

# 电源产品测试概述和重点 项目讲解

朱华朋 ( Roc )  
示波器市场和产品经理  
是德科技 ( 中国 ) 有限公司  
[Roc.zhu@keysight.com](mailto:Roc.zhu@keysight.com)  
18501725711

# 源自HP，精于Agilent，开拓于Keysight



1939–1998: 惠普时代

一家从电子测量业务起家的公司



1999-2013: 安捷伦时代

从惠普拆分，成为世界领先的测试测量公司

2013年9月宣布公司拆分



2014: 是德科技开始运行

100% 专注于电子测量领域

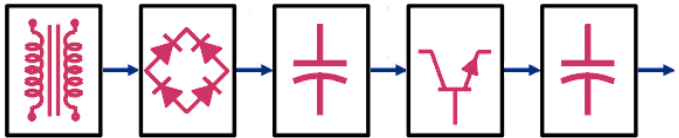
# 电源基础

电源的‘职责’：

从输出端产生稳定的低噪声的可控的电压、电流或功率输出

电源的种类：

线性电源(LDO) 和 开关电源 (SMPS)



## 线性电源 (LDO)

工作在晶体管的线性区

- + 低噪声
- + 不需要太多滤波器件
- 只能做‘降压’
- 效率低

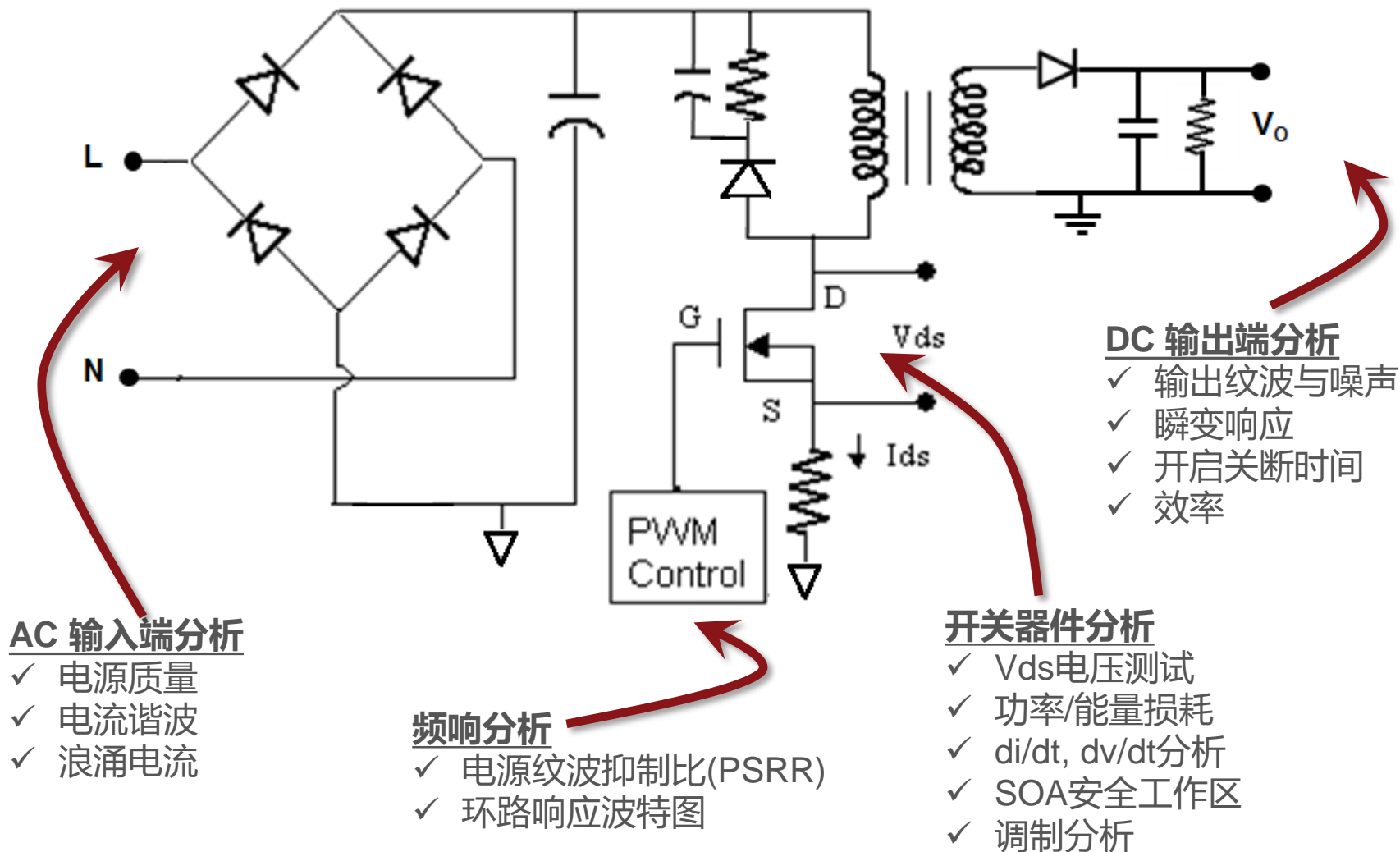


## 开关电源 (SMPS)

晶体管工作在开/关/开/关的状态，开关频率通常在 20Hz – 1MHz

- + 效率高
- + 功率密度高
- + 可做降压也可升压
- 调制产生更多纹波和噪声

# 开关电源测试与测量



## AC 输入端分析

- ✓ 电源质量
- ✓ 电流谐波
- ✓ 浪涌电流

## 频响分析

- ✓ 电源纹波抑制比(PSRR)
- ✓ 环路响应波特图

## DC 输出端分析

- ✓ 输出纹波与噪声
- ✓ 瞬变响应
- ✓ 开启关断时间
- ✓ 效率

## 开关器件分析

- ✓  $V_{ds}$ 电压测试
- ✓ 功率/能量损耗
- ✓  $di/dt$ ,  $dv/dt$ 分析
- ✓ SOA安全工作区
- ✓ 调制分析

# 电源测试的种类 ( PQS )

1 , 性能 Performance

2 , 质量 Quality

3 , 安规 Safety

# 工欲善其事，必先利其器

交直流  
电源



功率分  
析仪



电子负载



示波器



数据记录仪



频谱仪



万用表

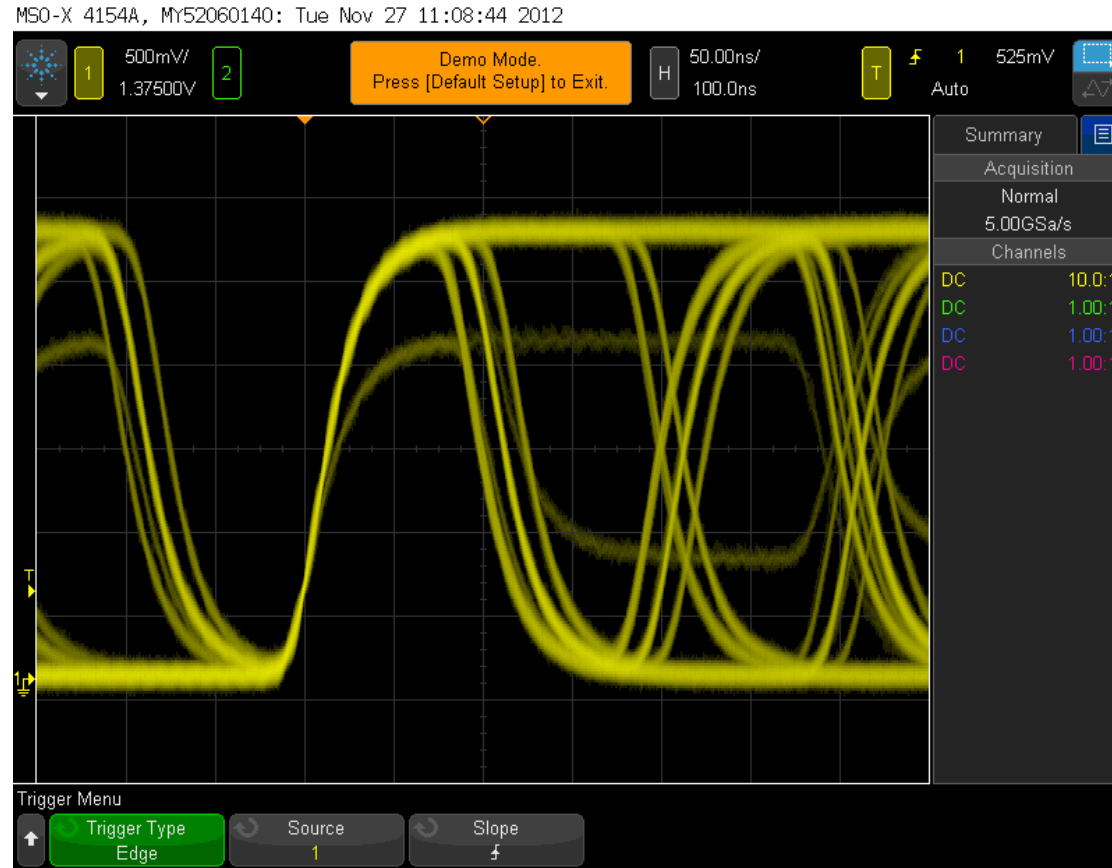


热成像仪

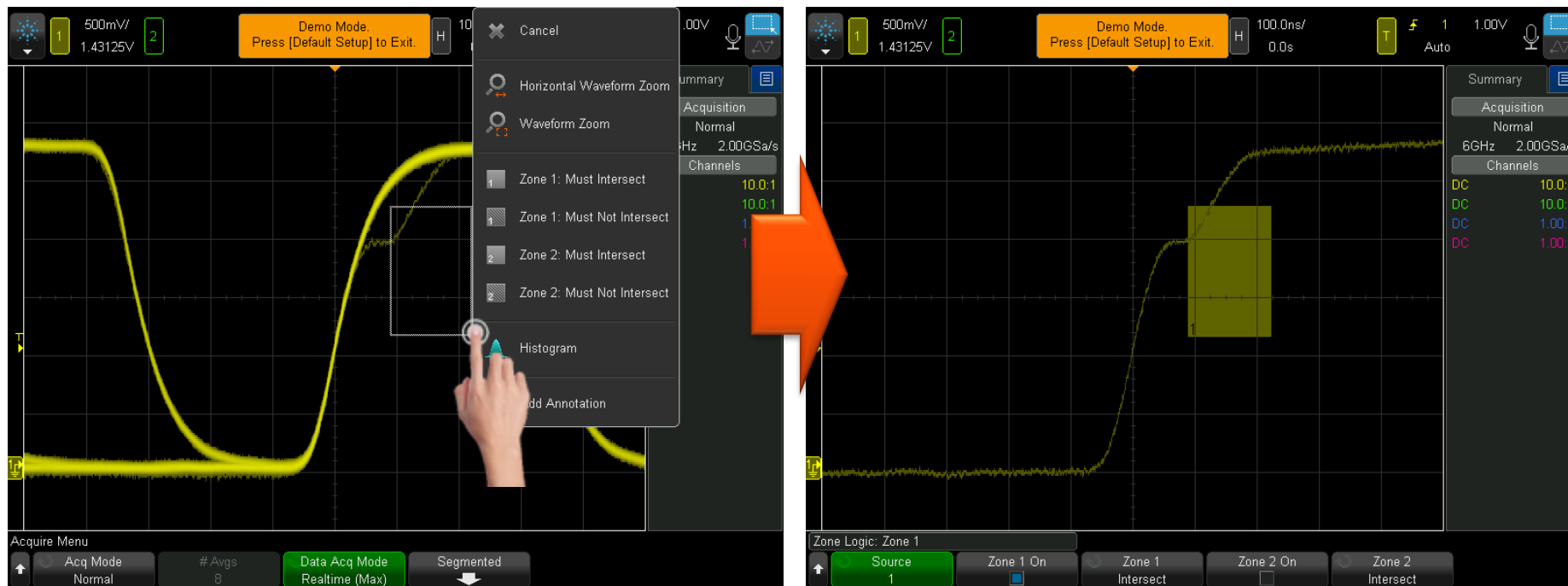
元器件测试



# 示波器触发模式



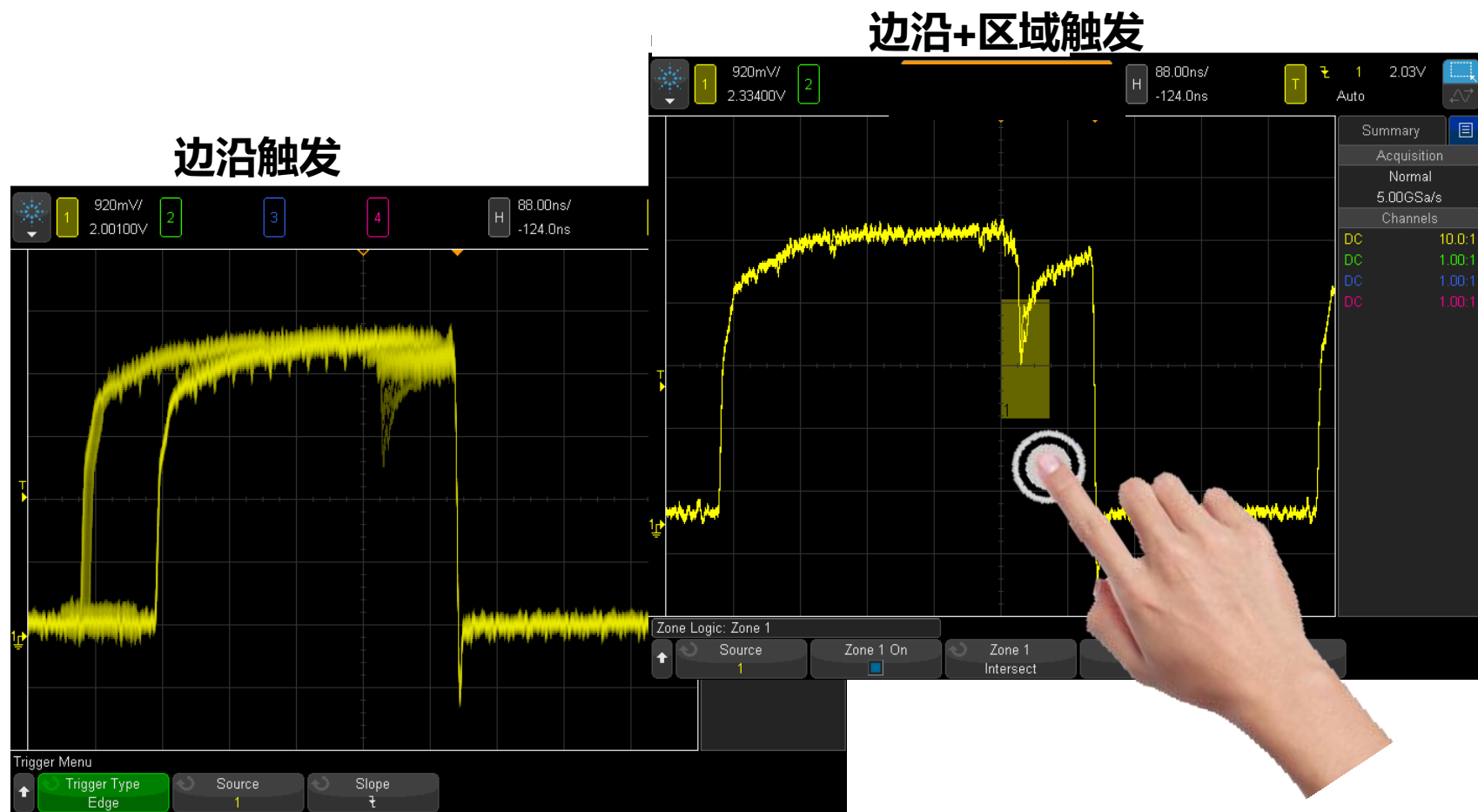
# 示波器触发模式



如果你能看到, InfiniiScan Zone区域触发就能抓到!



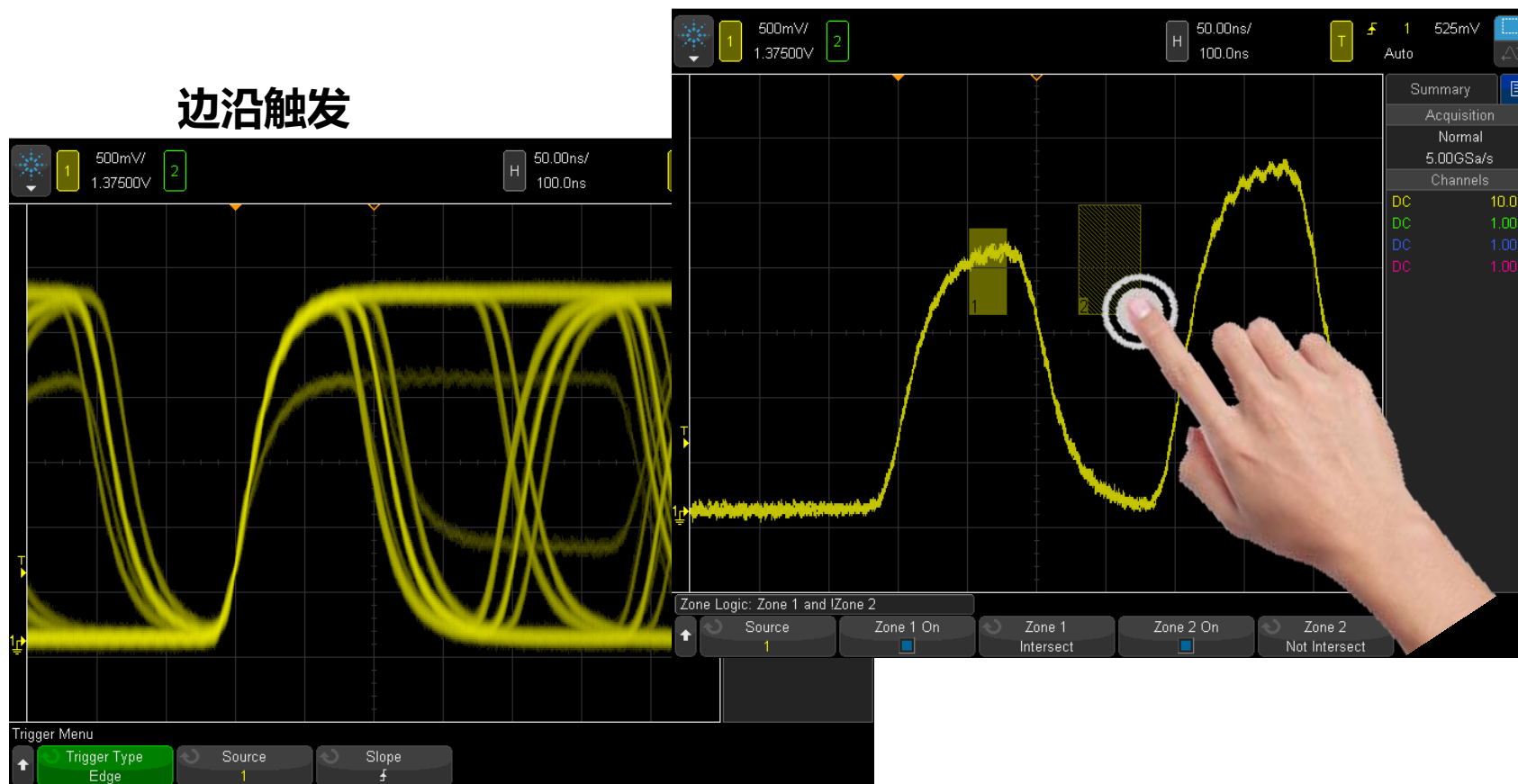
# 示波器触发模式



如果你能看到, InfiniiScan Zone区域触发就能抓到!

