

虚拟仪器、卡泰仪器与智慧仪器的发展历程及趋势

应怀樵

(北方振动和噪声技术研究所, 北京 100085)

摘要: 从 1979 年我国提出“软件制造仪器”, 1983 年提出卡泰仪器, 到 1986 年美国提出“软件即是仪器”, 再到 2009 年我国提出“云智慧仪器”经过三十二年的发展历程。虚拟仪器已经深入人心, 已在各行各业广泛应用, 进入虚拟仪器时代。虚拟仪器的下一阶段是“智慧仪器”时代, 文内指出了“智慧仪器”的特点和发展方向。文内也给出 COINV 软件硬件技术的最新进展及全国首届虚拟仪器设计大赛的概况和 VI 在国内的推广应用的盛况。

关键词: 虚拟仪器、卡泰仪器、智慧仪器、云计算

Abstract: 32 years have been passed since the concepts that soft makes instrument was put forward in 1979, that CATAI was present in 1983 in china, and that soft is instrument in 1986 in America, that cloud smarter instrument was put forward in 2009 in china. Now the virtual instruments(VI) gain more and more popularity, and are widely used in all walks of life. And we are in the era of VI. The next development stage is the smarter instrument era. The features and development direction are pointed out, the recent advances in hardware and software of COINV, introductions to the first national VI design contest and promoting of VI in china.

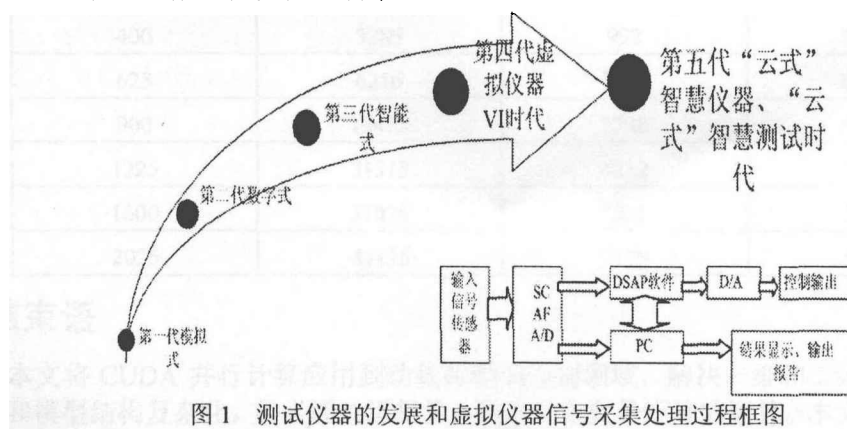
Keywords: Virtual Instrument(VI), Computer Acquisition, Test and Analysis Instrument(CATAI), Smarter Instrument, Cloud Computing

1 前言

科学仪器与试验技术走过了模拟式、数字式、智能式三个阶段, 从上个世纪八十年代(1983~1986)起, 开始出现了第四代仪器, 虚拟仪器 VI 时代。虚拟仪器 VI 以数采 DAQ 和 DASP(数据采集与信号处理)软件技术和 PC 机为载体, 经过 20 多年发展, 目前已经取得了重要进展, VI 已逐渐取代上述三类仪器。从上个世纪六十年代(1964~1969)试验室用“火车拉着走”到上个世纪九十年代(1993 年 INV306 到北美展出)再到现在基本实现了“试验室拎着走”。随着上网小笔记本时代的到来, 以及高性能 DAQ 数据采集仪的发展, 目前已全面实现了真正的“把试验室拎着走”。

虚拟仪器的定义和作用如下: 虚拟仪器是指在 PC 机技术基础上通过数采和信号调理硬件和信号处理分析(DASP)及 LabVIEW 等各种应用软件构建而成的、具有可视化界面的仪器; 是一种新概念的测试仪器、就其功能而言, 它是一个真实的仪器, 而“虚拟”的含义是指软件来实现传统仪器中许多硬件所实现的功能, 用“软件制造仪器”、“软件代替硬件”, 满足多样的应用需求; 它的出现, 带来了科学仪器与科学试验领域的一次深远的技术革命, 几乎渗透到了所有的测试控制领域。有趋势表明, 虚拟仪器最终要取代大量的传统仪器成为仪器领域的主流产品, 将成为测量、分析、控制、自动化仪表的核心, 并成为机器人的核心技术, 其社会意义与经济意义十分巨大。

