

网络监控系统 原理与应用

◎ wangluo jiankong xitong yuanli yu yingyong ◎

万加富 张文斐 张占松 编著

- 深入分析网络监控理论
- C/S方式实现网络监控
- B/S方式实现网络监控
- 基于Linux的嵌入式Internet技术
- 光盘附源程序



网络监控系统原理与应用

万加富 张文斐 张占松 编著



机械工业出版社

本书分三部分。第一部分有四章，讲述网络基础知识，如何规划、构建网络监控系统，目前应用状况和网络部件；第二部分有四章，讲述动力与环境网络系统的设计详细过程与关键技术，包括硬件系统设计、数据采集、网络传输、数据管理；第三部分有两章，讲述基于 Linux 的嵌入式 Internet 技术，包括嵌入式 Linux 系统的构建、网络监控的具体实现。

全书结构合理，深入浅出，适合开发网络监控设备的软、硬件人员，学习有关知识者，包括科研人员、高校相关专业师生阅读。

附光盘含所有的源程序。

图书在版编目 (CIP) 数据

网络监控系统原理与应用 / 万加富等编著. —北京:
机械工业出版社, 2003.4

ISBN 7-111-11900-2

I. 网... II. 万... III. 计算机网络—计算机控制
—控制系统 IV. TP277

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 022691 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 牛新国

封面设计: 陈 沛 责任印制: 路 琳

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·15.25 印张·371 千字

0001—4000 册

定价: 32.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

多种网络互连,成了互联网;有较完善的协议指导下相连,具有容易连接和好使用的特点。因此,互联网极具生命力,极受欢迎。我国自 1995 年以来,互联网覆盖地域迅速铺开,有如春雷,一声接一声遍及神州大地。

在各行各业搞科技的人,不管是控制、测量、计算机的,不管是航天航空、兵器、交通的,不管是邮电、家电、旅游、考察的,都思考着同一个问题,如何利用 Internet 为自己行业服务?如何使自己行业服务面宽?Internet 使测量、控制、用户和探索者结合起来,进入社会网络化,网络社会化的局面。监控的地域将从城市的一处扩展到多处,从一个城市扩展到多个城市。Internet 使整个地球成了一个村,在村里哪个角落都可以对被控设备进行监控。

以 Internet 为数据信息传输载体,使产品制造商、使用者、维修者,只要是有权限者,不管身在何处,都可以方便地浏览各种被控制对象的实时数据、工作情况。在客户端控制中心,有智能化软件、数据库,拥有权限就可以分析所得结果,下达控制指令。通过网络监控,使专业人员能够监管更多的设备:机房管理人员实时监视的动力设备、环境参数;保安人员监视地域范围更加宽阔、监视点更多;消防人员监控的楼宇、设施更多、范围更大,从而提高了工作效率和经济效益。网络监控系统为动力设备、机场、大厦或更宽地域的具有多设施的系统提供综合性智能化管理的途径,并能向用户提供全面的增值服务。

家庭网络监控是网络监控最有市场的层面之一。我国《家庭网络系统技术规范》已成为相关技术规范。我国是世界上最早进行规范化的国家之一。说明我国对这方面工作是很重视的。由于我国家庭数量多,生活设施需求迫切。任何网络设备(网络设备是由任何控制设备加上有智能化仪表功能的网络部件所构成)的开发者、应用者、维修者都大有用武之地。

因此,如何建立或开发一个符合规范、符合使用实际、能满足远程管理需要的网络设备是当务之急;有关资料、讲坛等交流平台的建立是急中之急。在这种大环境下,本书应运而生。

本书力求在分析网络特点后,剖析网络监控系统的模式设计、传输实现、数据信号处理操作系统等方面问题。介绍嵌入式 Linux 智能化计算机如何构建。由于它的内核公开,可由网上按需下载源程序,可以减少现场的 PC 投资。因此,它是当前最先进最合理最受欢迎的新技术。

在编写本书时,得到广东工业大学、广东省电力集团广州供电公司 and 美国 APC 公司的穆隼、曾欢先生,广东工业大学计算机学院副院长李振坤副教授,自动化学院网络教研室主任程良伦博士审阅,提出了许多宝贵的意见。成书稿时,赵汝前、闫荷花、张洲、林志鹏等在绘图、编辑方面做了大量工作,特此致以谢意。引用了文献和网上一些资料,在此也一并向这些作者致以衷心感谢。

