



万水计算机网络技术丛书

TCP/IP

网络管理

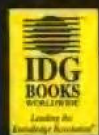
[美] Craig Zacker 著

TCP/IP Administration



王晓东 殷伯连 吴 蓉 陈晓燕 译

刘洪勋 审校



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

万水计算机网络技术丛书

TCP/IP 网络管理

[美] Craig Zacker 著

王晓东 殷伯连 译

吴 蓉 陈晓燕

刘洪勋 审校

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书共包括十六章,分为五部分,这五部分从多个角度对 TCP/IP 进行了详尽的讲述。第一部分是源起,讲述了 TCP/IP 网络的体系结构、TCP/IP 通信的概念、以及 TCP/IP 和操作系统之间的关系。第二部分是协议,具体分析了链路层、网际层、传输层和应用层上的协议。第三部分是服务器,讲述了 TCP/IP 在 Windows NT 和 NetWare 服务器中的功能,其重点是 IP 路由的过程和算法。第四部分是客户端,讲述了 Microsoft 公司和 Novell 公司对 TCP/IP 客户端的支持。最后一部分是工具,介绍了常用的 TCP/IP 应用程序和 TCP/IP 工具。

本书不仅内容充实,而且有很强的可操作性,是每一名 TCP/IP 管理员必读、必备的好书。

"Copyright © 1998 by China WaterPower Press. Original English language edition copyright © 1998 by IDG Book Worldwide, Inc., All rights reserved including the right of reproduction in part in any form. This edition published by arrangement with the original publisher, IDG Book Worldwide, Inc., Foster City, California, USA."

The IDG Book Worldwide logos are trademarks under exclusive license to IDG Book Worldwide, Inc., from International Data Group, Inc. Used by permission.

本书中文简体字版由中国水利水电出版社独家出版。未经出版者书面同意,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

图书在版编目 (CIP) 数据

TCP/IP 网络管理/ (美) 扎克尔(Zacker, C.)著; 王晓东等译.-北京: 中国水利水电出版社, 1998.9

(万水计算机网络技术丛书)

书名原文: TCP/IP Administration

ISBN 7-80124-754-X

I .T… II .①扎… ②王… III. 计算机网络-通信协议, TCP/IP
IV.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 15427 号

书 名	TCP/IP 网络管理
作 者	[美] Craig Zacker
译 者	王晓东 殷伯连 吴蓉 陈晓燕
审 校	刘洪勋
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010)63202266(总机)、68331835(发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京天竺颖华印刷厂印刷
规 格	787×1092 毫米 16 开本 30.75 印张 692 千字
版 次	1998 年 8 月北京第一版 1998 年 8 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	76.00 元(含光盘)

译者序

始于美国国防部为其 ARPANET 广域网开发的 TCP/IP 网络体系结构和协议标准是近年来计算机网络研究和应用的热点技术。以它为基础而组建的 Internet 已成为目前国际上规模最大的计算机网络系统。在 1986 年, 联网的计算机还不过几千台, 但在短短的十年间, 却猛增到一千多万台, 这种爆炸式的增长说明了人们对网络服务的迫切要求。

遗憾的是, 伴随着这种增长, 却缺乏实用的网络管理信息, 大多数网络管理员只能无可奈何地满足于操作手册或那些从协议设计者的观点编写的协议资料和学术著作。我们感觉到了那些已经联网的朋友发出的、迫切需要实用信息的建议。为此, 我们组织翻译了这本《TCP/IP 管理》。

本书的特点是不仅详尽地讲解了 TCP/IP 协议栈的方方面面, 而且对 TCP/IP 在 Windows 95 中的具体应用给出了透彻地分析, 其中有丰富的图片说明, 使你能以直观的方式快速地了解 and 掌握 TCP/IP 的各方面内容。本书的作者 Craig Zacker 是一个著名的作家和编辑, 他的职业经历跨越了从 PC 技术支持人员到 Webmaster 网络管理员的整个技术范围。他已经撰写和与其他人合作撰写了大量的有关计算机操作系统方面的著作, 其丰富的知识贯穿于本书的各个教程中, 使你以最少的时间学到最多的内容, 你会发现本书与其他任何一种方法相比会更适合你。

