

现代测试与控制丛书

网络化测控技术

陈国顺 宋新民 马 峻 编著
李胜玉 审校



<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

现代测试与控制丛书

网络化测控技术

陈国顺 宋新民 马 峻 编著
李胜玉 审校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

测控技术的网络化是现代测控技术的发展趋势之一,本书从应用角度出发,系统介绍网络化测控技术及其应用。全书共分10章,包括现代网络化测控系统概述、测控网络通信基础、网络化测控系统体系结构、网络化虚拟仪器、网络化测控系统软件开发技术、网络化远程控制技术、网络化远程故障诊断技术、网络化测控系统安全与可靠性设计、网络化测控系统集成、网络化测控系统设计实例等。

本书可作为测控技术与仪器、自动化、机械电子、机器人以及计算机应用等专业师生的教学参考书,也可供从事测控系统的开发研制、生产、使用、培训、管理的工程技术人员和研究人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

网络化测控技术 / 陈国顺, 宋新民, 马峻编著. —北京: 电子工业出版社, 2006.9

(现代测试与控制丛书)

ISBN 7-121-03156-6

I. 网… II. ①陈… ②宋… ③马… III. 计算机网络—应用—预测控制 IV. TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第105621号

责任编辑: 高买花 特约编辑: 陈宁辉

印 刷: 北京冶金大业印刷有限公司

装 订: 三河市万和装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.5 字数: 448千字

印 次: 2006年9月第1次印刷

印 数: 5000册 定价: 29.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系电话:(010)68279077;邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

出版说明

测试与控制（以下简称测控）技术是光、电、自动控制、计算机与信息技术多学科相互融合和渗透而形成的一门高新技术密集型综合学科，目前已成为 21 世纪关键的信息技术之一。随着光、机、电、算、生、化、医、材料等新技术的不断涌现，以及科学技术尤其电子信息技术的飞速发展，测控技术将迎来创新发展的新机遇，微型化、集成化、智能化、虚拟化和网络化成为以计算机为核心的现代测控技术的一个发展趋势。

随着测控技术的飞速发展，以及知识更新的速度日益加快，社会对综合素质高的测控人才的需求不断加大，各测控技术开发单位、科研院所的研发人员都急需一套针对性强、具有实际指导意义的现代测试与控制技术类书籍；各高等院校相关专业的本科生、研究生也迫切希望学习、掌握现代测控技术及其应用，以推动测控技术在各领域的广泛应用和快速发展。

《现代测试与控制丛书》正是针对当前技术与市场需求，由国内站在测控技术前沿并有实践经验经验的专家和学者，以实用技术为主线，理论联系实际，将他们在理论研究与实践工作中积累的大量经验和体会有机地融为一体，以丛书的形式奉献给广大读者！本套丛书立足现代测控技术的发展趋势及其主要应用领域，将技术热点与实践应用紧密结合，以实际应用为主线，围绕现代测控技术基础理论、实践应用、发展趋势等方面进行深入浅出的讲解和论述。

读者群定位于高等院校测控相关领域的学生，科研开发及设计人员等，可作为测控领域学习、开发人员的参考资料，也可作为高等院校相关专业师生的教学参考书。

本套丛书的出版得到了业界许多专家、学者的鼎力相助，对此表示衷心的感谢！同时，热切欢迎广大读者提出宝贵意见，或者推荐更多优秀选题（gmholife@hotmail.com）。

电子工业出版社
2006 年 5 月

前 言

计算机网络技术的迅速发展和广泛应用正在改变人们的工作和生活方式,对计算机测控领域和自动控制领域的发展也产生了巨大的影响。在计算机技术、网络通信技术、仪器技术和自动测试技术不断发展的推动下,网络化测控技术的研究和应用也日益受到关注,测控仪器的概念逐渐从“软件就是仪器”转变为“网络就是仪器”。网络化测控为测控和仪器技术带来了前所未有的发展空间和机遇,已成为现代测控技术发展的方向。