本书的第 1、4 章及附录由张占松执笔,第 2、3 章由张文斐执笔,其余各章由万加富执笔。由于水平有限,见解不周之处敬希指正。

作者

2003 年 2 月

目 录

前言

第一部分 网络监控概论	1
第 1 章 网络监控概述	2
1.1 本书主旨	2
1.2 网络监控系统发展历程和前景	3
1.2.1 网络的分类	4
1.2.2 网络的拓扑结构	4
1.2.3 网络的发展	5
1.2.4 现场总线技术的竞争	7
1.2.5 Internet 的优点及吸引力	9
第 2 章 网络监控系统组建规划及设计	10
2.1 网络监控系统组建规划基本原则	10
2.2 网络监控总体框架	11
2.2.1 网络概念	11
2.2.2 网络化设备体系结构总体框架	12
2.2.3 网络监控系统应用实现功能	13
2.2.4 以 LonWorks 技术组建网络监控框架	13
2.2.5 嵌入式微型网站框架	14
2.3 网络监控系统的数据传输信道选择的考虑	15
2.3.1 有线系统	15
2.3.2 无线系统	16
2.4 网络接入安全和权限管理	17
第 3 章 网络监控系统实例	19
3.1 各行各业各处应用概况	19
3.2 基于 LonWorks 的中央空调网络监控系统	19
3.2.1 硬件介绍	19
3.2.2 软件	20
3.3 网络监控运行系统在电源设备管理中的应用	21
3.3.1 网络监控系统的功能	21
3.3.2 网络监控系统的结构	21
3.3.3 网络监控系统的使用	23
3.3.4 数据库	23
3.4 无人值守机房	23
3.5 基于 GSM 的民用电度表集中远程抄表系统	24
3.6 移动短信息在电力线路的气压监测系统的应用实例	25
3.6.1 设计思想	25

3.6.2	系统主要功能	26
3.6.3	系统构成原理	26
3.6.4	系统设计理念和指令格式实例	28
第 4 章	网络部件——网络化仪器	32
4.1	新型网络部件	32
4.1.1	网络监控系统与测控系统	32
4.1.2	基于 internet 网络部件——网络化仪器	33
4.1.3	嵌入式操作系统	33
4.2	用于 UPS 的网络化仪器	34
4.2.1	APC 公司的 Smart UPS	34
4.2.2	Smart UPS 特点和使用方法	35
4.2.3	Smart UPS 指示与调试	35
第二部分	动力与环境网络监控系统	37
第 5 章	硬件系统设计	38
5.1	系统简介	38
5.1.1	系统结构组成	38
5.1.2	系统设计分析	38
5.2	系统特点与功能	40
5.2.1	系统特点	40
5.2.2	系统功能	41
5.3	系统通信接口	41
5.3.1	关于总线	42
5.3.2	RS-232 和 RS-485 的使用	42
第 6 章	数据采集	46
6.1	Visual C++ 串行数据采集方法	46
6.1.1	MSComm 控件	46
6.1.2	Windows API 实现串口通信	49
6.1.3	基于多线程的串行通信	55
6.2	Windows API 串口通信	60
6.3	基于多线程的串口通信	78
6.3.1	多线程串口通信的关键点	78
6.3.2	实例分析	79
第 7 章	网络传输	101
7.1	网络通信基础	101
7.1.1	TCP/IP	101
7.1.2	TCP/IP 模型	101
7.1.3	TCP/IP 核心协议	102
7.1.4	套接字编程原理	105
7.1.5	Socket 通信阻塞的解决方法	108
7.2	网络传输实例	113

7.2.1 基于 WSAAsyncSelect () 的非阻塞 Socket 通信	113
7.2.2 基于 select () 的非阻塞 Socket 通信	135
第 8 章 数据管理	141
8.1 数据库概述	141
8.1.1 数据库分类介绍	141
8.1.2 数据库访问技术	142
8.2 数据管理实例	143
8.2.1 ADO 概述	143
8.2.2 数据库实例分析—监控系统数据管理	145
第三部分 基于嵌入式 Linux 的网络监控系统	161
第 9 章 构造嵌入式 Linux 系统	162
9.1 标准 Linux 内核简析	162
9.1.1 分析 Linux 内核意义	162
9.1.2 进程管理	163
9.1.3 内存管理	164
9.1.4 进程间通信	165
9.1.5 虚拟文件系统	167
9.1.6 设备驱动程序	168
9.2 嵌入式操作系统——uClinux 分析	170
9.2.1 嵌入式操作系统介绍	170
9.2.2 uClinux 分析	172
9.3 组建嵌入式 Linux 开发平台	175
9.3.1 硬件介绍	175
9.3.2 GNU gcc 交叉编译器	176
9.3.3 资源获取	176
9.3.4 硬件平台设计	177
9.3.5 移植 uClinux 到目标平台	177
9.3.6 应用软件开发基础	180
9.4 嵌入式 Linux 驱动程序	183
9.4.1 uClinux 驱动开发技术	183
9.4.2 驱动开发实例	184
第 10 章 基于嵌入式 Linux 的网络监控实现	186
10.1 应用程序的开发调试	186
10.1.1 宿主机配置	186
10.1.2 应用软件开发模式	187
10.1.3 Makefile 的编写	187
10.1.4 开发实例	188
10.2 嵌入式 Linux 下的串行通信	189
10.2.1 串行通信相关函数介绍	189
10.2.2 嵌入式 Linux 下串行通信实例	191

