

是德科技

消费电子物联网设备测试的挑战与解决方案

应用指南



引言

物联网 (IoT) 正影响着我们生活中的方方面面，包括家庭自动化设备、娱乐系统、安全和报警系统、智能手表和可穿戴健康监测设备、智能交通设备、废料处理设备以及互联汽车等等。物联网将涉及到几乎每一种消费和工业应用。

这些物联网设备给设计师和制造商带来了独特的挑战。设计智能手表和健身监测仪等设备时，必须满足体积小、性价比高和低功耗的要求。电源和信号路径过于接近时，由于电容和电感会发生耦合，可能导致信号干扰和串扰问题，因此设计师需要使用密集的、高度集成的电路和 SoC (片上系统) 器件。新硬件必须支持多种无线平台，且保持低功耗。消费电子设备也必须支持多种无线制式，以确保不同供应商技术或系统之间的互操作性。

无论是将新型无线模块集成到设备中，测试新型低功耗模块，还是解决设计难题，是德科技都提供了卓越的解决方案来克服这些物联网设计的挑战，帮助您加快开发速度，缩短产品上市时间。



具有物联网功能的设备的测试挑战和解决方案

鉴于物联网设备的复杂性，设计人员在开发出可用产品之前必须解决诸多问题。如图 1 所示，设备的各个方面都会带来特定的挑战。在整个开发过程中，工程师需要使用多种测试解决方案进行必要的测量，以保证物联网设计的正常工作。

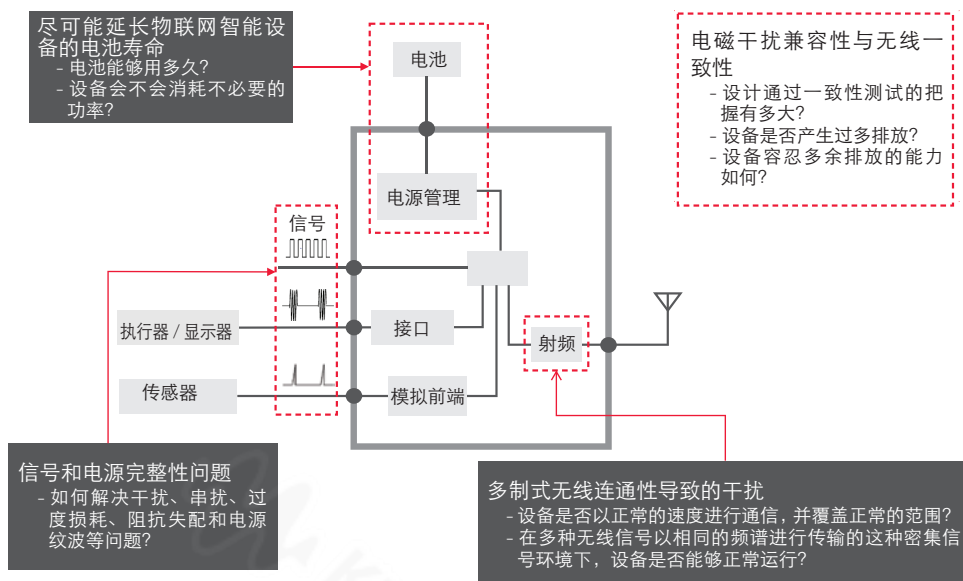


图 1. 典型的物联网模块结构图和相关的测试挑战

表 1. 设备开发的挑战、需求和解决方案

您的挑战	测试需求	是德科技解决方案
针对物联网设备的小电流、宽动态范围测量	<ul style="list-style-type: none"> - 不同工作模式下动态变化的功率或电流波形 - 低功率或小电流测量（休眠或待机模式） - 从 nA 至 A 的宽电流量程，涵盖从休眠模式到工作模式 - 总电流消耗测量 - 电池放电操作 - 电池容量和供电时间 - 电池仿真 - 电源模块效率 	<ul style="list-style-type: none"> - LXI DAQ（数据采集）和分流电阻 - 数字万用表 - InfiniiVision 示波器 - 直流电源分析仪和 SMU（电源测量单元）模块 - 电流波形分析仪
针对物联网无线连通性测试的多制式和高性价比解决方案	<ul style="list-style-type: none"> - 无线连通性测试（包括解调分析） - 多无线(Multi-radio)干扰分析 - 信号制式涵盖低功耗蓝牙®、ZigBee、Z-Wave、802.11ah/p、NFC（近距离无线通信技术）、ASK（振幅键控）/FSK（频移键控）和GFSK（高斯频移键控） - 简单生产测试的基本功率和频域分析 	<ul style="list-style-type: none"> - USB 功率传感器和频率计数器 - 基础型信号发生器和频谱分析仪 - EXM 综合测试仪 - X 系列信号发生器和信号分析仪
信号和电源完整性分析	<ul style="list-style-type: none"> - 诊断主要模块之间阻抗失配的故障 - 调试干扰和串扰 - 电源上的纹波和噪声 	<ul style="list-style-type: none"> - InfiniiVision 示波器 - ENA 网络分析仪
无线一致性和 EMI（电磁干扰）/ EMC（电磁兼容）兼容性测试	<ul style="list-style-type: none"> - 在早期开发阶段检测任何潜在故障 - 避免代价高昂的重测和上市延迟 - 满足所要求的无线监管标准 	<ul style="list-style-type: none"> - 结合使用 N/W6141A EMI 测量应用软件，实现 EMI 预兼容测量 - 结合使用 N9038A MXE EMI 接收机，实现 EMC 兼容性测试 - 结合使用 Keysight EMPRO 软件，进行 EMI/EMC 仿真 - 一致性测试系统涵盖 NFC、蓝牙和 LTE 等制式

