)	34
4.5 电感器规格 (L1)	36
4.6 共模扼流圈规格 (LF)	37
4.7 脉冲变压器 (T2)	38
4.8 EZ-PD Configuration Utility	40
4.9 术语表	43
修订记录	44

1. 简介



赛普拉斯 PAG1P 系列的 CYPAP111/2 部件设计用于次级侧控制型 AC/DC 反激式转换器拓扑。在该拓扑结构中，次级侧控制器负责调节电压和电流。CYPAP111/2 则可提供启动功能，驱动初级侧 FET 并对故障状况做出响应。

赛普拉斯 PAG1P 系列的 CYPAS111 部件集成了次级侧同步反激式 PWM 控制器、同步整流 (SR) 控制器和充电端口 PD 控制器。该产品旨在兼容带初级侧启动控制器 (CYPAP111/2) 的次级侧控制型反激式系统，该控制器具备次级侧感测和调节功能。CYPAS111 主要面向移动电源适配器，尤为适合采用 USB PD、高通 Quick Charge 快充及其他标准充电协议的高效 AC-DC 反激式设计。CYPAS111 还支持 USB 供电 (USB PD 3.0) 的可编程电源 (PPS) 模式。

CYPAP111/2 和 CYPAS111 之间的接口由脉冲边沿变压器和相关电路构成。

本文件中的 65 W 电源适配器测试结果基于 PAG1P + PAG1S 整个 PAG1 方案。在此整个方案中，转换器的初级侧装有赛普拉斯 CYPAP111/2A3-10SXQ，次级侧装有 CYPAS111A1-24LQXQ。

表 1-1. 测试规范

参数	值
额定输入电压	100~240 Vac
输入频率	47 - 63 Hz
总输出功率	65 W
主输出端 Vo/Io	固定 PDO: 5 V/3 A、9 V/3 A、12 V/3 A、15 V/3 A、20 V/3.25 A PDO-PPS: 3.3 V - 21 V/3 A
效率	CoC 2 级, DoE 6 级
待机功耗	CoC 2 级, DoE 6 级
保护	OVP、UVP、OCP、SCP、OTP

2. 测试装置



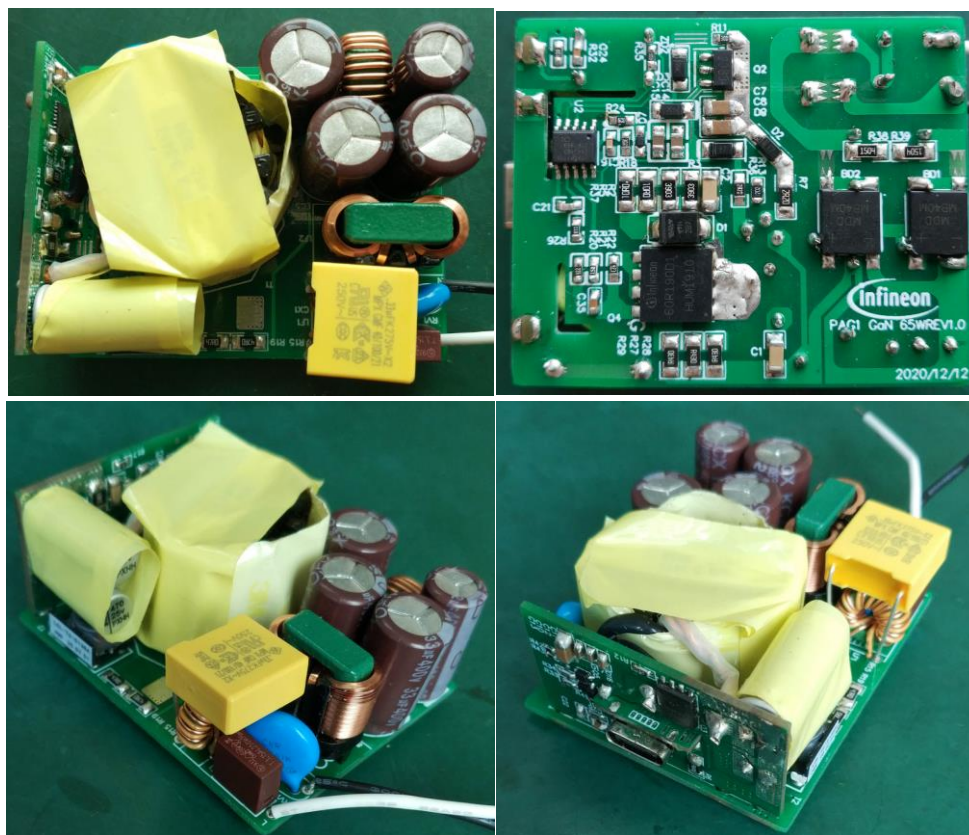
2.1 DUT（被测器件）

65 W PAG1P+PAG1S 解决方案套件: (CYPAP111A3+CYPAS111A1)

表 2-1.PAG1P-PAG1S 解决方案演示板详细信息

DUT 内容	描述
CYPAP111A3+CYPAS111A1	初级侧和次级侧控制器
软件版本	CYPAS111_65w_130k_ZVS_v9

图 2-1.PAG1P+PAG1S CoolGaN™非 X-Cap 模式解决方案演示板



PCBA 尺寸（单位：mm）：52（长）x 42（宽）x 22（高），功率密度：22.17 W/in³ 或 1.35 W/CC

注意：本报告提及的所有测试均置于开放式框架中进行。

2.2 DUT 设置



DUT 通过 USB Type-C 线连接至 PAT 测试器 (CCPROG PAT)。成功连接后，PAT UI 随即搜索 PDO，然后将其显示到 UI 上。在这一示例中，解决方案套件预配置了 6 个 PDO：

- PDO 1: 5 V, 3 A 固定
- PDO 2: 9 V, 3 A 固定
- PDO 3: 12 V, 3 A 固定
- PDO 4: 15 V, 3 A 固定
- PDO 5: 20 V, 3.25 A 固定
- PDO 6: 3.3 V-21 V, 0-3.25 A PPS

测试时既可选择适合的预配置 PDO，亦可使用赛普拉斯 EZ-PD Configuration Utility 配置新 PDO。以下几节中的测试均使用预配置的 PDO。

欲了解有关 PAT 测试器和 UI 的更多信息，请浏览：USBCEE: <https://www.usbcee.com/product-details/3>

所用的 **Type C 数据线**（1 米长）：本报告中各项测试所用的 Type C 数据线为3027003-01M。数据表请见：http://www.qualtekusa.com/images/Cable%20Assemblies/PDF_2/3027003-01M.pdf

2.3 测试设备

表 2-2.测试设备清单

测试设置	描述
示波器名称	Tektronix MDO3024
功率计	Yokogawa WT310E
数字万用表 (Vo & Io)	FLUKE 17B
可编程交流电源	JingCe DAL15P
电子负载	Chroma 63600-1
热像仪	Fluke Ti200
自动化软件	Chroma 8000
EMI 测试接收机 9k-300MHz	KeHuan KH3932

3. 电源管理测试结果



本报告给出的数据结果均基于 PAG1P+PAG1S+CoolGaNTM 65W 非 Xcap 模式 解决方案演示板。

3.1 四点平均效率

3.1.1 详细数据

表 3-1.效率* 结果

参数	测试条件	最低标准		单位	测试结果	
		DoE 6 级	CoCvt 2 级		15 Vac 60 Hz	230 Vac 50 Hz
四点平均效率 (负载为 25%、50%、75%、100% 时的平均值)	Vo = 3.3 Vdc, Io = 3 A	78.63%	78.93%	%	89.94	86.88
	Vo = 5 Vdc, Io = 3 A	81.39%	81.84%	%	91.20	89.02
	Vo = 9 Vdc, Io = 3 A	86.62%	87.30%	%	91.81	90.75
	Vo = 12 Vdc, Io = 3 A	87.40%	88.30%	%	91.89	91.14
	Vo = 15 Vdc, Io = 3 A	87.73%	88.85%	%	91.77	91.32
	Vo = 20 Vdc, Io = 3.25 A	88.00%	89.00%	%	91.61	91.78
	Vo = 21 Vdc, Io = 3 A	88.00%	89.00%	%	91.69	91.67
无负载功耗	未连接 USB 受电端	最大 210	最大 150	mW	28	43
CoCvt 2 级 10% 负载下的效率	Vo = 3.3 Vdc, Io = 0.3 A	69.66%		%	84.39	71.29
	Vo = 5 Vdc, Io = 0.3 A	72.48%		%	86.43	77.38
	Vo = 9 Vdc, Io = 0.3 A	77.30%		%	87.89	81.46
	Vo = 12V dc, Io = 0.3 A	78.30%		%	87.82	83.65
	Vo = 15 Vdc, Io = 0.3 A	78.85%		%	87.57	84.42
	Vo = 20 Vdc, Io = 0.325A	79.00%		%	87.76	85.30
	Vo = 21 Vdc, Io = 0.3A	79.00%		%	87.60	85.10

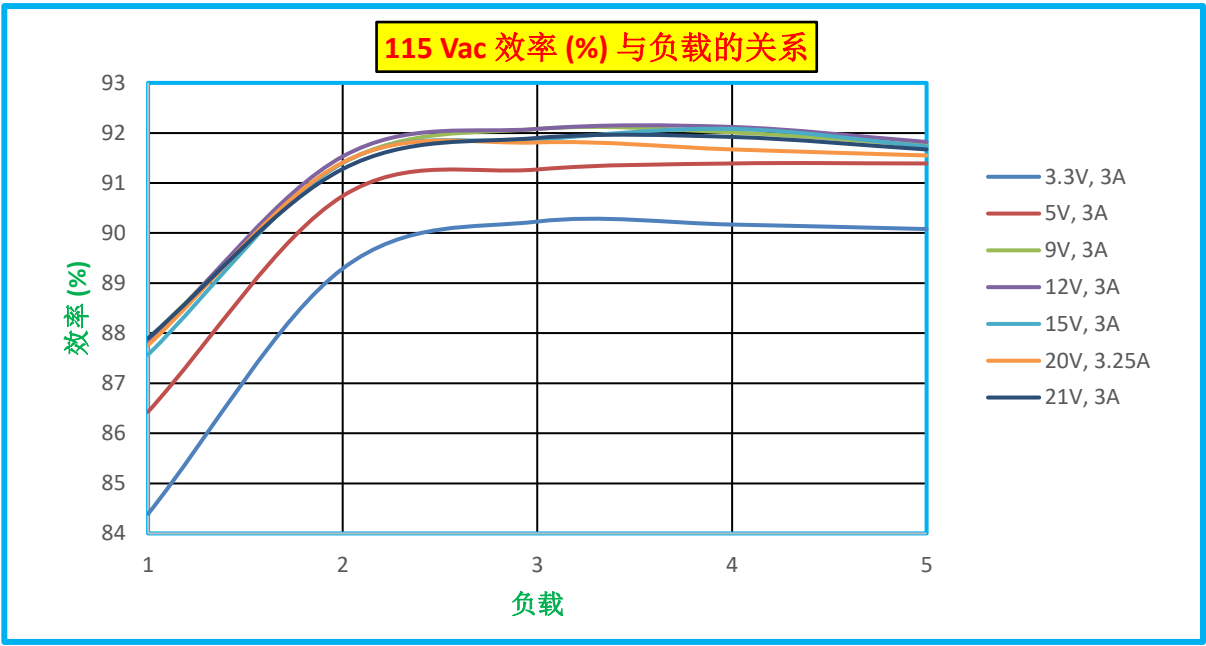
- 峰值效率: **92.25%** (在 230 Vac-50 Hz, 20 V-3.25 A 条件下)

* 效率计算用的 Vout 采集于电路板末端 Vbus_C。

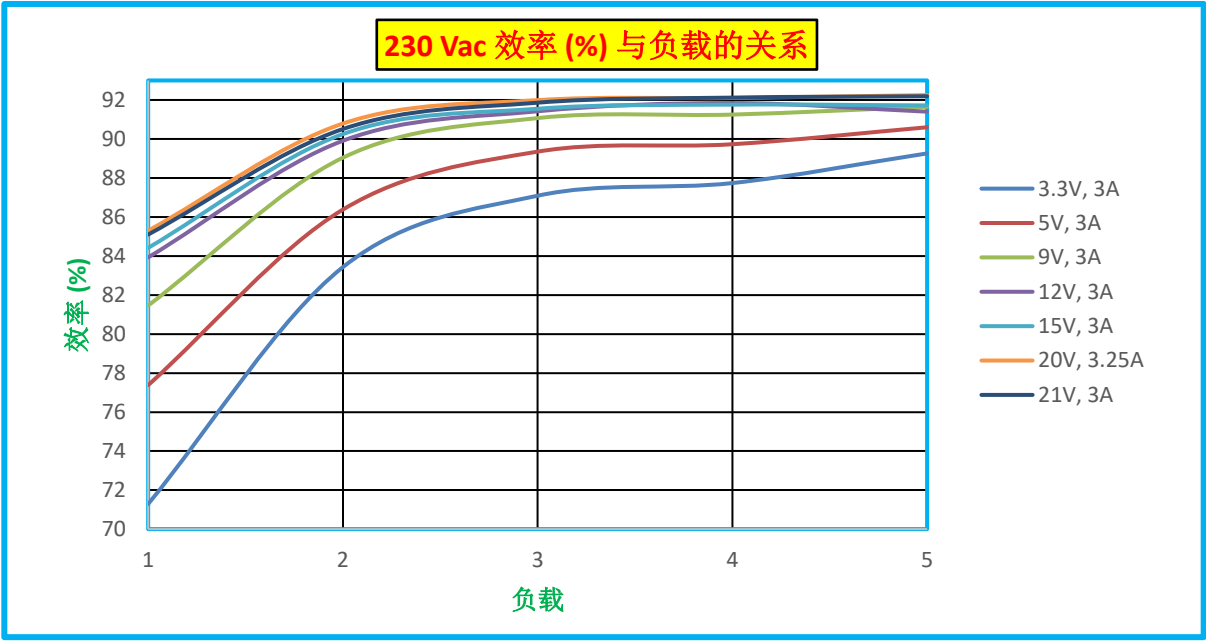
* 四点平均效率的变动幅度为 $\pm 0.3\%$, 10% 效率的变动幅度为 $\pm 1\%$ 。

3.1.2 图表

115 Vac, 60 Hz 下的效率



230 Vac, 50 Hz 下的效率



1-5 负载: 满载的 10%-25%-50%-75%-100%。

3.2 待机功耗

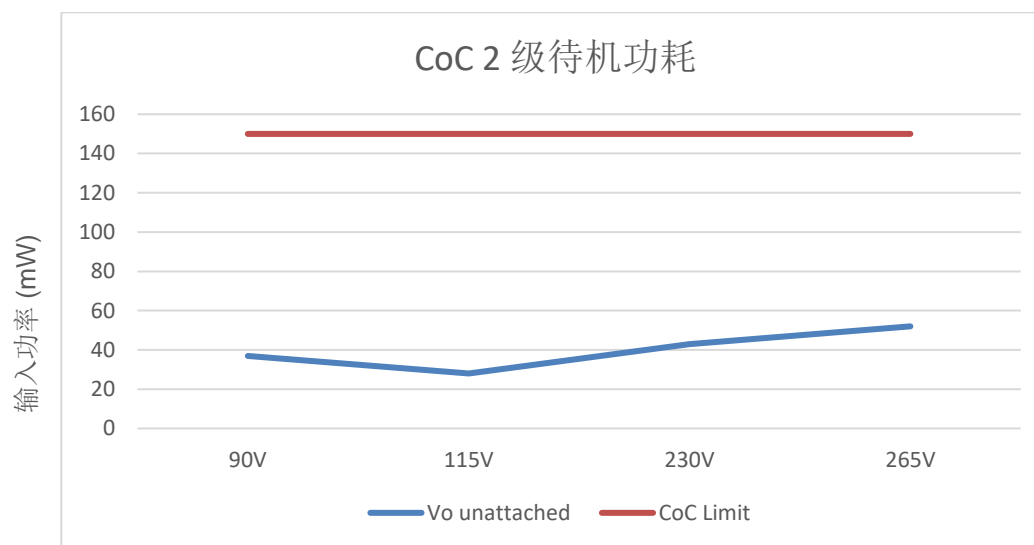
3.2.1 详细数据

表 3-2.待机功耗结果*

Vin (Vac)	90 Vac, 60 Hz	115 Vac, 60 Hz	230 Vac, 50 Hz	265 Vac, 50 Hz
输入功率 (mW)	37	28	43	52