本书分为五部分, 具体包括十六章。这五部分从多个角度对 TCP/IP 进行了详尽的讲述。第一部分是原理, 它讲述了 TCP/IP 网络的体系结构、TCP/IP 通信的概念、以及 TCP/IP 和操作系统之间的关系; 第二部分是协议, 它具体分析了链路层、网际层、传输层、和应用层上的协议; 第三部分是服务器, 它讲述了 TCP/IP 在 Windows NT 和 NetWare 服务器中的功能, 其重点是 IP 路由的过程和算法; 第四部分是客户端, 讲述了 Microsoft 公司和 Novell 公司对 TCP/IP 客户端的支持; 最后一部分是工具, 介绍了常用的 TCP/IP 应用程序和 TCP/IP 工具。

本书面向已经具有一台连接 TCP/IP 网络的计算机的任何人。显然, 这包括了负责设置和运行计算机及网络的网络管理员和系统管理员, 以及那些希望了解他的计算机如何与其他系统通信的任何用户。我们假定你对计算机及其操作已相当了解, 而且已一般性地熟悉 Windows 系统。否则, 请先阅读有关方面的书籍。

参加本书翻译工作的有: 刘洪勋、王晓东、殷伯连、吴蓉、陈晓燕、高原、胡恩华、刘刚、赵小平、胡文佳、钱宇、吴海军、王建华、刘军、徐文虎、张思恩、刘晓晓、申海燕、郝锐、王成义、仇少军、区波、王金全、赵海、周军、史志高、麻文玲、赵旭、晓海、邹伟军、冯文君, 全书由刘洪勋统稿和审校。

由于水平有限, 缺点、错误在所难免, 恳请广大读者指正。

译者

一九九八年五月

关 于 作 者

Craig Zacker 是个作家兼编辑，他的计算经验自电传打字机和纸带时期就开始了。当从小型计算机转到 PC 后，他在掌管一个自由撰稿桌面印刷商务的同时，还是 Novell NetWare 网络管理员以及 PC 的技术支持人员。当 Craig Zacker 从 NYU 获得英语和美国文学硕士学位之后，他广泛地参与了将 Windows NT 集成到现有 NetWare 网间网的工作，并且还被雇为技术作家、许可证提供者和一家大型软件公司联机服务组的 WEB 站点管理员。因为是全职作家和编辑，Craig 已经编写或参与编写了大量有关操作系统和网络方面的著作，且已经出版了一些作为行业顶级出版物的文章，这其中包括《Windows NT Magazine》，他是该书的编辑。你可以通过 tcpip@zacker.com 与他联系。

引言

当计算机网络朝着能保证不同技术之间的互操作性的开放标准使用前进时,从 Internet 到专用的公司网络, TCP/IP 协议族是商业互联网上随处可见的设备。因为 TCP/IP 是免费使用的公共标准,且几乎得到现在所用的所有操作系统的支持,它被认为是通用网络协议的合理选择。

由于这些原因,很多网络专业人员发现,他们在没有受到有关 TCP/IP 基础的正规教育的情况下支持了 TCP/IP 系统。有关执行实际维护任务的知识,比如 TCP/IP 客户端的配置,在不必完全了解作为这些任务基础的系统情况下就可以学到。这种知识对处理基本的支持问题是够了,但在不得不分析解决 TCP/IP 问题或解释为什么一些东西能工作时,懂得该协议的内部运行是至关重要的。

TCP/IP 理论

本书的一个主要功能就是探索 TCP/IP 网络的理论背景。通过考察组成该协议族的各个协议、它们之间通信的报文结构、以及它们一起提供全方位互联网解决方案的方式,可以达到上述目的。

和很多其它网络系统(尤其是私有网络)不一样,有关 TCP/IP 协议的文档可以很容易地得到。这些标准是免费的,它们不仅可以从大量的 Internet 站点得到,而且也可以在本书附带的 CD-ROM 中找到。事实上,你可能会说 TCP/IP 文档提供了过多的信息,因为它由超过 2000 个独立文档组成。由于本书考察 TCP/IP 通信的很多方面(经常很详尽),所以它不能覆盖到方方面面。你可能会发现,要解决一个特定问题或学习有关一个特定协议的更多内容,你需要查阅这些文档。