低功耗分析

物联网设备的最大挑战（或机会）就是其板上小电池的续航时间。物联网设备在重新充电之前必须保持长时间工作，而可穿戴医疗设备（如心脏起搏器和耳内助听器）则完全不能停止工作。因此，工程师们需要了解这些设备的功耗模式和电池供电时间。

为了最大程度延长电池的供电时间，许多设备在大部分时间处于待机或休眠模式，只在短暂的时间间隔内激活并发送或接收数据。在工作模式下，设备可能消耗数百毫安的电流；而在休眠模式下，电流损耗只有几微安。因此，测试设备必须在很宽的动态范围内执行准确的测量，确定电池供电时间的主要挑战变成测量比值高达 1000000: 1 的最大和最小电流。此外，为了降低功耗而频繁接通和切断电源模块，会出现幅度很高的窄电流尖峰和快速瞬态效应。这意味着，为了捕获这些单次和瞬态电流波形，测试设备需要连续不断地进行快速测量。

设计和验证工程师必须仔细表征动态电流消耗，防止不必要的功耗损失。如果动态特性得到充分表征，那么大批量生产测试时，测试就无需过于严格。因此电流或功耗测试设备的选择比较简单。低成本的数字万用表（DMM）便能够测量工作模式下的电流消耗，并确保电流在休眠模式下降低到某一水平。数据采集（DAQ）设备作为低通道成本的解决方案，可同时测试生产应用中的多个测试点或被测器件。例如，您可以测量印刷电路组件（PCA）多个位置的电压和电流，也可以在多 PCA 面板上执行并行测试。表 2 总结出用于测试电池供电时间的其他产品及其优点。

KEYSIGHT
TECHNOLOGIES
Keysight 测量社区

表 2. 是德科技提供了一系列的低功耗测试工具，包括适用于低成本、大批量生产测试的 DAQ 或数字万用表，以及针对综合设计和验证测试的高性能直流电源分析仪和器件电流波形分析仪。

低通道成本	基本测试	必备工具	高性能	宽带宽
LXI DAQ 和分流电阻	6½ 和 7½ 位数字万用表	InfiniiVision 示波器	直流电源分析仪和 SMU (源测量单元) 模块	器件电流波形分析仪
				
<ul style="list-style-type: none"> - 适用于大批量生产测试中的多个测试点或多个被测器件的并行测试 - 低通道成本解决方案 - 利用内置的交流 / 直流电流通道 (34901A 模块) 轻松完成设置 	<ul style="list-style-type: none"> - 灵活而简单的生产测试或基本研发应用 - 1µA 至 10 A (多量程) - 低成本的生产测试 	<ul style="list-style-type: none"> - 设计或制造阶段的必备工具 - 低至电路级的器件性能调试 - 分析快速变化信号的理想工具 - 有限的动态范围 (> 1mA) - N2820A 高灵敏度电流探头, 量程包括 50µA 至 5A 	<ul style="list-style-type: none"> - 针对电池消耗分析和器件功耗测试而设计 - 高精度、宽动态范围、无缝量程过渡 (nA 至 A) - 可持续长时间的无间隙数据记录 - 30 kHz 带宽 - 可充当电压 / 电流源或电子负载 	<ul style="list-style-type: none"> - 适用于低功耗物联网芯片设计或验证 - 高精度 - 宽动态范围 (>100pA) - 宽广的 200 MHz 带宽适用于测量瞬态电流响应或尖峰

Keysight CX3300 系列器件电流波形分析仪

Keysight CX3300 系列器件电流波形分析仪是低功耗物联网设备、芯片组或器件的理想测量工具。它可以执行低至 100pA 的小电流测量，分析异常的休眠模式，并利用其 200 MHz 的最大带宽捕获尖锐的电流尖峰。

主要技术指标：

- 两条或四条模拟通道，用于电流传感器和无源探头接口适配器
- 带宽选件：50、100 和 200 MHz
- 14 或 16 位宽动态范围的模拟通道
- 1 GSa/s 采样率
- 100 pA 至 10 A 电流量程
- 10 pW 至 400 W 功率量程
- 电流传感器：CX1101A (基础型)、CX1102A (100 dB 宽动态范围) 和 CX1103A (低本底噪声和 200 MHz 宽带宽)



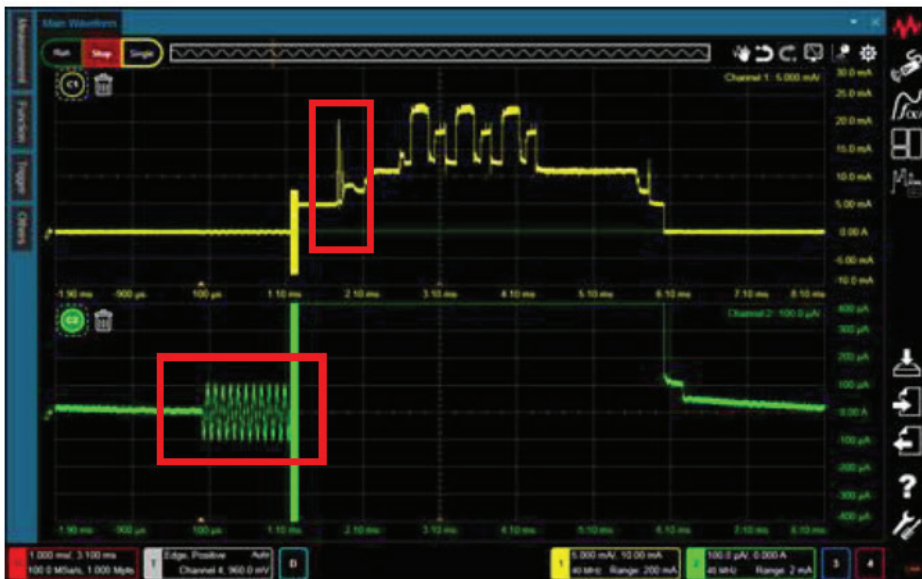


图 2. Keysight CX3300 系列可以完整地表征电流波形，并优化产品功耗。它能够捕获周期性的低电平电流波形和尖锐的尖峰电流，这是其他测试解决方案无法实现的。

