

浅析测试仪器的现状及发展趋势

吴琳丽

随着电子技术、计算机技术、通信技术以及自动化技术的高速发展,对测试仪器的检测速度、准确度和检测功能等方面提出了更高的要求,而这些技术的发展也推动了测试仪器的迅速发展。现代监测和传感技术、显示技术、数字信号处理技术和系统理论研究,都为测试过程的数字化、智能化、网络化创造了条件。在它们的推动下,仪器仪表技术不断进步,出现了以计算机为核心的自动测控系统,测试仪器也从早期简单的模拟式、数字式仪表,发展到现在的智能化仪表、虚拟仪器、网络化仪器等先进的微机化仪器。总体来看,测量仪器主要经历了从传统仪器到智能仪器、虚拟仪器和网络化仪器四个发展阶段。

一、传统仪器

这里所说的传统仪器包括模拟仪器和数字式仪器。模拟仪器指基于电磁测量原理、以模拟测量为主的指针式仪表。数字仪器则是以数字电路进行信息的数字化处理,然后数字显示,这种仪器比模拟仪器的测量精度要高,响应速度也较快。常用的数字万用表、示波器、数据记录仪就是传统仪器的代表。传统仪器功能固定,独立而不灵活,只能用价格不菲的单台仪器完成单一或固定的工作,需要较多的资金投入,较多的系统开发和维护费用,所以已经不能适应现代科学技术的需求。

二、智能仪器

智能仪器是将人工智能的理论、方法和技术应用于仪器仪表,使其具有类似人智能特性或功能的仪器。数字的采集和处理都由内部的单片机控制。智能仪器利用单片机的算术逻辑处理能力,用软件取代了过去的电子线路和硬件功能。由于软件的灵活性,智能仪器可以用各种软件和处理方法进行信息的采集、处理和存储,而无需专用的电子线路,大大简化了智能仪器的控制结构。智能仪器的硬件用来实现数据采集技术及输入输出技术,包括单片机接口和输入输出设备;而软件实现数据处理,包



括采样、滤波、处理,把输入信息进行加工后产生所需要的输出信号,送到输出电路去显示。为了提高精确度,有的智能仪器还设置了自动校正、自选量程等功能。部分仪器为了扩展自身功能,设置了多种物理测量功能,如量制变换、间

接结果计算、自动控制、打印、停电保存、自诊断和自测试等一些传统仪器无法实现的功能,所以智能仪器是一台多功能的仪器。智能仪器和传统仪器无论在结构上或技术上都有很大区别,现代化的绝大多数测量仪器都基于微处理器化的智能式原理设计的。

三、虚拟仪器

自1986年美国国家仪器公司推出虚拟仪器(Virtual Instruments, VI)的概念以来,这种计算机操纵的模块化仪器系统在世界范围内得到了广泛的认同与应用。它是将计算机资源、通用硬件平台与应用软件有机结合,利用软件在屏幕上生成各种仪器面板,完成对数据的处理、表达、传送、存储、显示等功能。随着计算机技术的高速发展,通用硬件平台正在成为趋势。通用硬件平台主要包括用于数据采集、信号分析处理和信号输出显示等带有共性的硬件,例如微型计算机、模/数(A/D)和数/模(D/A)变换器、显示器等。利用这些通用硬件平台,根据不同仪器的具体技术要求,开发出相应的软件,就可以产生不同的测试功能,输出多种测试信号。软件可以定义为各种仪器,因此可以说“软件即仪器”。虚拟仪器充分利用微型计算机强大的软、硬件技术,可以设计出风格不同的人机操作界面,并且易于随计算机软、硬件的升级而升级。

虚拟仪器的优点 虚拟仪器允许用户在通用硬件平台上根据自己的需要构造仪器,对仪器功能进行变换重组,充分发挥计算机或数字信号处理器的作用,因而与传统仪器相比主要有以下优点。①可以由用户自己定义、自己设计仪器系统,满足不同的要求;②仪器的功能更加强大、灵活、易于

