

物联网小电流测试的挑战 与 是德科技解决方案



吴昊
应用工程师



什么是物联网IoT?

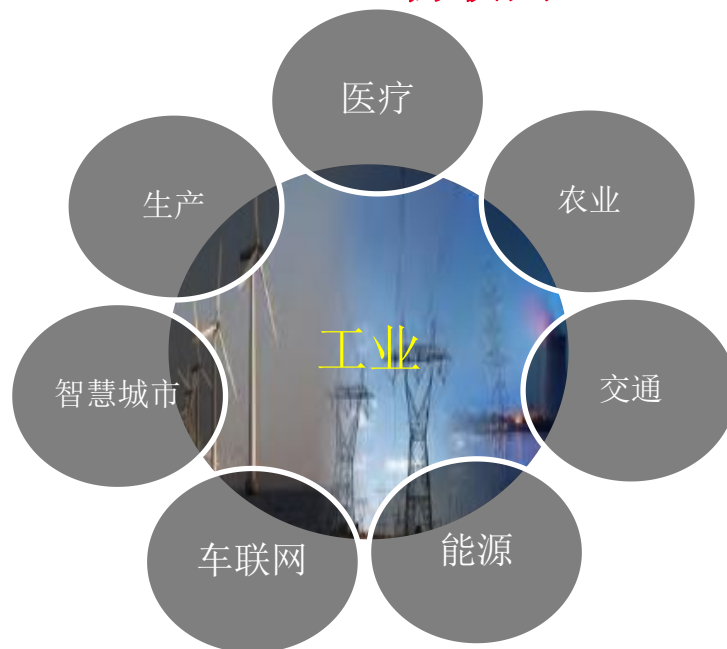
- *Definition: “Sensors and actuators embedded in physical objects are linked through wired and wireless networks, often using the same Internet Protocol (IP) that connects the Internet.” (source: McKinsey 麦肯锡公司)*

消费者物联网



低成本, 低能耗是关键因素

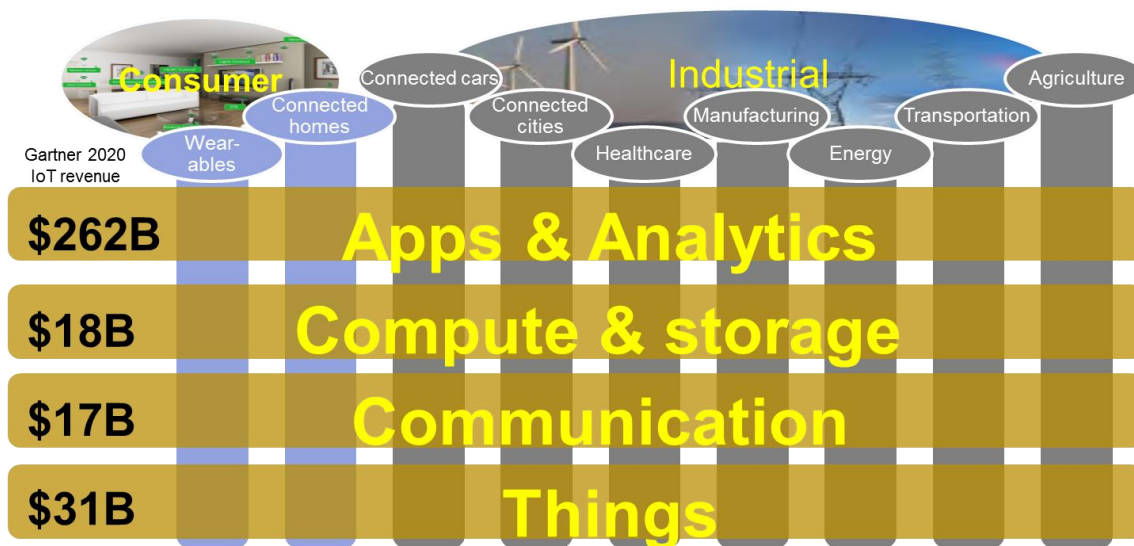
工业/企业 物联网



安全, 稳定, 功能性强是关键因素

到2020年, 500亿物联网设备将会连接到一起 – 思科公司

物联网的市场和趋势



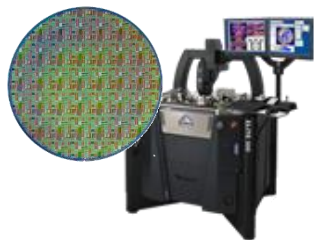
IoT and M2M standards

低功耗设计

低功耗设备

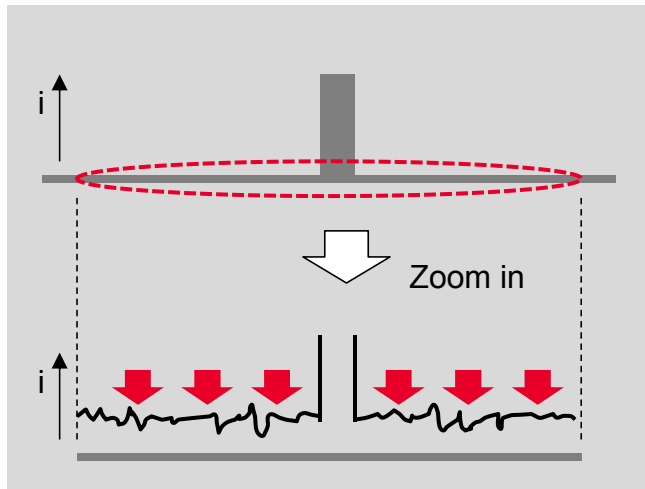
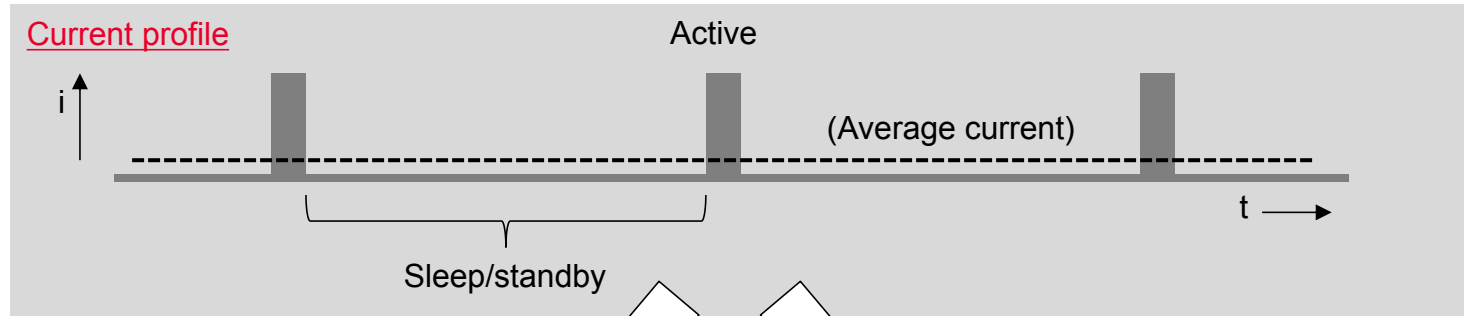
技术趋势1:
如何降低电流消耗

技术趋势 2:
如何彻底搞清楚电流的消耗
方式

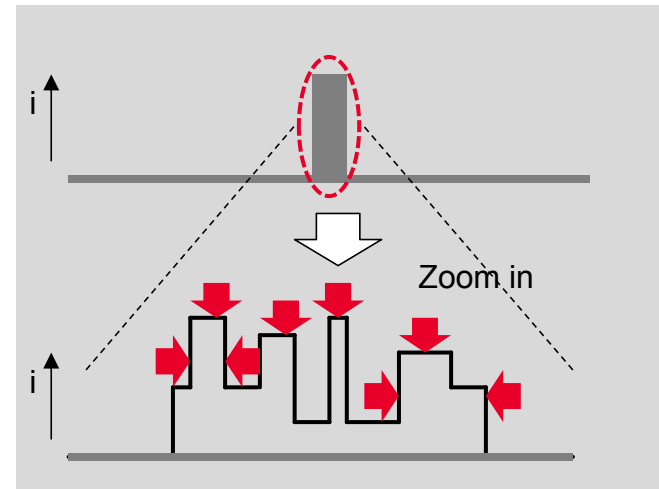


趋势1: 降低电流消耗?

