

移动互联技术在现代测试测量仪器中的应用

陈 芳

华中师范大学计算机学院，武汉

摘 要 | 现代有线和无线通信技术的发展给测试测量仪器提出了更高的要求。本文介绍了最新的材料、芯片封装、信号处理、计算机、软件、移动互联技术在现代测试测量仪器中的应用, 以及这些技术给仪器的性能指标、分析功能、集成度、灵活性、用户界面等带来的提升, 最后探讨了未来仪器的发展趋势。

关键词 | 测试测量仪器; 微电子; 计算机; 应用软件; 移动互联

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

测试测量仪器是电子工程师进行产品设计和验证必不可少的工具, 从 1939 年 HP 公司开始生产测量仪器并成为硅谷发源地以来, 仪器行业一直见证和推动了电子技术的发展。早期的仪器以特定功能的硬件为主体, 用按键和旋钮进行控制, 并用简单界面显示基本参数的测试结果。以频谱仪、信号源、矢量网络分析仪、示波器、万用表为代表的通用仪器奠定了电子测量行业的

作者简介: 陈芳, 华中师范大学计算机学院, 硕士。

文章引用: 陈芳. 移动互联技术在现代测试测量仪器中的应用 [J]. 现代计算机技术与应用, 2021, 3 (2): 16-21.

<https://doi.org/10.35534/mcta.0302008c>

基石。从上世纪 70 年代开始,开始借助软件进行硬件特性修正和数据处理,由于软件能力的提升,传统单一功能的测量仪器具备了一定的数据分析功能。近些年来,随着云计算、大数据、物联网产业的发展,大量的数据传输需求迫使有线和无线传输网络的带宽快速提升。服务器端的接口速率每 24 个月增长一倍,100 Gbps 的接口已经在核心网和高端服务器上广泛应用,而下一代 5 G 无线通信的信号速率也会达到 1 Gbps 以上并采用毫米波技术。这些都使得信号制式和应用场景越来越复杂,超宽带信号产生与分析、多天线、实时频谱监测、复杂电磁环境模拟、信道模拟与均衡算法等都对测试仪器的性能、功能、灵活性等提出了更高的要求。为了应对电子行业这些快速的变化和需求,现代的测量仪器里融合了大量微电子、数字信号处理、计算机、软件及移动互联领域的最新技术。

2 现代微电子和信号处理技术对仪器性能的提升

测量仪器的技术革新很大一方面在于硬件性能的提升,但要切实提升系统的关键硬件指标,仅仅借助于通用的芯片是不够的。以现代微波、毫米波的测量来说,需要仪器提供比市面上最新技术更高的带宽、更大的功率、更好的信噪比等,而满足这些要求的芯片很难在市面上采购到。所以为了保证技术的领先性,仪器厂商必须借助于最新的微电子技术设计专用的高性能芯片。

2.1 新材料的应用

现代微电子技术的革新首先体现在材料技术上,硅(Si)或者硅锗(SiGe)是传统的芯片制造材料,具有成本低、集成度高等优点,但是工作频率和耐压较低;砷化镓(GaAs)材料具有成本低、耐压高等特点,是主流的射频材料,但是进一步提高带宽和功率会受到一定的限制;氮化镓(GaN)和磷化铟(InP)是近些年新发展起来的高频材料,氮化镓材料耐压和工作频率高,是新一代高功率宽带功放的理想材料,而磷化铟材料由于工作频率非常高(>400 GHz),会用来设计超高频的微波/毫米波芯片。在采用新型材料的过程中,还需要解决一系列的工艺问题。比如 InP 材料的高频特性非常好,但如果采用传统的铝基

底时会存在热膨胀系数不一致以及散热效率的问题。氮化铝（AlN）是一种新型的陶瓷基底材料，其热性能和 InP 更接近且散热特性更好，但是 AlN 材料成本高且硬度大，需要采用激光刻蚀加工。

2.2 新的封装技术

除了材料以外，高频芯片的封装技术也非常重要。随着测试仪器工作频率的提高以及对于集成度的要求，单片微波集成电路的采用越来越广泛。比如是德科技的 PNA-X 矢量网络分析仪，在 1 台仪器里就集成了非线性 S 参数测量、信号源、频谱分析、相位噪声测试、功率测试等功能，可以一次连接完成多组非线性参数的测试，这么高的集成度就得益于大量 MMIC 芯片的使用。在这些芯片里，模拟、数字、微波电路甚至不同的半导体材料都可能会封装在一起，数字电路采用的硅材料需要对信号抖动、上升沿等进行优化，而射频电路采用的氮化镓材料则需要对功率、带宽等进行优化，这就对各部分电路间的隔离、屏蔽及封装工艺提出了更高的要求。因此，在采用新材料和工艺时需要大量高频经验的积累，才能够设计出高性能和可靠性的芯片。显示了一部分由是德科技高频技术中心设计的从 DC 到 100 GHz 以上的 MMIC 芯片。

