

● 国家自然科学基金重点项目资助出版

智能控件化虚拟仪器系统 —— 原理与实现

秦树人 等 著



科学出版社

www.sciencep.com

国家自然科学基金重点项目资助出版

智能控件化虚拟仪器系统 ——原理与实现

秦树人 汤宝平
钟佑明 尹爱军 周传德 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是作者承担的国家自然科学基金重点项目创新成果的有序汇集。书中提出并详细阐述的智能虚拟控件新概念及控件化虚拟仪器系统,是对虚拟仪器系统的重要发展,是虚拟仪器系统的全新模式。全书主要介绍智能虚拟控件的概念、模型原理、建模理论与方法,智能控件化虚拟仪器系统的软件体系结构及设计,并阐述了智能控件化虚拟仪器零编程拼搭原理、特点及实现。

本书以从事虚拟测试及仪器的研究、开发和应用的科技人员为主要读者,同时可供从事测试技术、测试仪器研究的教师、研究生和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能控件化虚拟仪器系统:原理与实现/秦树人等著. —北京:科学出版社, 2004

ISBN 7-03-013647-0

I. 智… II. 秦… III. 智能仪器 IV. TP216

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 065727 号

责任编辑:段博原 贾瑞娜/责任校对:钟 洋

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年9月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2004年9月第一次印刷 印张:18 3/4

印数:1—2 000 字数:362 000

定价:38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

序

“智能虚拟控件”的概念是本书作者于 1999 年首先提出的,经过三年的研究,证明这一概念是正确的,并具有有效性和可实现性。

2002 年该项目受到国家自然科学基金的重点支持,因此有条件使这一课题步入深入、系统的研究之路。从重点项目批准立项至今,经过了两年多的时间,项目的研究取得了丰硕的成果,这些成果使“智能虚拟控件”这一概念演化成为具有深刻科学内涵的系统,并依据这一系统创建了一个可解决工程问题的开发平台,使虚拟仪器的“设计”与“制造”出现了一类崭新的模式。

本书包含和反映的内容,是在国家自然科学基金的方针指导下做出的创新研究成果。本书由项目负责人秦树人教授、项目主要研究人员汤宝平教授、钟佑明副教授、尹爱军博士、周传德博士共同撰写而成,程发斌、张颖华、张大明等项目研究人员参加了本书的校对工作。

本书论述的是一项新的成果,因此,总会存在一些需要继续探讨和完善的问题和空间。因此,希望本书的读者,特别是同行在阅读本书后提出意见和建议、批评和指正,使作者在项目的后续研究工作中得到启发,从而在将来修订本书时,改正书中的不足和纰漏。

秦树人

2004 年 5 月于重庆大学

目 录

序

第1章 导论	1
1.1 测试仪器的三种模式	1
1.1.1 传统硬件化仪器	1
1.1.2 虚拟仪器	1
1.1.3 智能控件化虚拟仪器	8
1.2 虚拟仪器的开发系统	10
1.2.1 VMIDS 开发系统	10
1.2.2 LabVIEW 开发系统	12
1.2.3 其他开发系统	14
参考文献	16
第2章 智能虚拟控件	17
2.1 智能虚拟控件的概念	17
2.2 智能虚拟控件的模型	19
2.2.1 非智能虚拟控件	19
2.2.2 功能赋予	20
2.2.3 测试融合与智能虚拟控件	21
2.2.4 仪器的拼搭与拼搭场	24
2.2.5 仪器拼搭的方法	28
参考文献	33
第3章 智能虚拟控件的建模理论与方法	34
3.1 智能虚拟控件的模型分类	34
3.2 智能虚拟控件的系统模型	34
3.2.1 简单系统模型	35
3.2.2 复杂系统模型	36
3.2.3 系统模型建模中的计算机方法	37
3.3 智能虚拟控件的独立功能模型	38
3.3.1 时域分析	39
3.3.2 信号运算	40
3.3.3 频域分析	44