进一步降低间歇性工作设备的电流消耗



降低睡眠/待机电流($< 1 \mu\text{A}$)



降低工作期间电流 和工作时间($>10 \text{ mA}$)

小电流到底有多低？没有最低，只有更低

微芯科技 PIC18FXX2

- < 1.6 mA 典型值 @ 5V, 4 MHz
- 25 μ A 典型值 @ 3V, 32 kHz
- < 0.2 μ A 典型待机电流

8,000:1

13 bits

意法半导体 STM32L0xx

- 11种工作模式：待机，停止，低功耗，和 睡眠模式
- 电流范围从290 nA 到 41 μ A
- 5.6 mA @32 MHz @1.8 V_{CORE} ~3.6 V_{DD}

20,000:1

15 bits

西班牙Zolertia RE-Mote 平台

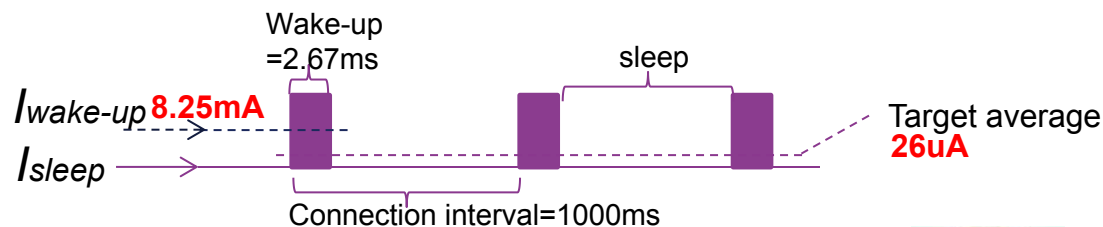
- 关闭模式 (150 nA)
- 激活模式 (2.4 GHz 接收, CPU 空闲) 20 mA
- 激活模式 (2.4 GHz 发射, 0 dBm, CPU 空闲) 24 mA

160,000:1

18 bits

为什么 uA级睡眠电流时必需的？

钮扣电池一年工作耗电的粗略计算



- 目标平均电流—工作1年
= 225 mAh / 8760 h(1 year) = **26uA**



CR2032, Capacity:225 mAh

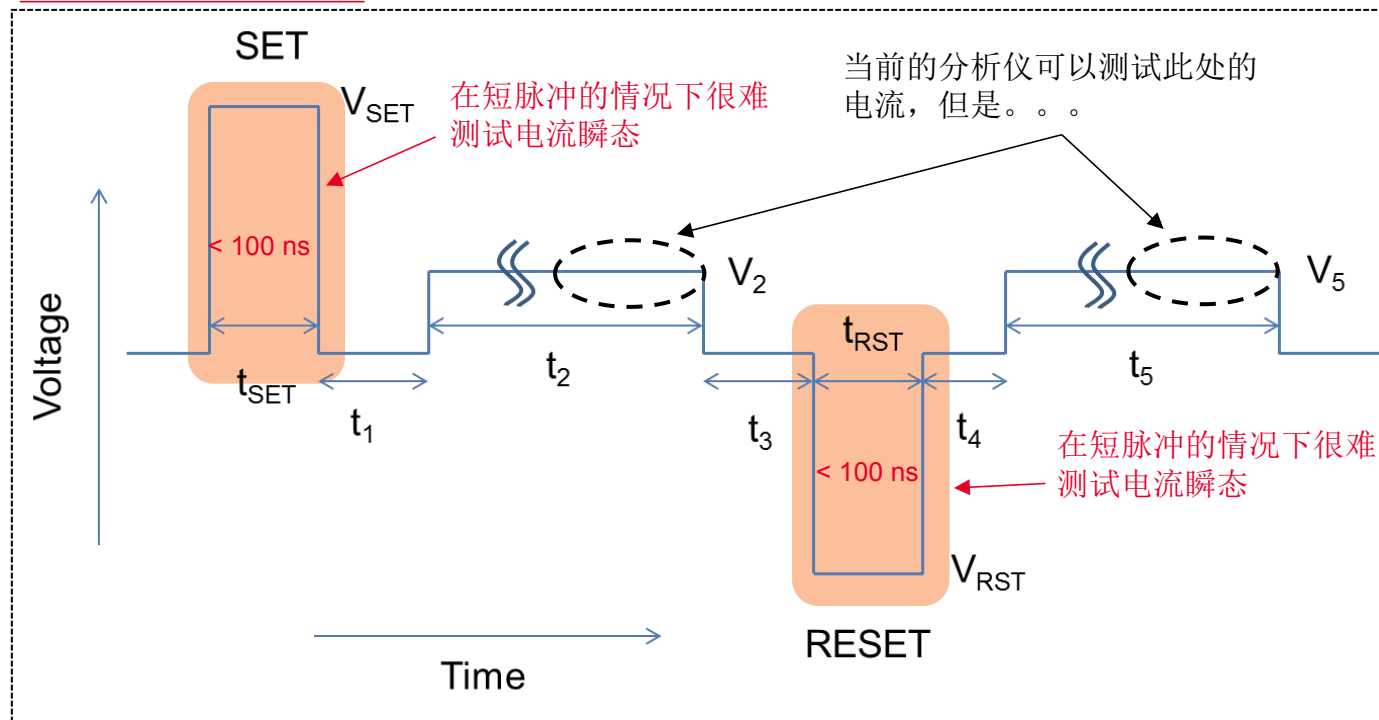
- 允许的 **I_{sleep}** , 工作1年
 $8.25\text{mA} \times 0.267\% + I_{sleep} \times 99.733\% \leq 225 \text{ mAh} / 8780 \text{ h (1 year)}$

$$\Rightarrow I_{sleep} = < 4\mu\text{A}$$

趋势2: 如何彻底了解设备的耗电模式

测量短脉冲期间的瞬态电流

电压脉冲 ReRAM 评估

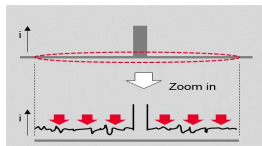


短脉冲期间的瞬态电流让我们更好的了解设备或材料的行为

IoT 传感器 & 低功耗设计

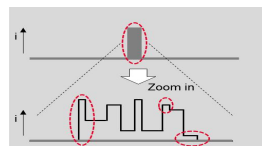
降低睡眠电流

- Low sleep current design (comp selection)
- Minimize current spike in sleep mode



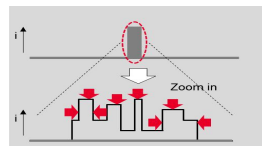
测试瞬态电流

- Optimize the doze mode / pre-processing mode
- Min current spike
- Detect inrush current



减小活动电流和时间

- Optimize the active current & period.
- Component level analysis



测试挑战

1. 受限的动态范围

- E.g.. Sleep mode (nA) – Doze mode (uA) – Active mode (mA)

2. 大的噪声

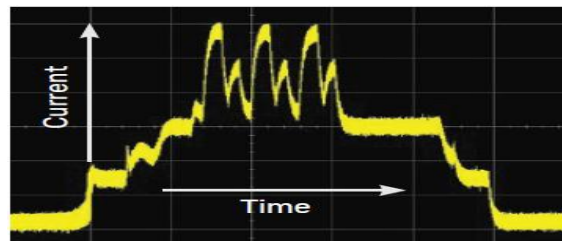
- Clamp-on current probe may have >1mA noise.

3. 有限的带宽

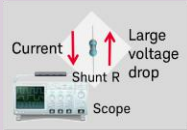
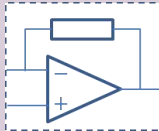
- High resolutions will need to tradeoff bandwidth (e.g.. Multimeter / ammeter)

4. 需要多台仪器一起完成

- Need multimeter, oscilloscope, current sensor for on-off mode measurements.

