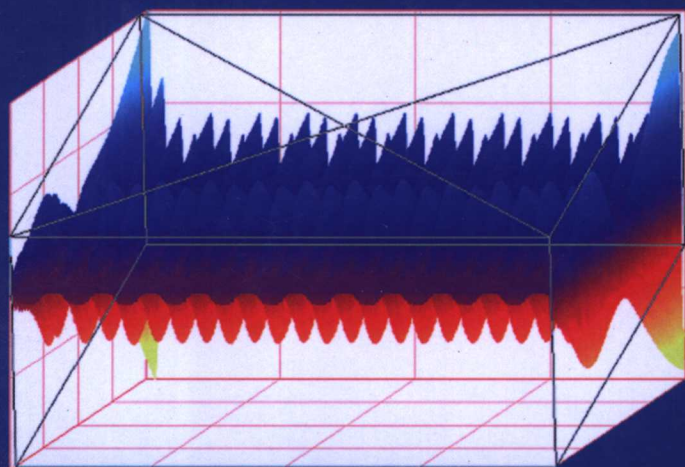


秦氏模型 —— 基于智能虚拟控件的仪器

尹爱军 王 见 周传德 著



科学出版社
www.sciencep.com

秦氏模型——基于智能 虚拟控件的仪器

尹爱军 王 见 周传德 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

秦氏模型智能虚拟控件和智能控件化虚拟仪器是由我国发明并实现的,是具有我国自主知识产权的创新型成果。继我国之后,国外也开始对这一仪器模式展开了研究。

秦氏模型及基于秦氏模型的 VMIDS 虚拟仪器开发系统,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。本书深入地阐述了秦氏模型的概念、形成原理、科学内涵及其发展,秦氏模型虚拟仪器中的建模理论与方法,秦氏模型虚拟仪器开发系统的软件体系结构,智能虚拟控件的设计,秦氏模型虚拟仪器开发系统的零编程拼搭机理,基于秦氏模型的虚拟仪器开发系统的特点及智能控件化虚拟仪器的拼搭与应用等。

本书面向从事虚拟测试及仪器研发的高等院校教师及科研人员,同时可供从事测试技术、虚拟仪器开发及应用的工程技术人员以及相关专业的研究生、高年级本科生和实验人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

秦氏模型——基于智能虚拟控件的仪器/尹爱军,王见,周传德著. —北京:科学出版社,2007

ISBN 978-7-03-018328-6

I. 秦… II. ①尹…②王…③周… III. 智能仪器 IV. TP216

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 000577 号

责任编辑:余 丁 / 责任校对:赵燕珍

责任印制:安春生 / 封面设计:陈 敬

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>

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年1月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2007年1月第一次印刷 印张: 15 3/4

印数: 1—2 500 字数: 305 000

定价: 40.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈路通〉)

序

“秦氏模型智能虚拟控件”的概念是我于1999年10月在国家自然科学基金委员会主持召开的机械学科“十五优先领域研讨会”上首先提出,当时机械学科已经非常重视学科交叉领域,特别是与信息科学、生物科学交叉的领域更受到鼓励。因此“智能虚拟控件”作为虚拟仪器中的一个方向性的创新,在会上受到与会同仁的一致好评,在大会投票排名中与另外两个方向并列第一名。

同年12月在国家自然科学基金委员会主持召开的“21世纪仪器仪表研讨会”上我再次提出“智能控件化虚拟仪器”的形成和虚拟仪器拼搭场的概念,自此“智能虚拟控件和控件化虚拟仪器”形成了完整的模式,称为“秦氏模型”。经过七年的研究,证明这一模型不仅是正确的,而且具有完全的有效性和可实现性。目前利用我们自己研制的VMIDS系统,已开发出数十种智能控件化虚拟仪器。

2002年该项目得到国家自然科学基金的重点支持,因此有条件对这一课题进行深入、系统的研究。经过近长期的研究,在理论、方法和开发等方面都取得了丰硕的成果,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开发生产虚拟仪器的开发平台,使虚拟仪器的“设计”与“制造”出现了一类崭新的模式。

《秦氏模型——基于智能虚拟控件的仪器》由我的学生尹爱军博士主稿,他在博士论文的撰写中已对秦氏模型的原理、方法进行了初步论述,该书是在他取得博士学位后继续深入研究的基础上写成的。该书内容丰富,论述深刻严密,反映出作者对秦氏模型在理论、方法和工程应用上取得了非常令人可喜的研究成果!例如,模型系统中的“赋予”方法,初期采用“离散赋予法”,此法效率较低且易出现人为的错误,尹爱军博士创造性地发展出“连续赋予法”,其“赋予”效率比“离散法”提高几十倍!

