

**Tektronix** **REVOLUTION** **ENGINEERING**  
**CHANGE** SALES UNIVERSITY  
2017

---

# 泰克电源整体解决方案

陈鑫磊

13816606936

8 AUGUST 2017

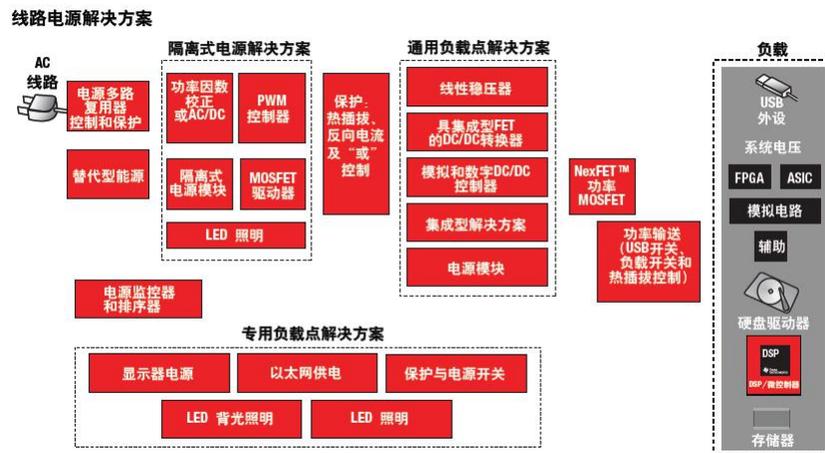
# 电源转换器

## 按照应用分类

- AC-AC（交流-交流）：稳压器、不间断系统UPS、交流电源供应器、变频电源。
- AC-DC（交流-直流）：整流器、LED 驱动器， 直流电源， 驱动器， 充电桩。
- DC-AC（直流-交流）：逆变器。
- DC-DC（直流-直流）：直流电源供应器。



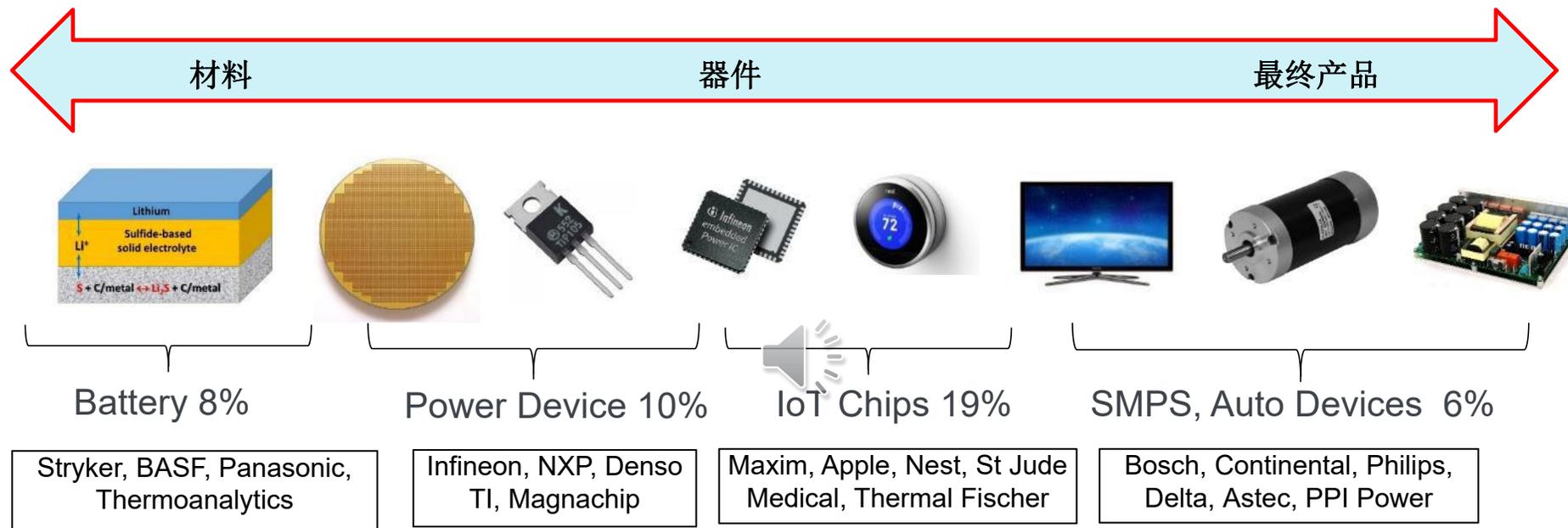
# 电源转换器的发展趋势



- 任何电子产品都离不开电源，为了更加合理、有效和可靠地对电源进行利用，就需要进行电源管理，正是基于这样一个根本原因，功率IC技术才不断会进步，市场才会不断发展。
- 应对市场对电源转换器的要求：
  - 微型化，智能化，高效率，高稳定性，低功耗，高节能等趋势。

# 电源设计流程

低功耗器件到高效电源产品的应用



## 着眼点:

客户的产品在电压，电流，频率等多维度的**改变**要求新的测试解决方案

对客户来说应用测试**困难**和材料自身变得越来越不安全

通过我们在一系列的应用中对直流，时域，频域分析构造出更加强大的**新材料**技术。

# 电源路径： 电源系统的设计流程



PSU 2281



Source Measure Units



Source Measure Units (SMU)



Parametric Testers



Scopes



IsoVu Probe



PA3000 PA + 2380 Eload



7510 DMM



RSA - Spectrum Analyzer



PA1000 Power Analyzer

# 电源路径： 电源系统的设计流程



PSU 2281



Source Measure Units



Source Measure Units (SMU)



Parametric Testers



Scopes



IsoVu Probe



PA3000 PA + 2380 Eload



7510 DMM



RSA - Spectrum Analyzer



PA1000 Power Analyzer

# 电池市场的增长趋势

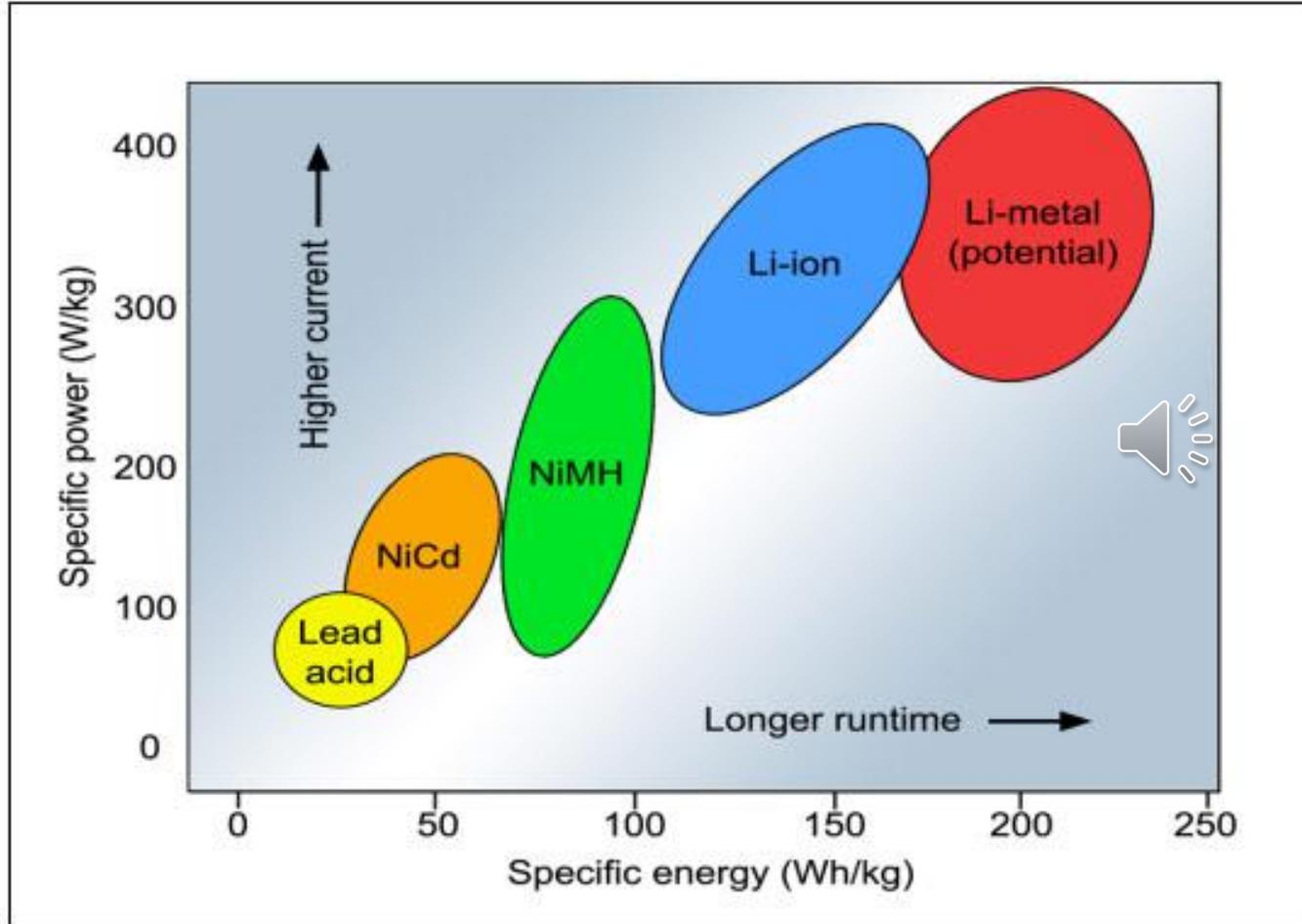
- 小功率锂电池：年复合增长率35%
- 大功率电池：动力电池年复合增长率16.7%

## 化学电池



# 电池技术研发重要的技术路线

高增长速度带来大量的投资

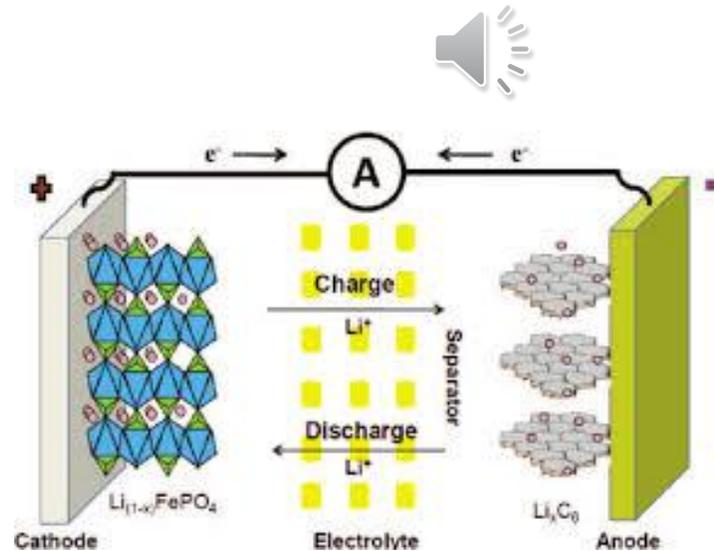


更高效的电池技术能带来巨大的回报

# 挑战: 发展高效的电极

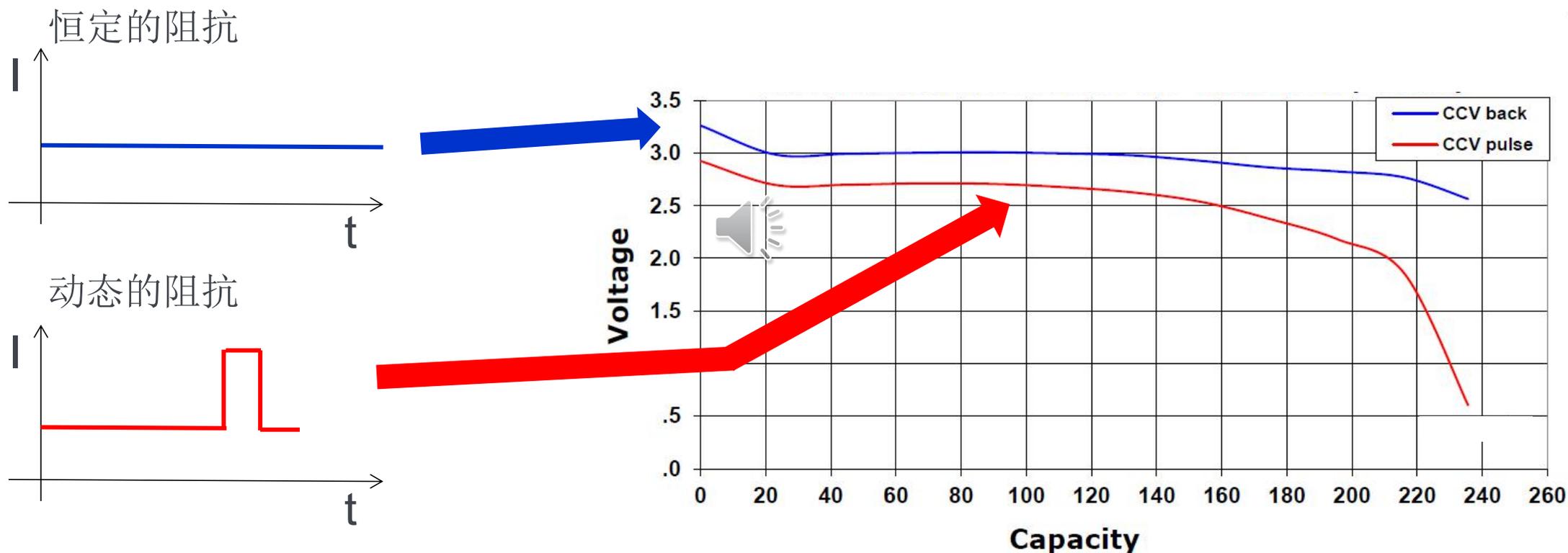
需求: 低阻测试

- 寻找优良的导体
  - 允许从电极表面非常低的能量传输
- 在找到新材料之前尽可能增长电池的寿命



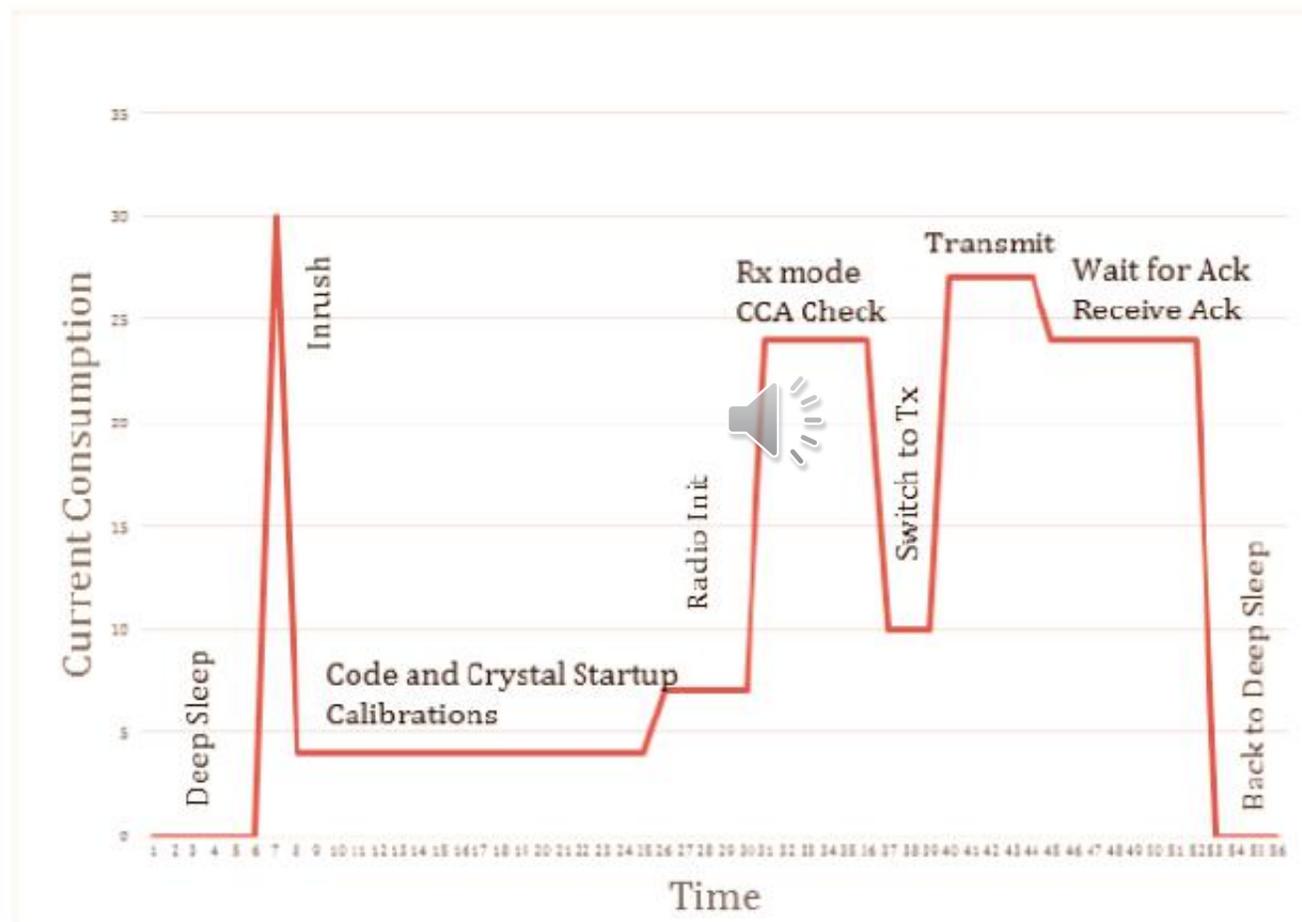
# 挑战：不稳定的负载影响电池的寿命

电流突变影响电池的寿命



# 挑战：真是负载条件下的放电状况

典型的IOT装置有非常复杂的负载电流分布



# 方案: DMM7510 捕获各阶段波形

没有其他厂家能做好这件事

- 动态范围: 1pA – 10A
- 休眠模式:
- 输出速度: 1Msample/second
- 过程捕获:
  - 27 million reading storage