利用计算机网络设施进行网络化测控,可以有效降低组建测控系统的费用,实现资源共享。通过网络进行测控和数据采集,可以实现远程状态监测和故障诊断,使得测控跨越空间和时间的界限,与传统仪器和测控系统相比,这是一个质的飞跃。同时,网络化测控可以使测试人员不受时间和空间的限制,随时随地获取所需的信息,同时可以实现对测控设备的远距离测试与诊断,提高测控效率,减少测控人员的工作量。

本书围绕网络化测控热点问题,跟踪测控网络技术领域的发展,结合作者研究和教学工作的体会,从介绍现代网络化测控系统的发展、结构、功能及特点着手,着重论述了网络通信技术、网络化虚拟仪器技术、远程控制技术、远程故障诊断技术、网络安全技术及测控网络集成技术等。

全书共分 10 章,详尽论述了现代网络化测控系统基本概念、测控网络通信基础、网络化测控系统体系结构、网络化虚拟仪器、网络化测控系统软件开发技术、网络化远程控制技术、网络化远程故障诊断技术、网络化测控系统安全与可靠性设计、网络化测控系统集成等内容,并以举例对网络化测控系统设计进行了说明。

本书内容深入浅出,各章节之间既相互联系又相对独立,读者可根据自己需要选择阅读。本书既可作为网络化测控系统理论与实践指导用书,又可作为工程技术人员的培训教材。本书可供从事测控系统开发、培训、管理的工程技术人员阅读,也可作为高等院校测控技术与仪器、自动控制以及计算机应用等专业师生的参考书。

本书第 1 章、第 3 章、第 6 章、第 7 章由陈国顺编写,第 2 章、第 8 章、第 9 章由宋新民编写,第 5 章由桂林电子科技大学马峻老师编写,第 4 章、第 10 章由马峻、陈国顺编写,全书由陈国顺统稿。

李胜玉教授在百忙之中对本书进行了审校,在此表示深深的谢意。北京科技大学余达太教授、刘增良教授对本书提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心感谢。

在本书编写过程中,王正林博士、王胜开博士、杨基明高工给予了大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。作者参考与引用了国内外有关资料,在此向他们表示诚挚的谢意。

由于时间仓促,作者水平和经验有限,特别是网络化测控技术的理论和工程实践都在不断发展,本书难免有错漏之处,敬请读者批评指正。

作 者
2006 年 6 月

目 录

第 1 章 现代网络化测控系统概述	(1)
1.1 网络化测控系统的发展	(1)
1.1.1 网络化测控系统的定义	(1)
1.1.2 发展概况	(2)
1.1.3 发展趋势	(4)
1.1.4 测控系统网络化的意义	(4)
1.2 网络化测控系统的结构	(5)
1.2.1 网络技术的应用	(5)
1.2.2 系统组成	(7)
1.3 网络化测控系统功能与特点	(10)
1.3.1 系统功能	(10)
1.3.2 系统特点	(12)
第 2 章 测控网络通信基础	(14)
2.1 数据通信基础	(14)
2.1.1 数据通信基本术语	(14)
2.1.2 数据通信分类	(15)
2.1.3 数据交换技术的发展	(15)
2.1.4 数据传输的基本形式	(16)
2.1.5 数据传输方式	(17)
2.1.6 数据传输模式	(17)
2.2 ISO/OSI 体系结构	(17)
2.2.1 OSI 体系结构的提出	(17)
2.2.2 OSI 七层模型	(18)
2.2.3 OSI 体系结构的实现模式	(20)
2.3 TCP/IP	(21)
2.3.1 TCP/IP 参考模型	(21)
2.3.2 TCP 协议	(22)
2.3.3 IP 协议	(23)
2.3.4 Internet 应用	(23)
2.4 计算机网络体系结构	(24)
2.4.1 计算机网络的定义	(24)
2.4.2 计算机网络的发展	(25)
2.4.3 计算机网络的分类	(27)

