



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

网络化测控技术与实现

□ 余成波 谢东坡 编著



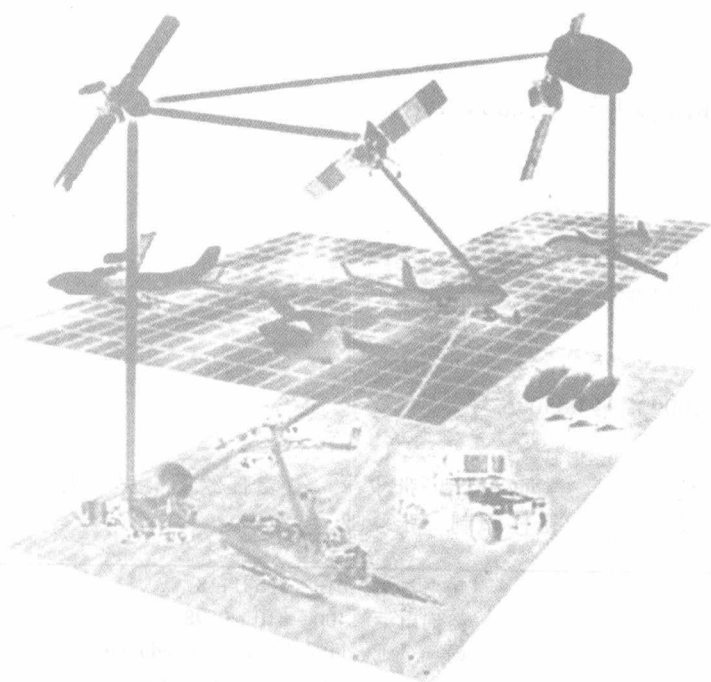
高等教育出版社



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

网络化测控技术与实现

余成波 谢东坡 编著



高等教育出版社

内容提要

本书是编者在多年从事网络化测控教学及科研的基础上编写而成的，内容丰富、全面、新颖、实用，叙述由浅入深，介绍了网络化仪器的原理及基本概念，并结合生产和工程实践讲解其应用，使本书具有一定的实用和参考价值。本书突出应用性和针对性，强化实践能力的培养，将网络化仪器和工程检测方面的知识有机地联系起来，使读者在掌握网络化仪器原理的基础上，进一步应用这方面的知识来解决工程检测中的具体问题。同时，注重反映新器件、新技术的内容，力求使读者了解前沿学科。

全书共 7 章，其主要内容包括：绪论、网络化仪器通信基础和体系结构、网络化虚拟仪器、网络化嵌入式仪器、网络化仪器的可靠性问题和实时性问题分析、嵌入式网络传感器研究与实现、网络化虚拟仪器的设计与实现举例等。

本书内容全面而实用，适用面广，不仅可以作为电气工程及其自动化、自动化、电子信息、测控技术与仪器、机械设计制造及其自动化、机电一体化等专业的本科教材，也可作为广大从事检测技术开发与应用的工程技术人员的学习用书。

图书在版编目（CIP）数据

网络化测控技术与实现/余成波，谢东坡编著. —北京：
高等教育出版社，2009. 7
ISBN 978 - 7 - 04 - 027313 - 7

I. 网… II. ①余…②谢… III. ①自动检测系统 -
高等学校 - 教材②自动控制系统 - 高等学校 - 教材
IV. TP273 TP274

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 085036 号

策划编辑	韩颖	责任编辑	魏芳	封面设计	张申申	责任绘图	尹莉
版式设计	王莹	责任校对	殷然	责任印制	张泽业		

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	咨询电话	400 - 810 - 0598
邮政编码	100120	网 址	http://www. hep. edu. cn
总 机	010 - 58581000		http://www. hep. com. cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www. landraco. com
印 刷	中国农业出版社印刷厂		http://www. landraco. com. cn
		畅想教育	http://www. widedu. com
开 本	787 × 1092 1/16	版 次	2009 年 7 月 第 1 版
印 张	13. 75	印 次	2009 年 7 月 第 1 次印刷
字 数	300 000	定 价	18. 10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 27313 - 00

总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所以培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和在研究报告基础上同步组织建设的反映应用人才培养特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是,“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新,采取边研究、边探索、边实践的方式,推进高校应用型本科人才培养工作,突出重点目标,并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此,在课题研究过程中,各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果,并和教学实

际结合起来，认真讨论和研究教学内容和课题体系的改革，组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师，编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案，以满足高等学校应用型人才培养的需要。

我们相信，随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不深入，特别是随着教育部“高等学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施，具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003 年 4 月

前 言

仪器仪表是人们探索客观物质世界、认识自然规律和进行工业化生产必需的工具和物质手段。随着信息时代和知识经济时代的来临,仪器仪表已逐渐超越了一般工具的范畴,变成了支撑人类社会有序、高效生产活动与现代社会生活的物质基础,成为推动信息社会和知识经济发展的技术保障。仪器仪表技术既是现代科技的前沿技术,也是信息产业的关键技术,是信息产业的基础与源头。现代科技中,如航空航天、高能物理、生物工程、新材料、新能源和环境保护等领域的研究与实验,都离不开先进仪器仪表技术的应用。