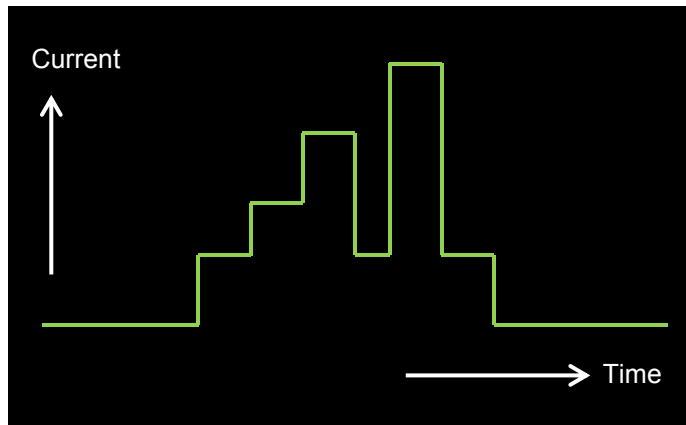


当前的电流测试设备和存在的问题

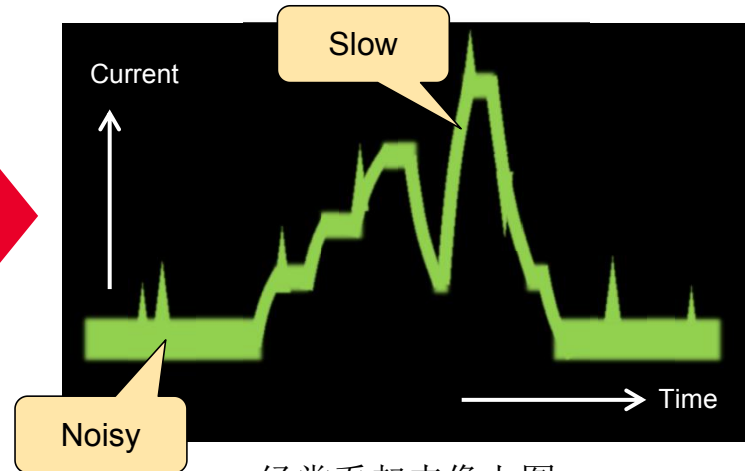
常用测试工具	面临问题
精敏电阻 & 示波器 <u>> 1 mA</u> 	• 大的压降 • 高的噪底 • 受限动态范围
电流探头 & 示波器 <u>> 1 mA</u> 	• 探头校准和时基调整 • 高的噪底 • 受限动态范围
IV放大器 & 示波器 <u>< 1 μA</u> 	• 灵活性有限 • 设置繁杂
万用表 (Digital Multimeter) <u>< 1 μA</u> 	• 带宽受限 • 无动态测试能力 • 显示不直观

当前的物联网设备小电流测试困境

噪声 & 受限的带宽限制了高质量的评估



期望的电流波形



经常看起来像上图

结果是很难测试分析电流消耗模式和电流瞬态中的细节

案例 1：低功耗器件的评估

电池驱动的物联网设备如 M2M, 可穿戴设备等.

测试需求

Current 电流消耗是电池驱动设备的关键因素, 因此每位工程师需要了解各种影响电流消耗的各种因素

测试:

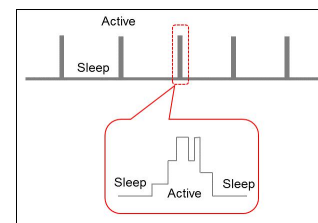
精敏电阻或示波器加电流探头测试激活状态时的电流, 而万用表用来测试睡眠和待机状态下的电流.

存在的问题:

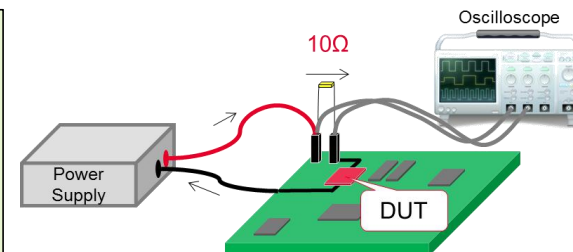
- **测试噪声**: 噪声限制了低电平测量
- **有限的带宽范围**: 即使 12-bit 示波器动态还是不够
- **带宽**: 带宽不够, 难以检测到电流瞬态细节
- **多种仪器**: 需要万用表加示波器



IoT and M2M standards



Intermittent operation of low-power devices



A measurement setup example

案例 2：高级器件的表征

ReRAM, PRAM, 图像传感器, 半导体器件等.

测试需求:

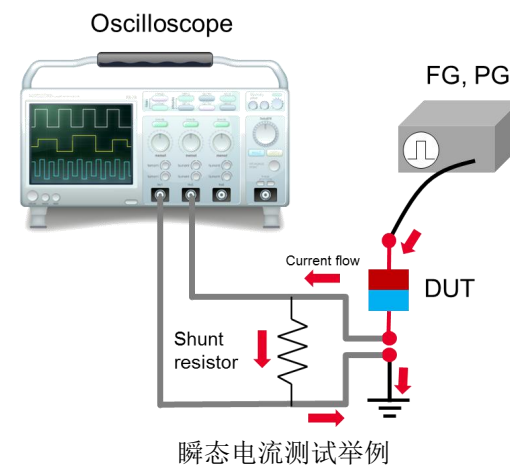
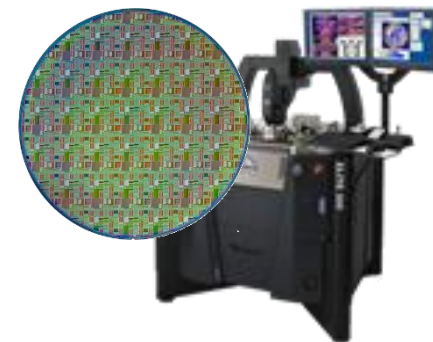
新半导体材料的采用和器件的定标, 宽带小电流测试需要全面了解器件的工作模式

测试

用精敏电阻来测试器件的短脉冲电流 ($<100\text{nS}$) 来评估器件和材料的特性.

存在的问题

- 测试噪声: 噪声限制了低电平测量
- 有限的动态范围: 即使12-bit 示波器动态还是不够
- 带宽: 带宽不够, 难以检测到电流瞬态细节



CX3300 系列电流波形分析仪

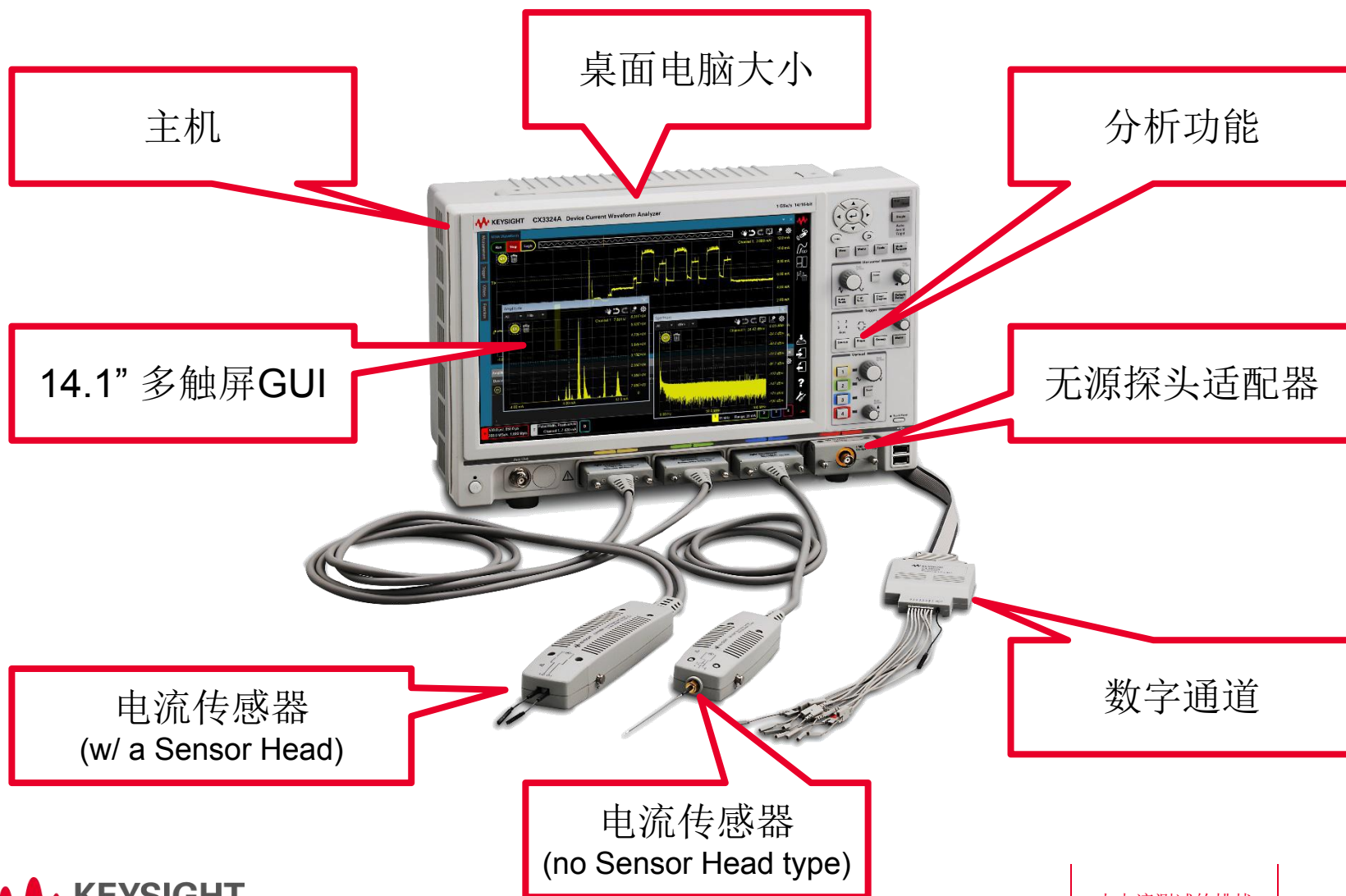
- 测试前所未见之低电流
- 主机和附件都是面向大带宽，小电流和高动态范围的电流设计