另一个在任何 TCP/IP 培训中都有的重要组成是,协议规范是不断变化的。新文档周期性的发布,它们提出附加的升级功能,或完全新的协议。和很多其它网络标准不一样, TCP/IP 以一种民主式的模型进行开发,该模型邀请所有有关的用户都参与进来。一旦对这些问题熟悉了,如果你希望,你也可以加入标准制定过程。

TCP/IP 实现

尽管 UNIX 操作系统比任何 PC 网络平台都要早地将 TCP/IP 协议作为自己的一部分,但 Windows NT 和 NetWare 对 TCP/IP 的采用使得 TCP/IP 像在公司网络上一样流行。TCP/IP 在其它 Windows 客户端操作系统上的使用推动了 Internet 的飞速增长。在理论性材料之外,本书还覆盖了使用的一面,讲述了在这些平台如何安装、配置和使用 TCP/IP 协议。

计算机联网并不是发生在原始的实验室环境中。一些网络是用一个单一的平台和操作系统(OS)来建立的,而很多其它的网络经过多年的演变,已经成为在特定时期适合一个特定任务的机器和 OS 的混合物。不管是否出于选择,有很多商业网络同时运行

Windows NT 和 NetWare。本书通过将 TCP/IP 标准学到的概念应用到在这些 OS 中发现的具体实现，对这两种实现给予了同等对待。

第一部分：原理

开头的三章讲述了 TCP/IP 网络的基本原理，比如多层结构。这种类型的结构在逻辑上将计算机的网络栈的功能和能允许各种协议一起提供网络通信服务的数据封装过程分开。你也可以学习用来标识 TCP/IP 网络上各系统的命名和寻址约定，以及用来开发和发布协议标准的过程，开发和发布是由负责不断推进 TCP/IP 技术的组织来进行的。

在这一部分，你将开始学习在 Windows NT 和 NetWare 中 TCP/IP 实现的特点。当 TCP/IP 被集成进一个 OS 中时，它们必须能通过由 OS 开发人员设计的接口与已有的编程结构通信。Windows NT 和 NetWare 以截然不同的方法使用 TCP/IP；在这里，你将学习它们用来推动 TCP/IP 通信的不同编程接口。

第二部分：协议

第二部分考察了运行于 TCP/IP 四层参考模型每一层中的协议，这四层是链路层、网间层、传输层、应用层。这些协议可以在所有的 TCP/IP 实现中找到，它们（协议）了通信服务，各层的服务是结合在一起的。这些服务合在一起，向特定的网络应用程序提供全方位的服务。这几章详细的考察了各协议，而且以通用的形式对分组格式图和它们所提供功能的解释进行了讨论，这些形式可以应用到任意 OS 上。

第三部分：服务器

第三部分考察 TCP/IP 协议在 Windows NT 和 NetWare 服务器上的具体功能。你将学习如何在这两个平台上安装 TCP/IP 支持，以及 OS 如何和协议一起提供 TCP/IP 客户使用的基本服务。这些基本服务包括，将数据路由至在远程或 Internet 上的系统，为客户工作站自动分配 IP 地址和其它配置参数，以及使用友好的名字（而不是 IP 地址）来唯一地标识特定系统。

第四部分：客户

Microsoft 和 Novell 都提供了客户端 TCP/IP 实现，你可以在自己的网络系统中使用它们。本部份考察各种客户的能力，以及你安装和使用这些实现的过程。你将学习具体的 TCP/IP 产品，比如 NetWare/IP,它使 NetWare 自己的 IPX 流量能由 TCP/IP 协议来运送，而 IPX/IP Gateway 向 TCP 服务提供仅用于 IPX 的客户端系统访问。

第五部分：工具

TCP/IP 实现包括了分类诊断工具，你能用它们来测试计算机的网络功能。本部份考察各种不同类型的 TCP/IP 工具，以及与 Microsoft 和 Novell TCP/IP 客户和服务一起提供的具体实用程序。此外，还有各种与 Windows NT 和 IntranetWare 软件包一起发售的 TCP/IP 应用程序，包括 Windows NT 和 IntranetWare 各自的 FTP 和 World Wide Web 服务

