优化射频 / 微波测试系统的部件

比较各种可选的仪器、连通性和软件

应用指南 1464-17

无论您是需要测试最新型的蜂窝电话，还是测试下一代军事无线电设备或先进雷达系统，能否满足客户需要决定于它能否能提供精确和可重复的结果。对于参数测试和功能测试，随着被测装置越来越复杂，实现高精度和高重复性也变得越来越困难。复杂程度越高一般意味着要求越多项目的测试，也就需要更长的开发时间和更为复杂的测试系统。在您试图建立这样的系统时，不仅受到预算和进度的约束，满足当前和未来需要的灵活能力更是严峻的挑战。

这篇应用指南阐述的理念和提出的建议将帮助您建立精确和可重复评估被测装置的灵活和长生命期的射频 / 微波测试系统。我们的目标是使您建立能在当前和未来更容易地配置、更新和修改的系统。

目录

Agilent Technologies

DUT 所勾画的“未来”

当讨论能适应未来的测试系统时，重要的是阐明在 DUT 及其预期生命期语境中“未来”的含义。对于射频/微波测试系统，在特定未来要求方面，DUT 可分成两大类。

长生命期的 DUT: 为航天和国防应用开发的许多装置和系统要求能容易地维护和在未来升级。这样的一个例子是美国国防部（DoD）: 导向视觉把通用硬件体系结构与软件驱动的功能性相结合，从而能迅速部署到不同计划项目中，并在未来容易地升级。

短生命期的 DUT: 航天/国防项目的频繁变更和快速演进中的商业无线产品需要在预算范围内快速开发出测试系统。例如随着产品推出周期越来越短和预算越来越紧，为每一种新电话型号或新无线标准从头创建新测试系统的做法已不再可行。充分利用在测试设备和软件上已有投资的能力将加速系统的开发和部署，并同时降低系统成本。

在测试系统包括长生命期硬件、输入/输出（I/O）和软件时，就能更好地满足长生命期和短生命期 DUT 的需要。仔细选择这三种部件将增强系统灵活性，以及对多种 DUT 和应用进行精确和可重复测量的能力，无论是当前还是未来。

评审某些基本考虑

在定义和组装射频/微波测试系统时，有两项因素影响您作出关于测试设备的决定: DUT 属性和对测试系统的各种制约。快速评审重要属性和制约是随后所进行讨论的基础。

DUT 的主要属性

共同属性: 在较高层面上，它有助于考虑 DUT 的复杂性，以及在产品生命期和制造过程中所处的阶段。例如对多功能装置的测试往往最为困难: 带相机的蜂窝电话，承载话音和数据的军用无线电设备，以及兼有有线和 Wi- Fi 能力的 LAN 装置，它们可能需要更宽范围的测量，以及更昂贵和更复杂的测试系统。

无论产品复杂还是简单，生命期的早期阶段通常需要对各种特性，包括参数和功能进行全面测试，以保证预期的性能和工作。随着产品的成熟，有些特性可作较粗略的测试。

在制造过程中，产品的品种和批量也影响设备选择。最困难的情况是多品种、大批量，此时可能需要有能测量多种产品或变型产品的若干套相同的测试系统。

特殊属性: 通常情况下, DUT 的电气属性将决定对候选仪器的最终选择。随着产品一代代的发展，大多数 DUT 中混用着越来越少的模拟电路和越来越多的数字电路，并且其频率也越来越高。从模拟方面来说，频率范围、带宽和分辨率这些工作参数, 以及为今天的谐波和明日的发展所必须保留的裕量, 确定了对信号分析仪、信号发生器、示波器等仪器基本指标的要求。具有所需性能或能力测试设备的适用性也对您的系统设计有重要影响。

更多的数字成分使新装置有能力支持多种通信标准。这对蜂窝电话可能是 CDMA、TDMA 和 GSM，而对军用联合战术无线电系统则可能是各种协议。支持所有相关标准要求测试系统有更高的灵活性 —— 从而导致所用仪器要具备提供先进数字信号处理（DSP）能力的更多数字成分。