该书论述的是一项全新的研究成果,作者是几位年轻的博士,因此书中难免会存在一些需要深入研究和继续完善的问题,因此希望前辈同行和所有的读者,在阅读该书之后给这些年轻的研究者们提出宝贵意见和建议,以及批评和指正,使他们在后续研究工作中得到启发和提高,从而订正其中的不足。

秦树人

2006年10月于重庆大学

前 言

20 世纪 80 年代中期出现的虚拟仪器(Virtual Instrument, 即 VI)是虚拟技术在仪器仪表领域中的一个重要应用,是日益发展的计算机硬件、软件和总线技术在向其他技术领域密集渗透的过程中,与测试技术、仪器技术密切结合,共同孕育出的一项新成果。20 世纪 80 年代美国的国家仪器公司(National Instruments Corporation, 即 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,是一种由计算机作为统一硬件平台,并由计算机操纵的模块化、软件化的仪器。

尽管虚拟仪器对传统的硬件化仪器实行了软件化,使它具备了许多传统硬件化仪器无法拥有的优点和特点,但是在仪器的结构上,在仪器的功能和面板控件的关系上,虚拟仪器与传统硬件仪器还是一致的。特别是因为在组建虚拟仪器时“用户设计”这一关无法回避,因此要求每一个虚拟仪器的使用者都需要具备自行设计和组建虚拟仪器的能力。

1999 年秦树人教授相继提出“智能虚拟控件”的概念、“智能控件化虚拟仪器”的形成和虚拟仪器拼搭场的概念,并形成了“智能虚拟控件和控件化虚拟仪器”完整的模式,称为“秦氏模型”。2002 年该项目得到了国家自然科学基金的重点支持。

本书作者师从秦树人教授,并有幸自始至终参与了这一项目的研究,对这一课题进行了深入、系统的研究,取得了丰硕的成果。这些成果验证了“秦氏模型”这一思想的科学性、先进性和有效性,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。本书正是对这些科研成果的系统性总结。

秦氏模型智能虚拟控件和由它组成的智能控件化虚拟仪器克服了现行虚拟仪器的不足。这一模式能在系统开放的前提下将“定义仪器”、“组建仪器”的权利留给使用者,而设计和制造仪器的任务则交给专业人员,他们在开放的环境中设计与制造仪器,随时可对仪器功能、仪器结构按使用者的要求进行修改和增删,从而使所有的使用者——无论是技术基础雄厚、经验丰富的使用者还是技术、经验都比较欠缺的使用者——都能在这类仪器系统面前处于同一起跑线。秦氏模型是虚拟仪器发展过程中的一项极富创造性的成果,按照这种模型的思想建立起来的智能控件化虚拟仪器是一种新的仪器模式,它使虚拟仪器的设计和制造进入了一个新的阶段,控件化的虚拟仪器必将成为虚拟仪器的重要发展方向。

本书共分六章。第一章为导论,介绍虚拟仪器及虚拟仪器开发系统的发展与

现状,从而引出秦氏模型的概念;第二章介绍秦氏模型的基本概念、模型原理、科学内涵及深入发展的方向;第三章专门讨论秦氏模型中的数学建模,包括开发系统和控件化仪器的系统模型、虚拟仪器中的测试功能模型、信号变换的统一模型及虚拟控件的可视化统一模型;第四章讨论了 VMIDS 系统的软件体系结构,介绍了该系统的软件体系结构风格、组成要素及动态演化等问题;第五章介绍智能虚拟控件的设计修改和检验;第六章介绍了秦氏模型虚拟仪器的实现,并对 VMIDS 系统的特点进行了论述,最后给出了若干应用实例。

本书能够出版,得益于我的导师秦树人教授自始至终的关注和大力支持。在成书过程中,秦老师从内容到写作都严格把关,并给予了很具体的指导。在此,我和另外两位作者王见博士、周传德博士向我们的导师秦树人教授表示衷心的感谢。