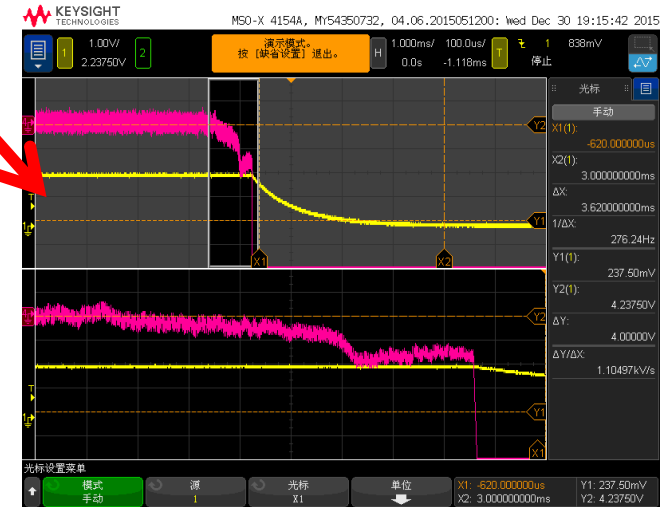
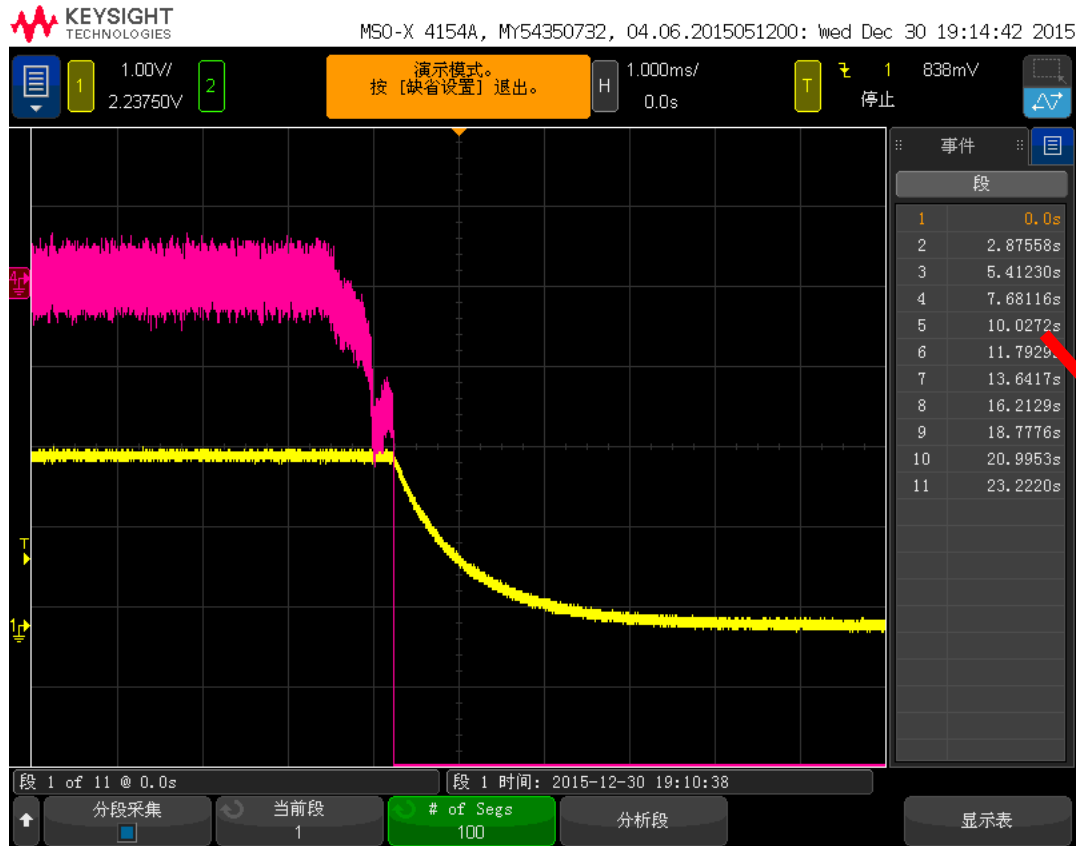
# 示波器触发模式

## 边沿+区域触发



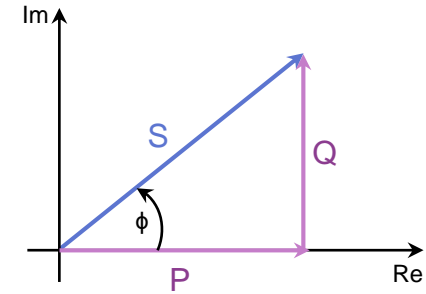
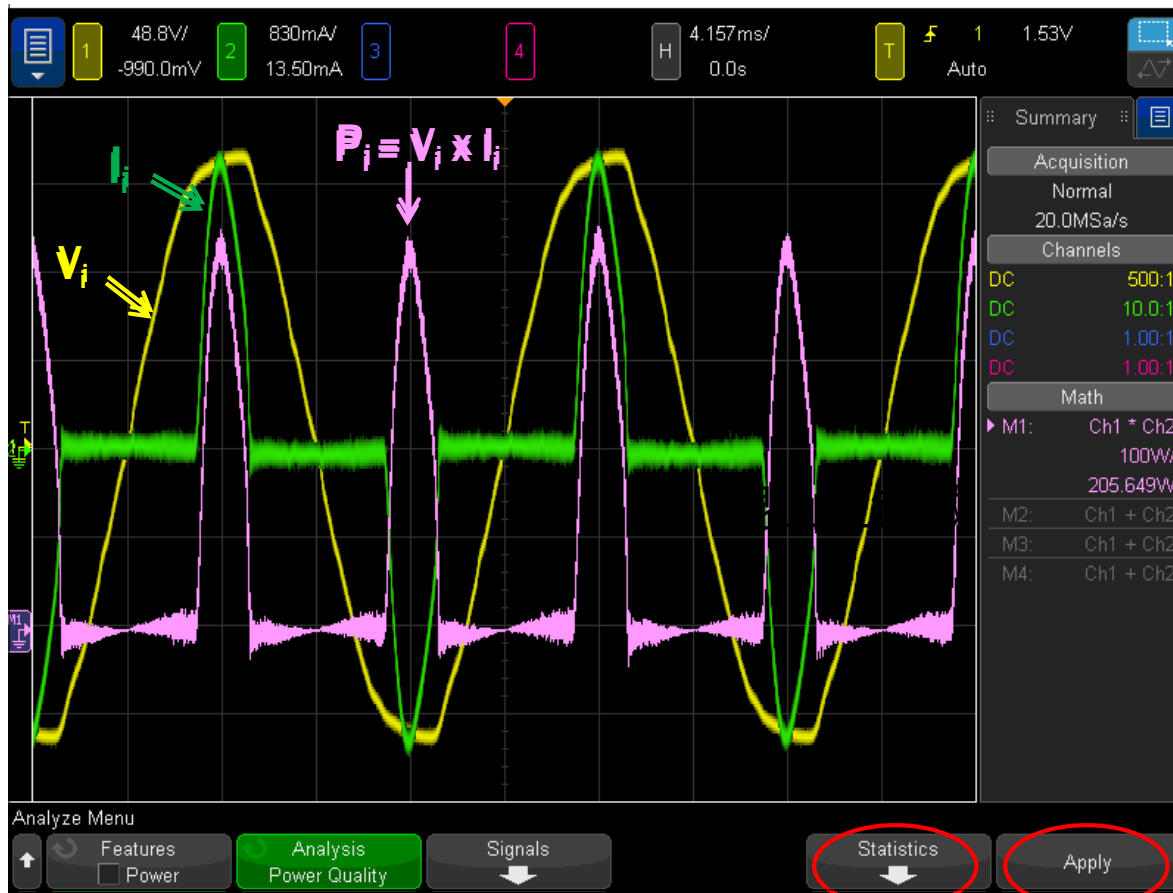
如果你能看到, InfiniiScan Zone区域触发就能抓到!

# 智慧存储



是德科技示波器特有的**分段存储**功能让工程师从漫长又毫无意义的等待中脱离出来。

# 开关电源测试软件:



PF(功率因素) = P/S

P (有功功率)=  $P_i$  over N cycles

S (视在功率) =  $V_{RMS} \times I_{RMS}$  over N Cycles

Q (无功功率) =  $S \times \sin(\phi)$

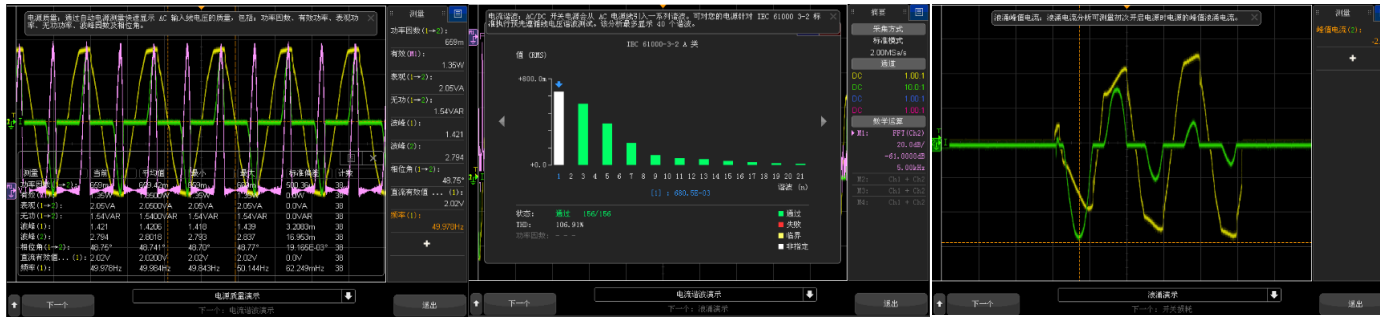
CF<sub>V</sub> (波峰因子)=  $V_{PK} / V_{RMS}$

CF<sub>I</sub> (波峰因子)=  $I_{PK} / I_{RMS}$

$\phi$  (相位角)=  $\text{ACOS}(P/S)$

- 电压探头: 测量240V<sub>RMS</sub> 电压需要高压差分探头, 推荐N2791A , 带宽 25MHz , ± 700V.
- 电流探头: 推荐1147B 50MHz, 30Apk.

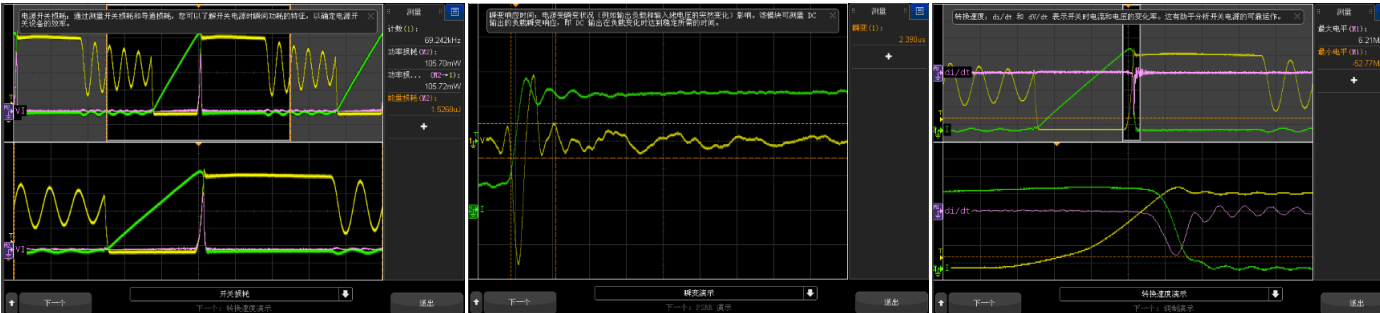
# 开关电源测试软件:



输入电源质量

电流谐波

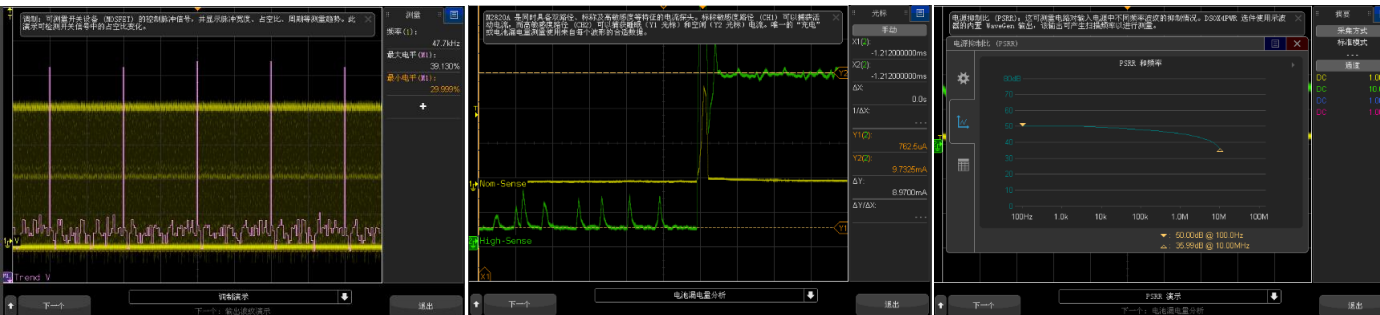
浪涌电流



开关损耗

动态响应

转换速度



调制分析

电池漏电量分析

PSRR

# 开关电源测试软件:

基于Keysight示波器，能对开关电源进行测量、分析并生成报告的自动测试软件

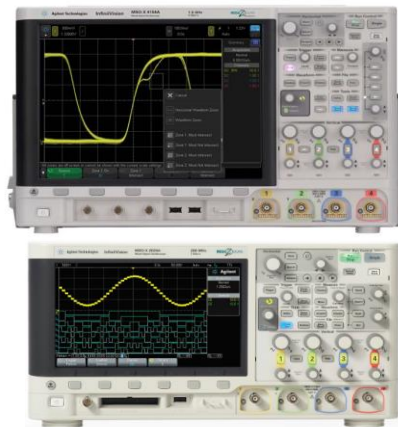
## 测试项目:

输入分析, 开关器件分析, SOA测试与范本编辑, 输出分析, 冲击电流, 调制分析, 打开/关闭时间分析, 瞬态分析

测试模式: 联机或脱机

附件:

U1880A 时延校正夹具



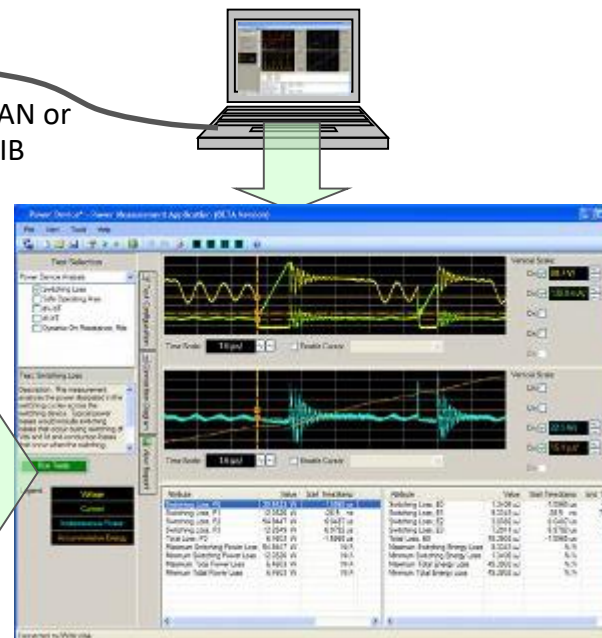
Infiniivision Series



Infiniium Series

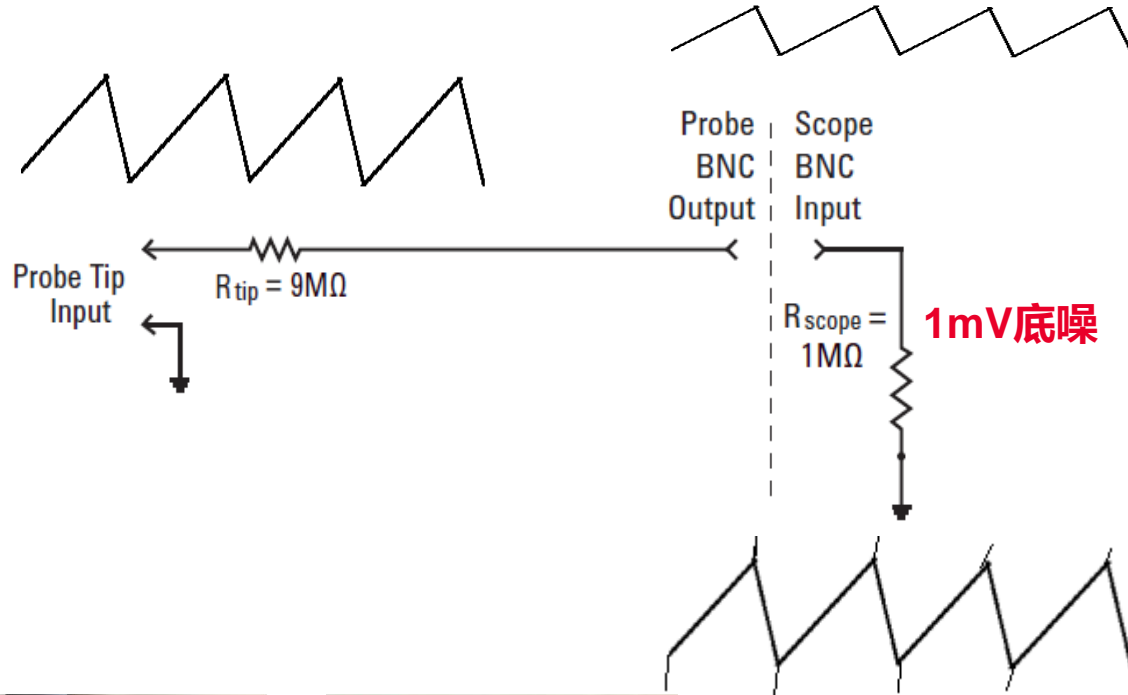
电源测量分析软件

USB, LAN or GPIB

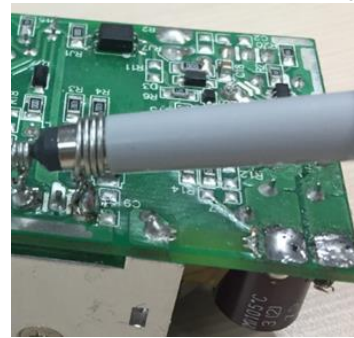
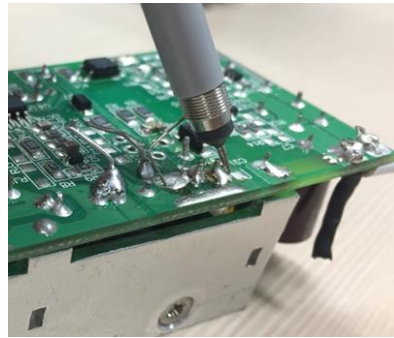