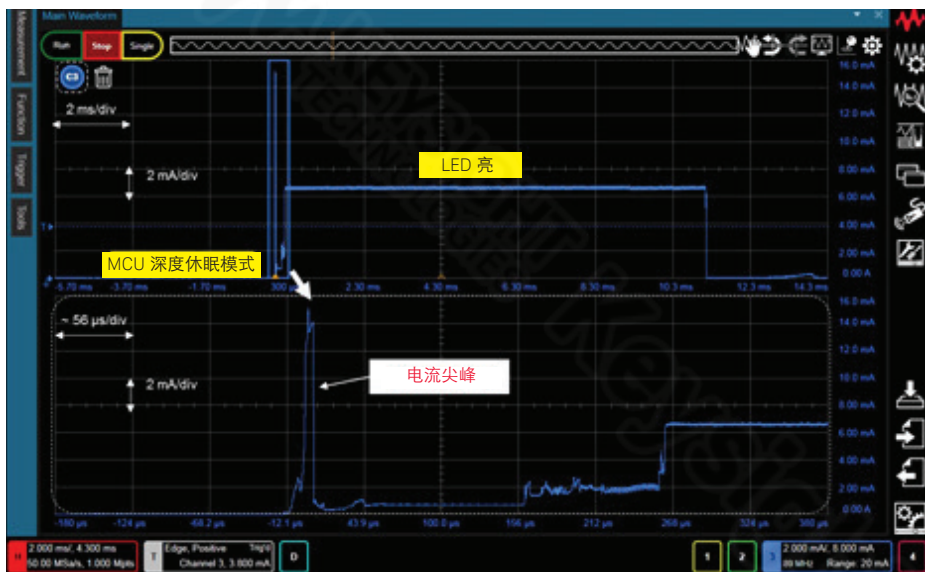


图 3. Keysight CX3300 系列捕捉了深度休眠模式的电流尖峰，用于评估低功耗的 MCU（微型控制单元）。

Keysight N6705B 直流电源分析仪和 N6781A/N6785A 源测量单元

Keysight N6705B 直流电源分析仪和 N6781A/N6785A 电源测量单元 (SMU) 使用无缝电流量程和无间隙测量扫描专利技术执行宽动态范围的电流测量，帮助您一次就成功地观察到 nA 至 A 的电流消耗 (见图 4)。您可以方便地在同一次测量扫描中测量深度休眠模式、唤醒模式、工作模式、脉冲传输以及返回休眠模式。

在给动态负载加电时，该解决方案还可以提供无干扰供电，仿真实际电池的电压和电流波形。

主要技术指标：

- 主机最多容纳 4 个直流电源模块
- 36 种不同模块可供选择 (最高可达 500W, 60V, 50A)
- 内置的任意波形发生器、数字电压表 (DVM)、电流表、数据记录仪和类似示波器的显示器
- 高达 200 kSa/s 的电压和电流测量结果数字化
- N6781A 的量程为亚 μA 至 3A
- N6785A 的量程为亚 μA 至 8A

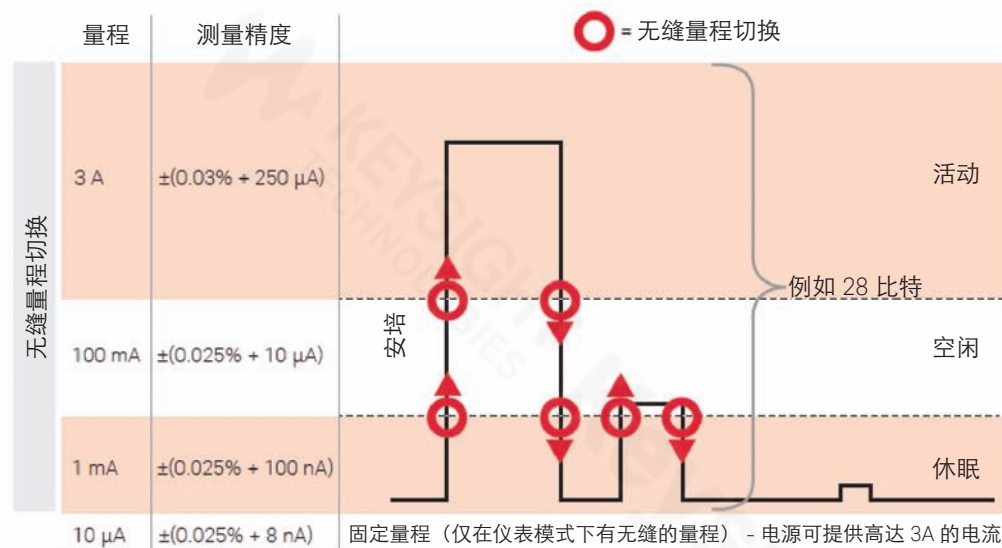


图 4. Keysight N6781A SMU 具有无缝量程功能，可以测量不同工作模式中亚 μA 至 3A 的电流。

Keysight InfiniiVision 示波器

示波器是设计和验证工程师的必备工具。它具有很宽的带宽，支持广泛的功率和非功率测量。它可以测量带宽高达 GHz 且快速变化的波形。结合电流探头，示波器可以在子电路级分析和调试器件性能。然而，示波器的漂移和有限灵敏度意味着它无法测量处于休眠模式的低功率物联网设备的电流。