DUT 的物理配置也影响着对操纵、夹具、开关、电源、负载和测试附件的选择。作为例子, 用于外部连接的端口数量和类型会随着该装置转向制造过程而变。一旦把该电路放到测试台上, 任何内部测试点都可能变得难以探及, 因此测试接口可能要从硬线转为基于天线。

对测试系统的制约

影响系统决定的还有商业和技术因素的组合。在商业方面，预算和时间期限是选择测试设备必须考虑的因素。在一个极端例子中, 你可能想得到运行尽可能快的高端系统 —— 理想解决方案也许是单机测试仪, 这种选择的优点是开发快、测量性能好, 缺点是灵活性差。在另一极端例子中, 您的合同可能要求具有与 NxTest 的符合性，它规定使用模块式合成仪器 —— 这是开发时间长, 但有最高灵活性的方法。

测试系统面对着这些制约和权衡, 以及各种预期要求。包括它的能力和性能：输入、输出和开关; 测量和分析; 速度、精度和重复能力; 以及数据处理和报告。还存在对成本有效性的预期，可能建议使用容易重新配置和代换的硬件，以及容易修改和重复使用的软件。

有关系统生命期的预期来自准备生产 DUT 的时间，以及它的估计服务期。这些要求规定了测试系统本身所需的支持和维护时间。

把要求转换为优化的设备选择

在心中牢记基本属性、制约和预期，下一步就是把这些要求转化为最佳的系统硬件、I/O和软件组合。我们将分别关注所有这三种部件，但会特别强调系统硬件的选择。

常见例子中的硬件类型比较

传统测试系统用各种仪器执行单一的功能，如频谱分析、信号发生或网络分析。这些仪器通常可靠性高，易学易用。但它们也因包含大量冗余的元件 —— 显示、键区和混频器 —— 而造成测试系统体积庞大，并且需要复杂的开关和夹具。

相反，理想测试系统可能使用少量严格定义的功能模块或建造块 —— 频率转换器、数模转换器、模数转换器、DSP 引擎 —— 因此能通过重组或软件编程执行所要求的测量。如果这种类型的“通用”测试系统包含柔性开关、强大的 DSP 硬件，以及宽带模数和数模转换器，它就能分析和产生任何类型的信号。

这代表着两种极端的情况，今天的许多测试系统都是处在传统方案和理想方案间的混合体。一个常见例子是被称为“矢量”仪器的门类。强大 DSP 技术与传统模拟元件的集成产生了能处理复杂信号和装置的通用和精确的信号分析仪、网络分析仪及信号发生器。

如果专在系统中使用，这样的三种硬件体系结构 —— “传统模拟仪器”、“下一代模块式仪器”和“现代矢量仪器” —— 会构成极为不同的框架。为提供一致性的比较，下面三页描述如何用这些方式进行通信设备的多频测试。