CX3322A (2 通道) CX3324A (4 通道)

特性	范围
电流测试范围	100 pA 到 10 A
最大测试带宽	200 MHz
最大取样速率	1 GSa/s
测试动态范围	14-bit 或 16-bit
最大存储深度	256 Mpts/ch
通道数	2 或 4

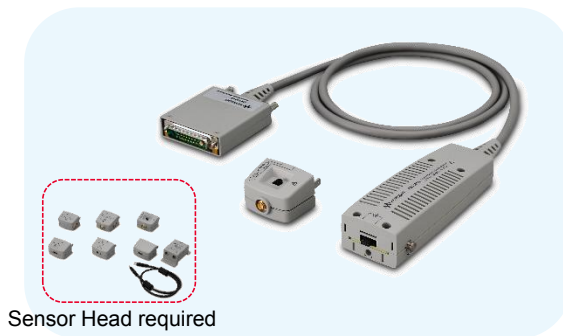
CX3300的构成



电流传感器

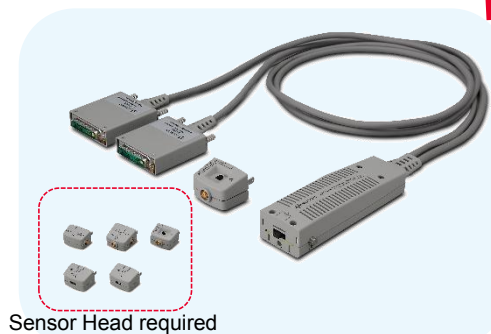
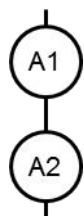
噪声抑制和小承载电流感应

基础电流传感器



CX1101A
Current Sensor, Single Channel
✓ 100 MHz max bandwidth
✓ 40 nA to 10 A
✓ +/- 40 V Common mode voltage

高动态范围传感器



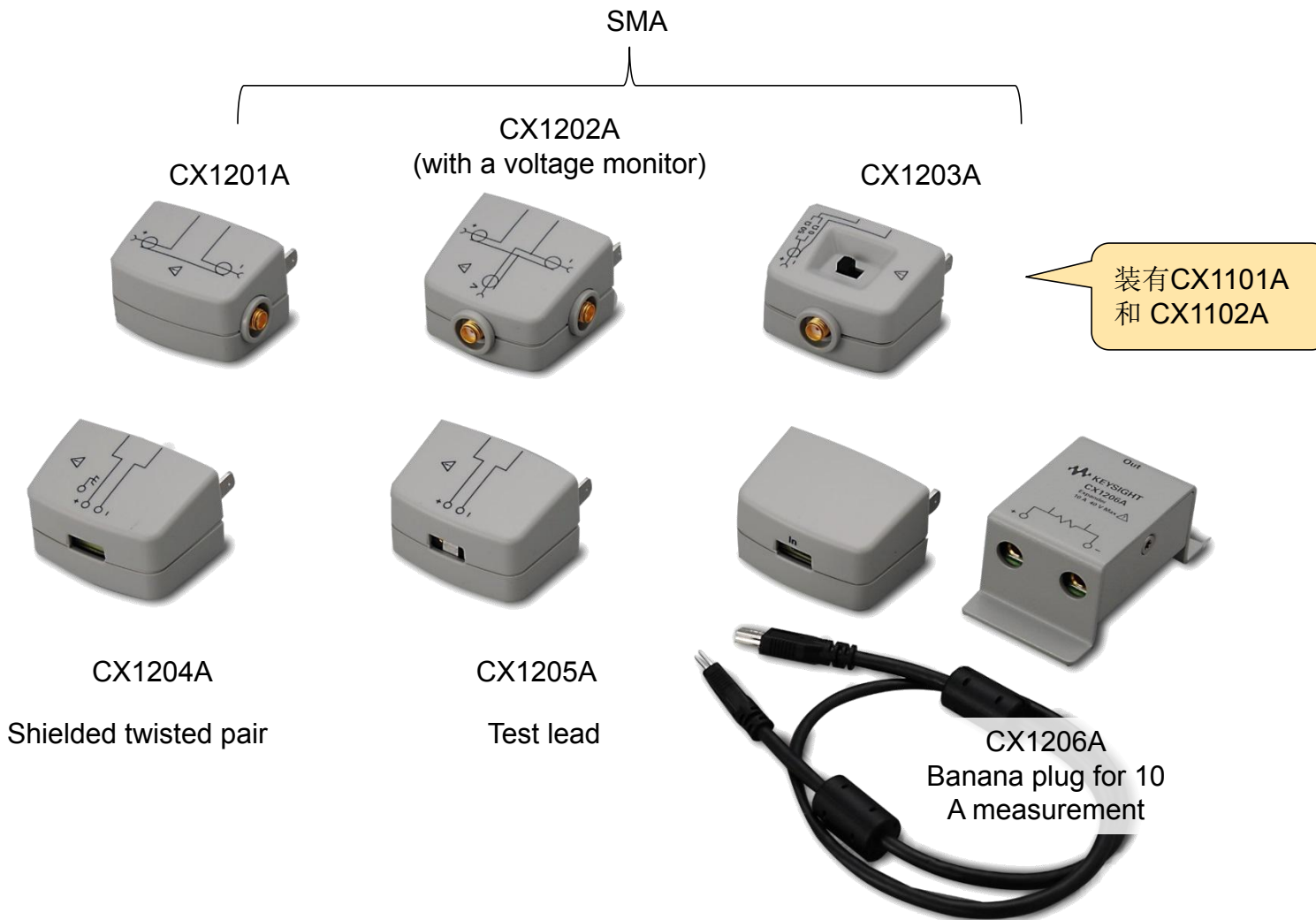
CX1102A
Current Sensor, Dual Channel
✓ 100 MHz max bandwidth
✓ 40 nA to 1 A
✓ +/- 12 V Common mode voltage

宽带宽和低噪声传感器



CX1103A
Current Sensor, Low Side
✓ 200 MHz max bandwidth
✓ 100 pA to 20 mA
✓ +/- 0.5 V Common mode voltage

CX12xx传感器简介



高级电流传感器

专利技术用于我们的电流传感器



合成电流感应

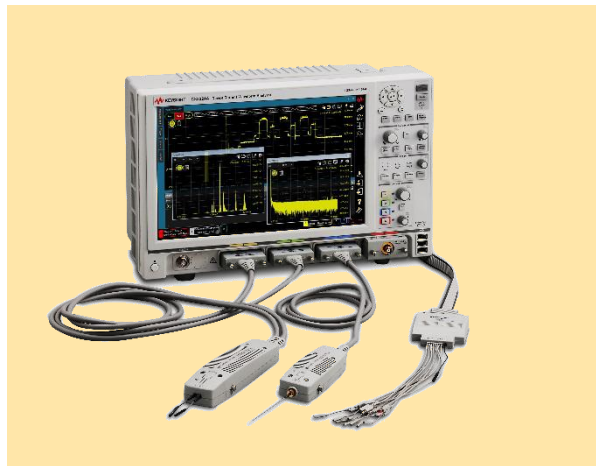


双通道合成电流感应

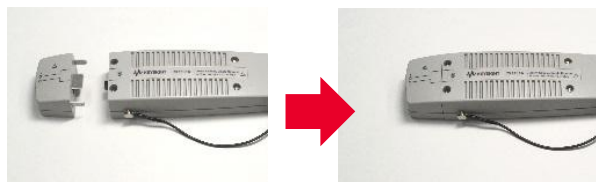
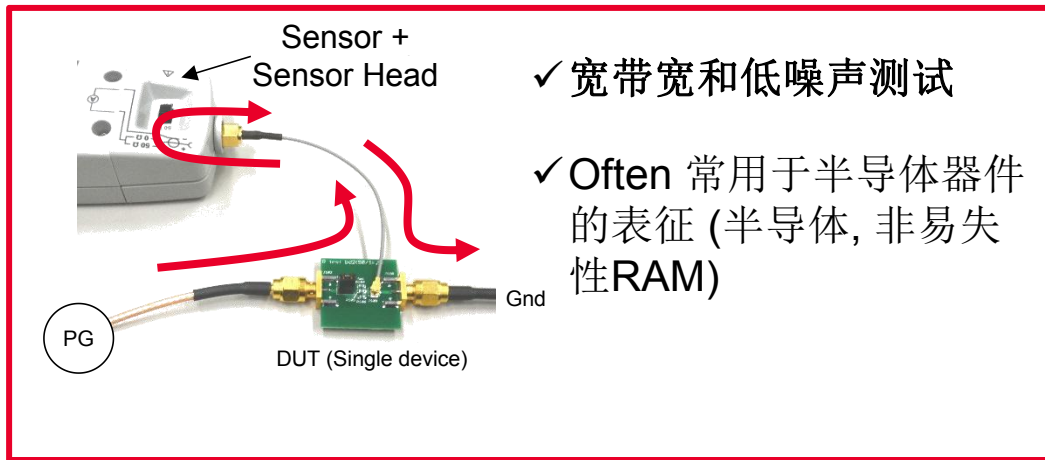