Keysight InfiniiVision 3000、4000 或 6000 X 系列示波器配有 N2820A 高灵敏度电流探头，支持低至 $50\mu\text{A}$ 的电流测量。N2820A 接口使用先通后断 (MBB) 连接器，支持您快速探测被测器件上的多个点，无需焊接或拆焊引线。MBB 接头可以安装在电路板上。它适用于标准的 0.1 英寸间距、0.025 英寸方形引脚 (见图 6)。



图 5. InfiniiVision 3000 或 4000 X 系列示波器和 N2820A 电流探头为 50 μ A 至 5A 宽动态范围的测量同时提供低增益和高增益视图。

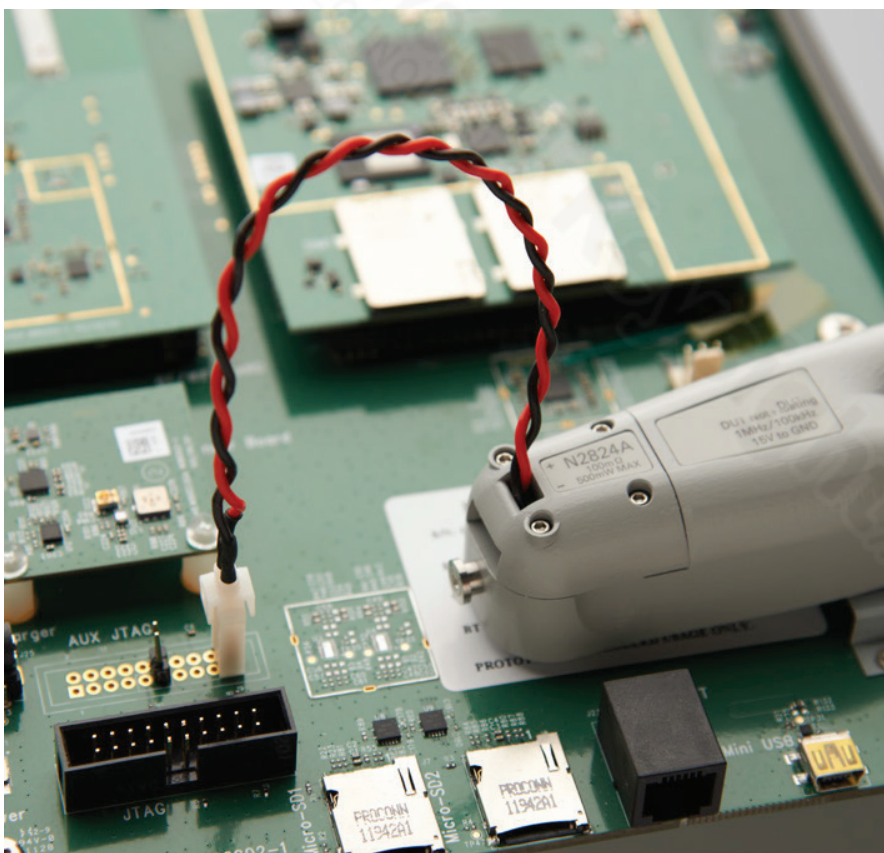


图 6. 使用是德科技的超灵敏 N2820A 电流探头及其配备的 MBB 连接器执行小电流探测

Truevolt 数字万用表

数字万用表是大部分工程师和技术人员测量电流和电压时经常使用的工具。然而，低功耗物联网设备含有从休眠到全速运行的不同模式，而大部分数字万用表缺乏可以覆盖这些模式的动态电流量程。Keysight 34465/34470A Truevolt 数字万用表拥有 1 μ A 直流电流量程，可以实现精度高于 100pA 的皮安级分辨率，因而能够精确测量休眠模式中的电流。它也拥有 10A 电流量程，适用于测量全速运行模式下的电流。

除非极其敏感的部件，否则电流流经数字万用表分流电阻时所产生的负载电压通常不会对测量造成困扰。

数字万用表的另一个特点是自动量程。在捕获宽范围的动态电流波形时需要更改量程，所以测量速度可能会比较慢。针对动态电流测量，需要使用不同量程的多次扫描来捕获休眠模式的电流和全速运行模式的电流。