3.3.4	短时傅里叶变换	45
3.3.5	Wigner-Ville 分布	46
3.3.6	小波变换	46
3.3.7	零相位数字滤波	47
3.3.8	噪声倍频程分析	50
3.3.9	旋转机械阶比分析	52
3.3.10	多分辨时频分析	54
3.3.11	希尔伯特-黄变换	57
3.4	信号变换统一数学模型	59
3.4.1	统一数学模型建模依据	59
3.4.2	傅里叶变换与小波变换正变换的统一数学模型	60
3.4.3	傅里叶逆变换与小波变换逆变换的统一数学模型	62
3.4.4	傅里叶变换与小波变换的广义统一数学模型	64
3.4.5	傅里叶变换与小波变换统一数学模型的流程图	65
3.4.6	傅里叶变换与小波变换统一数学模型的离散形式	67
3.4.7	基于统一数学模型的智能虚拟控件的实现	67
3.5	虚拟控件的界面建模	70
3.5.1	建模预备知识	70
3.5.2	建模中的坐标系	78
3.5.3	虚拟旋钮的建模	79
3.5.4	虚拟表盘的建模	81
3.5.5	虚拟选择开关的建模	84
3.5.6	虚拟拨盘的建模	89
3.5.7	虚拟温度计的建模	91
3.5.8	虚拟信号灯的建模	93
3.5.9	虚拟显示器的建模	94
3.6	显示建模	106
3.6.1	显示的框架模型	106
3.6.2	图形变换数学模型	108
3.6.3	颜色渐变模型	110
3.6.4	快速显示模型	112
	参考文献	114
第4章	智能控件化虚拟仪器系统的软件体系结构	116
4.1	软件体系结构技术	116
4.1.1	软件体系结构的定义	117

4.1.2 软件体系结构的多视图	118
4.1.3 软件体系结构模式	121
4.1.4 软件体系结构的核心模型	124
4.1.5 软件体系结构的描述语言	125
4.1.6 软件体系结构在软件开发中的地位和作用	126
4.2 基于层次消息总线的软件体系结构	128
4.2.1 基于层次消息总线的软件体系结构模式概述	128
4.2.2 智能虚拟控件的接口	131
4.2.3 消息总线	133
4.2.4 智能虚拟控件的静态结构	135
4.2.5 智能虚拟控件的动态行为	136
4.2.6 HMB 模式的系统动态演化	137
4.2.7 HMB 模式的特点	138
4.3 HMB 模式的系统描述语言	139
4.3.1 智能虚拟控件的层次结构	139
4.3.2 智能虚拟控件的规约	140
4.3.3 智能虚拟控件的实现	144
4.4 HMB 模式的系统开发活动	145
4.4.1 增量软件开发	145
4.4.2 系统开发活动	146
参考文献	150
第 5 章 智能虚拟控件的设计	153
5.1 可复用智能虚拟控件的软件设计过程	153
5.2 智能虚拟控件的替换	155
5.2.1 智能虚拟控件的可替换性与替换方法	155
5.2.2 软件体系结构级的智能虚拟控件替换	158
5.2.3 智能虚拟控件替换的剧情环境	159
5.3 智能虚拟控件的设计方法	159
5.3.1 智能虚拟控件的内聚	160
5.3.2 智能虚拟控件的耦合	161
5.3.3 智能虚拟控件的复用	161
5.3.4 优化设计的准则	163
5.4 非智能虚拟控件库的设计	163
5.4.1 非智能虚拟控件的计算机表达方法	163
5.4.2 非智能虚拟控件的电子分类档案	166