然而, 随着互联网的迅速发展, “云计算”和物联网(传感网)的时代开始来临, 不久的将来将实现“试验室网上走”, 试验室的“云时代”, 云智慧测试仪器及云式智慧测试时代就要到来了。VI 仪器发展框图如图 1 所示:



2 国内外 VI 的发展历程

1965年,作者参加国防核爆炸防护工程课题-地下铁道的核爆炸震动、噪声与动力学测试分析的研究。发现用硬件设备无法获得地铁道床的下沉残余位移(0HZ)的难题,所以萌生了构造“用数字算法(软件)取代硬件”曾用计算尺和手摇计算机试算,1973年用FORTRAN IV语言编程用ECC555数字计算机的软件数字积分和频谱分析取代硬件模拟积分的方法解决上述难题,到1979年获得成功,参见在1979年11月出版的《振动测试和分析》中的P355,图7-6实测波形的参量变换。同年11月在杭州召开的全国核试验防护工程学术交流会上,提出“软件制造仪器,软硬件结合取代传统由硬件构成的模拟式仪器”的概念,获得主持会议中科院力学所所长郑哲敏院士,清华副校长张维院士,同济大学校长李国豪院士的支持和赞扬。1983年1月作者因特殊原因无法使用磁带记录仪和信号分析仪,所以下决心研究PC卡泰,在东方所的前身中国振动咨询部的筹建过程中,提出了卡泰仪器-PC卡泰仪器(PCCATAI)课题的构思。其具体方案强调在1983年5月出版《波形和频谱分析与随机数据处理》一书,P304-314,其中主要参阅P307页,图6-27计算方案框图,这是中国VI的初期构思与早期方案:1983筹办咨询部到1985年东方所正式成立,正式立题“DASP虚拟仪器库和INV移动试验课题研究,并提出“试验室拎着走”的目标。非常巧合的是美国的NI公司在1976年成立。1983年NI在生产GPIB接口仪器用于计算机与仪器之间连接,此时公司已小有规模,运营良好,解决了仪器的连接后,决定着手攻克测试测量中更深层的难点,也就是测量软件的开发,它们基于计算机的电子制表软件。为金融领域带来了巨大便利,受此启发希望为本行业发明一种同样高效的工具,应用于工程师和科学家们进行的测试测量以及自动化项目,当时最常用的语言是BASIC,1984年苹果公司推出Macintosh计算机图形化特性软件,受此启发,因而定下图形化是目标,图形化前面版就是人与测量程序交互的过程,前面版与实际仪器的面板十分相似,实际上这些程序就是虚拟仪器。他们与一群学生到远离公司的办公室,研究这个项目,1985年6月开始写程序代码到10月完成。1986年4月正式宣告了Labview的诞生。NI公司也出现在杂志封面上,到1986年10月Labview1.0才正式向用户发货。

1990年1月正式发布LabVIEW2.0,到2006年LabVIEW20周年推出了LabVIEW8.20及庆祝NI公司30周年,此时有员工3800多名。NI的营造的企业文化,推动企业进步,并为员工带来了挑战和乐趣并存的工作环境。在工作中享受乐趣发挥创造性和团队精神,员工顺畅的沟通渠道,并且共同分享团队成功的喜悦。连续七年,《财富》杂志评选NI为全美最适合工作的百强企业,而COINV的企业文化18条核心也是包括春风化雨式的企业文化,强调创造性和团队精神,快乐工作;到2011年5月在北京清华大学紫光楼会议室召开“全国虚拟仪器大赛奖励大会”,标致VI从萌芽发展到成功的一个国内外发展过程。我国的VI发展。1979在美丽的风景城市杭州提出“软件制造仪器”的概念比1986年美国NI公司提出“软件即是仪器”的概念早七年。NI公司从1976年成立公司,比东方所1983年筹建公司的前身中国科协咨询中心振动技术咨询部也是早了七年。而东方所应怀樵1973年尝试VI的核心技术“软件取代硬件”却比NI公司1983年立题虚拟仪器研发早十年,无巧不成书,两个企业决定研发虚拟仪器到出产品都正好在1983~1986期间,直到中国的东方所于2009年在美丽的风景城市桂林提出“云智慧仪器和云智慧测试时代”,指出了科学仪器发展的第五阶段“智慧仪器”时代即将到来。