# 电压纹波的精确测试

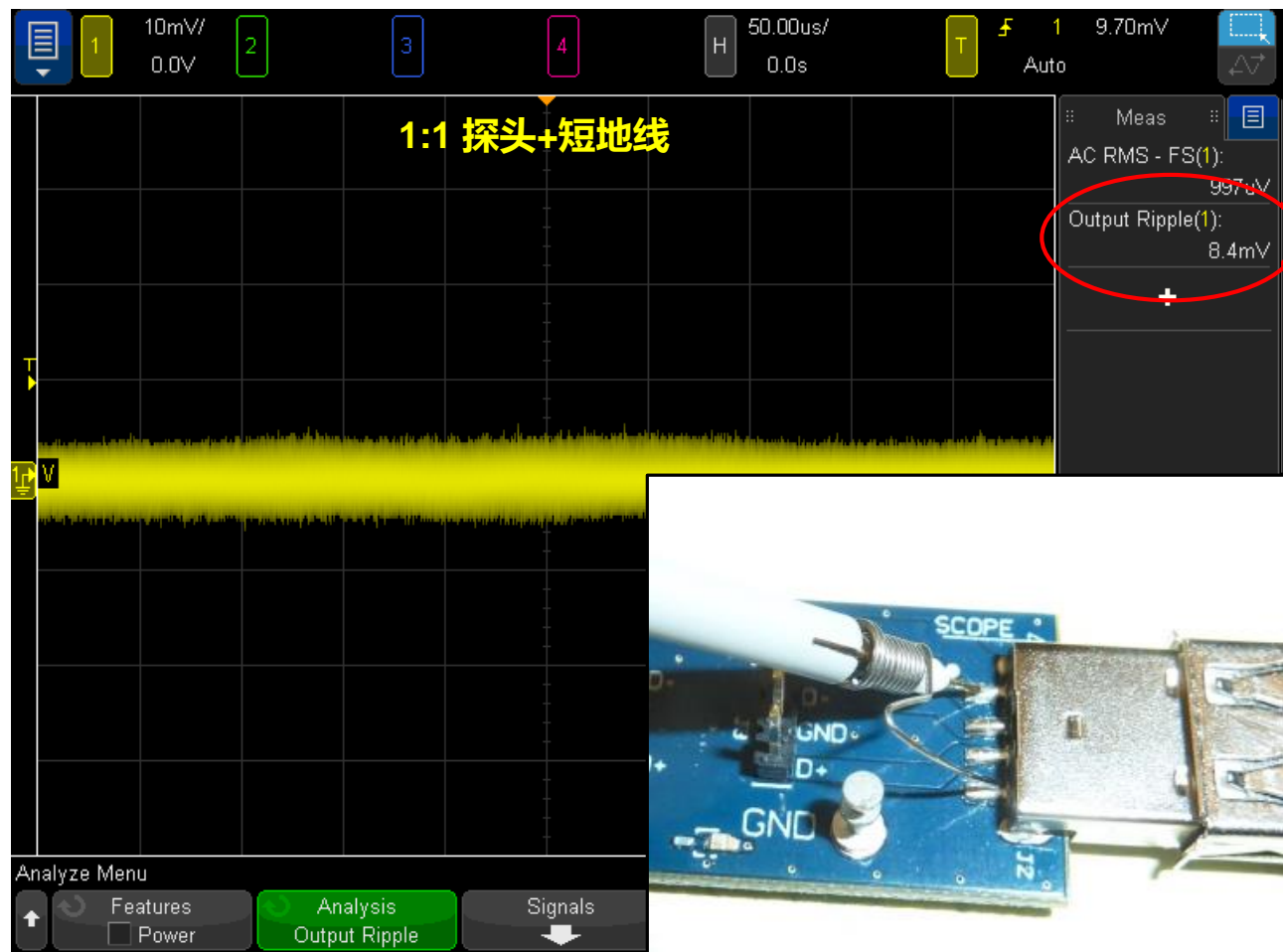
## 1, 探头衰减倍数



## 2, 地线长度



# 电压纹波的精确测试





# 电压纹波的精确测试

N7020A高带宽低噪声探头：

- ❖ 高达2GHz带宽
- ❖ 低噪声，衰减比仅为1:1
- ❖ 1mv/div高达+/- 24V的偏置范围
- ❖ 高输入阻抗：50 KΩ @ DC

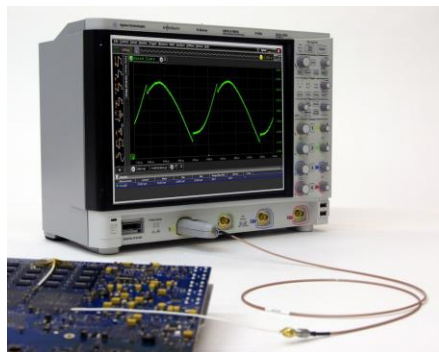


	N 7020A	BNC 线缆	1:1 无源探头	10:1 无源探头
带宽	2GHz		20M Hz	100-1000M Hz
底噪 (PK PK)	~ 500uV	~ 500uV	~ 1.1m V	11m V
AC耦合	24V 偏置能力 不需要AC耦合	不能AC耦合 偏置能力弱	可以AC耦合 偏置能力弱	可以AC耦合 偏置能力弱
负载效应	50Kohm	50ohm	1M ohm	10M ohm



# 电源完整性测试方案

Accurate PI measurement



Power Rail Probe  
S-series scope



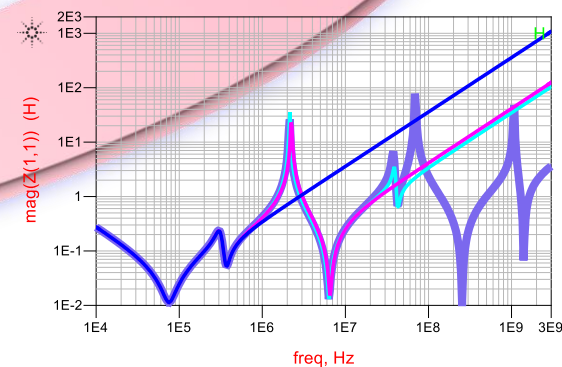
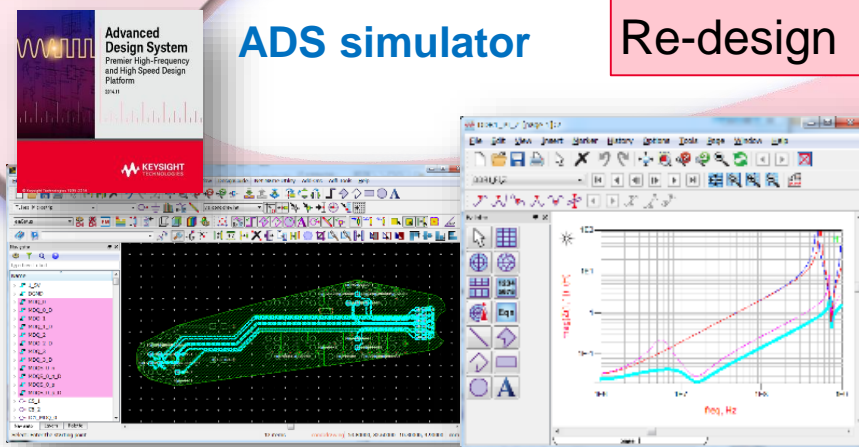
PDN Measurement



E5061B – 3L5  
VNA for PDN measurement

ADS simulator

Re-design



# 如何选择正确的探头测量小信号

## N2820A特性

- 量程和动态范围由所使用的前端附件决定
  - 最小可测电流：500nA
  - 最大可测电流：5 A
  - 动态范围最大超过 20,000:1
- 带宽
  - 3 MHz 全局通道
  - 500 kHz 局部细节放大通道
- 前端连接部分可更换阻值: 20 m $\Omega$ , 100 m $\Omega$  以及用户自定义模组
- 新的自动测量项目 – 特定时间范围内的电流消耗 (AmpH)
- 相容InfiniiVision 3kX, 4kX, 6kX 以及 Infiniium S, 9k, 9kX/Q/Z (with N5449A)

## N2820A 双通道



- 500 mW
- 50  $\mu$ A - 2.2 A
- $\pm$  1% tolerance
- For higher sensitivity, bandwidth and lower noise
- Order N2824A for replacement head

100 m $\Omega$



# 如何选择正确的探头测量小信号



可作为电压探头使用

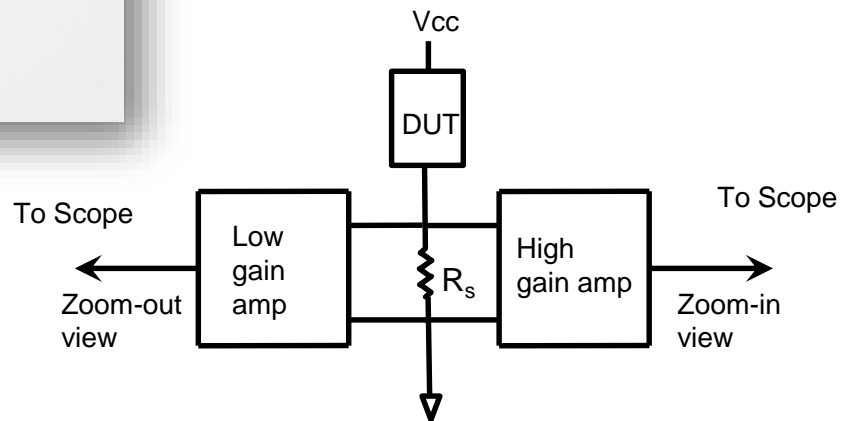
电压：3uV ~ 1.2V

动态范围：20,000:1

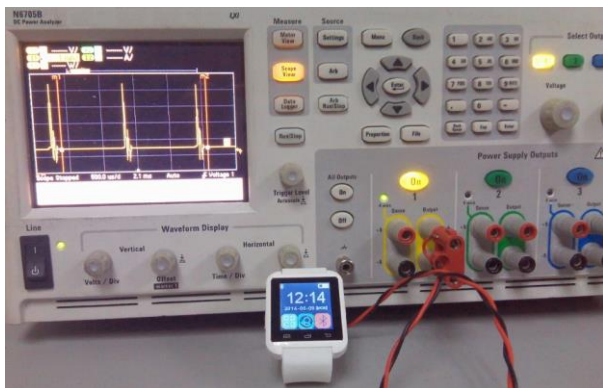
带宽范围全局通道：3MHz

带宽范围局部通道：500kHz

也提供单通道型号 N2821A



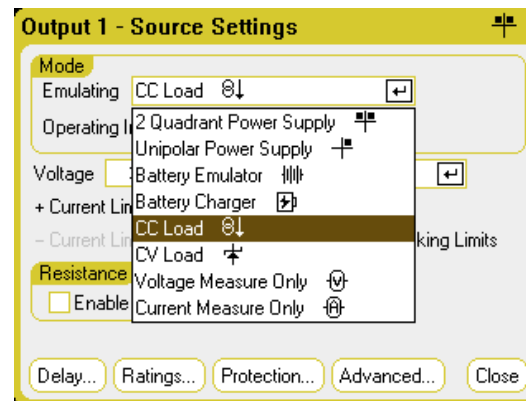
# N6705B 快速、精确测试便携设备的功耗



N6705B 直流电源分析仪主机

在一台主机中提供了多种测试仪表功能:

- 1 至 4 路高性能电源输出
- 数位电压表和电流表
- 带功率输出的任意波形发生器
- 示波器
- 数据采集
- 所有的测量和功能都能通过前面板实现
- 大幅度提高工作效率



N6781A 为耗电分析设计的两项限源表 (SMU) 模块

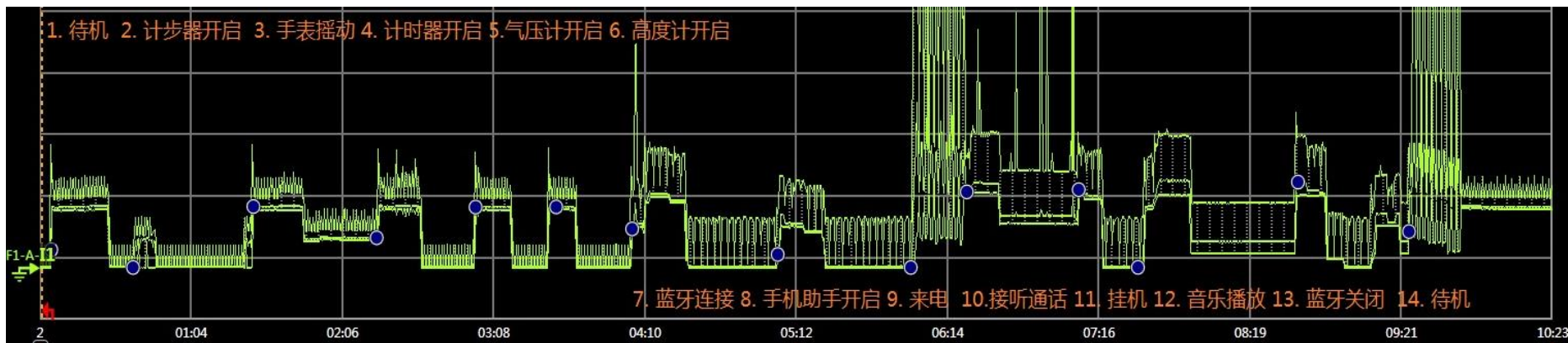
为电池耗电分析特殊设计的电源模块:

- 可调节的**电池内阻模拟**特性
- 具有多象限输出, 电池仿真模式, 电子负载, 电压/电流表
- nA级电流测量;
- **高达200 KHz (5us)电流采样率, 精确测量脉冲电流**
- 可视化电流测试软件, 电流测试与操作同步测量
- 0V压降的电流、电压表, 电池真实环境下容量测试

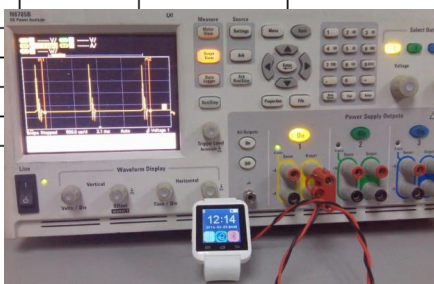
创新功能:

为应对大范围变化的电流波形而专门开发的**无缝量程切换技术**, 可以轻松测量大范围 (**3A-80nA**) 快速变化的耗电电流波形

# “智能手表”功耗实测——资料分析（可脱机）



	待机	计步器	计时器	气压启	高度计	蓝牙连接	手机助手开启	来电	接通	挂机	音乐播放	蓝牙退出
手表状态	待机	A 屏幕亮	A 屏幕亮	A 屏幕亮	A 屏幕亮	A 屏幕亮	A 屏幕亮	来电	A 屏幕亮	A 屏幕亮	A 屏幕亮	蓝牙退出
起始时间	0:00	0:08	1:32	2:23	3:04	4:14	5:10	6:01	6:24	7:12	7:41	9:11
截至时间	0:06	0:28	1:49	2:36	3:14	4:26	5:23	6:20	6:35	7:17	7:55	9:46
平均电流 (mA)	0.3706	38.0202	38.1429	38.2273	37.8934	44.1605	24.6711	65.9413	52.4654	44.3494	54.0867	46.046
最大电流 (mA)	14.1589	57.466	60.1557	73.402	56.425	75.708	55.1805	319.6208	148.721	74.8239	87.0712	205.49
最小电流 (mA)	0.0482	35.0162	35.6246	31.905	35.7823	40.3939	21.9707	14.2373	46.0426	42.2576	27.0969	8.739
手表状态		B 屏幕灭	B 屏幕灭	B 屏幕灭	B 屏幕灭	B 屏幕灭	B 屏幕灭		B 屏幕灭	B 屏幕灭	B 屏幕灭	待机
起始时间		0:33	1:53	2:42	3:18	4:33	5:30		6:36	7:19	7:56	9:47
截至时间		0:38	2:15	2:58	3:28	4:57	5:56		7:06	7:34	8:36	-
平均电流 (mA)		0.4759	18.6953	0.4644	0.3794	0.3366	0.3674		32.525	0.3707	16.3356	38.0221
最大电流 (mA)		0.1405	37.1117	15.0608	14.1623	31.367	31.8705		518.69	31.8619	40.7279	57.511
最小电流 (mA)		14.2798	16.4621	0.0075	0.04861	0.04791	0.04946		26.9036	0.04724	8.718	36.0628
手表状态		C 手表摆动										
起始时间		0:42										
截至时间		0:49										
平均电流 (mA)		16.6543										
最大电流 (mA)		32.0728										
最小电流 (mA)		0.0094										



# 品质 Quality

如何做一款寿命十年的产品？

1，温度，机械测试

2，元器件测试

3，系统测试

4，老化测试

5，工厂测试

# 温度测试方案

## 数采开关单元

多样的信号种类 (电压, 电流, 温度, 阻抗, 频率等)  
多样的信号范围 (uV to 100V, uA to 3A, etc )  
足够的速度, 精确度和分辨率  
免费的数采软件, 建议的控制模式