扩展、智能化更高；③容易同网络、外设及其他应用设备相连接，降低成本，缩短技术开发周期。

虚拟仪器的分类 虚拟仪器根据采用总线方式的不同，可分为五种类型。所谓总线就像是传输数据的公共通道，总线位数越多，传输数据越多，路越通畅，速度越快。

(1) **PC 总线-插卡型虚拟仪器。**PC 总线是单板机上的输入/输出扩展总线，但不支持多主 CPU 的并行处理。PC 机在底板上设置一些标准扩展插槽，想扩充 PC 机的功能，只要设计符合插槽标准的适配器板，然后将板插入插槽即可。这种虚拟仪器就是借助于插入计算机内的数据采集卡与专用软件（如 LabVIEW）相结合，通过各种控件自己组建各种仪器。以前用的比较多的是 ISA 总线结构。ISA 是工业标准体系结构（Industrial Standard Architecture）的缩写，是一种在原始 IBM PC 引入的 8 位总线结构，后扩展到 16 位。由于输入/输出速度较慢，随着上世纪 90 年代初 PCI 总线技术的出现，很快被淘汰了。PCI 是“Peripheral Component Interconnect”的缩写，即外围元件互联。PCI 总线支持 33MHz 的时钟频率，数据宽度可扩展到 64 位，数据传输率可达 132M~264MB/s。不同于 ISA 总线，PCI 总线的地址总线与数据总线是分时复用的，即插即用、中断共享。但目前 PCI 总线的虚拟仪器价格还比较昂贵。

(2) **并行口式虚拟仪器。**它们是一系列可连接到计算机并行口的测试装置。并行接口是指数据的各位同时进行传送，其特点是传输速度快，但不适于传输距离远、位数多的情况。这种虚拟仪器是把硬件集成在一个采集盒内，软件装在计算机上，通常可以完成各种测量测试仪器的功能。比如可以组成数字存储示波器、频谱分析仪、任意波形发生器、频率计、数字万用表、功率计、程控稳压电源、数据记录仪、数据采集器等等。

(3) **GPIB 总线方式的虚拟仪器。**GPIB（General-Purpose Interface Bus），即通用接口总线。通过 GPIB 控制卡可以实现对仪器的操作和控制，替代传统的人工操作方式，可以很方便地把多台仪器组合起来，形成自动测量系统，使测试和测量工作变得快捷、简便、精确和高效，提高了传输速率，同时增加了支持的设备总数。GPIB 测量系统的结构和命令简单，主要应用于台式仪器，适合于精度要求高，但不需高速传输的情况。

(4) **VXI 总线方式虚拟仪器。**VXI 总线技术是 VME（Versa Module European）总线在仪器领域的扩展（VXI 即 VME eXtensions for Instrumentation 的缩写）。VME 总线是一种商业化、完全开放的 32 位系统总线，能支持多机和多主设备，最高数据传输率可达 57MB/s。VXI 总线是在 VME 基础上的一种模块化仪器总线，它吸取 VME 总线的高速通信和易于组成测试系统的优点，而且集中了智能仪器的很多特长。它具有稳定的电源、强有力的冷却能力和严格的抗频率干扰和电磁干扰能力。由于它的标准开放、结构紧凑、数据吞吐能力强、定时和同步精确、模块可重复利用、众多仪器厂家支持的优点，很快被广泛应用。

(5) **PXI 总线方式虚拟仪器。**PXI 总线是一种全新的开放性、模块化仪器总线规范。PXI 总线技术是 PCI 总线在仪器领域的扩展（PXI 即 PCI eXtensions for Instrumentation 的缩写）。它将 PCI 总线技术发展成适合于试验、测量与数据采集场合应用的机械、电气和软件规范，从而形成了新的虚拟仪器体系结构。增加了多板触发总线，以使用于相邻模块的高速通讯的局总线。PXI 具有高度的可扩展性，具有 8 个扩展槽，而台式 PCI 系统只有 3~4 个扩展槽，通过使用 PCI-PCI 桥接器，可扩展到 256 个扩展槽。台式 PC 的性能价格比和 PCI 总线的扩展优势结合起来，将形成未来的虚拟仪器平台。

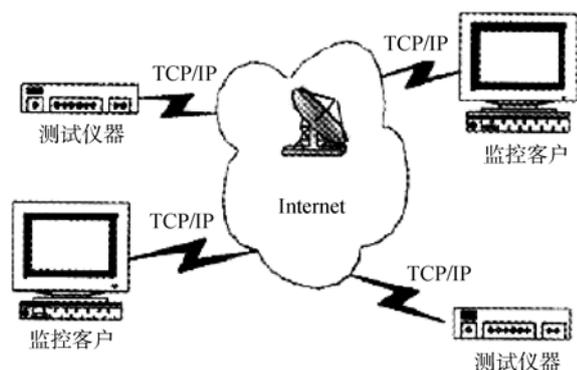
四、网络化仪器

随着通讯和网络技术的不断发展，一种涵盖范围更广、应用领域更广的全新测量技术——网络化测量技术逐步形成并日渐清晰，具备网络功能的新型仪器应运而生，使检测技术的现场化、远程化和网络化成为可能。

网络化仪器的定义 对于网络化仪器，被测对象可通过测试现场的普通仪器设备，将测得的数据通过网络传输给异地的精密测量设备或高档次微机化仪器去分析、处理，实现测量信息的共享，掌握网络节点处信息的实时变化趋势。此外，也可通过具有网络传输功能的仪器将数据传至原端，即现场。我们把在任何条件下能够获取到测试信息（或数据）的所有硬、软件条件的有机集合称为“网络化仪器”。