“网络化仪器”是仪器科学技术的最新发展趋势,本书正是针对当前技术与市场需求,以实用为主线,理论联系实际,将有关的理论研究与实践工作有机融合。通过本课程的学习,学生可以了解网络化仪器的基础理论,并应用这些理论构成实际应用系统,进一步解决工程、生产及科研中遇到的各种具体或特殊的网络测控问题。

本书的编写力求将系统性、实用性与先进性相结合,理论与实践相交融,既注重传统知识的讲授,又兼顾新技术、新成果的应用。本书具有如下特色:

1. 应用型特色——充分结合生产和工程实践

以“培养技术应用能力为主线”,突出应用性和针对性,强化实践能力的培养。将网络化仪器和工程检测方面的知识有机地联系起来,使学生在掌握网络化仪器原理的基础上,进一步应用这方面的知识解决工程检测中的具体问题。

2. 内容全面新颖——精选最新科技成果

本书是编者多年来从事网络化测控教学及科研的经验总结,作为国内第一部有关“网络化仪器”的书籍,全面讲述了网络化仪器的基础理论和工程应用实践,反映了网络化仪器技术的最新发展趋势。

全书共7章,其主要内容包括:绪论、网络化仪器通信基础和体系结构、网络化虚拟仪器、网络化嵌入式仪器、网络化仪器的可靠性问题和实时性问题分析、嵌入式网络传感器研究与实现、网络化虚拟仪器的设计与实现举例等。

本书主要内容基于编者带领的团队在重庆市自然科学基金项目“基于网络环境的发电机在线监测技术研究”(编号:CSTC2007BA2023)、“IP传感器及其应用技术研究”(编号:CSTC2005BB2077)、“基于Internet的远程数据采集技术研究”(编号:CSTC2001BB6806)和重庆市教育委员会科学技术研究项目“基于网络测控仪器仪表技术的研究”(编号:KJ060613)、“大型发电机组远程在线监测及应用技术的研究”(编号:KJ070605)、“基于射频卡(感应式IC卡)的通用数据采集和处理平台的研制”(编号:KJ030611)中的研究与应用工作积累,在此感谢团队成员作出的突出贡献。本书由余成波、谢东坡主编,参与本书编写的还有陈学

军、翟峰、张睿、高云、秦华锋、李泉、龚智、胡柏栋、许超明、崔焱喆、杨数强、张冬梅、彭秋、刘贺、刘彦飞、张方方、李彦林、李红林、沈钰、吴佳伟、周召敏等。高等教育出版社和重庆理工大学对本书的出版给予了大力支持，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了众多高等学校、科研单位、厂矿企业等的大力支持和帮助，并获得了许多宝贵的意见。在此，一并表示衷心的感谢。

本书内容全面而实用，适用面广，不仅可以作为电气工程及其自动化、自动化、电子信息、测控技术与仪器、机械设计制造及其自动化、机电一体化等专业的本科教材，也可作为广大从事检测技术开发与应用的工程技术人员的自学用书。

热忱地期望各位读者和同仁对本书的错误和不足提出指正和建议，联系邮箱：yuchengbo@cqut.edu.cn。

编者

2008年10月

目 录

第 1 章 绪论	1	3.1.1 网络化虚拟仪器的概念	42
1.1 现代仪器技术概述	1	3.1.2 网络化虚拟仪器的硬件结构	42
1.1.1 现代仪器的发展历程	1	3.1.3 网络化虚拟仪器的软件结构	43
1.1.2 现代仪器的发展趋势	2	3.2 网络化虚拟仪器的开发平台	44
1.2 网络化仪器概述	3	3.2.1 软件开发技术概述	44
1.2.1 网络化仪器的发展	3	3.2.2 图形化编程语言 LabVIEW 简介	45
1.2.2 网络化仪器的概念和特点	4	3.3 TCP 和 UDP 通信	62
1.2.3 常见的网络化仪器及网络测控 技术的典型应用	5	3.3.1 TCP 节点与 TCP 通信技术及 应用	63
第 2 章 网络化仪器通信基础和体系 结构	21	3.3.2 UDP 节点与 UDP 通信应用	67
2.1 TCP/IP 协议	21	3.4 DataSocket 技术	72
2.2 计算机网络	23	3.4.1 DataSocket 技术简介	72
2.2.1 计算机网络的定义和分类	23	3.4.2 DataSocket 节点	75
2.2.2 计算机网络的发展	24	3.4.3 DataSocket 应用	78
2.2.3 计算机网络的组成	26	3.5 基于 Web 的远程发布	86
2.2.4 计算机网络的功能	27	3.5.1 在 Web 上发布 LabVIEW 程序	87
2.3 网络化仪器的体系结构	28	3.5.2 在 Web 上发布 HTML 文件	90
2.3.1 网络化仪器基本模式	28	3.6 远程仪器访问技术	96
2.3.2 基于 C/S 模式的典型网络化 仪器结构	28	3.7 两种组建网络化虚拟仪器系统的模式 和应用	96
2.3.3 基于 B/S 模式的典型网络化 仪器结构	31	3.7.1 C/S 模式（客户/服务器模式）	97
2.3.4 基于 C/S、B/S 混合模式的典型 网络化仪器结构	33	3.7.2 B/S 模式	97
2.4 LXI 总线网络化仪器	36	3.7.3 应用实例	98
2.4.1 LXI 标准	36	3.8 基于 LXI 总线虚拟仪器的体系结构	106
2.4.2 LXI 网络的技术优势	37	3.8.1 LXI 总线虚拟仪器的优点	106
2.4.3 LXI 总线网络化仪器系统设计 方案	38	3.8.2 LXI 总线仪器模块的构成	106
第 3 章 网络化虚拟仪器	42	3.8.3 LXI 总线虚拟仪器的硬件接口 方案	107
3.1 网络化虚拟仪器基础	42	3.8.4 LXI 的软件接口及同步接口	108
第 4 章 网络化嵌入式仪器	111	第 4 章 网络化嵌入式仪器	111
4.1 网络化嵌入式仪器概述	111	4.1 网络化嵌入式仪器概述	111
4.1.1 网络化嵌入式仪器的提出	111	4.1.1 网络化嵌入式仪器的提出	111