10.3 嵌入式 Linux 下的网络通信	193
10.3.1 Linux 下异步通信实现	193
10.3.2 嵌入式 Linux 下网络通信实例	198
10.4 C 语言实现 CGI	201
10.4.1 GET 表单的处理	201
10.4.2 POST 表单处理	203
10.5 网络监控系统——Web Server 实现	206
10.5.1 标准 Linux 下 Web Server 的编写	206
10.5.2 基于嵌入式 Linux 网络监控系统实现	211
附录 A 家庭网络监控	218
A.1 “数字”家庭	218
A.1.1 数字家庭的基本内容	218
A.1.2 家庭网络系统基本条件及关键点	219
A.1.3 家庭信息化的基本手段	219
A.1.4 家庭网络的构造	220
A.1.5 与数字家庭网络监控一起发展的家电产业	221
A.1.6 信息家电正日益发展	222
A.2 家电的待机状态获得及快速转换方法	223
A.2.1 概述	223
A.2.2 TEA1504 的性能和数据	224
A.2.3 TEA1504 应用	227
附录 B UPS 网络监控	229
B.1 AP200 系列 UPS 远程 ON/OFF 紧急控制	229
B.2 GXT 系列智能化 UPS	230

第一部分 网络监控概论

本部分对网络监控系统的组建、特点、工作原理、运行状况和典型应用作总体描述。自1995年以后,互连而成的互联网首先是为通信等系统所应用,由于它的一系列突出优点,很快为自动控制工程技术人员所重视,尤其为搞遥控、遥测、遥信的工程技术人员所青睐,经过一定的实践后,形成了网络监测、控制的相关学科体系和内容。

特别需要提出的是,这里所说的网络管理系统的监控对象是机器、生产线、动力装置、公共可控设施、家庭电器和环境温/湿度等等。它是工作、生产的必需品。因此它有别于网络书中网络系统所指的监控问题。因为网络系统监控指的是如何使网络运作正常所需采用的措施,例如,网络波分多路复用(WDM)系统用传统系统自身监控信道的方法对系统中功率放大器或前置放大器进行监控,从而完成整个网络系统是否正常工作做出判断。

为了要进行对监控对象的监控,首先要对网络有一定的认识,其应用概况如何(第1章网络监控概述)。网络监控系统传输信道分为有线方式和无线方式,使用网络可能是公用网或者专用网,组建时根据控制规模的大小,定好监测站和监测中心,考虑流动监控(远程管理点)有关的问题(第2章网络监控系统组建规划及设计)。在不同行业、不同地方、不同的监控对象应作不同的硬件、软件考虑,通过实例,作进一步的剖析(第3章网络监控系统实例)。作为自动化装置或设备运行环境等被控对象,首先工作运行正常之后,即通过本地监控之后,才谈得上如何通过网络来进行监控的问题,即远程管理或网络遥控问题。为了完成远程管理必须使用网络化仪器,在很多自动装置中设计了专用卡或插件板。自动装置与PC直接连接,能进行现场监控,如果接上调制解调器(Modem)进入网络,可以进行远程监控,因连接的网络信道是有线的,称为有线信道远程监控,相类似也可以是无线,称为无线信道远程监控。由此形成有线网络监控系统和无线网络监控系统,但两种系统都离不开网络部件(第4章网络部件——网络化仪器),系统的选择和建立应视具体应用而定。

第 1 章 网络监控概述

这一章对网络的发展历程, 目前网络的形式、状况、特点进行了介绍。控制自动化装备或装备群体(含环境控制)的控制可以用集散系统、总线系统等流行方式, 也可以达到一定的距离(例如几百米)进行控制, 能满足一般的管理要求和生产工艺的要求。为此, 本章对总线系统作了稍多的介绍, 但绝非本书所要推介的远程监控方式。

1.1 本书主旨

监控系统原先是零散地、分别地对一些专用设备, 如动力设备、环境控制设备等进行监控, 其形式在 20 世纪 80 年代是集散系统, 90 年代是总线技术。随着通信、计算机、自动化技术的发展, 带动了监控技术发展与应用, 发展非常迅速, 逐渐演变成集中监控系统。例如, 在前几年, 电信、移动通信、电力等部门的设备管理一般是传统的门卫值守方式, 随着应用发展, 机房设备增多, 机房数目增多而且位置分散, 出现了大量增加管理人员, 由于管理系统的厂家不同, 又造成操作管理人机界面繁多, 带来诸多不便, 进行统一监控或异地监控更是不可能, 这样的局面非常不适应现代生产管理发展。另一方面, 近年信息的交换传输、嵌入式技术、电源集成等先进和现代技术设备为集中监控系统、远程管理、设备网络化的建立和应用又打下了基础。

可以说前端一体化、视频数字化、监控网络化、系统集成化、管理智能化是现代监控系统的发展方向。而数字化是网络化的前提, 网络化又是系统集成化的基础。所以, 监控系统发展的最大特点就是数字化、网络化、智能化, 具有这些特点的监控系统可以称为现代监控系统。

这里首先要了解为什么要进行网络监控?