2.3 信号采集和数字处理

现代芯片技术的广泛应用还体现在信号采集和数据处理能力的提升。是德科技 N9040B 频谱仪里的数据采集和信号处理电路，中频信号由专门设计的计量级的 14 位、2.4 G/s 采样率的 ADC 芯片进行采样，然后经后面的高速 FPGA 阵列进行 FFT 或者解调等信号处理。高速 ADC 芯片和数字信号处理技术结合起来，使得该频谱仪具备了高达 510 MHz 的实时分析带宽。因此，领先业界的专用芯片和信号处理技术是仪器性能持续提升的原动力。

3 现代计算机技术与仪器硬件的融合

除了高性能专用芯片的应用外，现代测量仪表需要注意的是，计算机只是提升了仪器的后分析和互联能力，仪器关键的系统指标很大程度还是依赖于其

前端的硬件电路如信号变频、放大、滤波、采集等模块的性能。

3.1 模块化仪器

除了扩展仪器的分析和互联能力以外，仪器厂商还会直接借鉴开放的计算机总线来组成专用的测试设备，其中最典型的例子就是模块化仪器。模块化仪器的特点是用户可以根据需要选择在硬件架构上的一个显著变化是大量采用计算机作为数据处理、显示和互联的平台。

3.2 开放的互联接口

早期的测量仪器只是单台独立工作，采用专门开发的硬件体系和软件架构。上世纪70年代开发的 GPIB 接口实现了测试仪器和计算机的互联，而现代的台式仪器基本都符合 LXI 总线规范，可以通过广泛使用的以太网接口进行控制和数据传输。借助于计算机领域的成熟技术，测试仪表可用高性能 CPU 进行数据分析，也可用 SSD 固态硬盘提供高速存储，还可以太网、USB3.0、PCIExpress 等接口进行数据传输，或者直接用 VGA、Displayport 等显示接口把屏幕画面投影出来。可以说，计算机技术的采用，把测试仪器从一个封闭的系统变成了开放的系统。正因为这些优点，很多测试仪表都采用了开放的计算机平台。甚至有些台式仪表还采用了插卡式的计算机模块设计，可以根据需要灵活更换，提供了持续的更新能力。

4 现代软件技术与测量科学的融合

除了硬件架构的灵活性，开放的计算机接口、Windows 平台、多线程技术也使得扩展仪器的软件测量功能变得更加容易。

4.1 丰富的分析软件传统的 CPU

通过提高主频来提升系统性能，使得功耗和散热问题逐渐变得更加严重，而现代的 CPU 开始通过多核和并行计算来提升计算性能。由于摩尔定律在当今时代仍然适用，随着工艺的提升，现代的 CPU 内已经可以集成更多的核。

多核的结构使得 CPU 的运算和处理能力能够得到持续不断的提升,同时具备了更好的多线程、多任务处理能力。比如,现代的频谱仪里采用了分层的软件架构,在统一的底层驱动和测量算法支持下,可以针对不同应用灵活开发上层软件 and 用户界面。这些软件可以进行高带宽的实时频谱分析,并根据需要设置频谱模板触发;也可以对雷达信号的脉冲宽度、占空比、调制带宽、线性度进行统计分析;或者对卫星通信、WLAN、CDMA、LTE 信号进行星座图、矢量调制误差等解调分析;甚至同时处理和显示多通道的时域、频域、调制域信息等。借助于这些应用软件,现代的频谱仪成为了一个综合的信号分析平台。

4.2 便捷的信号产生

除了丰富的分析软件以外,对于复杂的信号的生成,也可以用灵活的软件搭配高性能的硬件平台来完成。比如在雷达、卫星通信等设备的开发中,都需要生成多路复杂的调制和干扰信号,以模拟真实的电磁环境。传统的方法需要用到多台信号源,各台仪器间的合路、校准和同步是一个非常复杂的问题。随着高速芯片技术的发展,目前业界已经可以用高达 65G/s 采样率的任意波发生器来产生复杂波形。借助于这样的硬件平台,就可以先用仿真软件生成多路不同载波频率、调制制式的信号,在数学上合成后下载到任意波发生器里,并由其发送出来。这种方法理论上可以生成任意复杂的信号(实际还会受限于任意波发生器的分辨率、信噪比等指标,因此灵活的软件就把仪器扩展成了一个复杂信号的生成系统。

参考文献

- [1] Afif Osseiran. Mobile and wireless communications system for 2020 and beyond (5G) [Z]. ITU-R 2020 Vision Workshop, 2014.
- [2] Keisuke Shinohara. Scaling of GaN HEMTs and Schottky Diodes for Submillimeter-Wave MMIC Applications [J]. IEEE Transactions on Electron Devices, 2013, 60 (10) 2982–2996.

Application of Mobile Internet Technology in Modern Test and Measurement Instruments

Chen Fang

School of Computer Science, Central China Normal University, Wuhan

Abstract: The development of modern wired and wireless communication technology has put forward higher requirements to the test and measurement equipment. This paper introduces the applications of new material, chip packaging, signal processing, computer, software and mobile internet technologies in modern equipment. It also describes how these technologies bring to the improvement of performance, functions, degree of integration, flexibility and user interface. Finally it discusses the development trend of the future instrument.

Key words: Test and measurement equipment; Signal processing, computer; Application software; Mobile internet