其次,我们也要感谢课题组的其他老师以及李宁、秦毅、毛永芳、段虎明、温海松和易森森,他们为本书的出版也付出了辛勤的劳动。

对于本书中的不妥之处,欢迎读者批评和指正。

尹爱军

2006 年 10 月于重庆大学

目 录

序

前言

第一章 导论	1
1.1 虚拟仪器	1
1.1.1 虚拟仪器的概念	1
1.1.2 虚拟仪器系统的构成	2
1.1.3 虚拟仪器的形成	6
1.1.4 虚拟仪器的局限性——秦氏模型的引入	7
1.2 虚拟仪器开发系统	8
1.2.1 典型图形化虚拟仪器开发系统	9
1.2.2 图形化虚拟仪器系统的本质特点	16
参考文献	18
第二章 秦氏模型	19
2.1 秦氏模型的概念	20
2.2 秦氏模型的原理与模型	21
2.2.1 非智能虚拟控件及其模型要素	21
2.2.2 功能“赋予”与“融合”	22
2.2.3 “E-F”函数与智能虚拟控件	24
2.2.4 仪器拼搭与拼搭场	30
2.3 岩石模型	38
2.3.1 岩石模型的基本概念	38
2.3.2 岩石模型的计算机表达	41
2.3.3 岩石模型中的基本科学问题	45
参考文献	47
第三章 秦氏模型虚拟仪器中的数学建模	48
3.1 系统建模方法与模块化建模方法	48
3.1.1 系统建模方法	48
3.1.2 模块化建模方法	49
3.2 秦氏模型虚拟仪器开发系统建模	51
3.2.1 虚拟仪器开发系统模型	51

3.2.2	数据获取	53
3.2.3	处理与控制	53
3.3	秦氏模型虚拟仪器建模	55
3.3.1	秦氏模型虚拟仪器统一模型	55
3.3.2	数据获取	56
3.3.3	处理与控制	57
3.3.4	结果输出	57
3.4	独立测试功能建模	58
3.4.1	基本处理模型	59
3.4.2	扩展处理模型	67
3.5	信号变换统一数学模型	78
3.5.1	统一数学模型建模依据	78
3.5.2	傅里叶变换与小波变换正变换的统一数学模型	78
3.5.3	傅里叶逆变换与小波变换逆变换的统一数学模型	80
3.5.4	傅里叶变换与小波变换的广义统一数学模型	82
3.5.5	基于统一数学模型的智能虚拟控件的实现	86
3.6	椭球体三维数据场可视化模型——虚拟控件的界面建模	89
3.6.1	建模预备知识	89
3.6.2	椭球体三维数据场可视化模型	94
3.6.3	椭球体三维数据场可视化模型的算法实现	103
3.6.4	应用举例	107
	参考文献	114
第四章	基于秦氏模型的 VMIDS 开发系统的软件构架	116
4.1	软件体系结构技术	116
4.1.1	软件体系结构的定义	116
4.1.2	软件体系结构的基本模型	118
4.1.3	软件体系结构的风格	119
4.1.4	软件体系结构的描述方法	124
4.1.5	Wright	125
4.1.6	软件体系结构在软件开发中的地位和作用	128
4.2	层次消息总线风格	130
4.2.1	HMB 模式的描述	131
4.2.2	HMB 模式的组成要素	132
4.2.3	HMB 模式的特点	134
4.3	动态路由层次消息总线风格	135

4.3.1 DR-HMB 的提出背景——HMB 存在的问题与分析	136
4.3.2 DR-HMB 风格的描述	137
4.3.3 构件——智能虚拟控件	140
4.3.4 连接件——消息总线	142
4.3.5 配置	145
4.3.6 智能虚拟控件的动态行为	146
4.3.7 DR-HMB 风格系统的动态演化	147
4.4 DR-HMB 风格的系统开发活动	148
4.4.1 智能虚拟控件的规约	148
4.4.2 智能虚拟控件的实现	152
4.4.3 系统开发活动	153
参考文献	158
第五章 智能虚拟控件的设计	161
5.1 可复用智能虚拟控件的软件设计过程	161
5.2 智能虚拟控件的设计方法与准则	163
5.2.1 智能虚拟控件的替换	163
5.2.2 智能虚拟控件的功能独立性	168
5.2.3 智能虚拟控件的内聚	168
5.2.4 智能虚拟控件的耦合	170
5.2.5 智能虚拟控件的复用	172
5.2.6 智能虚拟控件的优化设计准则	173
5.3 非智能虚拟控件库的设计	175
5.3.1 非智能虚拟控件的计算机表达	175
5.3.2 非智能虚拟控件的电子分类档案	177
5.3.3 非智能虚拟控件设计实例	180
5.4 仪器功能库的设计	185
5.5 智能虚拟控件的设计	190
参考文献	191
第六章 VMIDS 开发系统及秦氏模型虚拟仪器的实现	192
6.1 VMIDS 开发系统的零编程拼搭机理	192
6.1.1 综合集成	192
6.1.2 基于知识的柔性综合集成系统	200
6.1.3 零编程开发系统的动态模拟运行与演化	206
6.2 VMIDS 开发系统的特点	210
6.2.1 VMIDS 开发系统的发展	212