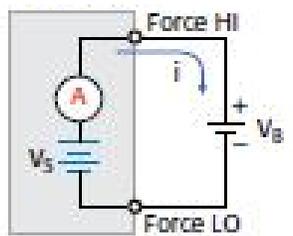


# 挑战： 标定低功率电池

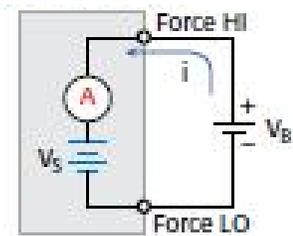
方案： 在充放电测试源表表现了突出的功能



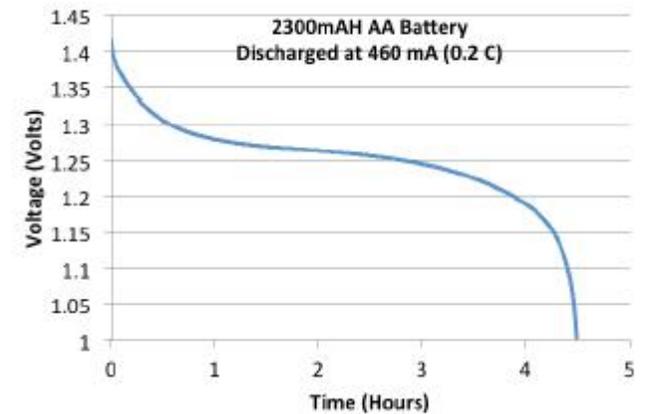
Charge Cycle Source



Discharge Cycle Load



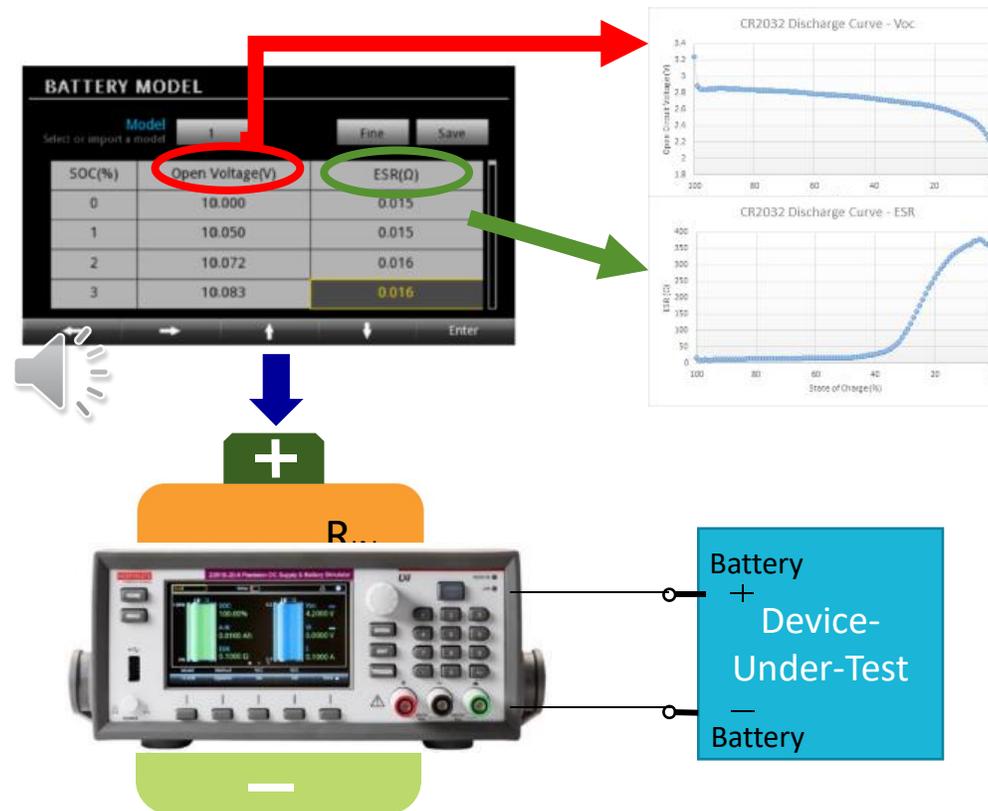
Discharge Curve Created with a 2450 TSP 脚本



# 挑战：真实模拟电池放电

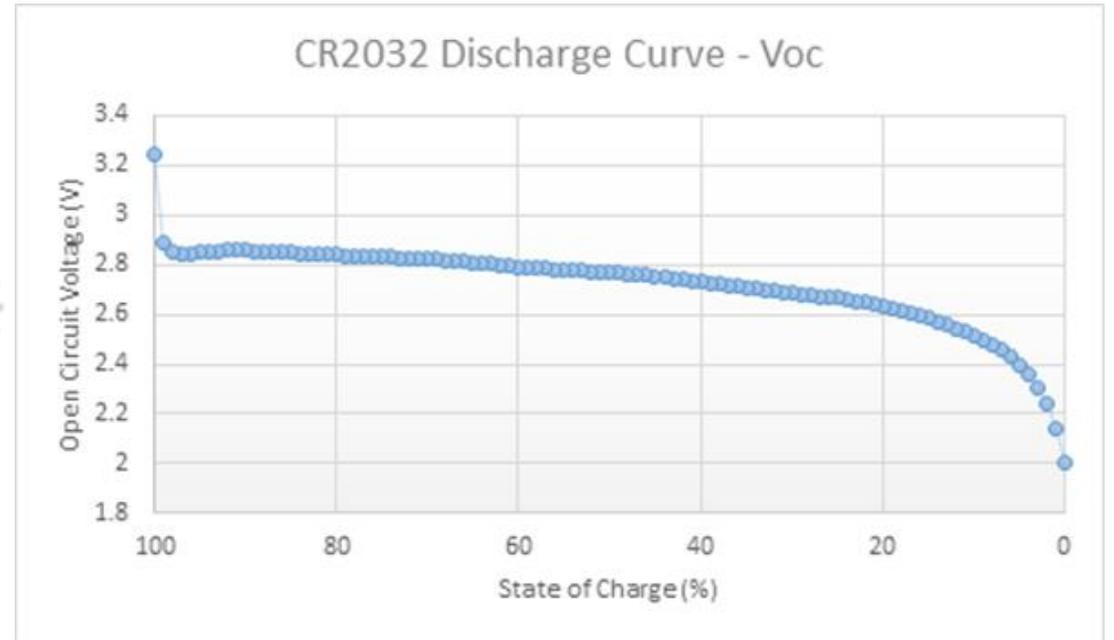
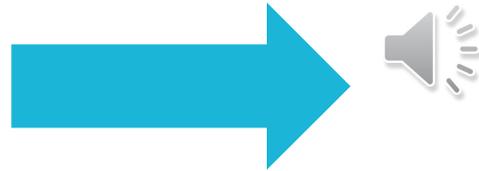
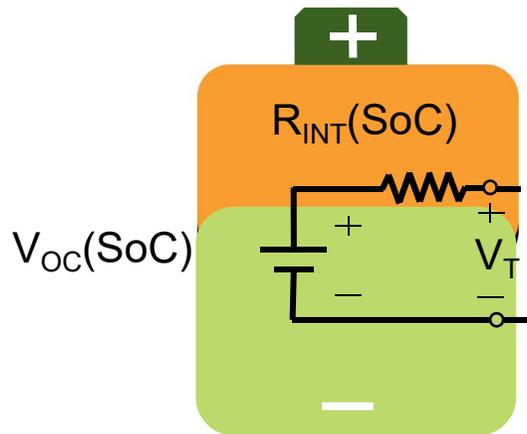
方案：2281S-20-6 模拟电池的性能

- 说明电池特性
- 2281可以建立实际的电池模型
  - 基于IOT设备的电流损耗
  - 能建立任何一种电池模型
- 高效重复测试
  - 能模拟电池放电周期任何阶段



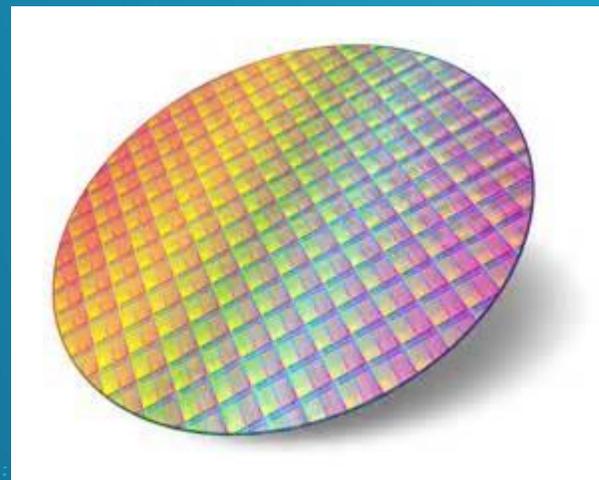
# 解决方案：完美的电池模拟

电池模型



Only Keithley can create a true emulation model from an actual battery

# 功率器件的标定



# 电源路径： 电源系统的设计流程



PSU 2281



Source Measure Units



Source Measure Units (SMU)



Parametric Testers



Scopes



IsoVu Probe



PA3000 PA + 2380 Eload



7510 DMM



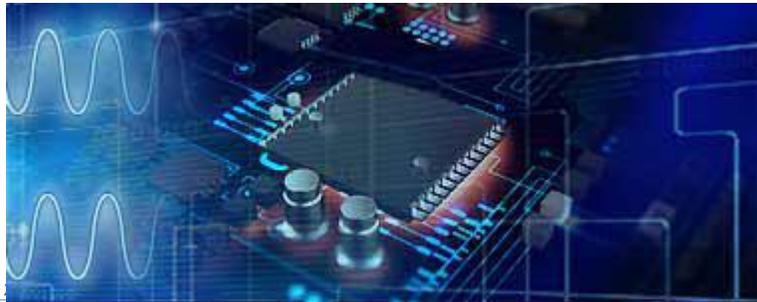
RSA - Spectrum Analyzer



PA1000 Power Analyzer

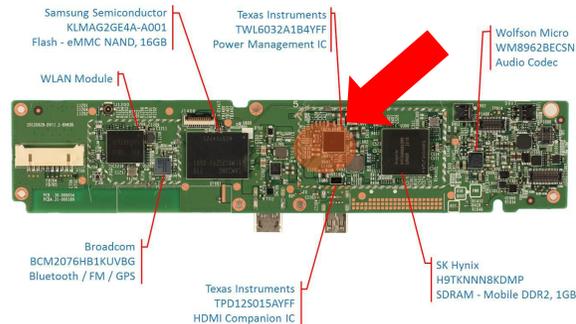
# 电源管理芯片

- 电源管理芯片被应用手持及移动设备进行功率的精确输出管理，例如手机的功率放大器器和LED显示，CUP，存储，图形，高速接口，USB 等



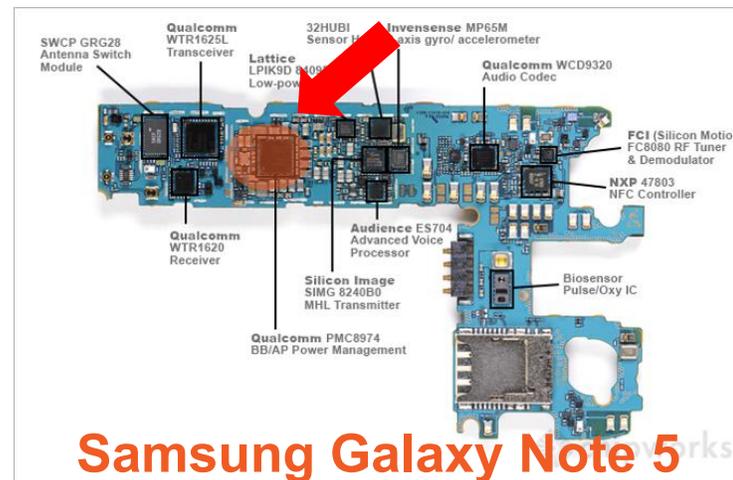
Amazon Kindle Fire HD  
Disassembly - Main PCB, Bottom

Teardown Analysis

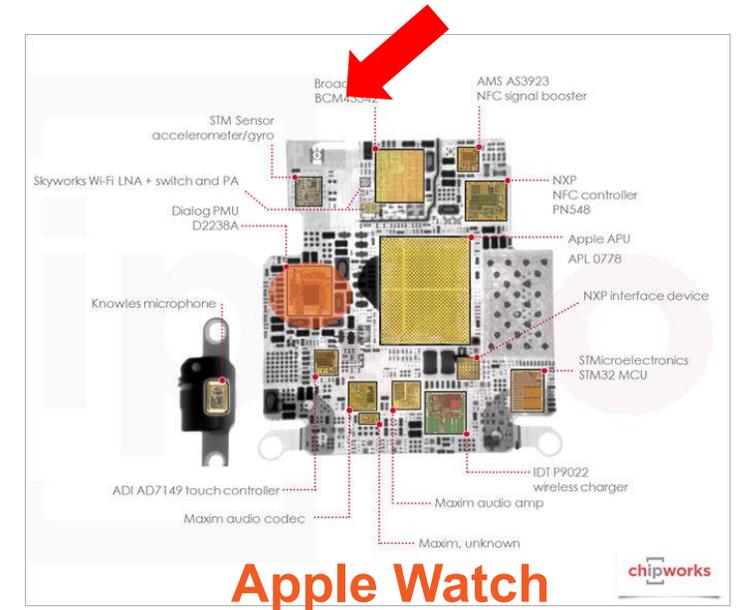


Copyright © 2012 iSuppli Corporation - a Company Which was Acquired by IHS, Inc.

Amazon Kindle HD



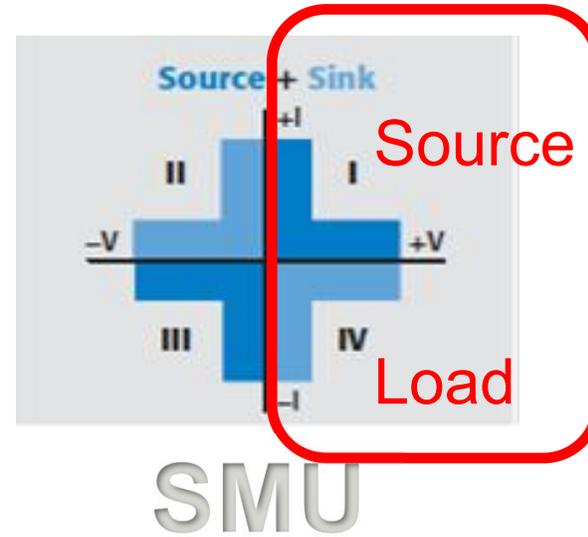
Samsung Galaxy Note 5



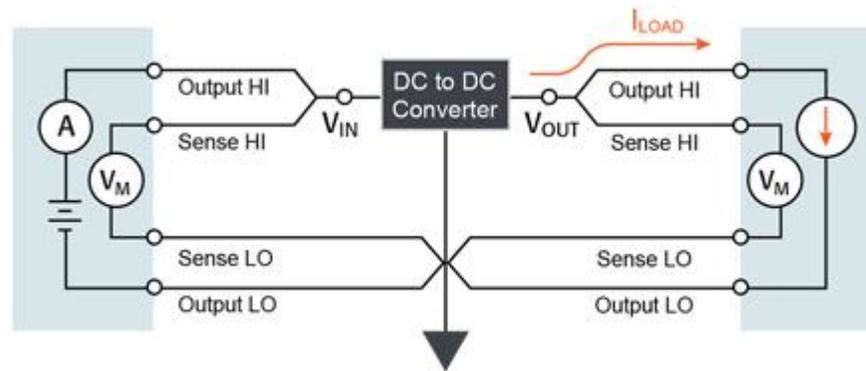
Apple Watch

# PMIC 用SMU测试和标定

- 电源 ✓
- 可编程负载 ✓
- 高精度电压表 ✓
- 高精度电流表 ✓



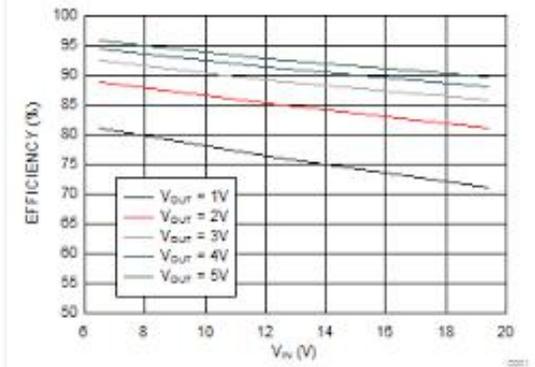
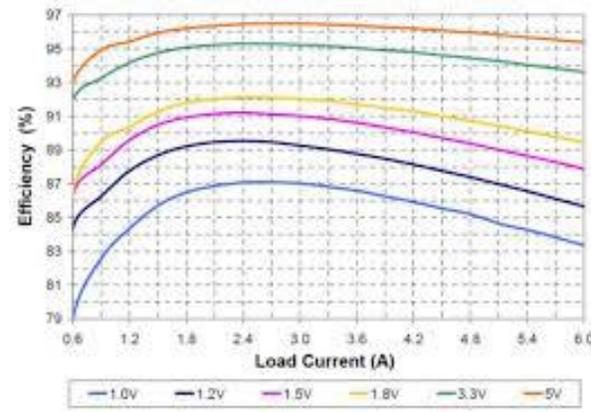
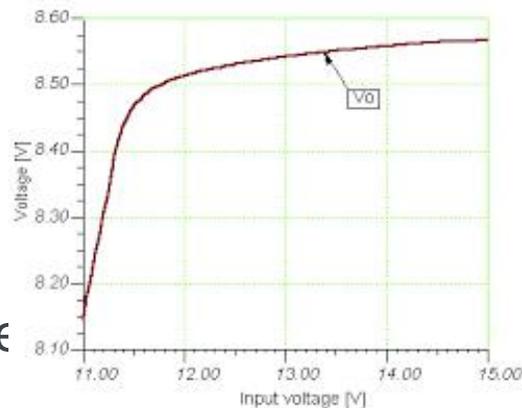
**Source:**  
Input SMU #1



**Load:**  
Output SMU #2

# PMIC 标定和测试参数

- 线性调整率(SMU)
- 负载调整率(SMU)
- 电源效率vs. 负载 (SMU)
- 电源效率vs. 线性电压 (SMU)
- 静态电流(SMU)
- Rds-on (SMU)



- 开启和关闭时特性(Scope)
- 功率损耗, PWM(scope)

