JISUANJI WANGLUO

计算机网络

陈萱华　何忠龙　主编

巢明峻　主审

大连海事大学出版社

计算机网络

陈萱华　何忠龙　主编
巢明峻　主审

大连海事大学出版社

图书在版编目（CIP）数据

计算机网络 / 陈萱华，何忠龙主编 .—大连 ：大连海事大学出版社，2004 . 12
ISBN 7-5632-1819-X

I. 计… II. ①陈… ②何… III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 132693 号

大连海事大学出版社出版

地址：大连市凌海路 1 号 邮编：116026 电话：0411-84728394 传真：0411-84727996

http://www.dmupress.com E-mail: cbs@dmupress.com

宁波新华印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷

幅面尺寸：185 mm×260 mm 印张：16.875

字数：421 千字 印数：1～1 550 册

责任编辑：沈荣欣 封面设计：王 艳

定价：25.00 元

前 言

计算机网络已经成为 21 世纪驱动社会发展的核心动力之一，在当今的知识经济时代，对人类的政治、经济和文化产生了深远的影响，并将对社会的发展发挥巨大的作用。随着公安边防部队计算机网络的普及，计算机网络的应用已渗透到边防部队的各个角落。计算机网络的应用之所以能取得今天这样的成就，主要在于它的技术进步和市场的需求。计算机网络技术的发展离不开人才，而人才的成长在于培养。为此，为了满足公安边防部队实际需要，本书作者在多年的教学和网络建设经验的基础上，结合公安边防部队计算机网络应用的实际情况，编写了本书。

本书共九章。第一章介绍网络的基本知识，包括网络的发展、基本概念、组成和分类。第二章以 OSI 与 TCP/IP 模型为基础，分析了网络的分层体系结构，并对 TCP/IP 协议进行了较详细的介绍。第三章介绍以太网技术。主要以 10 Mb/s 以太网、100 Mb/s 以太网及千兆以太网技术为核心，同时对虚拟局域网、虚拟专用网及无线局域网作了详细的介绍。第四章按照网络互连的层次，介绍常用的网络互连设备的原理及技术，主要包括中继器、交换机、路由器及三层交换机。第五章介绍综合布线系统的设计、等级及测试等内容。第六章介绍网络管理与网络安全技术，主要包括病毒、防火墙、SNMP 协议等。第七章介绍三网合一通信系统的基本技术，包括视频会议系统、IP 电话的原理及关键技术。第八章介绍了金盾工程的总体建设思路和总体结构设计。第九章介绍 Windows 2000 Server 网络操作系统及域名的服务器、Web 服务器的安装、配置和管理。最后以附录的形式给出了与公安边防部队相关的网络安全管理规定和较有代表性的网络实施案例。

本书由公安部边防管理局技术通信装备处组织编写，公安海警高等专科学校计算机教研室陈萱华副教授、何忠龙副教授任主编，龚强讲师、胡利华讲师、李伟春副教授、许翌铨助理工程师、胡畏助理工程师参与编写工作，最后由边防管理局巢明峻参谋主审定稿。

由于计算机网络发展迅速，本教材内容涉及面广，加之篇幅和作者水平限制，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

在本书的编写过程中得到公安部边防管理局领导和浙江公安边防总队同志的关心和支持，在这里表示衷心感谢。

编 者

2004 年 10 月

内容提要

本书除主要介绍网络基础和实用技术外，还针对公安边防部队从事网络工作的专业技术人员的实际要求，对网络理论中各部分的内容进行了适当的补充和取舍，并尽可能地列举大量的实际应用实例和 Cisco 设备的具体操作。

本书既注重基本理论和基本概念的阐述，又力图反映计算机网络的一些新技术，内容简要实用，通俗易懂。各章均安排一定的思考练习题，针对性强，便于组织教学和培训。

本书适合公安边防部门计算机大专和通信参谋培训人员使用，也可作为信息管理人员的参考书籍。

目　录

第一章　计算机网络概述

计算机网络给我们的工作、学习和生活带来了革命性的变化。随着各种网络应用的发展和完善，人们的工作效率得以提高；随着远程教育的发展，学习变得更加方便；网络游戏、虚拟社区等新兴事物的发展应用，给人们的生活增添了许多乐趣。