适用于主要元器件的测试



**34972**  
**数采单元**

## 热成像仪

精细分辨能力  
热图记录存储  
易用的报告生成工具

适用于贴片元器件温度检测以及恶劣温度点查找



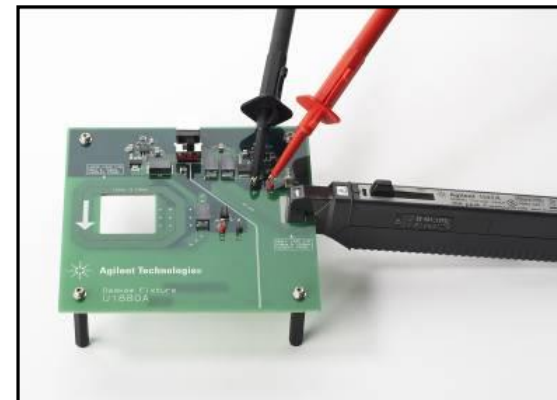
**U5855A**  
**热像仪**



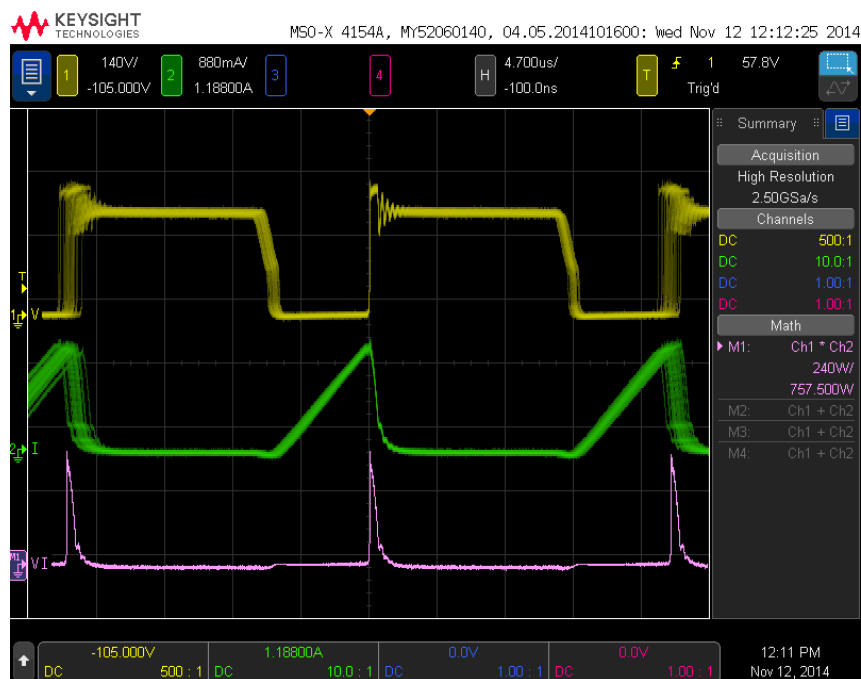


# MOSFET开关损耗的精确测试

➤ 通道延时校准

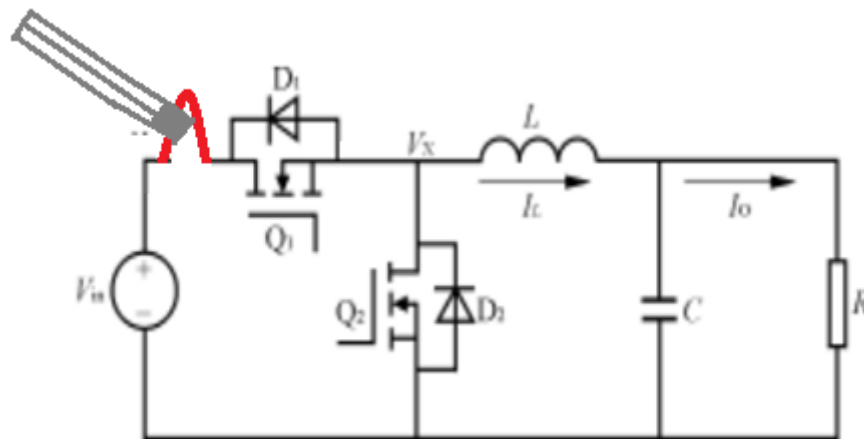


校准后!



# MOSFET开关损耗的精确测试

1. 通道延时校准
2. 电流探头位置
3. 电流电压探头校准



# MOSFET DS 电压精确测量

➤ 示波器带宽要足够，**探头带宽也要足够**

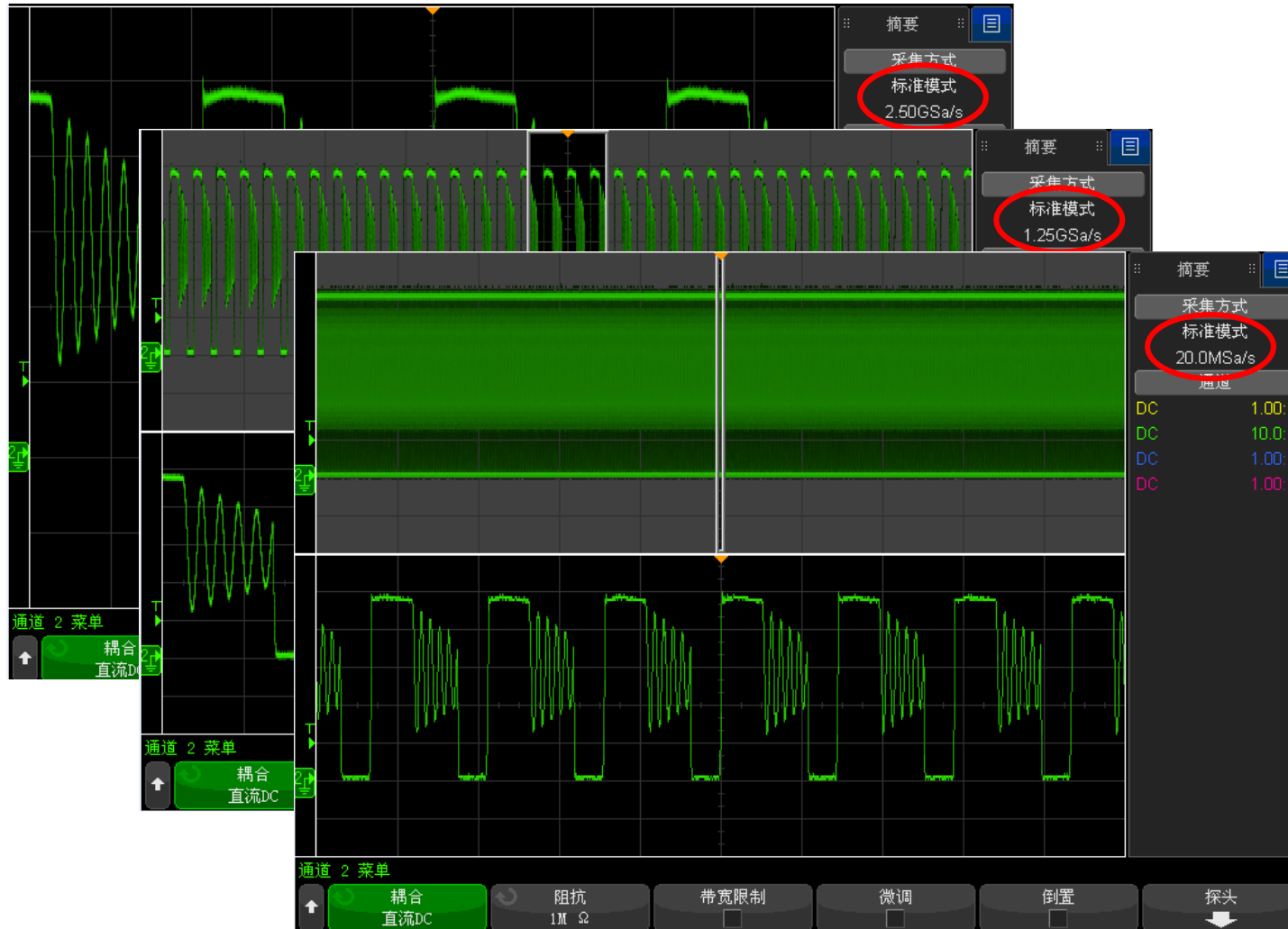


型号	SI9002
衰减比率	1:20/200
共模抑制比(典型值)	-80dB@50Hz -60dB@20kHz
差分输入电压 (DC+Peak AC)	+/- 140V@1/20 +/-1400@1/200
共模电压 (DC+Peak AC)	+/- 1400V@1/20 & 1/200
绝对***大输入 (每侧对地)	1000Vrms CAT III
带宽	DC to 25MHz (-3dB)

产品型号	N2790A
带宽(-3 dB)	≥ 100MHz 探头带宽
上升时间(计算值)	≤ 3.5 ns
衰减	50:1/500:1
增益精度(读数的%)	20~30°C时, ± 2%
输入R//C(每个接地输入)	4 MΩ//7 pF
输入R//C(在输入端之间)	8 MΩ//3.5 pF
最大差分工作电压 (直流+交流峰值)	500:1时, ± 1400V 50:1时, ± 140V

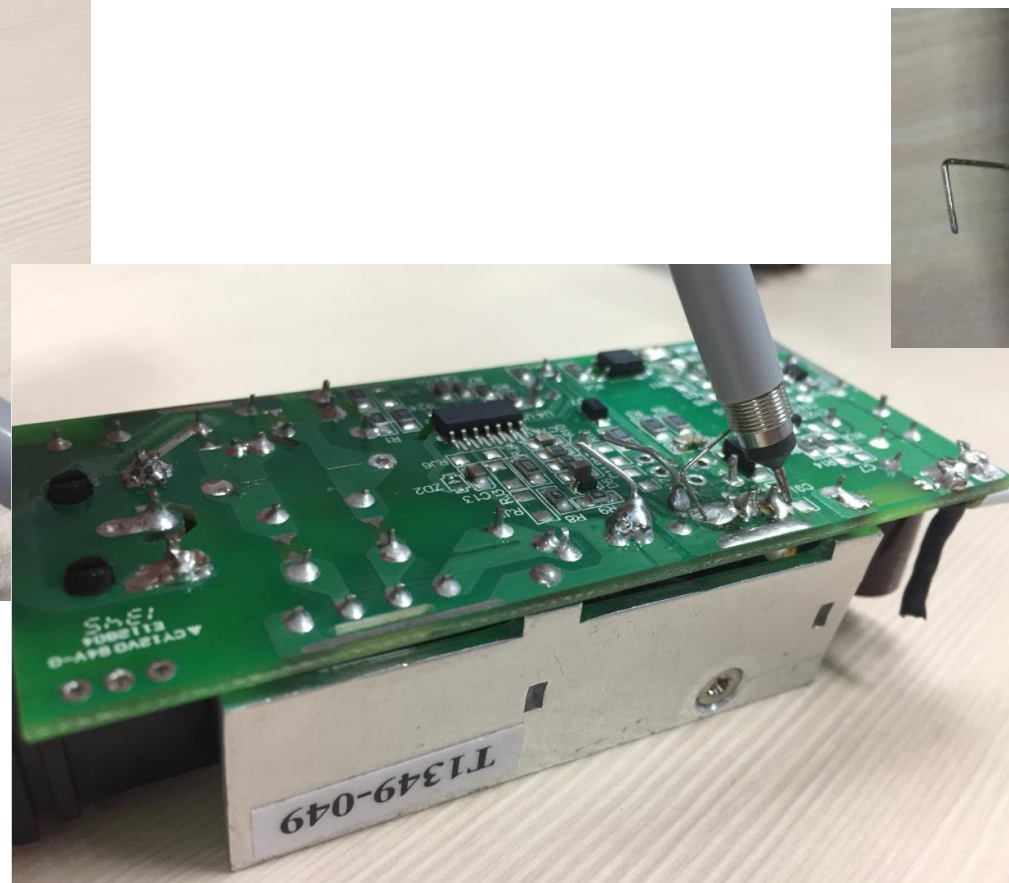
# MOSFET DS 电压精确测量

- 采样率要能满足带宽需求（大于所需带宽 4 倍以上）



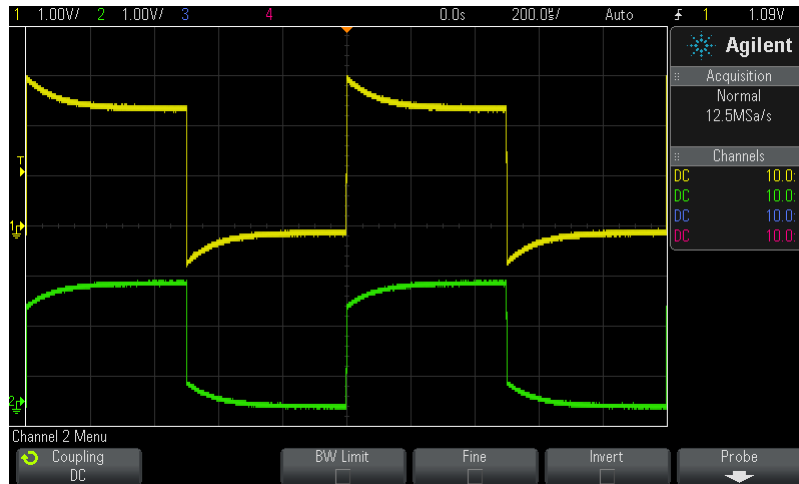
# MOSFET DS 电压精确测量

- 地线要短，越短越好

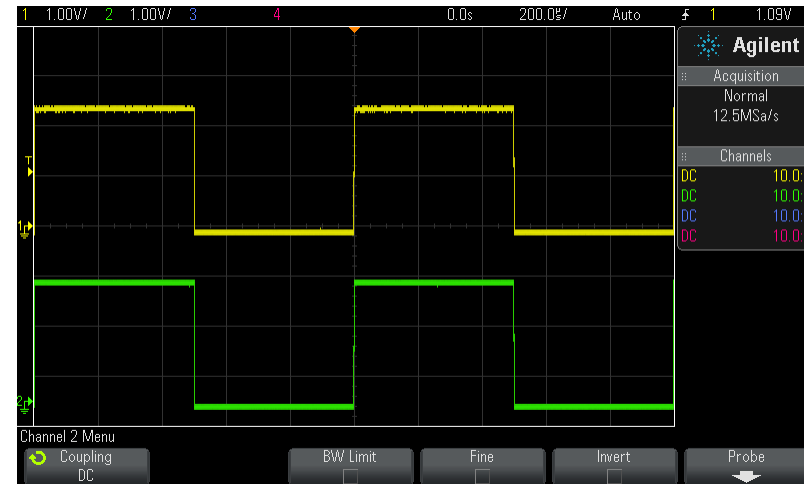


# MOSFET DS 电压精确测量

## ➤ 无源探头校准



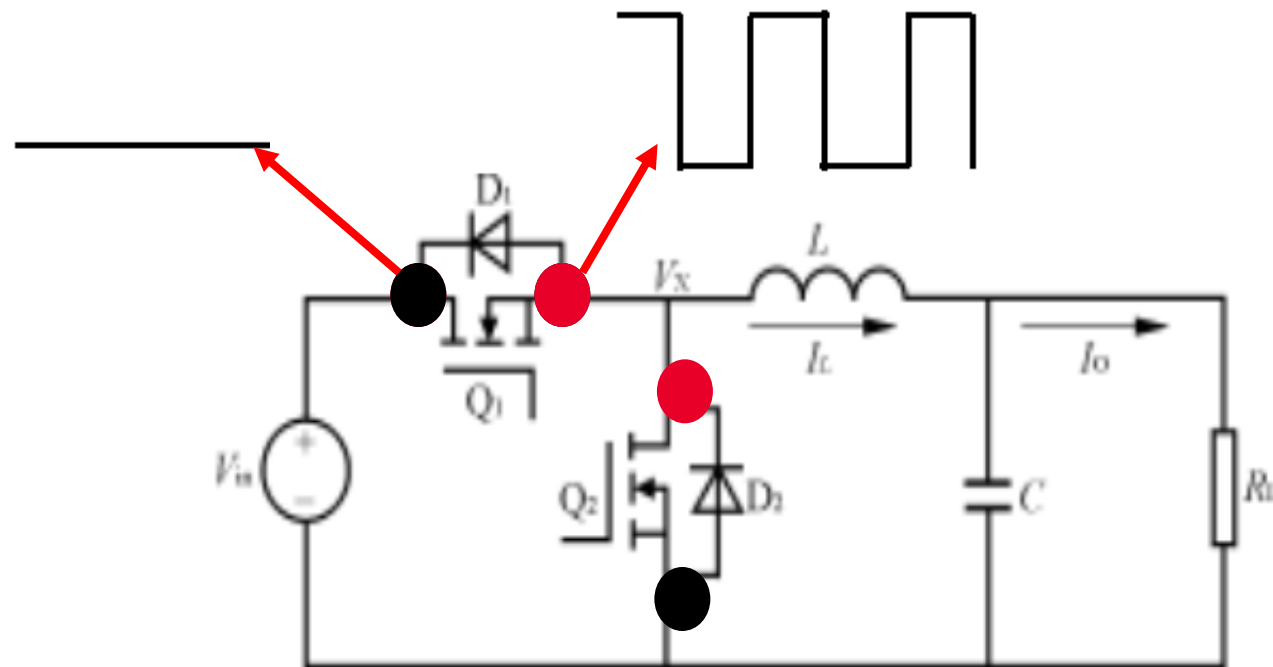
通道 1 (黄色) = 补偿过度  
通道 2 (绿色) = 补偿不足



适当补偿

# MOSFET DS 电压精确测量

➤ 浮地测量中地的选取

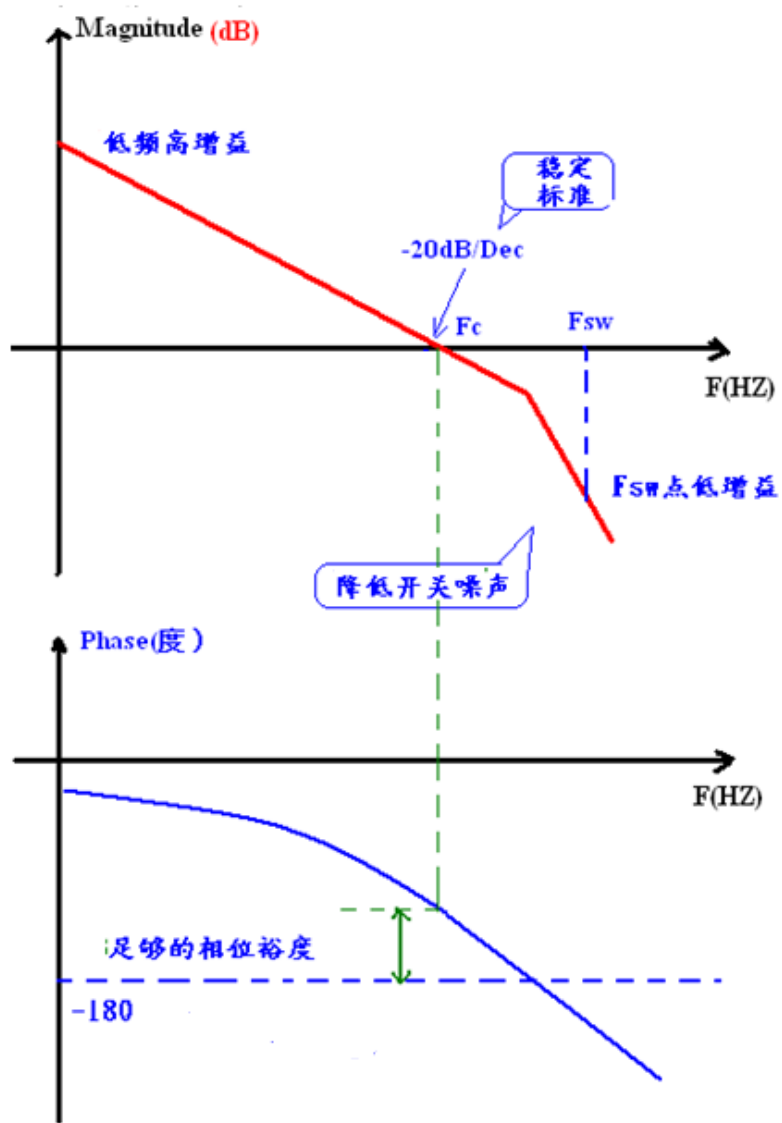


# MOSFET DS 电压精确测量

- 示波器带宽要足够，**探头带宽也要足够**
- 采样率要能满足带宽需求（大于所需带宽 **4** 倍以上）
- 地线要短，**越短越好**
- 无源探头校准
- 浮地测量中地的选取
- 不能和损耗&SOA 同时测试