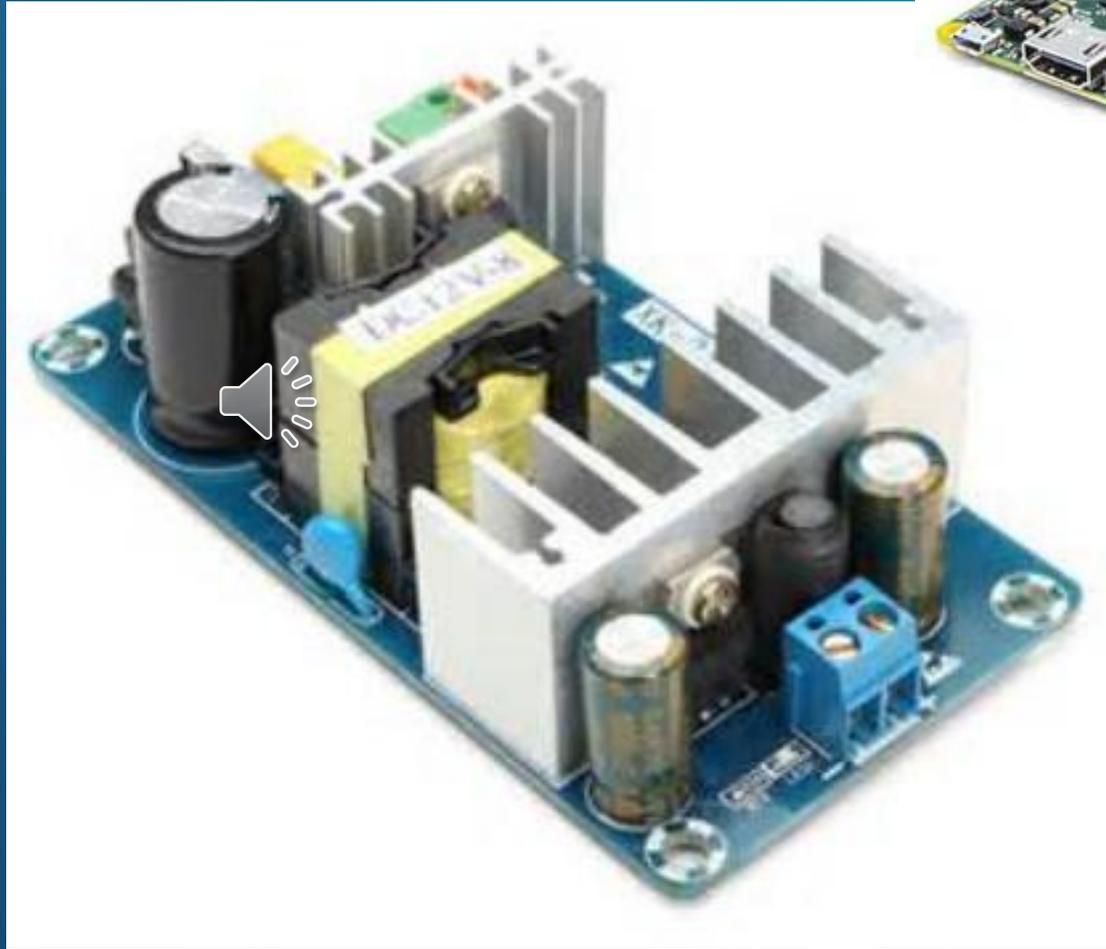
# 2450/2460 源表



*Touch, Test, Invent<sup>®</sup>*

- Upto 7A DC, 7A Pulse, 100 Watt Source/Sink
- 1pA 测量分辨率
- 图形化用户界面
- 快速测试模式提高效率

# 原型版的设计和调试



# 电源路径： 电源系统的设计流程



PSU 2281



Source Measure Units



Source Measure Units (SMU)



Parametric Testers



Scopes



IsoVu Probe



PA3000 PA + 2380 Eload



7510 DMM



RSA - Spectrum Analyzer



PA1000 Power Analyzer

# 电力电子 - 设计及调试

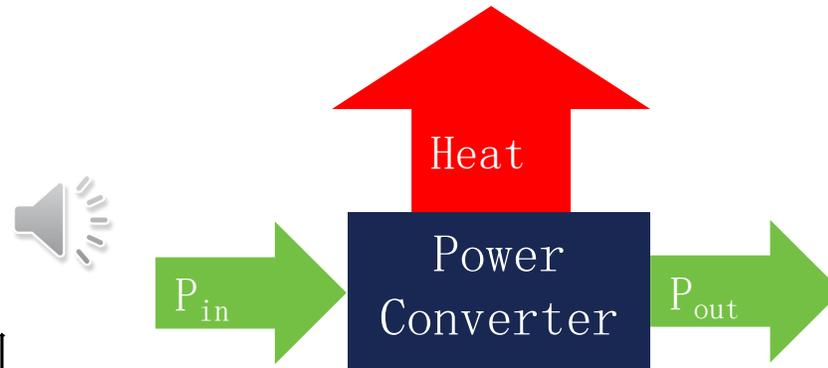
## 设计调试的挑战

- 新设计的装置推动性能提高和简化设计过程.
  - 高效率, 紧凑, 开关模式的电源.
  - 很多应用需要高峰值功率电源.
  - 承载极端的电压和电流
  - 降低空载功率和峰值电流
  - SoC芯片级系统
  - 新高频装置
    - SiC, GaN
  - 新技术—无线技术
  - EMI/EMC
  - 功率积分



# 电源效率

- 电源效率是输出功率与输入功率的比值
  - $\eta = P_{\text{out}} / P_{\text{in}}$
- 电源的功率损失是指输入功率与输出功率间的差值
  - $P_{\text{loss}} = P_{\text{in}} - P_{\text{out}}$
- 电源中的功率损失有很多途径和原因
  - 需要工程师逐个最小化/优化，测试
- 绝大多数的功率损失是以热量的形式损失的
  - 过多的热量损失将降低电源产品的竞争力和可靠性



# 电源效率

## 为什么客户关心电源效率？

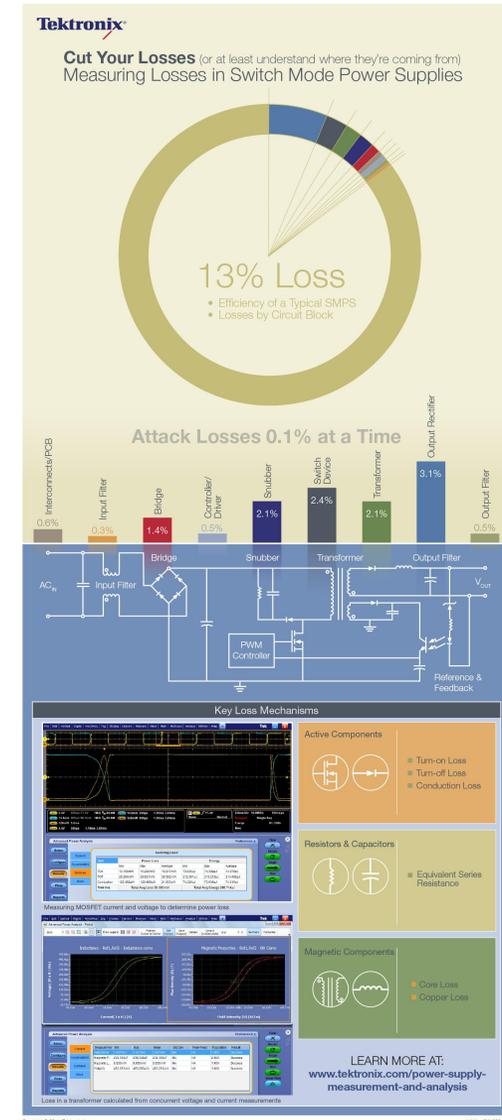
- 电源产品以及相关产品的规格需求
- 过多的热量散发将对整个产品设计产生负面影响
  - 需要风扇以及散热片
    - 增加产品大小，重量，成本以及噪声
  - 增加设计生产的成本
  - 降低产品竞争力
  - 影响电池寿命
- 过多的热量散发降低产品的可靠性
  - 更高的维修质保成本
  - 影响公司品牌形象



# 电源效率

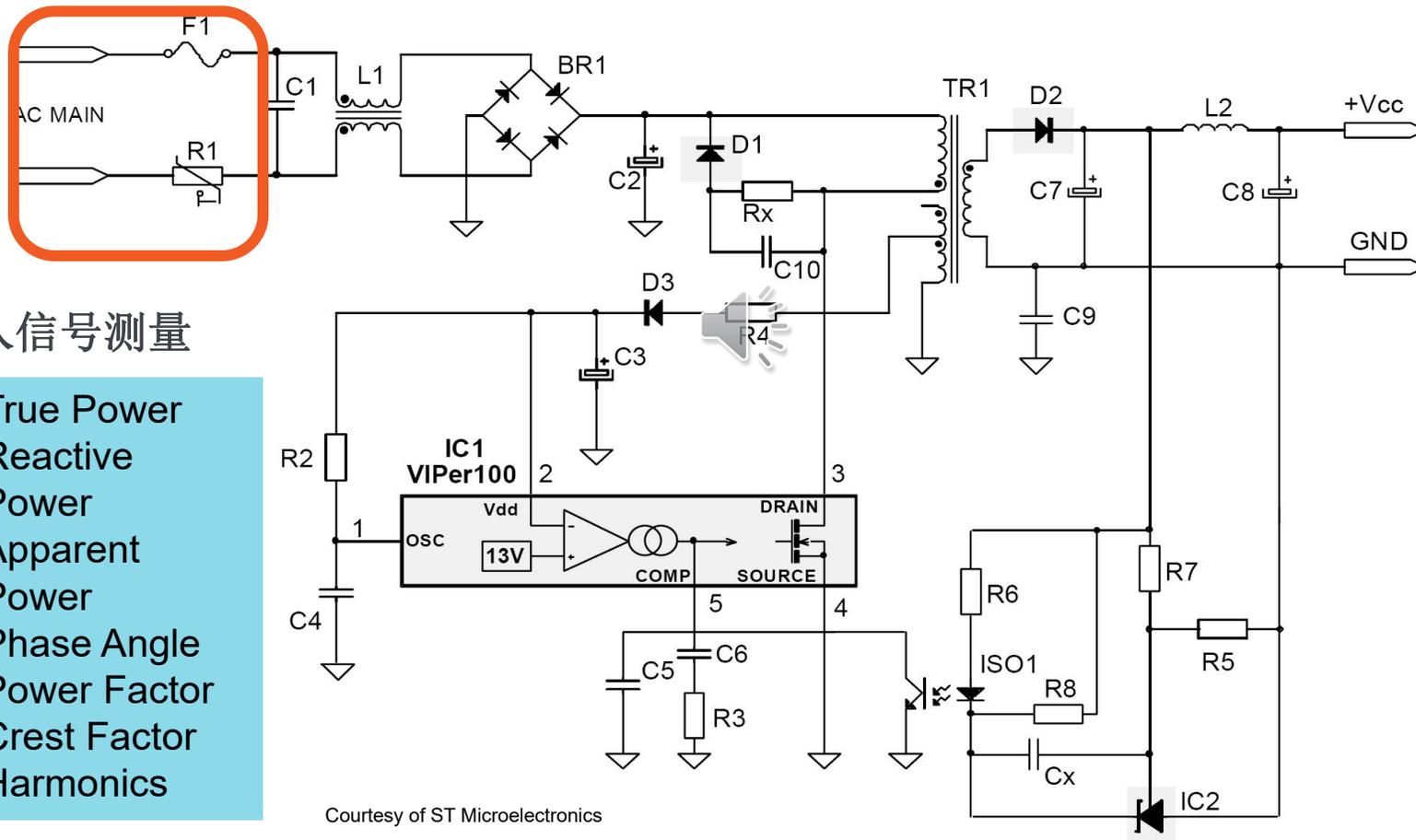
我们的客户设计中是如何提高电源效率的？

- 测试输入、输出功率
- 甄别列出主要的功率损耗因素
- 将实测损耗与设计理论损耗相比较
- 尝试不同的器件甚至是电路拓扑设计，比较效率的高低
- 不断重复以上步骤改进设计，知道设计符合性能要求



# 典型的SMPS电路

测量& 挑战



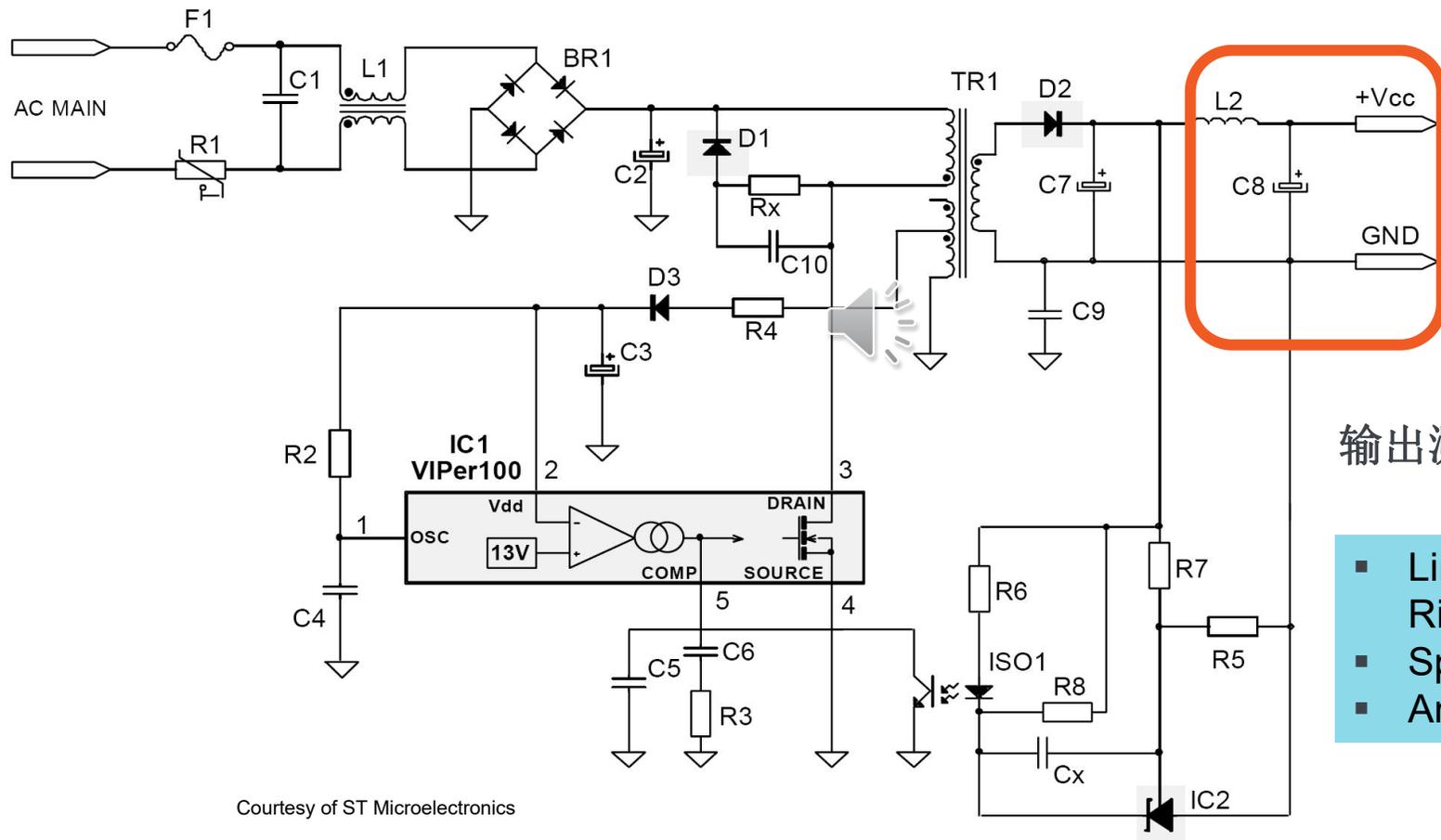
## 输入信号测量

- True Power
- Reactive Power
- Apparent Power
- Phase Angle
- Power Factor
- Crest Factor
- Harmonics