计算机网络已经成为人们获取信息的一个重要渠道。2001 年 9 月 11 日，美国遭到恐怖分子袭击，当电话、电报等传统通信系统几乎被摧毁时，电子邮件使人们和远方的亲人仍可互通消息。可以说，在这次袭击中，当人类的许多现代文明都面临危险时，只有计算机网络仍以最顽强的生命力担负起为人类信息交流的使命。据中国互联网信息中心统计，截至 2002 年 9 月底，中国互联网用户数已达 5 435 万，上网计算机已达 2 056 万台，WWW 网站已达 81 907 个。

本章主要介绍计算机网络的发展简史、计算机网络的概念和计算机网络的基本组成等。

1.1　计算机网络的发展简史

1.1.1　计算机网络的产生

早期的计算机系统都是相互独立的，要想实现软件或硬件的共享是十分困难的，需要在人力、财力和时间等方面有很多的投入。例如，用户甲要将自己计算机上的一个文档打印后交给乙，而甲的计算机没有连接打印机，乙的计算机连接了打印机，那么甲有 3 个方案可以解决该问题：

方案 1：甲可以买一台打印机，接到自己的计算机上，打印自己的文档并交给乙。这种方案比较适合于甲经济比较宽裕的情况。

方案 2：甲可以把要打印的文档复制到软盘、硬盘或磁带等存储介质上，把这个存储介质交给乙，乙再把甲的文档复制到自己的计算机上，打印甲的文档。这种方案比较适合于甲的文档比较少的情况。

方案 3：甲可以把乙的打印机拿过来，接到自己的计算机上，打印自己的文档，再把打印机和打印好的文档一起交给乙。这种方案比较适合于甲的文档比较多的情况。

如果甲和乙之间距离很远，那么事情的解决就更麻烦了。可见，人们要想把一台计算机中存储的数据传送给另外一台计算机，一般要经过很繁琐的步骤和比较长的时间，并且需要人作为数据传递的“交通工具”。这种处理方式曾经被戏称为“运动鞋网络（Sneaknet）”，如图 1-1-1 所示。

图 1-1-1 计算机网络产生前

后来随着技术的发展，人们把独立的计算机通过通信线路连接成小范围的计算机网络，很容易并且很经济地实现了计算机之间的软、硬件共享。这时，对于前面的例子，甲就可以很容易地解决，如图 1-1-2 所示。

图 1-1-2 计算机网络产生后

方案 1：甲可以把要打印的文档共享给乙，乙用自己的打印机直接打印甲的文档，乙得到了甲的文档。

方案 2：乙可以把自己的打印机共享给甲，甲可以使用网络打印机打印自己的文档，乙得到了甲的文档。

这时，甲不用去买一台打印机，并且免去了数据转移和文档转移时的麻烦，不用借助任何存储介质，很容易地借助计算机网络解决了他的问题。如果甲和乙之间距离很远，他们的计算机虽然都连接到计算机网络，但是没有在同一个计算机网络中，甲只有痛苦地采取最初的 3 个方案中的一种，解决他的问题。

再后来随着技术的进一步发展，人们可以把不同地域的计算机网络连接成一个更广、更大的计算机网络。这时，对于前面的例子，尽管甲和乙可能相隔千山万水，但他们仍可以借助计算机网络方便快捷地解决他们的问题，如图 1-1-3 所示。

图 1-1-3 广域网产生后

可见，计算机网络可以节省大量的人力、财力和时间。结合计算机网络发展的历史，可以看出，计算机网络经历了一个由“独立计算机”到“独立的计算机网络”再到“计算机网络构成的计算机网络”这样一个发展过程，也就是从“没有计算机网络”到“局域网应用”再到“广域网应用”这样一个发展过程，如图 1-1-4 所示。