5.4.3 非智能虚拟控件设计实例	170
5.5 仪器功能库的设计	177
5.5.1 仪器功能的算法设计	177
5.5.2 功能库模型	181
5.5.3 功能接口的设计	181
5.6 智能虚拟控件的制作	183
参考文献	184
第6章 智能控件化虚拟仪器零编程拼搭机理	185
6.1 综合集成	185
6.1.1 控制集成	186
6.1.2 数据集成	188
6.1.3 显示集成	191
6.1.4 基于知识的软件智能化技术对综合集成的促进作用	192
6.2 基于知识的柔性综合集成系统	193
6.2.1 基于知识的建模分析	194
6.2.2 柔性综合集成的实现	196
6.3 零编程开发系统的动态模拟运行与演化	200
6.3.1 系统动态模拟运行	200
6.3.2 系统的动态演化	202
参考文献	203
第7章 智能控件化虚拟仪器的特点	204
7.1 图形化虚拟仪器编程系统的本质和特点	205
7.1.1 图形化虚拟仪器编程系统的原理	205
7.1.2 LabVIEW 及 LabVIEW 开发虚拟仪器	210
7.1.3 图形化虚拟仪器编程系统的本质和特点	215
7.2 智能虚拟控件系统的本质和特点	216
7.3 两类系统的比较	219
7.3.1 功能库的形式	219
7.3.2 仪器组建的模式	220
7.3.3 系统发布的方式	222
7.3.4 使用对象	224
7.3.5 特点的比较	224
参考文献	225
第8章 智能控件化虚拟仪器的实现	226
8.1 实现智能控件化虚拟仪器的基本要素	226

8.1.1 仪器功能组库	226
8.1.2 虚拟控件库	226
8.1.3 仪器拼搭场	227
8.2 智能控件化虚拟仪器的拼搭	228
8.2.1 系统初始化	228
8.2.2 仪器功能库的分析	231
8.2.3 虚拟控件的选择、创建与删除	231
8.2.4 虚拟控件物理属性的修改	233
8.2.5 虚拟控件功能赋予、功能融合、功能属性的修改	236
8.2.6 测试检验	238
8.2.7 辅助功能	238
8.3 智能控件化虚拟仪器	240
8.3.1 智能控件化小波变换信号分析仪	241
8.3.2 智能控件化单通道 FFT 分析仪	248
8.3.3 智能控件化双通道 FFT 分析仪	252
8.3.4 智能控件化波形显示与数据记录仪	254
8.3.5 智能控件化阶比分析仪	261
8.3.6 智能控件化噪声测试与分析仪	264
8.3.7 智能控件化音频分析仪	266
8.3.8 智能控件化扭矩转速测试仪	270
8.3.9 智能控件化齿轮传动链精度测试仪	273
8.3.10 智能控件化测温仪	276
8.4 智能控件化虚拟仪器的典型应用实例	280
8.4.1 智能控件化小波变换信号分析仪的应用	280
8.4.2 智能控件化单通道 FFT 分析仪的应用	280
8.4.3 智能控件化双通道 FFT 分析仪的应用	280
8.4.4 智能控件化阶比分析仪的应用	281
8.4.5 智能控件化音频分析仪的应用	283
参考文献	286

第1章 导 论

1.1 测试仪器的三种模式

1.1.1 传统硬件化仪器

传统的硬件仪器中模拟式测试仪器具有最长的历史。最早的模拟仪器始于18世纪末至20世纪初,那时出现了许多描述物理现象的定律,需要相应的电测仪器、仪表来定量地加以验证,因此发明了基于物理定理的模拟式仪表,这些仪表中最典型的有伏特表、安培表、功率表、压力表和测温仪以及电桥式电位差计等磁电式模拟式仪器仪表。这些仪表虽然简单,但是解决了许多物理测量的问题,至今不少场合中还在使用。

自20世纪初至50年代,测量仪器仪表的材料及零部件的性能有了较大的提高,出现了电子管、离子管这类全新的电子器件。同时,测试测量的理论和方法与新兴的电子技术、控制技术相结合,又出现了电子仪器仪表,产生了以记录仪、电子示波器、信号发生器等为代表的模拟式电子仪器。

随着晶体管与集成电路的出现,数字技术在测试测量仪器中获得了成功的应用。20世纪50~60年代出现的数字式仪表,如数字电压表、数字电流表、数字频率计、数显表、记忆示波器等是第二代数字式测量仪器的典型代表。