众所周知, 信息社会里, 发展步伐正在加快, 在线的即时的控制成了现实生产中获得高效益的最基本手段。对事物发展状况的及时了解是即时控制的前提, 利用目前的网络来了解现场是最好的方法了。例如, 以一台不间断电源(UPS)来说, 只有用网络监控(或基本的远程管理)才能增加可用性。可用性系数是可靠性(平均无故障时间)延伸后的一个指标, 定义式如下:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

式中 MTBF (Mean Time Between Failures) ——平均无故障时间;

MTTR (Mean Time to Repair) ——平均维修时间;

A (Availability) ——设备使用率系数, 简称可用性系数。

由式可知, 要提高 A 值, 除增加 MTBF 之外, 更主要是减少平均维修时间(MTTR), 平均维修时间与发现故障、定位故障、人员到场、备件提供、恢复过程等环节有关, 如果使用现场监控自动录像、管理员配备有数字自动寻呼机, UPS 生产维修部门可以在 Internet 上随时浏览到故障过程现场参数和画面, 无疑对备件运送、人员调度、组织和排除故障大有帮

助。由此可见，用网络监控能提高 UPS 的 A 值。这一点对供电为主要任务的 UPS 如此，如果某种电源的电压作为被控对象，用网络来调控电压使生产效率保持最高的话，那么这时的网络监控就不是只局限在减少 MTTR 提高 A 值上，而是直接提高生产率了。

现代网络监控系统的几个特征：

1. 数字化

监控系统的数字化是系统中的信息（包括视频、音频、控制等）从模拟状态转为数字状态的过程，监控系统从信息采集、数据处理、传输、系统控制等的方式和结构形式都与此相关。信息流的数字化、编码压缩，加上开放式的协议，才能使监控系统与信息管理系统实现无缝连接，并在统一的操作平台上实现管理和控制。

2. 网络化

监控系统的网络化将意味着系统的结构将由集总式向集散式系统过渡，集散式系统采用多层分级的结构形式，具有微内核技术的实时多任务、多用户、分布式操作系统以实现抢先任务调度算法的快速响应。组成集散式监控系统的硬件和软件均采用标准化、模块化和系列化的设计。系统设备的配置具有通用性强、开放性好、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、人机界面友好以及系统安装、调试和维修简单化等特点。系统具有运行互为热备份，容错可靠等功能。

系统的网络化在某种程度上打破了布控区域和设备扩展的地域和数量界限。系统网络化将使整个网络系统硬件和软件资源得以共享，以及任务和负载的共享。

3. 智能化

采用计算机为控制中心，通过系统软件实现控制界面的可视化、统一化，控制环境的多媒体化，可以方便地实现对视频切换、音频切换、镜头云台控制、报警输入、行动输出录像的智能化控制，进而达到自动对事件的分析、统计、处理，实现监控的智能管理。

因此，如何建立一个符合使用实际、能够满足远程管理需要的网络监控系统，具有现实意义，也权当本书将要探讨的问题。本书在分析网络特点后，剖析网络监控系统的模式设计、传输实现、信号处理等方面。因此，本书要解决的问题有以下几个方面：

- 1) 如何将各种被控对象的现场电测仪表连到互联网上，有被控对象的 IP 地址和主页；
 - 2) 如何在网上读到自己所要的被控对象信息，要使用浏览器就可以访问被控对象；
 - 3) 如何在远程管理点鉴权通过后通过网络来控制、调节、实现异地远程控制被控对象的参数；
 - 4) 如何得到调节应答信号，即时知道效果如何；
 - 5) 如何实现设备简单、省钱又可靠运行。
- 以上几点靠精心设计硬件和软件来达到。

1.2 网络监控系统发展历程和前景

目前我们所使用的有线电话网络是公用交换电话网（PSTN），已有 100 多年的历史，它基本上覆盖了有人居住的地方。近几年有线电视网络、计算机通信网等发展很快，信息交流的途径日益增多，我国早期建设的数据网为 X.25 网和数字数据网（DDN），它们覆盖了全国主要城市。近 10 年来，中国计算机互联网 163、中国公众多媒体网 169、中国教育科研网 CERNET 等网络的规模也非常大，这几个网共同形成通信网络的核心，成为现有各种业务和

未来许多待开发新业务综合传输和应用的平台。本书所讨论的控制对象（各种自动机、生产线、动力设备、家庭数字化和机房环境等等）如何能置于网络之下，如何能与网络连上，用网络来控制它们就是待开发的新业务。不言而喻，选择恰当的控制对象，并且用得好的时，前途是极为广阔的。

这里对网络中通信网作简单介绍，作为网络的背景知识。

1.2.1 网络的分类

- 1) 按使用，分本地网、长途网、国际网。
- 2) 按业务，分电话网、数据网（公众数据网和专用数据网）、电报网、传真网、移动通信网（本地移动和全球移动）、综合业务数字网（本地 ISDN 和全国 ISDN）。
- 3) 按营运方式，分公用通信网（公众网，向社会开放的）和专用通信网（如国防、铁道、电力等）。
- 4) 按传输信号，分模拟、数字、模数混合通信等。