低噪声传输阻抗放大器

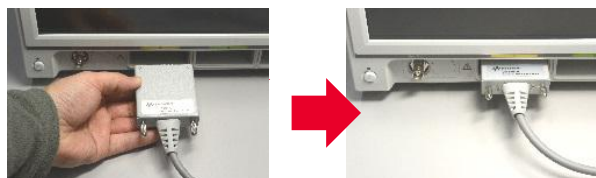
DUT 连接示例



SMA 接口连接

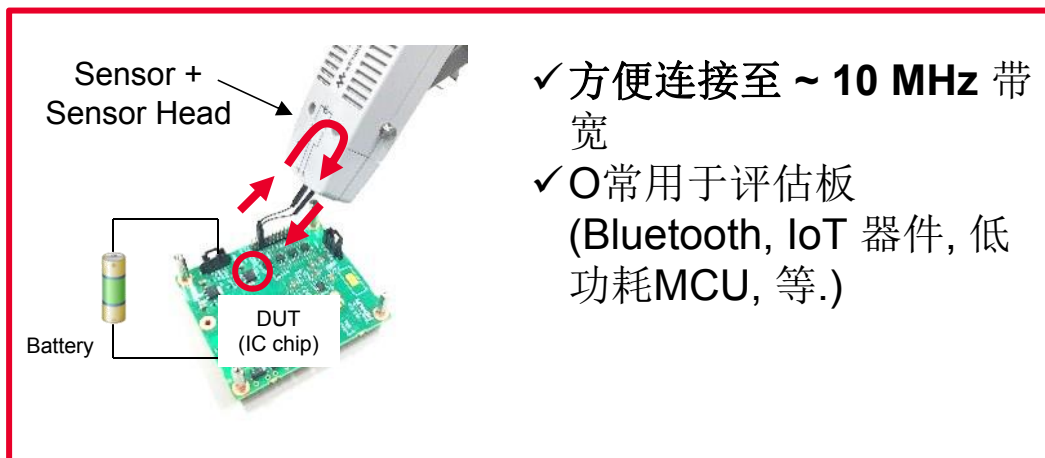


Attach a Sensor Head to Current Sensors

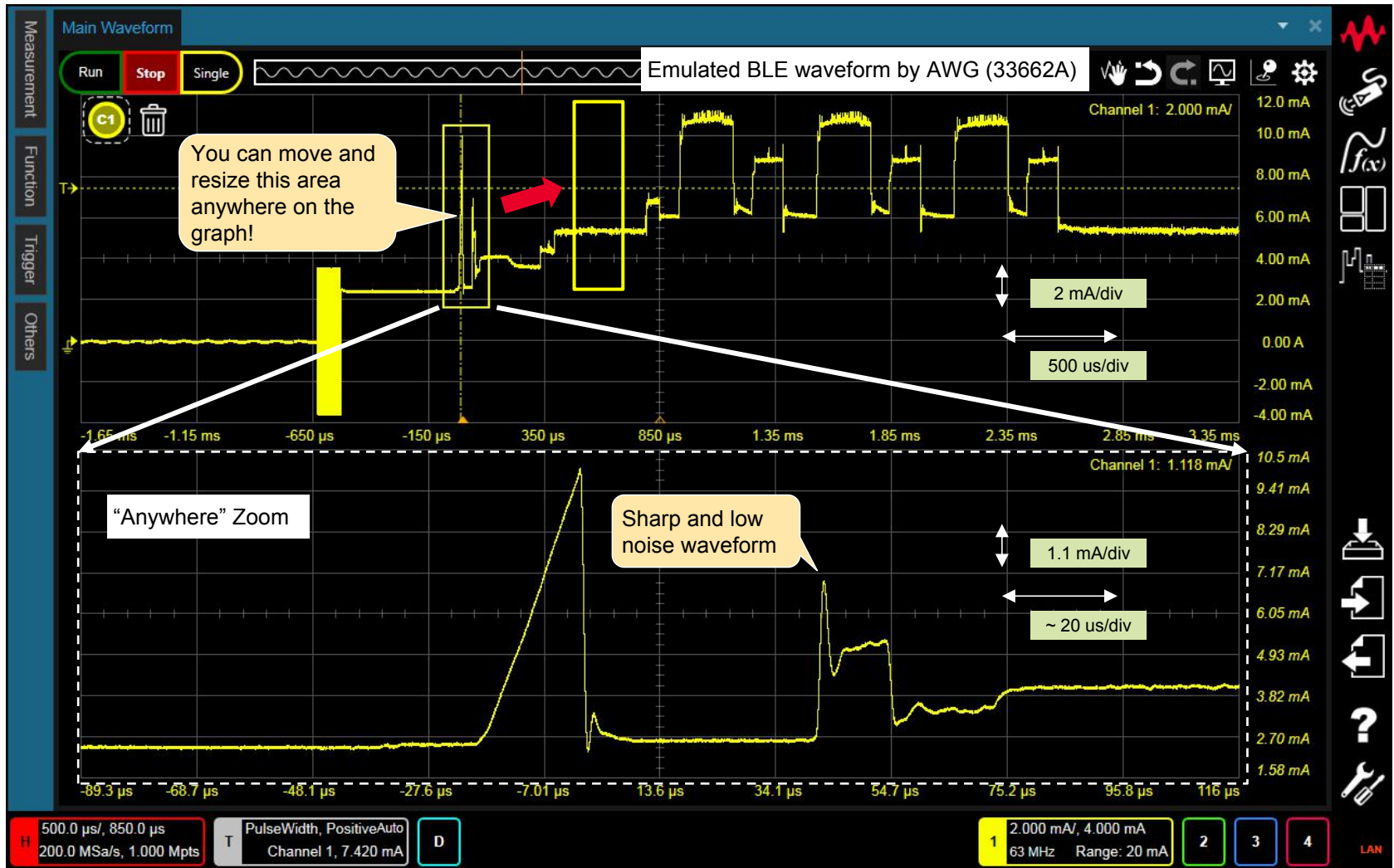


Attach a Current Sensor to Mainframes