3.2.2 图表

图 3-2-1.待机功耗对比 CoC 2 级标准



* 开始测量待机功耗前应进行 5 分钟的预热。

3.2.3 详情

图 3-2-2.115 Vac, 60 Hz 下的详细功率测量结果

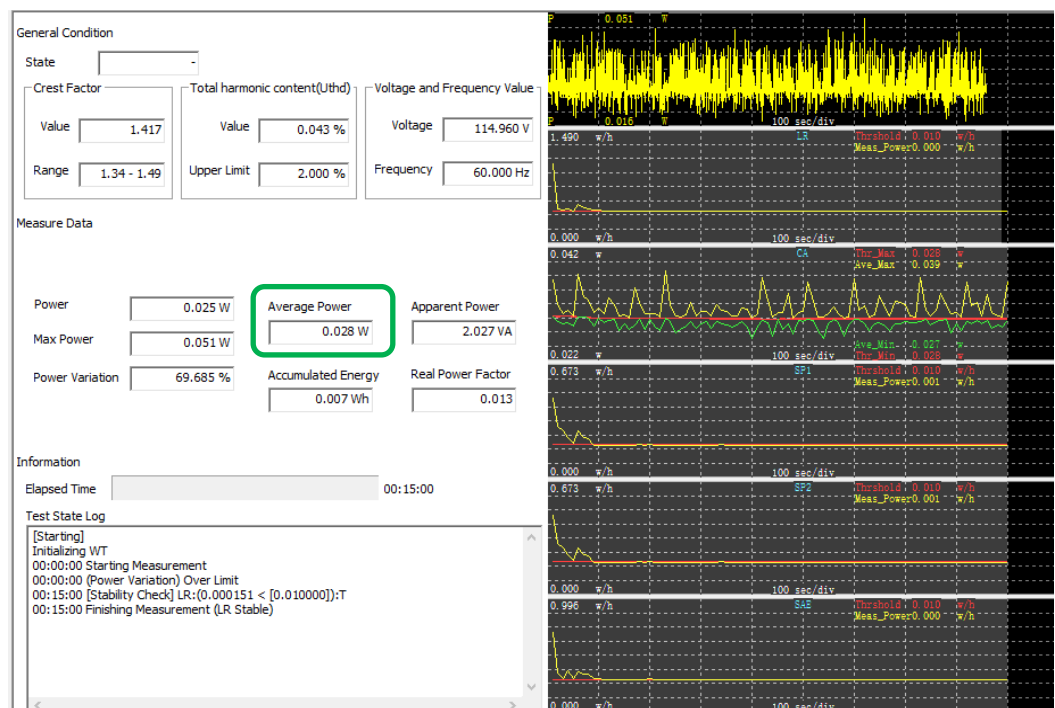
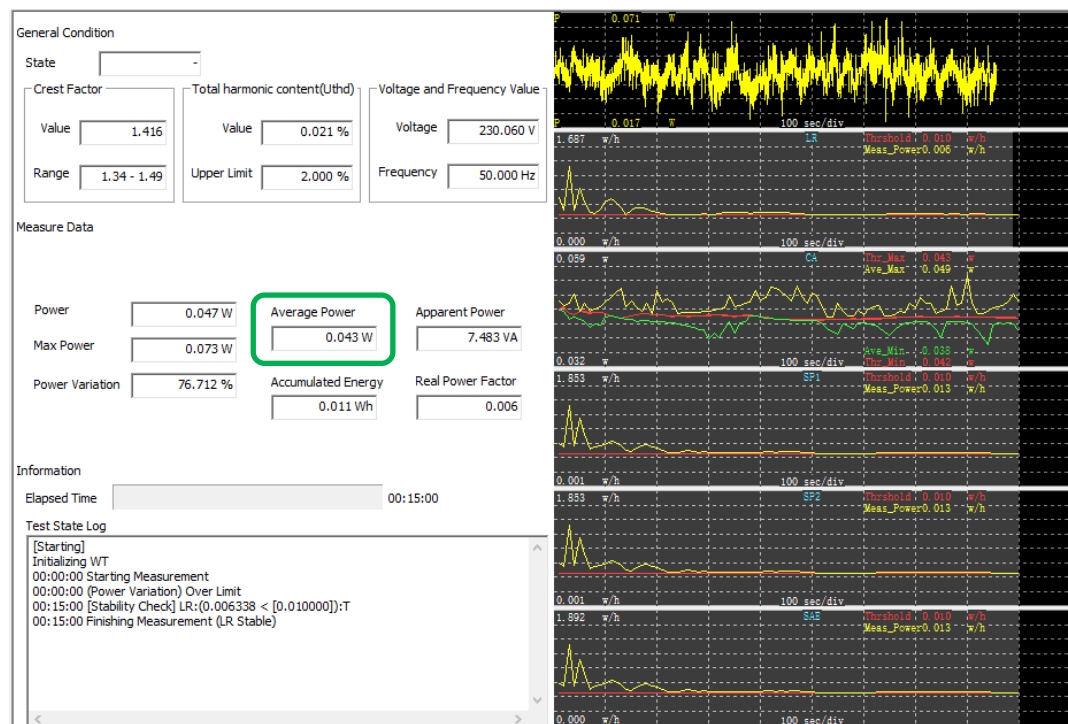


图 3-2-3.230 Vac, 50 Hz 下的详细功率测量结果



3.3 输出电压纹波和峰-峰噪声

纹波和噪声在 Vbus 处通过外加 10 uF 的电解电容和 104 K 的陶瓷电容器测得，示波器带宽设置为 20 MHz。探头需移除外部塑料保护器和接地线，而直接接地则需要一个弹簧引脚。具体请参考下方连接图片。

图 3-3-1.所用的纹波探头（连接至电路板末端）

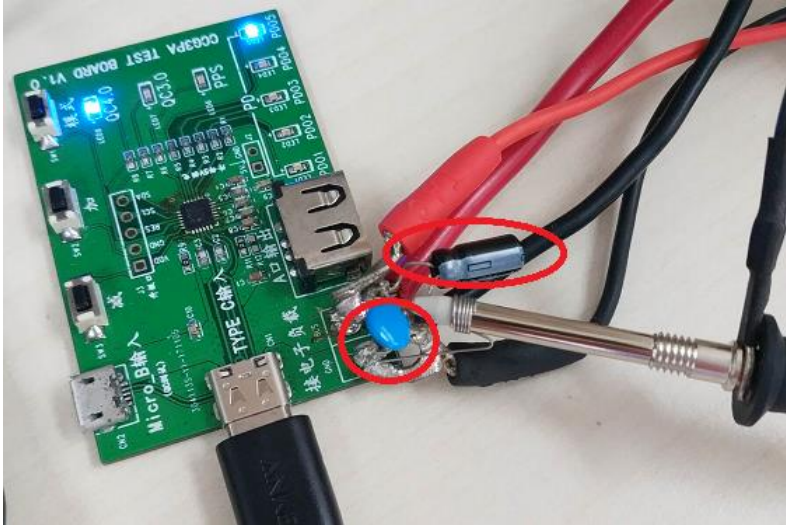
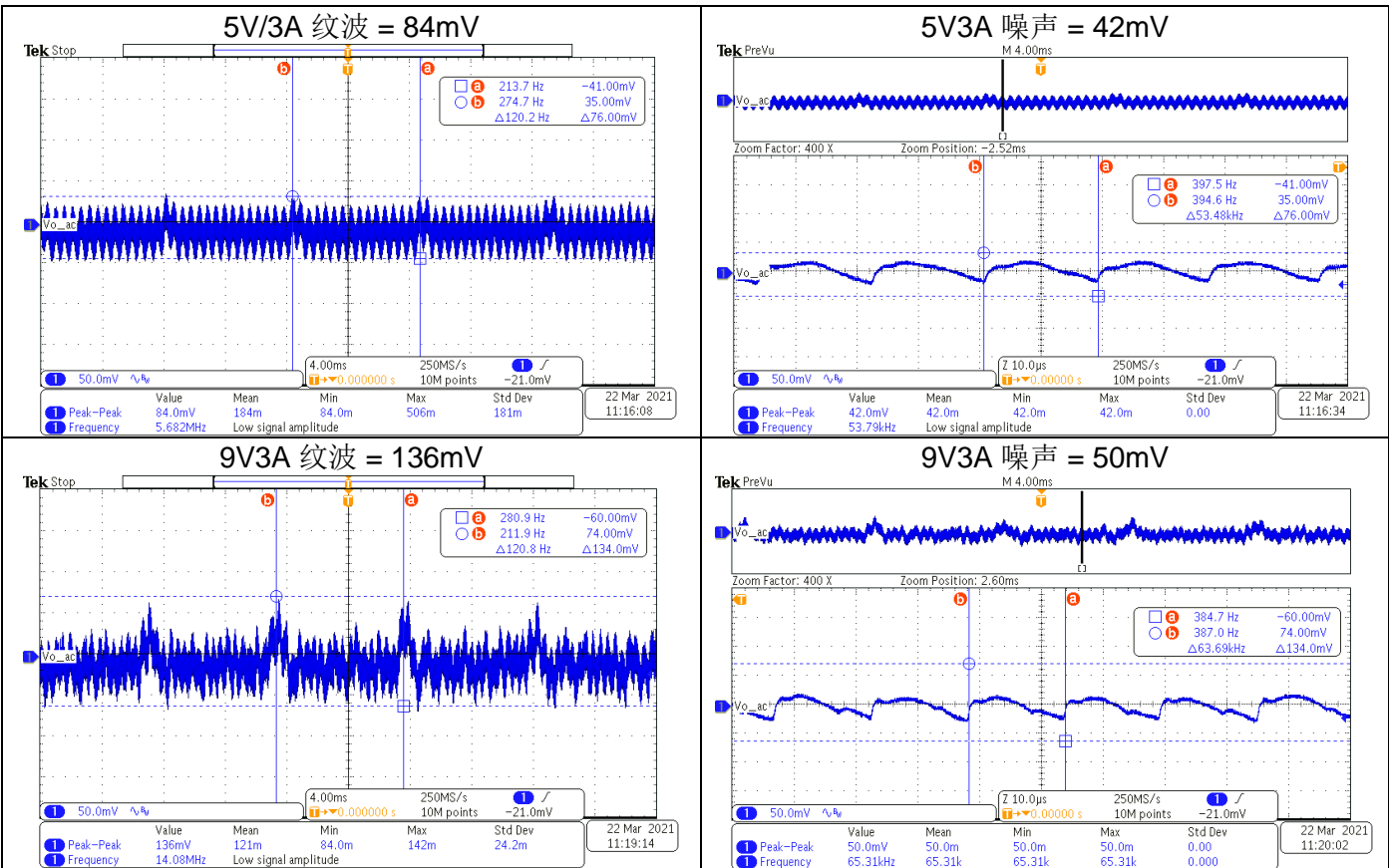


图 3-3-2.100 Vac，60 Hz 下的纹波和噪声 (CH1: Vbus_c)



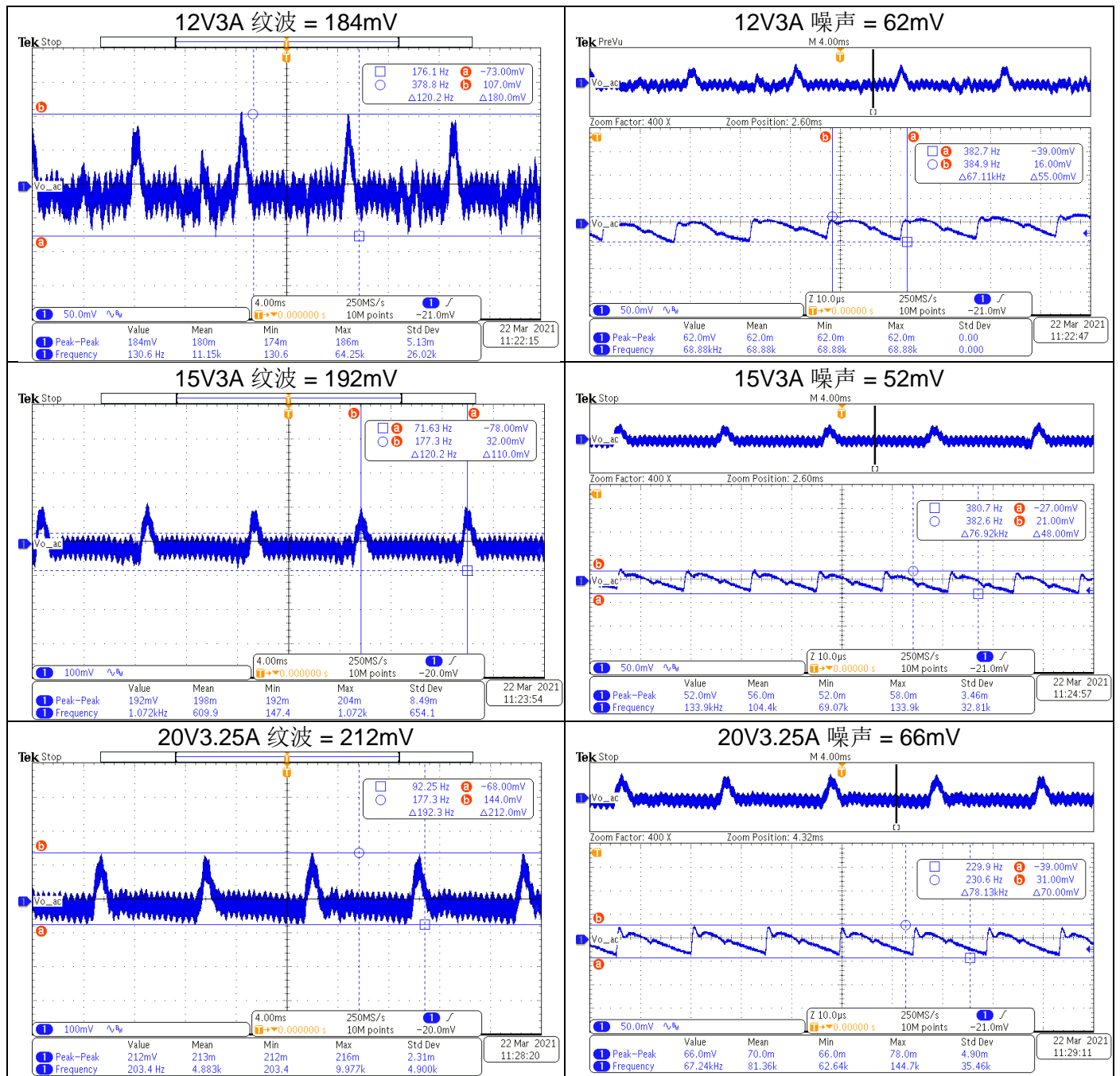
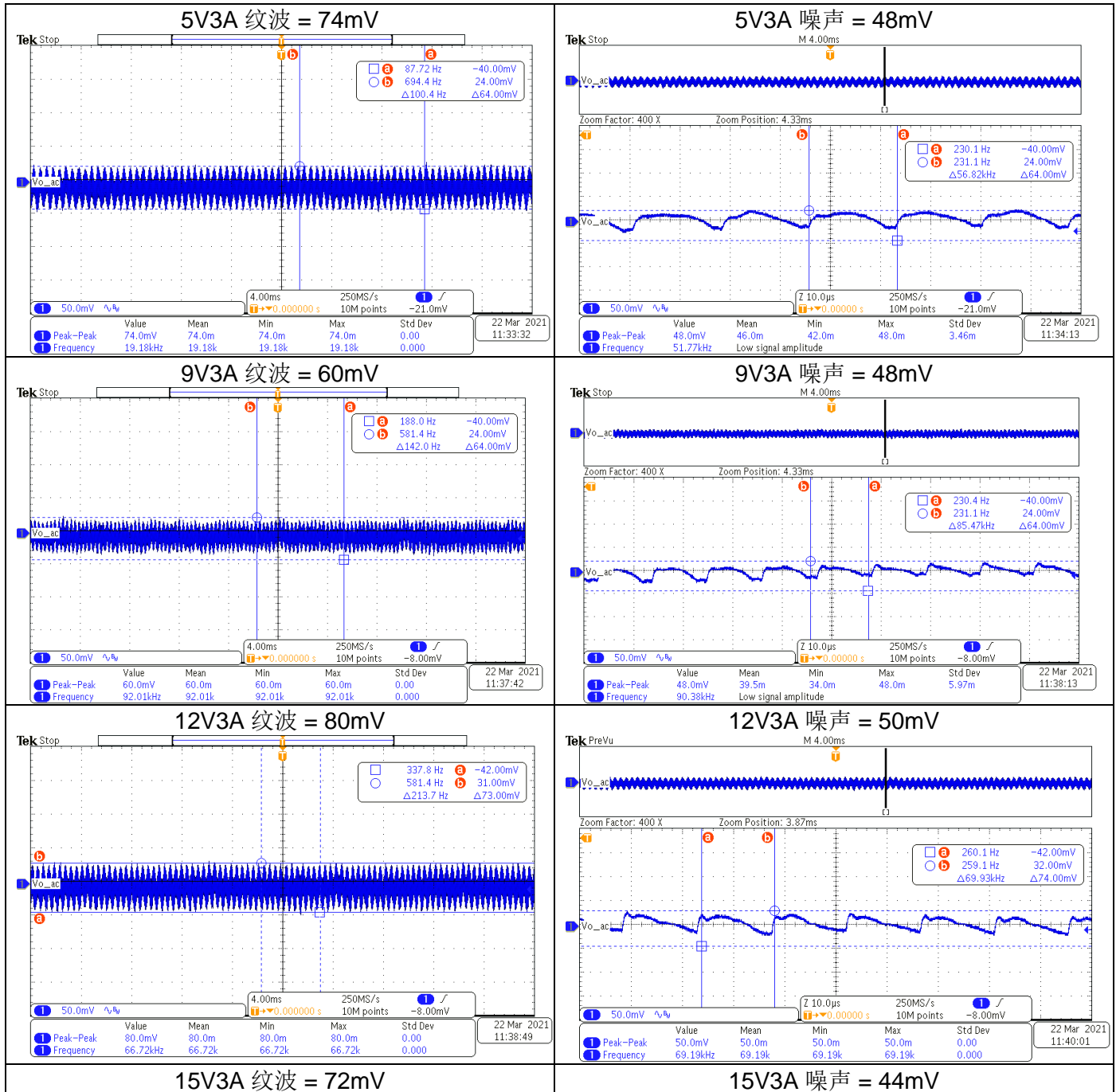
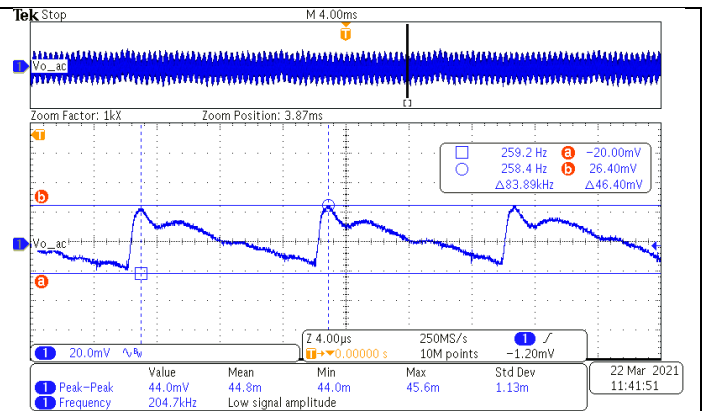
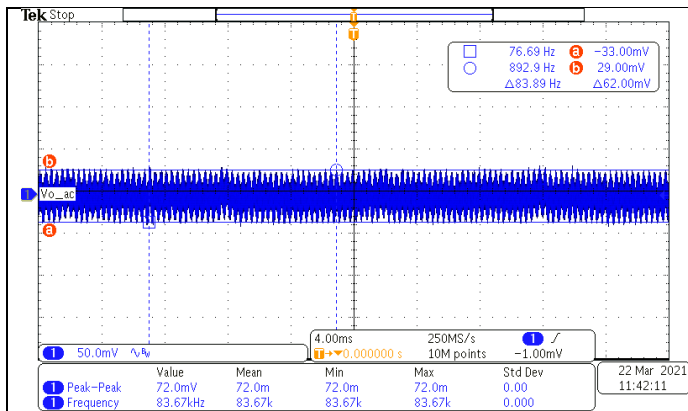