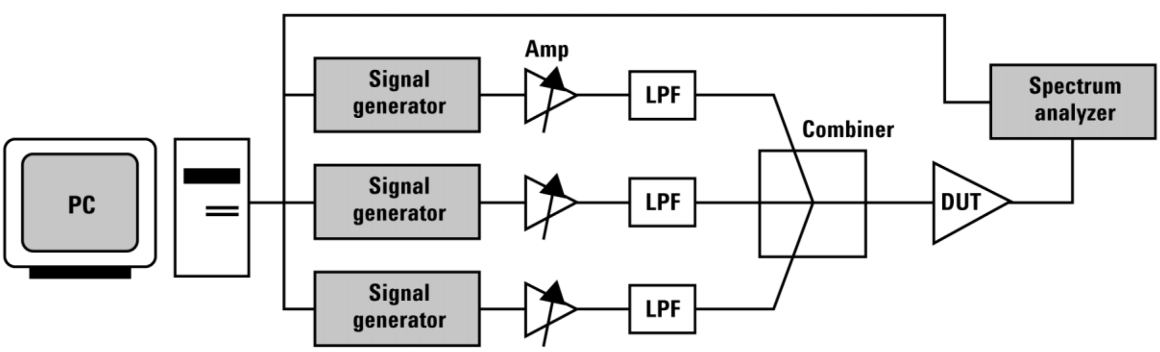
例一:
传统模拟仪器

如图1 所示，这是包括三台信号发生器，一台频谱分析仪和各种外部附件── 放大器、低通滤波器和组合器的复杂系统。该系统还包括带有控制信号发生器和频谱分析仪软件的 PC。

优点: 在许多情况下，大部份来自租赁中心或制造厂的仪器是准备用于工程师的工作台上。这类仪器通常价格较低，也非常实惠。由于测试工程师长期使用着这类仪器，对它们非常了解和熟悉，因此能加速他们的开发进程。

缺点: 传统模拟仪器固有的单功能性使其在功能和通用性上都受到限制。这导致三方面的显著不足。第一是整套系统需要有多台仪器，因此会占用较大的机架空间。第二是系统将很复杂，需要各种仪器和附件间的大量互连。第三是这类系统为保持精度和重复能力需要作频繁的校准。

图 1. 用传统模拟仪器实现的复杂多频测试系统



例二：下一代模块式仪器

与传统方法相比，这类系统只需包括 4 种建造模块的较少硬件（图 2），它们是任意波形发生器（AWG）、上转换器、下转换器和高速数化器。PC 提供系统控制功能，按照发送或测量各种信号的需要安排和重组这些建造块。PC 也运行用户编写提供系统功能的软件，其范围从校准和测量算法直至数据分析。

优点：模块化方法具有最高的灵活性，它能实现高度的硬件重用，因此能容易地通过重组建造块得到等效于多台仪器的功能性。例如由于 AWG 事实上能产生任何类型的信号，因此这一配置所能处理的就不仅仅是多频测试。模块化硬件也提供了用新的、更高性能的模块替换陈旧模块的可能。除此之外，这种方法也可消除冗余的硬件部件，从而有可能减小系统尺寸和降低硬件及支持成本。美国国防部和其它客户相信建造块方法在实现低生命期测试系统上的潜力最大。

缺点：这种体系结构在软件开发上的最初投资很高。主要原因是需要了解、定义和建立单独的测量算法和对取自硬件模块数据的分析功能（这与全集成仪器中把厂商的专门知识内置于固件中的做法截然不同）[1]。因此这类系统的软件开发成本会相当高。另一重要问题是测量精度。由于制造商不能预知模块的每一种可能组合，开发者必须建立所需的例程，例如对飞线连接模块的校准。继而对在此基础上建造的最早系统来说，溯源性也是一个问题。

[1] 预期 Agilent 将会提供伴随建造块硬件模块的质优面广的全套软件工具。可能的软件工具包括各种测量例程（例如群延迟，VSWR），完整的测量模块（频谱分析），甚至遗存的仪器仿真模块。