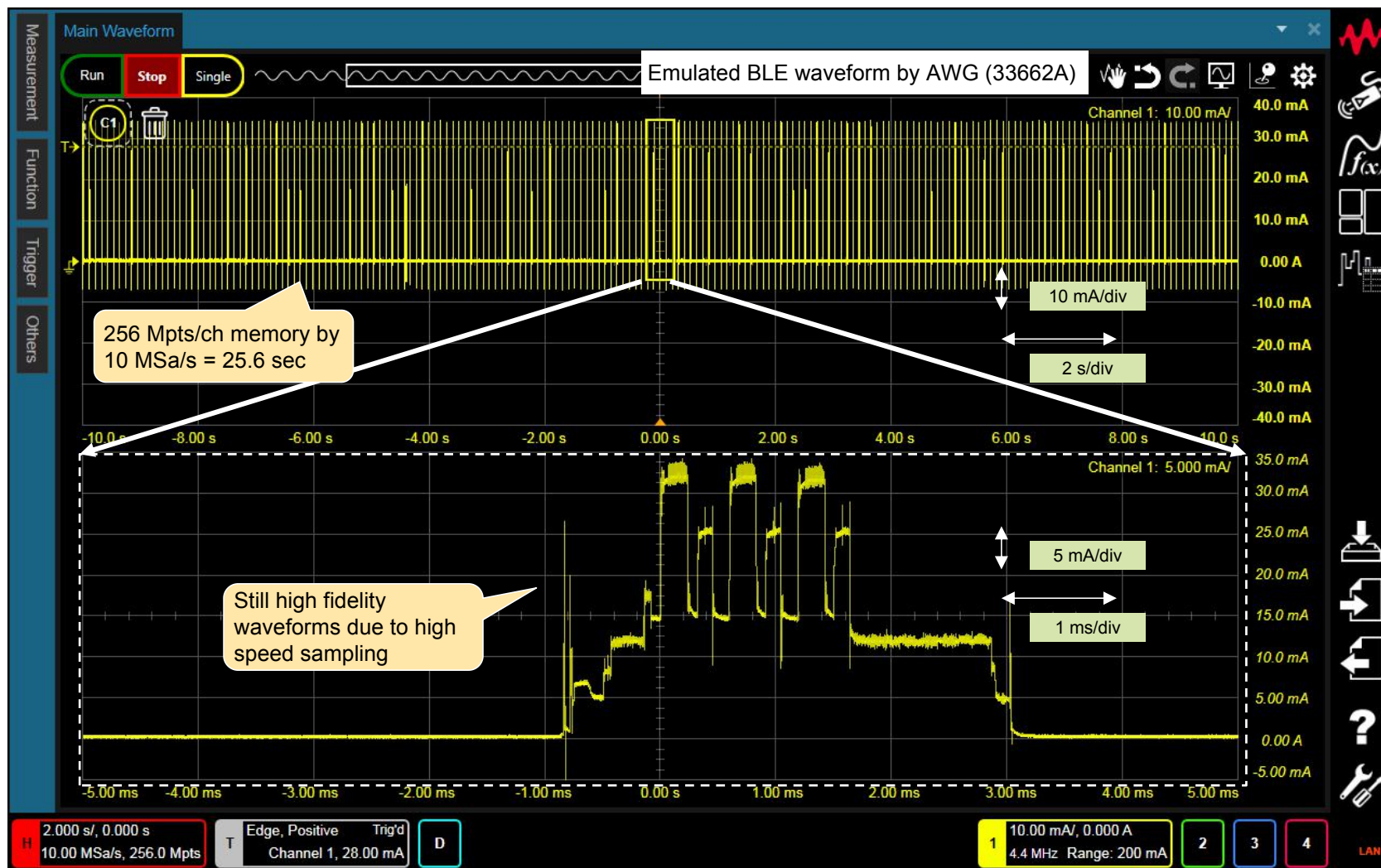
Test lead connection



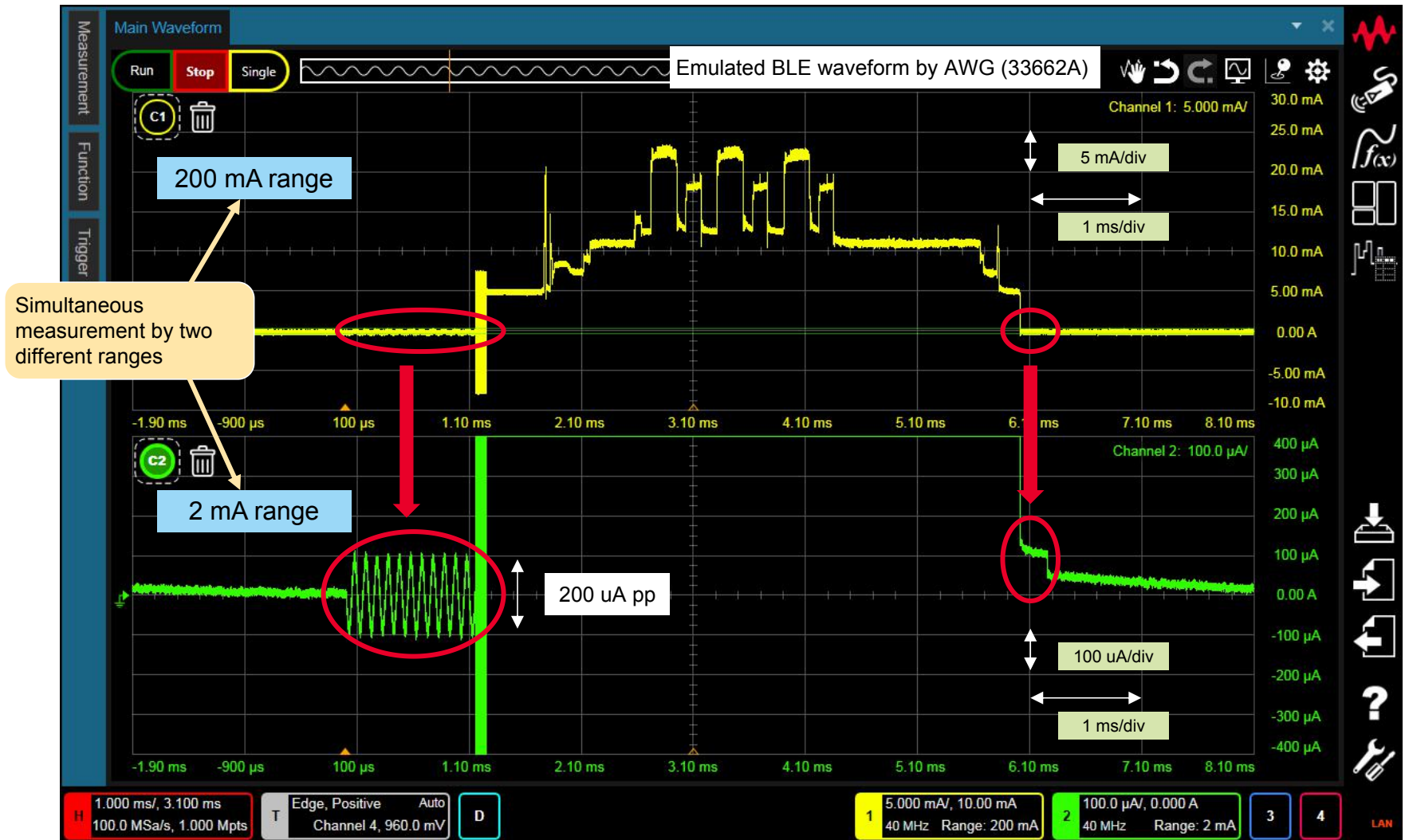
实测波形举例#1: “Anywhere” Zoom 功能 (CX1101A)



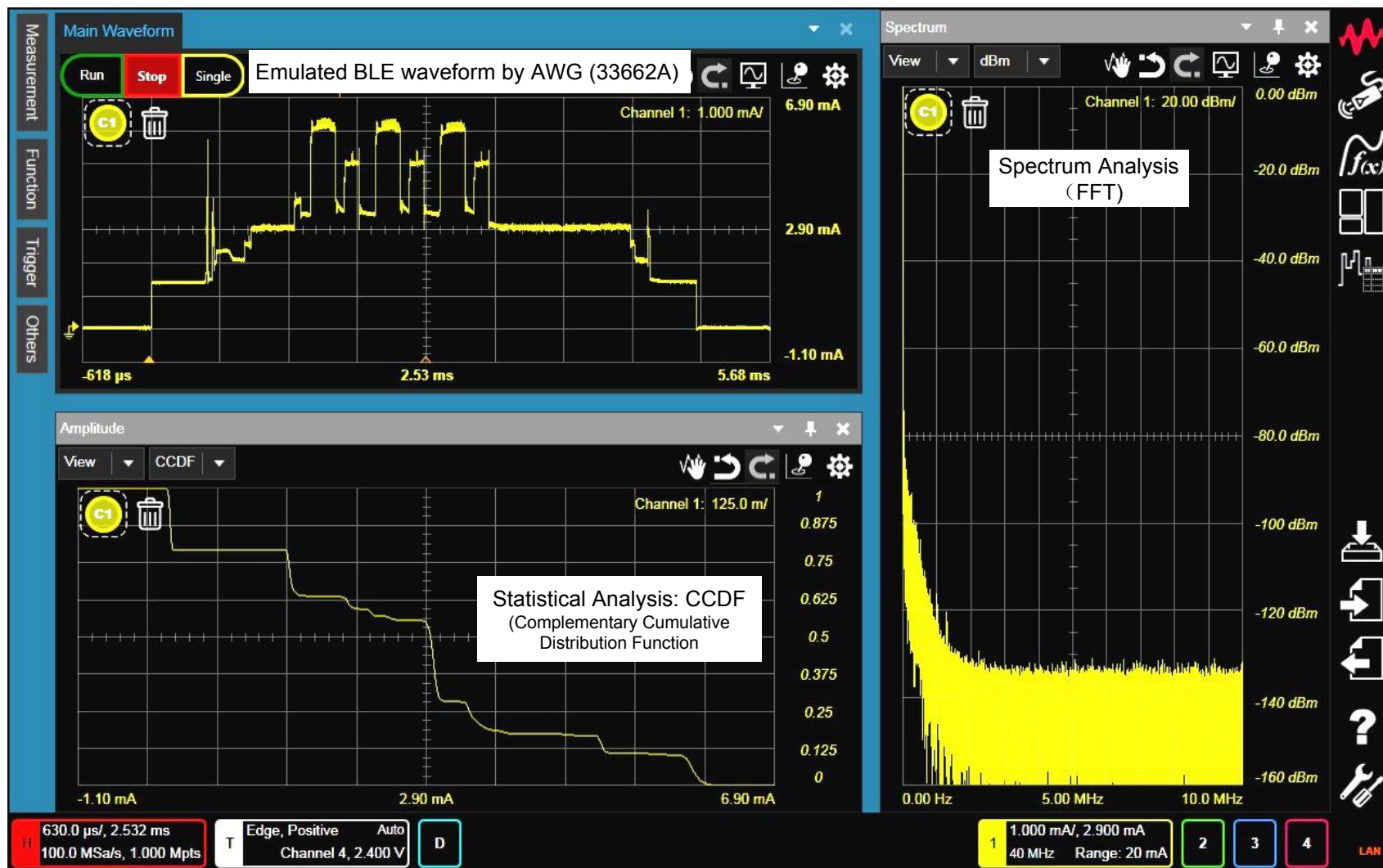
实测电流波形举例 #2: 长时间测试(CX1101A)