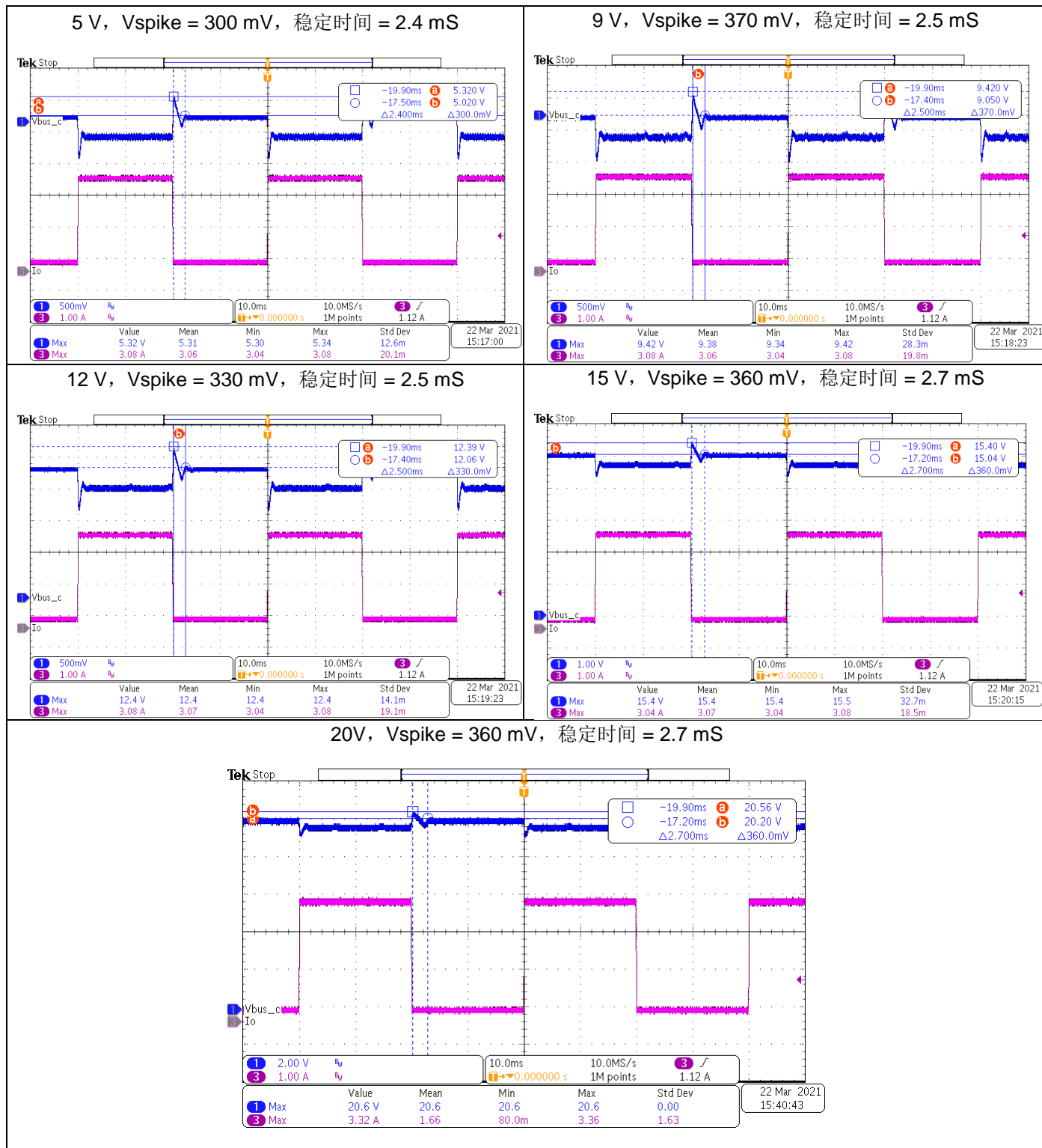
图 3-3-3.240 Vac, 50 Hz 下的纹波和噪声 (CH1: Vbus_c)





3.4 输出电压动态响应

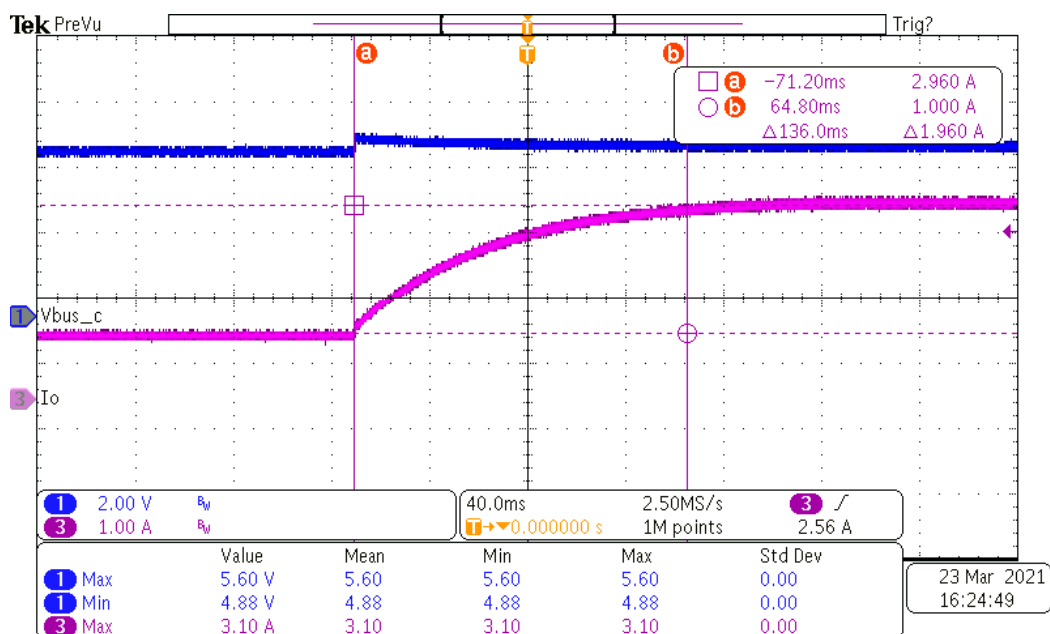
测试条件: 负载 = 100%-10%, T1 = 20 ms, T2 = 20 ms, 转换速率 = 0.5 A/uS, Vac = 115/60 Hz (CH1: Vbus_c)