Courtesy of ST Microelectronics

# 典型的SMPS电路

## 测量& 挑战



输出测量

- Line/Switching Ripple
- Spectral
- Amplitude

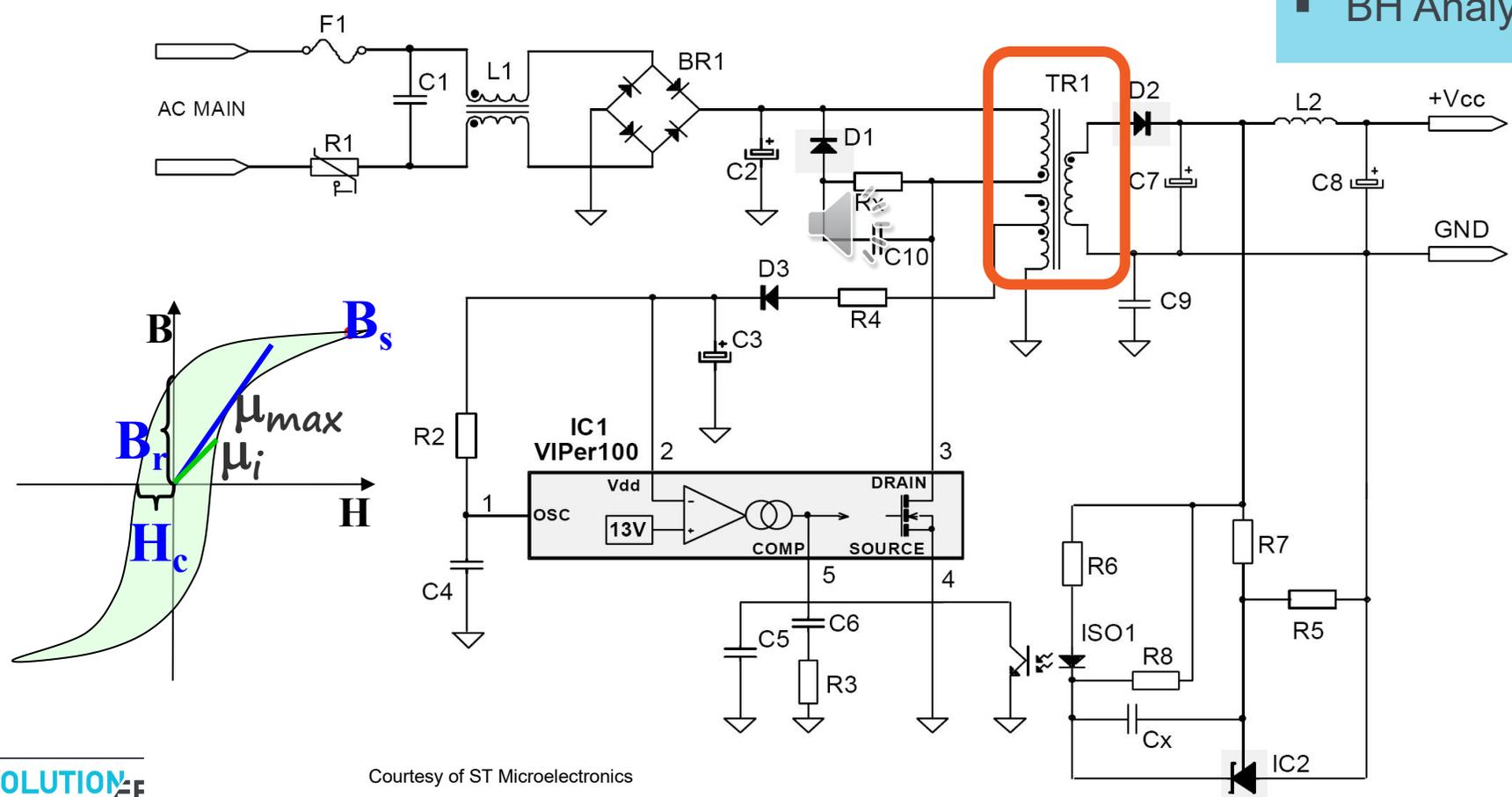
Courtesy of ST Microelectronics

# 典型的SMPS电路

测量 & 挑战

- Inductance
- Magnetic Loss
- Magnetic Properties
- BH Analysis

磁性测量



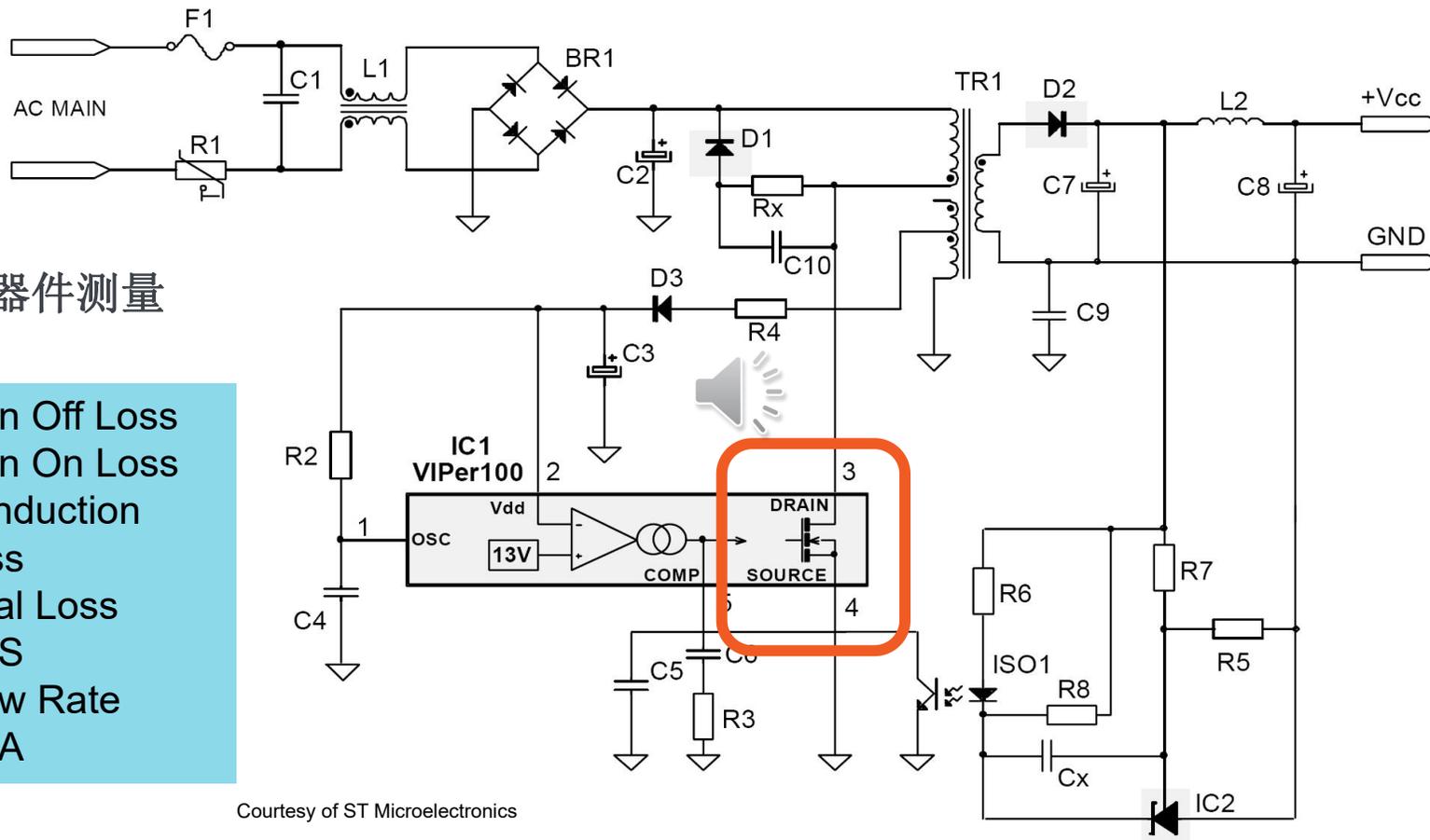
Courtesy of ST Microelectronics

# 典型的SMPS电路

## 测量& 挑战

### 开关器件测量

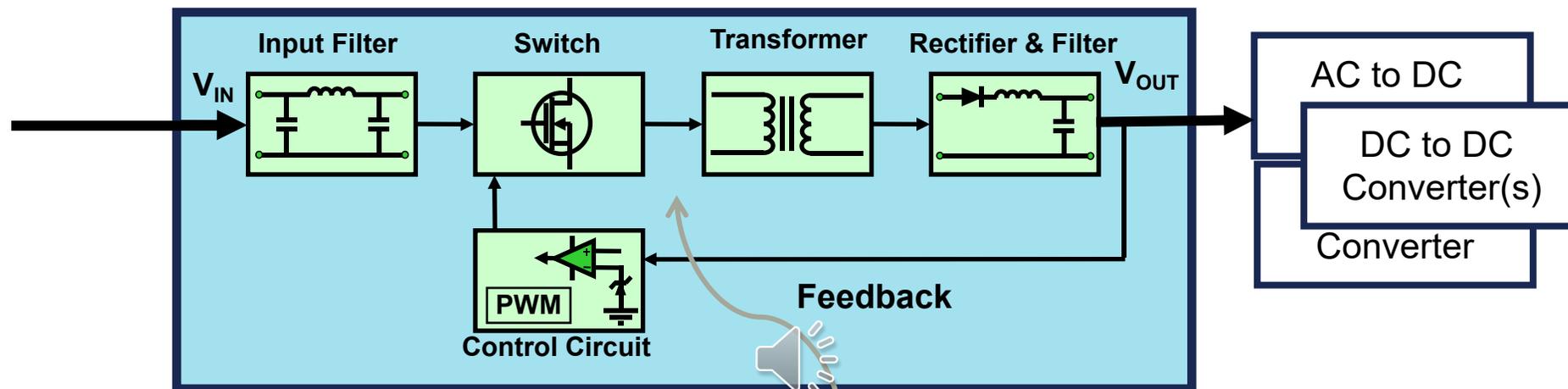
- Turn Off Loss
- Turn On Loss
- Conduction Loss
- Total Loss
- RDS
- Slew Rate
- SOA



# 电源测试及挑战

典型的开关电源的架构

AC to DC 转换器



- 输入 / AC 电源
  - 电流谐波
  - 功率质量
  - 浪涌电流
- 输出直流电压
  - 频谱分析
  - 纹波

• 功率器件(开关管)

- 开关损耗
- 安全工作区

无功器件(变压器)

- 电感系数
- 磁损耗
- B-H 曲线

# 提高电源效率

客户常用的功率测试举例：

- 开关损耗

- 开关器件开关时候的功率损耗一般是主要的损耗来源
- 根据开关器件规格计算的损耗往往不准确，因为不符合实际应用情况

- 磁损耗

- 一般都是定制或半定制器件，无法针对具体应用准确估计功率损耗
- 大约20%的电源设计客户需要进行磁损耗测试



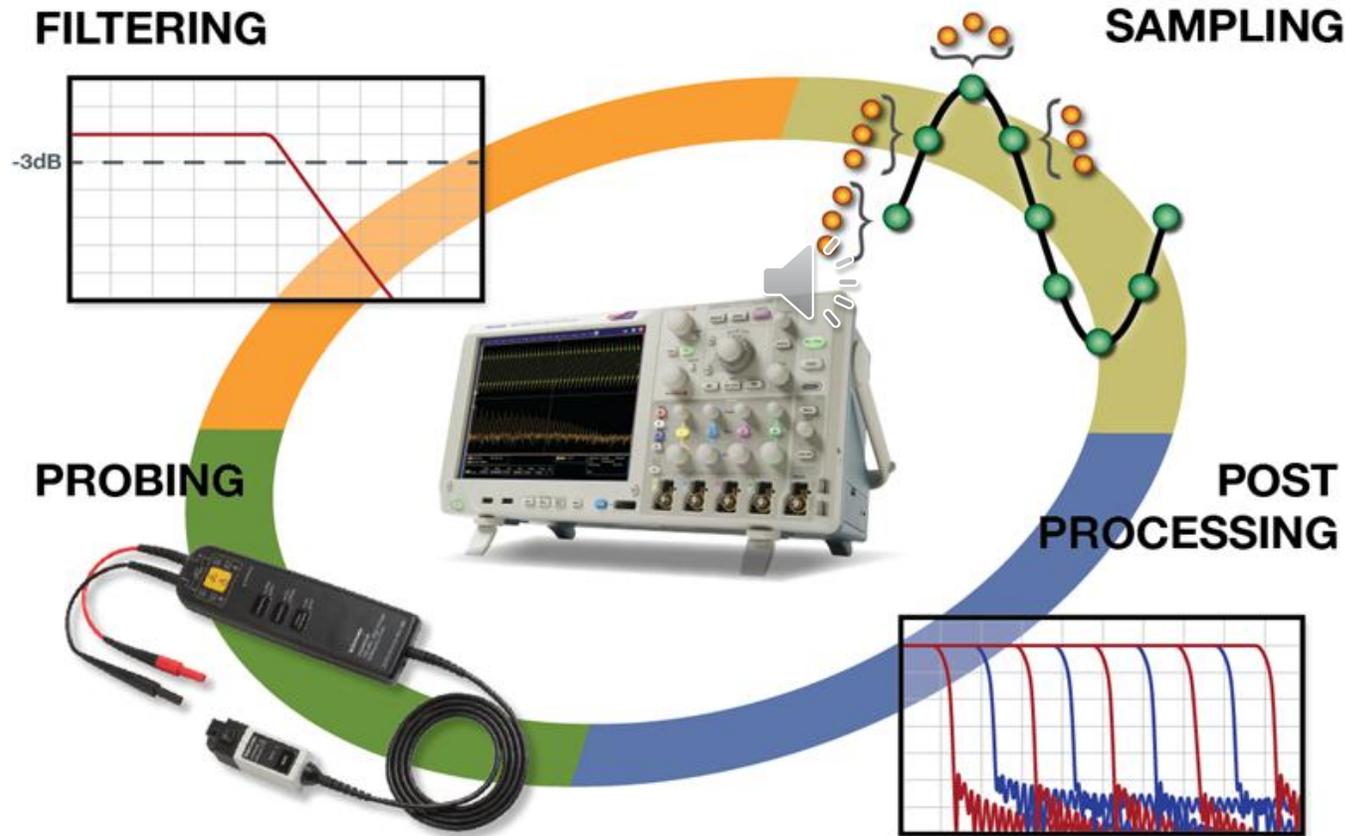
DPOPWR 开关损耗测试



DPOPWR 电路磁损耗测试

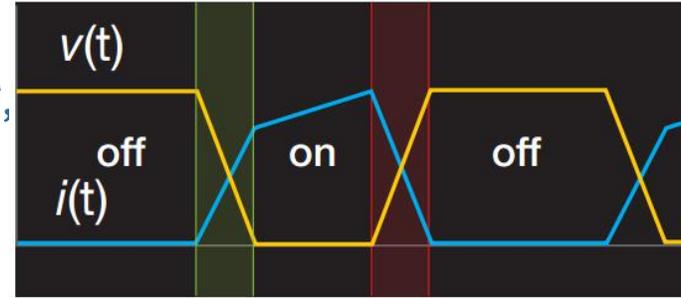
# 示波器测试系统的准备

- 当进行功率测试时，测试系统高分辨率，高精度是测试的保证。
- 对示波器测试系统来说，每个都是测试效果的关键

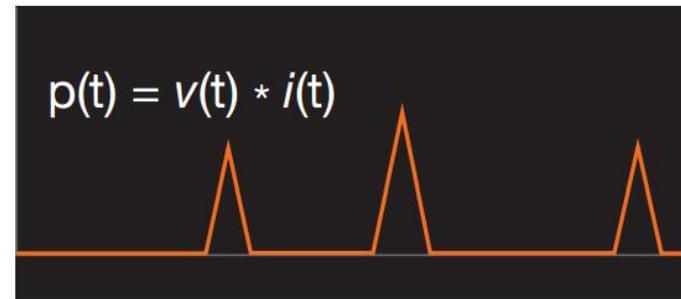


# 功率自动测试功能——开关损耗测试

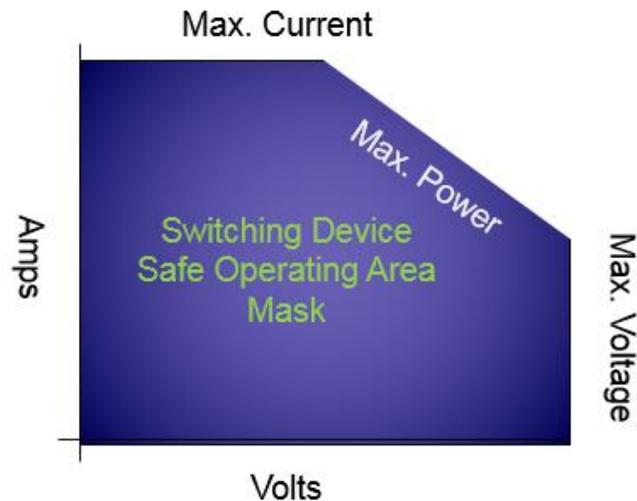
- 测试开关的电压和通过电流 (MOSFET, IGBT, BJT, ect.)
- 开关损耗
  - 开启, 关断, 传导损耗
  - 开关开启和关断轨迹点
- 增加参数设定提高测试损耗精度
  - Rds(on) for MOSFETs
  - Vce(sat) for BJTs and IGBTs



Switch Voltage and Current

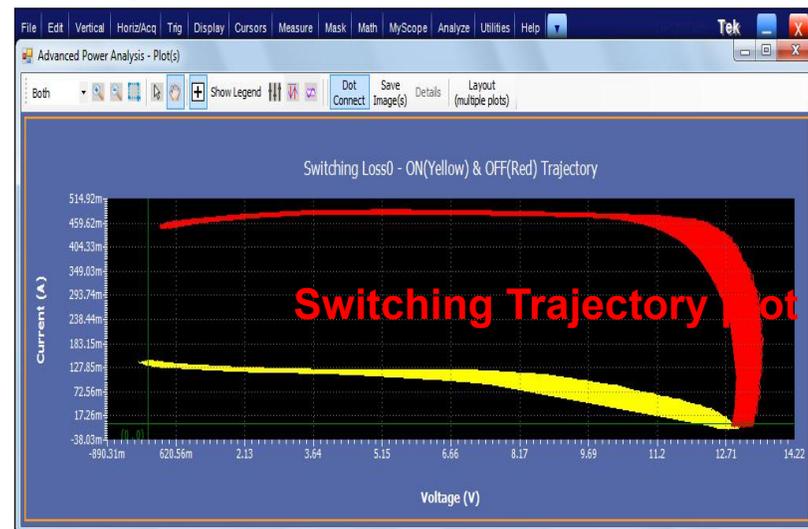
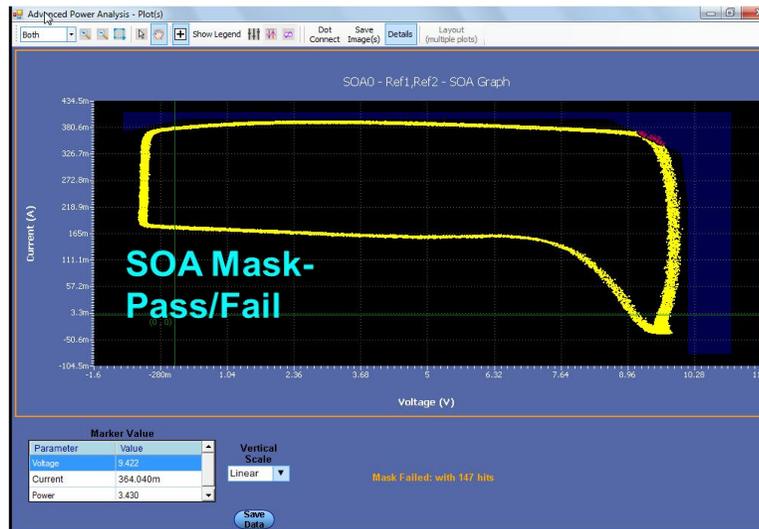
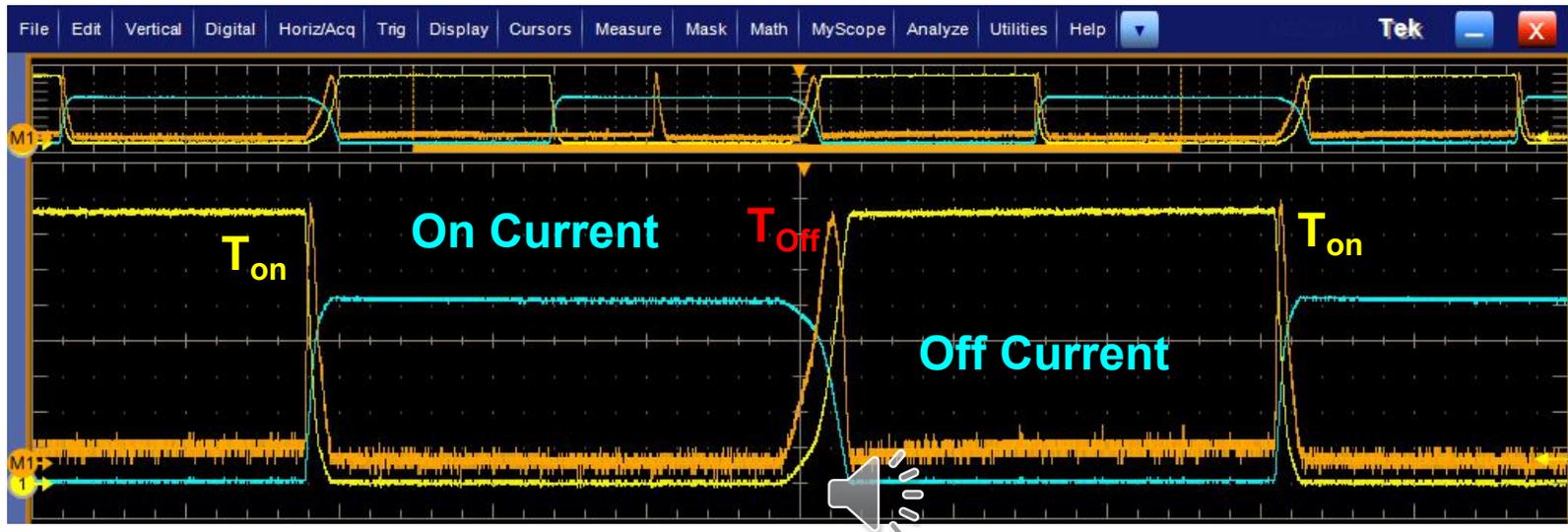


