

泰克为无线领域提供的测试解决方案

测试数字 RF 技术的挑战



市场推动因素

数字计算技术的全部能力终于到了无线领域。从创新步伐，到日益普及的、执行传统模拟无线电功能的更加强大、专用、低廉的集成电路，这一发展对 RF 领域具有深远的影响。这些先进的数字 RF 技术的上市，给无线通信扩张提供了更多的方式。推动“无线无处不在”这一发展趋势的主要技术要素包括：

- ▶ 类似 PC 采用 IC 电路来实现射频和无线连接功能
—— 数字信号处理器 (DSP)、FPGAs 等等已经代替了许多传统的模拟射频元件。
- ▶ 摩尔定律进入无线领域
—— 数字技术在计算领域中的性能提升和应用速度现在同样适用于无线领域的许多方面。这对无线通信是一个明显变化。新技术正迅速问世，并迅速部署，通常要先于成文化标准。
- ▶ 廉价的智能数字 RF 变得无处不在
—— 除基本成本效益外，数字芯片成本本身中包括了数字智能。因此，随着无线元件价格越来越低，它们同时也更加智能化。
- ▶ 消费者需求
—— 消费者希望无处不在的应用和服务，如在全球网络上随时随地实现无线通信，方便用户，增强用户体验。
—— 设备间连接和通信：
数码相机自动与照片打印机沟通。不久，家庭娱乐系统将不再要求混乱的线缆和连接。智能建筑可以重新配置，满足平面图变化和新的环境控制要求。
—— 互连网无处不在：
计算机、PDA 或手机自动找到速度最快的连接，而不管其所在位置如何，这些快速连接正广泛提供。

不管是商业应用还是军事应用，客户都希望更快速地随时随地获得更多的信息。数字 RF 技术可以在更多的地方为更多的人、以更少的资金提供无线通信能力。

从功放器到先进的雷达系统和家庭网络，对更高功能的需求正在不断推动创新发展。数字 RF 带来的先进技术功能与客户对更多功能和移动性的需求不断提高，使无线通信领域的创新迅速增长。

发生在频谱使用中的巨大变化

无线频谱是一种稀缺的资源。当前频谱分配被公认为效率不足。分配的频谱在大部分时间利用率低，并存在干扰问题。数字 RF 的出现正在推动软件定义的无线电和认知无线电技术的迅速创新。软件定义的无线电(SDR)技术可望实现成本低得多的灵活的用户设备，支持多个网络互操作能力和多媒体服务。认知无线电(CR)技术大大改善了频谱利用率和避免干扰能力，并支持新的安全和个性化功能。许多人认为，近来蜂窝频谱拍卖数量的迅速增多，表明了我们在处理这种稀缺的无线频谱资源中的基本缺陷。采用数字 RF 的 SDR 和 CR 技术提供了新的发展道路，将从根本上改变频谱分配方法。

从商用和军事通信到先进的雷达和其它远程传感应用，频谱分配和使用方法的这种根本变化正发生在各种应用中。尽管与军事通信有关的大部分创新都是敏感信息，但从商业领域中可以看到这种迅速创新和动态变化的实例。WiFi、蓝牙、无绳电话、Zigbee 等技术都在共享数量非常有限的频谱，称为 ISM（工业、科学和医疗）频段。ISM 频段基本上是没有法律规定的“自由开火区”，正如国际电信联盟规定的那样：“在这些频段内工作的无线通信服务必须接受有害的干扰，其可能是由这些[ISM]应用引起的。”

尽管在 ISM 频段中的潜在干扰很高，在这些应用中必须保持互操作能力，但通过采用数字 RF 技术，创新技术正层出不穷。

有限的频谱给工程师带来了重大挑战

数字 RF 技术使得随时间变化的技术能够更有效地利用可用的频谱，避免干扰，保证无缝操作。例如，WLAN 信号寻找干净的频率，调整调制类型，以最好地利用提供的信道。当前使用的技术包括：