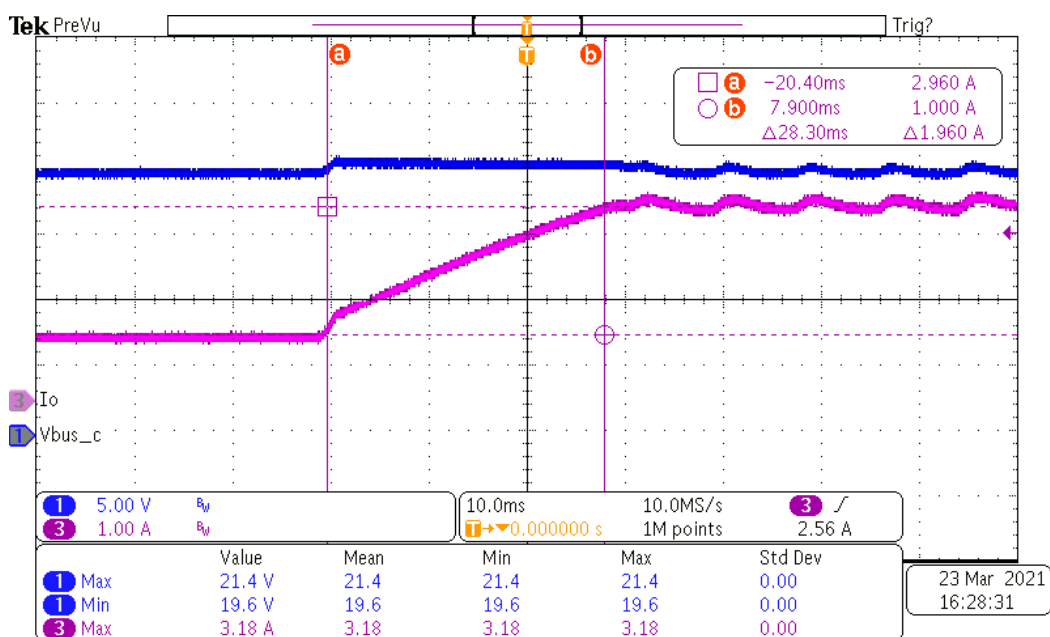
3.5 输出电流动态响应

测试条件: 115 Vac, 60 Hz, 电子负载为 PPS CV 模式。

▼ 5 V 1 A~3 A 负载, 稳定时间 = 136 mS

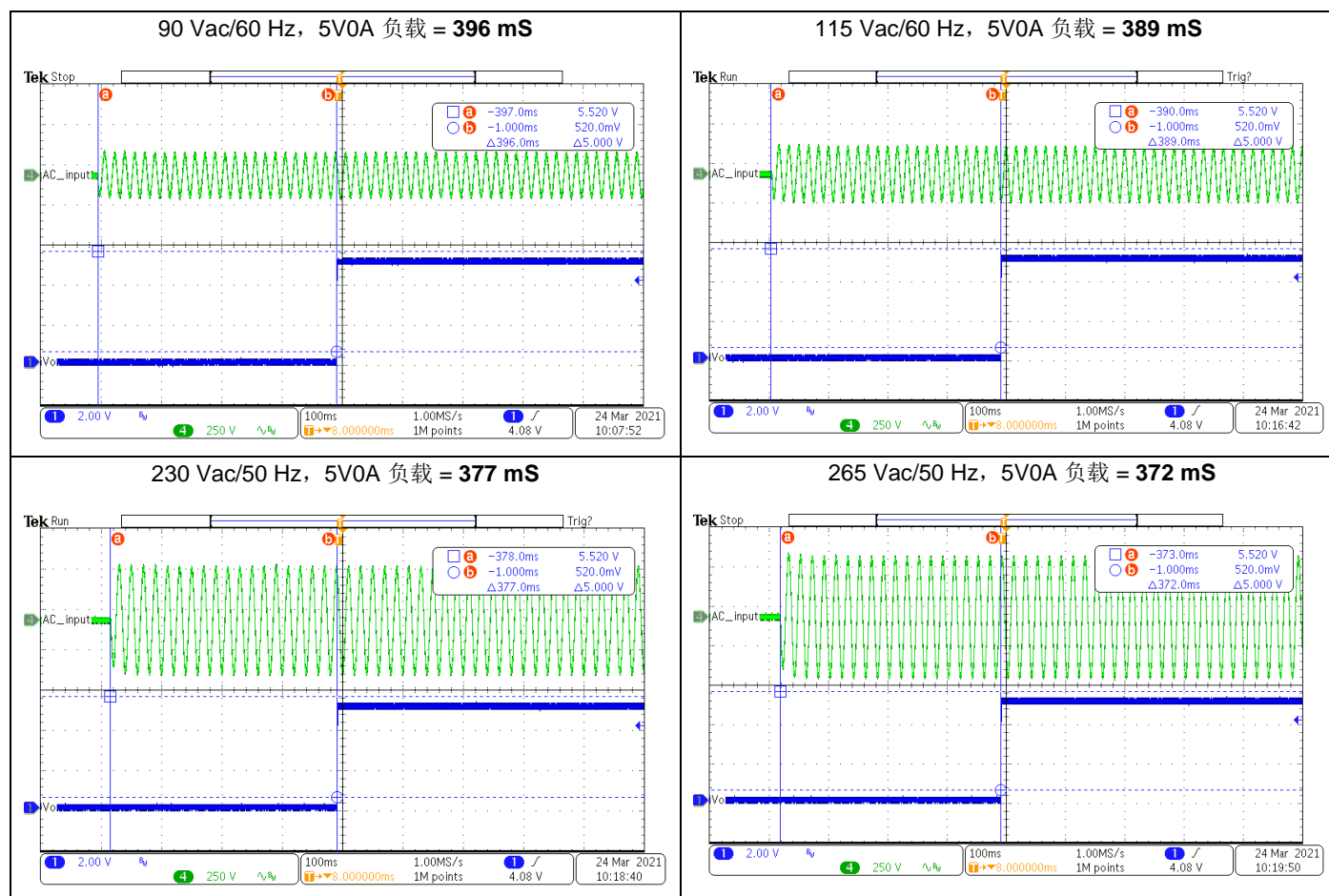


▼ 20 V 1 A~3 A 负载, 稳定时间 = 28.3 mS



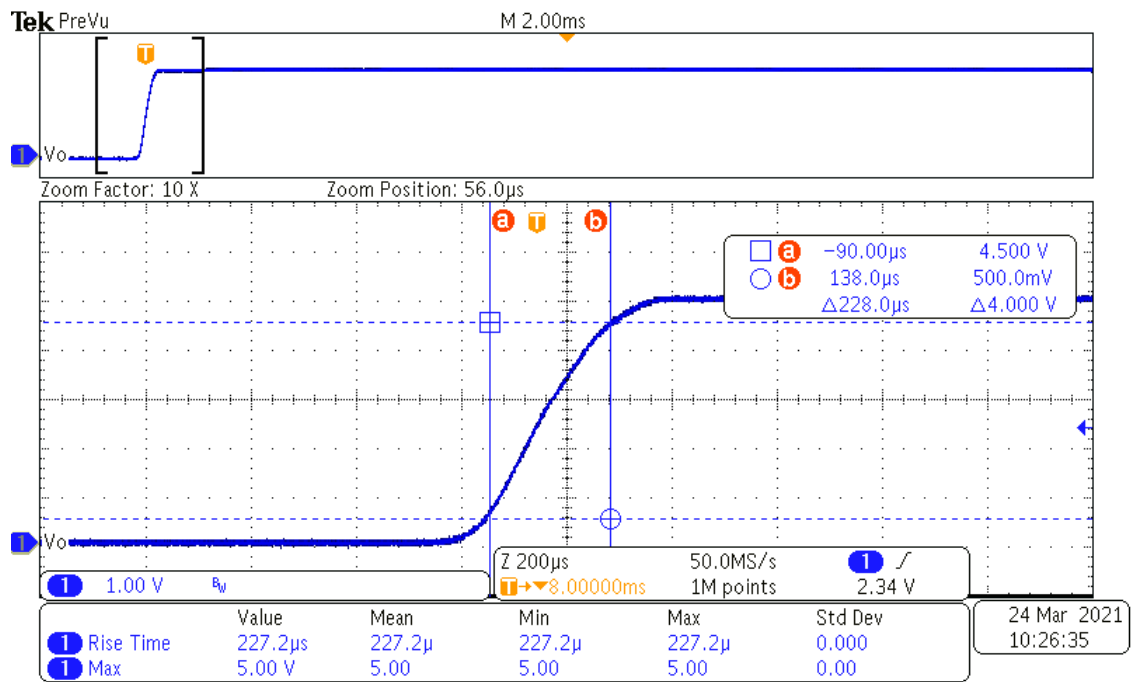
3.6 开机延迟时间

不同交流输入下的开机延迟时间

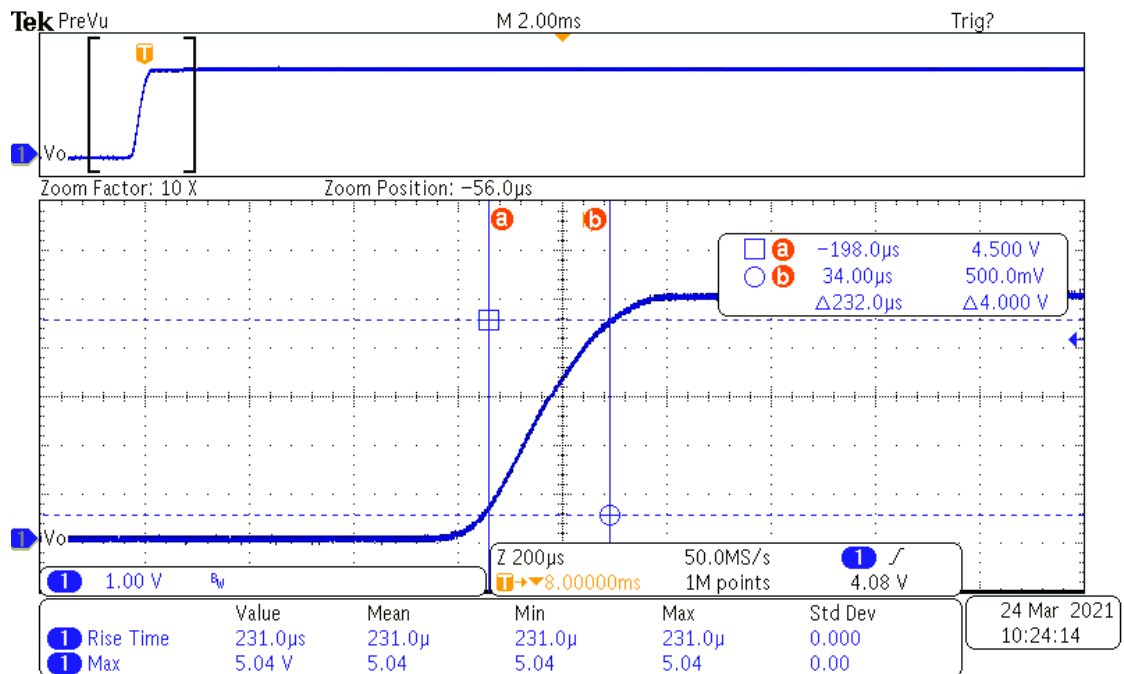


3.7 启动上升时间

▼ 90 Vac/60 Hz, 5V0A 负载下的启动上升时间 =2227 uS

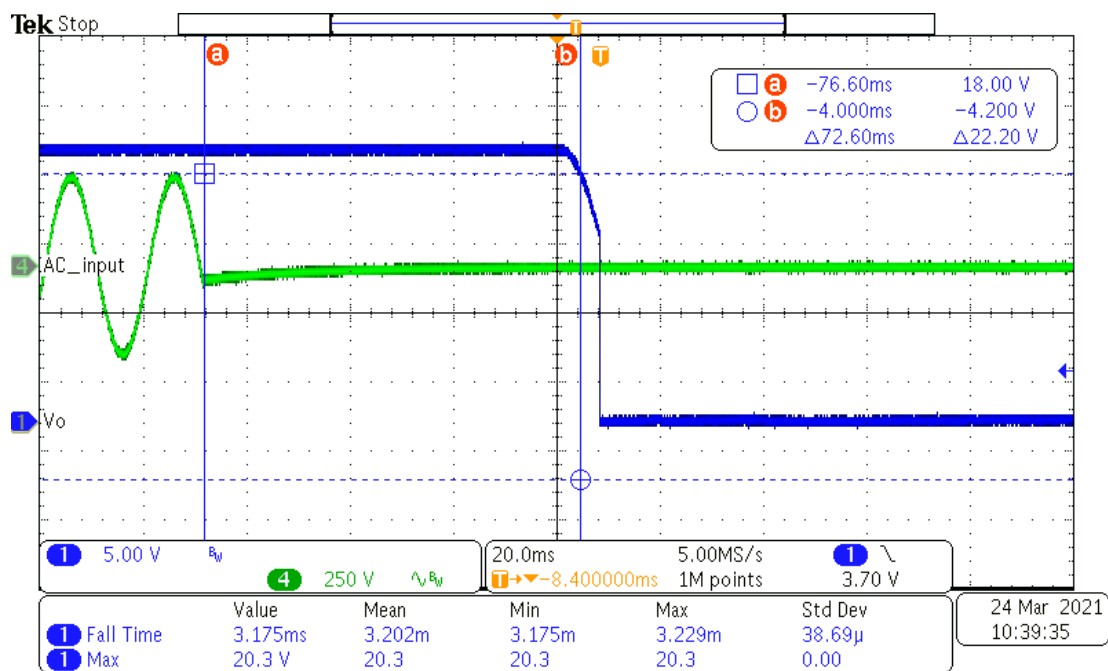


▼ 265 Vac/50 Hz, 5V0A 负载下的启动上升时间 =231 uS

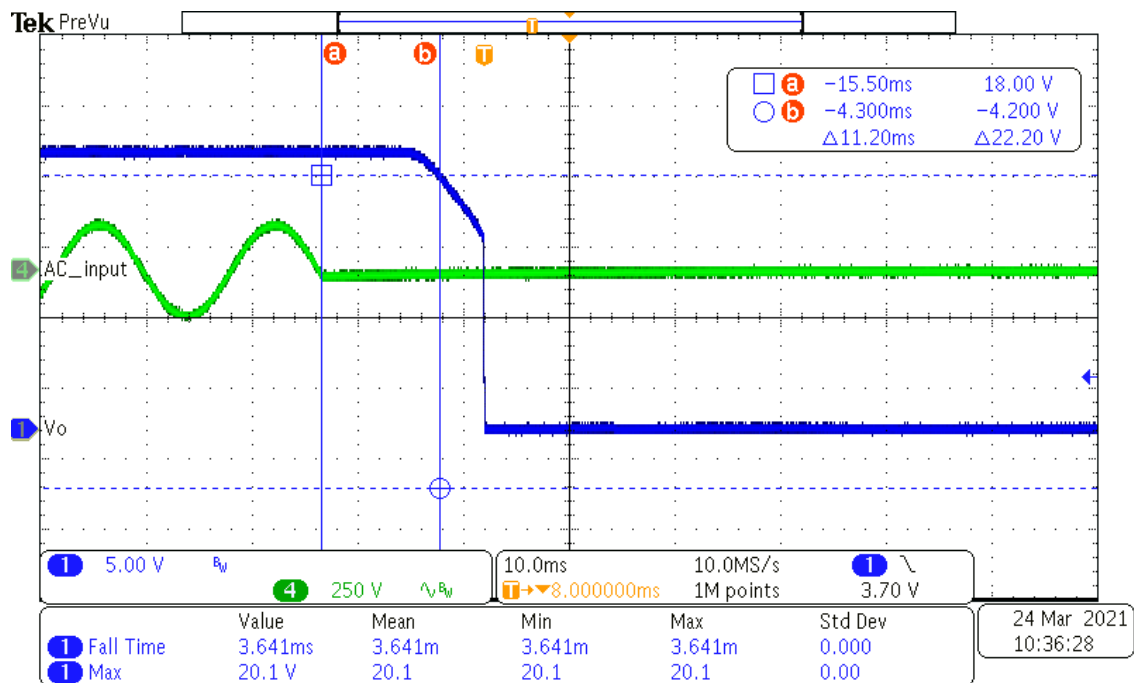


3.8 关断保持和下降时间

▼ 230 Vac/50 Hz, 20V3.25A 负载, Thold-up = 72.6 mS, Tfall = 3.175 mS



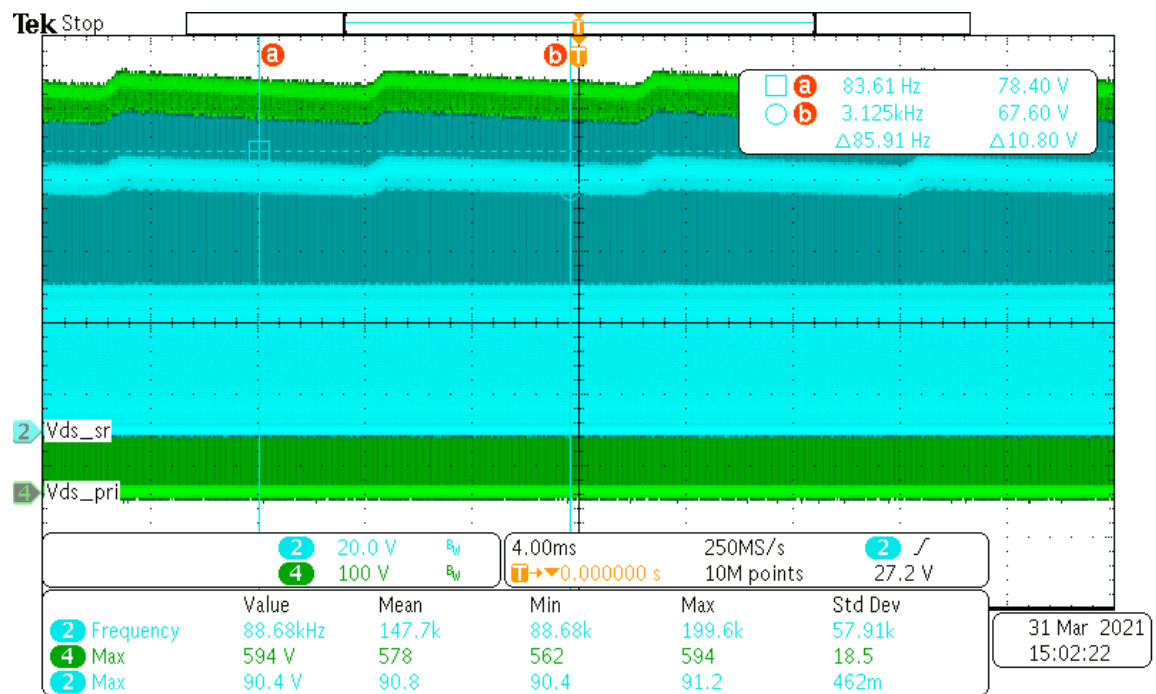
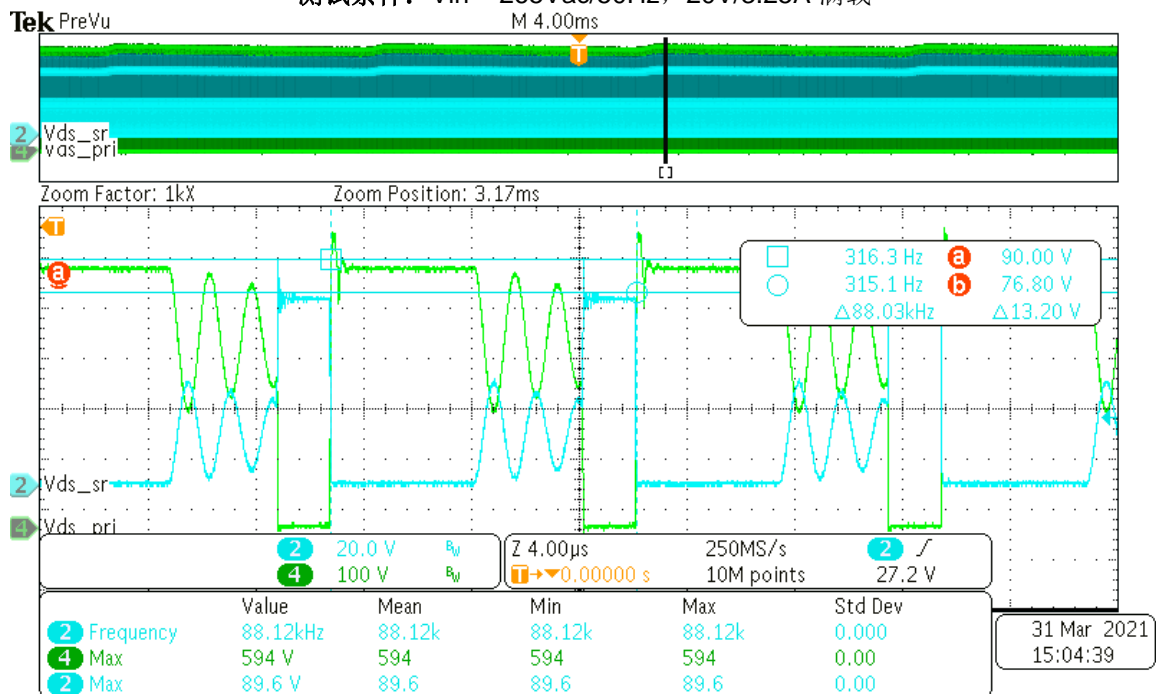
▼ 115Vac/60Hz, 20V3.25A 负载, Thold-up = 11.2 mS, Tfall = 3.641 mS



3.9 开关电压应力

初级侧 CoolGaNTM 和 同步整流SR FET 的电压应力 (CH2: Vds_sr, CH4: Vds_GaN)

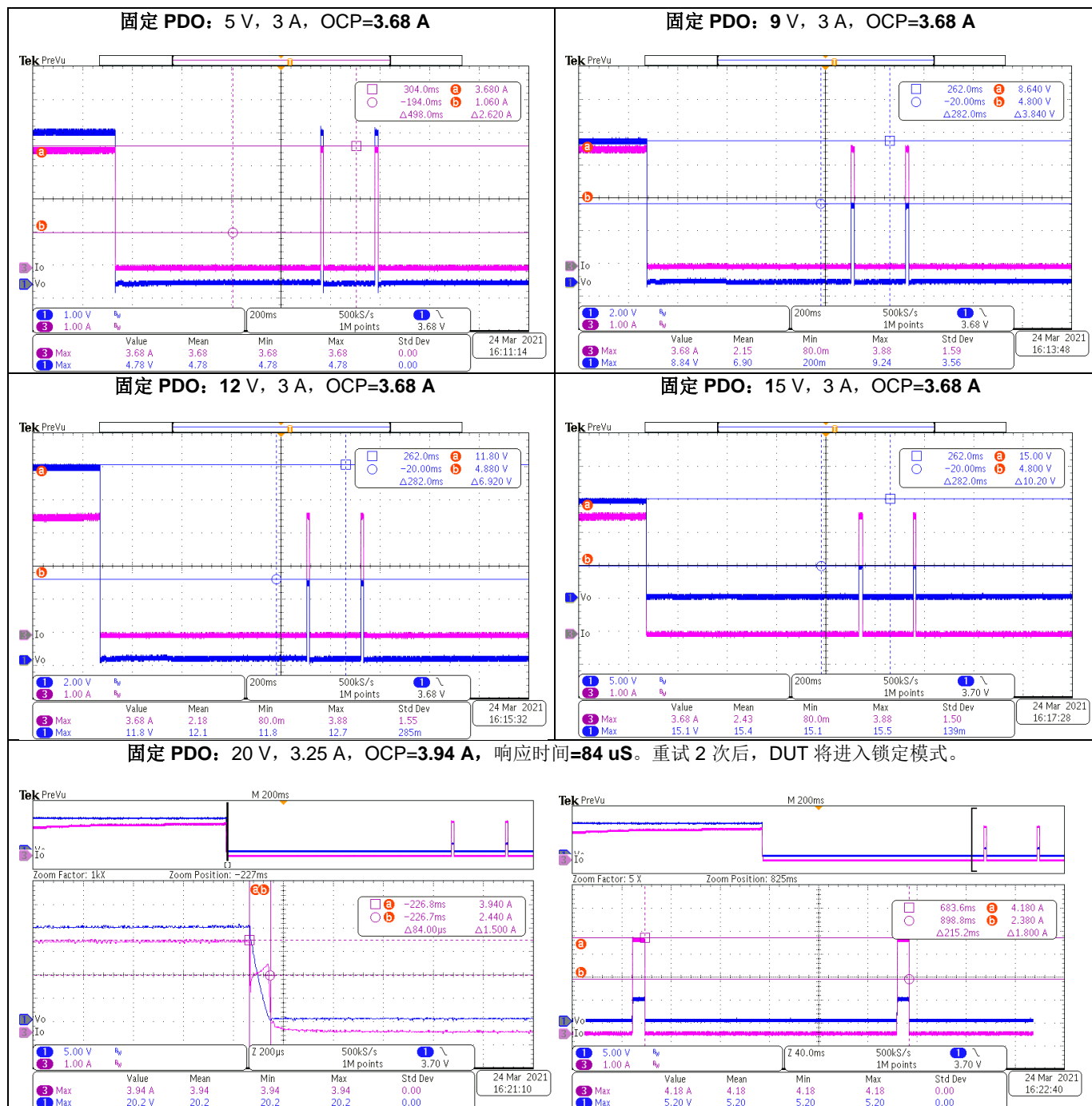
测试条件: Vin = 265Vac/50Hz, 20V/3.25A 满载



Vds_GaN = 594 V < 650 V, Vds_sr = 90.4 V < 100 V.