Switch Power Loss



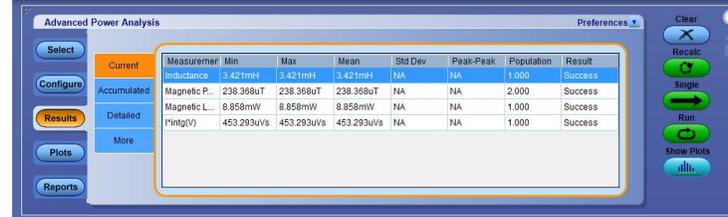
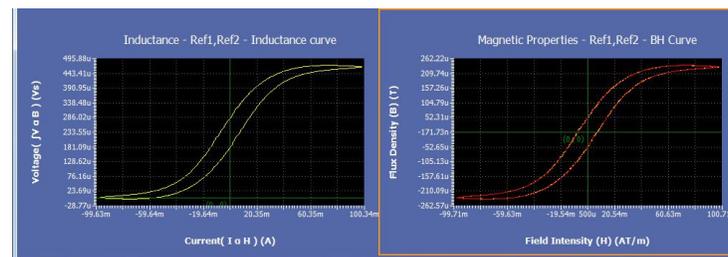
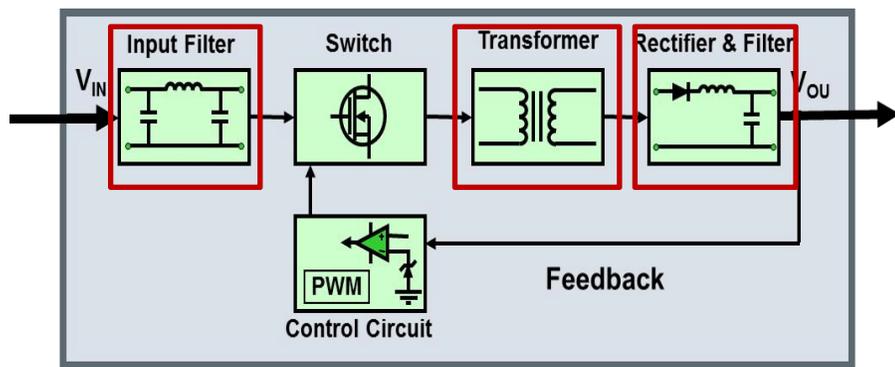
- 安全工作区:
  - 开关器件工作范围
  - SOA 模板来图形化开关工作的限值
  - 轻松设计安全模板, 可保存方便后续调用

# 功率自动测试—SOA 模板测试



# 功率自动测试功能——磁通量测试

- 专注于电感和变压器件
- 常规测试：
  - 电感、
  - B-H曲线
  - 磁损
    - 通过磁滞损耗
    - 通过涡流损耗
    - 通过铜损



# 更多功率测试方案信息—请登录泰克官网

- Primer & Application notes
- Manuals



Power Supply Measurement and Analysis  
Primer

Tektronix

White Paper

### Power Measurements and Analysis: Challenges and Solutions

Selu Gupta  
HW Design Engineer  
Tektronix, Inc.  
Beaverton, Oregon USA

**ABSTRACT:** The job of a switch mode power supply and power electronics is a challenging one. Stringent efficiency and performance requirements, along with the contribution of a variety of measurement and analysis challenges. Fast switching transients add to the challenge of making accurate voltage and current measurements for a sophisticated analysis.

This paper looks at issues around essential measurements such as Turn On and Dynamic ON resistance. Magnetic components, when subjected to high frequency, play an important role in the performance of power electronics systems. Measurements and evaluating magnetic properties and magnetic power loss are also discussed.

After a review of these measurement issues, the paper focuses on over-voltage protection. The DPO7000 series DPO4PWR Power Analysis Software and TCP0030, PS205 current probe and the DPO4PWR are developed with the power electronics engineer in mind.

#### I. Introduction

The demand for power has increased exponentially over the past century. The performance and efficiency of supplies used in everyday applications, such as communication systems, are also discussed.

Switch mode power supplies (SMPS) have become the dominant architecture for electronic systems today. Besides being more efficient, SMPS have a weight, smaller size, and reduced costs for larger amounts of power being delivered. Traditional rectifiers and linear DC-DC converters. Switching supplies are more efficient.

The key component of a SMPS is the switching device, which may be a MOSFET or an Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT). These devices include inductors and transformers. Proper characterization and measurement of these key components gives the SMPS designer a good understanding of the system.

Application Note



### Power Supply Measurement and Analysis with the MSO/DPO Series Oscilloscope

#### Introduction

Power supplies can be found in a wide variety of applications, from desktop computers and office equipment to industrial and medical equipment. They convert electrical power from one form to another. Most power supplies are AC-to-DC converters which convert AC power to DC power. Some are DC-to-DC converters which convert DC power to DC power.

### DPO3PWR and DPO4PWR Power Analysis Application User Manual



Tektronix

071-2631-00

[www.tektronix.com/power](http://www.tektronix.com/power)

# 高压差分探头

- 最好的测量精度



- 性能最高的产品系列支持各种动态范围和分辨率要求

示波器与探头智能通信，自动完成设置、定标和带宽

- 最高的质量

- 由泰克设计、制造和提供支持

- 所有其他厂商的高压差分探头都是贴牌 OEM



- 安全保证

- 泰克承诺安全，采用第三方认证
- 其他厂商只是自行认证

- 灵活性高，优异的价值

- 标配最全面的一系列探头附件

- 最流行的探头:

- TMDP0200 ( $\pm 750\text{ V}$  /  $\pm 75\text{ V}$ , 200 MHz)



- THDP0200 ( $\pm 1500\text{ V}$  /  $\pm 150\text{ V}$ , 200 MHz)



- THDP0100 ( $\pm 6500\text{ V}$  /  $\pm 650\text{ V}$ , 100 MHz)

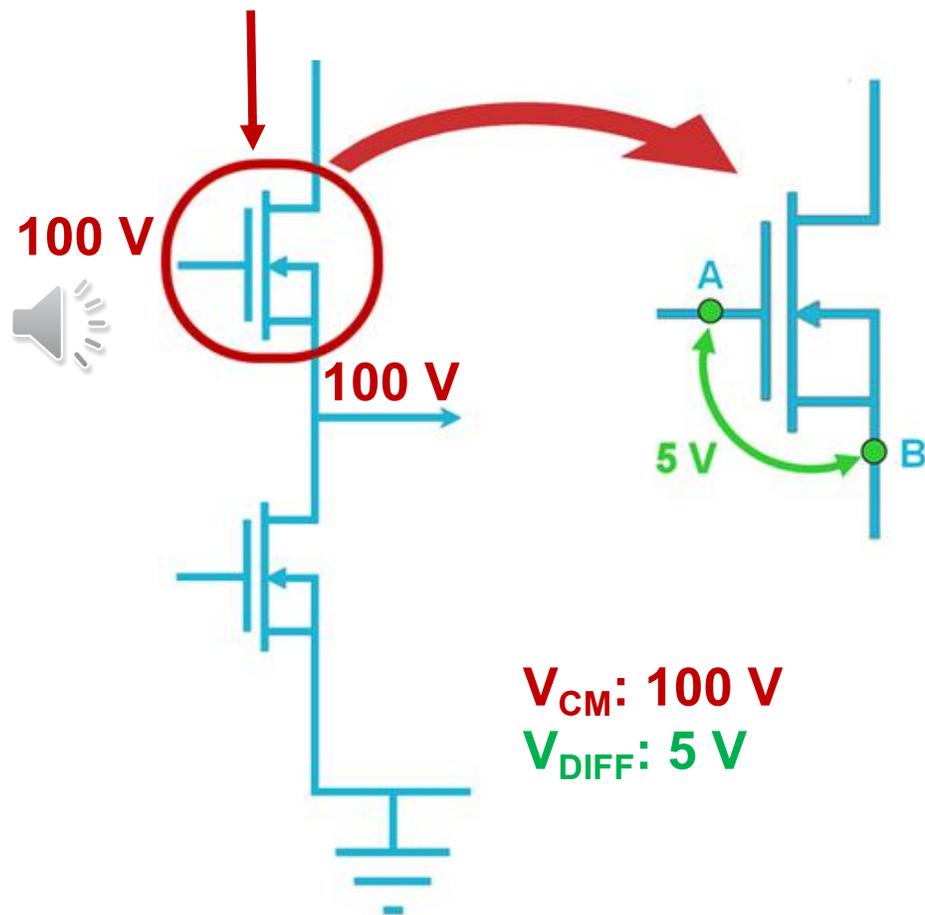


# 特殊的探头——了解共模抑制比

## CMRR差对测量有什么影响

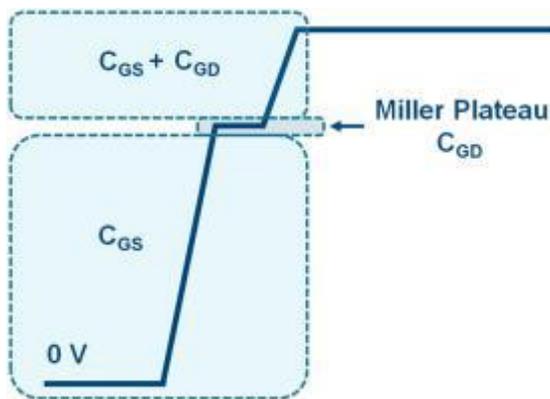
- 栅极-源极测量要求:
  - 需要测量5 V差分电压
- 测量挑战:
  - 门极和源极有100 V共模电压
  - 共模信号有快速边沿速率
- 如果探头CMRR差 (如20 dB或10:1), 这会对测量有什么影响?
  - 5 V信号上会差生10 V误差

注：没有连接接地的晶体管称为“高侧”

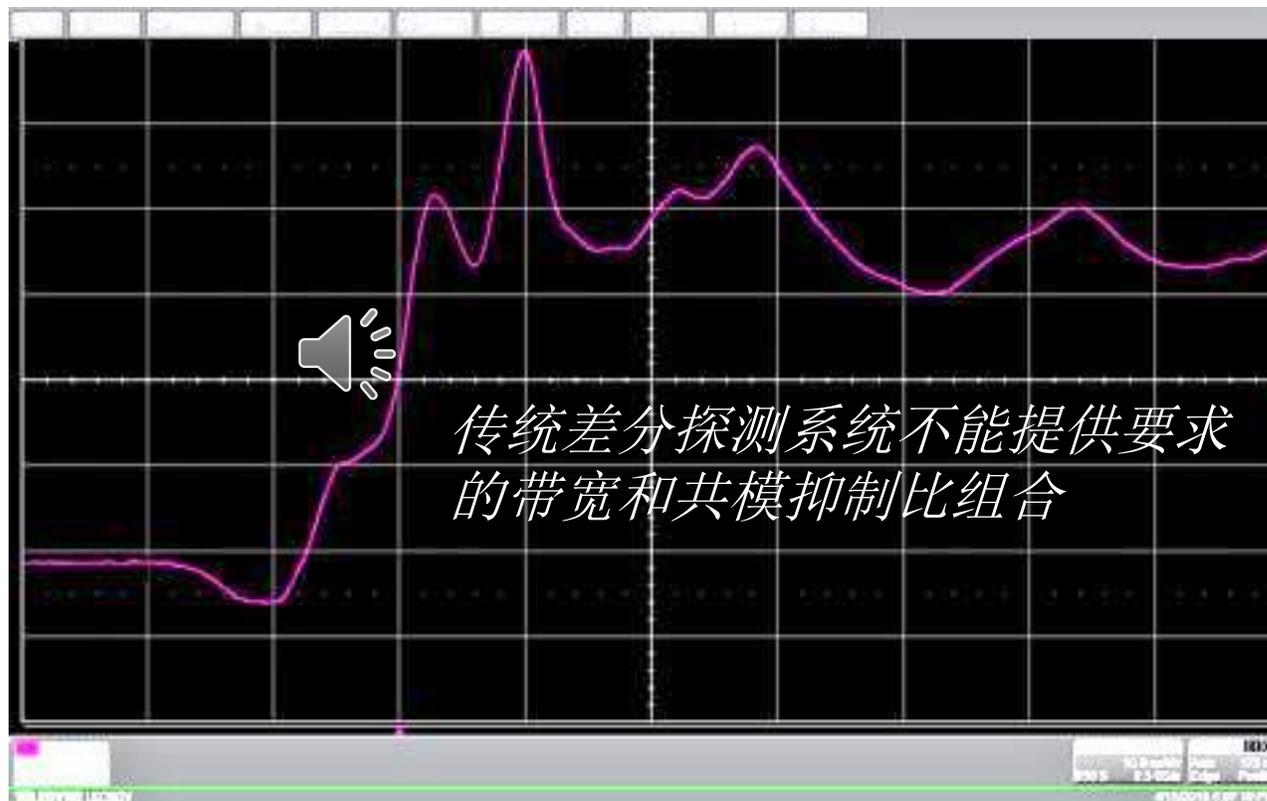
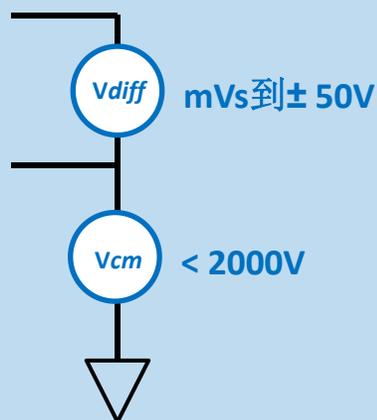


# 设计盲点

当今差分探头能力不足



## 栅极驱动器

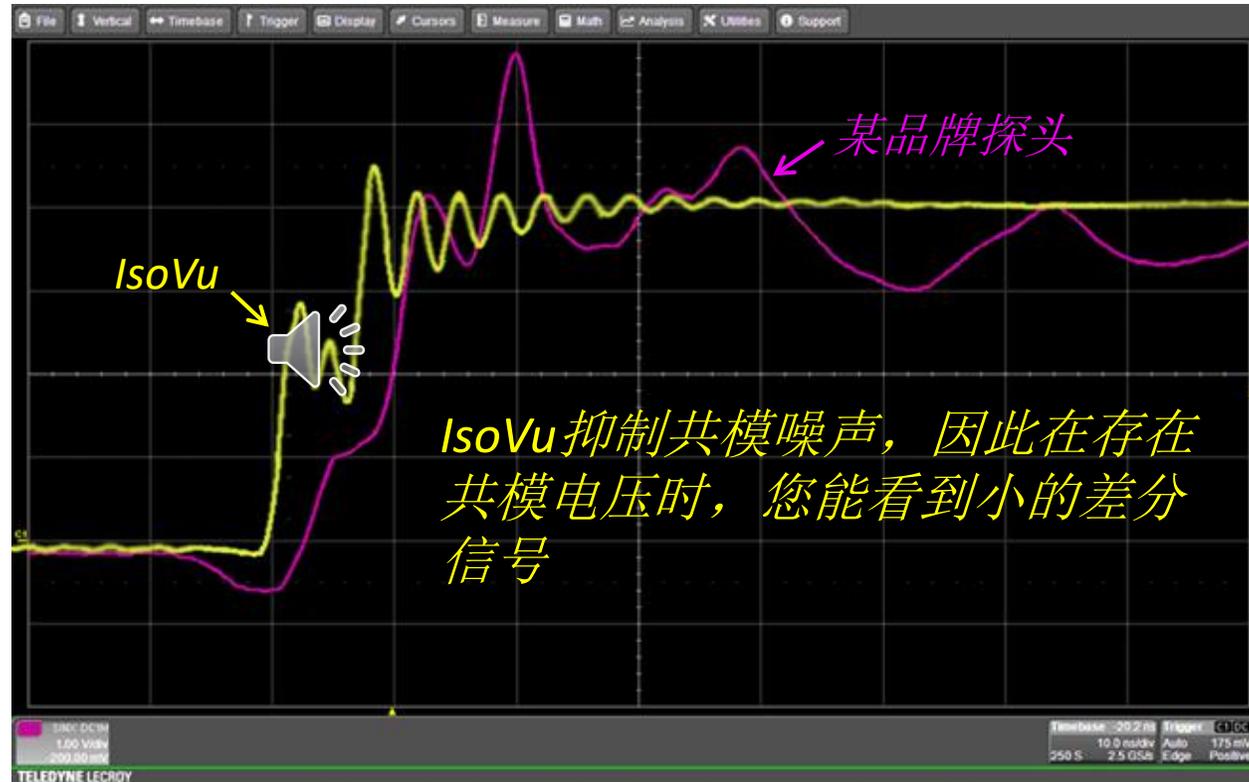
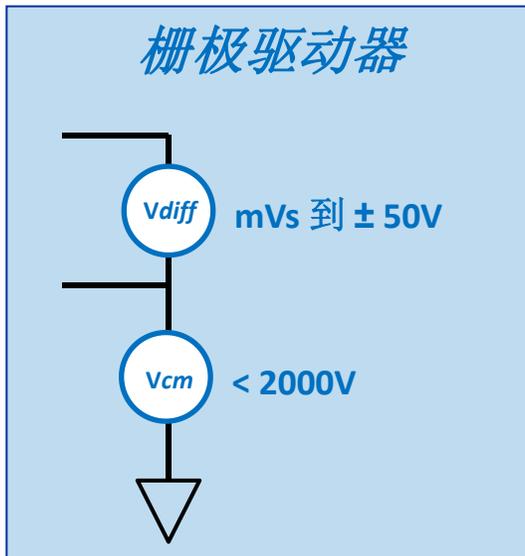
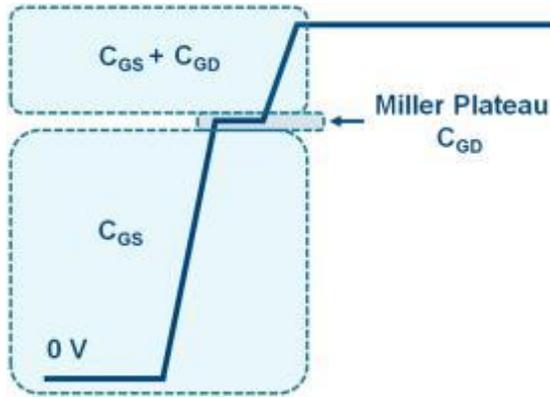