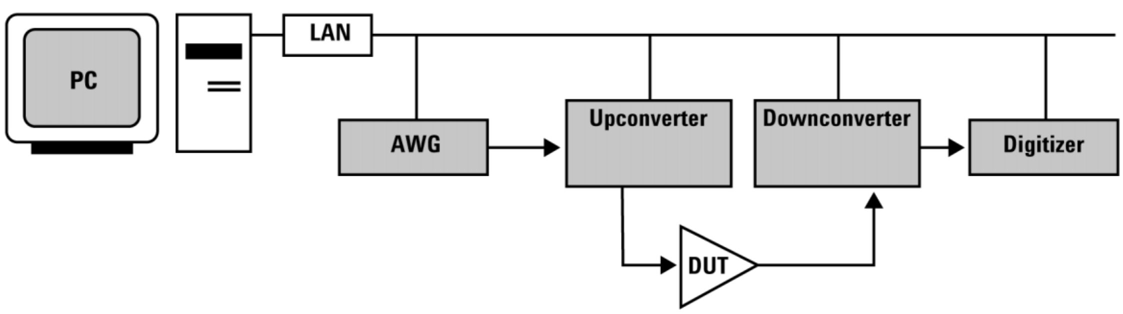
下一代

LAN 对仪器的扩展（LXI）是基于广泛使用的标准，如以太网、TCP/IP、网络浏览器和 IVI 仪器驱动程序的下一代测量平台。它把独立仪器的测量功能性及 PC 标准 I/O 与插卡的模块化和紧凑尺寸有机结合 —— 并同时避免了插件箱的尺寸和成本。它借助计算机和网络标准的稳定性促成长生命期仪器和系统的实现，也使系统开发者免于采用往往在功能和性能上落后的专有标准。

LXI 标准所覆盖的各类仪器可以在测试系统中混合使用：用 LAN 代替 GPIB 的独立或台式仪器；功能类似与台式仪器，但没有显示或键区的仪器模块；以及可用于实现合成仪器（由 NxTest 定义）的建造块模块。有了 LXI，工程师将能容易地把测量能力、测试例程和系统软件从独立仪器移用到他们的模块化设备。

从物理上看，独立 LXI 仪器为全机架或半机架宽度，以及适应前面板显示和键区的足够高度。模块化LXI 装置通常为半机架宽度或全机架宽度，高度为 1U 至 4U。所有信号连接 —— 输入和输出 —— 都在前面板上，LAN 和电源连接则在后面板上。

图 2. 由 LAN 基建造块仪器实现的多频测试系统



例三: 现代矢量仪器

图 3是用现代矢量仪器所构成的最简单系统，它只需要一台矢量信号发生器和一台矢量信号分析仪。PC 不止是作为主机和控制器: 还增加了 Agilent Signal Studio 软件所赋予的功能性，从而能容易地产生所需要的多频信号，并将该信号下载到矢量信号发生器中。

优点: 模拟技术与 DSP 技术的紧密集成提供优异的通用性和功能性。把该系统与传统方式相比较，一台矢量信号发生器代替了原来的三台模拟信号发生器和七个外部附件。在测量边，有些矢量信号分析仪也提供波形分析能力，从而有可能替代单独的数化器或示波器。这些灵活的仪器能用于各种各样的测量，而不止是这一多频测量的例子。系统中仪器数量越少意味着越少的连接，越低的复杂程度和越少的测量误差产生机会。

矢量仪器也能提供更长的生命期: 由于它们是基于固件的仪器，因此能容易地增强其功能性和增加新的能力。因为多数功能性是基于 DSP,所以可通过至 IF级、滤波器等部件的数字连接提供更好的精度和性能。这些性能增强是可溯源的，能有较长的校准周期。

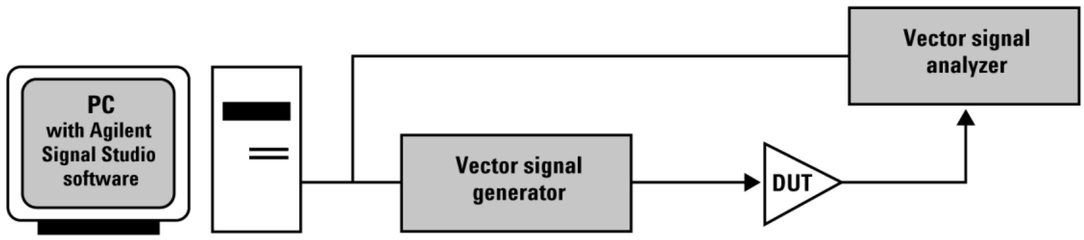
缺点: 就当前而言，混合方式中的每台单元有较高的成本，如这里为所示有可能代替多台模拟仪器的单元。另一项不足是仪器的功能性由固件确定，因此唯有制造商能根据新的或特殊的要求修改或扩展内置的测量能力。最后一项缺点是如果要求更高的模拟性能，在新矢量仪器达到这一性能级时，必须更换整个单元。