2.4.4	计算机网络的功能	(29)
2.5	局域网	(29)
2.5.1	局域网概述	(29)
2.5.2	局域网的逻辑结构及相关标准	(30)
2.5.3	载波侦听多路访问/冲突检测	(31)
2.5.4	以太网	(33)
2.6	广域网	(35)
2.6.1	广域网概述	(35)
2.6.2	数据报服务和虚电路服务	(35)
2.6.3	电路交换网与分组交换网	(36)
2.7	数据通信网络	(37)
2.7.1	电话通信网	(37)
2.7.2	无线局域网	(37)
2.7.3	X.25 分组交换网	(38)
2.7.4	综合业务数字网 (ISDN)	(39)
2.7.5	数字数据网 (DDN)	(40)
2.7.6	帧中继	(41)
2.7.7	卫星通信网	(42)
2.8	网络互连	(42)
2.8.1	网络互连概述	(42)
2.8.2	网络互连设备	(43)
第 3 章	网络化测控系统体系结构	(47)
3.1	网络化测控基本模式	(47)
3.1.1	网络化测控模式概述	(47)
3.1.2	C/S 模式	(47)
3.1.3	B/S 模式	(50)
3.1.4	C/S 与 B/S 混合模式	(51)
3.2	基于 C/S 模式的典型网络化测控结构	(54)
3.2.1	硬件结构	(55)
3.2.2	软件结构	(56)
3.2.3	系统特点	(58)
3.3	基于 B/S 模式的典型网络化测控结构	(58)
3.3.1	硬件结构	(59)
3.3.2	软件结构	(60)
3.3.3	系统特点	(60)
3.4	基于 C/S、B/S 混合模式的典型网络化测控结构	(61)
3.4.1	硬件结构	(61)
3.4.2	软件结构	(62)

3.4.3 系统特点	(63)
3.5 网络化测控系统结构的典型应用	(64)
3.5.1 应用专线 Modem 的网络化测控系统	(65)
3.5.2 利用公用电话网的网络化测控系统	(65)
3.5.3 采用光纤通道的网络化测控系统	(66)
3.5.4 基于 Internet/Intranet 的网络化测控系统	(67)
3.5.5 基于无线通信的网络化测控系统	(67)
第 4 章 网络化虚拟仪器	(69)
4.1 现代仪器技术概述	(69)
4.1.1 现代仪器发展历程	(69)
4.1.2 仪器网络化趋势	(70)
4.1.3 仪器虚拟化趋势	(74)
4.2 虚拟仪器网络化	(81)
4.2.1 网络化虚拟仪器基础	(81)
4.2.2 网络化虚拟仪器设计	(83)
4.3 网络化嵌入式仪器	(89)
4.3.1 网络化嵌入式仪器概述	(89)
4.3.2 网络化嵌入式仪器结构	(90)
4.3.3 网络化嵌入式仪器设计	(91)
4.4 现场总线仪器	(92)
4.4.1 现场总线的特点	(93)
4.4.2 现场总线网络模型结构	(94)
4.4.3 现场总线控制网络模型	(96)
4.4.4 现场总线智能仪表	(97)
第 5 章 网络化测控系统软件开发技术	(100)
5.1 LabVIEW 简介	(100)
5.1.1 前面板	(101)
5.1.2 框图	(103)
5.2 DataSocket 技术	(104)
5.2.1 DataSocket 技术概述	(104)
5.2.2 DataSocket 技术组成	(105)
5.2.3 DataSocket 网络通信实现	(112)
5.2.4 DataSocket 网络通信程序设计	(114)
第 6 章 网络化远程控制技术	(125)
6.1 远程控制技术概述	(125)
6.1.1 远程控制技术的发展历程	(125)
6.1.2 远程控制系统结构模型	(127)