传统差分探测系统不能提供要求的带宽和共模抑制比组合

工程师被迫通过仿真、补偿或推断 (强制对地测试)。

# 能够查看信号细节

1 GHz带宽, 2000 V CM和1,000,000:1 CMRR



*IsoVu抑制共模噪声，因此在存在共模电压时，您能看到小的差分信号*

工程师可以确定仿真结果，量测信号指标，如这个振铃

# ISOVu探头小结

世界唯一的高差分功率测量系统

- **全面**光隔离
- 唯一**完整的**测量系统:
  - 带宽
  - 动态范围
  - 共模电压范围
  - 共模抑制比
- 设计人员终于能**看到**以前隐藏的信号



# AC/DC电流探测



- 最好的测量精度
  - 性能最高的产品系列，带宽最高和灵敏度最高的电流钳夹探头
  - 示波器与探头智能通信，自动完成设置和定标
- 最高的质量
  - 由泰克设计、制造和提供支持
  - 所有其他厂商的高压差分探头都是贴牌OEM
- 安全保证    
  - 多种产品可供裸线使用！
  - 泰克承诺安全，采用第三方认证
  - 其他厂商只是自行认证



## ■ 最流行的探头：

- TCP0030A (30 A, 120 MHz)



- TCP0020 (20 A, 50 MHz)



- TCP0150 (150 A, 20 MHz)



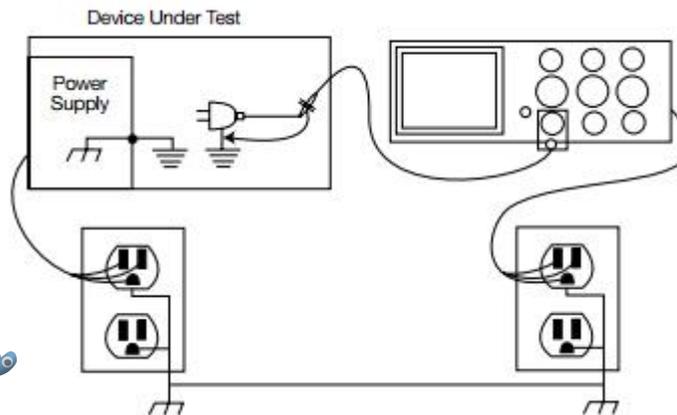
# 优秀的功率测量技术

- 在功率系统中没有“接地”一说！

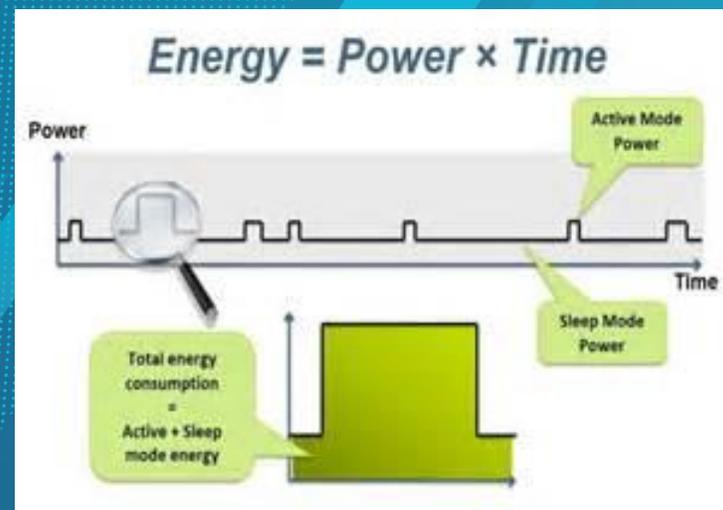
- 电压测量一直是相对于参考点进行的但如果示波器接地，电源中没有接地，那么使用无源探头很难进行良好的功率测量！只有差分探头可以准确地进行电压测量

- 使测量系统内部的误差来源减到最小

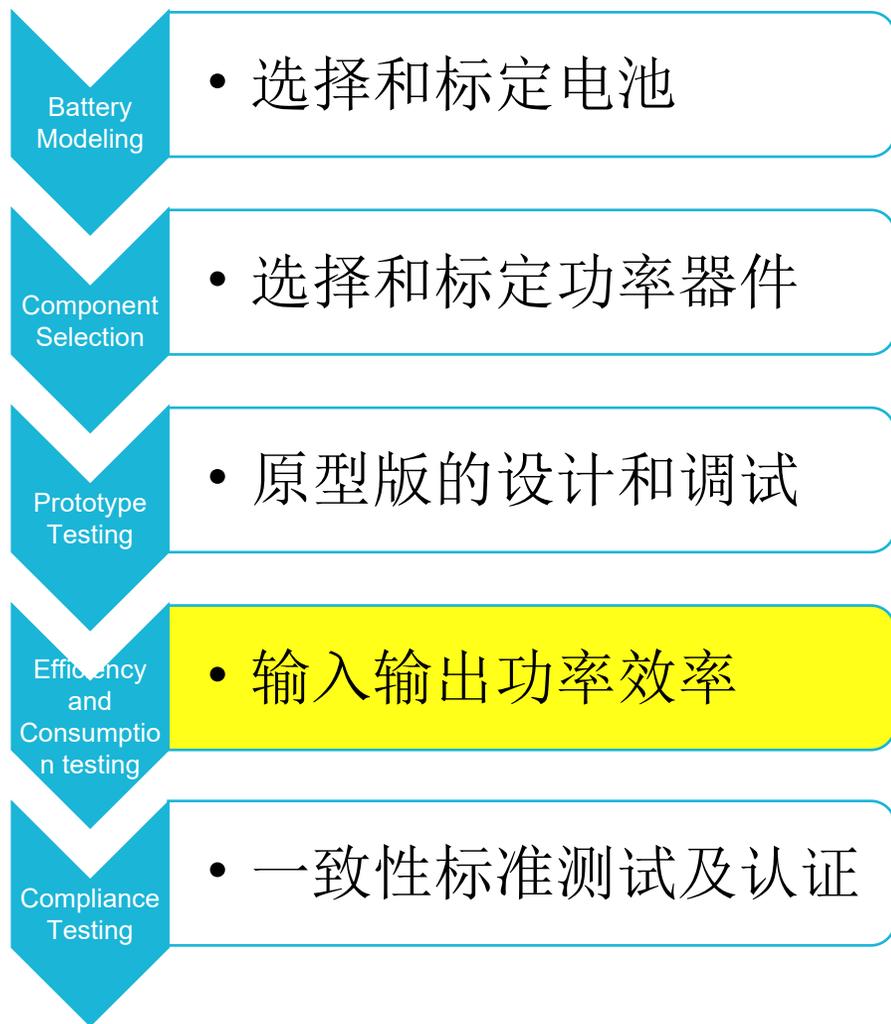
1. 定期运行信号路径补偿，最大限度地提高示波器精度
2. 使用AutoZero消除有源探头和差分探头中的DC偏置
3. 使用DeGauss/AutoZero消除电流探头中的DC偏置
4. 使用时延校正消除通道间定时误差



# 功耗和转换效率 (AC/DC and DC/DC)



# 电源路径： 电源系统的设计流程



PSU 2281



Source Measure Units



Source Measure Units (SMU)



Parametric Testers



Scopes



IsoVu Probe



PA3000 PA + 2380 Eload



7510 DMM



RSA - Spectrum Analyzer



PA1000 Power Analyzer

# 效率测试

低功耗和效率测试

电源效率

直流便携设备

交流市电产品



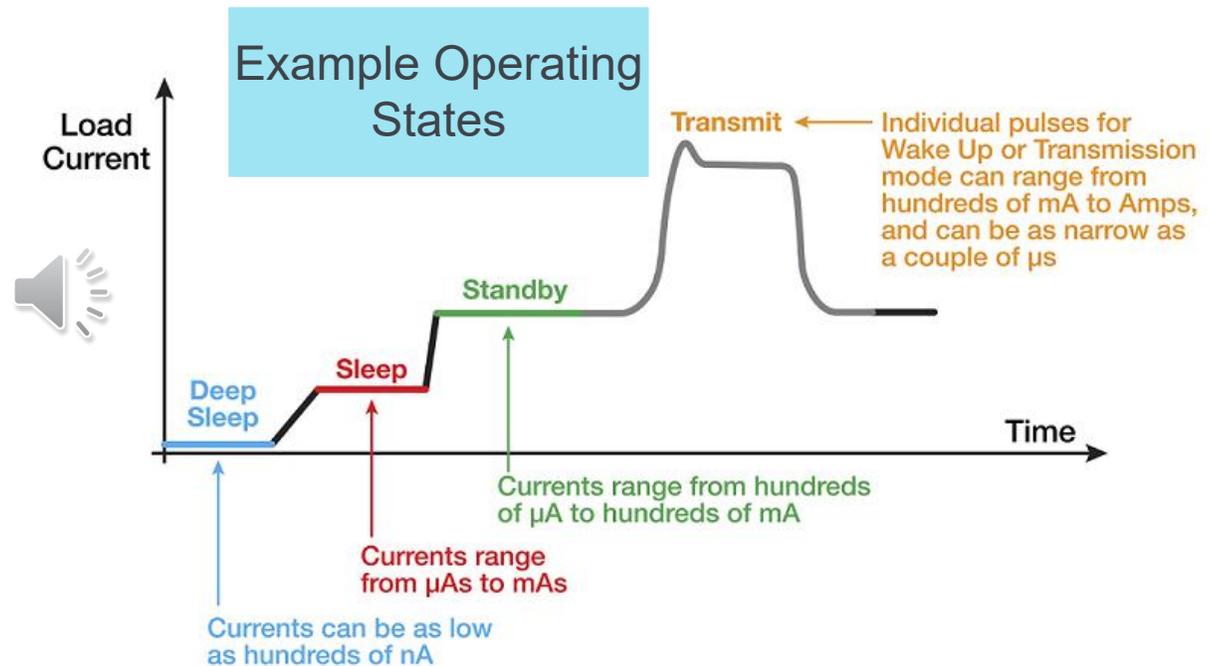
降低功率损耗  
提高**电池寿命**

符合当地强制的**标准**认证

# DC测试挑战：测量不同模式的功耗

确定装置每个状态的功率损耗

- 测量睡眠模式的电流
- 捕获装置在唤醒及工作时突发电流
- 使用测量数据确定使用情况和最大程度延长电池寿命



# 挑战：达到挑战性的目标

## 低功耗产品的测试需求实例

### 目标

功率分配：80uW (80μW/4V 电池= 20μA)

- 电池寿命6个月

### 电池的寿命评估失败



主要的模块	电池寿命分配	
加速度计	14uW	17.5%
蓝牙低功耗Tx/Rx	12uW	15%
电源管理芯片	20uW	25%
(MCU 100uA/MHz + 内存 + 外围设备 + 振荡器)	34uW	42.5%

# 挑战：选择和标定低功耗器件

需要测试超低电流到标定器件

低功耗为处理器

Sleep Mode: **100nA**

- Standby Mode: **1 $\mu$ A**
- Active Mode: **35  $\mu$ A/MHz**

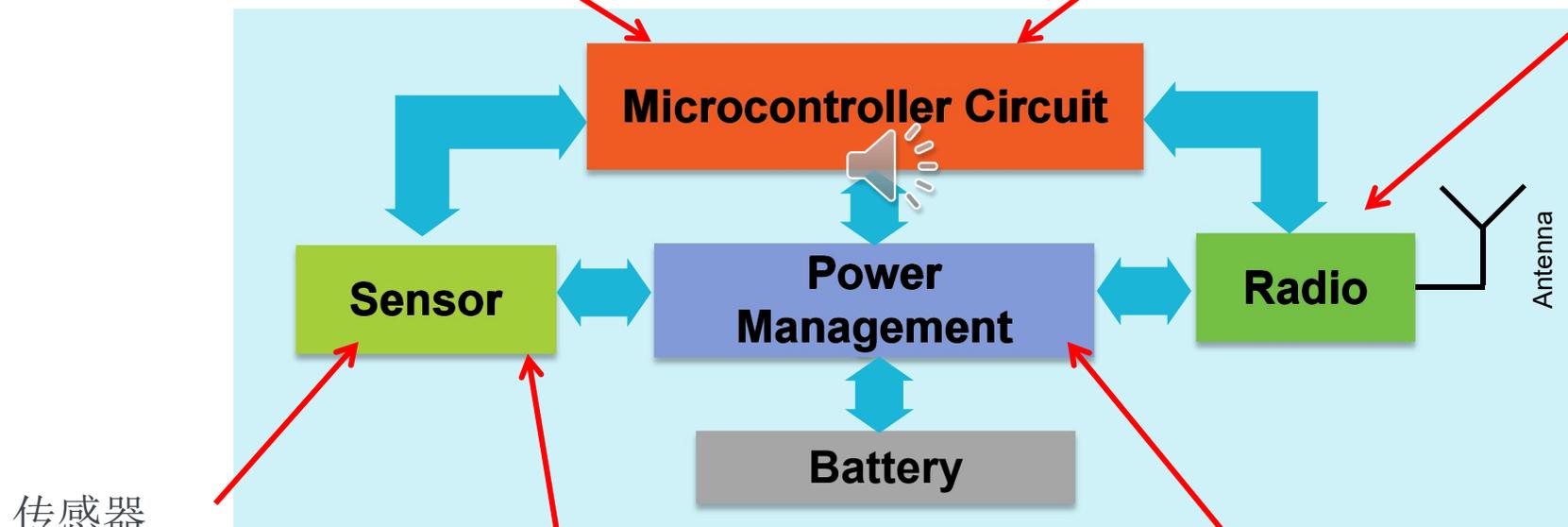
实时时钟

Active Mode: **240nA**

低功耗蓝牙

Tx/Rx Chipsets

Sleep Mode: **<100nA**



传感器

Active Mode: **360nA**

放大器:

Supply Current: **<1 $\mu$ A**

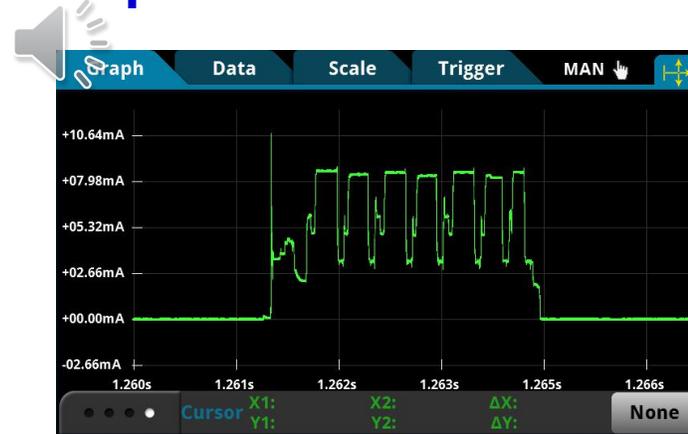
DC-DC 转换器:

Quiescent Current: **680nA**

# 功率测试挑战

NEED TO CAPTURE THE LOAD CURRENT IN EVERY OPERATING STATE

- 需要至少**6级动态范围**
  - 休眠模式负载电流: **几百nA to 10 $\mu$ A**
  - 传输模式负载电流: **几十mA to Amps**
- 需要快速捕获负载电流变化
- 需要捕获整个负载电流简况
- 确定问题区域



低功耗蓝牙模块负载电流

# 方案: DMM7510 捕获各阶段波形

没有其他厂家能做好这件事

- 动态范围: 1pA – 10A
- 休眠模式:



- 输出速度:  
1Msample/second
- 过程捕获:
  - 27 million reading



# AC / DC 功率转换



# 挑战： 迎接效率的挑战

≤1.0W  
(Pre-2004)

≥82%  
(Pre-2004)