4.1.2 网络化嵌入式仪器的功能	112	5.3.1 实时性问题描述	141
4.2 网络化嵌入式仪器的体系结构	113	5.3.2 实时性问题分析	141
4.2.1 网络化嵌入式仪器的结构	113	5.3.3 网络化仪器的时间同步	142
4.2.2 网络化嵌入式仪器的控制部分 网络化方案	114	第 6 章 嵌入式网络传感器研究与实现	143
4.2.3 网络化嵌入式仪器的嵌入式操作 系统网络化方案	114	6.1 网络传感器的基本概念	143
4.3 网络化嵌入式仪器设计	115	6.1.1 网络传感器的概念	143
4.3.1 网络化嵌入式仪器的入网 方式	115	6.1.2 网络传感器的类型	144
4.3.2 网络化嵌入式仪器设计举例 ..	115	6.1.3 基于 IEEE1451 标准的网络 传感器	144
4.4 无线通信技术的网络化嵌入式测控 系统	119	6.1.4 网络传感器所在网络的体系 结构	150
4.4.1 典型的无线通信技术	120	6.2 嵌入式网络传感器系统的实现	151
4.4.2 无线网络视频监控系統	122	6.2.1 嵌入式网络传感器概述	151
4.4.3 基于 GSM 的住宅智能报警系统 的设计	125	6.2.2 系统的功能	152
4.4.4 ZigBee 和 GPRS 技术在水文监测 系统中的应用	127	6.2.3 系统硬件结构	152
4.4.5 工业控制网络将向有线和无线 相结合方向发展	131	6.2.4 系统硬件部分设计	153
第 5 章 网络化仪器的可靠性问题和实时性 问题分析	133	6.2.5 系统软件的实现	159
5.1 网络化仪器的抗干扰技术	133	6.2.6 系统的调试与实现	178
5.1.1 干扰的来源	133	第 7 章 网络化虚拟仪器的设计与实现 举例	187
5.1.2 几种常见的抗干扰技术	133	7.1 网络化虚拟仪器在远程教学中的应用 ..	187
5.2 网络化仪器的安全性问题	135	7.1.1 系统构架	188
5.2.1 网络安全基础	135	7.1.2 系统关键技术实现	188
5.2.2 测控网络的安全问题概述	136	7.1.3 系统界面图	192
5.2.3 测控系统网络安全的解决 方案	138	7.2 基于 LabVIEW 的室内环境舒适度监测 系统设计	194
5.2.4 C/S 结构网络化测控系统的 安全性设计	139	7.2.1 系统总体构架	194
5.2.5 B/S 结构网络化测控系统的 安全性设计	140	7.2.2 温度、湿度的数值 - 符号 转换	195
5.2.6 C/S 和 B/S 结构网络化测控 系统的安全性比较	140	7.2.3 基于温度、湿度的舒适度 合成	197
5.3 网络化仪器的实时性问题	141	7.2.4 基于 Web 的网络发布	198
		7.3 基于 Web 虚拟仪器的多道实时数据采集 实验系统设计	202
		7.3.1 基本思路	202
		7.3.2 系统设计步骤	203
		参考文献	207

第 1 章 绪 论

1.1 现代仪器技术概述

仪器仪表是人们探索客观物质世界、认识自然规律和进行工业化生产必需的工具和物质手段。随着信息时代和知识经济时代的来临，仪器仪表已逐渐超越了一般工具的范畴，变成了支撑人类社会有序、高效生产活动与现代社会生活的物质基础，成为推动信息社会和知识经济发展的技术保障。仪器仪表技术既是现代科技的前沿技术，也是信息产业的关键技术，是信息产业的基础与源头。现代科技中，如航空航天、高能物理、生物工程、新材料、新能源和环境保护等领域的研究与实验，都离不开先进仪器仪表技术的应用。