6.1.3 远程控制原理	(128)
6.1.4 远程控制方式	(128)
6.1.5 远程控制的特点	(129)
6.2 远程控制网络的体系结构	(130)
6.2.1 C/S 结构	(130)
6.2.2 B/S 结构	(131)
6.2.3 多层结构	(132)
6.3 远程控制网络的关键技术	(133)
6.3.1 Winsock 技术	(133)
6.3.2 COM/DCOM 技术	(135)
6.3.3 ActiveX 技术	(141)
6.4 远程仪器控制	(142)
6.4.1 仪器控制技术的发展	(142)
6.4.2 仪器控制的远程调用模型	(145)
第 7 章 网络化远程故障诊断技术	(147)
7.1 远程故障诊断技术概述	(147)
7.1.1 远程故障诊断技术的产生	(147)
7.1.2 远程故障诊断技术的发展历程	(147)
7.2 远程故障诊断实现模式	(148)
7.2.1 简单离线远程检测诊断	(148)
7.2.2 基于视频会议的远程检测诊断	(149)
7.2.3 基于 Client/Server 的远程检测诊断	(150)
7.2.4 基于 Browser/Server 的远程检测诊断	(151)
7.3 远程故障诊断的框架结构	(152)
7.3.1 远程故障诊断系统总体结构	(152)
7.3.2 远程故障诊断的关键问题	(155)
7.4 远程故障诊断中心	(156)
7.4.1 远程故障诊断中心的结构	(156)
7.4.2 远程故障诊断中心的功能	(157)
7.5 远程故障诊断技术发展趋势	(157)
7.5.1 智能故障诊断技术	(157)
7.5.2 基于信息提取的故障诊断技术	(161)
7.5.3 智能 Agent 故障诊断技术	(167)
7.5.4 实时网络	(171)
7.6 复杂电子设备远程故障诊断实例	(172)
7.6.1 应用背景	(172)
7.6.2 远程故障诊断系统基本结构	(172)
7.6.3 远程故障诊断原型系统开发及技术实现	(174)

7.6.4 工作流程	(176)
第8章 网络化测控系统安全与可靠性设计	(178)
8.1 网络安全基础	(178)
8.1.1 防火墙技术	(178)
8.1.2 密码技术	(183)
8.2 测控网络安全问题	(190)
8.2.1 测控网络安全问题概述	(190)
8.2.2 测控网络安全基本措施	(191)
8.3 网络化测控系统可靠性设计	(194)
8.3.1 DataSocket 的安全性设计	(194)
8.3.2 C/S 结构网络化测控系统的安全性设计	(196)
8.3.3 B/S 结构网络化测控系统的安全性设计	(197)
8.3.4 无线局域网的安全性	(201)
第9章 网络化测控系统集成	(208)
9.1 测控网络与信息网络	(208)
9.1.1 测控网络	(208)
9.1.2 信息网络	(216)
9.2 测控网络与信息网络的集成技术	(217)
9.2.1 通过硬件转换接口集成	(218)
9.2.2 采用统一的协议标准集成	(220)
9.2.3 采用中间件技术集成	(221)
9.2.4 采用 DDE 技术集成	(227)
9.3 测控网络集成实例	(228)
9.3.1 典型的采用现场总线的远程测控系统结构	(228)
9.3.2 现场总线网络与信息网络的集成	(233)
9.3.3 基于 CORBA 的远程测试诊断系统实例分析	(236)
第10章 网络化测控系统设计实例	(239)
10.1 系统概述	(239)
10.2 系统结构	(239)
10.2.1 网络拓扑结构	(240)
10.2.2 分层体系结构	(241)
10.3 系统设计原则	(242)
10.3.1 硬件设计原则	(242)
10.3.2 软件设计原则	(242)
10.4 基于 Internet/Intranet 的网络化测控系统设计实例	(242)
10.4.1 系统概述	(242)
10.4.2 系统总体设计	(243)

10.4.3 系统硬件设计	(245)
10.4.4 系统软件设计	(247)
10.5 基于无线局域网的网络化测控系统设计实例	(257)
10.5.1 无线接入技术在远程测控中的应用特点	(258)
10.5.2 远程无线测控系统的结构	(258)
10.5.3 基于无线局域网的远程测控系统组成	(260)
10.5.4 系统硬件设计	(261)
10.5.5 系统软件设计	(262)
参考文献	(264)