数字式仪器的特点是将模拟信号的测量转变为对数字信号的测量并以数字形式显示和输出测量结果。这类仪器特别适用于要求快速响应和高精度的测量领域。

在数字式仪器中置入微处理器,将计算机技术与仪器仪表技术紧密结合,使仪器具有数据存储、数据处理(即运算)、逻辑判断、自动选程、自动补偿、仪器自检等功能,从而部分取代人脑的工作,称这类仪器为智能仪器。这种将计算机技术与仪器技术充分结合的智能仪器,已成为现代仪器仪表的主流。但是应该看到智能仪器的功能模块主要还是硬件和固化软件,就整体而言,它还是硬件或以硬件为主的仪器,仍然具有一定的封闭性和缺乏灵活性等传统仪器的缺点。因此,开发一种新的仪器模式便成为仪器仪表领域发展的必然趋势。

1.1.2 虚拟仪器^[1,2]

20世纪80年代中期,随着计算机技术与电子技术的飞速发展,在以计算机为平台的测控仪器中软件和总线的作用日益突出,测试仪器的物理功能越来越

多, 需要计算的功能越来越多, 传统的硬件化仪器的固有缺点 (如封闭性、缺乏灵活性、响应速度慢等) 已使它越来越不能满足测试仪器功能日益增大的要求, 因此用软件取代硬件便成为仪器仪表领域的一个迫切需要解决的问题; 同时, 因为被测对象的频率范围越来越宽, 要求总线具有相应的高速数据传输能力和灵活的扩展性能; 另外, 面对各种各样复杂的测试要求, 希望软件系统不仅能完成测试所需的功能, 而且还要易于使用。计算机总线技术、软件技术及相关技术的发展, 使得微机在计算机仪器上的作用远远超出了计算机仪器发展初期主要是用来完成控制的应用范围。特别是近 10 年来出现的数字信号处理器 (DSP), 它与微机软件相结合产生强大的计算与控制能力, 这使其在一定的实时性要求下取代了许多原来由硬件完成的功能并能完成许多硬件不能胜任的其他功能, 这标志着“软件即仪器” (the software is the instrument) 时代的到来。这种全新模式的“软件化仪器”被称为“虚拟仪器”, 它是继智能仪器之后的一类全新的仪器模式。虚拟仪器不仅使仪器技术与计算机软、硬件技术和总线技术紧密结合, 而且还采用了数字信号处理, 系统辨识和数学建模等现代方法。虚拟仪器的出现是对传统硬件仪器观念的一次变革, 是 21 世纪测控仪器的重要发展方向。

1. 虚拟仪器的概念

虚拟仪器 (virtual instrument, VI) 是日益发展的计算机硬、软件和总线技术在向其他相关技术领域密集渗透的过程中, 与测试技术、仪器仪表技术密切结合共同孕育出的一项全新的成果。20 世纪中期, 美国国家仪器公司 (National Instruments Corporation, NI) 首先提出了虚拟仪器的概念, 认为虚拟仪器是由计算机硬件资源, 模块化仪器硬件和用于数据分析、过程通信及图形用户界面的软件组成的测控系统, 是一种由计算机操纵的模块化仪器系统。如果再作进一步说明, 那么虚拟仪器是一种以计算机作为仪器统一硬件平台, 充分利用计算机独具的运算、存储、回放、调用、显示以及文件管理等基本智能化功能, 同时把传统仪器的专业化功能和面板控件软件化, 使之与计算机结合起来融为一体, 这样构成了一台从外观到功能都完全与传统硬件仪器一致, 同时又充分享用计算机智能资源的全新的仪器系统。由于仪器的专业化功能和面板控件都是由软件形成的, 因此国际上把这类新型的仪器称为“虚拟仪器”。有的资料上甚至直接将虚拟仪器这种形式称为“软件即仪器”。

作为一种新的仪器模式, 虚拟仪器与传统的硬件化仪器比较主要有以下特点:

- 1) 功能软件化。
- 2) 功能软件模块化。
- 3) 模块控件化。

- 4) 仪器控件模块化。
- 5) 硬件接口标准化。
- 6) 系统集成化。
- 7) 程序设计图形化。
- 8) 计算可视化。
- 9) 硬件接口软件驱动化。