图 1-1-4 计算机网络的发展

1.1.2 计算机网络发展简史

1946 年，第一代计算机的诞生在人类科学发展史上是一个重要的里程碑。在机械化、电气化时代，人们用机器代替了部分的体力劳动，而计算机的诞生，使得人们可以用它部分地代替人的脑力劳动。20 世纪 80 年代微型计算机的出现，改变了主机模式的集中管理和运行方式，把强大的计算和处理能力交到了个人手里，这为各行业普遍使用计算机奠定了基础。计算机的普及也正是从微机的出现开始的。第三个发展阶段是网络，人们称网络就是计算机，深刻地反映了网络在计算机发展史中极为重要的作用和影响。

1969 年美国国防部的国防高级研究计划局（DARPA）建立了全世界第一个分组交换网 ARPANET，即 Internet 的前身，这是一个只有四个结点的存储转发方式的分组交换广域网，是为了验证远程分组交换网的可行性而进行的一项试验工程。1972 年在首届国际计算机通信会议（ICCC）上首次公开展示了 ARPANET 的远程分组交换技术。

分组交换不同于传统电信网中采用的电路交换，是存储转发交换方式中的一种交换方式，它将要传送的报文分割成许多具有统一格式的分组，并以此作为传输的基本单元，一一进行存储转发的传输。和电路交换相比，分组交换具有线路利用率高、可进行数据速率的转换、不易引起堵塞以及具有优先权使用等优点。因此，它被广泛用于计算机网络。1976 年国际电报电话咨询委员会（CCITT）制定了用于公用分组交换网的协议标准 X .25，进一步推动了公用分组交换网的发展。

在总结最初建网实践的基础上，DARPA 组织有关专家开发了 ARPANET 第三代网络协议——TCP/IP，并于 1983 年在 ARPANET 上正式启用。与此同时 UNIX BSD 版安装了 TCP/IP 协议软件。TCP/IP 协议的广泛采用是 Internet 迅速发展的重要原因之一。1974 年 IBM 公司首先公布了系统网络体系结构（SNA）作为 IBM 计算机的联网标准。此后，各大计算机厂商都相继开发了自己的网络体系结构，如 DEC 公司的数字网络体系结构（DNA）等。为了解决不同厂商的计算机网络之间不能互连的问题，国际标准化组织（ISO）于 1978 年提出了开放系统互连参考模型（OSI/RM），即 OSI 网络体系结构，以推动网络标准化工作。

1976 年美国 Xerox 公司开发了基于载波监听多路访问/冲突检测（CSMA/CD）原理的、用同轴电缆连接多台计算机的局域网，取名为以太网。由于以太网安装使用方便，性能较好，成为最广泛使用的一种局域网。随着 PC 机的广泛使用，局域网的研究、开发和应用有了很大的发展。

Internet 是全球最大的、开放的、由众多网络互连而成的计算机网络。Internet 的发展

已经历了三个阶段，并逐渐走向成熟。从 1969 年 Internet 的前身 ARPANET 的诞生到 1983 年，这是研究试验阶段，主要是进行网络技术的研究和试验；从 1983 年到 1994 年是 Internet 的实用阶段，在美国和一部分发达国家的大学和研究部门中得到了广泛应用，它是用于教学、科研和通信的学术网络；从 1994 年以后，开始进入 Internet 商业化阶段，除了原有的学术网络应用外，政府部门、商业企业以及个人都广泛使用 Internet，而且全世界绝大部分国家都纷纷接入 Internet，这种迅猛发展的进程反映了 Internet 正日益成熟。当前 Internet 技术和应用的高速发展，对信息技术的发展、信息市场的开拓以及信息社会的形成起着十分重要的作用。但同时，Internet 也面临着多种挑战，包括网络的频宽和可扩展性、网络的安全性、网络的服务质量、多种新的网络应用需求以及引发的商业、文化和社会问题。