第1章 现代网络化测控系统概述



本章描述现代网络化测控系统的基本概念及基本知识,介绍现代网络化测控系统的发展、组成、功能以及特点等。通过本章,读者对现代网络化测控系统以及本书的主要内容能有初步的认识。

1.1 网络化测控系统的发展

测控技术在现代科学技术、工业生产和国防等诸多领域中应用十分广泛,测控技术的现代化已被认为是科学技术、国防现代化的重要条件和明显标志。20世纪70年代以来,计算机、微电子等技术迅猛发展,在其推动下,测控仪器与技术不断进步,相继诞生了智能仪器、PC仪器、VXI仪器、虚拟仪器及互换性虚拟仪器等微机化仪器及其自动测控系统,计算机与现代仪器设备间的界限日渐模糊,测控领域和范围不断拓宽。近些年来,以Internet为代表的网络技术的出现以及它与其他高新技术的结合,为测控与仪器技术带来了前所未有的发展空间和机遇,以计算机为中心、以网络为核心的网络化测控技术与网络化测控系统应运而生。网络化测控是现代测控技术的主要特点之一。

1.1.1 网络化测控系统的定义

网络化测控系统是将测控系统中地域分散的基本功能单元(计算机、测控仪器、测控模块或智能传感器),通过网络互连起来,构成一个分布式的测控系统,这类基于计算机网络通信的分布式测控系统称为网络化测控系统。

测控系统网络化的思路就是把测控系统与计算机网络相结合,构成信息采集、传输、处理和应用的综合信息网络,这符合信息化发展的要求,是具有信息时代特点的新思路。

网络化测控系统包含以下两大部分:

- 组成系统的各基本单元,如测控仪器、测控模块和计算机等;
- 连接各基本单元形成系统的传输介质——通信网络。

系统以网络为基础,将分布于各地的各种不同设备挂接在网络上,进行数据传输,实现资源共享,协调工作,共同完成测控任务。

随着计算机技术、网络技术与通信技术的高速发展与广泛应用,出现了将测控技术、计算机技术和通信技术相结合的时机。网络化测控技术受到广泛关注,这必将使网络时代的测控仪器和测控技术产生革命性变化。“网络就是仪器”确切地概括了测控和仪器的网络化发展趋势。网络技术和软件工程技术的快速发展,使得建立开放的、互操作的、模型化的、可扩展的网络化测控系统成为可能。目前,遍布全球的Internet已比较成熟,随着其信道容量的扩大,网络速度将不再成为网络应用的障碍。

1.1.2 发展概况

网络化测控系统是测控系统发展到一定阶段才出现的,了解测控系统的发展历程有助于了解网络化测控系统的发展及其规律。

1.1.2.1 测控系统的发展

早期的测控系统采用大型仪表集中对各个重要设备的状态进行测控,通过操作盘进行集中式操作;而计算机测控系统是以计算机为主体,加上检测装置、执行机构与被控对象(生产过程)共同构成的整体。系统中的计算机实现生产过程的检测、监督和控制功能。由于自动控制与检测技术一直沿着自己的道路发展,测控领域所使用的通信技术都自成体系,许多通信协议不开放,而且大多数系统都是面向单台或单一类型的设备,因此这种测控系统是一个自封闭系统,一般只能完成单一的测控功能,一般通过接口,例如 RS-232 或 GPIB 接口,可以与本地计算机或其他仪器设备互连。

随着科学技术的飞速发展,在国防、通信、航天、航空、气象、环境监测、制造等领域,要求测控和处理的信息量越来越大、速度越来越快。同时测控对象的空间位置日益分散,测控任务日益复杂,测控系统日益庞大,需要大量的测控基本单元,测控系统中各测控点之间以及测控点与中央管理计算机之间的信息交换量越来越大,它们之间的配合也越来越密切,因此,提出了测控现场化、远程化、网络化的要求。传统的单机仪器已远远不能适应大数量、高质量的信息采集要求,产生了由计算机控制的测控系统,系统内测控仪器或测控模块通过各种总线互连,进行信息的传输。