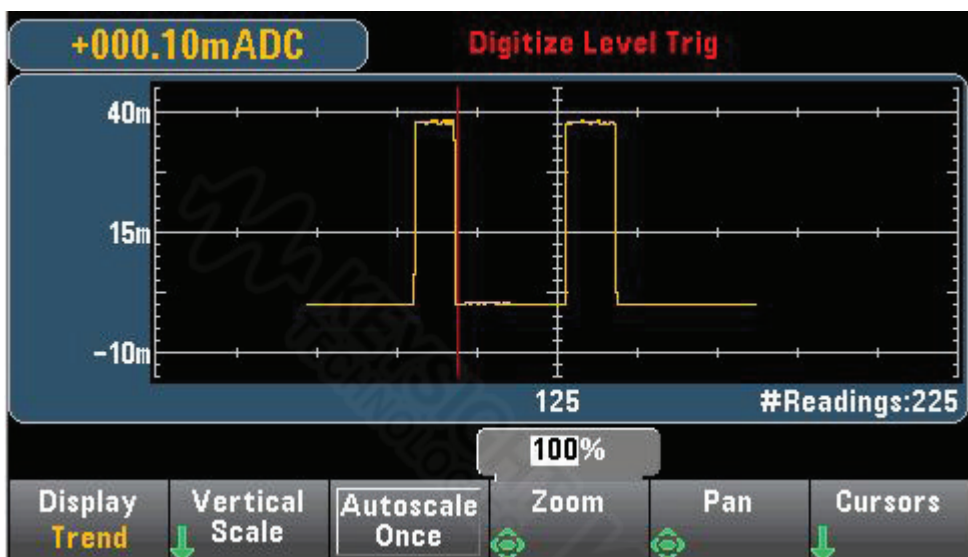


图 7. 34465A Truevolt 数字万用表执行的工作模式电流测量。

无线连通性

目前许多无线标准和技术可以支持各种物联网应用。这些应用包含使用蓝牙连接到手机上的简单可穿戴设备，到需要持续、可靠和安全连接的关键任务服务。以智能手机为中心的可穿戴设备和智能家电经常使用蓝牙、ZigBee、Z-wave 和 Thread，它们为家庭自动化设备和智能能源设备提供稳定和低功耗的网状网络。NFC 作为短程系统，通常用于移动支付、票务和门禁等。

随着越来越多无线技术的出现，智能消费电子设备必须支持多种标准，以确保互操作性。许多无线技术使用同一个未经许可的频谱，同信道和相邻信道可能产生干扰。设备的设计和测试变得愈加复杂、耗时和昂贵，这就给设计师带来了巨大挑战。他们必须选择一个适合的测试解决方案，以便可以根据所有必要的无线标准执行快速测试，并能支持新兴的标准。

没有一种解决方案能够涵盖整个产品生命周期中的所有测试需求。然而，是德科技可以提供多种无线测试解决方案，从经济高效的基本频率和射频功率测试，到具有频域、时域和调制等综合分析功能的高性能信号发生器和信号分析仪。是德科技无线连通性解决方案涵盖了从设计验证、大批量生产到低成本生产测试的所有测试需求。



表 3. 是德科技提供多种无线连通性测试产品，以满足特定的应用需求。

低成本频率和功率测试	基本的射频测试	大批量生产测试	高性能设计和验证测试
U2001A USB 功率传感器和 53210A 频率计数器	N9310A 信号发生器，使用 33622A 函数发生器和 N9320B/N9322C BSA/N9000A CXA 信号分析仪的 IQ 信号输入	E6640A EXM 无线测试仪	X 系列信号发生器和信号分析仪



<ul style="list-style-type: none"> - 低成本生产测试 - 低成本物联网设备 	<ul style="list-style-type: none"> - 入门级信号发生器和信号分析仪 - 适用于小规模生产或简单的研发应用 - 低吞吐量，手动测试 - 支持包括 ASK、FSK、BLE、ZigBee 等制式 	<ul style="list-style-type: none"> - 适用于大规模生产的综合测试仪 - 适用于大规模并行测试的多个端口 - 可扩展到 4 个 TRX 通道 - 多标准覆盖 	<ul style="list-style-type: none"> - 台式高性能信号发生器和信号分析仪 - 综合性设计和验证测试的理想工具 - 多标准覆盖 - 支持 Signal Studio、X 系列测量应用软件和 VSA 软件
---	--	---	---

X 系列信号发生器和信号分析仪

在设计阶段，设计师倾向于使用灵活的、有内置显示屏和前面板按钮的台式解决方案，以轻松地配置和查看测量结果。您可以使用 Keysight X 系列信号发生器（MXG、EXG 和 PXG）以及 Signal Studio 软件，为物联网创建各种定制的和标准的测试信号，包括各种 IEEE802.11 标准、蓝牙、ZigBee，Wi-Sun 等制式。X 系列台式信号分析仪（CXA、EXA、MXA、PXA 和 UXA）提供了综合的信号分析和故障诊断功能。结合 X 系列测量应用软件，它们能为各种无线制式执行一键式测试，提供 EVM、相邻信道功率比（ACPR）、频谱发射模板（SEM）等标准一致性测量。89600 VSA 软件也兼容 X 系列信号分析仪及其他是德科技平台，对超过 75 种信号制式（包括简单的 BPSK 到复杂的 4096QAM 信号）执行数字解调分析和矢量信号分析。

E6640A EXM 无线测试仪

Keysight E6640A EXM 无线测试仪涵盖最广泛的制式，可以提供高速和经济高效的测试。它也拥有最大的可扩展性和端口密度，支持对多个器件进行并行测试，实现生产线的最高吞吐量和良率。EXM 是一个面向未来的平台，能够适应新的无线标准或测量需求。

N9310 信号发生器、N9320B/N9322C 基础型信号分析仪和 N9000A CXA 信号分析仪

Keysight N9310A 信号发生器利用 33622A 波形发生器提供的 IQ 信号输入，为消费电子设备生成各种模拟和数字激励信号。N9320B/N9322C 基础型信号分析仪 (BSA) 可以执行时域分析、频谱表征以及 ASK 和 FSK 制式解调。N9000A CXA 信号分析仪结合 X 系列测量应用软件，可以分析复杂的调制制式，如 O-QPSK、蓝牙、ZigBee 和 Z-wave。

U2001A USB 功率传感器和频率计数器

Keysight U2001A USB 功率传感器和 553xx 频率计数器能够执行简单的射频输出功率和频率精度测试，适用于类似可穿戴设备的低成本生产。



信号完整性和电源完整性分析

随着用户对设计小型化、多功能化的需求增加，设计人员需要创造更高密度、更快速度、更低功耗以及外形紧凑的电路设计。迹线的间距越来越小，电源电压不断降低，因此信号和电源完整性问题变得愈加常见。