2. 虚拟仪器的硬件系统

虚拟仪器的硬件系统一般分为计算机硬件平台和测控功能硬件。计算机硬件平台可以是各种类型的计算机,如 PC 机、便携式计算机、工作站、嵌入式计算机等。计算机管理着虚拟仪器的软硬件资源,是虚拟仪器的硬件支撑。计算机技术在显示、存储能力、处理性能、网络、总线标准等方面的发展,推动着虚拟仪器系统的发展。

按照测控功能硬件的不同,虚拟仪器可分为 GPIB、VXI、PXI 和 DAQ 四种标准体系结构。以下作一些简单介绍。

(1) GPIB (general purpose interface bus) 通用接口总线

这种接口总线是计算机和仪器间的标准通信协议。GPIB 的硬件规格和软件协议已纳入国际工业标准 IEEE 488.1 和 IEEE 488.2。它是最早的仪器总线,目前多数仪器都配置了遵循 IEEE 488 的 GPIB 接口。典型的 GPIB 测试系统包括一台计算机、一块 GPIB 接口卡和若干台 GPIB 仪器。

每台 GPIB 仪器有单独的地址,由计算机控制操作,系统中的仪器增加、减少或更换时,只需对计算机的控制软件作相应改动。这种概念已被应用于仪器的内部设计。在价格上, GPIB 仪器有从比较便宜的到异常昂贵的仪器。但是 GPIB 的数据传输速度较低,一般低于 500KB/s,不适合对系统速度要求较高的应用,因此在应用上受到了一定程度的限制。

(2) VXI (VME bus extension for instrumentation) 总线系统^[3]

VXI 总线系统是 VME 总线在仪器领域的扩展,它是在 1987 年 VME 总线、Eurocard 标准(机械结构标准)和 IEEE 488 标准等的基础上,由主要仪器制造商共同制订的开放性仪器总线标准。VXI 系统可包含 256 个装置,由主机箱、零槽控制器、多种功能的模块仪器、驱动软件和系统应用软件等组成。系统中各功能模块可随意更换,即插即用(Plug & Play)组成新系统。目前国际上有两个 VXI 总线组织,其一为 VXI 联盟,负责制订 VXI 的硬件(仪器级)标准规范,包括机箱背板总线、电源分布、冷却系统、零槽模块、仪器模块的电气特性、机械特性、电磁兼容性以及系统资源管理和通信规程等内容;其二为 VXI 总线即插即用(VXI Plug&Play, VPP)系统联盟,宗旨是通过制订一系列 VXI

的软件(系统级)标准来提供一个开放性的系统结构,真正实现 VXI 总线产品的“即插即用”。这两套标准组成了 VXI 标准体系,实现了 VXI 的模块化、系列化、通用化以及 VXI 仪器的互换性和互操作性。

(3) PXI (PCI extension for instrumentation) 总线系统

PXI 总线系统是 PCI 在仪器领域的扩展。它是 NI 公司于 1997 年发布的一种新的开放性、模块化仪器总线规范。PXI 是在 PCI 内核技术上增加了成熟的技术规范和要求形成的。PXI 增加了用于多板同步的触发总线和参考时钟,用于精确定时的星形触发总线,以及用于相邻模块间高速通信的局部总线等,来满足试验和测量的要求。PXI 兼容 CompactPCI 机械规范,并增加了主动冷却、环境测试(温度、湿度、振动和冲击试验)等要求。这样可保证多厂商产品的互操作性和系统的易集成性。