≤0.100W

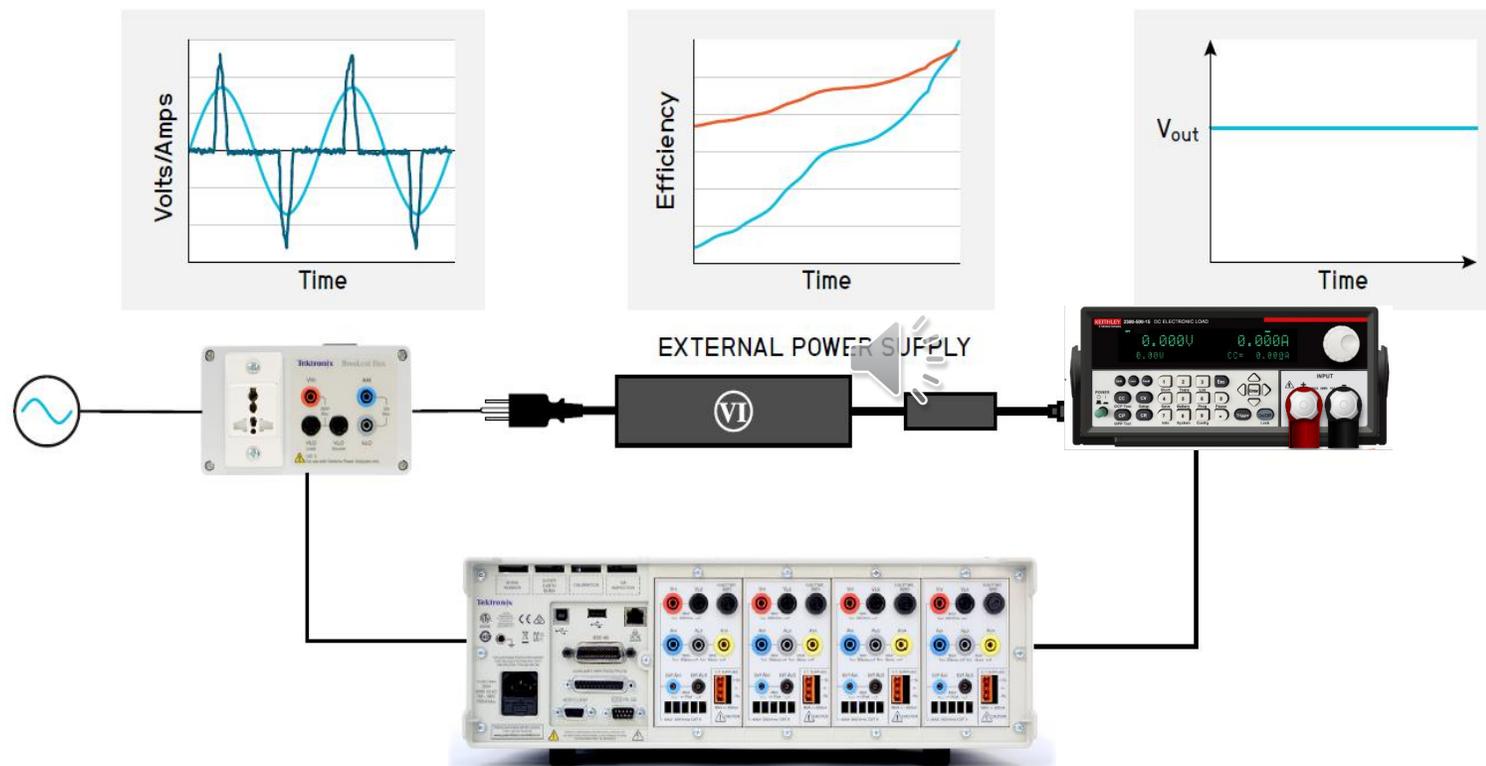
≥88%

Performance Requirements					
Mark	Nameplate Output Power (P <sub>no</sub> ) <sup>2</sup>	No-Load Mode Power <sup>3</sup>	Nameplate Output Power (P <sub>no</sub> )	Average Efficiency in Active Mode <sup>4</sup>	Power Factor
I	Used if none of the other criteria are met.				
II	0 to < 10 W	≤ 0.75	0 to < 1 W	≥ 0.39 * P <sub>no</sub>	Not Applicable
	> 10 to 250 W	≤ 1.0	1 to < 49 W > 49 W	≥ 0.497 * ln(P <sub>no</sub> ) + 0.39 ≥ 0.82	
III	0 to < 10 W	≤ 0.75	0 to < 1 W	≥ 0.39 * P <sub>no</sub>	Not Applicable
	> 10 to 250 W	≤ 0.75	> 1 to 49 W > 49 to 250 W	≥ 0.09 * ln(P <sub>no</sub> ) + 0.49 ≥ 0.84	
IV	0 to 250 W	≤ 0.5	0 to < 1 W	≥ 0.3 * P <sub>no</sub>	Not Applicable
			1 to 51 W > 51 to 250 W	≥ 0.09 * ln(P <sub>no</sub> ) + 0.5 ≥ 0.85	
V	0 to < 50 W	AC-DC: ≤ 0.3 AC-AC: ≤ 0.5	0 to ≤ 1 W > 1 to ≤ 49 W	Basic Voltage: ≥ 0.480 * P <sub>no</sub> + 0.140 Low Voltage <sup>5</sup> : ≥ 0.497 * P <sub>no</sub> + 0.067 Basic Voltage: ≥ 0.0626 * ln(P <sub>no</sub> ) + 0.622 Low Voltage: ≥ 0.0750 * ln(P <sub>no</sub> ) + 0.561	EPSs with ≥ 100 watts input power must have a true power factor ≥ 0.9 at 100% of rated load when tested at 115 volts/60Hz.
	≥ 50 to ≤ 250 W	≤ 0.5	> 49 to 250 W	Basic Voltage: ≥ 0.870 Low Voltage: ≥ 0.860	
Single-Voltage					
VI	0 to ≤ 49 W	AC-DC: ≤ 0.100 AC-AC: ≤ 0.210	0 to ≤ 1 W > 1 to ≤ 49 W	Basic Voltage: ≥ 0.5 * P <sub>no</sub> + 0.16 Low Voltage: ≥ 0.517 * P <sub>no</sub> + 0.087 Basic Voltage: ≥ 0.071 * ln(P <sub>no</sub> ) - 0.0014 * P <sub>no</sub> + 0.627 Low Voltage: ≥ 0.0834 * ln(P <sub>no</sub> ) - 0.0014 * P <sub>no</sub> + 0.633	Not Applicable
	> 49 to ≤ 250 W	≤ 0.210	> 49 to ≤ 250 W	Basic Voltage: ≥ 0.880 Low Voltage: ≥ 0.870	
	> 250 W	≤ 0.500	> 250 W	≥ 0.875	
Multiple-Voltage					
VII	Any	≤ 0.300	0 to ≤ 1 W	≥ 0.497 * P <sub>no</sub> + 0.067	Not Applicable
			> 1 to ≤ 49 W	≥ 0.075 * ln(P <sub>no</sub> ) + 0.561	
			> 49 W	≥ 0.860	
VII	Reserved for future use.				

Source:  
Department of Energy (U.S.)

LEVEL VI: Title 10 of the U.S. Code of Federal Regulations, Appendix Z to Subpart B of Part 430

# AC-DC驱动电源



# 电源的效率的测试

The screenshot displays the PWRVIEW software interface. The top menu bar includes 'Setup', 'Measure', 'Test', and 'Results'. The 'Measure' tab is active, showing various settings: 'Significant Figures' set to 5, 'Averaging' set to Auto, and 'Zero Blanking' checked. There are also checkboxes for 'Enable Watts' and 'Harmonics'. The 'Charting' section includes 'Waveform' and 'Trend' options. The 'Data Logging' section includes 'SnapShot', 'Record', and 'Data' options.

The 'Measurement' table is shown below the settings:

Index	Meas	A PA1000(0001) 1	B PA1000(0002) 1	C Formula
1	Vrms	229.98 V	230.05 V	Efficiency
2	Arms	999.83 mA	999.89 mA	99.984e+00
3	Watts	230.04 W	230.01 W	
4	Freq	50.016 Hz	49.980 Hz	
5	Vh1m	230.05 V	229.97 V	
6	Vh1p	0.0000 °	0.0000 °	
7	Vh2m	46.705 μV	132.30 μV	
8	Vh2p	10.817 °	110.52 °	
9	Vh3m	84.563 μV	77.767 μV	
10	Vh3p	-149.80 °	-177.59 °	

A blue starburst graphic with the Chinese characters '免费' (Free) is overlaid on the right side of the table.

# 一致性标准认证



# 电源路径： 电源系统的设计流程



PSU 2281



Source Measure Units



Source Measure Units (SMU)



Parametric Testers



Scopes



IsoVu Probe



PA3000 PA + 2380 Eload



7510 DMM



RSA - Spectrum Analyzer



PA1000 Power Analyzer

# 消费电子，家电，照明

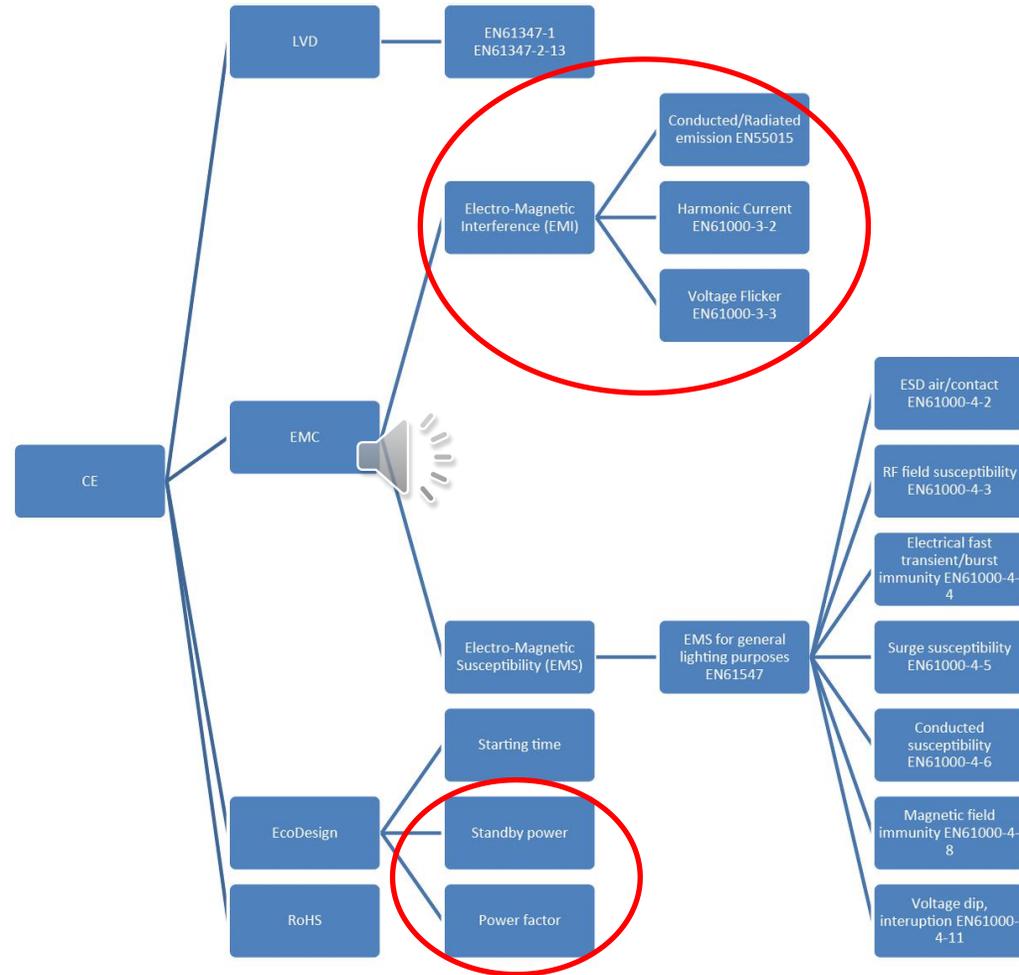


任何插在家庭墙上的供电装置

# 电源标准小结

- 能源之星 / IEC 62301 / EN 50564
  - ( 家用电子设备和办公设备耗电量测量方法- 待机功率)
- IEC / EN 61000-3-2 ( 预一致性测试)
  - ( 连接市电、最大16A( 含) 的电气设备和电子设备产生的电流谐波测量方法)
- IEC 61000-4-7
  - ( 规定了在测试谐波和间谐波时测量设备必须怎样运行。与IEC61000-3-2 一起使用)
- SPECPower 
  - ( 经过认证, 可以用于一到四个插座的大容量服务器类计算机功耗测试, 包括类似的刀片服务器配置。 [www.spec.org](http://www.spec.org) )
- 其他的电源标准
  - CQC 3146-2014 (LED 模块节能认证。要求300KHz 功率分析仪带宽 - 中国)
  - IEC 62087:2011 ( 电视机、摄像设备、机顶盒、音频设备和商用多功能设备的功耗)
  - CEC-400-2012-019-( 家电效率法规)

# IEC 标准要求CE 标识



# 方案特色2——IEC61000-3-2预一致性测试

## IEC 61000-3-2预一致性测试与全面一致性测试对比

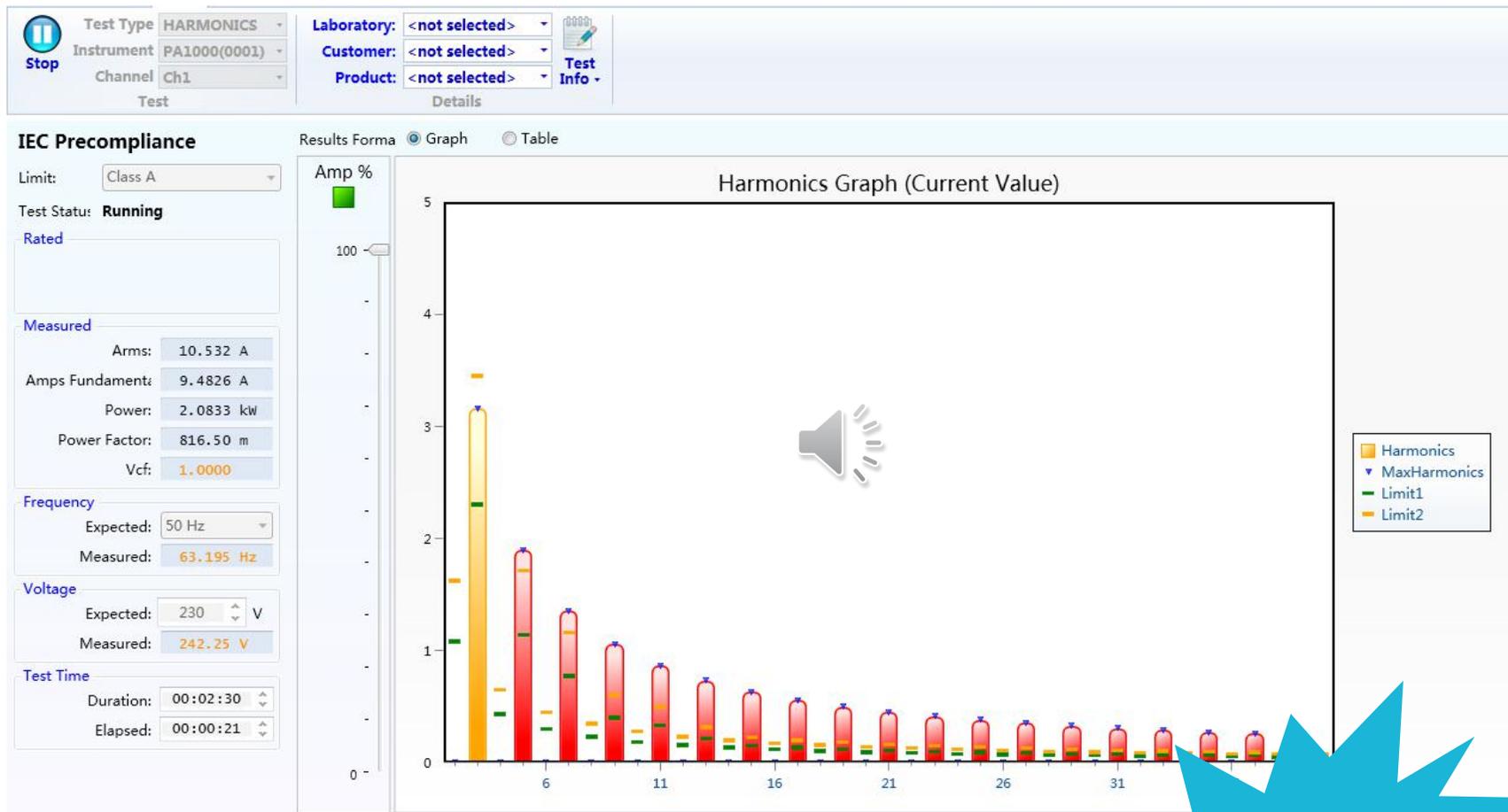
- **CE**标识认证要求必须进行谐波测试
  - “连接市电的所有电气设备和电子设备都必须满足EN 61000-3-2标准。
  - 这是欧洲‘EMC指令’的一部分，获得**CE标识**必须满足这一指令。” ——  
——欧洲电源制造商协会



### 我们方案的特色：

1. PA1000是唯一为IEC 61000-3-2预一致性电流谐波测试提供整体解决方案的单通道功率分析仪
2. IEC 61000-4-7 - (规定了在测试谐波和间谐波时测量设备必须怎样运行。与IEC61000-3-2一起使用)
3. **费用仅相当于去第三方一致性测试实验室的测试，一次失败的成本**
4. “提前测试，常常测试

# 电流谐波 IEC61000-3-2 预认证一键测试



专业—国际标准IEC61000，方便，一键的测试软件。

免费

# 待机功耗的趋势



- **Iphone cube charger (2007)**
  - Watts Rating: **5W**
  - Standby power < **300mW**
- **Ipad cube charger (2012)**
  - Watts Rating: **12W**
  - Standby power < **30mW**
- **TI Eval board for USB chargers (UCC28720EVM)**
  - Watts Rating: **5W**
  - Standby power < **10mW**



# VI级能效测试挑战

- VI级能效两个主要挑战:

1. 对电源的效率要求提高2.3%，要求到87%—要求高精度
2. 待机功耗测试要求由300mW 降低到100mW—要求测试设备uA级的测试能力。

3. 我们的方案:

PA3000 多通道功率分析仪

2台PA1000 + PWRVIEW软件+ Cable +Breakout Box

# 方案特色<sub>1</sub>—IEC62301全面一致性测试

- **问题关键：** “待机功率估计占发达国家家庭消耗的总电力的5 ~ 10%。”

-----洛伦斯伯克里国家实验室(美国能源部)

- **我们方案的特色：**

- **符合IEC 62301 / EN50564标准进行全面一致性待机功率测试**

- a) 5mW待机功率测量
- b) 唯一为IEC待机功率和IEC电流谐波测试提供整体解决方案的单通道功率分析仪
- c) “提前测试，常常测试”

# 遵循IEC62301标准的机构

哪些标准机构根据IEC 62301 Ed 2制订标准或提供待机功率建议:

- 能源之星 / 2007年美国能源能源独立和安全法案 (H. R. 6)
- 欧盟生态设计指令 (指令2005/32/EC)
- 欧洲行动守则
- 中国能源委员会
- 美国加利福尼亚州能源委员会
- 加拿大标准协会
- 澳大利亚/新西兰MEPS
- 韩国MKE / KEMCO MEPS
- 这一清单正在增加... ..