1.1.3 公安计算机网络建设状况

公安计算机网络建设启动于 20 世纪 80 年代初，经过二十余年的努力，在公安计算机网络、有线通信系统、移动通信系统、全国违法犯罪信息中心（CCIC）、各级指挥中心等信息基础建设方面都取得了重大进展。1998 年公安部根据中央“科教兴国”的战略，为进一步落实“科技强警”的奋斗目标，提出并开展了“金盾工程”（全国公安工作信息化工程）的立项和前期基础建设。

到 2002 年底，建立了部、省、市三级信息中心和公安计算机三级网络，建立了信息中心，并造就了一支全国专业技术队伍，为全国公安信息化建设打下了坚实的基础。目前，公安机关部、省、市三级信息网络已经形成规模，全国公安计算机一级网络已实现公安部到 31 个省、自治区、直辖市公安厅、局的联网，信道带宽高于 2 Mb/s。

公安计算机二级网络建设也取得了很大进展，地、市级公安机关二级网络开通率达 90%，速率为 64 kb/s 至 2 Mb/s。其中 21 个省、自治区、直辖市的公安信息二级网络开通率达到 100%。全国公安三级计算机网络在 2002 年内全部建成。

在地面网络建设的同时，公安部于 1995 年开展了卫星通信专用网建设，1997 年投入使用，由主站和约 60 个小站和卫星通信车组成，具有语音、数据和图像传输功能。利用卫星通信专用网实现了与地面网的互补、互备、迂回及边远地区的通信。至 2002 年，建成 300 个卫星数据小站。目前，依托公安卫星通信网，建设开通了部省之间电视电话会议系统。

同时，公安无线通信网自 1980 年开始建设以来，获得了很大发展，全国县以上公安机关都组建了无线通信网，其中约 150 个大中城市的公安局组建了警用 350 兆集群网，部分省（直辖市）实现了全省（市）联网。公安无线专网主要用于公安指挥调度、突发事件及重大灾难的应急通信，充分利用现有的无线通信系统实现移动数据终端的本地接入。

近年来公安部在全国范围内统一部署的“网上追逃”、“网上打拐”、“扫黑除恶”等专项斗争，计算机网络发挥了传统工作方式无法比拟的作用，显示出了“科技强警”的巨大威力，极大地提高了各级领导和公安干警的科技意识，有力地促进了全国公安专用计算机网络的建设，进一步推动了网上信息查询、业务信息管理、数据传输、电视电话会议等各项应用。

总之，公安计算机网络建设的迅速发展，使公安机关各方面的管理水平和工作效率得到了极大提高，有效地打击了违法犯罪活动，维护了社会政治和治安的稳定，保障和促进了经济建设和改革开放顺利进行。

1.2 计算机网络的概念

计算机网络是把分布在不同地理区域的计算机系统通过专用的外部设备和通信线路连接起来，在网络软件的控制、管理下，实现网络上资源共享的系统。计算机网络的使用克服了单个计算机应用的局限性，极大地延伸了单机的使用功能。这不是最权威的定义，只是计算机网络定义中的一种。不同的书上，计算机网络的定义也各不相同。随着网络技术的发展，以及网络应用范围的扩展，计算机网络的概念也在发展。正如国家有法律条文，但仍需要司法解释一样。关键不是记住计算机网络的概念，而是通过对概念的正确理解把握它的内涵。理解这一概念需要把握以下两点：

（1）组成网络的计算机要求是独立的。每台计算机最核心的基本部件，如处理器、系统总线等要求存在并且是独立的。先看一个不满足这个要求的例子。在 1980 年前后，许多图书馆采用了图书查询系统，采用一台小型机带几十台查询终端的体系结构。这种系统不是计算机网络，因为整个系统中除了有一台主机具有处理器外，其他的终端都只有输入/输出设备，不是计算机，所以整个系统属于具有一台主机的计算机系统，而不是计算机网络，如图 1-2-1 所示。