三种方法的比较

这三种方法各有利弊。对许多系统开发者来说，他们最熟悉传统模拟仪器，因此能更快地完成开发。此外，这些仪器往往已经具备，并且能够达到所要求的性能。而与其它两种方法相比，下一代模块式仪器在灵活性上有极大优势，并且有可能获得更长的系统生命期— 但也伴随着更长的开发周期和更高的软件成本。今天，现代矢量仪器提供功能性、通用性和精度的最佳组合。通过固件扩展其能力，即可得到让测试设备包括演进中通信标准的好处。

在确定哪种方法最适合您的系统之前，还必须考虑所选连通性、软件和仪器通信的有效性。所有这些都会影响系统开发时间、性能和生命期。

图 3. 使用 DSP 基矢量仪器的多频测试系统实现



扫视连通性选择

大多数最新一代 PC 中装有一个高速 LAN 端口和多个 USB 端口。而在测试和测量世界中，越来越多的测量仪器 —— 以及绝大多数 新的 Agilent 仪器 —— 在 GPIB 连接器的旁边带有 LAN 和 USB 端口。

在PC 行业 LAN 性能稳定进步（并承诺后向兼容性）的推动下，测试设备在继续支持 GPIB 的同时，更多采用被证明面向未来的 LAN 接口。例如矢量仪器和模块式仪器能用 LAN 很好地工作，但您也能通过 Agilent E5810A LAN/GPIB 网关在基于 LAN 的系统中融入 14 台仅有 GPIB 接口的仪器。

评审软件和通信的可选方案

您所选的应用开发环境（ADE）及仪器通信方法的组合确定了在开发时间、软件重用和系统性能间的折衷。

ADE 是文本式的或图形式的。像 Microsoft Visual Studio® 这类文本环境由于要求对命令和语法有深入了解，因此需要较长的学习时间。而像 Agilent VEE Pro 及 National Instruments LabVIEW 这类图形环境采用电路图方法，因此工程师比较容易掌握。过去认为使用文本语言编写的程序在运行速度上有优势，但现在已不是这样。

仪器通信已取到重大进展，直接 I/O 和特定厂商命令也有了通向工业标准命令集和仪器驱动程序之路。直接 I/O 有两项重要优点: 速度，以及访问仪器的全部特性。但因针对的是特定仪器，因此也阻碍了软件的重用。仪器驱动程序是软件的高层部分，它也是针对特定仪器或特定仪器门类，但不同的是如果您在系统中更换仪器，就可只变更相应驱动程序而简化编程。需折衷的是功能性和速度: 驱动程序通常只能访问 20-30% 的仪器特性，通信速度也比直接 I/O 慢。

为实现最快的开发和得到最好的特性，我们推荐采用图形编程和仪器驱动程序。如果您需要访问其它仪器特性或实现更快的通信，有可能在一种应用混用驱动程序和直接 I/O。

简化编程的两项协议

如果您要编写系统软件，无论所使用的是 GPIB、LAN，还是 USB，两项最近的测试和测量标准能确定您所使用的是哪种 I/O。VXI-11 协议定义了所有各类测试设备（不止是 VXI）的 LAN 基通信，而 USBTMC- USB488 标准则把 USB 扩展到适用于测试和测量应用。

VXI-11 和 USBTMC 这两项标准建立了就像 GPIB 至 PC 基应用的 I/O 连接。这意味着现有的 GPIB 程序 —— 以及多年来您所了解有关 GPIB 编程的一切 —— 在您选择通过 LAN 或 USB 的连接时，都可不加改变地继续使用。