6.2.2 VMIDS 开发系统的本质和特点	215
6.2.3 与 LabVIEW 系统的比较	218
6.3 秦氏模型虚拟仪器的拼搭	223
6.3.1 实现秦氏模型虚拟仪器的基本要素	224
6.3.2 秦氏模型虚拟仪器的拼搭	225
6.3.3 实例	226
6.4 秦氏模型虚拟仪器的典型应用	232
参考文献	237
附录 开发成功的系列秦氏模型虚拟仪器	239

第一章 导 论

测控仪器发展至今,大致可分为三种模式:传统硬件化仪器、以软件为主体的虚拟仪器和秦氏模型虚拟仪器——智能控件化虚拟仪器。秦氏模型的核心思想是智能虚拟控件,这是一种新的仪器模式,是仪器技术的一个重大发展。该思想最早由重庆大学秦树人教授提出并进行阐述,故称之为秦氏模型^[1]。

1.1 虚 拟 仪 器^[2,3]

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强,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强大的要求,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,因此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了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。

1.1.1 虚拟仪器的概念

虚拟仪器(Virtual Instrument,即 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,即 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,这样便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,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称为“软件即仪器”。

作为一种新的仪器模式,与传统的硬件化仪器比较,虚拟仪器主要有以下特点:功能软件化、功能软件模块化、模块控件化、仪器控件模块化、硬件接口标准化、系统集成化、程序设计图形化、计算可视化、硬件接口软件驱动化。

1.1.2 虚拟仪器系统的构成^[2~6]

图 1-1 表示虚拟仪器系统的构成。由图 1-1 可见,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。

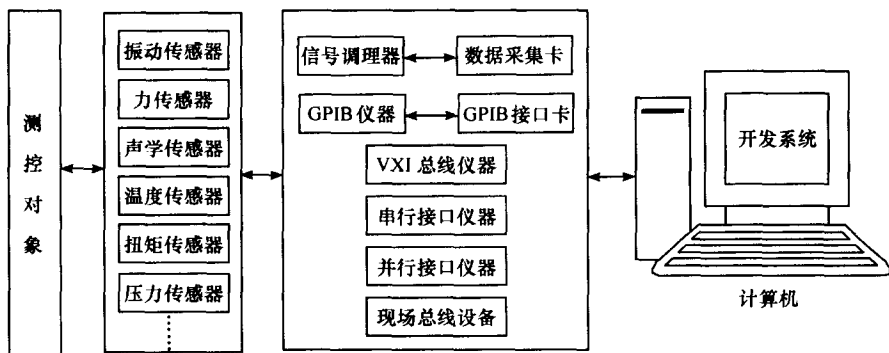


图 1-1 虚拟仪器系统的构成

1. 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硬软件资源,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)通用接口总线系统

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。系统中的仪器可以增加、减少或更换,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 仪器覆盖了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(VMEbus 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、具有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,即 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。这样一来,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。

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。图 1-2 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选择不同的测量范围;滤波器是滤除干扰信号和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的增益倍数,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/保持器主要用于多通道采集时各通道保持同步或相位差比较小;多路开关将各路被测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,市场上有很多 A/D 转换芯片中集成了多路采样/保持器。