Internet 能实现资源的共享,从而使人们有能力解决以前在极有限的资源下很难解决的问题,基于 Internet 的网络化测控系统就这样发展起来了。

测量与控制早已密不可分,具有测量和控制功能的系统称为测控系统。测控系统发展的本质就是测量技术和控制技术的发展。测量技术的发展,或者说仪器仪表的发展大致经历了三个重要的阶段,各阶段的主要特点见表 1.1。

表 1.1 仪器仪表发展的主要阶段

特 点 发展阶段	主 要 特 点
手工时代	大多属于机械指示式的仪表,主要作为主机的配套设备使用,功能简单,用途单一,相互连系少
仪器工程时代	主要是电测量仪表和自动记录仪表,多个测量仪器和自动记录仪表组成具有一定智能的测量系统
仪器科学时代	测量更加快速准确、灵敏可靠。电子测量仪器包括模拟仪器、带 GPIB 接口的智能化仪器以及全部可编程的虚拟仪器

工业控制系统是为适应控制系统越来越复杂的控制要求和满足系统多功能的需要而逐渐进步和发展的,先后出现了直接数字控制(DDC)系统、监督控制(SCC)系统、分级控制系统、集散控制系统(DCS)、现场总线控制系统(FCS)和网络测控系统。控

制技术的发展大致经历了三个重要的阶段,各阶段的主要特点如表 1.2 中所述。

表 1.2 控制技术发展主要阶段

时间 阶段	20 世纪 70 年代以前	20 世纪 70~90 年代	20 世纪 90 年代后
控制理论	经典控制理论	现代控制理论	多学科交叉
控制系统	普通仪表系统	集散控制 (DCS) 系统	计算机网络、软仪表系统
控制目标	安全、平稳	优质、高产、低功耗	市场预测、柔性生产、综合管理
控制水平	简单	先进控制系统	计算机集成过程系统 (CIPS)

1.1.2.2 网络化测控系统的发展

网络化测控系统是在计算机网络技术、通信技术高速发展,以及对大容量分布式测控的大量需求背景下,由单机仪器、局部的自动测控系统到全分布式的网络化测控系统而逐步发展起来的。网络化测控系统的发展可概括为以下几个阶段。

(1) 第一阶段

起始于 20 世纪 70 年代通用仪器总线 (GPIB) 的出现, GPIB 实现了计算机与测量系统的首次结合,使得测量仪器从独立的手工操作单台仪器开始走向计算机控制的多台仪器的测控系统,实现了将多台仪器由 GPIB 连接成一个系统,此阶段是网络化测控系统的雏形与起始阶段。

(2) 第二阶段

起始于 20 世纪 80 年代 VXI 标准化仪器总线的出现, VXI 总线实现了把最大 256 个 VXI 总线仪器联系起来,组成一个更大的系统。VXI 系统可以将大型计算机昂贵的外设、VXI 设备、通信线路等硬件资源以及大型数据库程序等软件资源纳入网络,使得这些宝贵的资源得以共享,缓解了经济和技术等各方面因素的制约,此阶段是网络化测控系统的初步发展阶段。

(3) 第三阶段

虽然由 VXI 总线所组成的测控系统已经比较庞大,但它仍然属于一个更大规模的测控系统的范畴,还不是真正意义上的网络化测控系统。随着技术的发展,现场总线技术的出现带动了现场总线控制系统 (FCS) 的迅速发展,现场总线控制系统中大量采用具有由微处理器与传统传感器结合的智能传感器的现场总线仪表,而且总线仪器仪表也大量使用智能传感器,使得可以在一个工厂范围内通过总线将成千上万个智能传感器/变送器智能化的仪表组成一个网络化测控仪器系统,此阶段是网络化测控系统的快速发展阶段。