Agilent 把这些协议融入到各种 I/O 驱动程序和配置工具中，使LAN 和 USB 连接就像使用 GPIB 一样容易。通过扩展 I/O 的适用范围，您就得到了许多新的能力，例如对测试的远地监控，以及增加保护您在系统硬件和软件上投资的新工具。

把它们融合到一起

表 1 根据影响系统性能的五项要素：测量能力、测量性能、I/O 连通能力、系统软件（以及仪器通信）和潜在的生命期对模拟仪器、模块式仪器及矢量仪器做了比较。这些要素抓住了各种方法的价值，此外，在这一语境中还存在影响总体价值的第六项要素，即硬件成本[2]。

最好的答案最终取决于您 DUT 的属性，以及对您系统的制约因素。但如果您正在构建新的测试系统，我们建议您考虑采用矢量仪器、LAN 基 I/O、图形式编程和仪器驱动程序。这一组合已被证明完全适应未来的系统，能容易地以很低的费用在近期修改，或在未来维护和更新。如果您需要要遵从 NxTest，则可用前面推荐的矢量仪器取代模块式仪器。

表 1: 比较三种硬件方法的主要属性

	传统模拟仪器	**下一代模块式仪器**	**现代矢量仪器**
测量能力	好，但有限	用户建立单独的功能，得到最大控制	最好，非常通用；制造商通过固件改变容易地更新
测量性能	可能提供最好的原始测量性能（如频率范围、带宽）	能通过混用模块实现所需要的速度、范围和带宽组合	有可能提供最好的速度、分辨率和精度
连通能力	GPIB; 可使用 LAN 和 USB 转换器	LAN	可以有 GPIB，LAN 和 USB
软件和通信	通常使用文本编程和直接 I/O（可能用 SCPI3）	带驱动程序的图形或文本编程；有的模块可能需要低级编程	带驱动程序的图形或文本编程；（如需要可以用直接 I/O）
潜在生命周期	好，但要靠更换实现最新性能和能力	极好: 按需要更新软件得到新能力;替换模块得到最新性能	对商业项目非常好；对航天和国防项目可能很短。能通过固件更新增加能力；但必须经更换仪器得到最新模拟性能
硬件成本	适中，但可能需要不止一种类型的仪器	各模块成本高（最初成本），但由于测试系统的灵活性和长生命期而提供较低的总成本	某些仪器高，但每种仪器都可替代多台模拟仪器（提供更高的灵活性）

2 在许多情况下，缺乏软件移植能力会使新软件的开发成本远远超过硬件成本。

3 可编程仪器的标准命令；更多信息见 11 页上的术语表。

成就测试系统开发的未来

长寿命和短寿命的 DUT 都需要测试系统采用长寿命的仪器，I/O 和软件。Agilent 是创建基于系统就绪仪器、PC 标准 I/O 和开放软件环境长寿命解决方案的引路人。例如，我们继续为目前已经是业内最大 LAN 基产品族增添新成员。同时为保护您在仅有 GPIB 的仪器上的投资，我们也提供诸如 Agilent E5810A LAN/ GPIB 网关和 82357A USB/GPIB 接口这类装置。

为了解更多加速系统开发，计划系统集成和利用开放连通性优点的方法，请访问 Agilent Open 网址：**www.agilent.com/find/open**。通过在该网址的签约，即可尽早得到本系列未来应用指南的拷贝件。您只需找到链接 “Join your peers in simplifying test-system integration “

相关文献

对 1465 系列应用指南的最新增添提供有关 LAN、WLAN 和 USB 在测试系统中成功使用的其它资料:

- *LAN在测试系统中的使用:*基本原理，AN 1465-9（出版号 5989-1412EN）**http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1412EN.pdf**
- *LAN在测试系统中的使用.*网络配置，AN 1465-10（出版号5989-1413EN）**http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1413EN.pdf**
- *LAN在测试系统中的使用:* PC 配置，AN 1465-11（出版号5989-1415EN）**http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1415EN.pdf**
- *USB在测试和测量环境中的使用:* 网络配置，AN 1465-12（出版号5989-1417EN）**http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1417EN.pdf**
- *使用 SCPI 和直接 I/O vs. 驱动程序，* AN 1465-13（出版号5989-1414EN）**http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1414EN.pdf**
- *LAN在测试系统中的使用:* 应用,AN 1465-14 （出版号 5989-1416EN）**http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1416EN.pdf**
- *LAN在测试系统中的使用:* 设置系统 I/O，AN 1465-15 （出版号 5989-2409）**http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-2409EN.pdf**

1465 系列中的更早应用指南为您提供助您开发高效低频测试系统的诀窍:

- *建立至测量系统的无线 LAN 连接*（AN 1409-3),出版号: 5988-7688EN **http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-7688EN**
- *测试系统设计入门*（AN 1465-1），出版号:5988-9747EN **http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-9747EN.pdf**
- *计算机 I/O 考虑(AN 1465-2),* 出版号: 5988-9818EN **http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-9818EN.pdf**
- *理解驱动程序和 Direct I/O*（AN 1465-3)，出版号: 5989-0110EN **http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-0110EN.pdf**
- *选择您的测试系统软件体系结构*（AN 1465-4)，出版号: 5988-9819EN **http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-9819EN.pdf**
- *选择您的测试系统硬件体系结构和仪器*（AN 1465-5），出版号: 5988-9820EN **http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-9820EN.pdf**
- *理解机架和仪器互连的影响*（AN 1465-6)，出版号: 5988-9821EN **http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-9821EN.pdf**
- *最大化系统吞吐率和优化调度*（AN 1465-7)，出版号: 5988-9822EN **http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-9822EN**
- *操作维护*（AN 1465-8)，出版号: 5988-9823EN **http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-9823EN.pdf**

To read more about LXI:

- *Next-generation Test Systems:* Advancing the Vision with LXI (pub no. 5989-2802EN) **http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-2802EN.pdf**

术语表

API　应用程序接口; 一套严格定义的软件例程，应用程序能通过它访问下层操作系统或可重用软件库所提供的功能和服务

COM　组件对象模型; 也称 Microsoft COM; 允许软件开发者建立能不修改程序而由已有应用程序使用的新软件组件; 在软件重用上胜过 DLL

直接 I/O　直接输入/输出; 与仪器通信，但没有驱动程序的好处（或开销）; 成功使用直接 I/O 需要深入了解可编程仪器的标准命令（SCPI）。

驱动程序　也称仪器驱动程序; 一组驻存在计算机上用于控制仪器的功能集合（如数字多用表、示波器、网络分析仪）; 对 SICL 和 VISA 的替代

DUT　被测设备; 测试系统所测量的部件、组件或产品

以太网　在物理层和数据链路层实现中占主导的一种专门的 LAN 技术; 也称 IEEE 802.3

网关　一种连接不同标准和协议的硬件设备（如 LAN 至 GPIB）

GPIB　通用接口总线; 测试设备和测试系统的主导 8-bit 并行 I/O 连接

HP-IB　Hewlett--Packard 接口总线; GPIB 的另一名称

HS-488　a high-speed extension of the IEEE-488 standard

IVI　可互换虚拟仪器; 标准仪器驱动程序模型，允许跨仪器型号和类别的一致性编程风格

IVI-COM 驱动程序　也称 IVI 组件驱动程序; 提供作为 COM 对象的 IVI 驱动程序，保留 COM 使能开发环境的全部能力

LAN　局域网

库　汇集可调用的软件操作; 可重用软件功能表明能由其它程序使用

LXI　LAN 对仪器的扩展; 一种基于广泛使用标准，如以太网、TCP/IP 和 IVI-COM 驱动程序的仪器平台; 在 PC 基自动测试系统中使用的小型无面板模块