1.1.1 现代仪器的发展历程

最早的仪器可以追溯到中国古代四大发明之一的指南针。19 世纪以来钟表技术和电磁技术的发展，为仪器仪表技术的发展奠定了坚实的基础。从 20 世纪 50 年代至今，仪器经历了以下 4 个主要阶段：

① 20 世纪 50 年代，随着模拟电子技术的发展，模拟仪器开始出现。这种仪器系统结构复杂，以模拟技术处理信号，是第一代仪器。

② 20 世纪 60 年代，随着集成电路的出现，产生了数字仪器，它以集成电路芯片为基础，有较高的测试速度和高精度、高分辨率，这是第二代仪器。第二代仪器将测试到的模拟信号转化为数字信号，它以数字方式处理数据、输出结果，并可以通过接口将数字化信息与计算机交互。这类仪器特别适用于要求快速响应和高精度的场合。

③ 20 世纪 70 年代，随着计算机技术和仪器技术的发展和交叉，出现了包含微处理器的智能仪器——即第三代仪器。与第二代仪器相比，第三代仪器已经将微处理器嵌入到仪器内部，它不仅能完成测量和控制任务，还能对测试数据进行各种后期处理。另外，这类仪器能适应被测对象的变化，通过自补偿、自校正、自选量程等技术实现对变化参数的精确测量。智能仪器的出现是仪器发展史上的革命，“计算机就是仪器”指的就是智能仪器。

④ 20 世纪 80 年代，美国国家仪器公司首先提出“虚拟仪器”的概念，此后虚拟仪器技术便蓬勃发展。虚拟仪器是以计算机为载体，以特定软件为核心，配以特定的硬件接口而形成的新型仪器。软件是虚拟仪器的核心，因此有“软件就是仪器”的说法。

上述现代仪器的发展历程只是对仪器发展的简单描述，实际上，随着科学技术的进步，特别是计算机技术的发展，各种类型仪器也在不断发展和改进，直到今天，智能仪器和虚拟仪器

仍在快速发展。

1.1.2 现代仪器的发展趋势

仪器仪表是认识客观世界的重要工具，这种工具伴随科学技术的发展而发展。近几十年来，计算机技术、网络技术、嵌入式技术、虚拟仪器技术等迅速发展。下面主要介绍这些年来计算机等技术渗透到仪器仪表领域之后，新一代仪器仪表发展的主要趋势——智能化趋势、虚拟化趋势和网络化趋势。

(1) 仪器的智能化趋势

智能化是仪器发展的重要趋势之一，所谓智能仪器是计算机技术与测量仪器相结合的产物，是含有微计算机或微处理器的测量（或检测）仪器，它拥有对数据的存储、运算、逻辑判断及自动化操作等功能，具有一定的智能作用（表现为自诊断、自校正、自适应、自学习等）。传统仪器与微处理器的结合，一方面，应用在仪器中的微处理器取代了许多硬件，使仪器的结构更加简化。另一方面，微处理器用于测量过程控制和数据处理，使得仪器的功能大大增强。智能化仪器的软件与硬件相结合，使许多复杂的硬件得以简化，许多功能可以由软件来实现。通过软件可以进行数据处理，计算偏移、方差，进行倒谱分析等。智能化仪器的测量过程也由软件来控制，可以实现自校正、自诊断、自补偿等功能，使得仪器仪表的精度、可靠性和测量速度都有明显提高。此外，智能化仪器仪表具有数字通信接口，可以将测量结果和处理数据非常方便地输入计算机或其他数字设备中。

智能仪器是科学技术发展的结果，尽管目前这类仪器的智能化程度还不是很高，但是可以预计随着计算机技术、信息技术以及人工智能技术的不断发展和完善，智能仪器的智能程度必将越来越高。

(2) 仪器的虚拟化趋势

虚拟仪器（VI）的概念是随着计算机测试仪器的发展而提出的，它以计算机为基础，由测量软件支持，具有虚拟仪器控制面板必要的仪器硬件和通信能力。虚拟仪器由计算机、应用软件和仪器硬件三部分构成，通过软件将计算机硬件与仪器硬件有机地融合为一体，把计算机强大的数据处理能力和仪器硬件测量、控制能力结合在一起，通过软件实现对数据的显示、存储以及分析处理。在虚拟仪器中，软件占有重要的地位。测量过程的控制、软面板的实现、数据处理以及测量结果的显示、存储、输出等完全由软件控制。因此，有人提出了“软件就是仪器”的口号。美国NI（National Instrument）公司提供了开发虚拟仪器的公共软件平台（如LabVIEW、LabWindows/CVI等）供虚拟仪器开发者使用。

随着计算机技术、通信技术与仪器技术的深入发展和结合，使得虚拟仪器得到了进一步发展，虚拟仪器将计算机资源与仪器硬件、数字信号处理技术结合，把厂家定义仪器功能的方式转变为由用户自己定义。在虚拟仪器中，计算机成为仪器的一部分，使得计算机的作用可以得到充分发挥。虚拟仪器的出现是仪器发展史上的一场革命，标志着仪器发展的最新方向和潮流，是信息技术的一个重要领域，对科学技术的发展和工业生产将产生不可估量的影响。