(4) DAQ (data acquisition) 数据采集系统

DAQ 数据采集系统是指基于 PC 计算机标准总线(如 ISA、PCI、USB 等)的数据采集功能模块。它充分地利用计算机的资源,大大增加了测试系统的灵活性和扩展性。利用 DAQ 可方便快速地组建基于计算机的仪器,实现“一机多型”和“一机多用”。在性能上,随着 A/D 转换技术、信号调理技术的迅速发展,DAQ 的采样速率已达到 Gb/s,精度可高达 24 位,通道数高达 64 个,并能任意结合数字 I/O、计数器/定时器等通道。各种性能和功能的 DAQ 功能模块可供选择使用,如示波器、数字万用表、串行数据分析仪、动态信号分析仪、任意波形发生器等。在 PC 计算机上挂接 DAQ 功能模块,配合相应的软件,就可以构成一台具有若干功能的 PC 仪器。这种基于计算机的仪器,既可享受 PC 机固有的智能资源,具有高档仪器的测量品质,又能满足测量需求的多样性。对大多数用户来说,这种方案实用性强,应用广泛,且具有很高的性能价格比,是一种特别适合于我国国情的虚拟仪器方案。

3. 虚拟仪器的软件系统

虚拟仪器的核心思想是利用计算机的硬件和软件资源,使本来由硬件实现的功能软件化(虚拟化),以便最大限度地降低系统成本,增强系统的功能与灵活性。“软件即仪器”这一口号正是基于软件在虚拟仪器系统中的重要作用而提出的。VPP 系统联盟提出了系统框架、驱动程序、VISA、软面板、部件知识库等一系列 VPP 软件标准,推动了软件标准化的进程。虚拟仪器的软件框架从低层到顶层,包括三部分:VISA 库、仪器驱动程序、仪器开发软件(应用软件)。图 1-1 表示虚拟仪器软件的结构框架。以下对软件结构的主要组成部分作一说明。

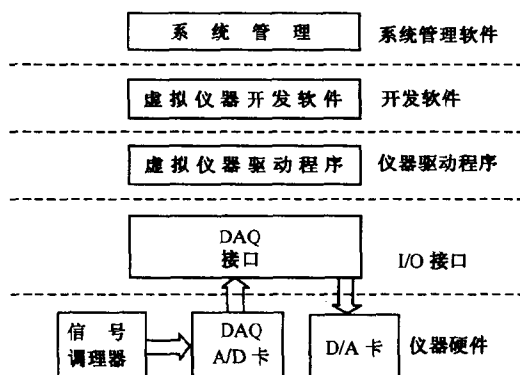


图 1-1 虚拟仪器的软件结构

(1) VISA (virtual instrumentation software architecture) 虚拟仪器软件体系结构

VISA 体系结构是标准的 I/O 函数库及其相关规范的总称。一般称这个 I/O 函数库为 VISA 库。它驻留于计算机系统之中执行仪器总线的特殊功能，是计算机与仪器之间的软件层连接，以实现对仪器的程序控制。它对于仪器驱动程序开发者来说是一个可调用的操作函数集。

(2) 驱动程序

每个仪器模块都有自己的仪器驱动程序，仪器厂商以源码的形式提供给用户。

(3) 应用软件

应用软件建立在仪器驱动程序之上，直接面对操作用户，通过提供直观友好的测控操作界面、丰富的数据分析与处理功能，来完成自动测试任务。

4. 虚拟仪器的开发系统

应用软件开发系统是设计开发虚拟仪器所必需的软件工具。目前，较流行的虚拟仪器软件开发环境有两类：一类是图形化的编程语言，具代表性的有 LabVIEW, HPVEE 系统；另一类是文本式的编程语言，如 C, Visual C++, LabWindows/CVI 等。图形化的编程语言具有编程简单、直观、开发效率高的特点。文本式编程语言具有编程灵活、运行速度快等特点。

虚拟仪器的开发系统，是本书的核心内容之一，将在第 5 章详细论述，这里不再赘言。

5. 虚拟仪器的形成与系统构成^[1-5]

(1) 测试集成

所谓“测试集成”，是对多种测试仪器的测试功能进行“集成”，即将众多的测试仪器的功能软件化，然后将其集成在 PC 机的一个“测试功能软件库”中，通过与模块化的接口搭配，使之在一台工作站或 PC 机中精确无误地实现被集成测试仪器的全部功能，从而代替众多昂贵、复杂的测试仪器，大大减少测试仪器操作与维护的时间和复杂性，降低测试仪器的价格，这使测试仪器技术的进步发生质的飞跃。