# 环路稳定性测试与分析



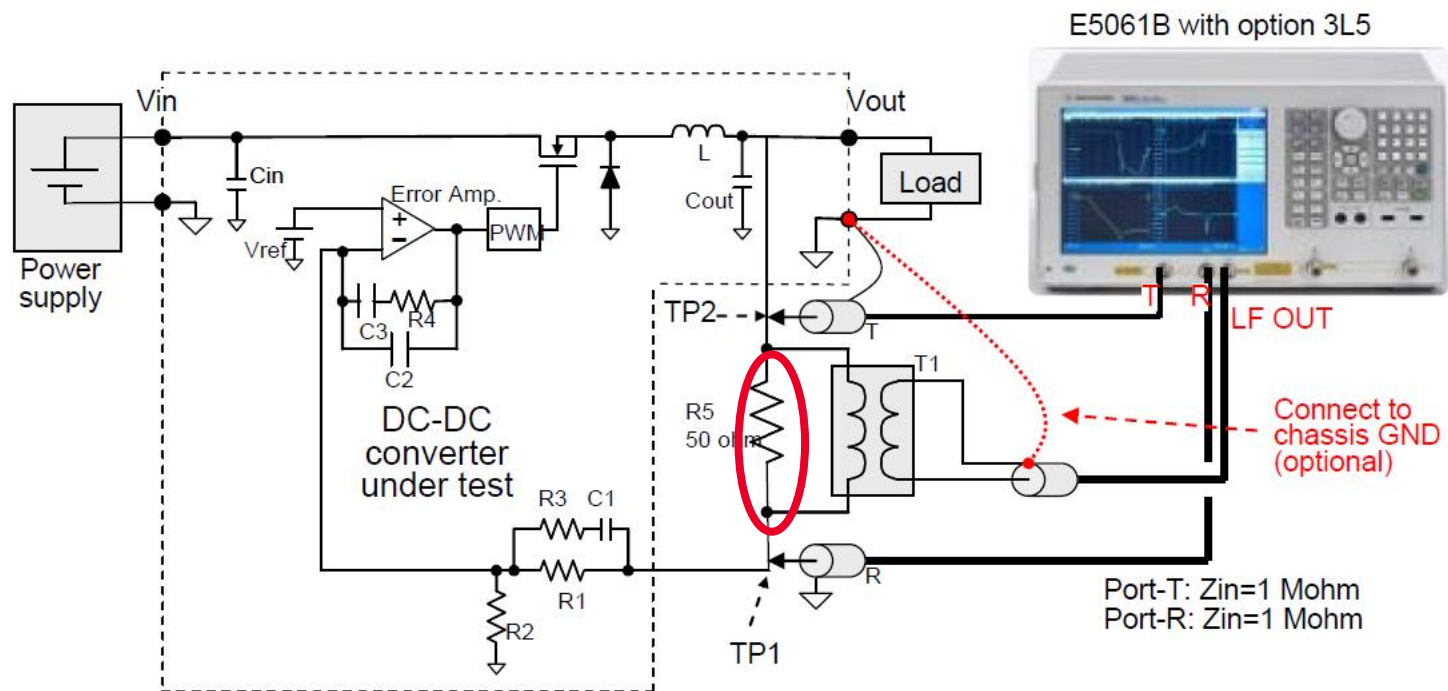
稳定系统的条件：

- $F_c$ 小于 $0.5 \cdot F_{sw}$ （推荐值为5%~20% $F_{sw}$ ）
- 相位裕度大于  $45^\circ$ （在 $F_c$ 之前的所有频率点）

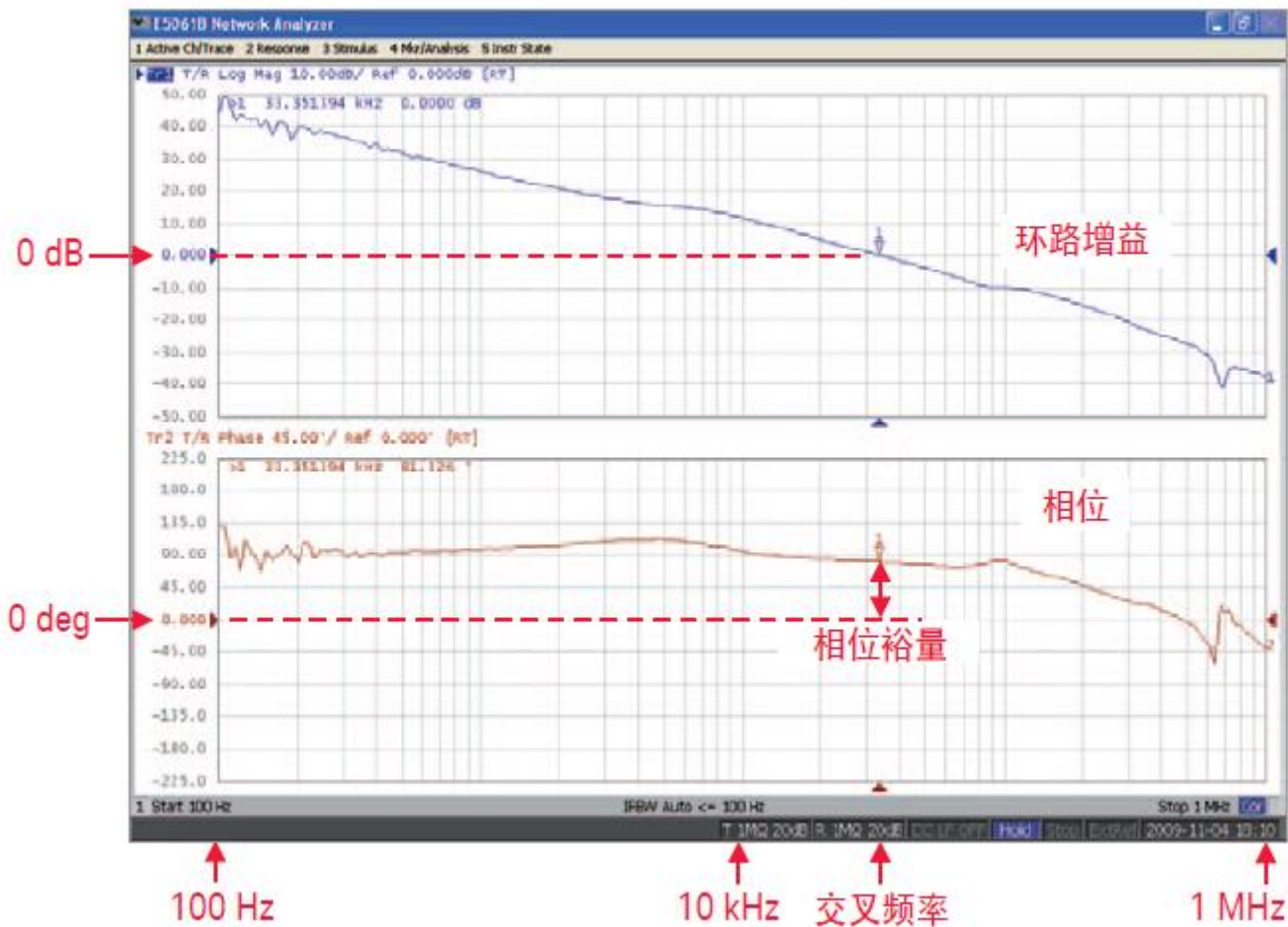
较好的系统：

- 比较高的 $F_c$ ,提高放大器的响应速度
- 合适的相位裕度（ $45^\circ$ - $80^\circ$ ）
- 在 $F_{sw}$ 时有足够的增益衰减，降低开关噪声

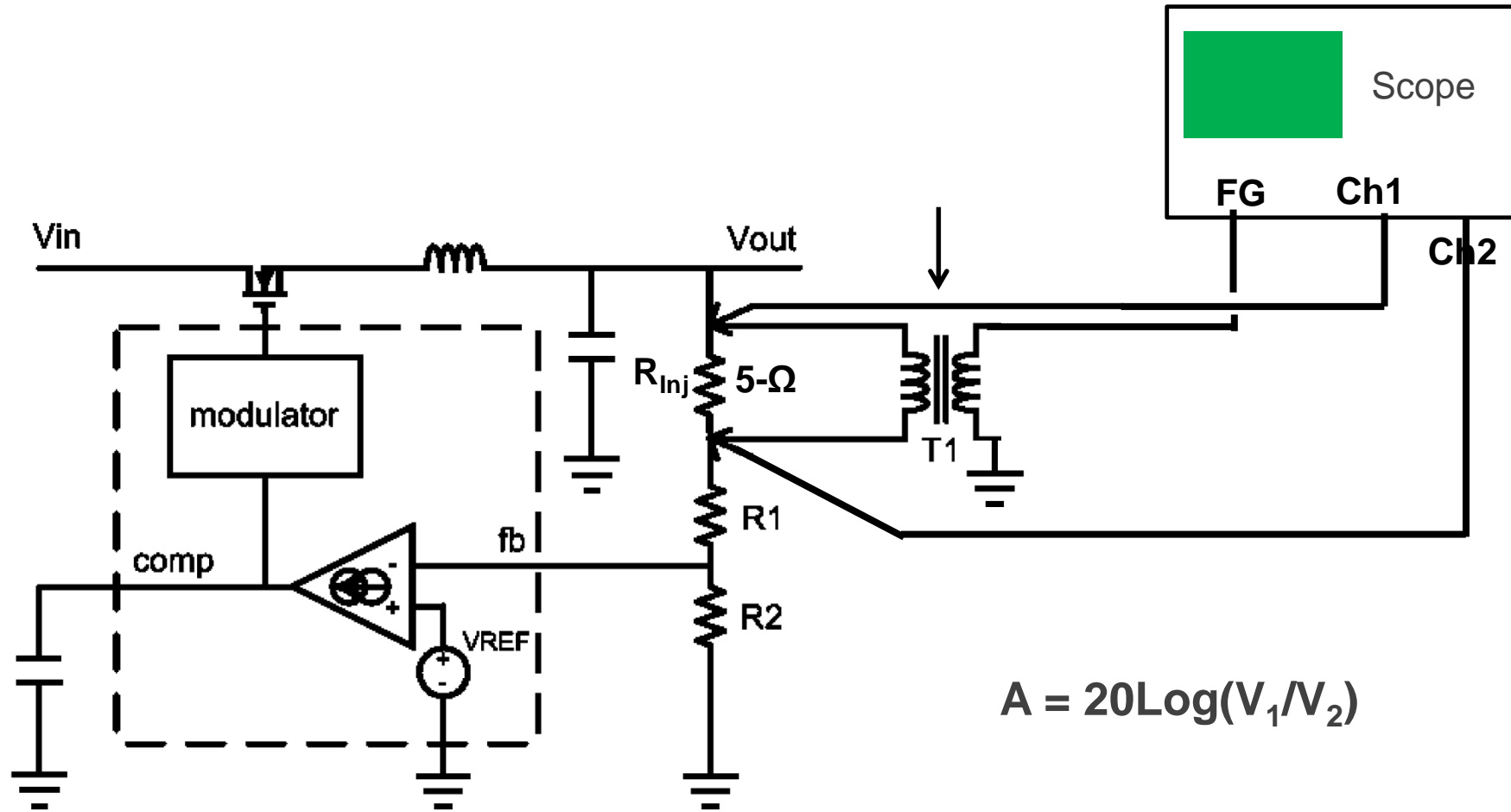
# 传统环路响应测试方案



# 传统环路响应测试方案



# 基于示波器的环路响应测试方案

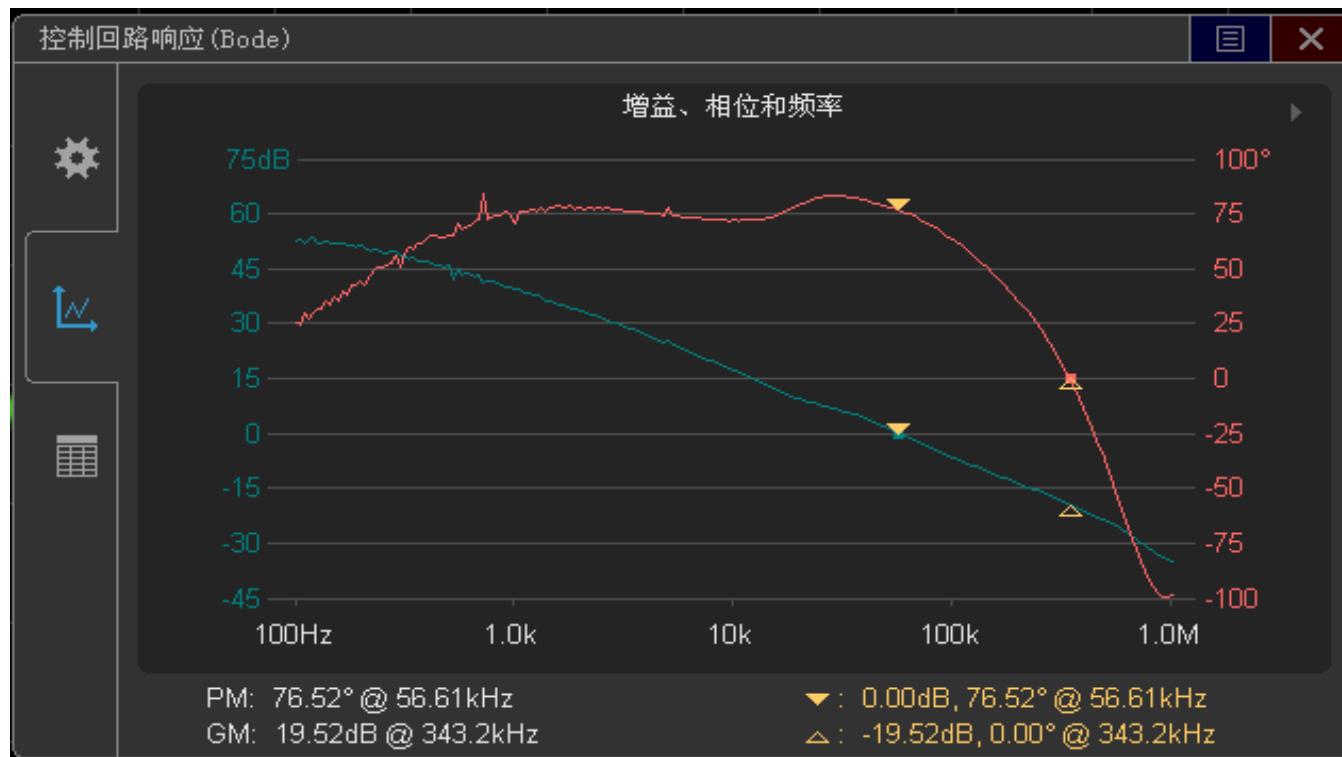


# 基于示波器的环路响应测试方案



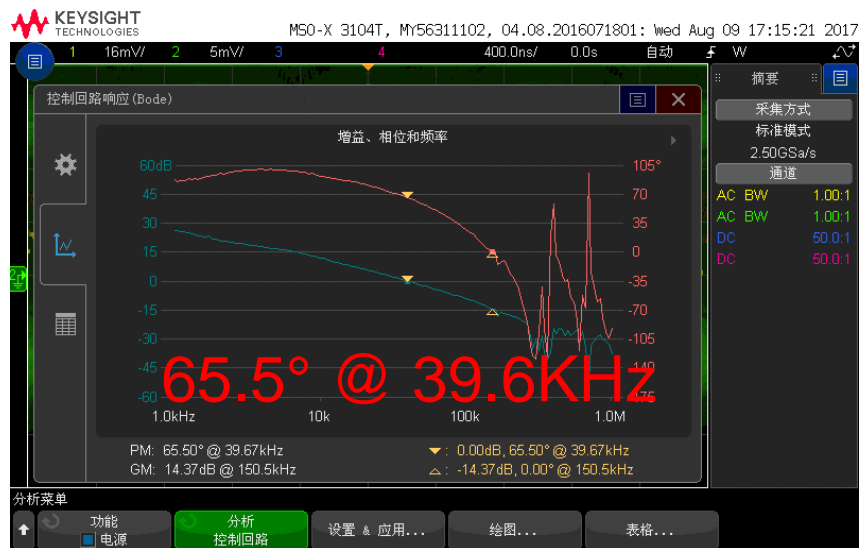
- ① 频率模式：有“扫描”和“单点”模式，选择“扫描”模式；
- ② 频率（开始，停止）：设置扫描起止频率，根据实际应用选择，一般开始频率设置为100Hz，停止频率适当大于开关频率；
- ③ 每是倍频率的点数：可以设置频率扫描点数，建议设置为最大50个点；
- ④ 来源（输入，输出）：左边更改为注入电阻下端的测试探头所在通道，右边更改为注入电阻上端（输出电压）的测试探头所在通道；
- ⑤ WaveGen (振幅，阻抗)：设置注入电压大小（依实际应用），波形发生器输出阻抗保持预设50ohm即可

# 测试结果分析

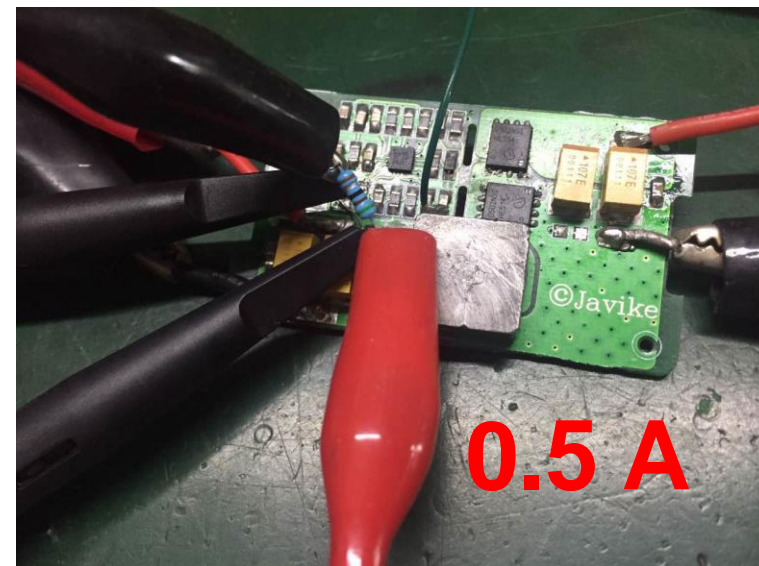


- ◆ 穿越频率 (增益为0dB时) : 建议为开关频率的5%--20%
- ◆ 相位裕度 (增益为0dB时) : 大于45°, 建议45°-- 80°
- ◆ 增益裕度 (相位为0°时) : 小于 -10dB
- ◆ 增益衰减 (增益@开关频率) : 小于 -20dB
- ◆ 穿越斜率 (0dB附近) : 单极点穿越 (-20dB每十倍频)