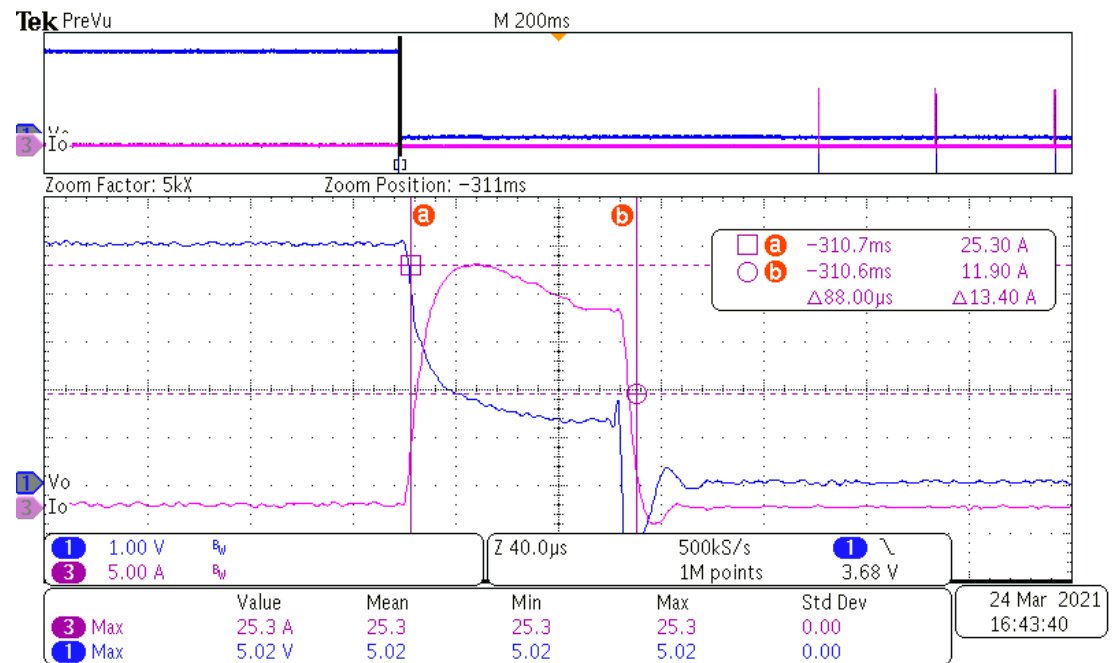
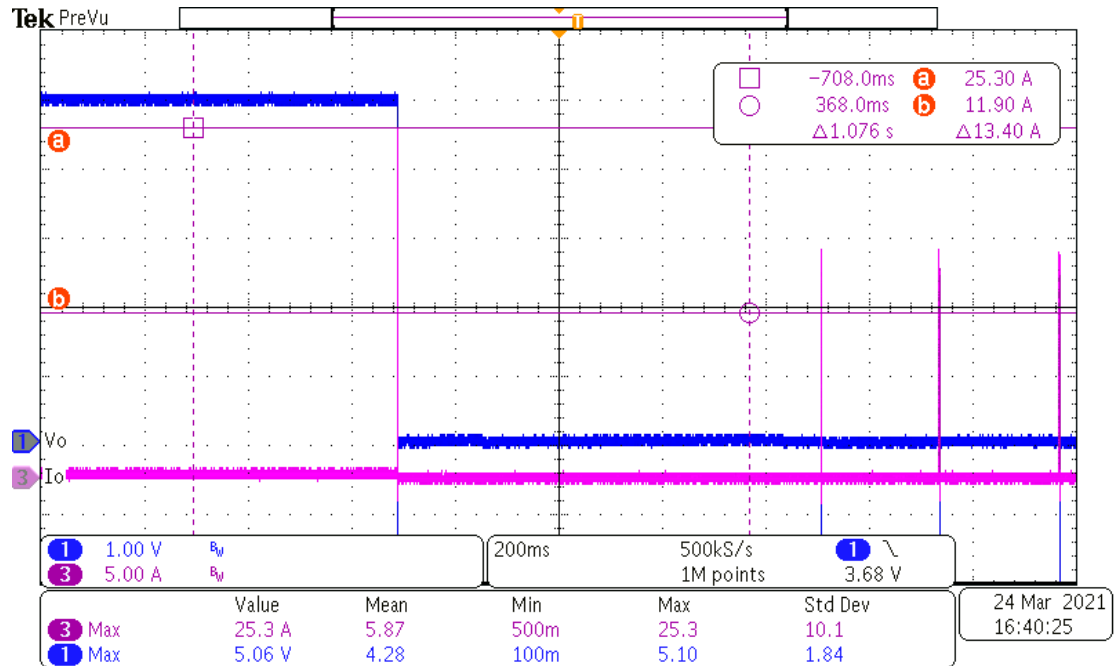
3.10 过流保护

测试条件: 115 V, 60 Hz, 各 PDO 均为满载。(CH1: Vbus_c, CH3: Iout)



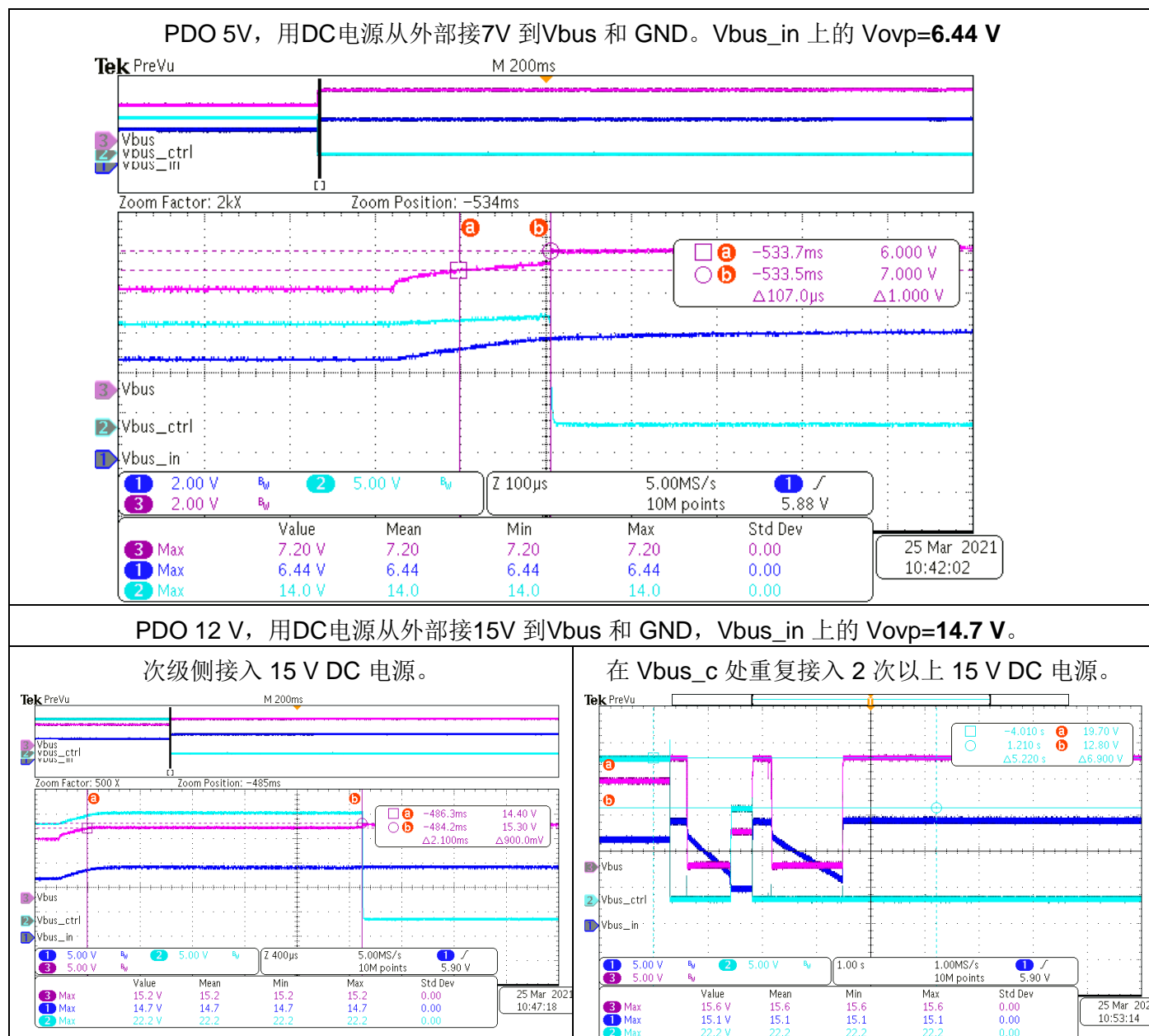
3.11 短路保护

测试条件：115 Vac, 5V0.3A 负载, 短路电子负载机的输出。



3.12 过压保护

测试条件：115 Vac，0A 负载。



3.13 过温保护

OTP 触发点 = 100℃

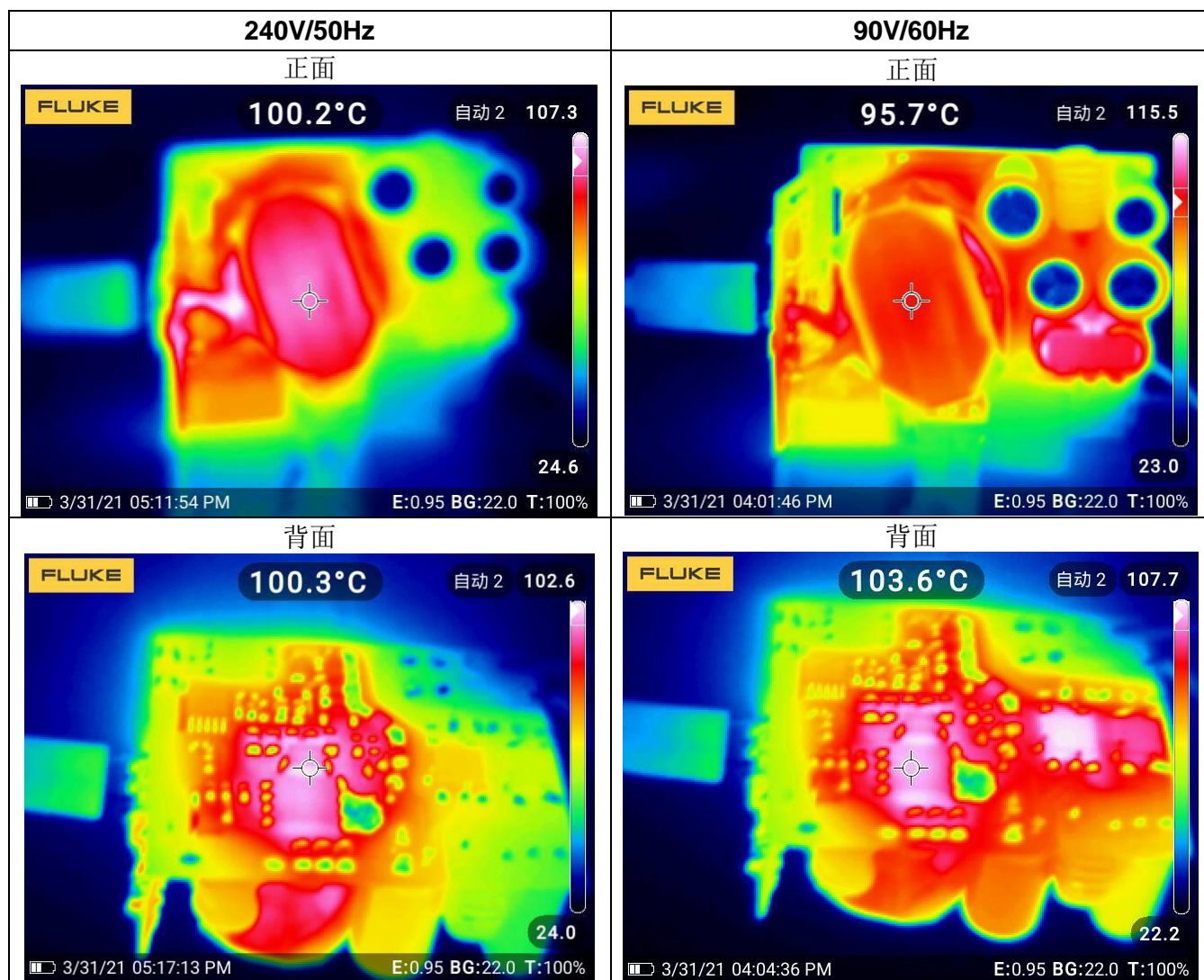
OTP 恢复点 = 60℃

温度感测点来自子板的 NTC 100K 电阻。

3.14 热成像

测试条件: $V_{out} = 20\text{ V}$, $I_{out} = 3.25\text{ A}$ 满载

环境条件: 25°C , 置于开放式框架, 空气自由流动, 运行 60 分钟。



被测关键器件	240V/50Hz 时的温度 ($^{\circ}\text{C}$)	90V/60Hz 时的温度 ($^{\circ}\text{C}$)
变压器 RM10 磁芯	100.2	95.7
变压器 RM10 导线	105.3	100.7
CoolGaN™: IGLD60R190D1S	98.5	103.6
SR MOSFET: BSC0805LS	112.4	103.5
桥式整流管: MSB407	69.5	107.4
PAG1S	90.4	85.3
PAG1P	76.3	75.9
初级侧缓冲二极管	100.3	102.8

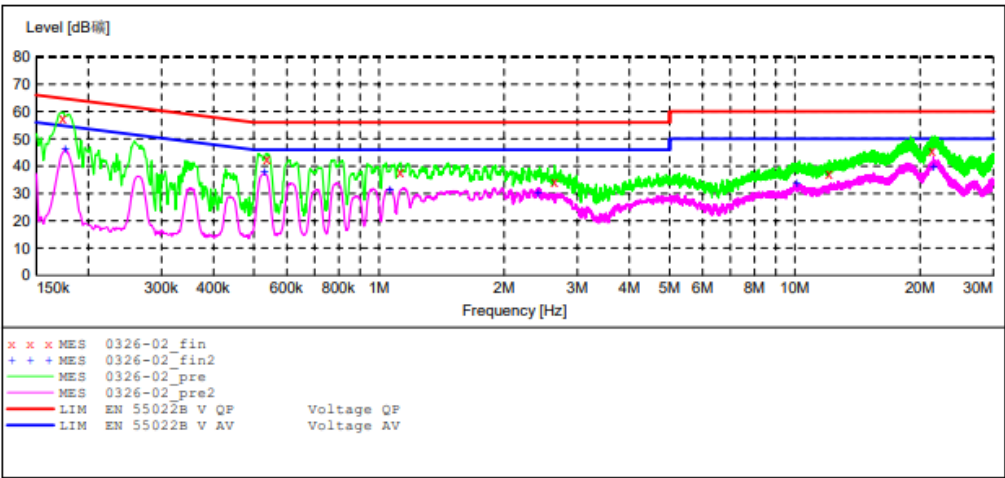
3.15 传导干扰

230 V, 50 Hz 下的传导干扰：零线（AV 裕量 ≥7.4 dB）

ACCURATE TECHNOLOGY CO.,LTD
CONDUCTED EMISSION STANDARD EN 55032B

EUT: M/N:PAG1 GAN 65W
Manufacturer: SPLS
Operating Condition: Working
Test Site: 2#Shielding Room
Operator: Icey
Test Specification: N 230V/50Hz
Comment: Report NO.:
Start of Test: 2021-3-26 / 10:03:50

SCAN TABLE: "V 150K-30MHz fin"
Short Description: SUB_STD_VTERM2 1.70
Start Stop Step Detector Meas. IF Transducer
Frequency Frequency Width Time Bandw.
150.0 kHz 30.0 MHz 4.5 kHz QuasiPeak 1.0 s 9 kHz NSLK8126 2008
Average



MEASUREMENT RESULT: "0326-02_fin"

2021-3-26 10:05							
Frequency MHz	Level dBμV	Transd dB	Limit dBμV	Margin dB	Detector	Line	PE
0.174000	57.40	10.8	65	7.4	QP	N	GND
0.538000	42.50	11.0	56	13.5	QP	N	GND
1.126000	37.60	11.2	56	18.4	QP	N	GND
2.645000	34.00	11.3	56	22.0	QP	N	GND
12.080000	37.40	11.6	60	22.6	QP	N	GND
21.400000	45.60	11.7	60	14.4	QP	N	GND

MEASUREMENT RESULT: "0326-02_fin2"

2021-3-26 10:05							
Frequency MHz	Level dBμV	Transd dB	Limit dBμV	Margin dB	Detector	Line	PE
0.176000	46.30	10.8	55	8.4	AV	N	GND
0.530000	37.70	11.0	46	8.3	AV	N	GND
1.062000	31.40	11.1	46	14.6	AV	N	GND
2.410000	30.30	11.3	46	15.7	AV	N	GND
10.100000	33.70	11.6	50	16.3	AV	N	GND
21.545000	39.30	11.7	50	10.7	AV	N	GND