1.2.2 网络的拓扑结构

所谓通信，是点对点之间的信息交换，为此目的的连线，构成了网络，据此连线有两种，一种是点与点的直接相连称为直接互连；另一种是一定量用户与转接中心相连，这个转接中心再与另一个转接中心相连，这种互连称为转接互连。用户（点对点）间通信，需要转接中心转接，才能完成互连，才能通信。显然，在通信用户数量多、地点相对集中时，转接互连需要的线路比较简明，材料费用较低，但需要设转接中心。转接中心与转接中心的连接大致分为网型、星型、复合型、环型和总线型（参见图 1-1），其中星型和总线型在计算机通信中使用较广泛。根据转接中心的多少、网络的覆盖规模以及所用协议可以把连成的网络叫为局域网、城域网、广域网、互联网，其比较见表 1-1。

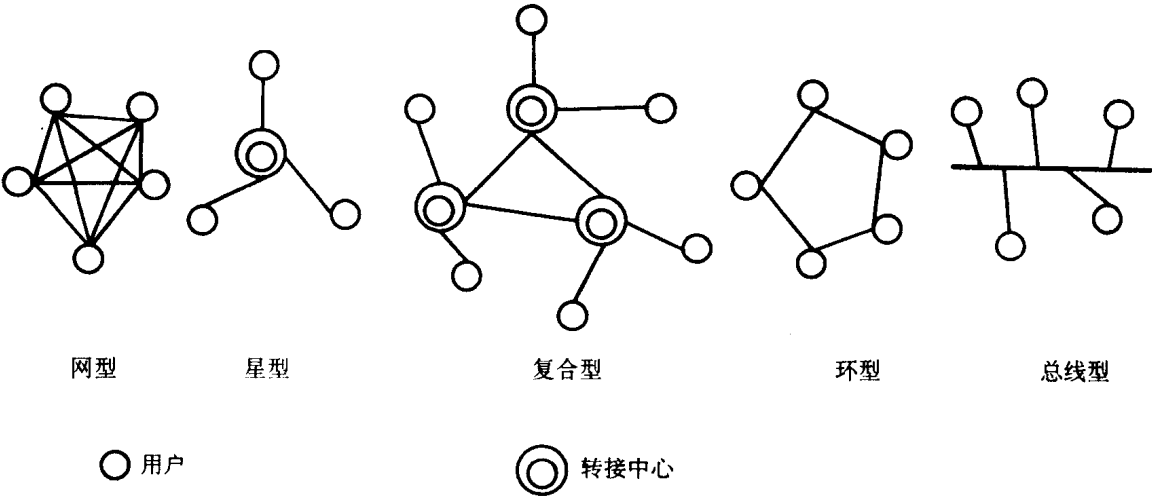


图 1-1 交换中心互相连接的网络示意图

现实世界，由于历史发展过程等的原因，存在着各种不同的网络，它们均起过历史作用，而且甚至有独特的优点。因此，对这些网路不能简单地加以否定，应充分发挥网络各自的优势，联合起各种网络加以改造应用是快速发展网络世界的根本有效手段。把各种型式网络联

合起来的策略、手段、方法显然不是本书想要探索的问题，有兴趣的读者可参考其他文献。

表 1-1 网络名称、地域与处理器关系一览表

网络名 (符号)	地域	处理器间的距离 /km
局域网 (LAN)	同一房间	0.01
	同一大楼	0.1
	同一园区	1
城域网 (MAN)	同一城市	10
广域网 (WAN)	同一个国家	100
	同一个洲	1000
互联网 (internet)	同一个行星上	10000

1.2.3 网络的发展

十几年前，计算机正经历由大型机和工作站向着个人计算机转变，相应地出现了早期的局域网/城域网 (LAN/WAN) 技术，即互联网革命的第一阶段。这个阶段基本上是使用以太网、令牌网和其他早期产品的硬件和软件进行驱动的阶段。

第二阶段，亦即 Internet/Intranet 阶段。internet 之所以称为互联网，因为它是多种网络互连的集合。多网络中有许多计算机，应用着多种软件。多计算机又处在系统的不同层面上。如果一个网络上的用户欲和另一个网络上的用户通信，这两个网络又互不兼容时，就要用网关的机器来连接这两个网络才行。所谓网关 (Gateway) 就是硬件/软件转化的平台，这时的网络用 Internet 表示，称为因特网，以示与互联网的小写 i 有区别。它是指世界范围的互联网。在深入研究网络时是要区分的。这里不作仔细的区分。

大多数网络都按照不同层面来组建。每一层的任务是为上一层提供服务。下层如何完成服务，对上层是屏蔽的。

不同网络上、不同主机上、不同层面上的通信规则称为协议。层和协议的集合称为网络体系结构。某一系统所使用的协议列表，每层都有一个协议，被称为协议栈。在系统中，数据只在一个方向传输，称单工通信；数据在任意一个方向上传输，但不是同时传输，称半双工通信；如果数据能同时双向传输，则称为全双工通信。