虽然全国VI大赛会议的唯一缺憾是具有中国自主知识产权的VI-DASP软件系统和INV移动实验室系统没有参加竞赛。全部获奖作品基本上是NI公司的软件、硬件为基础的作品。但作者还是对这次会议的成功深表祝贺,因为它代表了VI发展的一个里程碑。

3 虚拟仪器与卡泰仪器的研发历程

从1973年-1979年正式开始探索虚拟仪器的研发之路;

从1983年-1986年起,国内外(中国COINV东方所和美国NI公司)几乎同步前进虚拟仪器正式立题走向它的研发历程。

虚拟仪器(VI)和PC卡泰(微机卡泰仪器)是以软件为主体,结合适当的硬件(微机(PC)、模数转换A/D、数模转换D/A、抗混滤波(AF)、调理放大(SC)、传感器(TD))所组成的数字化和智能化的仪器。它包括数据采集-分析处理-显示一体化的新型测试仪器,简单的说:“VI并非传统的仪器,它是指集数据采集器和信号调理器、信号处理技术与PC机技术于一体的软件为主体的由少量硬件和嵌入式芯片及大量的各种软件所构成的仪器,它

构成了一个稳固的金三角如图 2 所示:

- 目前 VI 仪器的发展大致分为 8 种类型
- PC 总线-插卡型仪器
- PC 端口 —LPT 并行口式和 1394 口式, 虚拟仪器
- GPIB 总线式虚拟仪器
- VXI 总线虚拟仪器
- CPCI 总线与 PXI 总线方式的虚拟仪器
- LAN 以太网式和 LXI 总线方式虚拟仪器
- USB 口式虚拟仪器
- 袖珍式(手持式、嵌入式)一体机

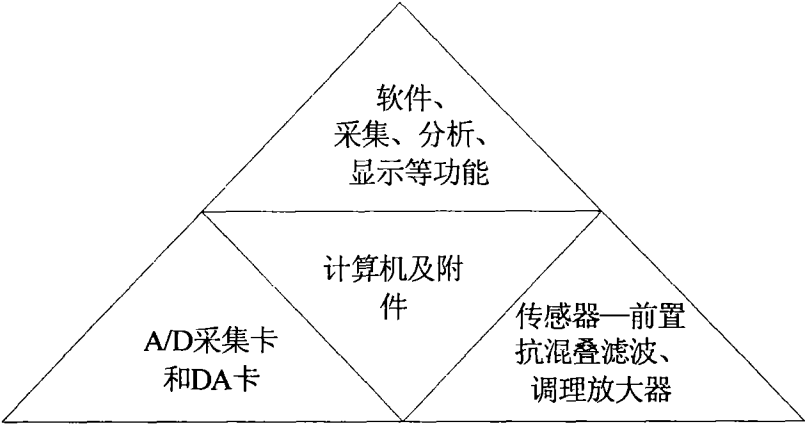


图 2 VI 和 PC 卡泰的构成示意图

4 智慧仪器与试验室网络云时代展望

4.1 互联网 Internet 和“云计算”技术的发展

虚拟仪器的载体主要是 PC 机, 因此也可叫 PC 卡泰, PC 机已经普及, 城市里的人几乎家家户户都可以买得起, 目前市场上笔记本 PC 回归正常发展道路, 价廉轻巧的上网笔记本(如图 3 所示), 平板式电脑 iPad 已经出现, 带有网络接口的便携式仪器(如图 4 所示)也已大量出现, 它可连接 64×1024 个各种传感器, 达到 65536 个传感器的局域传感网。它们使 VI 有了更加便捷的工具, 可以实现真正的“拎着走”。