(3) 仪器的网络化趋势

在当今的信息化社会中,以 Internet 为代表的网络作为信息交换的工具渗透到工业、科研及日常生活的各个领域。网络技术的发展为网络化仪器的诞生提供了契机。网络化仪器是无论任何地点、任何时间都能进行远程操作、获取测试信息的所有硬软件元素的任何集合。它由基本网络系统硬件、应用软件和多种通信协议组成。网络化仪器通过网络连接在一起,彼此之间可以进行数据交换,实现数据共享。测量数据可以通过网络传输到异地,利用异地的设备或仪器进行分析处理。网络化仪器可用于生产企业的集散控制系统,其分布在系统的不同位置,进行分布式测量,然后通过网络将数据传到控制中心,控制中心可以在异地对测量过程进行操控,从而大大提高了生产效率。如今,网络化仪器发展很快,美国安捷伦公司已经成功推出了网络化示波器和网络化逻辑分析仪。此外,网络化流量计、网络化传感器也已经问世。在电能计量领域,远程集中抄表系统的应用也日趋广泛,电力部门可以通过电话线或电力线完成对远程电表读数的获取和监控,应用在该系统中的具有远程通信功能的电能表就是一种网络化仪表。

网络化仪器已超出了传统的单个式独立仪器的范畴,它不是传统的单个式独立仪器的简单组合,且不能缺少电子信息传输媒介的介入。它以 PC 机和工作站为基础,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,从某种意义上说,计算机和现代仪器仪表已相互包容,计算机网络也就是通用的仪器网络。“网络就是仪器”的概念,确切地概括了仪器的网络化发展趋势。

现代仪器技术已经逐渐成为一门综合性的技术,它的发展与计算机技术、网络技术、微电子技术等密切相关。高新技术的发展,使现代仪器的结构发生质的变化。微型化、集成化、电子化、数字化、多功能化、智能化、虚拟化、网络化是仪器仪表的发展趋势。其中又以仪器的智能化、虚拟化、网络化趋势最为典型和明显。冲破传统观念,顺应科学发展趋势,构造具有智能化、虚拟化、网络化的新型仪器是摆在仪器科学领域每个工作者面前的重要课题。

1.2 网络化仪器概述

1.2.1 网络化仪器的发展

20 世纪 70 年代以来,计算机、微电子等技术迅猛发展。在它们的推动下,同时也为适应现代化工农业生产甚至战争的新需求,测量技术与仪器不断进步,相继诞生了智能仪器、PC 仪器、VXI 仪器、虚拟仪器等及其自动测试系统,计算机与现代仪器设备间的界限日渐模糊,测量领域和范围不断拓宽。近 10 年来,以 Internet 为代表的网络技术的出现以及它与其他高新科技的相互结合,不仅已开始将智能互联网产品带入现代生活,也为测量与仪器技术带来了前所未有的发展空间和机遇,网络化测量技术与具备网络功能的新型仪器应运而生。

随着计算机技术、网络通信技术的不断拓展,21 世纪的仪器概念将是一个开放的系统概

念。以 PC 机和工作站为基础,通过组建网络来构成实用的测控系统,提高生产效率和共享信息资源,已成为现代仪器仪表发展的方向。从某种意义上说,计算机和现代仪器仪表已相互包容,计算机网络也就是通用的仪器网络,如果在测控系统中有更多不同类型的智能设备也像计算机和工作站一样成为网络的节点联入网络,例如各种智能仪器、虚拟仪器及传感器等,它们充分利用目前比较成熟的 Internet 网络的设施,不仅能够实现更多资源的共享、降低组建系统的费用,还可以提高测控系统的功能,并拓宽其应用的范围。“网络就是仪器”的概念确切地概括了仪器的网络化发展趋势。

目前,以 Internet 为代表的计算机网络正迅猛地发展,随着网络信道容量的扩大,网络速度将不再成为网络应用的障碍。利用现有的 Internet 网络设施,网络化传感器已应用到分布式测控系统中,简化了系统建设和设备维护,降低了费用并提高了系统的功能,随着测控网络的发展,测控网络和信息网络的互连技术也将日臻完善,最终实现大规模对等的范围和广度,以更快的速度扩大。

计算机技术、传感器技术、网络技术与测量、测控技术的结合,使网络化、分布式测控系统的组建更为方便。以 Internet 为代表的计算机网络技术的迅猛发展及相关技术的不断完善,使得计算机网络的规模更大,应用更广。国防、通信、航空、航天、气象、制造等领域将对大范围的网络化测控提出更迫切的需求,网络技术也必将在测控领域得到广泛的应用;网络化仪器很快会发展并成熟起来,从而有力地带动和促进现代测量技术即网络测量技术的进步。

有专家预计,在不久的将来,地球将披上一层由大量各种各样电子测量仪器设备组成的“通信外壳”,它们将负责监控城市、公路甚至整个环境,并会随时将测得的数据信息直接输入网络。与各行各业一样,测量技术与仪器也必将在网络时代发生革命性变化。