使用网络化仪器，使人们在任何地点、任意时间获取测量信息的愿望成为现实。与传统仪器相比，这的确是一个质的飞跃！除此之外，使用网络化仪

器, 无疑能显著提高测量功效, 降低监测、测控工作的人力和财力投入, 缩短测试工作的周期。



智能仪器直接连接到 Internet 示意图

网络化仪器的分类 目前, 就国内外的研究情况看, 网络化仪器主要存在如下两种形式。一是局域通信网络, 主要有集散控制系统 (Distributed Control System, DCS) 和现场总线控制系统 (Fieldbus Control System, FCS); 二是直接连接到 Internet 上。

集散控制系统是一种典型的局域通信网络, 具有集中管理和分散控制的特点。既有分散的仪器, 又有集中的计算机控制, 由集中管理、分散控制和通讯三大部分组成。优点在于采用高速通信网络使系统的处理能力大大提高; 通过控制多个智能输入/输出站, 可以采集更多的点和控制更多的回路; 功能分散, 从而提高了系统的可靠性。在集散控制系统中, 各种智能仪器与上位计算机联接组成中小规模的分布式系统, 通过计算机可分别对数十台智能调节仪器进行检查和修改、改变操作模式。

现场总线控制系统是一种用于各种现场仪表与基于计算机的控制系统之间进行的数据通信系统。在现场总线控制系统中, 现场仪表与控制室的仪表可以现场总线为数字通信干线构成全数字化通信方式, 节省了控制仪表出入接口的 A/D 和 D/A 转换, 以及现场与控制室的大量连接导线, 从而大大提高了检测与控制的精度和整个系统的可靠性; 现场总线控制系统的现场仪表是智能化仪表, 具有多种功能, 可以实现多参数的检测, 提高了系统的实时性与可靠性; 现场总线控制系统具有完全的开放性, 不仅有利于系统性能的集成和扩展, 并且工程设计、安装、调试与维护都非常方便, 从而降低费用, 缩短工期。目前较流行的现场总线主要有 CAN (控制局域网络)、LONWORKS (局部操作网络)、ROFIBUS

(过程现场总线)、HART (可寻址远程传感器数据通路)、FF (现场总线基金会) 现场总线等。

现如今, 以 Internet 为代表的计算机网络的迅速发展, 为测控网络的普遍建立和广泛应用铺平了道路。这种网络化测试是把 TCP/IP 协议嵌入现场智能仪器的程序存储器中, 使信号的收、发都以 TCP/IP 方式进行 (如左图)。在这样的测控网络中, 仪器设备充当网络中独立节点的角色, 信息可跨越网络传输至所及的任何领域, 使实时、动态的在线测控成为现实。在国防、通信、航天、气象、制造等领域, 对大范围的网络化测控将提出了更迫切的需求, 网络技术也必将得到广泛的应用。网络化仪器会很快发展并成熟起来, 使测试网络由传统的集中模式转变为分布模式, 从而有力带动和促进现代测试仪器的发展。由此可见, 网络化必将成为未来测试仪器的重要发展趋势。

网络化测试仪器的现状 测试仪器的网络化在现实广泛的测控领域中已发挥了相应作用。以下是两个网络化仪器的实例。

(1) 网络化传感器。它是在智能传感器的基础上, 把 TCP/IP 协议嵌入到现场传感器的 ROM 中, 使其具有网络接口能力。网络化传感器像计算机一样成为了测控网络上的节点。利用局域网或广域网, 处在测控点的网络传感器将测控信息加以必要的处理后登临网络, 联网的其他设备便可获取这些参数, 进而再进行相应的分析和处理。

(2) 网络化电能表。按上述网络化仪器的定义, 电能自动抄表系统也相当于一种用于测量电能数据的网络化仪器——网络化电能表。利用电能自动抄表系统, 经电缆或电话线或无线电或电力线路, 用电管理部门便可完成对异地用电信息的测取和监控。当然, 现有网络化电能表的技术含量还比较低。

在当今科技的高速发展中, 测量技术和实验手段的现代化已成为科技现代化的重要标志。随着计算机技术、网络通信技术的进步, 测试仪器向高度智能化、集成化和网络化发展的趋势是必然的。通过组建网络来形成实用的测控系统, 提高生产效率和共享信息资源, 已成为测试仪器发展的方向。不难预见, 未来的测试仪器将具有更高智能、适用场合更广、含盖范围更宽的特点。在国防、通信、航天、气象、制造等领域, 网络化仪器会很快发展并成熟起来, 从而带动和促进现代测试仪器的发展。

(安徽省海军蚌埠士官学校物理教研室 233012)