这一阶段最突出的特征就是电子邮件的盛行和浏览器的普及使用，大大拉近了人与人之间的距离。这个阶段基本上是软件驱动，广泛地在操作系统中安装内部 TCP/IP 堆栈，使用超文本传送协议 HTTP 等进行数据传输。

第三阶段，就是现在所处的阶段。此时正把传统的信息孤岛综合成一个大系统。这样的网络为人们提供通用、无缝的联网结构，人与所需要的设备和各种不同的信息类型频繁、友善地交互作用，使人更高效工作，更满足地生活。控制网和互联网的无缝连接可以使人们能通过现有的数据网存取、监测和控制多种设备。

我国的 Internet 自从 1995 建立以来，有了极大的发展。对生产、生活、文化影响都极深远。到 1999 年底，以中国公共计算机互联网为首的带宽据不完全统计总共有 351Mbit/s，到了 2000 年底猛增近 5 倍 (即达 1500Mbit/s)；Internet 用户达到 2000 多万户。由于通过中国互联网交换中心把六七家国内 Internet 运营商连接起来，使用户间互连带宽大幅度扩大成为可能；使互联互通，速度提高成为可能，同时也使更多的新的网络运营商加入营运成为可能。

这为充分发挥网络的监控提供了扎实的基础。

近段时期，以前所说的监控系统多数还是专家系统，只在监控室才能看到的系统。如果把监控的视频信号置于网络上，则大大有利于任何时候对监控对象的监控。例如医生与病人的关系将更有亲密医疗关系。只要能上网，通过认证和鉴权，医生在任何地点、时间都可以了解病情，进行治疗、处方等处理，病人也可以及时申述病情。这无疑对病者、医生均是个福音和便利。电源设备的正常运行与此一样，值班责任工程师将更有效及时控制电源设备，达到高质、高效、可靠的电源维护和使用。

因此，网络控制系统是在计算机监控系统与通信网络的基础上发展起来的。其目的是：

- 1) 监控的地域从城市的一处扩展到多处，从一个城市扩展到几个城市。
- 2) 专业人员能够监管更多的设备，从而提高工作效率和经济效益。例如：保安人员监视的范围更宽、监视点更多，消防人员监控的楼宇、设施更多，范围更宽。
- 3) 网络监控系统为动力设备，动力房环境、大厦或具有多设施的系统，为更宽地域提供综合性智能化的管理。
- 4) 提高家庭生活素质。

监控系统发展经历了如下两个阶段。

1. 集散系统

最初诞生的传统监测控系统是单片机、PC、工控机为核心的多个分散单元的集合体。形成早期集散控制系统的雏型。当总线出现以后，一般借助 S-100 或 PC 总线形成测控系统。但是由于连线过长和过多，用这些总线形成的测控系统的稳定性较差，抗干扰能力较弱，难以实现大范围的有效测控。随后出现的是集散控制系统（DCS），它由多台微处理机分散在现场的不同位置，彼此之间以高速数据通信进行连接。图 1-2 是典型的 DCS-uxL 系统结