在电子设备中移动信号需要使用电线或封装结构，而信号完整性用于测量这些结构的电性能。当今高速数字设计中常见的信号完整性问题包括反射、过度损耗、串扰、失真和电源噪声，这些问题会降低系统的整体性能。在这两个仿真和测量中使用时域反射（TDR）和时域传输（TDT）技术，可以帮助设计人员充满信心地诊断和改正信号完整性问题。

电源完整性用于分析电力是如何有效地转化并在系统内完成从电源到负载的输送。电力通过配电网（PDN）进行传输。通过驱动低功率电子产品，直流电源的电压和容限发生降低，有的降低 $\pm 5\%$ 到 $\pm 1\%$ 。在输出电源上的纹波、噪声和瞬态会对时钟和数字数据的精度产生不利影响。因此，设计人员需要利用电源完整性解决方案，高精度地测量这些低直流电压。

电源完整性解决方案

Keysight Infiniium S 系列 10 位 ADC 示波器和探头（包括 N7020A 电源探头和 N2820A 高灵敏度电流探头），让您可以最好地查看电源完整性问题。

- N7020A 电源探头使您可以发现直流电源线里真实的交流电源噪声，它还支持高达 $\pm 24\text{ V}$ 的偏置。
- N2820A 高灵敏度电流探头支持低至 $50\mu\text{A}$ 的电流测量。

示波器和探头可以组合为理想的电源完整性分析解决方案，适用于通常使用电池供电且外形紧凑的低功率消费电子设备和物联网传感器。

信号完整性解决方案

Keysight E5071C ENA 选件 TDR 是嵌入在 ENA 网络分析仪中的应用软件，是理想的信号完整性分析工具。它可以同时提供时域（TDR/TDT）和频域（S 参数）的实时测量，无需外部比特码型发生器即可完成眼图测试。

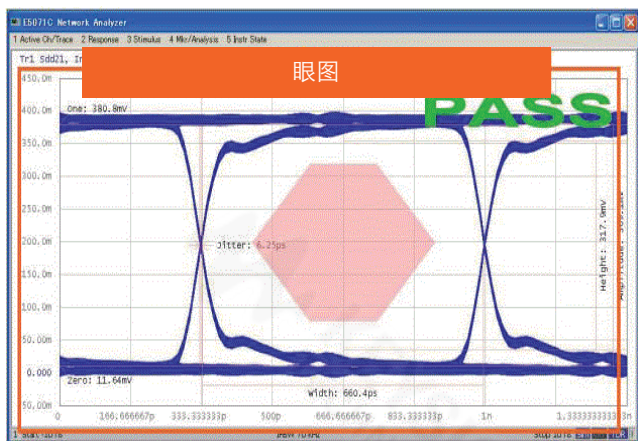
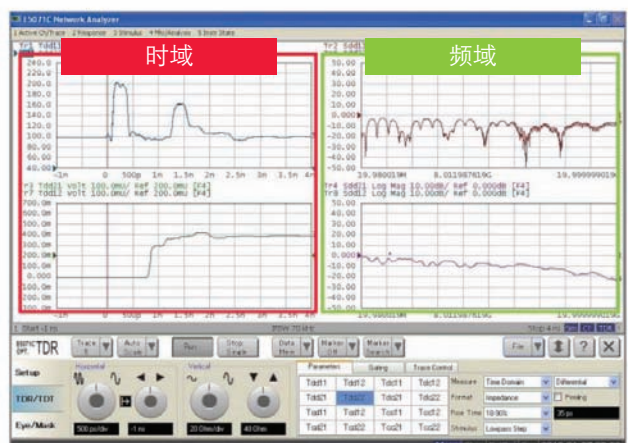


图 8. Keysight E5071C ENA 选件 TDR 为高速互连分析(包括阻抗、S 参数和眼图)提供了一款综合解决方案。

Keynotes 测试社区

EMI/EMC 兼容性和无线一致性测试

EMI 和 EMC 兼容性测试

满足电磁干扰 (EMI) 兼容性规定是加快产品上市速度的关键。在最后设计阶段的失败意味着需要进行代价高昂的重新设计，并且耽误产品的上市时间。在正式兼容性测试之前执行一些类似的测试，可以帮助工程师在设计早期阶段检测到潜在问题，避免因兼容性测试失败而造成的重测成本浪费。是德科技为您提供出色的 EMI 测量解决方案，适用于产品开发周期的各个阶段。

预兼容测量

为避免因为没能通过兼容性测试而耽误宝贵的时间，在 X 系列信号分析仪上运行的 Keysight EMI 测量应用软件使您可以对自己的设计执行预兼容测量和诊断评测。您可以在将设计送入试验箱之前，利用在 N9030A PXA、N9020A MXA 或 N9010A EXA 上运行的 N6141A 测量应用软件，或在 N9000A CXA 上运行的 W6141A 测量应用软件预先发现和修复问题。这两种软件都是低成本的预兼容测试解决方案。

EMC 兼容性测试

在 EMC 兼容性测试中，成功取决于您能够快速高效地使产品通过一系列测试。根据 CISPR 和 MIL-STD 标准，使用可升级的 N9038A MXE EMI 接收机执行完全符合标准的一致性测试。如果您需要完整的 EMI 测试解决方案，单独一家是德科技解决方案合作伙伴便可提供 MXE 以及所有配套的试验箱、天线、软件、增值集成和探头等。

是德科技提供丰富的设计、仿真和测试功能，可以满足您的所有 EMC/EMI 设计和测试需求。当您完成器件设计之后，可以利用是德科技测试设备来验证设计。是德科技的产品包括 X 系列信号分析仪、MXE EMI 接收机、网络分析仪、信号源、示波器等等，可以满足您的所有测试需求。