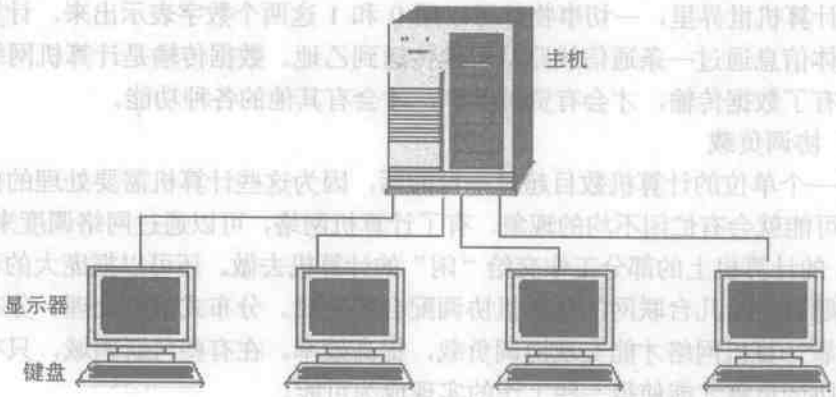

图 1-2-1　图书查询系统

（2）计算机网络通信的目的是实现信息共享。有的计算机系统数据通信的目的不是为了实现信息共享，而是为了实现分布式处理等，这种计算机系统也不是计算机网络。如在多处理器系统中，在各个处理器之间虽然也存在数据通信，但数据通信的目的是为了实现多个处理器协同处理一个更大的任务，保证每个处理器都能完成自己的一部分任务而不致发生调度混乱。因此，一个多处理器系统，如双 CPU 的计算机不是计算机网络；又如在科学计算、天气预报等领域广泛应用的多处理器系统可以看做是处理能力很强的计算机，也不是计算机网络。判断计算机系统是不是计算机网络的一个必要标准，就是

系统是否以实现信息共享作为数据通信的目的。当然，并不是说所有分布式处理的系统都不是计算机网络，一个计算机网络也可以实现分布式处理，如有的网络操作系统（Windows 2000 Advanced Server、Linux 等）支持集群的功能，可以实现在网络环境中的多台计算机之间的负载平衡，具有分布式处理的能力。

对于一个系统是否属于计算机网络，可从这两个方面加以分析。图 1-2-1 所示就是典型的非计算机网络的实例。至于计算机网络的实例，读者可以举出许多，在此就不赘述了。

为什么要把多个计算机连成一个计算机网络呢？换句话说，计算机网络主要为用户提供了哪些功能?可以概括为以下 4 个方面：

（1）资源共享

这里的资源包括硬件、软件和数据。硬件包括各种处理器、存储设备、输入/输出设备等，可以通过计算机网络实现这些硬件的共享，如共享打印机、共享硬盘空间。软件包括操作系统、应用软件和驱动程序等，可以通过计算机网络实现这些软件的共享，如多用户的网络操作系统、应用程序服务器。数据包括用户文件、配置文件、数据文件等，可以通过计算机网络实现这些数据的共享，如通过网络邻居复制文件、网络数据库。网络上这么多资源可以为连入网络的所有用户所共享，任何被授权的用户都可以从另外一台计算机上得到自己想要的资源，从而使这些资源发挥最大的作用，节省成本、提高效率。

（2）数据传输

这里的数据指的是数字、文字、声音、图像、视频信号等媒体所存储信息的计算机表示。在计算机世界里，一切事物都可以用 0 和 1 这两个数字表示出来。计算机网络使得各种媒体信息通过一条通信线路从甲地传送到乙地。数据传输是计算机网络各种功能的基础，有了数据传输，才会有资源共享，才会有其他的各种功能。