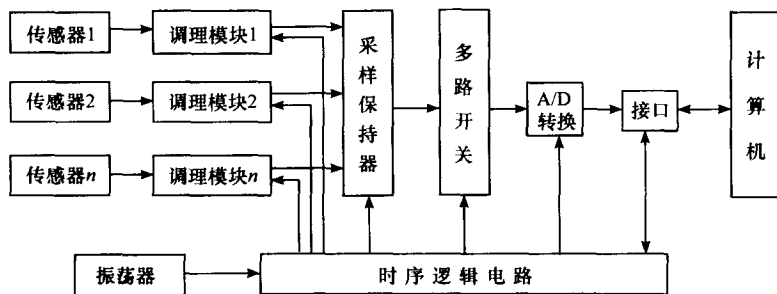


图 1-2 模拟信号调理器与数据采集器原理框图

除此之外,还有诸如阻抗匹配定时/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。

2. 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(VXI Play & Play)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 1-3 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。

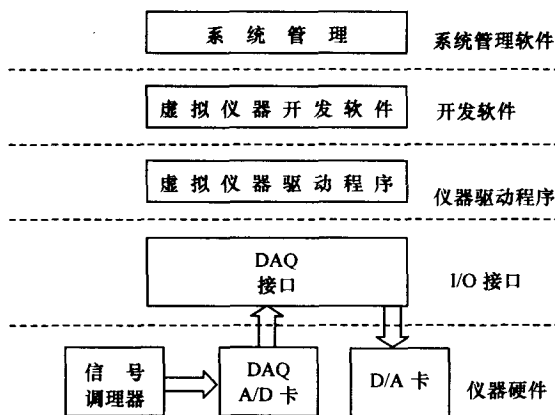


图 1-3 虚拟仪器的软件结构

(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,以实现对仪器的程控。它对于仪器驱动程序开发者来说是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。

3. 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,具有代表性的有 LabVIEW, HPVEE 系统;另一类是文本式的编程语言,如 C、VisualC++ 和 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。

1.1.3 虚拟仪器的形成^[2~6]

(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,从而代替了众多昂贵、复杂的测试仪器,大大减少了测试仪器操作与维护的时间和复杂性,大大降低了测试仪器的价格,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器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、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,与电子卡板有序连接的用以控制仪器工作状态、调用仪器功能和参数的面板控件、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,按图 1-4 所示的那样实行软件化,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,这样虚拟仪器便可与被测对象进行数据交换和进行测试与分析了。

(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一一集成于“控件库”中,并使这些仪器的功能软件和控件软件在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 机内便形成一个多品种的虚拟仪器库,这时用户便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。

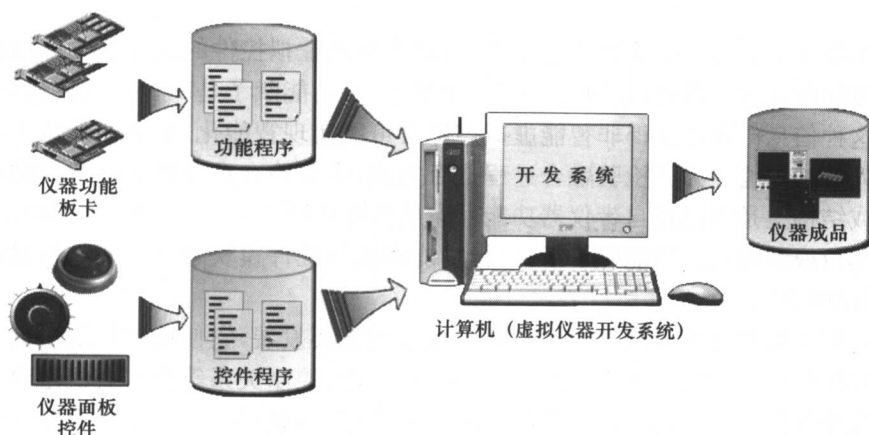


图 1-4 虚拟仪器——从硬件到软件的形成过程

1.1.4 虚拟仪器的局限性——秦氏模型的引入^[1,7~12]

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发展空间。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用户——都能在面对虚拟仪器时基本处于同一起跑线呢?重庆大学秦树人教授提出的“智能虚拟控件”和“智能控件化虚拟仪器”便能实现这一目标。如无特别说明,本书后续部分中,“智能虚拟控件”即为“秦氏模型智能虚拟控件”,“智能控件化虚拟仪器”即为“秦氏模型虚拟仪器”。

“智能虚拟控件”及“控件化虚拟仪器”是本书内容的主体,将在后续章节逐一详述,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”激活了的、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)虚拟仪器”。智能虚