EMI/EMC 仿真

在早期的开发阶段（甚至在硬件开发之前），EMPro 可以让工程师仿真电路和元件的辐射发射，并确定这些发射是否在常见的电磁兼容性 (EMC) 标准（例如 FCC 第 15 部分、CISPR 22 和军用标准 MIL-STD-461F）规定的等级范围内，以便确保他们的设计符合标准。

无线一致性测试

所有无线产品（包括消费类电子设备）都必须接受强制性的一致性测试。消费电子企业必须确认产品符合相应的无线标准。

是德科技传承超过 75 年无线通信系统的测试和测量经验，为您提供各种一致性测试系统，可靠地帮助您的 NFC、蓝牙和 LTE-LTE-A 设备满足一致性测试要求。

T3111S NFC 一致性测试系统

T3111S NFC 一致性测试系统是是德科技的一款解决方案，主要用于对 NFC、EMV 和 ISO 器件进行射频模拟¹和数字协议测试。

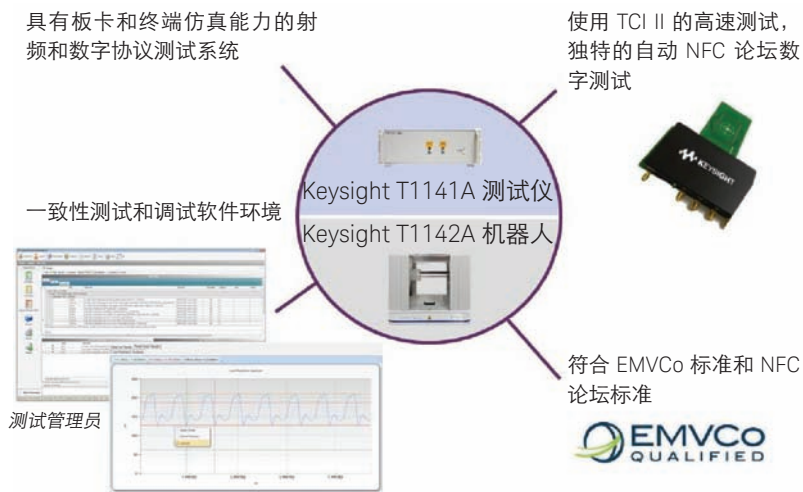


图 9. NFC 测试系统基础

1. 是德科技合作伙伴 FIME 提供的 EMV 模拟射频配置

EMV 是在美国和部分国家或地区的注册商标，在除此之外的其他国家或地区尚未注册。EMV 商标属于 EMVCo。

KEYSIGHT Technologies
Keysight 测试社区

T1111S 和 T1212S BITE 蓝牙® 射频一致性测试仪

作为模块化测试系统，T1111S BITE 蓝牙® 射频一致性测试仪可以自动执行一致性测试，使产品符合蓝牙® 基本速率、EDR（增强数据速率）、增强功率控制和蓝牙® 低能量标准的要求。T1111S 经 Bluetooth® SIG（蓝牙技术联盟）正式认定，可以为所有支持技术的蓝牙® 设备执行射频资质认证。

T1212S BITE 蓝牙® 协议一致性测试仪提供补充的协议一致性测试。该系统被 Bluetooth® SIG 正式认定为可以执行 4.0 版本的标准验证。

T4010S 一致性测试系统

Keysight T4010S 一致性测试系统是当今市场上最高效的测试工具。该测试平台可以根据 3GPP TS 36.521-1 LTE 射频标准和 3GPP TS 36.521-3 LTE 无线资源管理标准（包括 FDD 和 TDD、1CC、2CC 和 3CC）以及主要网络运营商的 LTE 设备验收测试计划来执行一致性测试。T4010S 也包含 LTE Advanced 的功能特性，如 10、11 和 12 版的载波聚合。工程师可以使用 T4010S 系统以及用于一致性测试的相同硬件，完成研发设计验证。除了 3GPP 规定的测试标准，T4010S 还提供其他不同参数的测试能力。该平台还可以测试所有 LTE 频段，而无需花费任何额外成本。

T4010S 基于是德科技 E7515A UXM 无线测试仪设计，增加了 UXM 功能，可以完成预兼容性和一致性测试。

EMI/EMC 兼容性测试解决方案	一致性测试解决方案
 <p>结合使用 N/W6141A EMI 测量应用程序 (PXA/MXA/ EXA/CXA) 实施 预兼容性测量</p> <p>结合使用 N9038A MXE EMI 接收机实施 EMC 兼容性测试</p> <p>结合使用 Keysight EMPro 软件实施 EMI/ EMC 仿真</p>	<p>T3111S NFC 一致性测试系统</p>  <p>T1111S 蓝牙射频一致性测试系 统和 T4010S 一致性测试系统</p> 

图 10. Keysight EMI/EMC 兼容性和无线一致性测试解决方案。

总结

物联网给消费类电子产品的设计人员或厂商带来了许多设计和测试挑战。电池供电时间是许多物联网设备的关键指标。完整地表征不同工作模式中的电流消耗模式，有助于优化和确保设备的电池供电时间。无线或收发信机的设计，还需要针对各种支持的无线制式进行全面测试，以确保互操作性并防止出现干扰问题。由于电路设计更紧凑、元器件或迹线更紧密，以及直流电源电压更低，容限更小，信号完整性和电源完整性问题正变得越来越普遍。设计人员应在设计的早期阶段检测出潜在的 EMI 或 EMC 问题，避免代价高昂的重测及产品上市时间的延误。使用合适的测试解决方案，可以克服所有这些设计和测试挑战。

是德科技提供广泛的测试解决方案，帮助您应对许多消费类电子产品的测试挑战。通过在开发新技术方面不断创新和投入，并且积极参与行业标准组织，是德科技能够确保我们的解决方案不断升级或改造，跟上新兴技术的步伐。