器。最后，本部份讨论了使用 NetXRay 考察你自己网络上 TCP/IP 流量的规程。NetXRay 是此书中包括的 CD-ROM 上提供的协议分析器应用程序。

在 CD-ROM 上

本书附带的 CD-ROM 中包含了当前所有的评议征求 (RFC) 文档，它们是由 Internet Engineering Task Force(IETF)发布的。这些文档是 TCP/IP 协议和很多其它 Internet 技术所依据的标准。一般情况下，这些文档以文本或 PostScript 文件形式发布，这里以它们原文的格式提供了这些文档（还提供了 HTML 和 PDF 格式，可以用 Internet Explorer Web 浏览器和 Adobe Acrobat Reader 来观看它们，这两个工具在 CD-ROM 上）。该盘上还包括一个各种有用东西的集合，有共享软件，免费软件，各种 TCP/IP 应用程序和用于你的计算的实用程序的演示版，以及到位于 World Wide Web 上重要的 TCP/IP 相关站点的链接。

目 录

译者序	
关于作者	
引言	

第一部分 原 理

第一章 建立一个网络标准	1
1.1 TCP/IP 设计原则	2
1.1.1 独立于平台	3
1.1.2 可寻址性	3
1.1.3 分配 IP 地址	4
1.1.4 注册 IP 地址	4
1.1.5 组件标准	5
1.1.6 公共标准	5
1.2 发展 Internet 标准	6
1.2.1 评议征求 (RFCs)	7
1.2.2 标准化进程	8
1.2.3 标准的类型	9
1.3 小结	10
第二章 TCP/IP 通信	11
2.1 协议组	11
2.1.1 OSI 参考模型	12
2.1.2 TCP/IP 组	13
2.1.3 协议对称性	15
2.1.4 服务质量	16
2.2 怎样理解数据封装	17
2.2.1 数据结构的命名	18
2.2.2 加入协议头	19
2.2.3 协议头图解	21
2.3 怎样理解 IP 地址	22
2.3.1 网络和节点地址	23
2.3.2 IP 地址	23

2.3.3	子网分割	28
2.4	TCP/IP 系统的命名	34
2.4.1	主机与域	34
2.4.2	NETBIOS 名	35
2.5	TCP/IP 路由	36
2.6	小结	37
第三章	TCP/IP 和操作系统	38
3.1	网络接口	38
3.1.1	网络设备接口规格 (NDIS)	39
3.1.2	开放式数据连接接口 (ODI)	44
3.2	应用编程接口 (APIS)	46
3.2.1	Windows Sockets	46
3.2.2	NETBIOS	49
3.3	TCP/IP 和 Windows NT 网络结构	52
3.3.1	传输驱动接口 (TDI)	53
3.3.2	NetBEUI, TCP/IP, 流	53
3.3.3	TCP/IP 之上的 NetBIOS (NetBT)	54
3.3.4	服务器报文块 (SMB)	60
3.3.5	Windows NT 文件共享	61
3.4	TCP/IP 和 IntranetWare	62
3.4.1	TCP/IP 和 NetWare 核心协议 (NCP)	63
3.4.2	Moab	69
3.5	小结	69

第二部分 协 议

第四章	链路层	71
4.1	使用 TCP/IP 和以太网	73
4.1.1	以太网和 IEEE 标准	74
4.1.2	以太网帧类型	74
4.1.3	以太网地址	82
4.1.4	地址解析协议 (ARP)	83
4.1.5	逆向地址解析协议 (RARP)	88
4.2	使用 TCP/IP 端到端协议	89
4.2.1	串行线路接口协议 (SLIP)	92
4.2.2	点到点协议 (PPP)	93
4.2.3	建立 PPP 连接	100