即插即用驱动程序　也称通用仪器驱动程序; VXI即插即用驱动程序被非 VXI 仪器采用; 用户编写的程序也能调用库功能。

SCPI　可编程仪器的标准命令; 定义了全套控制可编程测试设备的通用命令。

SICL　标准仪器控制库; 与各种计算机体系结构、I/O 接口和操作系统一道工作的模块化仪器通信库; 已在很大程度上被 VISA 取代

合成仪器　硬件和软件模块的集合，它们能链接到一起，用以仿效独立仪器的能力

TCP/IP　传输控制协议和 Internet 协议; 这两项标准构成 Internet 数据通信的基础

UPnP　通用即插即用; 这一网络体系结构保证了装置、软件和外设的兼容性; 它不同于即插即用或 VXI 即插即用驱动程序。

USB　通用串行总线; 设计用于替代 PC 中使用的 RS-232 和 RS-422 串行总线

V**ISA**　虚拟仪器软件体系结构; 有时也称为 VISA-C; 是系统软件组件，包括仪器驱动程序、虚拟前面板和应用软件的共同基础; 由全套跨不同 I/O 接口技术，独立于制造商的全套仪器通信工作组成

VISA COM　提供COM 基 API 中的 VISA 服务; 按 I/O 能力是 VISA 的子集，但包括 VISA 中没有的某些服务

VXI　VME 对仪器的扩展; 一种适用于模块化测试仪器和系统的开放标准体系结构

VXI 即插即用　一种适用于所有类型仪器的流行驱动程序技术; 它提供跨仪器的一致性编程风格; 某些VX即插即用驱动程序包括虚拟前面板技术，允许开发环境为操作仪器提供额外帮助和虚拟引导。

www.agilent.com

欢迎订阅免费的

安捷伦电子期刊

www.agilent.com/find/emailupdates
得到您所选择的产品和应用的最新信息。

Agilent 开放连通性

Agilent简化连接和编程测试系统的过程，以帮助工程师设计、验证和制造电子产品。Agilent的众多系统就绪仪器，开放工业软件，PC标准I/O和全球支持，将加速测试系统的开发。要了解更详细的情况，请访问:

www.agilent.com/find/openconnect。

您可以通过 Internet、电话或传真，获得与所有测试测量需求有关的协助。

在线帮助：
www.agilent.com/find/assist

热线电话：**800-810-0189**

安捷伦科技有限公司总部
地址：北京市朝阳区建国路乙 118 号
招商局中心 4 号楼京汇大厦 16 层
电话：800-810-0189
(010) 65647888
传真：(010) 65647666
邮编：100022

上海分公司
地址：上海西藏中路 268 号
来福士广场办公楼 7 层
电话：(021) 23017688
传真：(021) 63403229
邮编：200001

广州分公司
地址：广州市天河北路 233 号
中信广场 66 层 07-08 室
电话：(020) 86685500
传真：(020) 86695074
邮编：510613

成都分公司
地址：成都市下南大街 2 号
天府绿洲大厦 0908-0912 室
电话：(028) 86165500
传真：(028) 86165501
邮编：610012

深圳办事处
地址：深圳市深南东路 5002 号
信兴广场地王商业中心
4912-4915 室
电话：(0755) 82465500
传真：(0755) 82460880
邮编：518008

西安办事处
地址：西安市科技二路 68 号
西安软件园 A106 室
电话：(029) 87669811
(029) 87669812
传真：(029) 87668710
邮编：710075

安捷伦科技香港有限公司
地址：香港太古城英皇道 1111 号
太古城中心 1 座 24 楼
电话：(852) 31977777
传真：(852) 25069256

出版号: 5989-3321CHCN
2005 年 10 月　印于北京

Agilent Technologies