**ENERGY LABEL**  
能源標籤

Brand 牌子	ABC 某某牌
Model 型號	HK1234
Annual Energy Consumption * kWh/yr 每年耗電量	1000
Energy Efficiency Grade* 能源效率級別	1
Room Cooler Category * 冷氣機類別	1
Cooling Capacity (kW) 製冷量	2.5
Refrigerant 製冷劑	RFC 123
EEL Registration Number 能源標籤登記號碼	C 96-0001

\* The data are provided according to the Hong Kong Energy Efficiency Labeling Scheme for Room Coolers administered by the Electrical and Mechanical Services Department (EMSD), Government of the Hong Kong Special Administrative Region. The registration record can be found at the EMSD website at www.emsd.gov.hk.

機電工程署 EMSD

**Energy** Washing machine

Manufacturer Model

More efficient

A B C D E F G

Less efficient

Energy consumption kWh/cycle (based on standard test results for 60°C cotton cycle)	0.85
Washing performance A (higher is better)	A B C D E F G
Spin drying performance A (higher is better) (rpm speed: 1200)	A B C D E F G
Capacity (cotton) kg	5.0
Water consumption /	55
Noise (dB(A) re 1 pW)	Washing 5.0 Spinning 7.0

Further information is contained in product brochures

# 待机功耗测试难点

客户遇到的测试难题	泰克PA1000如何解决
电流波形畸变严重，高谐波畸变波形需要仪器的峰值因数测试能力高于3以上	PA1000 峰值因数可以达到10高精度测试
待机功耗测试需要测试mA或者uA级小电流信号，小电流信号测试不准确。	20Arms 和1Arms双电流分流器— <b>标配</b> （最小电流量程2mA）可以实现最小mW 级功率准确测试。
客户需要针对性设定机器完成准确的测试，设定复杂。	内置待机功耗standby 测试模式，一键设定完成
连线复杂，测试连接机器耗费时间。	选配附件Breakout box，轻松完成接线问题
待机功耗测试数据需要后续整理，不能直接满足IEC62301标准一致性报告	标配软件实现，待机功耗一致性测试报告一键完成
能耗测试功能	PA1000标配

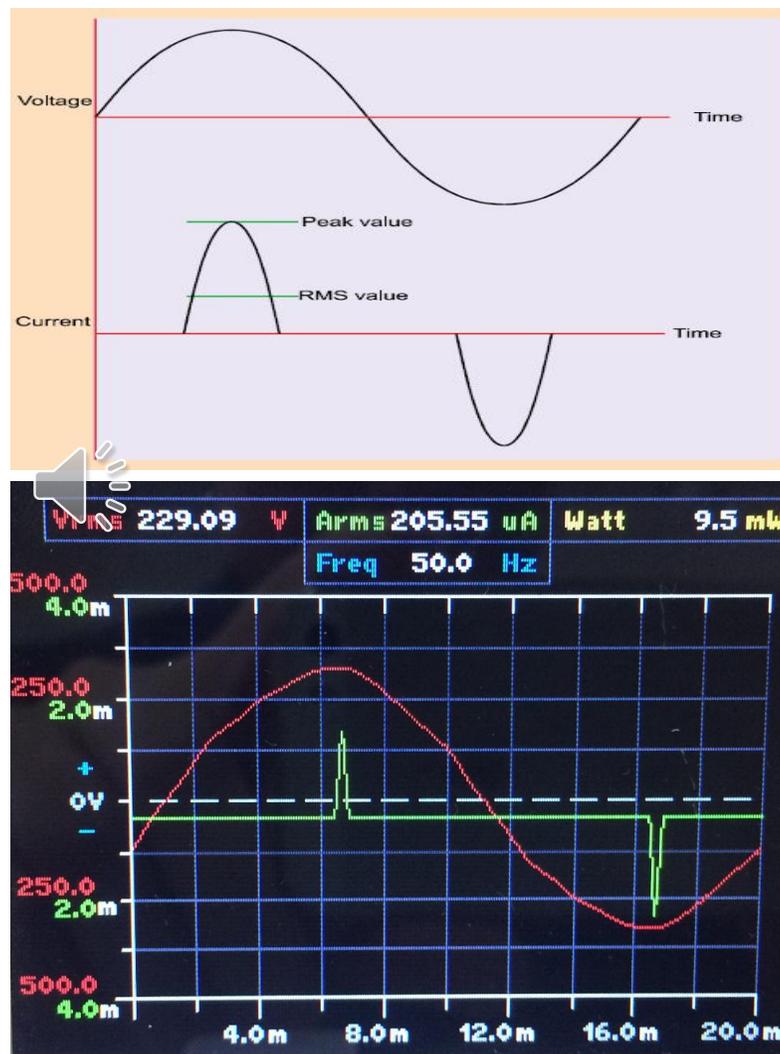
# 补充几个知识点—峰值因数

- 峰值因数:

$$\text{Crest factor} = \frac{\text{Peak value}}{\text{RMS value}}$$

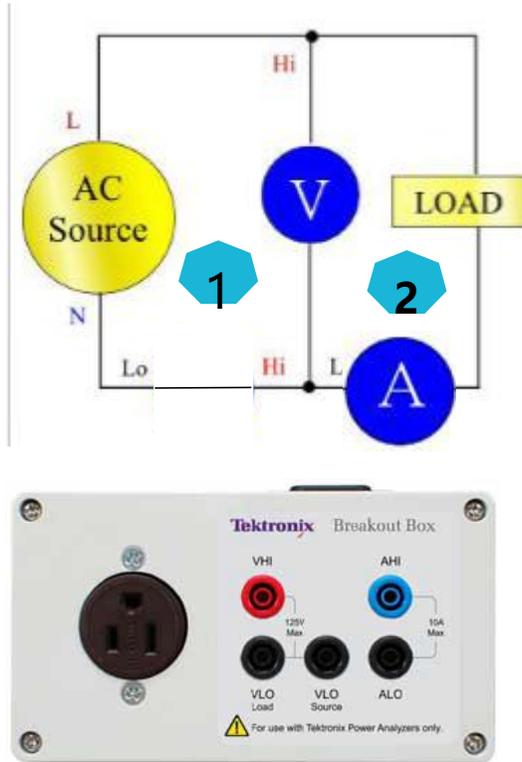
一个标准正弦波CF=1.414。  
但是对于待机功耗的CF 一般系数都是高于3甚至在6以上的。

实测出来电流的峰值因数是8，对于功率分析仪仪器有高峰值因数准确测试的要求。



# 知识点一接线方法

待机功耗的接线方法:



接线目前常见的采用的是电流表内置或者电流表外置两种方式。

采用①电流表外置，这时测试电压就是待机产品的电压没问题，但是电流测试数据会引入电压表分流的电流值，导致测试的误差。

采用②电流表内置，这时测试的电流是真正负载的电流，电压是源端电压，会引入电流表分压的误差，导致测试的误差

相对比较可以得到，因为本身待机功耗的电流非常小，所以电流测试的误差是影响最终的测试结果。所以经过和认证机构的沟通，**电流表内置②**是普遍采用的一种接线方式。

# 补充几个知识点—待机功耗接线



Vrms 229.4 V	Arms 296.0 uA
Watt 9.838 mW	Freq 50.03 Hz
PF 0.145	Acf 30.69
Vthd 3.533 %	Athd 326.4 %



Vrms 229.4 V	Arms 400.6 uA
Watt 62.44 mW	Freq 49.99 Hz
PF 0.680	Acf 23.58
Vthd 3.600 %	Athd 69.75 %

测试条件相同，测试品相同，结果差别非常大，功率是正常方法的6倍多。

结论：**电流表内置**是待机功耗测试的前提条件。

# 低待机功耗测试图——零功耗



图上所示，是使用泰克功率分析仪PA1000进行测试的手机充电器待机功耗情况，大家清晰看到此时的待机功耗57.91mW，电流为2.313mA。更换测试设备可以红色插座处更换。



客户需要测试零功耗，即电源待机功耗小于10mW，所以对功率分析仪要求非常高。很多其他品牌的功率分析仪不能稳定准确的测试这么小的待机功耗。

# 待机功耗测试——PWRVIEW 软件（一键测试）

## PWRVIEW 远程控制软件：

### Test Report No 140214-085333-F

#### Standby Power Measurement

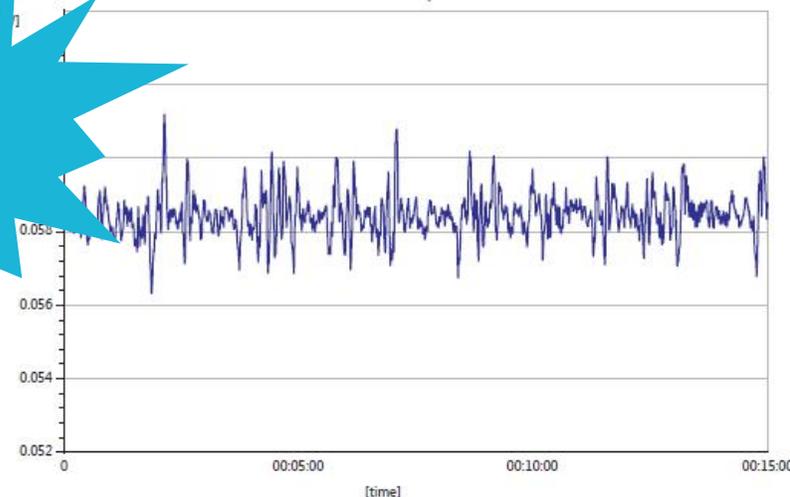
Customer	Issuer
Name: <new contact> Address:	Name: <new sdfsdfcontact> Address: sdfsdf Date of issue: 2014-Feb-14
Unit Under Test	Reference Instrument
<not selected>	Manufacturer: Tektronix Description: Power Analyzer Model: <unknown> Serial Number: <unknown> Firmware Version: <unknown> Test Software: PWRVIEW ver. 1.1.3.412
Test Conditions	Test Summary
Time of Test: 2014-Feb-14 08:53:33 Test Voltage: 230V ±1% Test Frequency: 50Hz ±1% Voltage Distortion: < 2% THC Voltage Crest Factor: 1.39 < Vcf < 1.49 Temperature: 23°C ±3°C Humidity: < 75%	Average Power: 58.480 mW Power Limit: 500.00 mW Power Stability: 831.01 µW/h Uncertainty*: 12.634 mW Test Period: 00:15:00 Test Method: Sampling (IEC62301 Ed.2) Test Status: FAIL
Power measurements were carried out in accordance with the requirements of IEC 62301 "Measurement of standby power" and EN 50564:2011 "Electrical and electronic household equipment - Measurement of low power consumption" in the laboratory environment, traceable to national or international standards. All testing was performed under computer control.	
* Uncertainty quoted is an average of power measurement uncertainties from the last 2/3 of the test which are due only to the accuracy of the reference instrument used. If Uncertainty is marked as FAIL, it means that at least one power measurement uncertainty in the last 2/3 of the test exceeded the limit prescribed in the standard.	
Test Notes	Test Officer
	Full Name:  Signature: _____

### Results

	Average	Minimum	Maximum	Min.Limit	Max.Limit	Status
Power	58.480 mW	56.736 mW	60.792 mW	n/a	500.00 mW	Pass
Voltage	228.41 V	227.04 V	229.13 V	227.70 V	232.30 V	FAIL
Current	1.0217 mA	979.35 µA	1.0969 mA	n/a	n/a	n/a
Frequency	49.995 Hz	49.961 Hz	50.035 Hz	49.500 Hz	50.500 Hz	Pass
Power Factor	250.71 m	237.75 m	261.06 m	n/a	n/a	n/a
Voltage Crest Factor	1.4302	1.4274	1.4342	1.3900	1.4900	Pass
Current Crest Factor	14.504	11.785	21.223	n/a	n/a	n/a
Voltage THC	4.2063 %	4.0772 %	4.3957 %	n/a	2.0000 %	FAIL
Uncertainty Ratio*	1.5832	1.5481	1.6323	1.0000	n/a	Pass
Result Interval	n/a	n/a	0.4950 s	n/a	1.0000 s	Pass

\* Uncertainty Ratio is the ratio of Ulim/Ures, where 'Ures' is the uncertainty of each power measurement, due only to the accuracy of the reference instrument used. 'Ulim' is the absolute allowed uncertainty, calculated for each power measurement in accordance with IEC62301 Ed.2 / EN 50564:2011 standards. Uncertainty Ratio is marked as FAIL, it means that at least one power measurement uncertainty in the last 2/3 of the test exceeded the limit prescribed in the standard.

### Power Graphs



免费

# 为什么进行EMI 测试?

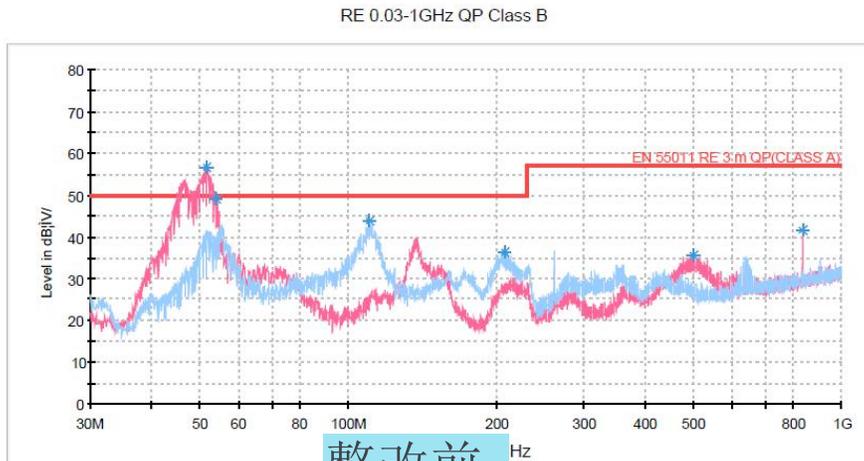
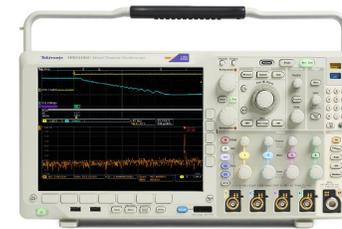
## 电源设计中的一个挑战

- 为什么?
  - 高速的开关器件导致电流电压波形的上升和下降时间加快，高频快沿产生巨大的能量辐射，是导致开关电源产品的EMI 问题的根本。
- 两个原因来提高EMI
  - 符合格则和通过EMI测试（也叫作EMC 或者电磁兼容）
  - 确保在任何模式下都能可靠高效的工作，不被附近其他的电器设备干扰（EMC一致性）

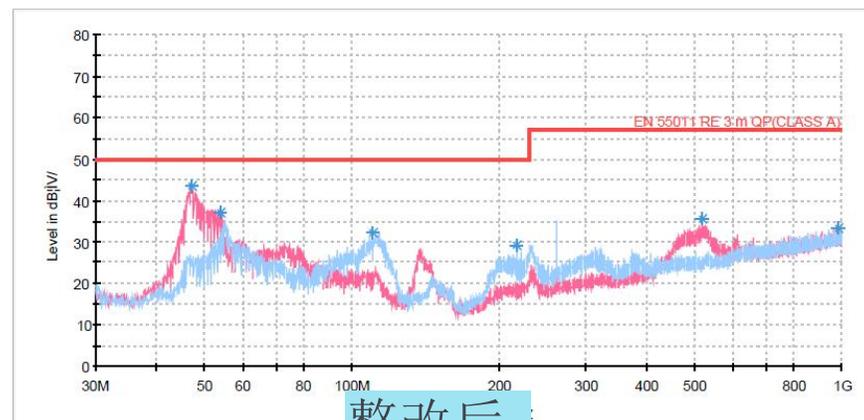


# EMI预一致性测试

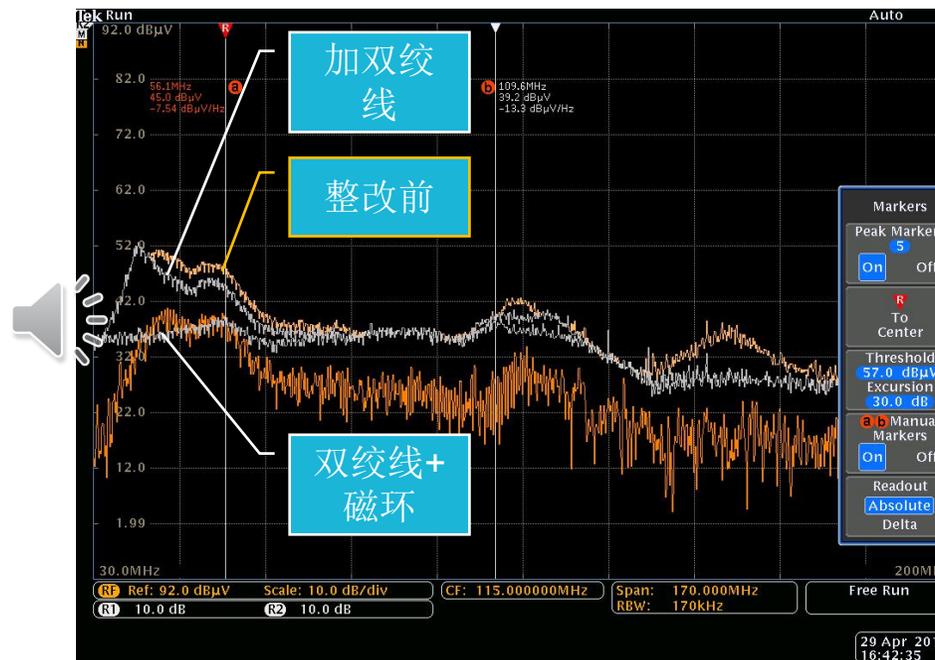
- 助您进行EMI预一致性测试及整改评价!



整改前



整改后



使用MD04000C测试客户整改效果确认!

# 谢谢大家！



技术支持热线：400-820-5835