- ▶ **跳频：**为降低增噪和干扰的影响，及在某些情况下通过降低侦听可能而改善安全性，某些数字 RF 系统采用跳频技术，信号在一个时点出现在一个频率上，在下一个时点则出现在不同频率上。在设计时，工程师面临的挑战是保证跳频发生在正确的频率上，信号在规定时间内稳定在新的频率上。确定跳频特点要求测试和测量解决方案拥有足够的带宽，同时查看开始频率和结束频率，并能够触发频率间的转换。
- ▶ **信号突发：**某些 RF 系统以时分双工(TDD)方式采用突发信号，其目的是最有效地利用频谱，允许上行链路和下行链路占用相同的频率。通过大大简化无线电系统，它还降低了用户设备的成本。设计这些系统的挑战是保证它们无失真地迅速启动和传送信号，并在适当的时间关闭。测量突发信号要求能够触发信号。时域触发至关重要，频域触发则更加灵活，允许用户忽略相邻信号。一旦捕获，必需在启动阶段和关闭阶段检查信号的质量。这需要测量功率、频率和调制质量随时间变化情况，简便的多域相关分析可以有效协助实现这一应用。
- ▶ **自适应调制：**自适应调制用来优化系统吞吐量，最有效地利用紧张的频谱分配。调制可以从非常强健的 BPSK 变成高数据速率 64 QAM，具体取决于信道条件，如增噪和干扰。可以进行编程，在逐个分组基础上发生这些调制变化。设计人员面临的挑战是确定调制变化无缝发生，从而不会损坏数据。测量挑战是无缝地测量这些变化。能够自动检测调制类型及简便地执行多域分析，有助于快速评估这些特点。

这些技术都表现出频率和调制随时间变化的特点，使得 RF 信号变得日益复杂，并具有瞬变特点，其产生了更难找到、识别和诊断的问题。这些瞬变和随时间变化的传输技术可以帮助 RF 设备避免干扰，最大限度地提高峰值功率，有时可以避过检测。

测试数字 RF 技术 –两部分问题

数字 RF 的迅速发展创造出异常复杂的技术环境。由于未分配信道、自适应调制、对等通信及无数台设备同时在有限的无线频谱内部同时传送信号，会发生频率碰撞和干扰问题。这些碰撞导致间歇性通信或通信拥堵。在商业领域中，这使消费者和企业感到灰心丧气。在军事和政府领域，这可能意味着生死存亡。

为了避免系统或网络因为过载或干扰而停止工作的“数字峭壁”，保证这些设备不会在不希望的时间或不希望的频率发送 RF 能量，并能够在存在干扰时正确操作至关重要。

- ▶ 找到干扰：第一个测试挑战是发现干扰信号或杂散信号，而不管其是由设备内部生成的，还是外部发起的。
- ▶ 检定干扰：一旦找到干扰，必须全面检定干扰。感兴趣的信号的幅度可能会低于同一频段中的其它信号，可能不经常发生，因此很难捕获。

泰克与数字 RF

RF 领域中不能再忽略时间。现代数字 RF 设备生成在一个时点存在、在下一个时点消失、随时间变化的信号。数字 RF 要求测试工具能够镜像当前信号随时间变化的特点。

泰克多年前就认识到，数字 RF 的兴起将帮助推动‘无线技术无处不在’现象的实现。这就是我们即使在高科技产业

衰退期间仍投资于这一技术的原因，我们在 2004 年最终收购了进行实时频谱分析前期研究工作的索尼/泰克合资公司。在反复改进这一技术之后，我们现在正采取新的举措，包括推出屡获大奖的 RSA3000 系列实时频谱分析仪及现在基于全新高性能平台、具有革命性功能的 RSA6100A。

RF 工程师需要实时仪器，能够发现和触发间歇性事件，无缝捕获这些事件，分析代表着该时间段里所累积的数据。

泰克实时频谱分析仪(RTSA)是世界上唯一为专门解决数字 RF 问题设计的分析仪。

传统扫频分析仪和矢量信号分析仪 (VSA)一般不能完成数字 RF 技术和设备的测试任务。由于它们基本上是在一个频率范围内调谐窄滤波器，以生成单个频域画面(或称为“扫描”)，传统扫频分析仪只能汇总一套不相关的 RF 频谱活动。即使是速度最快的扫频分析仪，仍可能会漏掉许多间歇性信号或迅速变化的信号。

VSA 依赖捕获后分析技术，不能执行实时任务，如频域触发，而由不断变化、简单、突发信号组成的现代数字 RF 领域则要求完成这些任务。缺少相应的工具要求工程师采用离线的、通常是内部开发的解决方案，这些解决方案效率低，耗时长，非常复杂，可能成本非常高。

通过 RTSA，许多复杂的问题可以避免通过在频域、时域和调制域中时间相关 RF 信号特性得以揭示。RTSA 可以触发和捕获瞬变事件、简便地提供信号时间相关的多域画面，显著降低工程师诊断问题所需的时间。