有关功耗测试解决方案的更多信息，请访问：

LXI 数据采集单元：www.keysight.com/find/34972a
TrueVolt 数字万用表：www.keysight.com/find/truevolt
N2820A 高灵敏度电流探头：www.keysight.com/find/n2820a
InfiniiVision 示波器：www.keysight.com/find/infiniivision
直流电源分析仪：www.keysight.com/find/dcpoweranalyzer
器件电流波形分析仪：www.keysight.com/find/cx3300

有关无线测试解决方案的更多信息，请访问：

物联网：www.keysight.com/find/iot

有关信号和电源完整性解决方案的更多信息，请访问：

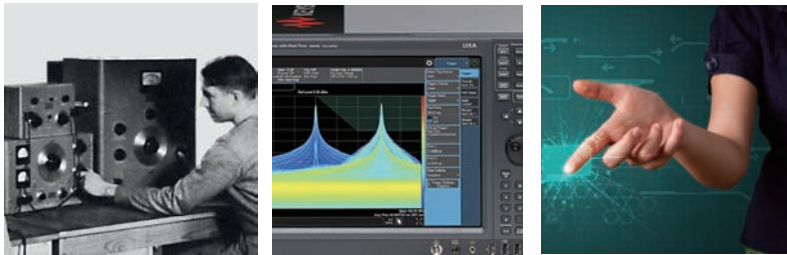
信号完整性分析：www.keysight.com/find/e5071c
电源完整性分析：www.keysight.com/find/s-series

有关电磁干扰兼容性与无线一致性测试解决方案的更多信息，请访问：

EMI/EMC 测试：www.keysight.com/find/emc
无线一致性测试：www.keysight.com/find/system

演进

我们独有的硬件、软件和技术人员资源组合能够帮助您实现下一次突破。
我们正在开启技术的未来。



从惠普到安捷伦再到是德科技



myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight
个性化视图为您提供最适合自己的信息！

Keysight Infoline

Keysight Infoline

www.keysight.com/find/Infoline
是德科技的洞察力帮助您实现最卓越的信息管理。免费访问您的是德科技设备公司报告和电子图书馆。

KEYSIGHT SERVICES

是德科技服务

www.keysight.com/find/services
我们拥有业界领先的技术人员、流程和工具，可以提供深度的设计、测试和测量服务。最终的结果就是：我们帮助您应用新的技术，而工程师为您改进流程并降低成本。



3 年保修

www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty
是德科技卓越的产品可靠性和广泛的 3 年保修服务完美结合，从另一途径帮助您实现业务目标：增强测量信心、降低拥有成本、增强操作方便性。



是德科技保证方案

www.keysight.com/find/AssurancePlans
10 年的周密保护以及持续的巨大预算投入，可确保您的仪器符合规范要求，精确的测量让您可以继续高枕无忧。



www.keysight.com/go/quality

是德科技公司
DEKRA 认证 ISO 9001:2015
质量管理体系

是德科技渠道合作伙伴

www.keysight.com/find/channelpartners

黄金搭档：是德科技的专业测量技术和丰富产品与渠道合作伙伴的便捷供货渠道完美结合。

www.keysight.com/find/consumer

Bluetooth and the Bluetooth logos are trademarks owned by Bluetooth SIG, Inc., U.S.A. and licensed to Keysight Technologies, Inc.

如欲获得是德科技的产品、应用和服务信息，请与是德科技联系。如欲获得完整的产品列表，请访问：www.keysight.com/find/contactus

是德科技客户服务热线

热线电话: 800-810-0189、400-810-0189
热线传真: 800-820-2816、400-820-3863
电子邮件: tm_asia@keysight.com

是德科技 (中国) 有限公司

北京市朝阳区望京北路 3 号是德科技大厦
电话: 86 010 64396888
传真: 86 010 64390156
邮编: 100102

是德科技 (成都) 有限公司

成都市高新区南部园区天府四街 116 号
电话: 86 28 83108888
传真: 86 28 85330931
邮编: 610041

是德科技香港有限公司

香港北角电器道 169 号康宏汇 25 楼
电话: 852 31977777
传真: 852 25069233

上海分公司

上海市虹口区四川北路 1350 号
利通广场 19 楼
电话: 86 21 26102888
传真: 86 21 26102688
邮编: 200080

深圳分公司

深圳市福田区福华一路 6 号
免税商务大厦裙楼东 3 层 3B-8 单元
电话: 86 755 83079588
传真: 86 755 82763181
邮编: 518048

广州分公司

广州市天河区黄埔大道西 76 号
富力盈隆广场 1307 室
电话: 86 20 38390680
传真: 86 20 38390712
邮编: 510623

西安办事处

西安市碑林区南关正街 88 号
长安国际大厦 D 座 501
电话: 86 29 88861357
传真: 86 29 88861355
邮编: 710068

南京办事处

南京市鼓楼区汉中路 2 号
金陵饭店亚太商务楼 8 层
电话: 86 25 66102588
传真: 86 25 66102641
邮编: 210005

苏州办事处

苏州市工业园区苏华路一号
世纪金融大厦 1611 室
电话: 86 512 62532023
传真: 86 512 62887307
邮编: 215021

武汉办事处

武汉市武昌区中南路 99 号
武汉保利广场 18 楼 A 座
电话: 86 27 87119188
传真: 86 27 87119177
邮编: 430071

上海MSD办事处

上海市虹口区欧阳路 196 号
26 号楼一楼 J+H 单元
电话: 86 21 26102888
传真: 86 21 26102688
邮编: 200083