实测电流波形举例 #3: 双通道电流传感器(CX1102A)



其他的一些分析功能



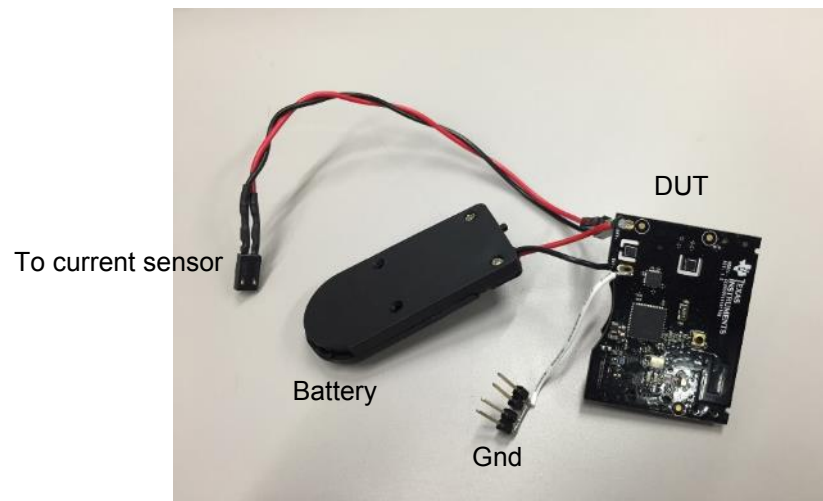
CX3300的演示视频



CX3300_BLECurrentProfilingDemo_buil-in_data_20160502.mp4

测试案例#1: 电流波形测试

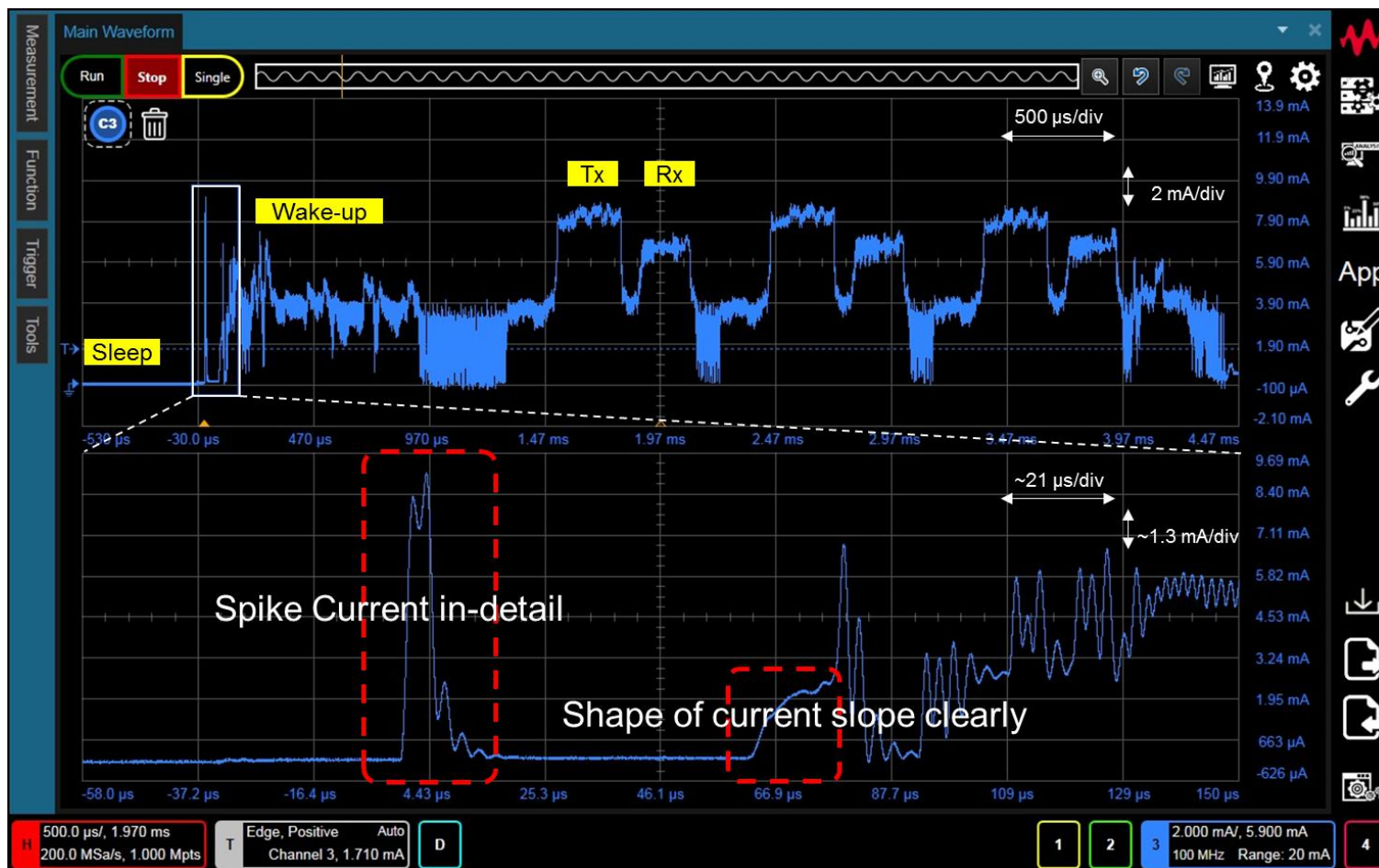
BLE + 多个传感器 (TI)