# 测试结果比较 Buck

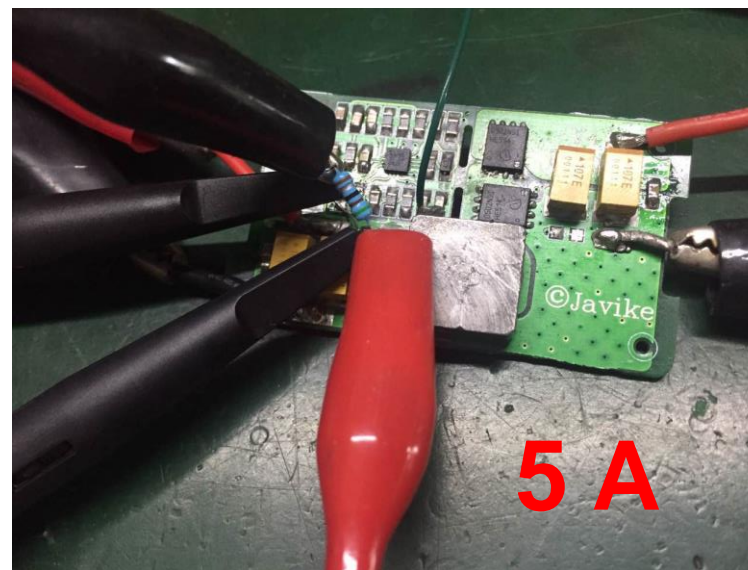
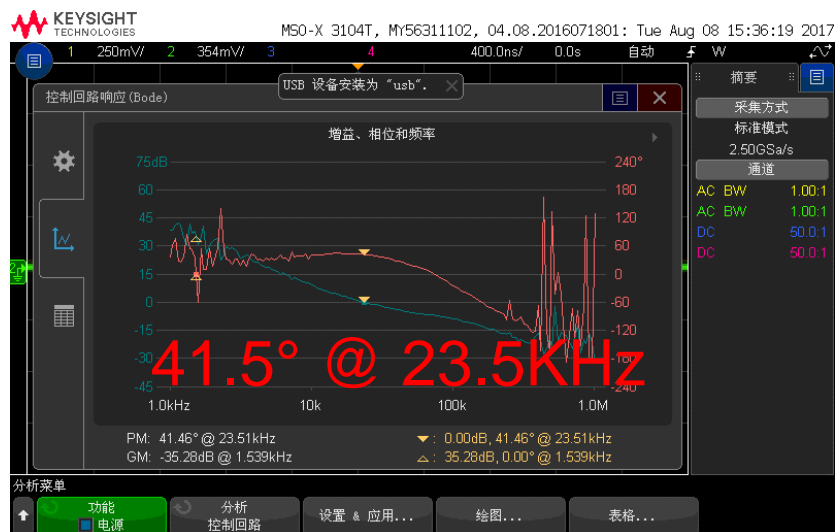
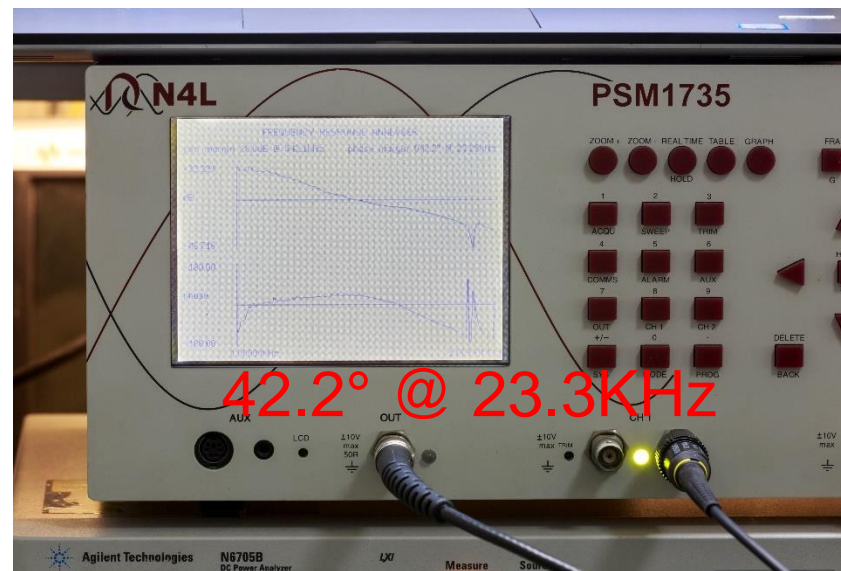
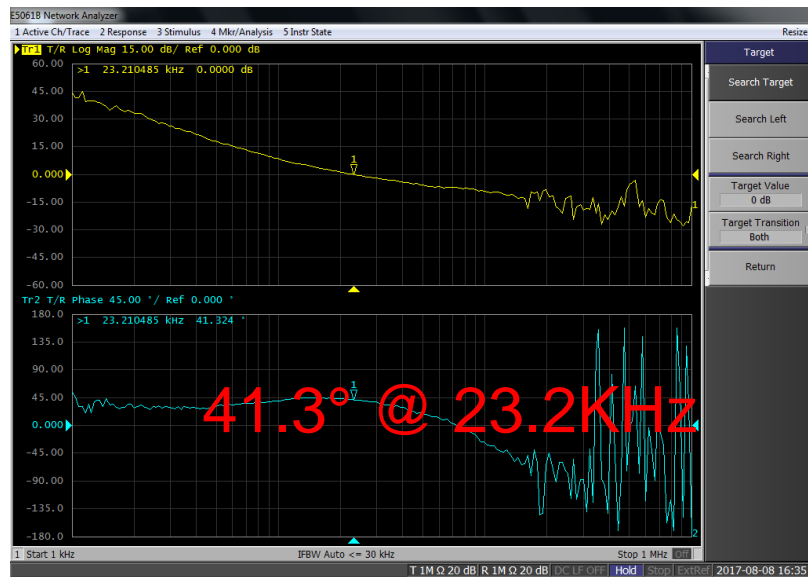


# 测试结果比较 Boost 轻载

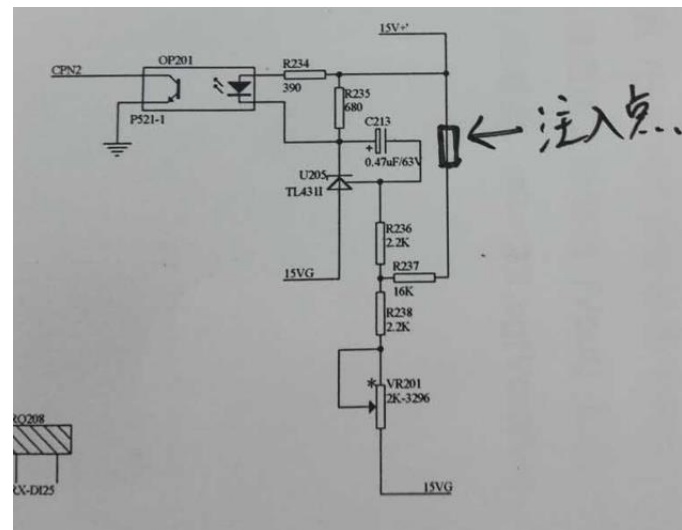
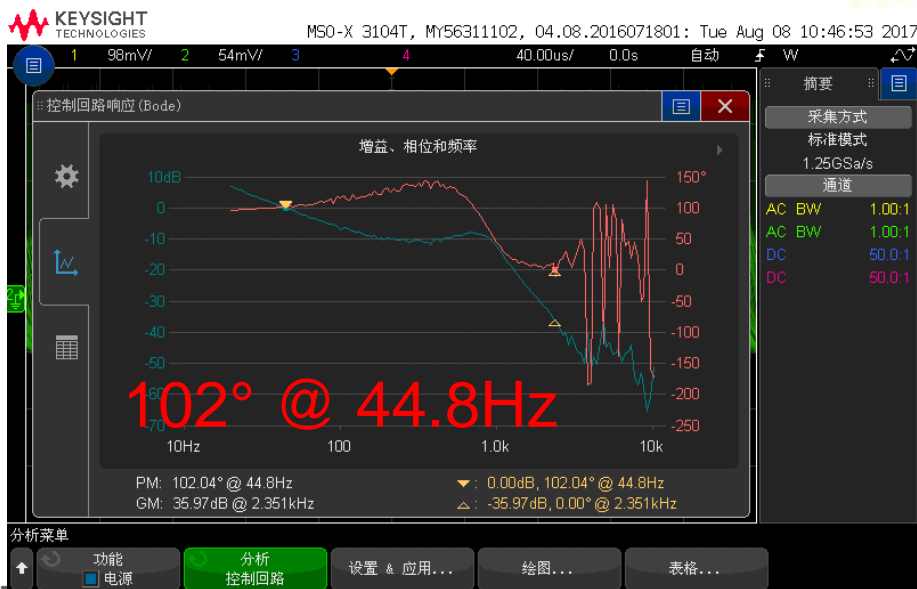




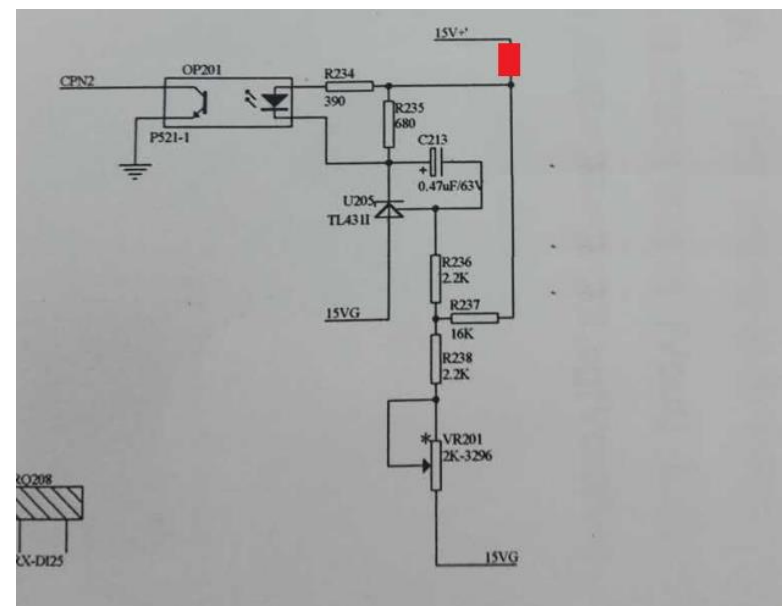
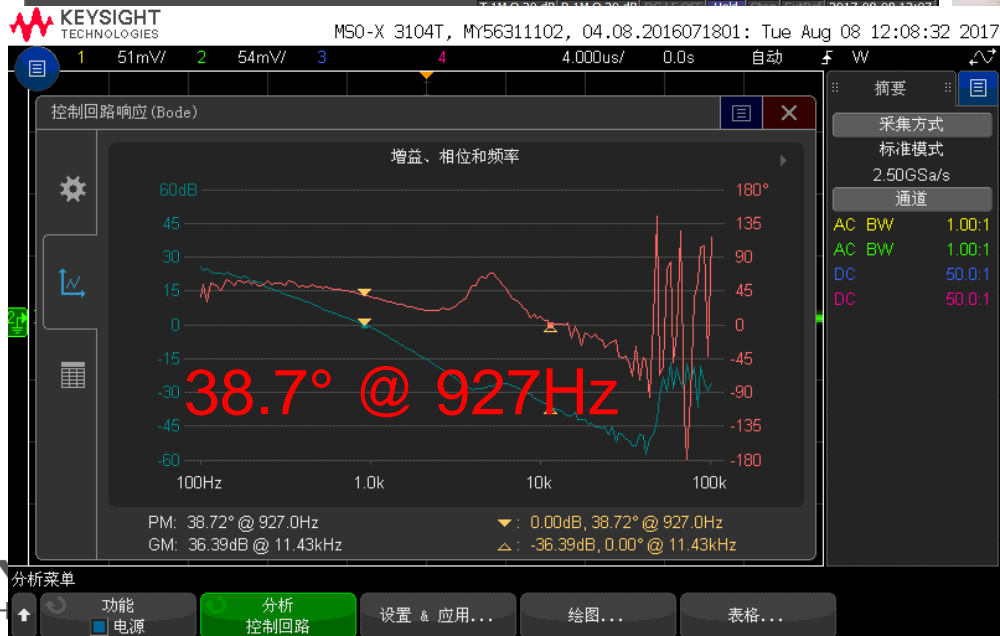
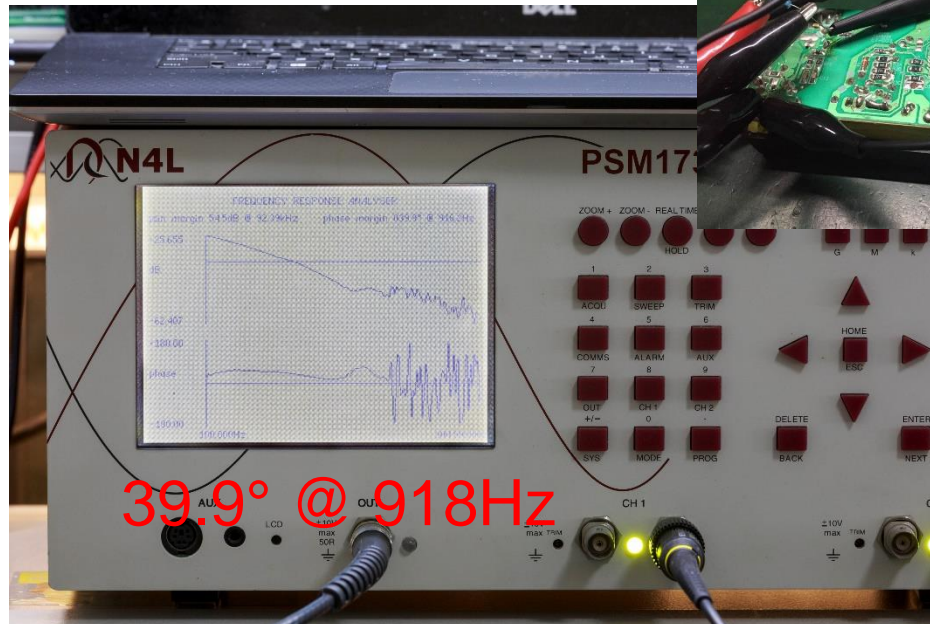
# 测试结果比较 Boost 满载



# 测试结果比较 Flyback1



# 测试结果比较 Flyback2



# 测试结果 (列表模式)

控制回路响应 (Bode)

#	Frequency	Amplitude
40	602.6Hz	1.0000Vpp
41	631.0Hz	1.0000Vpp
42	660.7Hz	1.0000Vpp
43	691.8Hz	1.0000Vpp
44	724.4Hz	1.0000Vpp
45	758.6Hz	1.0000Vpp
46	794.3Hz	1.0000Vpp
47	831.8Hz	1.0000Vpp
48	871.0Hz	1.0000Vpp
49	912.0Hz	1.0000Vpp
50	955.0Hz	1.0000Vpp
51	1000.0Hz	1.0000Vpp
52	1047.1Hz	1.0000Vpp

PM: 76.52° @ 56.61kHz  
GM: 19.52dB @ 343.2kHz

#	Frequency	Amplitude	Gain	Phase
137	52480.7Hz	1.0000Vpp	1.25dB	76.29°
138	54954.1Hz	1.0000Vpp	0.70dB	75.76°
139	57544.0Hz	1.0000Vpp	0.09dB	75.23°
140	57989.3Hz	1.0000Vpp	0.00dB	75.12°
141	60256.0Hz	1.0000Vpp	-0.44dB	74.53°
142	63095.7Hz	1.0000Vpp	-1.09dB	73.83°
143	66069.3Hz	1.0000Vpp	-1.64dB	72.97°
144	69183.1Hz	1.0000Vpp	-2.23dB	72.25°
145	72443.6Hz	1.0000Vpp	-2.77dB	71.37°
146	75867.8Hz	1.0000Vpp	-3.32dB	70.28°
147	79432.8Hz	1.0000Vpp	-3.87dB	69.29°
148	83176.4Hz	1.0000Vpp	-4.41dB	68.08°
149	87096.4Hz	1.0000Vpp	-4.95dB	66.97°
150	91201.1Hz	1.0000Vpp	-5.47dB	65.60°