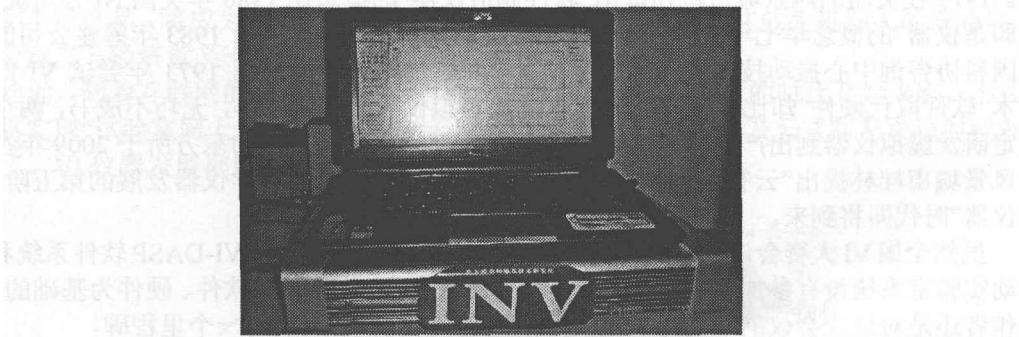


图 3 便携小巧的上网笔记本和 3018C 数采仪

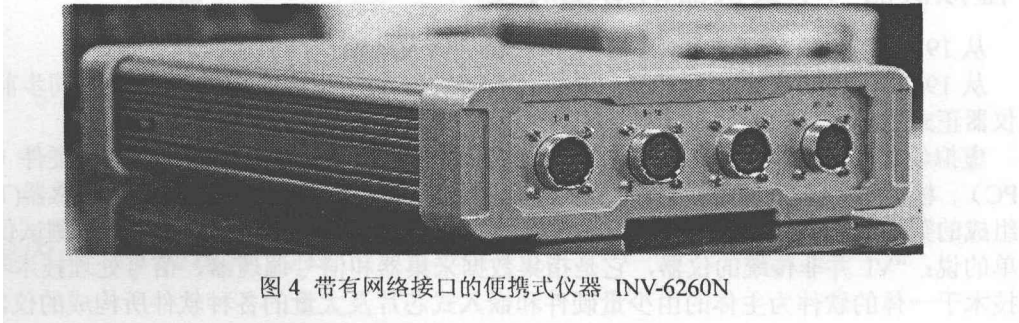


图 4 带有网络接口的便携式仪器 INV-6260N

然而,目前 IT 行业即将面临巨大变革——“云计算”的时代即将到来,只需要一台能上网的终端设备,无需安装大量的程序和软件,用户可以通过互联网就能实现处理文档、存储资料、分析计算,通过电子邮件或 U 盘与他人分享信息,以及其他目前能在电脑上使用的各种功能,这些都是“云计算”时代计算机用户能享受到的服务。专家认为:“云计算”技术的出现使得用户可以直接通过网络获取全面的计算能力,这一模式将会给 IT 业和 VI 业带来巨大的变革。

“云计算”的概念是由 Google 的 CEO 艾里克·施密特在 2006 年的讲座上第一次提出使用的,其真正涵义是“云(因特网)+计算(信号或信息的计算处理)。”“云计算”一词用来描述一个系统平台或者一种类型的应用程序,任何一个用户通过合适的互联网,接入设备,以及一个标准的浏览器,都能访问“云计算”应用程序。“云计算”的核心,是基于庞大硬件平台下互联网应用和服务,硬件平台、应用程序服务位于“云端”。谷歌甚至强调未来几乎所有的软件都可以搬上互联网、以服务取代软件。就像用电不需要家家安装发电机而可以从电力公司购买一样,“云计算”是一种变革。它可由 IBM、戴尔和谷歌这样的国内外专业公司搭建计算机运算存储中心。用户通过一根网线或者 WIFI, 3G 借助浏览器和终端以及笔记本电脑或智能手机就可以方便的访问,把“云”作为资料存储和应用计算分析服务中心。

谷歌想把自己变成全球计算机,目前已推出了云计算产品“谷歌 APPS 软件包”,基本上是微软 Office 软件的简化版,只是无需像 Office 那样安装,只要接入互联网,就能使用此功能。戴尔还申请把“云计算”作为自己的注册商标,并发布了一款名为 Latitude on 的新产品,它允许用户在不启动 Windows 的情况下使用电子邮件、网络浏览、个人信息管理以及文档浏览等功能,使得用户无需启动操作系统的情况下仍然可以进行基本的应用。云计算利用高速互联网的传输能力使数据处理过程由 PC 或服务器转到互联网上的计算机集群中,给用户带来了空前的计算能力,作为一种新型的计算模式,成为工业界和学术界的另一个研究热点。