利用“测试集成”的概念，用软件实现的测试仪系统既可以是某一种测试仪器，也可以是一个由多种用途虚拟仪器集成的虚拟仪器库。

(2) 虚拟仪器的形成

传统的硬件化电测仪器，主要由机箱和底盘，插在底盘上的反映仪器功能、性能、精度指标的电子卡板和与电子卡板有序连接，用以控制仪器的工作状态、调用仪器功能和参数的面板控件，及显示测试分析结果的显示器四大部分组成。如果我们将 PC 机作为一套带有基本智能化功能的仪器通用的机箱和底盘，把电子卡板组成的硬功能库和面板控件组成的硬控件库，如图 1-2 所示实行软件化，从而形成“软功能库”和“软控件库”，然后将它们置入计算机，在开发系统内进行软装配、软连接、软组合、软修改、软测试等一系列软性操作，最后便形成一台从外观到功能到操作方法都与同类硬件化仪器一样的虚拟仪器。此时若在计算机的总线槽内插入模块化数据采集卡，并在测试对象与模块卡之间接入传感器，虚拟仪器便可和被测对象进行数据交换并进行测试与分析。

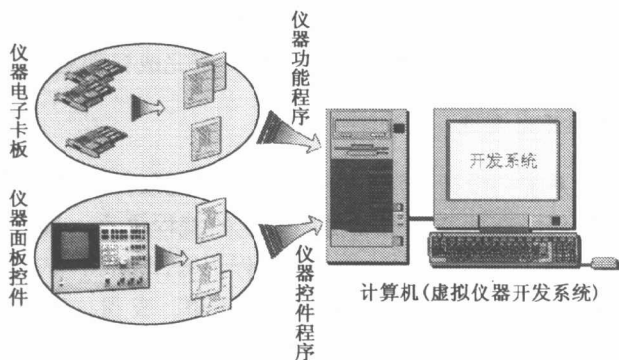


图 1-2 虚拟仪器——从硬件到软件的形成过程

(3) 虚拟仪器库的形成

如果在一台 PC 机内只包含一台虚拟仪器, 还不能充分体现虚拟仪器的优点, 也没有对 PC 机进行充分利用。如前所述, 虚拟仪器的一大特点是具有集成性, 通过“测试集成”可以将多种(台)仪器的功能集成在一个“测试功能库”中; 同样, 也可将多种(台)仪器的面板控件软件化后集成于“控件库”中, 并使这些仪器的功能软件和控件软件在 PC 机内的开发系统中进行软装配、软调试等软操作, 最后在一台 PC 机内形成一个多品种的虚拟仪器库, 这时用户可从仪器库中调用自己需要的仪器或由若干仪器组成实验研究所需要的测试系统。

6. 虚拟仪器系统的构成

图 1-3 表示虚拟仪器系统的构成。如图 1-3 所示, 虚拟仪器系统由硬件装置与软件构成。硬件装置包括计算机平台、接口硬件、调理器和数据采集器以及传感器等。

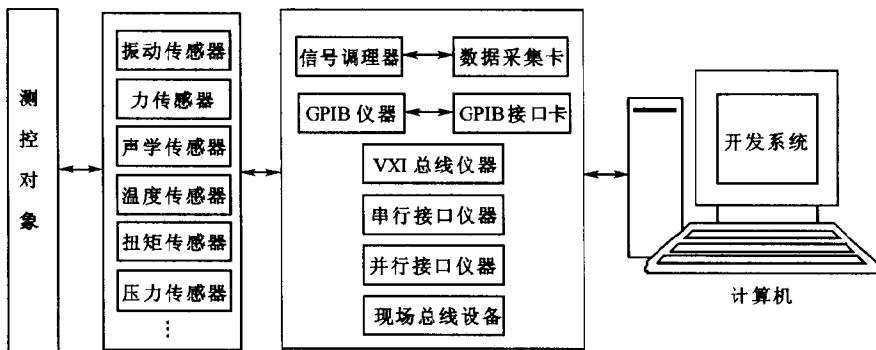


图 1-3 虚拟仪器系统的构成图

7. 信号调理器与数据采集器^[1,2]