PM: 75.12° @ 57.99kHz

以下列设置运行一次测试?  
- 57.99kHz  
- 1.000Vpp

是 否

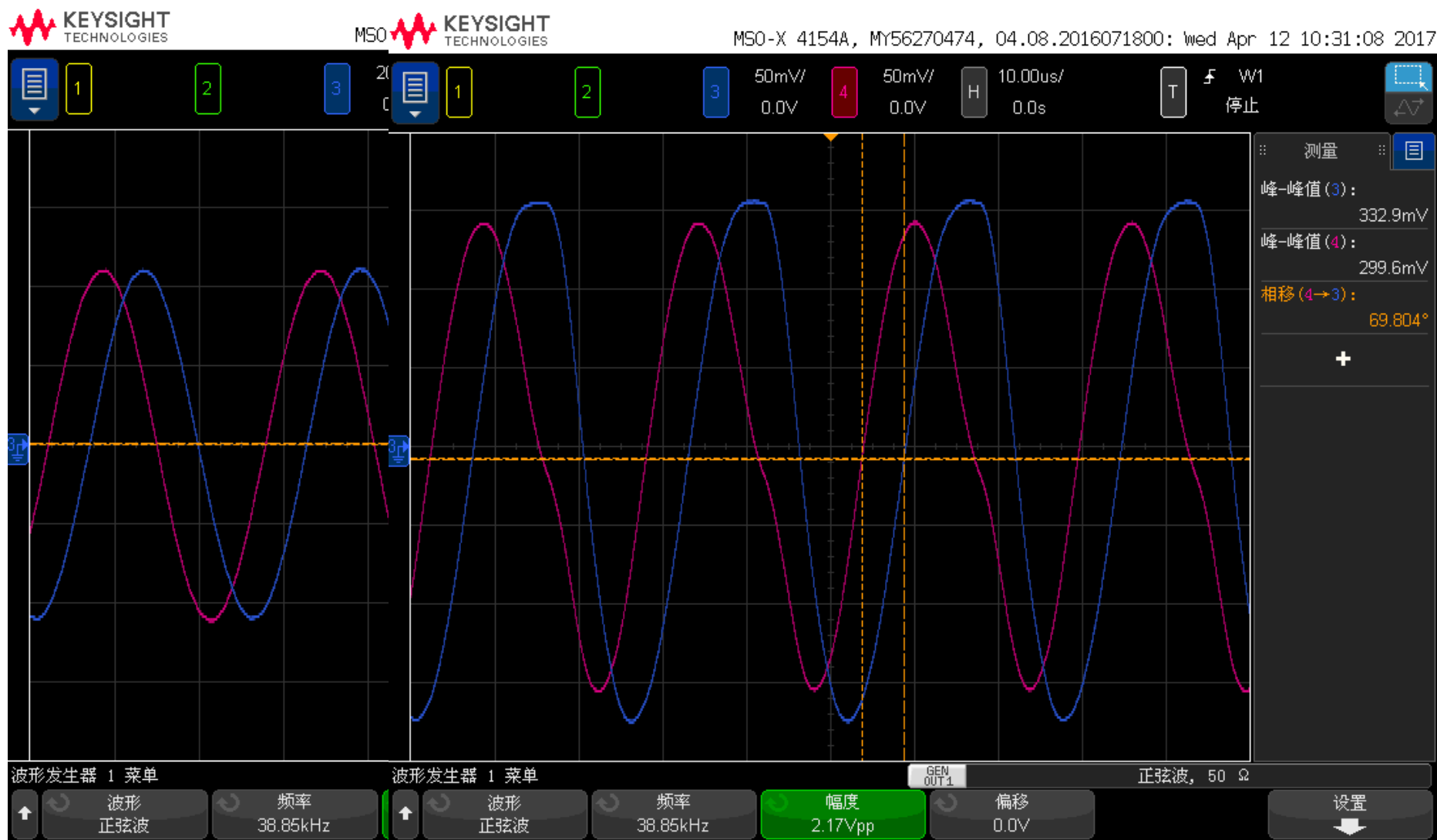
析菜单

功能  电源

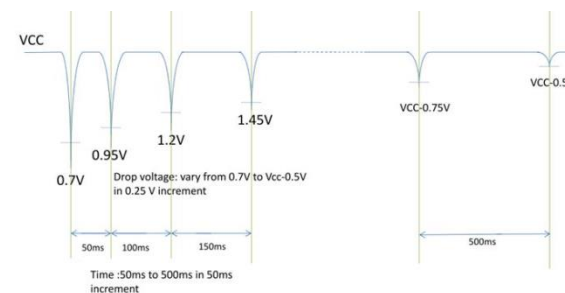
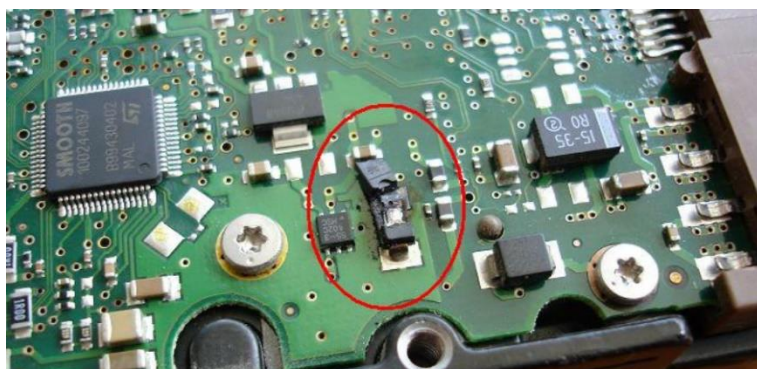
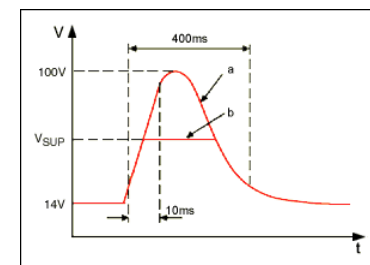
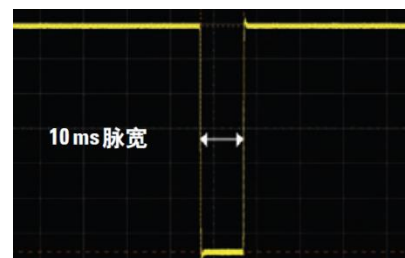
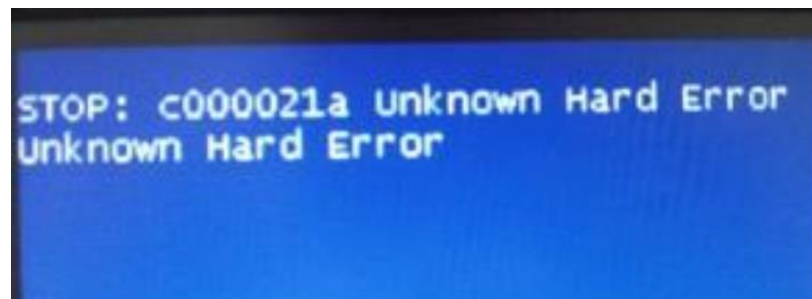
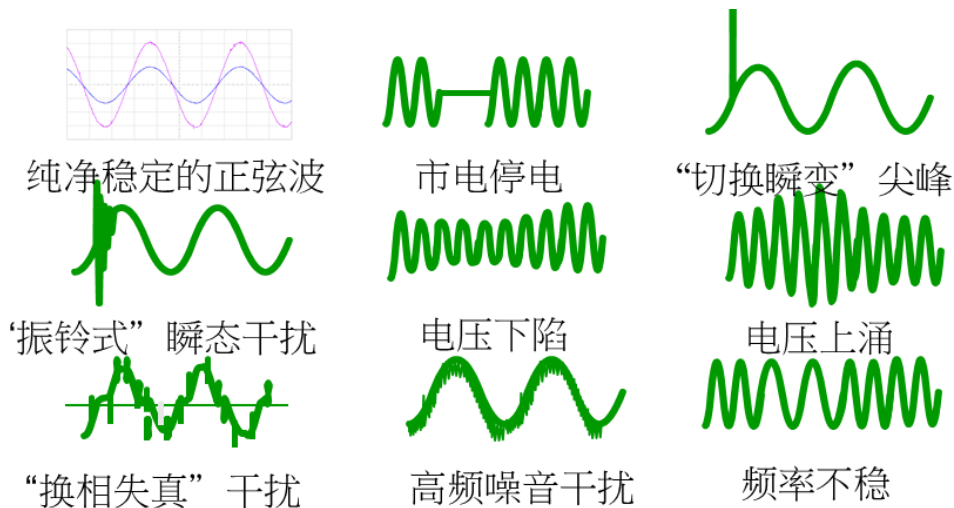
分析 控制回路

设置 & 应用...

# 测试结果 (单点测试)

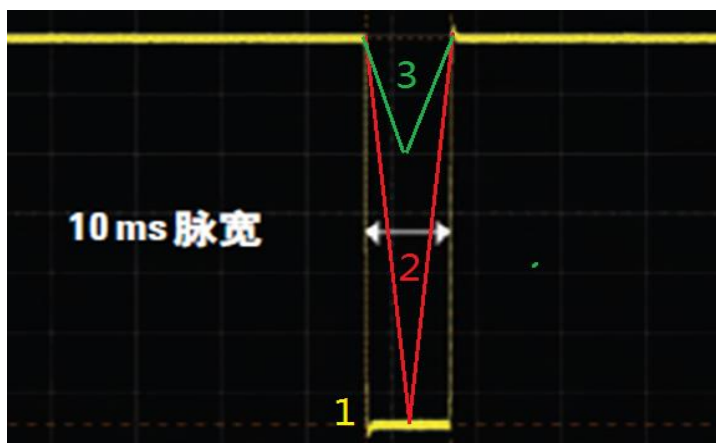


# 如何应对供电电压的瞬态变化？



# 满足瞬态模拟电压调节速度要求

电源模块型号	电压范围	功率	*电压上程序设计时间	*电压下程序设计时间
N6751/N6752A/	50 V	50W/100 W	1.5ms	1.3ms
N6753A/N6755A/	20 V	300 W/500W	1.5ms	1.8ms
N6754A/N6756A/	60 V	300 W/ 500W	2.0ms	2.2ms
N7954A	80V	1000W	0.5ms	0.35ms
N7977A	160V	2000W	0.5ms	0.35ms



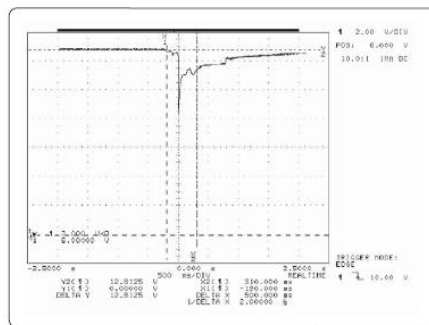
如果上述车用ISO16750瞬间短路波形：

1. 电压调节速度很快，理想的低落；
2. 电压调节速度够快，低落幅度达到，波形不理想；
3. 电压调节速度不够，幅度和波形均达不到要求。

# 支持任意波形及波形序列编辑

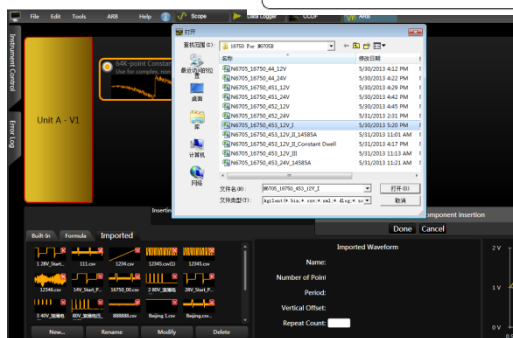
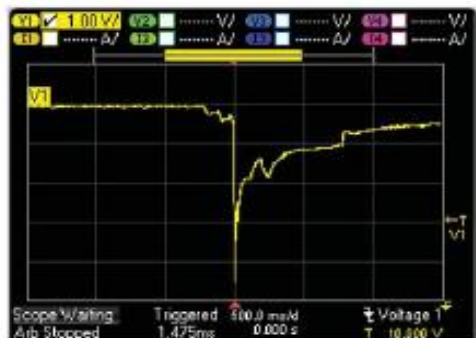
- 捕捉到的波形经过14585A软件直接导入N6705或APS，可以将通过电源复现出刚才的特殊电压波形
- 优点：基于示波器、APS和N6705，方便波形故障的捕获和回放，便于故障分析、定位和调试

## 实时电压波形



使用示波器捕捉实际电压瞬变波形

Scope





# EMI预兼容配置及故障排查

## EMI通过/失败预测试

### 传导测试



N9322C 6合1频谱仪  
9 kHz – 7 GHz  
**EMC选项**



LISN人工电源  
网络



限幅器

### 辐射测试



N9322C 6合1频谱仪  
9 kHz – 7 GHz  
**EMC选项**



天线



## EMI故障排查

### 频域仪器

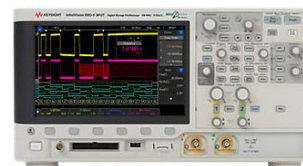


N9322C 或 示波器  
**EMC选项**



N9311X-100  
近场探头

### 时域仪器



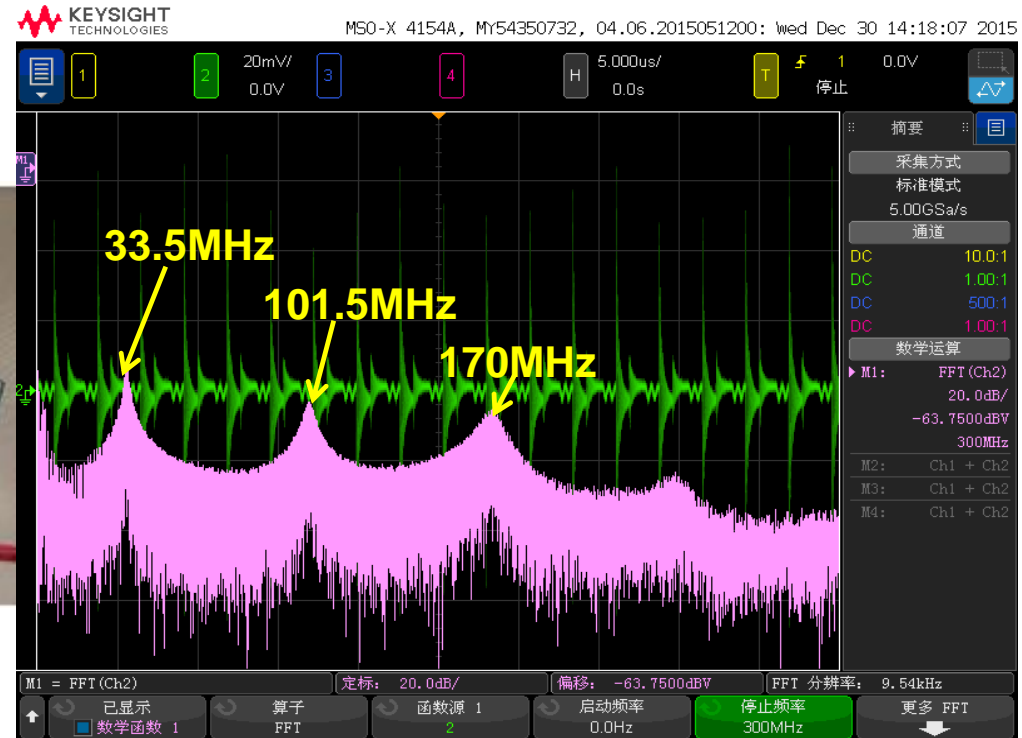
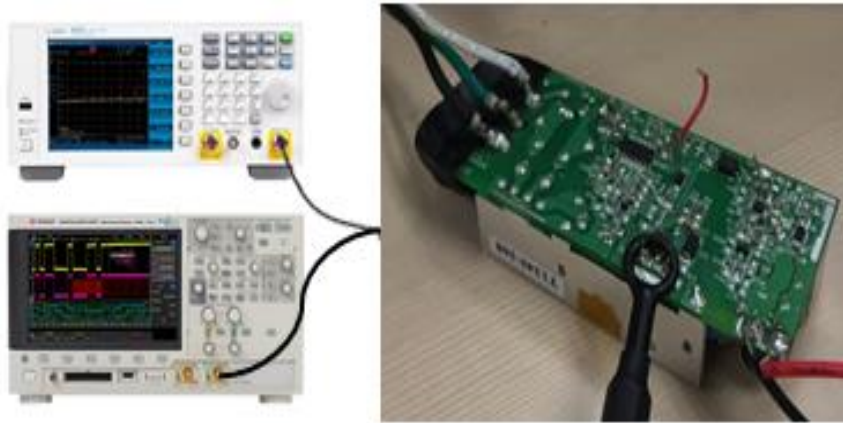
3000T X系列示波器