（3）协调负载

如果一个单位的计算机数目超过一台的话，因为这些计算机需要处理的任务可能不同，那么可能就会有忙闲不均的现象。有了计算机网络，可以通过网络调度来协调工作，把“忙” 的计算机上的部分工作交给“闲”的计算机去做。还可以把庞大的科学计算或信息处理题目交给几台联网的计算机协调配合来完成。分布式信息处理、分布式数据库等只有依靠计算机网络才能实现协调负载，提高效率。在有些科研领域，只有借助计算机网络的协调负载才能使得一些工作的实现成为可能。

（4）提供各种方便可靠的服务

有了计算机网络才有了现在风靡全球的电子邮件、网上电话、网络会议、电子商务等，它们给人们的生活、学习和娱乐带来了极大的方便。有了网络，使得实时控制系统有了备用和安全保证，使得军事设施在遭到敌方打击时指挥系统保持畅通无阻。最大的计算机网络——Internet 就是冷战时代的产物，用它能够解决可靠性问题，并为计算机用户带来很大的便利。

以上介绍的是计算机网络的一般功能，只是一个描述性的介绍。所有的计算机网络的功能都会是以上 4 种功能中的一种或几种。具体的计算机网络可能各有不同的功能，

如有的网络能够实现打印机共享，有的网络可以实现电子邮件服务等。这些具体的网络功能将在后面的章节结合具体的网络操作系统 Windows 2000 来详细地讲解，以使读者进一步了解计算机网络带来的各种服务。

1.3 计算机网络的基本组成

1.3.1 网络系统的组成

计算机网络系统是由通信子网和资源子网组成的。系统以通信子网为中心。通信子网处于网络的内层，是由网络中的各种通信设备及只用作信息交换的计算机构成。通信子网的重要任务是负责全网的信息传递。服务器和工作站都处于网络的外围，它们构成了资源子网，资源子网的任务是负责信息处理，向网络提供可用的资源。用户通过资源子网不仅共享通信子网的资源，而且还可以共享用户资源子网的硬件和软件资源。

尽管现在的计算机网络很多，但不同的计算机网络都有一个共同的特点，就是它们都由 3 个部分组成，即网络硬件、传输介质、网络软件，如图 1-3-1 所示。

（1）网络硬件

网络硬件是构成网络的节点，包括计算机和网络互连设备。作为网络硬件的计算机可以是服务器，也可以是工作站。网络互连设备包括集线器、交换机、路由器等。有的网络硬件只有一个网络接口，有的网络硬件如各种网络互连设备可能有几个、几十个甚至更多的网络接口。

（2）传输介质

传输介质是把网络节点连接起来的数据传输通道，包括有线传输介质和无线传输介质。同轴电缆、双绞线、光缆都是有线传输介质；微波、卫星通信、红外线通信都是无线传输介质。传输介质是网络数据传输的通路，所有的网络数据都要经过传输介质进行传输。因此，一个网络所选用的传输介质的种类和质量对网络性能的好坏有很大的影响。

（3）网络软件

在网络系统中，除了包括各种网络硬件设备外，还应该具备网络的软件。因为在网络上，每一个用户都可以共享系统中的各种资源，系统该如何控制和分配资源，网络中各种设备以何种规则实现彼此间的通信，网络中的各种设备该如何被管理等等，都离不开网络的软件系统。因此，网络软件是实现网络功能必不可少的软环境。通常网络软件包括以下几种：

网络操作系统：实现系统资源共享，管理用户的应用程序对不同资源的访问，典型的操作系统有：Windows NT/2000、Linux、Netware 和 UNIX。

网络传输协议：协议指两个或两个以上实体为了开展某项活动，经过协商后达成的一致意见。网络传输协议，就是连入网络的计算机必须共同遵守的一组规则和约定，它可以保证数据传输与资源共享能顺利完成，如 TCP/IP、IPX/SPX 协议。

网络管理软件和网络应用软件：网络管理软件是用来对网络资源进行管理以及对网络进行维护的软件，如 Cisco 公司的 Cisco Works。网络应用软件是为网络用户提供服务