230 V, 50 Hz 下的传导干扰: 火线 (AV 裕量 ≥ 4.1 dB)

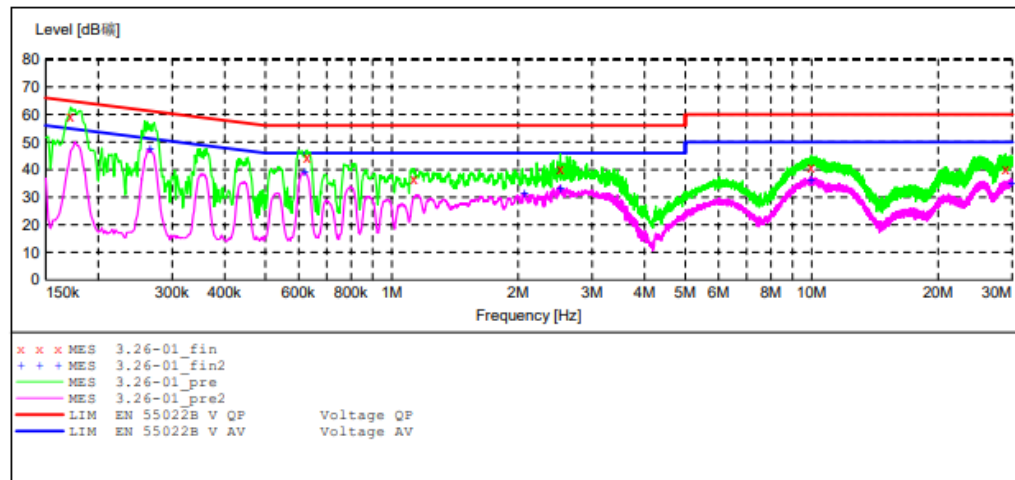
ACCURATE TECHNOLOGY CO., LTD

CONDUCTED EMISSION STANDARD EN 55032B

EUT: M/N:PAG1 GAN 65W
Manufacturer: SPLS
Operating Condition: Working
Test Site: 2#Shielding Room
Operator: Icey
Test Specification: L 230V/50Hz
Comment: Report NO.:
Start of Test: 2021-3-26 / 10:00:24

SCAN TABLE: "V 150K-30MHz fin"

Short Description: SUB_STD_VTERM2 1.70
Start Stop Step Detector Meas. IF Transducer
Frequency Frequency Width Time Bandw.
150.0 kHz 30.0 MHz 4.5 kHz QuasiPeak 1.0 s 9 kHz NSLK8126 2008
Average



MEASUREMENT RESULT: "3.26-01_fin"

Frequency MHz	Level dBμV	Transd dB	Limit dBμV	Margin dB	Detector	Line	PE
0.172000	59.00	10.8	65	5.9	QP	L1	GND
0.628000	44.20	11.0	56	11.8	QP	L1	GND
1.130000	36.60	11.2	56	19.4	QP	L1	GND
2.520000	39.90	11.3	56	16.1	QP	L1	GND
9.975000	40.90	11.6	60	19.1	QP	L1	GND
28.940000	40.20	11.8	60	19.8	QP	L1	GND

MEASUREMENT RESULT: "3.26-01_fin2"

Frequency MHz	Level dBμV	Transd dB	Limit dBμV	Margin dB	Detector	Line	PE
0.266000	47.10	10.9	51	4.1	AV	L1	GND
0.620000	39.20	11.0	46	6.8	AV	L1	GND
2.070000	31.40	11.3	46	14.6	AV	L1	GND
2.520000	32.80	11.3	46	13.2	AV	L1	GND
9.965000	36.10	11.6	50	13.9	AV	L1	GND
29.890000	35.00	11.8	50	15.0	AV	L1	GND

110 V, 60 Hz 下的传导干扰: 火线 (AV 裕量 ≥ 12.4 dB)

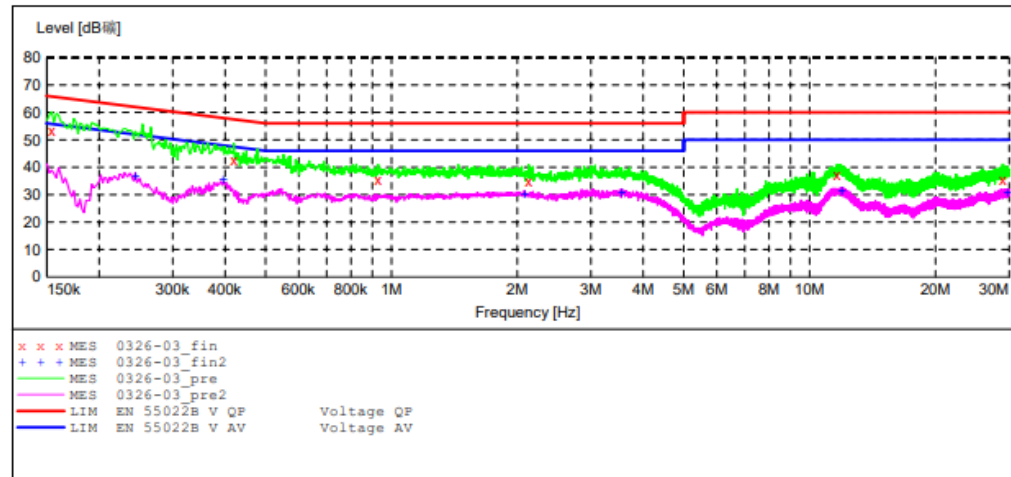
ACCURATE TECHNOLOGY CO., LTD

CONDUCTED EMISSION STANDARD EN 55032B

EUT: M/N:PAG1 GAN 65W
Manufacturer: SPLS
Operating Condition: Working
Test Site: 2#Shielding Room
Operator: Icey
Test Specification: L 120V
Comment: Report NO.:
Start of Test: 2021-3-26 / 10:07:00

SCAN TABLE: "V 150K-30MHz fin"

Short Description: _SUB_STD_VTERM2 1.70
Start Stop Step Detector Meas. IF Transducer
Frequency Frequency Width Time Bandw.
150.0 kHz 30.0 MHz 4.5 kHz QuasiPeak 1.0 s 9 kHz NSLK8126 2008
Average



MEASUREMENT RESULT: "0326-03_fin"

2021-3-26 10:08

Frequency MHz	Level dBμV	Transd dB	Limit dBμV	Margin dB	Detector	Line	PE
0.154000	53.40	10.8	66	12.4	QP	L1	GND
0.420000	42.40	11.0	57	15.0	QP	L1	GND
0.930000	35.10	11.1	56	20.9	QP	L1	GND
2.130000	34.70	11.3	56	21.3	QP	L1	GND
11.630000	37.00	11.6	60	23.0	QP	L1	GND
28.945000	35.60	11.8	60	24.4	QP	L1	GND

MEASUREMENT RESULT: "0326-03_fin2"

2021-3-26 10:08

Frequency MHz	Level dBμV	Transd dB	Limit dBμV	Margin dB	Detector	Line	PE
0.244000	36.70	10.9	52	15.3	AV	L1	GND
0.396000	35.30	11.0	48	12.6	AV	L1	GND
2.080000	30.10	11.3	46	15.9	AV	L1	GND
3.555000	30.70	11.4	46	15.3	AV	L1	GND
11.940000	31.20	11.6	50	18.8	AV	L1	GND
29.710000	30.70	11.8	50	19.3	AV	L1	GND

120 V, 60 Hz 下的传导干扰: 零线 (AV 裕量 ≥ 12.9 dB)

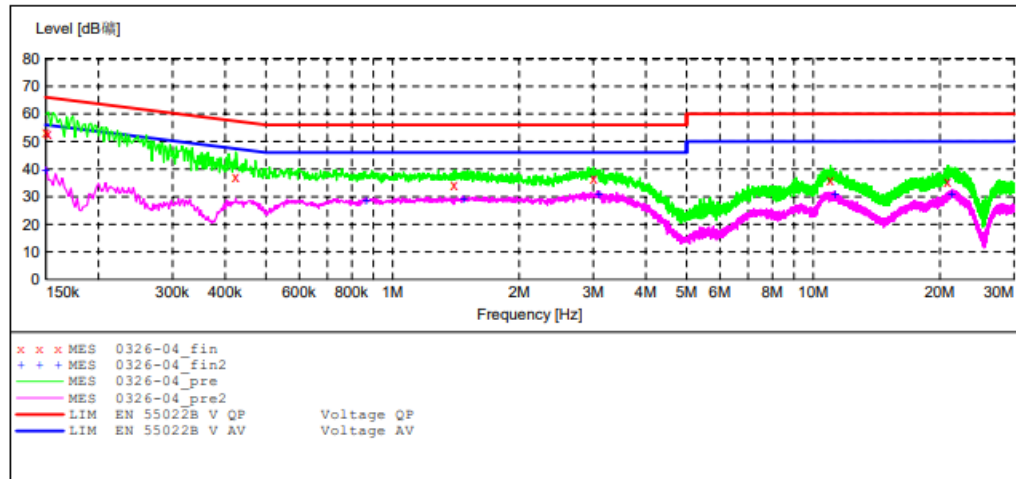
ACCURATE TECHNOLOGY CO., LTD

CONDUCTED EMISSION STANDARD EN 55032B

EUT: M/N:PAG1 GAN 65W
 Manufacturer: SPLS
 Operating Condition: Working
 Test Site: 2#Shielding Room
 Operator: Icey
 Test Specification: N 120V
 Comment: Report NO.:
 Start of Test: 2021-3-26 / 10:09:39

SCAN TABLE: "V 150K-30MHz fin"

Short Description: SUB STD VTERM2 1.70
 Start Stop Step Detector Meas. IF Transducer
 Frequency Width Time Bandw.
 150.0 kHz 30.0 MHz 4.5 kHz QuasiPeak 1.0 s 9 kHz NSLK8126 2008
 Average



MEASUREMENT RESULT: "0326-04_fin"

2021-3-26 10:11

Frequency MHz	Level dBμV	Transd dB	Limit dBμV	Margin dB	Detector	Line	PE
0.150000	53.10	10.8	66	12.9	QP	N	GND
0.152000	52.50	10.8	66	13.4	QP	N	GND
0.424000	37.20	11.0	57	20.2	QP	N	GND
1.404000	34.10	11.2	56	21.9	QP	N	GND
3.005000	36.30	11.3	56	19.7	QP	N	GND
10.990000	36.00	11.6	60	24.0	QP	N	GND
20.840000	35.40	11.7	60	24.6	QP	N	GND

MEASUREMENT RESULT: "0326-04_fin2"

2021-3-26 10:11

Frequency MHz	Level dBμV	Transd dB	Limit dBμV	Margin dB	Detector	Line	PE
0.150000	39.60	10.8	56	16.4	AV	N	GND
0.866000	28.50	11.1	46	17.5	AV	N	GND
1.474000	28.90	11.2	46	17.1	AV	N	GND
3.095000	30.60	11.3	46	15.4	AV	N	GND
11.245000	30.50	11.6	50	19.5	AV	N	GND
21.325000	30.50	11.7	50	19.5	AV	N	GND

3.16 USB PD 电源测试结果

Quadramax 测试设置



测试结果

测试开始时间

2021 年 3 月 17 日 16:03:32

QuadDraw 版本0.8.7285

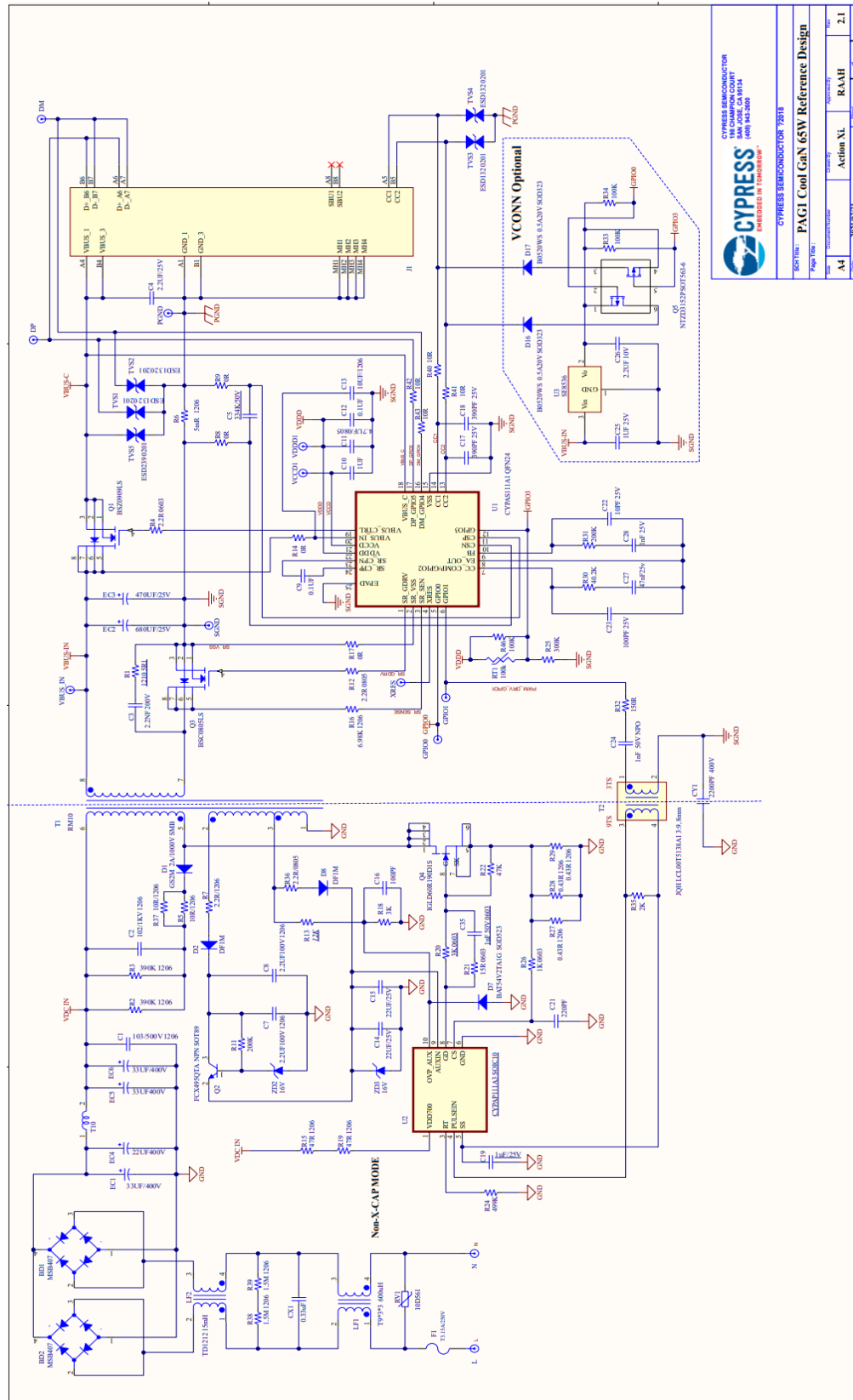
QM#103 HWRev: 1.4.4 FWST: 0.0.1376 FWCCG1: 0.10

测试	描述	结果
TD SPT.1	负载测试	通过
TD SPT.2	功能测试	通过
TD SPT.3	硬重置测试	通过
TD SPT.5	过流测试	通过
TD SPT.6	PPS 电压阶跃测试	通过
TD SPT.7	PPS 限流测试	通过

4. 附录



4.1 原理图



65 W USB-PD 电源适配器解决方案
(PAG1P-A3 与 PAG1S-A1)
测试报告, 2.1 版

4.2 物料清单

子板物料清单

No.	Reference	Part Description	Qty	Part Type
1	R12,R4	2.2 OHM 1% 0603 1/10W	2	SMD Resistor
2	R1	5.1 OHM 1% 1210 1/2W	1	
3	R6	0.005 OHM 1% 1206 1/4W	1	
4	R8,R9,R14,R17	0 OHM 1% 0603 1/4W	4	
5	R16	6.98K OHM 1% 1206 1/4W	1	
6	R25	300K OHM 1% 0603 1/10W	1	
7	RT1	NTC 100KOHM 4250K 0603	1	
8	R30	40.2K OHM 1% 0603 1/10W	1	
9	R31	200K OHM 1% 0603 1/10W	1	
10	R40,R41,R42,R43	10 OHM 1% 0402	4	
11	R33,R34, R46	100K OHM 1% 0603 1/10W	3	
12	C5	0.33UF 50V X7R 0603	1	SMD Capacitor
13	C9,C12	0.1UF 50V X7R 0603	2	
14	C3	2.2NF 200V X7R 1206	1	
15	C10	1UF 50V X7R 0603	1	
16	C11	4.7UF 25V X7R 0805	1	
17	C13	10UF 25V X7R 1206	1	
18	C17,C18	390PF 50V X7R 0603	2	
19	C22	10PF 50V X7R 0603	1	
20	C23	100PF 50V X7R 0603	1	
21	C25	1UF 50V X7R 0603	1	
22	C4, C26	2.2UF 25V X7R 0603	2	
23	C27	47NF 50V X7R 0603	1	
24	C28	1NF 50V X7R 0603	1	
25	D16,D17	B0520WS 0.5A20V SOD323	2	SMD Schottky Diode
26	U1	PAG1S CYPAS111A1-QFN24	1	SMD Chip
27	U3	SE8536 LDO3.6V SOT23-3	1	SMD Chip
28	Q5	NTZD3152P-20V430mA SOT563-6	1	SMD MOSFET
29	Q3	BSC0805LS 100V 7mR PG-TDSON-8	1	SMD MOSFET
30	Q1	BSZ0909LS 30V 3mR TSDSON8	1	SMD MOSFET
31	EC2	680UF/25V 8*16mm Aishi	1	Solid Cap
32	EC3	470UF/25V 6*15mm Aishi	1	Solid Cap
33	PCB2	37*22mm T=1.2mm FR-4 2OZ	1	PCB
			46	