(4) 第四阶段

采用上述的各种仪器接口总线或者现场总线,可以方便地组建一个局部测控网络系统,但是在对现代化要求极高的领域,如国防、气象、航空、航天等行业或领域,传统的局部范围的测控系统已经逐渐无法满足用户的需求了。许多部门或大型企业迫切要求构建较大范围内甚至全国性的测控系统或测控网络,建立基于 Internet 的网络化测控系

统,即通常所说的分布式测控网络,这是真正意义上的网络化测控系统,此阶段是网络化测控系统的成熟阶段。

1.1.3 发展趋势

随着微电子技术、计算机技术、网络通信技术的进步和不断拓展,21 世纪的仪器概念将是一个开放的系统概念。以 PC 和 workstation 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,已成为现代测控系统发展的方向。

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仪表及设备也像计算机和 workstation 一样成为网络的结点,比如各种智能仪器、虚拟仪器及传感器等,它们充分利用目前已比较成熟而且还在不断发展的 Internet 网络设施,那么将不仅能实现更多资源的共享、降低组建系统的费用,还可提高测控系统的功能并拓宽其应用的范围。

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性能。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,最终实现大规模的网络互连是一种必然的趋势,利用网络实现远程数据采集、测量、监控、故障诊断、医疗等的范围和广度,一定将以更快的速度发展。

计算机技术、传感器技术、网络技术与测量技术、控制技术的结合,使得网络化、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。在国防、通信、航空、航天、气象、制造等领域,对大范围的网络化测控将提出更迫切的需求,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控技术,即网络化测控技术的进步。与各行各业一样,测控技术与仪器也必将在网络时代发生革命性变化。

1.1.4 测控系统网络化的意义

测控系统从集中的系统发展到分散的网络化测控系统,是测控领域观念上的又一个飞跃,测控系统网络化的意义可概括如下:

(1) 降低了测控成本

利用遍布全球的 Internet 网络设施进行网络化测控,能降低组建系统的费用;测控现场的普通仪器测得被测对象的数据(信息)后,通过网络传输给异地的精密测控仪器或高档次的微机化仪器去分析处理,既节约了人力物力,又提高了贵重和复杂设备的利用率,从而降低了测控的成本。

(2) 实现了远距离测控和资源共享

在网上进行测量和数据采集,可以远程监测/控制过程和实验数据,网络化测控使得测控跨越了空间和时间的界限,与传统仪器和测控系统相比,这是一个质的飞跃,而且还能实现测控设备和测控信息等测控资源的共享。

(3) 实现了测控设备的远距离诊断与维护

在网络基础上搭建的测控系统, 可以通过网络采集和访问系统设备的状态信息和故障信息, 用于预测性故障分析、预防性维护计划、远距离诊断和维修, 从而提高了设备使用寿命和使用效率。

1.2 网络化测控系统的结构

网络化测控系统的中坚是计算机, 计算机网络技术要求一种标准的、开放的、可互操作的网络结构, 基于此网络结构, 大量分散的测控仪器以及远程测控信息可相互交换, 从而构成一个功能强大的系统。

1.2.1 网络技术的应用

计算机网络是通过数据通信系统把地理上分散的、具有独立处理能力的计算机系统连接起来, 达到数据通信和资源共享目的的一种计算机系统; 是计算机技术和通信技术密切结合的产物。目前由于网络技术及仪器硬件技术的飞速发展, 任何一台仪器只要具有必要的通信能力就可以作为数据通信设备连入网络中。例如美国 NI 公司的产品 GPIB 控制器, 支持连接接口 (AUI)、细缆和双绞线连接, 可以方便地将相互独立的 GPIB 系统连接到以太网上, 轻松将分散的测控系统集成起来; 利用 GPIB 控制器作为接口, 将测控和测量仪器接入网络, 就可以让多个用户通过网络接入系统, 进行仪器控制并取得数据, 实现资源共享。因此, 网络不仅可用于连接多台相互独立的计算机, 也可用于仪器系统、自动测控系统的互连。