泰克为数字 RF 提供的测试解决方案

泰克一直作为领先的时域测试专家而闻名。由于以前只和频域有关的问题现在也与时域息息相关，泰克是唯一定位在：帮助工程师在各种应用中测试数字 RF 技术的公司，如：

- ▶ **蜂窝 WLAN**：手机和其它无线通信设备制造商在频谱控制、功率效率和生产成本方面面临着重大挑战。DSP 推动了功放器线性化性能，满足了性能和效率要求。如果这些先进的解决方案实现效率低，那么会导致突发行为和瞬时行为，尽管不能说不可能检测到这些行为，但传统频谱分析仪检测这些行为确实非常困难。实时频谱分析仪可以发现、检测和分析传统工具会漏掉的瞬时放率放大器行为。移动设备现在包括大量的发送和接收链（如在手机/WLAN/蓝牙/RFID 综合设备中）。实时频谱分析仪使得工程师能够在时域和频域中对潜在自我干扰来源分类，保证这些复杂系统的透明操作。
- ▶ **RFID**：RFID 阅读器和标签拥有复杂的响应。除来自相邻通道的干扰外，阅读器必须能够在多标签环境中隔离各个标签的响应。在某些系统中，RFID 阅读器必须捷变，并在多个频率上跳动，以减缓干扰和多路径环境。实时频谱分析仪可以全面捕获阅读器和标签的交互，分析 RFID 系统的多种不同格式。
- ▶ **军事/国防通信**：软件定义的无线电和认知无线电设备用大量的软件代替传统的模拟硬件功能。在以频谱辐射形式发生意想不到的性能时，必需隔离软件问题和硬件问题。实时频谱分析仪可以实现频域事件的时间相关，触发时间相关的示波器和逻辑分析仪。可以从 RF 到模拟域和数字域隔离各种事件。
- ▶ **雷达**：来自雷达系统的频谱辐射会干扰无线通信。某些雷达频谱辐射还会留下标记，从而可以简便地检测及对雷达分类。因此要求雷达只发出希望的频谱辐射，以满足预计功能非常重要。泰克实时频谱分析仪中提供了业内领先的脉冲分析功能，简化了复杂的雷达测量工作，如分析各个脉冲和脉冲串以及相位到相位测量。新型 DPX 显示第一次可以检测由于预计辐射或非预计辐射导致的带内干扰，而这在以前，由于其它频谱分析仪结构的限制是根本检测不到的。

- ▶ **频谱监测/监控**：随着无线设备的迅速增长，在需要执照的频谱和不需要执照的频谱中检测干扰及对干扰分类正成为日益严峻的一个问题。实时频谱分析仪采用领先的结构和频率模板触发技术，可以以 100% 的侦听概率检测干扰信号，为关键业务的频谱监测和监控提供了理想的平台。DPX 分析基于实地 RF 显示和余辉控制，把信号分类提高到全新的水平。工程师第一次可以实时地发现及查看 RF 信号。
- ▶ **UWB**：UWB 通信正作为小范围通信的低成本方案而获得认可，预计很快将会普及。下一代有线和无线接口标准正把 UWB 通信视为低成本短程通信的备择方案。UWB 特地使用许多需要执照的频段和不需要执照的频段。通过使用低功率和跳频技术，它可以实现希望的效果，减缓对使用同一频段的其它系统的潜在干扰。高带宽示波器可以在所有工作模式下全面检定 UWB 和 UWB WiMedia 信号，协助实现其它非标准 UWB 应用。捕获深度和频率范围可以涵盖 UWB 通信的预计信号和非预计信号。泰克下一代高速任意波形发生器不久将提供所需的实时带宽和动态范围分辨率，直接为 UWB 生成要求的 RF 和微波信号，因此不需要使用由多部仪器和滤波器组成的复杂系统。
- ▶ **WiFi, WiMAX**：基于 IEEE 802.16e-2005 标准开发便携式和移动 WiMAX 网络的工作正从技术计划转向实际部署。作为高速移动宽带服务的基础，WiMAX 可望为世界各地的消费者和企业提供低成本高速无线上网能力。随着主要芯片厂商计划大约在 2009 年在同一个芯片上同时实现 WiFi 和 WiMAX，消费者将能够在本地 WiFi 服务区和 WiMAX 地区网络之间切换。泰克测量设备可以在诊断和参数测试中实现设计、集成和互操作能力测试。其测试解决方案包括：WLAN 和 WiMAX 元件的 S 参数测量，用来调试复杂的 ASICs、FPGAs 和处理器系统的超高性能示波器和逻辑分析仪，使用泰克实时频谱分析仪进行 RF 测量和功放器设计，使用高分辨率任意波形发生器模拟调制信号和混频信号。

泰克实时频谱分析仪 (RTSA)

RTSA 允许工程师选择性地触发时域和频域异常事件，把 RF 频率跨度的信息无缝地记录采集到存储器中，发现数字 RF 中常见的意想不到的问题。这种检测和捕获相关频谱事件的能力可以实现更加有效的多域(时间、频率和调制)时间相关分析，而不必重新捕获信号。