主板物料清单

No.	Reference	Part Description	Qty	Part Type
1	R19,R15	47 OHM 1% 1206 1/4W	2	SMD Resistor
2	R2,R3	390K OHM 1% 1206 1/4W	2	
3	R5,R37	10 OHM 1% 1206 1/4W	2	
4	R7	2.2 OHM 1% 1206 1/4W	1	
5	R36	2.2 OHM 1% 0805 1/8W	1	
6	R38,R39	1.5M OHM 5% 1206 1/4W	2	
7	R11	200K OHM 1% 0603 1/10W	1	
8	R13	12K OHM 1% 0805 1/8W	1	
9	R18, R20	3K OHM 1% 0603 1/10W	2	
10	R21	15 OHM 1% 0603 1/10W	1	
11	R22	47K OHM 1% 0603 1/10W	1	
12	R24	499K OHM 1% 0603 1/10W	1	SMD Capacitor
13	R35	2K OHM 1% 0603 1/10W	1	
14	R26	1K OHM 1% 0603 1/10W	1	
15	R27,R28,R29	0.43 OHM 1% 1206 1/4W	3	
16	R32	150 OHM 1% 0603 1/10W	1	
17	C1	103K 500V X7R 1206	1	
18	C2	102K 1000V X7R 1206	1	
19	C7,C8	2.2UF 100V X7R 1206	2	
20	C14,C15	22UF 25V X5R 0805	2	
21	C16	100PF 50V NPO 0603	1	
22	C19	1UF 50V X7R 0603	1	
23	C21	220PF 50V NPO 0603	1	
24	C24	1000PF 50V NPO 0603	1	
25	C35	1NF 50V X7R 0603	1	
26	D7	BAT54V2TA1G SOD523	1	SMD Schottky Diode
27	D1	GS2M 2A 1000V SMB	1	SMD Diode
28	D2, D8	DF1M 1A 1000V SOD-123	2	SMD Diode
29	BD1,BD2	MSB407 4A 1000V	2	SMD Bridge Diode
30	ZD2,ZD3	BET52C16 16V SOD123	2	SMD Zener Diode
31	Q2	FCX495QTA SOT89 1A150V NPN	1	SMD Transistor
32	Q4	IGLD60R190D1S 190mR CoolGaN ThinPAK 8x6	1	SMD GaN
33	U2	PAG1P CYPAP111A3 SOIC10	1	SMD Chip
34	EC1,EC5,EC6	33UF 400V 10*20 RK Series AISHI	3	E-cap
35	EC4	22UF 400V AISHI 8*20 2000H	1	E-cap
36	F1	T3.15A 250V	1	Fuse
37	LF1	T9-3*3 600uH	1	Common mode choke
38	RV1	MOV 10D561	1	MOV
39	LF2	TD1212 15mH	1	Common mode choke
40	CY1	400V 2200PF Z5U or Y5P	1	Y-Cap
41	T2	JQH LCL00T5138A1 3.9.8mm	1	PT Transformer
42	CX1	0.33uF/310V 334K310VAC Yixingjie	1	X-Cap
43	T1	RM10 340uH 35.5:22 V2.1 YuQuan	1	Transformer
44	L1	T10 10*5*6 900uH	1	Inductor
45	PCB1	52*42mm T=1.2mm FR-4 2OZ	1	PCB

59

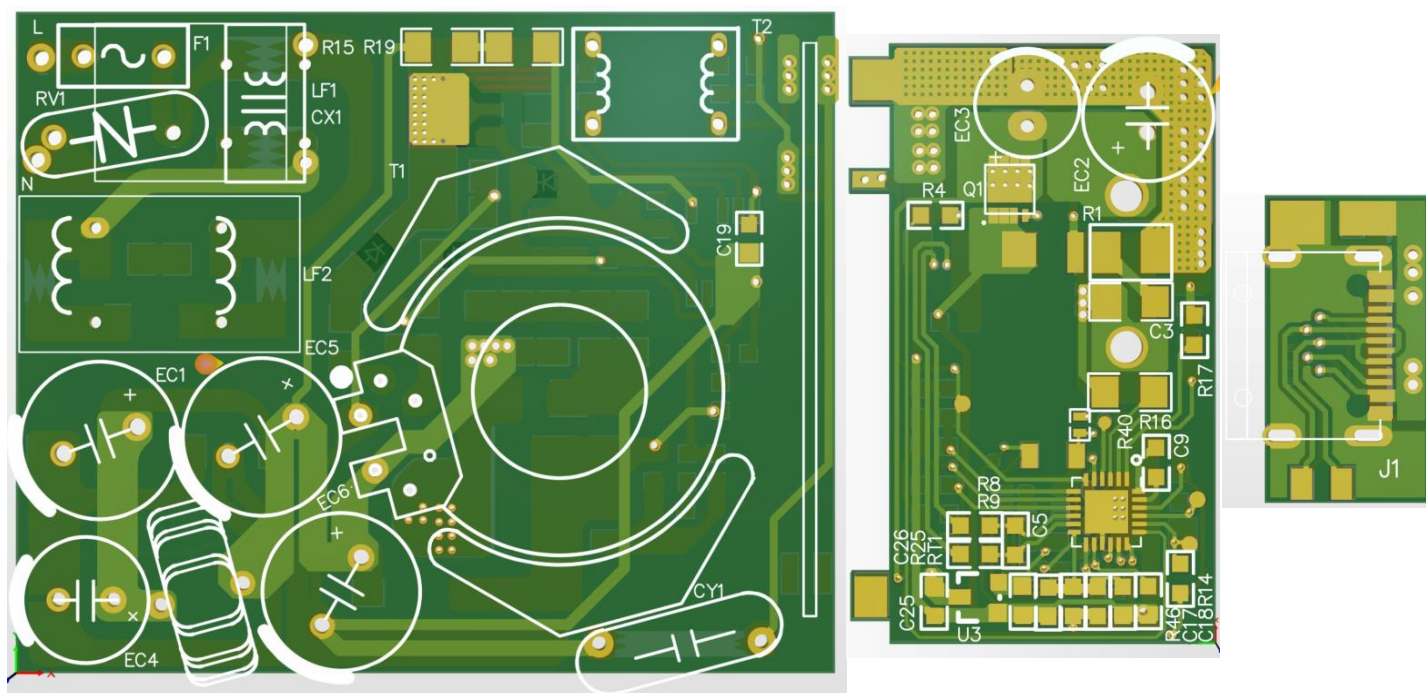
连接板物料清单

No.	Reference	Part Description	Qty	Part Type
1	J1	16Pin Tape-C Receptor	1	Connector
2	TVS1~TVS4	ESD132 0201 Infineon	4	TVS Diode
3	TVS5	ESD239 0201 Infineon	1	TVS Diode
4	PCB3	15*8mm T=1.2mm FR-4 2OZ	1	PCB
			7	

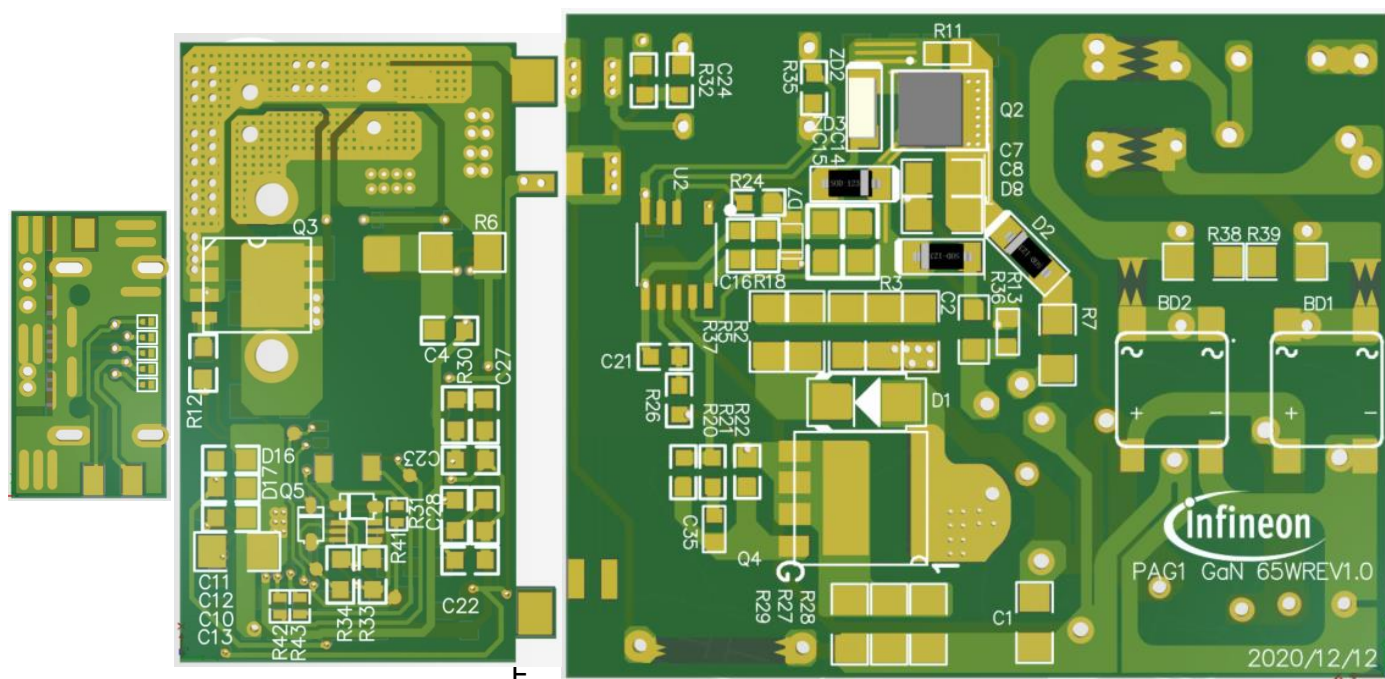
组件总数量: 112 件

4.3 PCB 布局

▼ 正面视图



▼ 背面视图

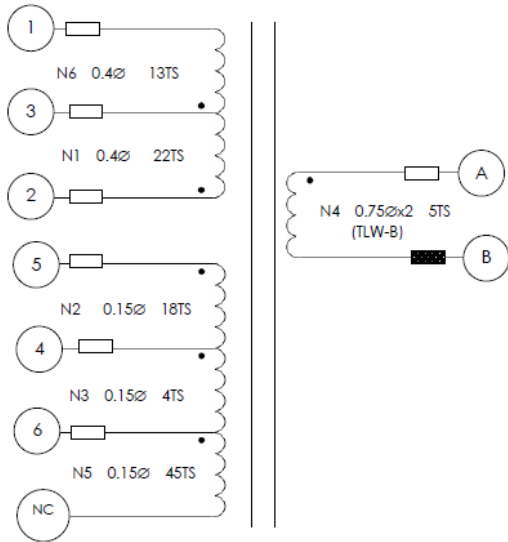


65 W USB-PD 电源适配器解决方案 (PAG1P-A3 与 PAG1S-A1) 测试报告, 2.1 版

4.4 变压器规格 (T1)

图 4-4.RM10 变压器设计规范

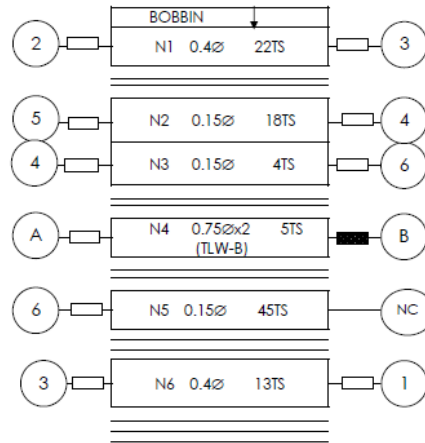
1. SCHEMATICS.



2. WINDING SEQUENCE.

* N2 & N3 並繞

* N4 出線在無 PIN 側頂部，A 加白色 B 加黑色套管，出線長 25MM 含 5MM 鍍錫



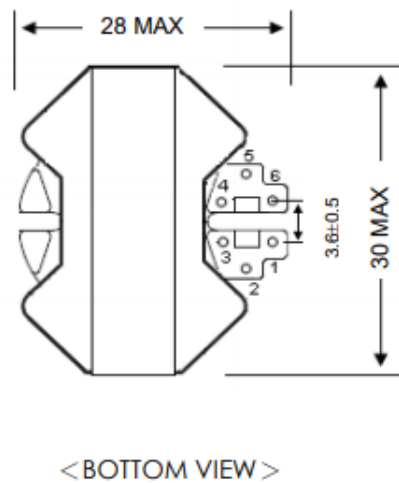
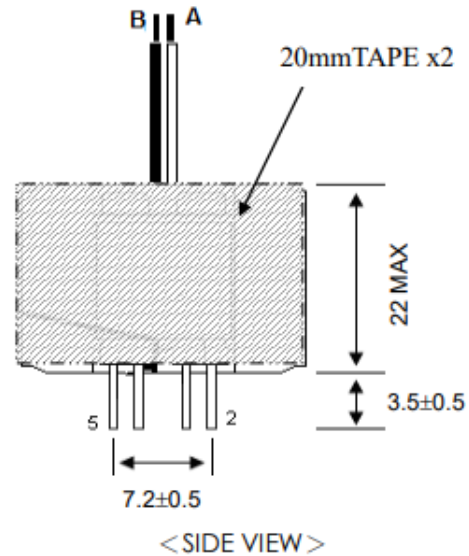
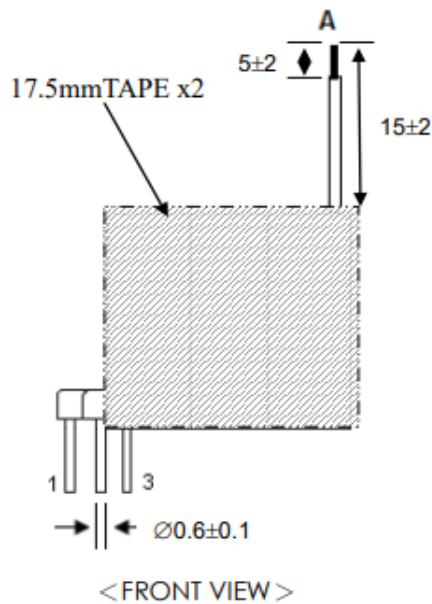
3. MATERIAL LIST.

NO./ITEM	MATERIAL	MAKER
3-1. CORE	RM-10 FERRITE CORE. 3C95,V095	FERROXCUBE.,VAKOS
3-2. BOBBIN	RM-10V.TYPE W / 6PINS PHENOLIC / T375HF SW-RM10-5	CHANG CHUN PLASTICS CO.,LTD. UL NO.E59481
3-3. WIRE	UEW-2 / 130°C TLW-B	JUNG SHING WIRE CO.,LTD. UL NO.E174837 DAH JIN TECHNOLOGY CO.,LTD UL NO. E236542
3-4. TAPE	POLYESTER TAPE. #1350F-1.	3M COMPANY. UL NO.E17385.
3-5. VARNISH	V-1630FS	ELANTAS PDG,INC./VIKING UL NO.E87039
3-6. TUBING	PTFE / TFL / 150V.	GREAT HOLDING IND CO.,LTD. UL NO.E156256.
3-7. EPOXY	9001A/B	WELLS ELECTRONIC MATERIAL(GUANGZHOU)CO LTD. UL NO.E229633

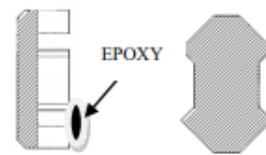
4. ELECTRICAL SPECIFICATION.

- 4-1.INDUCTANCE. P(2-1) 340 μ H \pm 5% @ 40KHz 0.3V HP-4284A
- 4-2.LEAKAGE INDUCTANCE. P(2-1) 5.5 μ H MAX @ 40KHz 0.3V
- 4-3.D.C.RESISTANCE. P(2-1) 0.32 Ω MAX.
- 4-4.HI-POT. PRI TO SEC 3.75KVAC @5mA 3SEC.

5. CONFIGURATION & DIMENSION. (UNIT:mm)



- PIN 朝外繞線 PIN3 CUT1/2
- N2&N3 並繞
- A,B 出線於無 PIN 邊的頂部, A 套白色套管,B 套黑色套管
出線長均 15±2MM 含 5MM 鍍錫
- 鐵心中柱點膠固定底部加隔離膠帶如圖



- PIN6 拉一引線至鐵心，成品最後沿線包以 20mm 膠帶包兩圈沿鐵心以 17.5mm 再包兩圈完全包覆變壓器
- MARKING: RM8-341J
FTC YYWW

CUSTOMER: 賽普拉斯

PART NO: RM10-341J

DATE: 2021/03/09

育泉科技股份有限公司

REV NO: A1

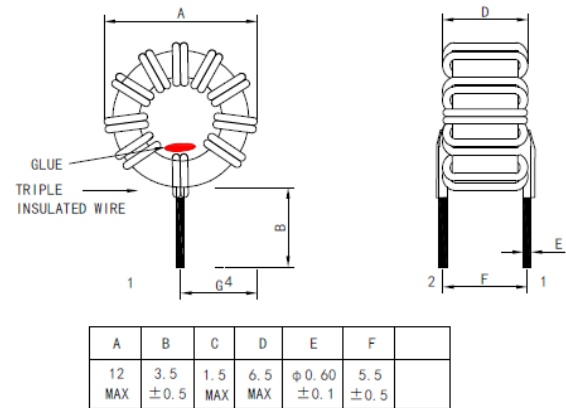
PAGE: 4/4

FONTAINE TECHNOLOGIES CO.,LTD.