4.2 物联网(传感网)的发展

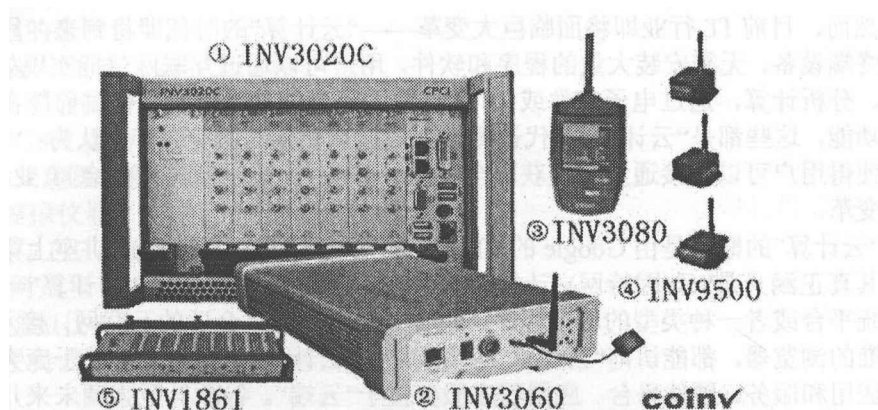
1969 年互联网第一封电子邮件在美国发送成功,1994 年是中国互联网元年,时至今日,网络已经渗透进人们生活的方方面面,但现在互联网已经“不堪重负”,专家预测 2010 年原有的 IPV4 地址将耗尽,为此,国际互联网标准化组织(IETE)在 1997 年提出了 IPV6 这一协议。将使得 IP 地址容量达到 3.4×10^{38} 。未来社会,互联网将是一个基本要素,它将为社会经济,科技教育甚至对国际政治都将起到决定性影响。IPV6 的核心路由器,我国已经攻克掌握,中国可以依靠自己的力量抢占互联网技术的制高点。

1999 年物联网提出、指出了新方向。物联网(The Internet of things)的定义是通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统,激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议把任何物品与互联网连接起来,以实现智能化识别、定位、跟踪和管理的一种网络。2010 年两会开始聚焦“物联网”,而且两会上也开始采用物联网技术,物联网已步入十年黄金发展期。我国传感网发展计划 2010-2015 实现物体互联,2015-2020,物体半智能化,2020 物体全智能化,其意义是实现物理空间与数字空间的无缝连接,2035 年传感网络终端将达数千亿个,2050 年,物联网将在生活中无处不在。

中国的互联网建设者们正努力创造未来,中国的 VI 业建设者也将创造新的未来。高性能数采、高性能多功能的 DASP, VI 软件库,实现试验室拎着走(1983~1993),2009 年 11 月桂林全国虚拟仪器大会上,作者提出试验室网络云时代——“云式”智慧测试和“云式”智慧仪器,从 2010 年后相当长的时间内实现,但不久的将来会进入快速发展期。

5 COINV 的软硬件发展最新进展

硬件:



(1) INV3020C ——CPCI 总线方式数采仪（东方所改进具有时间同步功能，相当于 PXI）；

(2) INV3060——LAN 以太网网络式数采仪（具有双核、ICP、内部闪存存储器、可达 16*1024 通道级联）；

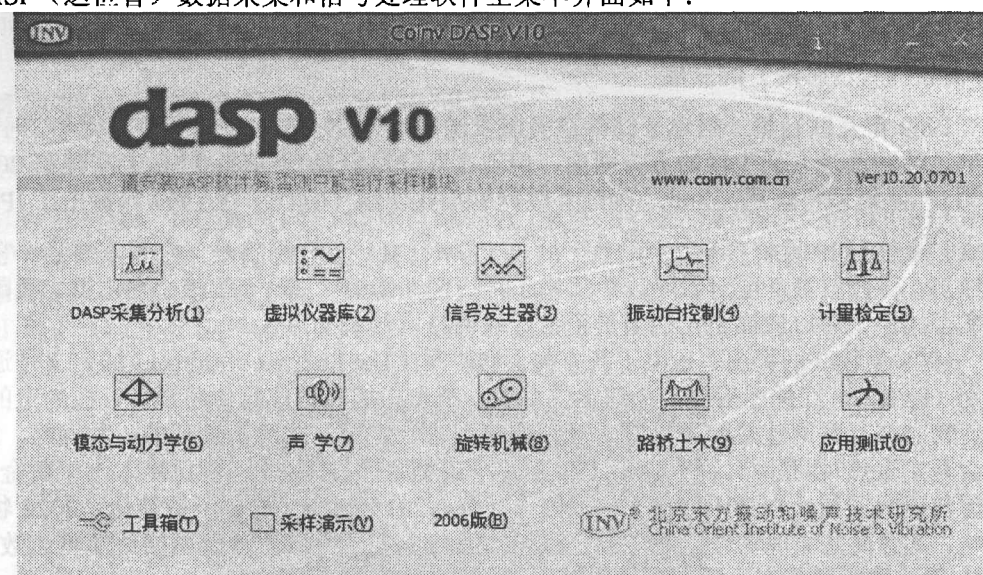
(3) INV3080——手持嵌入式 CPU（具有 DSP、FPGA、ARM 三个嵌入式芯片）数采仪（双核 24 位 AD，触摸式液晶显示，32G 内存）；