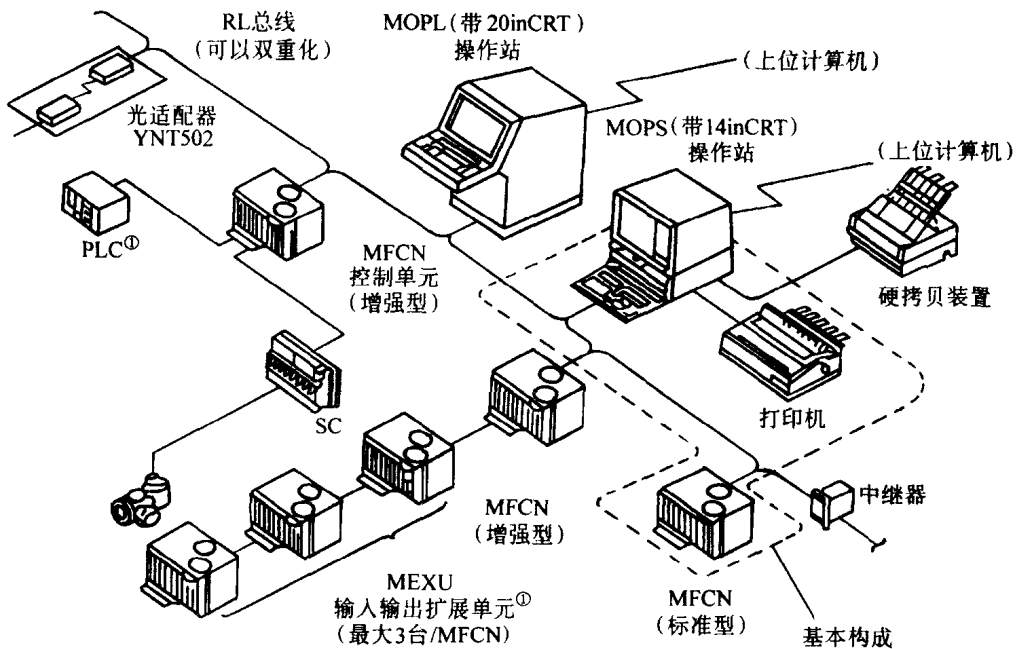


图 1-2 典型的集散控制系统

①用 BASIC 程序可以访问

构图，可以进行计算机反馈控制和顺序控制，简称为 TDCS 系统，有标准型、增强型两种类

型。各有两种控制箱插卡，可根据实情选定数量和型式。其中主插卡箱可插处理串卡和 RL 总线接口卡，分插卡箱可插 I/O 接口卡，这些插卡内没有 CPU。标准型，可执行最多 16 回路的反馈控制及顺序控制。增强型由一台主插卡箱或由主插卡箱带分 I/O 插卡箱（最多可带 3 台）所构成。RL 总线规格为 1km.1Mbit/s，其最大长度带 4 个光适配器时可达 15km。由此可见，TDCS 的连网技术较为复杂，连网手段和网络结构均不灵活，并明显缺乏开放性，因此未得到很好的发展，近乎胎死腹中。

2. 现场总线的形成

随着计算机局域网（LAN）的出现，产生了基于 LAN 的 TDCS 系统。与此同时，由两线制电流为 4~20mA 标准信号发展而来的智能化现场设备和控制自动化设备之间的通信标准的确立，使现场总线与智能化测控仪器非常容易连接，随之使得网络监控得以形成。其实，现场总线网络既是一种信息网络，又是一种自动化系统。作为信息网络，它所传送的是数字，例如可以是接通电源、关断电源、开闭阀门等指令和数据；作为自动化系统，与原来的自动化系统相比，其在结构上有较大的变化，最显著特征是通过网络传送信号进行联络，可由单个节点或多个网络节点共同完成所要求的自动化功能。因此，它是一种由网络集成的自动化系统。由于现场总线适应了工业控制系统应具有分散化、网络化、智能化等特点的要求。同时许多国际组织、例如国际电工委员会（IEC）、美国仪表学会（ISA）、ISP、IFC、World FIP 和 FINT（Field bus International）等，多年来为制定现场总线标准做了大量的工作，结果出现了多种不同的现场总线标准，例如 ISP、World FIP、HART、Lon works 和 IEC-ISA 等。不可否认，现场总线技术对测控领域的技术进步起到巨大的推动作用，但也正是由于多种不同总线标准的同时存在，给公司、企业基于不同现场总线形成的测控网络之间的互连又设置了不少障碍。

1.2.4 现场总线技术的竞争

上面说到现场总线的形成，这里围绕它的发展、竞争和特点做些展开。

20 世纪 90 年代，现场总线控制系统（FCS）成为工业控制领域的一个热点，世界上几乎所有的仪器、仪表制造商都卷入了这一场竞争，纷纷推出自己的现场总线控制系统。其目的，显示它的优势和竞争力。在国内，当时现场总线技术正处于普及与应用的阶段，部分监控厂商在电源监控系统实施过程中，将现场总线技术如 LonWorks、CAN Bus 等应用其中。下面做些简明推介。

1. 现场总线技术的发展

上已述及集散控制系统是把分散的、单回路的测控系统采用计算机进行统一管理，用各种 I/O 模板代替控制室的仪表，利用计算机的强大功能，对被控系统集中进行实时监测、控制、参数调节、告警显示及存储历史数据等操作。极大地推动了工控技术的发展。但是，在通信方式上，处于现场的控制级和检测级仍采用信号电流为 4~20mA 模拟量通信。而现场采集设备所占的比例最大，数据也最多，这就使得布线方式相当繁杂、安装费用增加、维护量加大。

进入 20 世纪 90 年代以后，随着网络与通信技术的发展，现场总线（Field Bus）技术逐步成熟与发展起来，它是现代计算机、通信和控制技术的集成，即通常人们所称的 3C（Computer, Communication, Control）技术。

现场总线是一种工业总线，它是自动化领域中计算机通信体系最低层的低成本网络。国

际电工委员会 (IEC) 和现场总线基金会 (FF) 对现场总线作了如下定义: 现场总线是连接智能现场设备和自动化系统的数字式、双向传输多分支结构的通信网络。

2. 现场总线技术的基本内容和核心

以串行通信方式取代传统的 4~20mA 的模拟信号, 一条现场总线可为众多的可寻址现场设备实现多点连接, 支持底层的现场智能设备与高层的系统通过公用传输介质交换信息。现场总线的核心是它的通信协议, 这些协议必须根据国际标准化组织 (ISO) 的计算机网络开放系统互连 (OSI) 的参考模型来制定。关于 OSI 参考模型及 TCP/IP 参考模型 (本书推介后者) 在 2.2 节有简明的比较性介绍。