1.2.2 网络化仪器的概念和特点

现代高新科学技术的迅速发展,有力地推动了仪器仪表技术的不断进步。仪器仪表的发展将遵循跟着通用计算机走、跟着通用软件走和跟着标准网络走的指导思想,仪器标准将向计算机标准、网络规范靠拢。依托于智能化、微机化仪器仪表的日益普及,联网测量技术已在现场维护和某些产品的生产自动化方面实施,还必将在仪器仪表出厂校验、现代化工业生产等越来越多的领域中大显身手。继“计算机就是仪器”和“软件就是仪器”概念之后,“网络就是仪器”的提法也已出现。具备网络功能的多种最新型现代测量仪器的相继问世,正急切地期待着人们对“网络就是仪器”的说法赋予更科学的描述。

服务于人们从任何地点、在任意时间都能够获取到测量信息(或数据)的所有硬、软件条件的有机集合,已远远超出了传统的单个式独立仪器的范畴,它不是传统单个式独立仪器的简单组合,且不能缺少电子化的信息传输媒介,即电子化的信息载体。没有了电子化信息载体的介入,在任意时间、从任何地点获取测量信息就根本不可能实现。信息的载体越来越电子化,以及测量结果需要通过电缆、光纤 Internet、移动通信、电视等媒介传输和显示(输出)的发展变化过程,正是一种涵盖范围更宽、应用领域更广的全新现代测量技术——网络化测量

技术逐步形成并日渐清晰的过程。网络技术已开始逐渐成为仪器控制与测量的主要工具。从进一步拓展仪器设备定义的角度出发,并根据网络化测量技术的特点,可将服务于人们从任何地点、在任意时间都能够获取到测量信息(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,人们从任何地点、在任意时间获取到测量信息(或数据)的愿望将成为现实。与传统的仪器、测量、测试相比,这的确是一个质的飞跃。其特点表现在:

(1) 仪器和信息共享

在网络化仪器环境条件下,被测对象可通过测试现场的普通仪器设备,将测得数据(信息)通过网络传输给异地的精密测量设备或高档次的微机化仪器去分析、处理;可实现测量信息的共享;可掌握网络节点处信息的实时变化的趋势;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。

(2) 成本低、效率高

利用无处不在的 Internet 和网络化仪器构建的测控系统,能够更好地整合资源,降低组建系统的成本。另外,使用网络化仪器,无疑能显著提高各种复杂设备的利用率,有效降低监测、测控工作的人力和财力投入,缩短一些类型计量测试工作的周期,并将增强测量需求客户的满意程度。

传统测试(测量)仪器或系统一旦与网络结合在一起便组成了网络化仪器,正像电信服务运营商今天已能进行远程测试一样,可以做到从地球上的任何地点、在任意时间,获取到任何地方的所需要的测量信息。仪器仪表及现代化测量技术的发展及其相应传统概念的突破和延拓,是网络化仪器概念产生的必然和前提。网络化仪器概念的确立,可能更有助于人们尽早明确今后仪器仪表的研发战略,促进并加速现代测量技术手段的更快、更广泛的普及和发展。

1.2.3 常见的网络化仪器及网络测控技术的典型应用

网络化仪器的概念并非建立在虚幻之上,而已经在测量与测控领域广泛应用。以下是网络化仪器的几个典型例子。

(1) 网络化流量计

流量计是用来检测流动物体流量的仪表,它能记录各个时段的流量,并在流量过大或过小时报警。现在已有商品化的、具有联网能力的流量计(如图 1-1 所示)。按照定义,它也可称为网络化流量计。使用它,用户可以在安装过程中通过网络浏览器对其若干参数进行远程配置。在嵌入 FTP 服务器后,网络化流量计就可将流量数据传送到指定计算机的指定文件里;SMTP(简短消息传输协议)电子邮件服务器可将报警信息发送给指定收信人(指定的信箱或寻呼机)。技术人员收到报警信息后,可利用该网络化流量计的互联网地址做远程登录,运行适当的诊断程序、重新进行配置或下载新的固件,以排除障碍,而无需离开办公室赶赴现场。