(4) INV9500——无线式数采仪（可达 1~2 KM）；

(5) INV1861——超薄、轻便、节能、高精、抗干扰应变仪。

软件：

DASP（达世普）数据采集和信号处理软件主菜单界面如下：



DASP 虚拟仪器库的主菜单

6 在清华召开全国虚拟仪器设计大赛情况

这次会议是虚拟仪器在国内推广应用的成功案例：全国首届虚拟仪器设计大赛于 2011 年 5 月在北京清华大学举行了隆重的颁奖典礼。为历时半年的大赛划上了圆满的句号。这是全国规模最大，权威性最高的虚拟仪器设计竞赛。来自工信部，中国科协，中国仪器仪表学会，教育部高等学校仪器科学与技术教学指导委员会，清华大学相关部门和学校的领导，以及全国四十余所高校的 200 余名专家教授和学生代表出席了会议，本人荣幸应邀出席了颁奖大会。主要参与了软件组的颁奖仪式。大会由来自全国 184 所高校的 915 支代表队。收到参赛作品 462 份。参赛作品覆盖测控技术与仪器，自动化，计算机，电气工程，机械工程，通信工程，电子工程，动力工程，汽车工程，宇航工程等专业方面。有 40 支入围队伍于 5 月中旬在北京进行了决赛，并产生各组的一二三等。

NI 全球副总裁 Ray Almgren 在颁奖典礼中作了总结发言

“这次大赛让我们看见了学生的创新能力，这是他们的精彩表现和优秀作品，我们可以看到虚拟仪器技术的未来。我们很高兴能为学生提供这样一个平台，让大家在这个平台上相互切磋，交流，成长。”

全国 VI 设计大赛，原为 NI 与清华大学联合主办的“清华大学 VI 设计大赛”，自 2005 年首届举办以来，大赛的影响和规模不断扩大，今年的比赛由“中国仪器仪表学会”和教育部高等学校仪器科学与技术教学指导委员会”联合举办，NI 协办，并首次在全国范围内接受报名。

本次大赛分软件和综合两大类，共 4 个组别。分别为“1.软件组 2.基于 PC 的数据采集组 3.模块化的 PXI 组 4.嵌入式测控组”。

选手分别基于不同的虚拟仪器软硬件平台，完成测试，控制自动化或者其他创新性的应用开发。

清华大学代表队基于 NI PXI 图像采集，运动控制和信号处理技术设计的“幻影显示系统”获得大赛的唯一特等奖。

这次 VI 设计大赛代表了 VI 在我国成功推广的一个里程碑。然而这个充满神奇的 VI 的认识和接受经历了一个漫长的过程，经过三十二年的认识和发展。但是在虚拟仪器的研发和推广应用中，VI 在国内外的应用能有今天的局面，NI 等国外企业功不可没，起了重要作用。

作者对本次会议的成功深表发自内心的高兴，这表明了 VI 的光辉前程。作者代表 COINV 祝大会和 NI 公司的成功。并在会上向 NI 副总裁 Ray Almgren 表示中美两国应联合起来为 VI 问鼎诺奖联手努力！