- 电流传感器连到 电池(CR2032) 和 DUT之间
- 被测件上的传感器通过 iPhone App 来控制

用CX3300测试电流波形

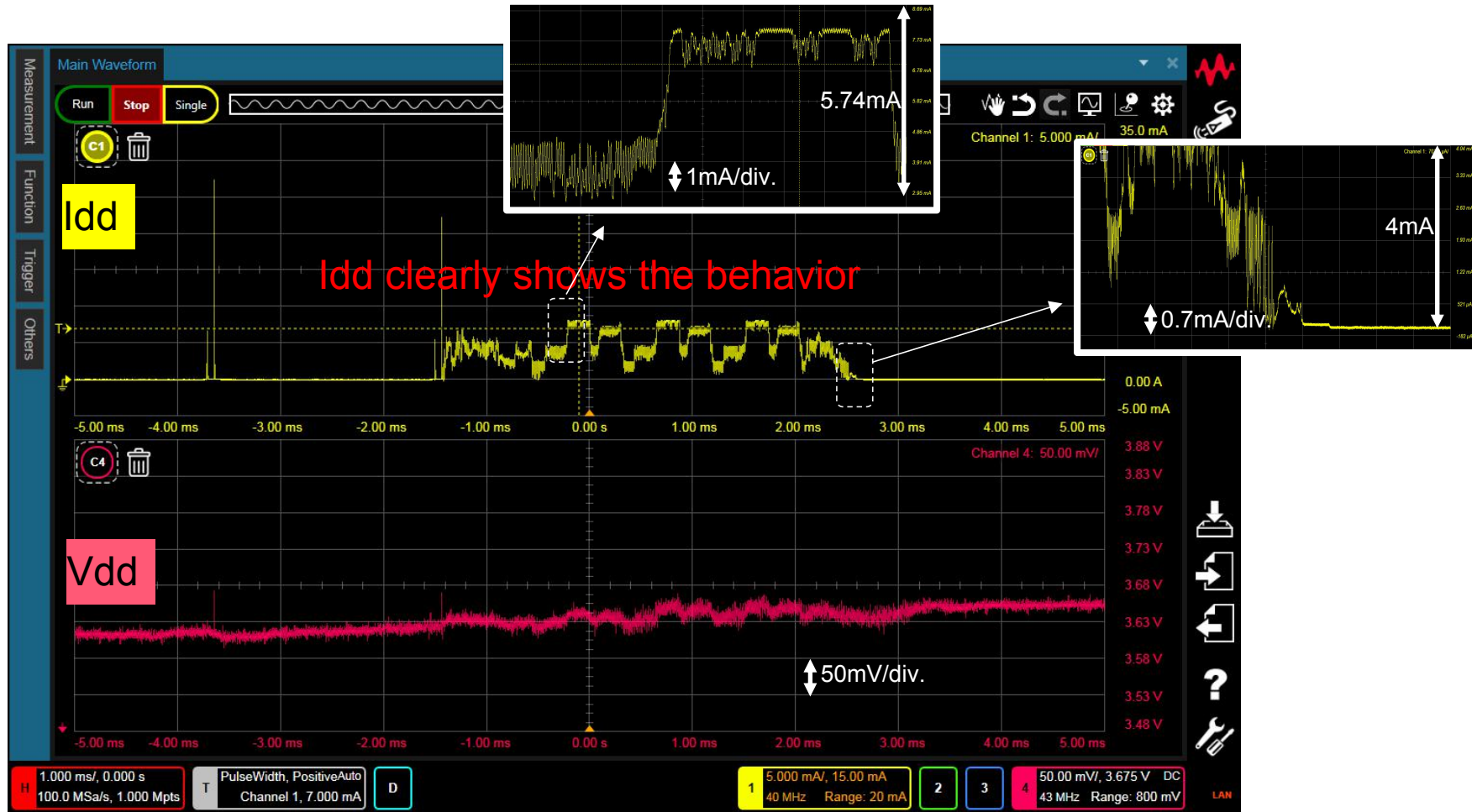
BLE模块测试



功耗调试的全新功能

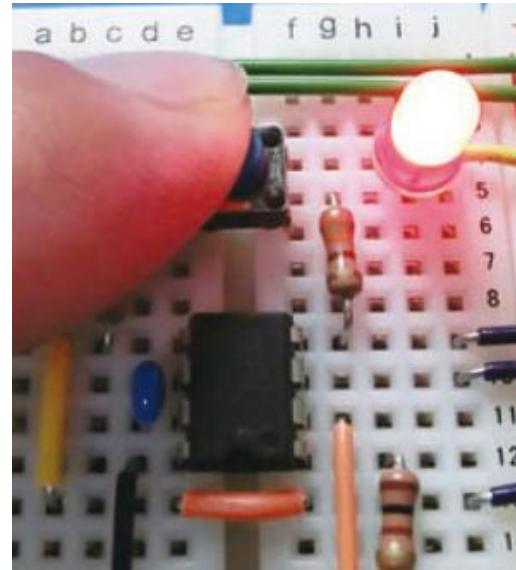
用CX3300进行电流波形分析

I_{dd} & V_{dd} 测试波形比较



测试案例#2：供电电流监测 MCU + LED

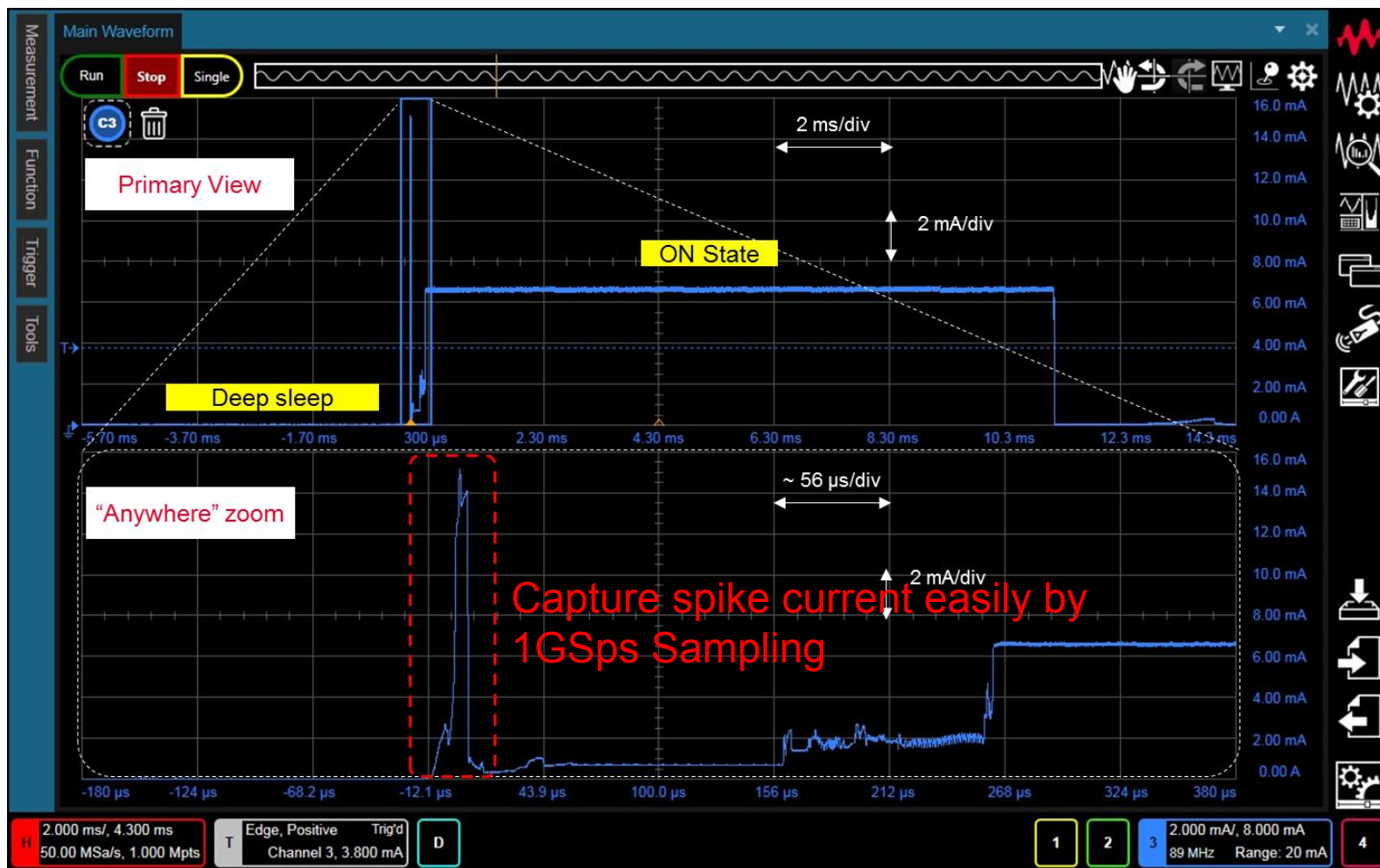
LPC810 (NXP) 周期性的打开和关闭LED灯



在一个长时间的待机状态后打开LED灯

用CX3300测试电流

电流监测 MCU + LED



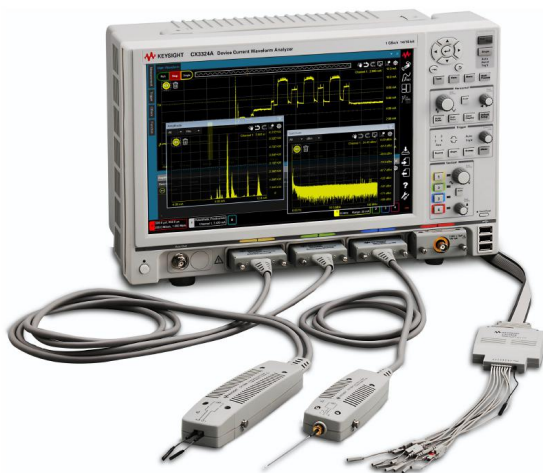
是德科技全方位电流测试解决方案

根据测试需求，选择最适合您的电流测试方案

34470



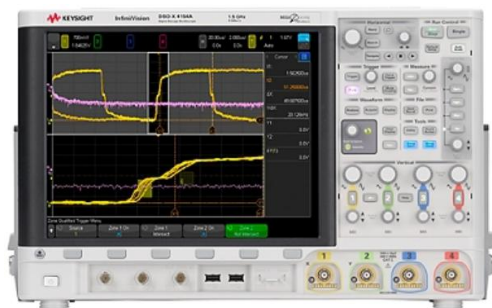
CX3300



N6705



示波器和
N2820 探头



B2900



是德科技, 从容应对物联网测试的挑战

了解更多物联网测试信息, 请登录:

<http://www.keysight.com/Find/IoT>

<http://www.keysight.com/find/CX3300>

物联网功耗测试

Thank You !