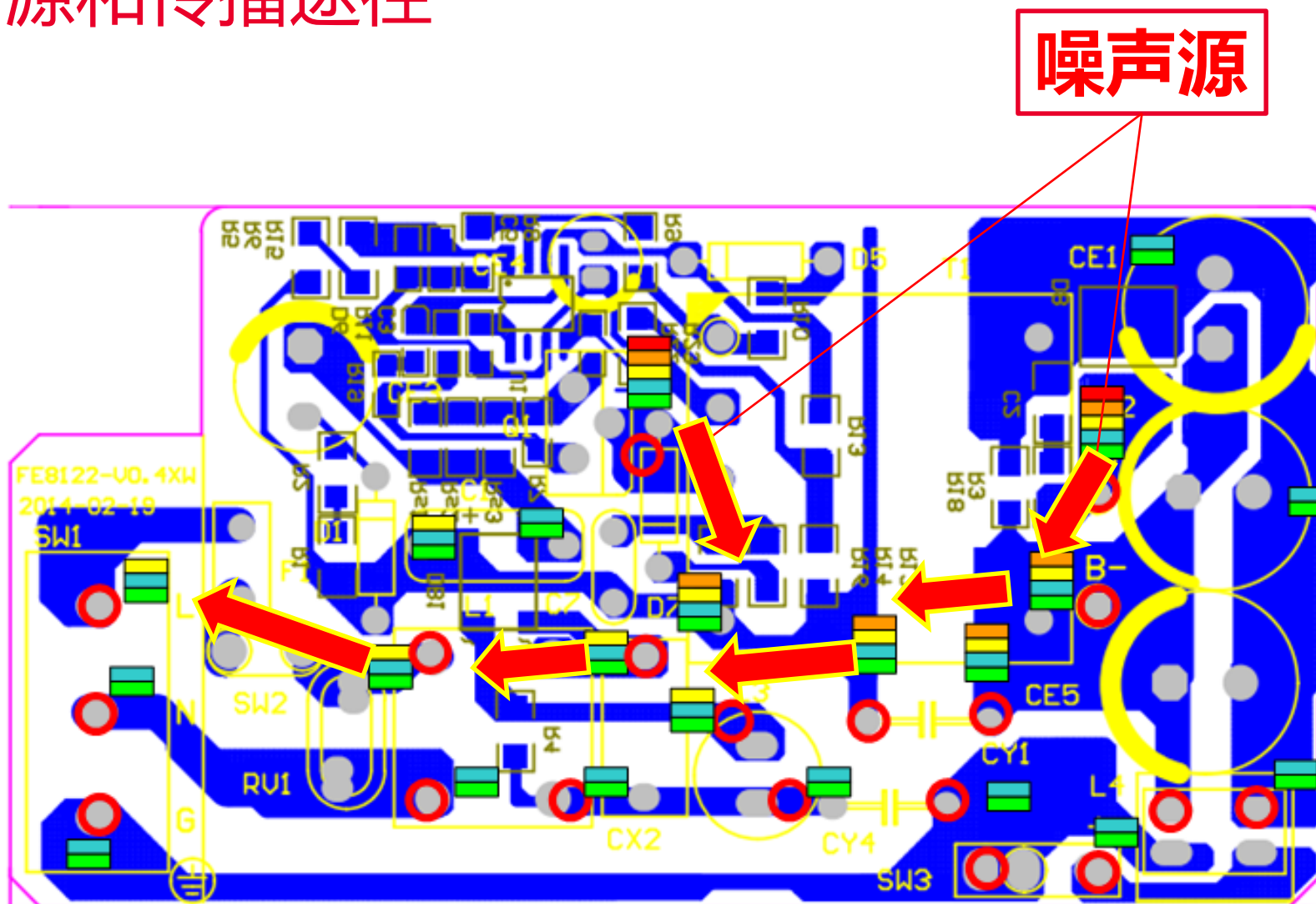
接触式探头

# EMI预兼容配置及故障排查

基于示波器FFT功能或频谱仪进行EMI初步调试，确定噪声源，以经济且高效的手段解决EMI问题

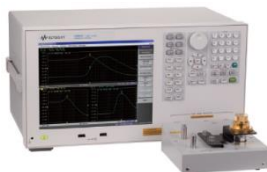


# 定位噪声源和传播途径



# BenchVue & TestFlow 构建智慧仪表

磁材，变压器、  
线圈测试



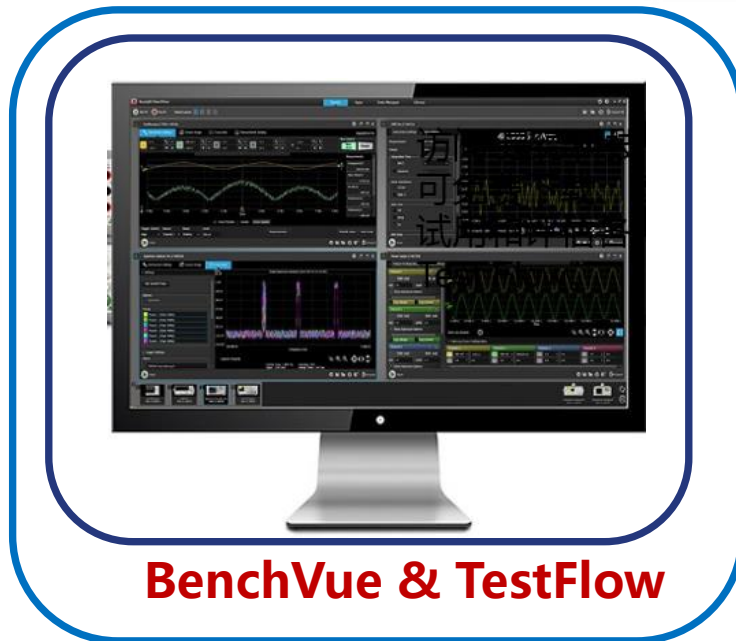
开关器件、纹波、  
频响分测试析



交流，直流电源  
稳态和瞬态供电



电子负载



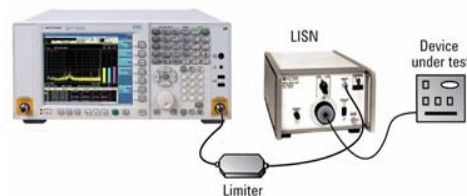
**BenchVue & TestFlow**



精确功率、谐波测试



温度特性测试



传导、辐射、EMI测试

# 示波器的APP



# 还有更多.....

数学

基本

+ - × ÷

其他

-X  $\sqrt{X}$   $X^2$  abs

指数和对数

$10^x$   $2^x$   $e^x$   $X^y$

$\log_{10}$   $\log_2$  ln

基本块

延迟

等到

如果, 然后停止

提示

通过/失败测试

循环

计数

持续时间

条件为

直到

持续

高级

Command Expert

SCPI

\*RST

外部

导出数据

重复, 条件为

获取 测量值 > 100 Vdc

提示

文本: 粗大事了, 板子坏了

通过/失败测试

If

获取 CH1 电流测量 >= 5 A

Then Fail and 提示我的响应

# 老化测试？

重复 1000 次数 **设置老化测试次数**

1- 设置 CH1 开启/关闭 **开启电源**  
 开启  关闭

1- 设置 CH1 电压设置 **设置电源电压为220V**  
220 V

重复, 直到 01:00:00 已过。

通过/失败测试  
If 任意 条件已满足。  
获取 CH1 电流测量 > 4 A  
获取 CH1 电流测量 < 2 A  
Then Fail and 中止序列

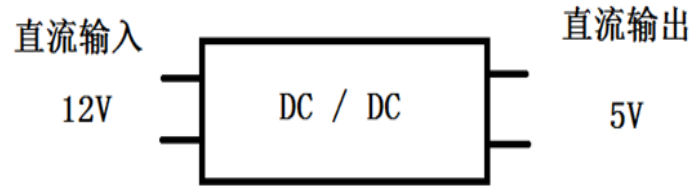
1- 设置 CH1 开启/关闭 **开启 1 小时后关断电源**  
 开启  关闭

延迟 900 s **关断15分钟后, 重新开启电源,**

重复 1000 次 **重复1000次**

**1小时内重复检测  
输入电流大小,  
大于4A (过流) 或者  
小于2A (工作异常)  
停止测试**

# 你还在做效率和纹波测量？



输入电压：标称12V，范围5-18V  
 输出电压：5V  
 输出电流：< 2A  
 输出效率？纹波噪声？输出电压波动范围？

Vin	Iload	Iin	Vout	Pin	Pout	Eff	Vpk-pk
5Vdc	0.5A						
5Vdc	1A						
5Vdc	1.5A						
5Vdc	2A						
12Vdc	0.5A						
12Vdc	1A						
12Vdc	1.5A						
12Vdc	2A						
18Vdc	0.5A						
18Vdc	1A						
18Vdc	1.5A						
18Vdc	2A						



➤ 请问这组参数测试共有多少组数据？

➤ 请问你用多长时间完成这组参数的测量？



$$3 (V) \times 4 (I) \times 6 (S) = 72$$



# TestFlow测试程序流APP

The screenshot displays the Keysight BenchVue software interface, which is used for configuring and executing test sequences. The interface is divided into several main sections:

- Top Bar:** Shows the application name "Keysight BenchVue" and various tool icons. A red box highlights the "BenchVue 测试流" (BenchVue Test Flow) button.
- Left Panel (Oscilloscope):** Displays a waveform on a grid. A blue box highlights the measurement data table for the waveform.
- Right Panel (Test Sequence):** Shows a sequence of test blocks. A red box highlights the "设置" (Settings) block, and another red box highlights the "命令" (Commands) block. A yellow arrow points to the "命令" block.
- Bottom Panel (Instrument Rack):** Shows the instruments used in the test sequence, including Power Supply, Electronic Load, DMM, and Oscilloscope. A red box highlights the "Oscilloscope" instrument.

**Measurement Data Table (Left Panel):**

Measurement	Value
Frequency(1)	99.942 kd
Rise Time(1)	145.092 r
Fall Time(1)	67.772 r
Minimum(1)	27.457 n
Maximum(1)	200.496 n
Pk-Pk(1)	532.151 n

**Test Sequence Blocks (Right Panel):**

- 1- 设置 CH1 开/关 (Set CH1 On/Off)
- 2- 设置 H1 开/关 (Set H1 On/Off)
- 2- 设置 H1 操作模式 (Set H1 Operation Mode)
- 1- Vin (5 V, 12 V, 18 V)
- 2- Iout (From: 500 mA To: 2 A By: 500 mA)
- 1- Iin (341.662 mA)
- 3- Vout (1.160164 Vdc)
- 2- Pout (0 W)
- 4- 命令: 单次 (Command: Single)
- 4- Vpk-pk (-186.273 mV)

# 拖拽构建DC-DC测试序列

更多块 - 延迟、循环、变量、数学、高级

1 Power Supply SIM::2::INSTR

2 Oscilloscope SIM::1::INSTR

3 DMM SIM::3::INSTR

1 - 设置 CH1 开启/关闭

开启  关闭

2 - 设置 通道 1 开启/关闭

开启  关闭

1 - 设置 CH1 优先级模式

Current

1 - 设置 CH1 电流范围

5.1 A

1 - 设置 CH1 电压限值

15 V

1 - 设置 CH1 开启/关闭

开启  关闭

设备开启

仪器设定

1 - 列表 CH1 电压设置

19 V, 24 V, 30 V, 编辑...

1 - 扫描 CH1 电流设置

From: -500 mA To: -5 A By: 500 mA

延迟 100 ms

如果

Iin > 4 A

则 在内部运行块, 并中止

1 - 设置 CH1 开启/关闭

开启  关闭

1 - 设置 CH1 开启/关闭

开启  关闭

提示

文本: 电流异常, 停止测试

设置保护

基本块

延迟

等到

如果, 然后停止

提示

通过/失败测试

# 拖拽构建DC-DC测试序列

设置

Vin = 1 - 获取 CH1 电压测量  
848.264 mV

设置

Iin = 1 - 获取 CH1 电流测量  
557.723 mA

设置

Vout = 3 - 获取 测量值  
1.571008 VDC

设置

Iout = -1 × 1 - 获取 CH1 电流测量  
-557.723 mA

设置

Eff = Vout × Iout ÷ Vin × Iin  
-1.852028

效率自动测试和计算

数学

基本

+ - × ÷

其他

-X  $\sqrt{x}$   $x^2$  abs

指数和对数

$10^x$   $2^x$   $e^x$   $x^y$

$\log_{10}$   $\log_2$  ln

# 自动生成测试数据报告档

The screenshot displays the BenchVue software interface. On the left, the '运行控制' (Run Control) section includes buttons for '运行' (Run) and '停止' (Stop). Below it, the '测量值' (Measurement Values) section lists various parameters: Frequency(1) at 100.946 kHz, Rise Time(1) at 125.457 ms, Fall Time(1) at 121.714 ms, Minimum(1) at 9.714 mV, Maximum(1) at -92.426 mV, and Pk-Pk(1) at 472.569 mV. A graph shows a signal waveform with a 5 ms scale bar. The main workspace shows a test sequence with blocks for 'Power Supply', 'Oscilloscope', and 'SIM'. A red circle highlights a block labeled '2 - 获取 屏幕捕获' (Get Screenshot) with a sub-block '2 - 获取 测量 "Pk-Pk(1)"' showing a value of 289.13 mV. Another red circle highlights the '导出数据' (Export Data) section, showing the directory name 'Flow Data 2017-08-17 2', the target 'Microsoft Excel', and the path 'C:\Users\huapezhu\Desktop'.

示波器图像  
保存

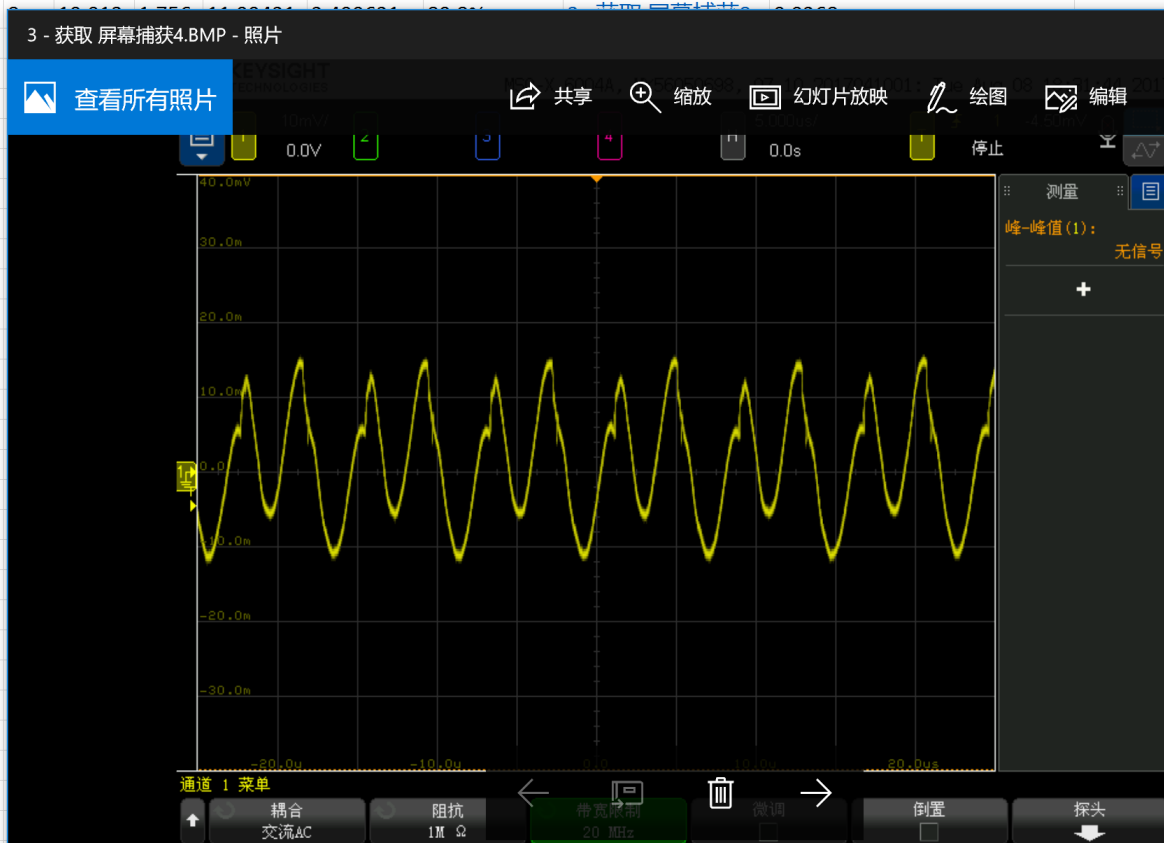
The screenshot shows a Windows file explorer window titled 'OSDisk (C:) > 用户 > huapezhu > 桌面 > Flow Data 2017-08-08 18-36-29 0'. The search bar contains '搜索"Flow D...'. The file list contains 34 files named '3 - 获取 屏幕捕获4' through '3 - 获取 屏幕捕获34'. A red circle highlights an Excel file named 'Flow Data 2017-08-08 18-36-2...'.

# 详细的测试数据文件

序列中的仪器	1 - N5765A - USB0::0x0957::0x0807::US08E6420H::0::INSTR							
序列中的仪器	2 - N6705B - USB0::0x0957::0x0F07::MY53000444::0::INSTR							
序列中的仪器	3 - MSO-X 6004A - USB0::0x0957::0x1790::MY56050698::0::INSTR							
Start Time	35:22.3							
Stop Time	35:22.3							
2017-08-08 18:35:23.805	3	Vin	lin	Vout	Iout	Eff	3 - Screen Capture	3 - Measurement "Pk-Pk(1)" (V)
2017-08-08 18:35:25.983	4	19.013	0.452	12.04169	0.499457	70.0%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获4</a>	0.0281
2017-08-08 18:35:28.099	5	19.013	0.773	12.03001	0.9994436	81.8%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获5</a>	0.0281
2017-08-08 18:35:30.321	6	19.013	1.098	12.01794	1.49948	86.3%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获6</a>	0.0274
2017-08-08 18:35:32.705	7	19.013	1.427	12.00617	1.999619	88.5%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获7</a>	0.0271
2017-08-08 18:35:35.857	8	19.013	1.756	11.99421	2.499621	89.8%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获8</a>	0.0268
2017-08-08 18:35:38.088	9	19.013	2.085	11.9822	2.999685	90.7%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获9</a>	0.0271
2017-08-08 18:35:40.180	10	19.013	2.416	11.97028	3.499783	91.2%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获10</a>	0.0271
2017-08-08 18:35:42.219	11	19.013	2.746	11.95831	3.999891	91.6%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获11</a>	0.0278
2017-08-08 18:35:44.304	12	19.013	3.077	11.94633	4.499802	91.9%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获12</a>	0.0285
2017-08-08 18:35:46.448	13	19.013	3.411	11.93416	4.999863	92.0%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获13</a>	0.0288
2017-08-08 18:35:46.520	14							
2017-08-08 18:35:48.559	15	24.01	0.378	12.04167	0.4994405	66.3%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获15</a>	0.0398
2017-08-08 18:35:50.600	16	24.014	0.63	12.02984	0.9994513	79.5%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获16</a>	0.0395
2017-08-08 18:35:52.799	17	24.014	0.885	12.01791	1.499482	84.8%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获17</a>	0.0392
2017-08-08 18:35:54.901	18	24.014	1.143	12.00613	1.999607	87.5%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获18</a>	0.0392
2017-08-08 18:35:57.110	19	24.014	1.401	11.99429	2.499621	89.1%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获19</a>	0.0385
2017-08-08 18:35:59.150	20	24.014	1.662	11.98217	2.999684	90.1%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获20</a>	0.0382
2017-08-08 18:36:01.172	21	24.014	1.926	11.97037	3.499791	90.6%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获21</a>	0.0395
2017-08-08 18:36:04.340	22	24.014	2.188	11.95829	3.999886	91.0%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获22</a>	0.0388
2017-08-08 18:36:06.456	23	24.014	2.451	11.9463	4.499797	91.3%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获23</a>	0.0395
2017-08-08 18:36:08.487	24	24.014	2.715	11.9341	4.999885	91.5%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获24</a>	0.0398
2017-08-08 18:36:08.561	25							
2017-08-08 18:36:10.762	26	30.013	0.318	12.04167	0.4994397	63.0%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获26</a>	0.0455
2017-08-08 18:36:12.808	27	30.016	0.519	12.03002	0.9994339	77.2%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获27</a>	0.0455
2017-08-08 18:36:14.958	28	30.016	0.722	12.01795	1.499466	83.2%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获28</a>	0.0452
2017-08-08 18:36:17.037	29	30.016	0.926	12.00616	1.999595	86.4%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获29</a>	0.0455
2017-08-08 18:36:19.234	30	30.016	1.133	11.9942	2.499618	88.2%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获30</a>	0.0459
2017-08-08 18:36:21.316	31	30.016	1.341	11.9822	2.999681	89.3%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获31</a>	0.0462
2017-08-08 18:36:23.447	32	30.016	1.552	11.97033	3.499786	89.9%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获32</a>	0.0465
2017-08-08 18:36:25.693	33	30.016	1.762	11.95829	3.999888	90.4%	<a href="#">3 - 获取 屏幕捕获33</a>	0.0475

# 详细的测试数据文件

序列中的仪器	1 - N5765A - USB0::0x0957::0x0807::US08E6420H::0::INSTR								
序列中的仪器	2 - N6705B - USB0::0x0957::0x0F07::MY53000444::0::INSTR								
序列中的仪器	3 - MSO-X 6004A - USB0::0x0957::0x1790::MY56050698::0::INSTR								
Start Time	35:22.3								
Stop Time	35:22.3								
	3	Vin	lin	Vout	Iout	Eff	3 - Screen Capture	3 - Measurement "Pk-Pk(1)" (V)	
	3:35:23.805	3	19.013	0.452	12.04169	0.499457	70.0%	3 - 获取 屏幕捕获4	0.0281
	3:35:25.983	4	19.013	0.773	12.03001	0.9994436	81.8%	3 - 获取 屏幕捕获5	0.0281
	3:35:28.099	5	19.013	1.098	12.01794	1.49948	86.3%	3 - 获取 屏幕捕获6	0.0274
	3:35:30.321	6	19.013	1.427	12.00617	1.999619	88.5%	3 - 获取 屏幕捕获7	0.0271
	3:35:32.705	7	19.013	1.427	12.00617	1.999619	88.5%	3 - 获取 屏幕捕获7	0.0271
	3:35:35.857								
	3:35:38.088	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:35:40.180	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:35:42.219	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:35:44.304	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:35:46.448	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:35:46.520	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:35:48.559	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:35:50.600	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:35:52.799	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:35:54.901	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:35:57.110	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:35:59.150	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:01.172	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:04.340	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:06.456	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:08.487	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:08.561	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:10.762	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:12.808	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:14.958	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:17.037	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:19.234	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:21.316	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:23.447	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:25.693	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:27.792	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							
	3:36:29.874	3 - 获取 屏幕捕获4.BMP - 照片							





Amazing Tool ! !

# Questions?

Page



## Thank you! 谢谢

朱华朋 ( Roc )  
示波器市场和产品经理  
是德科技 ( 中国 ) 有限公司  
[Roc.zhu@keysight.com](mailto:Roc.zhu@keysight.com)  
18501725711