3. 国内外现场总线技术的竞争

在现场总线技术早期的发展过程中, 不同的国家和公司制定了各自的现场总线标准, 如法国的 WORLDFIP、德国的 PROFIBUS、丹麦的 P-NET 以及欧洲现场总线标准 EN510170。后来, 由于美国 Rosemount、Honeywell、Foxboro 等著名大公司的参与, 使得美国在现场总线技术上独领风骚, 于 1994 年成立了现场总线基金会 (Field bus foundation FF)。目前, FF 有 100 多个成员单位, 包括了全世界主要的过程控制产品及系统的生产公司, 在 IEC 现场总线标准的制定过程中起着举足轻重的作用。

目前, 国内已有众多公司将现场总线技术应用于工厂自动化、工业过程控制、铁路运输及楼宇自动化等领域。

4. 现场总线控制系统的特点

现场总线控制系统 (FCS) 与传统的集散控制系统 (DCS) 相比, 有以下特点:

1) 传统的 DCS 现场仪表到控制站之间采用 4~20mA 模拟信号传输, FCS 则采用数字化的信号传输。现场总线控制系统在通信质量和连线方式上都有其优越之处, 在现场底层传感器、执行器、控制器及上层工作站之间的传输全部为数字信号。在网络传输中采用了防止碰撞、检查纠错等技术措施, 实现了高速、双向、多站点之间的可靠通信。

2) 传统的 DCS 采用“操作站—控制站—现场仪表”三层主从结构方式, 而现场总线则把输入/输出单元控制站的功能融合到现场仪表中, 称为智能仪表。每个智能仪表都有自己的 CPU, 进行测量、调节、诊断、输出等功能的操作。每个智能仪表成为总线中一个节点, 节点间通过现场总线连接, 任何一个节点出现的故障都不会影响到其他的节点。

3) 不同厂家的 DCS 产品往往无法兼容, FCS 则特别强调“互联”和“互操作性”, 即不同厂家的现场总线产品可以互连组成统一的系统, 统一组态, 用户使用时, 显得非常方便。

4) FCS 技术从总线标准、产品检验等信息一直到信息发布都是公开和规范的, 面向所有的产品制造商和用户, 通信网络可以和其他系统网络相连, 用户可共享网络资源。

5) FCS 采用数字通信方式, 因此可以采用多种传输介质进行传输。根据控制系统中节点的空间分布情况, 也可以采用灵活的拓扑结构。这样就为自动化系统的施工和调试带来了极大的方便。建立新的控制系统, 既省时间, 又省材料。

由此可见, FCS 与 DCS 相比, 具有鲜明的技术特点与无可比拟的优势。因此, 世界各国和许多大的工业控制公司纷纷推出自己的现场总线产品。表 1-2 所示为几种现场总线性能比较。

在众多的现场总线中, 美国的 Echelon 公司的 LonWorks 发展得较快。它是最具有竞争力的现场总线系统之一, 在我国的电源系统中也有部分厂商采用了 LonWorks 技术。本书在适当的篇幅下将以 LonWorks 为例, 说明现场总线在电源监控系统中的应用。

表 1-2 三种现场总线性能一览表

总线类型	LonWorks	CAN	WorldFIP
应用目标	所有	汽车	过程控制
OSI 层	1、2、3、4、5、6、7	1、2	1、2、7
系统控制（基于命令或状态）	两者	命令	两者
系统类型	网络	总线	总线
媒介访问	CSMA/CA ^①	CSMA/CR ^②	主从，令牌方式
支持的媒介	光纤、双绞线、动力线、同轴电缆、红外	光纤、双绞线	光纤、双绞线
寻址方式（单一、多目、广播）	所有	广播	广播
最大速率（Mbit/s）	1.25	1	2.5
网络管理	有	无	有
网络互连（中继器、网桥、路由器）	所有	无	网桥

① 带碰撞避免的载波侦听多址访问。

② 带碰撞检测的载波侦听多址访问。

1.2.5 Internet 的优点及吸引力

在网络的发展一节中提到三个阶段。虽然计算机网络出现于 20 世纪 70 年代初，但在 20 世纪 90 年代以各种网络互连成 internet 后，网络应用才更加高速发展，表现出许多优越的性能。目前，在生活中，利用 Internet 可以比从前更经济、更方便和更快捷地取得信息并进行信息的交换；在工作中，Internet 的应用主要还限于传递文字、图片和办公信息等。但是人们一直在研究如何更充分地应用 Internet，以实现“地球村”的梦想。人们已经认识到，接入 Internet 的不应仅限于狭义的计算机，工业中的各种测量控制装置、生活中的各种家用电器、社会不同领域和层面的各种公众设备等，都应该且必将成为 Internet 的客户端。如何扩展客户端，首先要解决客户信息的接入，即是说，测量装置的信息化问题。工业化程序的提高也给测量系统的发展提出了条件和新的问题：如何方便地组建一个高效率的、智能化的、能够和其他高层网络互联的测控网络系统，以便于统一集中监控和提高管理决策水平。为了达到这些目的，需要测控网络和信息网络在一定程序上能够共享资源，并且以有效的方式交换信息。测控网络系统是网络部件，在第 4 章中作进一步介绍。