1.2.1.1 测控系统中网络的功能

网络技术已经成为现代测控技术中不可缺少的部分, 利用网络可以实现以下功能:

(1) 数据采集与处理

测控系统把通过网络进行的数据采集看做本身的一个测控仪器通过其他高速总线连接至计算机进行的操作, 并通过网络实现完备、可靠及高效的数据处理功能。

(2) 数据共享

在一个基于计算机的网络化测控系统中, 有时需要把采集到的数据分布到其他地方以便进行分析处理和显示, 这可以通过网络的数据共享来实现。例如, 利用过程控制对象链接和嵌入软件技术, 可以在大型应用中通过网络进行通信, 如果测控系统只需把采集到的数据分布到特定用户, 那么可以利用 DataSocket 技术方便地实现网络信息分布。

(3) 分布式测控

把基于计算机的测控系统分布到各测控仪器模块中是网络提供的又一功能。例如有时某测控模块需要非常高的实时要求而需要特定的处理芯片, 通过软件和网络技术, 就可以把对实时要求比较高的模块分布到网络中的特定测控仪器上进行处理。

1.2.1.2 常见的网络化测控方案

在测控领域中, 20 世纪 70~90 年代, 重点在研究 GPIB 和 VXI 总线的集中式测控系统和虚拟仪器技术, 特别是虚拟仪器技术将计算机技术引入测量领域, 从而提出了“软件就是仪器”, 给测控技术带来了新的发展思路, 是测控领域的一次飞跃。

总线式仪器、虚拟仪器等微机化仪器技术的应用, 使组建测控系统变得更加容易, 但集中测控越来越满足不了复杂、远程和范围较大的测控任务需求。从 20 世纪 80 年代末以来, 随着数据通信技术和计算机网络技术的蓬勃发展, 它们与测控技术相结合, 产生了网络化测控系统和分布式测控系统。

网络测控仪器模块具有很强的信号调理、网络通信和本地处理能力。特别是在工业控制领域, 现场总线技术得到飞速发展, 而且随着计算机信息网络的普及, 工业控制网络与信息网络有效融合, 极大地推动了工业智能控制的发展进程。

随着网络技术的进一步发展, Internet 和计算机网络也逐渐应用到测控领域, 常见的网络化测控方案如下:

(1) 远程测控系统

在实际测控应用中, 经常需要在远离计算机主机的若干不同地点同时进行测控。在这种情况下, 主要目标是从一个或多个远端测控结点采集数据, 并把测控结果通过网络发送到本地计算机结点。

(2) 测控发布系统

测控发布系统是把从一个测控结点采集的数据发布到一个或多个远程计算机结点, 使多个用户可以在远端第一时间获取和处理测控结点的数据及图形化测试结果。

测试结果曲线的发布有几种常用方法, 如将测试结果曲线以位图的方式进行存储并压缩成合适的格式, 再通过 TCP/IP 协议传输给网络中发出查询请求的结点; 同时, 还可将测试结果曲线位图上传给 Web 服务器, 以供网络中的其他结点浏览。

(3) 企业测控系统

企业测控系统相当于前面两种系统的组合, 它的目标是实现从任一测控结点获取测控数据并传递到网络上的任一计算机结点。

以上三种测控方案兼顾了智能设备、非智能设备、各种总线和接口, 但由于使用以太网实现的分布式测控系统的范围有限, 还远不能满足一些测控的需要。

随着遍布全球的 Internet 技术的逐渐成熟, 信道容量不断扩大, 网络速度不再成为网络应用的障碍。网络技术的飞速发展对测控系统产生了深刻的影响, 推动了测控领域的全方位技术创新, 分布式测控网络成为分布式测控系统的主导技术。

1.2.1.3 测控网络组网原则

测控网络的组网原则主要有实用性原则、开放性原则、先进性原则和安全性原则。

(1) 实用性原则

组建测控网络应根据具体测控任务进行设计和实施。网络应用和测控服务在整个网络建设中应置于非常重要的地位。计算机网络设计应根据需求选择合适的网络结构进行