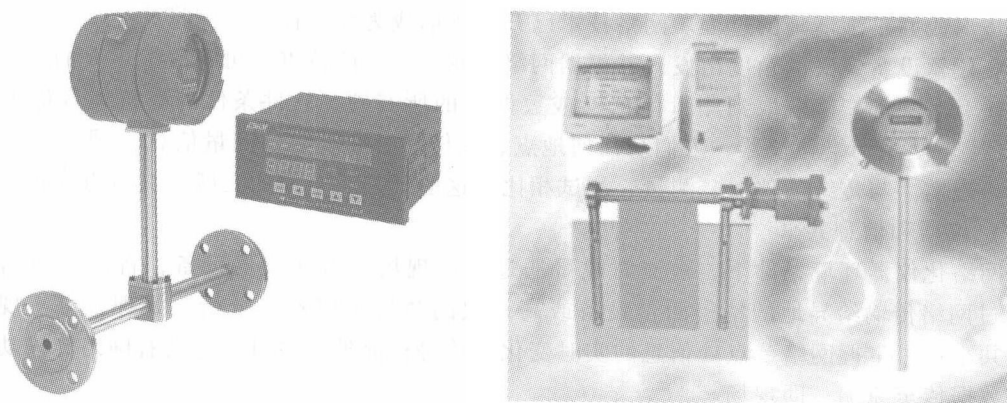


图 1-1 LBW 系列网络型转板流量计

(2) 网络化传感器

传感器是一种以一定的精确度将被测对象转化为与之有确定对应关系的、便于应用的某种物理量的测量装置。随着工业现代化的飞速发展和测控系统自动化、智能化技术的不断进步,传统的传感器已不能满足要求。与计算机技术和网络技术相结合,传感器从传统的现场模拟信号通信方式转为现场级的全数字通信方式成为现实,即产生了传感器现场级的数字网络化——网络化传感器。网络化传感器是在智能传感器基础上,把 TCP/IP 协议作为一种嵌入式应用,嵌入现场智能传感器的 ROM 中,从而使信号的收、发都以 TCP/IP 方式进行,如此,网络化传感器像计算机一样成为测控网络上的节点登临网络,并具有网络节点的组态性和互操作性(如图 1-2 所示)。利用局域网和广域网,处在测控点的网络传感器将测控参数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,进而进行相应的分析和处理。

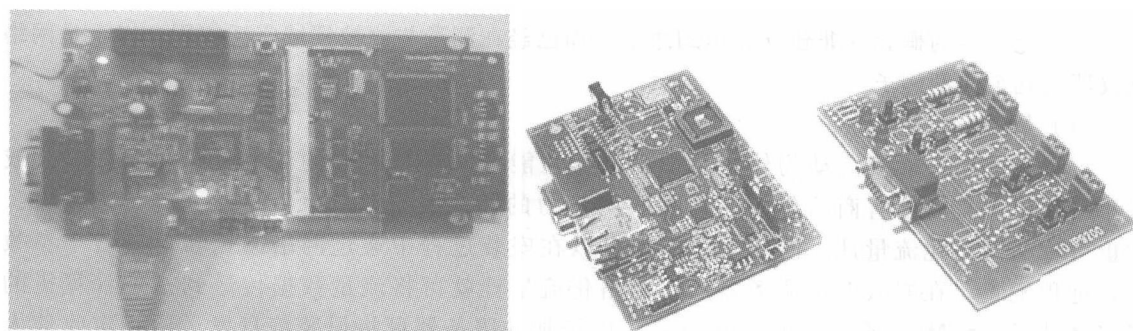


图 1-2 网络传感器模块实物图

网络传感器应用范围很广,例如在广袤地域的水文监测中,对江河从源头到入海口,在关键测控点用传感器对水位乃至流量、雨量进行实时在线监测,网络化传感器就近登临网络,组成分布式流域水文监控系统,可对全流域及其动向进行在线监控。在对全国耕地进行的质量监测中,也同样可利用网络化的传感器,进行大范围信息的采集。随着分布式测控网络的兴起,

网络化传感器必将得到更广泛的应用。

(3) 网络化示波器和网络化逻辑分析仪

安捷伦科技有限公司遵循“对网络看得越清楚，问题就能越快解决”的宗旨，几年前就将联网功能作为其 Infinium 系列数字存储示波器的标准性能（图 1-3 所示），并且最近又研制出了具有网络功能的 16700B 型逻辑分析仪（图 1-4 所示）。这种网络化逻辑分析仪可实现任意时间、任何地点对系统的远程访问，实时地获得仪器的工作状态；通过友好的用户界面，可对远程仪器的功能加以控制，对状态进行检测，还能将远程仪器测得的数据经网络迅速传递给本地计算机。

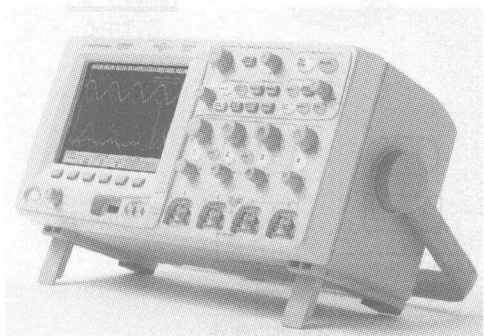


图 1-3 带网络功能的数字示波器实物图片

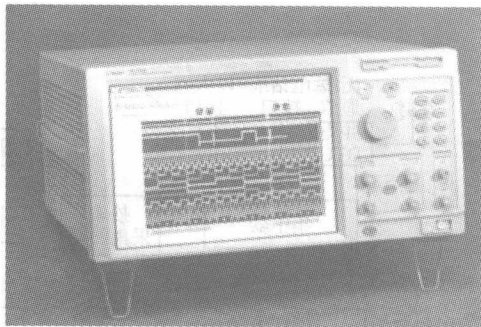


图 1-4 16700B 型逻辑分析仪实物图片

(4) 网络化电能表

按网络化仪器的定义不难发现，电能自动抄表系统也在一定意义上相当于一种用于测量电能数据的网络化仪器。因为利用电能自动抄表系统，经电缆、电话线、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，如图 1-5 所示。