4.5 电感器规格 (L1 900uH)

图 4-4. π 型滤波电感器 L1 数据表

1. 外观图示(单位: mm)/DIMENSION (UNIT:mm)



2. 电气原理/CIRCUIT DIAGRAM



3. 绕组/WINDING

绕组 WINDING	漆包线 WIRE (mm)	起末端 S-F	圈数 TURNS (Ts)	绕组方式 WINDING CONDITION
N1	φ0.70 (2UEW)	1-2	19	BIFILAR/并绕

4. 特性/CHARACTERISTIC

序号 NO.	项目 ITEM	测试点 MEASURED POINT	技术要求 TECHNICAL DATA	测试条件及仪器 TESTING CONDITION & INSTRUMENT
4.1	电感量 INDUCTANCE	L (1-2)	900uH MIN	HP-4284A 1KHz/0.25V, AT 25°C
4.2	平衡性 INDUCTANCE BALANCE			
4.3	耐压 HI-POT TEST	COIL-COIL COIL-CORE	AC 1.0KV AC 0.5KV	CS9929 5mA 60Hz 3S
4.4	Operating temperature range: -20°C ~+40°C, 45% ~95%RH			
4.5	Storage temperature range: -20°C ~+70°C, 45% ~95%RH			
4.6	Storage time: 3 months			

5. 材料清单/MATERIAL LIST

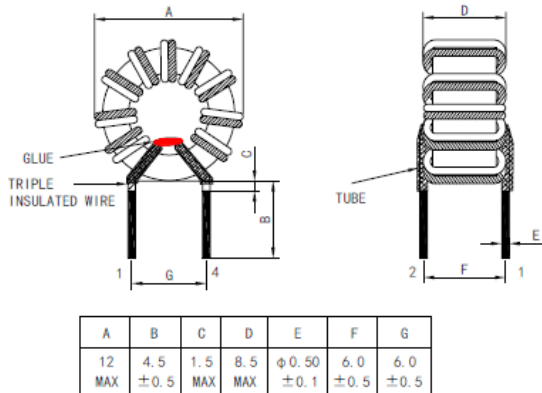
序号 NO.	项目 ITEM	规格&材质 TYPE & MATERIAL	供应商 SUPPLIERS	认证号 UL NO.
1	磁芯 CORE	TYPE:T10×6×5 MATERIAL:FH4 A121	SHENZHEN SHI LI CI ELECTRICAL CO.,LTD. ACME ELECTRONIC CORPORATION OR EQUAL	
2	漆包线 WIRE	POLYURETHANE ENAMELED MTLDSG:UEW ANSI TYPE:MW75C THERMAL RATING:130°C POLYURETHANE ENAMELED MTLDSG:UEW% ANSI TYPE:MW75 THERMAL RATING:130°C	TAI-I ELECTRIC WIRE & CABLE CO LTD XIN LONG MAGNET WIRE CO LTD	E85640 E171082
3	三层绝缘线 TRIPLE INSULATED WIRE	THERMAL RATING:130 C°	FURUKAWA ELECTRIC CO.,LTD OR EQUAL	E206440
4	胶 GLUE	TYPE:2008A/B-X	DONGGUAN EATTO ELECTRONIC MATERIAL CO.,LTD OR EQUAL	E218090
5	套管 TUBE	TYPE:TFT THERMAL RATING:200°C TYPE:2T-TFT THERMAL RATING:200°C	GREAT HOLDING INDUSTRIAL CO LTD P LEO & CO (B C) LTD	E156256 E176865
6	凡立水 VARNISH	TYPE:8562 (a) THERMAL RATING:155°C	HANG CHEUNG PETROCHEMICAL LTD	E200154

The filter must be manufactured to comply with the ROHS directive ,use only Pb-free solder

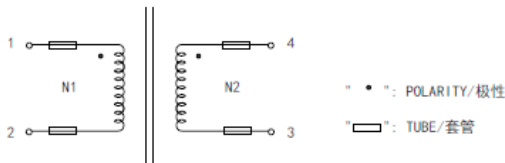
4.6 共模扼流圈规格 (LF1 600uH, LF2 15mH)

图 4-6.共模扼流圈数据表

1. 外观图示 (单位: mm)/DIMENSION (UNIT:mm)



2. 电气原理/CIRCUIT DIAGRAM



3. 绕组/WINDING

绕组 WINDING	漆包线 WIRE (mm)	起末端 S-F	圈数 TURNS (Ts)	绕组方式 WINDING CONDITION
N1	φ0.50 (TEX-E)	1-2	8.5	BIFILAR/并绕
N2	φ0.50	4-3	8.5	

- ① 磁芯规格: TD1212;立式超薄骨架
- ② 使用方形闭合型磁芯, 扁平线自动绕制;
- ③ 定格电压 AC/DC 250V;
- ④ 绝缘耐压 AC1.5kV 60Sec;
- ⑤ 工作温度范围: -25℃~+125℃
- ⑥ 保存温度范围: -25℃~+100℃
- ⑦ 功率范围: 20-60W



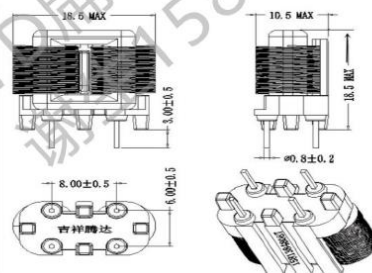
电气特性: (at 25℃)					
品号	电感量(mH)	线径	直流电阻(mΩ)	对应线径	工作电流(A)
TD1212-15.0mH	15.0 min	0.10*1.0-52Ts REF	240 Max	0.352	1.0-1.5A
TD1212-10.0mH	10.0 min	0.13*1.0-45Ts REF	200 Max	0.401	1.5-2.0A
TD1212-8.0mH	8.0 min	0.15*1.0-38Ts REF	150 Max	0.433	1.8-2.2A

- * 电感测试频率: 1 KHZ 0.25V TD1212替代U9: 8 T16 T14 T12 T10 EE15共模电感 脚位6*8
- * 可根据客户需求使用其它磁芯材质及线材规格

外形尺寸图: (单位:mm)

PCB 板孔径≥Φ1.4mm

吉祥如意

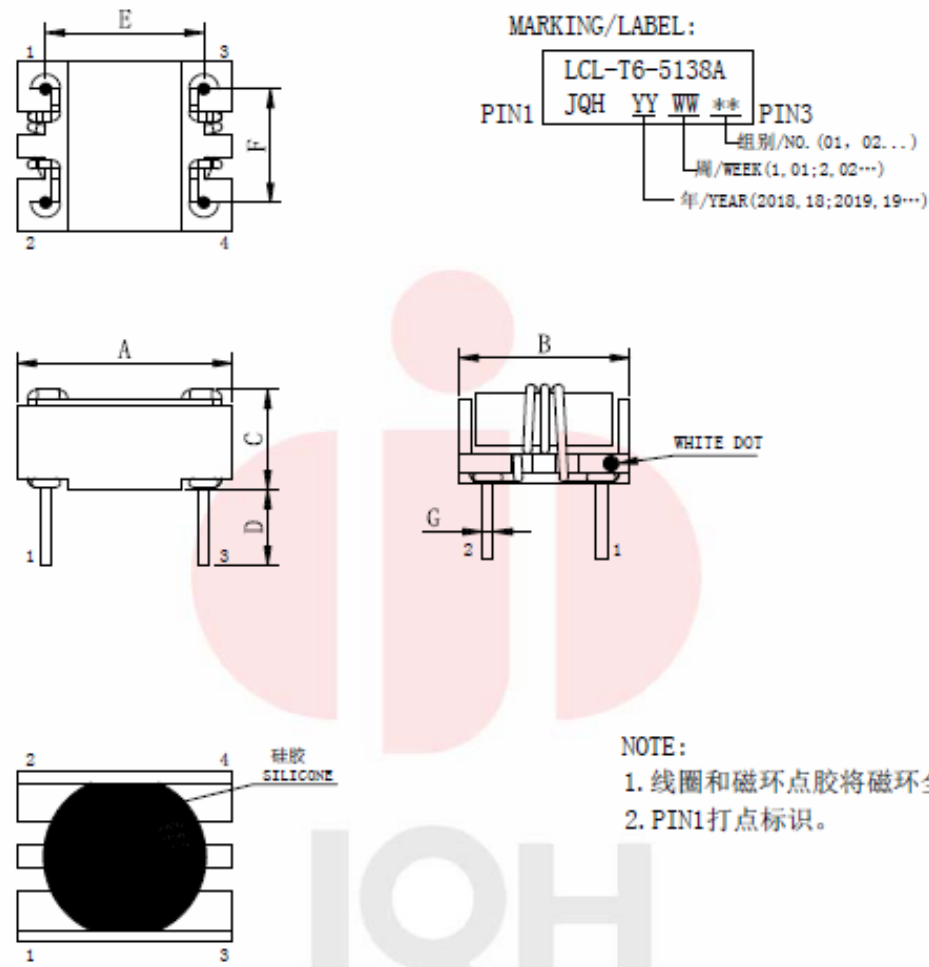


飞黄腾达

4.7 脉冲变压器 (T2)

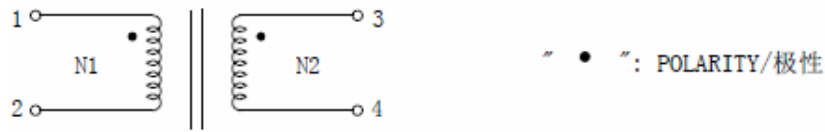
图 4-7.脉冲变压器 LCL-T6-5138A 数据表

1. 外观图(单位:mm)/DIMENSION(UNIT:mm)



A	B	C	D	E	F	G
10.4 MAX	8.0 MAX	6.0 MAX	3.5 ±0.3	8.0 ±0.15	5.0 ±0.15	Ø0.5 ±0.1

2. 电原理图/CIRCUIT DIAGRAM



3. 绕组/WINDING

绕组 WINDING	漆包线 WIRE (mm)	起末端 S-F	圈数 TURNS (Ts)	绕制方式 WINDING CONDITION
N1	Φ 0.2mm*1P T. I. W	1-2	3	CLOSE/密绕
N2	Φ 0.2mm*1P 2UEW-F	3-4	9	CLOSE/密绕

4. 电气特性/ELECTRICAL CHARACTERISTIC

序号 NO.	项目 ITEM	测量点 MEASURED POINT	技术要求 TECHNICAL DATA	测试条件及仪器 TESTING CONDITION & INSTRUMENT
1	电感量 INDUCTANCE	L (1-2)	7.0uH MIN	Agilent 4284A 100KHz/0.3V, AT 25℃
2	耐压 HI-POT	N1-N2	3.0KV AC	CS9929 50Hz/60Hz 4mA 4S

5. 材料清单/MATERIAL LIST

序号 NO.	材料名称 ITEM	规格 TYPE	供应商 SUPPLIERS	认证号 UL NO.
1	磁芯 CORE	TYPE:T6*4*2.15 R10K	HENGDIAN GROUP DMEGC MAGNETICS CO.,LTD ACME	N/A
2	底座 BASE	TYPE:Phenolic (PF) MATERIAL:PM-9820/PM-9630 THERMAL RATING:150℃	SUMITOMO BAKELITE CO LTD	E41429
3	三层绝缘线 TRIPLE INSULATED WIRE	TYPE: FIW TYPE: FIW THERMAL RATING:155℃	HOI LUEN ELECTRICAL MFR CO LTD TAI-I COPPER (GUANZHOU) CO LTD	E257525 E234896
4	漆包线 WIRE	MARK DSG:xUEW/155, QA-x/155 ANSI TYPE:MW 79-C THERMAL RATING:155℃	DONG GUAN YIDA INDUSTRIAL CO LTD	E344055
5	硅胶 SILICONE	TYPE:3140 THERMAL RATING:200℃	DOW CORNING CORPORATION	

注:产品符合RoHS要求.

Note: The products comply with RoHS requirements.

6. 产品单重/WEIGHT

Net Weight:***g/PC

4.8 EZ-PD Configuration Utility

Utility 截屏

The screenshot shows the EZ-PD Configuration Utility window. The left pane displays a tree view of configuration options, including CCGx Configuration, Device Parameters, Port 0, Discover Identity, Device IDs, DFP VDO, SVID Configuration, PDO, Source PDO, SCEDB Configuration, Peak Current, Power Protections, Power Settings, Charging Configuration, and User Parameters. The right pane displays a table of parameters and their values.

Parameters	Value
Cable resistance (mΩ)	0
Vbus offset voltage (mV)	0
Current sense resistor (μΩ)	5100
Vbus Source Drive strength	Normal
Vbus transition up step width (μs)	40
Vbus transition down step width (μs)	100
Primary to secondary turns ratio	7
Synchronous Rectifier enable	Yes
Synchronous Rectifier rise time	Fast
Synchronous Rectifier fall time	Fast
Synchronous Rectifier asynchronous threshold (ns)	1000
Synchronous Rectifier supply doubler enable	Yes
PWM mode	Quazi Resonant Mode(QR)
PWM minimum frequency (KHz)	22
PWM maximum frequency (KHz)	130
PWM maximum duty cycle	70
Maximum PWM duty cycle for high line	40
Vbus transition up step width for transitions below 5V (μs)	40
Vbus transition down step width for transitions below 5V (μs)	200

At the bottom of the window, there is a status bar showing "Devices connected: 2" and "PAG1S: Power Adapter SSC".

赛普拉斯 EZ-PD PAG1S 控制器是一款高度可配置和可编程的解决方案。该芯片可通过存储在内部闪存中的参数来配置。赛普拉斯客户根据其用例与需求选用此类参数，并进行编程。

借助 EZ-PD Configuration Utility 的图形用户界面 (GUI)，用户可直观选择和配置应用参数。

以下是电源设置和电源保护的默认配置值。

表 4.8-2.默认配置值

参数	值
电源设置	
电缆阻抗 ($m\Omega$)	0
Vbus 偏移电压 (mV)	0
电流检测电阻 ($\mu\Omega$)	5100
Vbus 源极驱动强度	正常
Vbus 上升步长 (μs)	40
Vbus 下降步长 (μs)	100
变压器初级侧与次级侧匝数比	7
同步整流器启用	是
同步整流器上升时间	快速
同步整流器下降时间	快速
同步整流器异步阈值 (ns)	1000
同步整流 倍压器启用	是
PWM 模式	准谐振模式 (QR)
PWM 最小频率 (kHz)	22
PWM 最大频率 (kHz)	130
PWM 最大占空比 (%)	70

电源保护	
1. 过压保护	
启用	是
OVP 阈值 (%)	20
消抖周期 (μs)	10
重试次数	2
2. 过流保护	
启用	是
OCP 阈值 (%)	20
消抖周期 (ms)	10
重试次数	2
3. 欠压保护	
启用	是
UVP 阈值 (%)	70
消抖周期 (μs)	10
重试次数	2
4. 短路保护	
启用	否
消抖周期 (μs)	4
重试次数	2
5. 过温保护	
启用	是
1 型热敏电阻	NTC
关断值 1	4800
重启值 1	4650
消抖周期 (ms)	10
启用热敏电阻 2	否
2 型热敏电阻	0
截止值 2	0
重启值 2	0

4.9 术语表

表 4-3.术语表

序号	首字母缩写	全称
1	CC 模式	电子负载的恒流模式
2	CC-CV	恒流 - 恒压
3	CE	传导发射
4	CH'x'	示波器通道数
5	CR 模式	电子负载的恒阻模式
6	DUT	被测设备
7	FET	MOSFET（金属氧化物半导体场效应晶体管）
8	Io/Iout	被测设备的输出电流
9	NGDO	NFET 栅极驱动器输出 - Q4
10	OCP	过流保护
11	OVP	过压保护
12	P-P	峰峰值
13	PPS-PDO	可编程电源 - PD输出
14	SR	同步整流器
15	UI	用户界面
16	USB PD	通用串行总线供电
17	Vbus_c	Type-C 端口的总线电压，位于电源/NGDO FET 之后
18	Vbus_in	位于电源/NGDO FET 之前的总线电压
19	Vin/Vin_ac	输送至 DUT 的交流输入电压
20	Vo/Vout	DUT 的输出电压

修订记录



文件修订记录

文件标题: 65 W USB-PD 电源适配器解决方案 (PAG1P+PAG1S+CoolGaN™)			
修订版本	发布日期	变更来源	变更描述
REV1.0	2021 年 1 月 25 日	XUXI	以基本功能数据为基础开始初步撰写。
REV2.0	2021 年 3 月 31 日	XUXI	补完所有数据。
REV2.1	2022 年 2 月 14 日	XUXI	更正CoolGaN™料号。