- ▶ RSA2203A、RSA2208A、RSA3303A 和 RSA3308A 涵盖了直到 8 GHz 的频率范围，支持各种带宽和内存深度配置。RSA3408A 8GHz 实时频谱分析仪提供了更高的动态范围、36MHz 的实时触发和捕获功能。其它功能包括：
 - 频谱图显示，绘制频率和幅度随时间变化情况，在某些情况下可以长达几分钟的时间。频域、时域和调制域汇总成可视的时间相关图像，频谱图本身则汇总长期视图，可以直观地、以三维方式查看随时间变化的信号行为，而这在扫频分析仪和许多矢量信号分析仪上提供的传统频域画面中是看不到的。
 - 频率模板触发功能允许用户定义仪器捕获信号信息的频率和幅度(功率)条件。通过这种独特的功能，工程师可以迅速考察怀疑的频率，或连续监测信号，而只在信号变化时采集信号。长内存使得工程师能够一次捕获所有信号信息，立即执行全面分析。被分析的事件(如干扰信号或瞬时信号)可能只发生一次，或发生频次非常低，因此第一次捕获所有信息至关重要。
 - 通过时间变化的无缝频率和功率记录，从软件定义的无线电系统上的调制开关，到识别雷达传输中的流浪脉冲，到 WLAN 传输过程中的动态调制变化，RTSA 可以解决许多瞬时问题。
- ▶ RSA6100A 系列实时频谱分析仪提供了业内领先的捕获带宽和动态范围组合。6.2 GHz RSA6106A 和 14 GHz RSA6114A 提供了业内领先的 110 MHz 实时带宽及 73 dB 的无杂散动态范围。RSA6100A 系列是市场功能最强、最高效的仪器，可以解决最棘手的数字 RF 测试挑战。其功能包括：

- DPX™波形处理器技术生成了业内第一个实时 **RF** 频谱画面。RSA6100A 系列 DPX 技术的频谱处理速度较扫频分析仪和矢量信号分析仪提高了近 1000 倍，可以生成实时的频谱画面。实时的 RF 画面使工程师能够查看以前从不知道存在的 RF 信号不稳定性和瞬变。DPX 大大改善了频谱更新速率和信息显示，把庞大的 RF 数据转化成一目了然的视图，清楚地显示哪里存在异常信号。RSA6100A 可以显示其它仪器不能显示的信号和瞬变，特别适合需要查找隐藏信号、间歇性信号或低概率信号的 RF 工程师。
- RSA6100A 还提供了以测量为中心的用户界面，使得工程师能够更加简便地执行所需的测量。工程师可以选择各种测量，然后分析仪会自动确定满足测量所需的相应设置。这些智能控制功能提供了优化的采集和分析参数，加快了设置和测量时间，但工程师仍能在需要时手动覆盖设置，实现全面的控制能力。

信号源：

与测量一样，客户还需要生成复杂的、快速变化的信号，数字领域和 RF 领域都不例外。这要求数字设计的信号源，如任意波形发生器 (AWG)。这些产品的用途分成两类：

- 首先，在应用中使用仿真实际环境信号的信号测试接收机，如测试 RFID 阅读器处理多部标签的能力，或确定灵敏度范围，检验 UWB 和雷达接收机的性能。
- 其次，雷达系统开发人员使用 AWG 作为原型的一部分，甚至作为运行设备的一部分。通过使用 AWG，他们能够试验多种雷达波形，如宽带线性调频脉冲信号。

对需要生成异常复杂、快速变化的宽带信号的客户，泰克通过 AWG710B 一直走在满足这些客户需求的前沿。泰克很快将推出具有扩展功能的下一代泰克 AWG 产品。

泰克 TDS6000C 示波器和 TDSUWB 软件

多种数字 RF 技术要求的带宽要超过当前性能最高的频谱分析仪中提供的带宽。超宽带应用包括基于这些带宽的新兴 WiMedia 无线电和标准，如认证的无线 USB 应用。幸运的是，现在已经为这类技术提供了测试解决方案。评估和设计 UWB 无线电系统要求测量仪器拥有高带宽、良好的动态范围、快速捕获信号、并能够在实时的信号上执行频谱分析。泰克装有 TDSUWB 软件的实时 TDS6154C 15GHz 示波器可以协助在国防电子、工业、计算机、通信和消费电子应用中设计和调试 UWB 信号。

关于泰克

泰克公司综合经营检测、测量和监视设备，为通信、计算机、半导体等行业提供测量解决方案。凭借其 60 年的丰富经验，泰克公司能够使用户设计、建立、使用和管理下一代全球通讯网络和因特网技术。泰克公司总部设在俄勒冈州的毕佛顿市，并在全世界超过 19 个国家设有分支机构。泰克公司的全球网站是 www.tektronix.com 中文网站是 www.tektronix.com.cn。