在虚拟仪器系统的硬件装置中, 信号调理与数据采集技术占有举足轻重的地位, 有必要在此作进一步的说明。图 1-4 表示典型的信号调理器与数据采集器原理框图。图中振荡器提供时钟信号; 量程变换电路的作用是避免放大器饱和和选择不同的测量范围; 滤波器将滤除干扰信号和不满足采样条件的信号, 提取代表被测物理量的有效信号; 放大器将待采集的信号放大(或衰减)至采样环节的量程范围内, 通常, 放大器的增益是可调的或具有多种不同增益倍数, 用户可根据输入信号幅值的不同, 选择最佳的增益倍数; 采样/保持器在时钟信号的作用下, 锁存某一瞬时的电压值并保持信号幅值不变直到下一个时钟信号, 采样/保持器

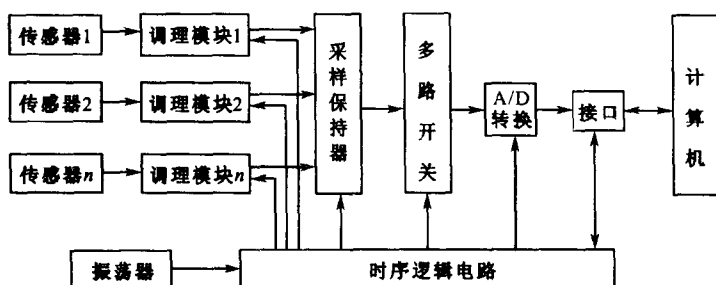


图 1-4 模拟信号调理器与数据采集器原理框图

主要用于使多通道采集时各通道保持同步或相位差比较小；多路开关将各路被调信号轮流切换到信号调理和数据采集模块，实现多路信号的采集；A/D转换器将输入的模拟量转化为数字量输出，并完成信号幅值的量化。目前，市场上很多A/D转换芯片中集成了多路采样/保持器。

除此之外，还有阻抗匹配定时/计数器、总线接口电路以及其他一些辅助电路，它们按一定的时序协同工作，完成对信号的调理、采集和传送等。

1.1.3 智能控件化虚拟仪器^[6~10]

以计算机为统一硬件平台的虚拟仪器尽管较传统硬件仪器有很大的优越性，但是它仍然还有相当大的开发空间。使用现在的虚拟仪器开发系统组建、开发虚拟测试仪器，不能绕过仪器设计这一关，而这一关对使用者的要求似乎太高，因此对于不具备仪器设计和软件编程的使用者要用好这一系统是有困难的，虚拟仪器仍然需要专家来设计、制造。

那么能不能找到一种方法、一种模式，能将定义仪器和组建仪器的权利留给用户，而仪器定义背后的“设计”与“制造”则由专家或仪器设计的专业人员来完成，从而使所有的仪器用户无论是技术基础雄厚、经验丰富的或技术和经验都比较欠缺的都能在面对虚拟仪器时基本处于同一起跑线呢？本书作者之一秦树人教授提出的“智能虚拟控件”和“智能控件化虚拟仪器”，便能实现这一目标。

智能虚拟控件及控件化虚拟仪器是本书内容的主体，将在以下章节逐一详述，这里仅对智能控件化虚拟仪器作一简单描述：对非智能虚拟控件（如按钮、选择开关）的相应部位或结构赋予测试功能称为“功能赋予”，被“功能赋予”激活的，相应部位或结构上自带测试功能且满足性能的虚拟控件称为“智能虚拟控件”；将相关的智能虚拟控件在计算机的拼搭场内通过积木式的装配，形成的仪器称为“拼搭式智能控件化虚拟仪器”，简称智能控件化（或控件化）虚拟仪