中国 VI 市场目前在处于即将井喷的前夜，未来将处于快速发展期。

7 结语

VI 走过了三十二年的发展历程，已逐步取代传统仪器，即将成为仪器行业的主流产品。VI 已经攻克了在(1)频率精度、(2)幅值精度、(3)相位精度、(4)阻尼精度、(5)低频信号测量、(6)频响函数测试、(7)传递函数的实时控制和反演、(8) A/D 精度，从最早的 6 位到目前的 24 位、(9)双核 24 位数采仪的问世，达到 160dB 的测量范围、(10)振动模态分析自动化、(11)实时 AVD 一入三出、(12)声学，声强测试分析的关键技术等十二项重大的技术路上拦路虎。随着 PC 技术的飞跃发展，随着电子芯片技术的飞速发展，特别是随着软件技术的数学方法的重大突破，最值得指出的是传递函数的实时测试和控制反演技术的突破，使 VI 从低端仪器变成高端仪器成为现实。即将使 VI 走上了仪器行列的主角地位。随着网络技术的发展，物联网移动无线互联网和云计算技术的发展，双核 A/D 和嵌入式 CPU 的广泛使用标志着 VI 将进入“智慧仪器”时代，随着科学技术的发展，嵌入式芯片的大量使用，WIFI 和 3G 技术的普及，VI 可以脱离 PC，只要能上网络终端（如智能手机等）就进入云式“智慧仪器时代”。可以说“云”智慧仪器=VI+互联网+物联网（传感网）+网络式高性能数采仪+智能传感器+云计算。“云式”智慧测试时代正向我们大步走来！

在 VI 的发展过程中，以中国的 COINV 东方所和美国的 NI 公司为代表，起着领头羊的作用，诚然，HP、BK、LMS 等公司及国内中科泛华、清华大学、重庆大学等为代表的团队也有很大的进步和贡献，VI 技术的突破有了喜人的发展，虚拟仪器走过 VI、卡泰仪器，即将进入“智慧仪器”时代，让我们的智慧仪器早日到来吧！

参考文献

- [1] 应怀樵 卡泰仪器与虚拟仪器技术的现状与发展趋势，国外电子测量技术，2000 年 02 期
- [2] 应怀樵 虚拟仪器与 PC 卡泰技术的现状与发展，计算机自动测量与控制，2000 年 02 期
- [3] 应怀樵 虚拟与计算机采集测试分析仪器的发展和展望，测控技术，2000 年 08 期
- [4] 秦树人.虚拟仪器-测试仪器从硬件到软件[J].振动测试与诊断，2000，20(1): 1-6
- [5] 应怀樵 “虚拟仪器库”与“移动试验室”的发展和展望，新世纪 新机遇 新挑战——知识创新和高新技术产业发展（上册），2001 年
- [6] JAMES T.虚拟仪器的未来[J].测控技术，2002，21(9): 1-2
- [7] 应怀樵 虚拟仪器的过去、现在和将来，中国信息导报，2003 年 11 期
- [8] 应怀樵 刘进明 沈松 卡泰仪器研究中的几个难点问题讨论，中国航空学会信号与信息处理专业全国第八届学术会议论文集，2004 年
- [9] 应怀樵 刘进明 沈松 虚拟仪器的新进展，全国第一届嵌入式技术联合学术会议论文集，2006 年

- [10] 郭从良.虚拟仪器技术展望[C].第二届全国虚拟仪器学术交流大会, 2007.
 - [11] 王书茂.虚拟仪器技术在农业装备测控中的应用[C]. 第二届全国虚拟仪器学术交流大会, 2007.
 - [12] 钟燕宁.虚拟仪器在测试测量上的应用[C]. 第二届全国虚拟仪器学术交流大会, 2007.
 - [13] 孙圣和.虚拟仪器标准技术及开发环境[C]. 第二届全国虚拟仪器学术交流大会, 2007.
 - [14] 应怀樵 虚拟仪器的研发方向——“六高”的虚拟仪器库时代, 振动与冲击, 2007年 06 期
 - [15] 应怀樵 刘进明 沈松 应明 中国虚拟仪器的最新进展, 第 21 届全国振动与噪声高技术学术会议论文集, 2008 年
 - [16] 应怀樵 沈松 刘进明应明 杜峰 科学仪器与试验技术的新概念——数采 DAQ、虚拟仪器 VI 和“试验室网络云时代”, 2009 年全国虚拟仪器大会论文集(一), 2009 年
 - [17] 应怀樵 刘进明 沈松 应明 中国数采与虚拟仪器 30 周年及其展望, 2009 年全国虚拟仪器大会论文集(一), 2009 年
 - [18] 陈光祚 传感网——第三次信息革命.《仪器仪表学报》增刊.2009
 - [19] 陈尚松 李智 雷加 郭庆.虚拟仪器回顾与展望.《仪器仪表学报》增刊.2009
 - [20] 应怀樵 “云”智慧仪器与“云”智慧测试时代——数采 DAQ、虚拟仪器 VI 和“试验室网络云时代”, 电子测量与仪器学报, 2010 年 06 期
- 仪器网 <http://www.grainyq.com/>