(5) 网络化环境监测仪器

气候环境的变化和人们的日常生活息息相关，怎样对其进行有效监测是环境监测工作者的工作重心。网络化环境监测设备的出现弥补了以往环境监测效率低、耗费人力、物力多等缺点。网络化环境监测仪器可以动态监测环境变化，为大气监测、天气预报、自然灾害预防、航天航空等提供可靠信息和数据（如图 1-6 所示）。另外，对小空间的环境监测也一直是人们关注的焦点，如对候车室、影院、会议室、办公室、病房等环境的实时监测，无论是对于了解环境状况和参数，还是对于环境控制都有着十分重要的意义。例如，编者开发的“基于 LabVIEW 的室内环境舒适度监测仪”，就是借助 LabVIEW 强大的网络功能对室内环境舒适度进行监测的典型应用。

(6) 网络化医疗仪器

在医生和患者处均安装网络化医疗仪器，便可以通过 Internet 传输信号，实现医患双方的“互听”、“互视”，这样一个基本远程会诊系统便组成了（如图 1-7 所示）。一般远程医疗通过网络化医疗仪器在相隔较远的医生和患者之间进行信息交互以收集患者相关信息，在完成对

患者信息收集的基础上做出相应的诊断并提出医疗方案,甚至直接进行远程手术等。例如:2003年第二次海湾战争中,美国就利用网络化医疗仪器对驻扎在伊拉克的士兵进行了常规体检;在2001年,以首位飞越大西洋的飞行员命名的“林德伯格手术”完成了在美国与法国间首例远程机器人手术;2003年,中国人民解放军海军总医院神经外科中心与沈阳医学院附属中心医院联合完成了一例远程遥控机器人立体定向神经外科手术。手术机器人延伸了医生的手臂,使医生为相隔几千千米的病人进行手术成为可能。

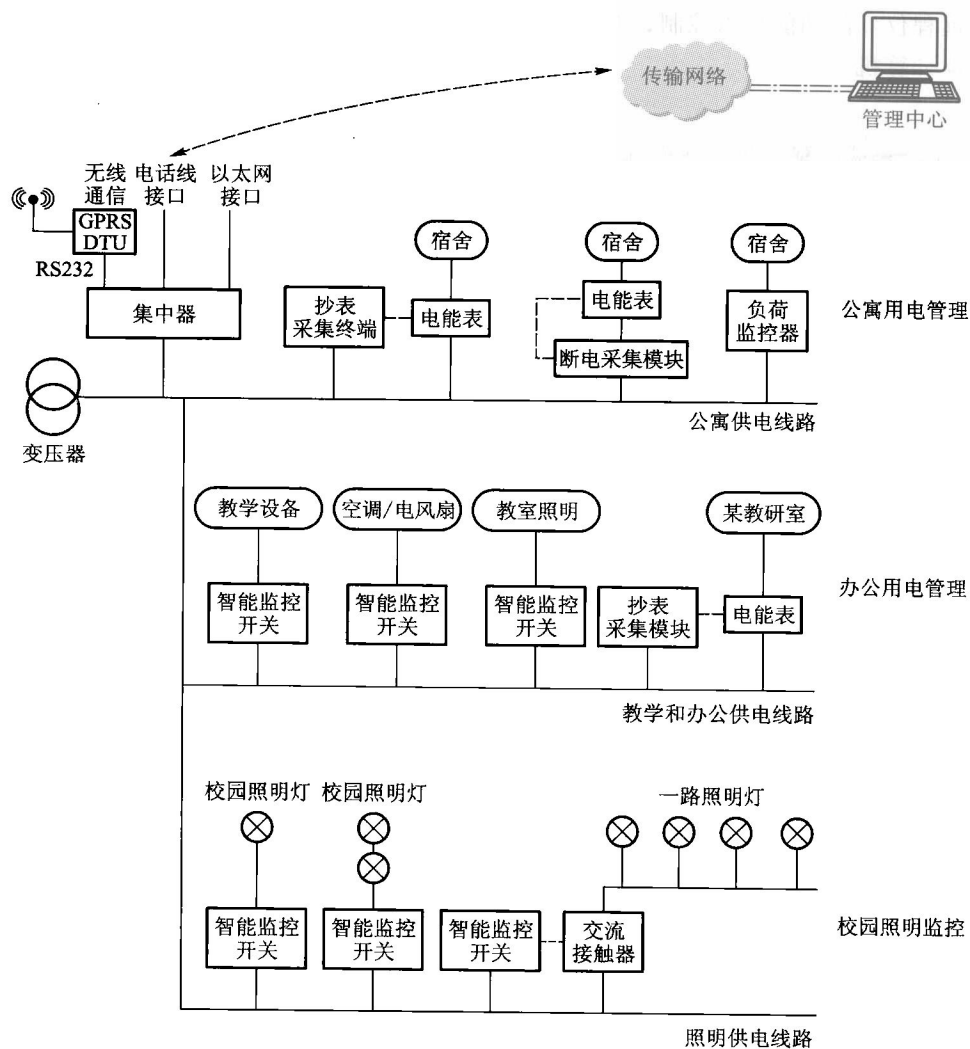


图 1-5 网络化电能管理系统