4.3	回放接口	104
4.4	小结	104
第五章	网间层	105
5.1	网间协议 (IP)	106
5.1.1	服务质量	106
5.1.2	IP 功能	107
5.1.3	IP 头	108
5.1.4	分片数据报	114
5.2	网间控制报文协议 (ICMP)	121
5.2.1	ICMP 报文结构	122
5.2.2	ICMP 差错报文	124
5.3	小结	133
第六章	传输层	134
6.1	传输层多路分配	134
6.2	用户数据报协议 (UDP)	138
6.2.1	UDP 应用	138
6.2.2	UDP 事务处理	139
6.2.3	UDP 服务	140
6.2.4	UDP 头	141
6.2.5	UDP 校验和	142
6.3	传输控制协议 (TCP)	144
6.3.1	TCP 多路复用	145
6.3.2	TCP 应用	145
6.3.3	TCP 头	146
6.3.4	TCP 会话的分解	149
6.4	小结	161
第七章	应用层	162
7.1	TCP/IP 应用体系	162
7.1.1	客户/服务器通信	163
7.1.2	应用层多路复用	163
7.1.3	传输层/应用层界面	165
7.2	UDP 应用程序	165
7.2.1	简单文件传输协议 (TFTP)	165
7.2.2	BOOTP 和 DHCP	168
7.2.3	域名系统 (DNS)	168
7.2.4	动态路由协议	170

7.2.5	简单网络管理协议 (SNMP)	171
7.2.6	网络文件系统 (NFS)	172
7.3	TCP 应用程序	173
7.3.1	文件传输协议 (FTP)	173
7.3.2	超文本传输协议 (HTTP)	179
7.3.3	简单邮件传输协议 (SMTP)	183
7.3.4	网络新闻传输协议 (NNTP)	185
7.3.5	远程通信网络协议 (Telnet)	186
7.4	小结	186

第三部分 服 务 器

第八章 WINDOWS NT 和 INTRANETWARE 187

8.1	在 NetWare 4.11 上安装 TCP/IP	188
8.1.1	手工配置 TCP/IP	188
8.1.2	在 AUTOEXEC.NCF 中实现 TCP/IP	194
8.1.3	用 INETCFG.NLM 配置 TCP/IP	196
8.2	在 Windows NT4.0 上安装 TCP/IP	206
8.2.1	安装网卡	208
8.2.2	安装 TCP/IP 协议	209
8.2.3	联编网络模块	215
8.3	小结	216

第九章 路由 IP 217

9.1	路由过程	217
9.1.1	路由表	218
9.1.2	IP 路由器	221
9.1.3	路由和 ICMP	222
9.2	静态路由	227
9.2.1	使用 ROUTE.EXE	227
9.2.2	使用 TCPCON.NLM	228
9.3	动态路由	231
9.3.1	路由协议	231
9.3.2	路由信息协议 (RIP)	231
9.3.3	开放最短路径优先 (OSPF) 协议	236
9.4	Windows NT 路由 IP	237
9.4.1	静态 LAN 路由	237
9.4.2	拨号网络路由	239

9.4.3 使用“路由和远程访问服务”	240
9.5 IntranetWare 路由 IP	242
9.5.1 配置 OSPF	243
9.5.2 配置 RIP	244
9.6 小结	245
第十章 DHCP 和 IP 地址管理	246
10.1 问题	246
10.2 DHCP 的源头	247
10.2.1 RARP	247
10.2.2 BOOTP	249
10.3 理解 DHCP	249
10.3.1 分配 IP 地址	250
10.3.2 给客户配置参数赋值	251
10.3.3 DHCP 分组结构	252
10.3.4 DHCP 通信	255
10.4 使用 DHCP	262
10.4.1 微软的 DHCP 服务器	262
10.4.2 NetWare DHCP 服务器	268
10.5 小结	272
第十一章 名字注册与解析	273
11.1 主机名字和 NetBIOS 名字	273
11.2 NetBIOS 命名	275
11.2.1 名字解析方法	276
11.2.2 NetBIOS 节点类型	279
11.2.3 NetBIOS 名字注册	281
11.2.4 NetBIOS 名字解析	286
11.2.5 使用 WINS	291
11.3 域命名	296
11.3.1 域的层次结构	297
11.3.2 域名服务器	300
11.3.3 解析器 (Resolver)	302
11.3.4 Internet 主机名的注册	302
11.3.5 Internet 主机名的解析	303
11.3.6 安装一个 DNS 服务器	308
11.4 小结	314

第四部分 客 户

第十二章	MICROSOFT 的 TCP/IP 客户	315
12.1	Windows 3.1x 和 TCP/IP	315
12.1.1	第三方的 TCP/IP 产品	316
12.1.2	TCP/IP 和 Windows for Workgroups	317
12.1.3	安装 TCP/IP-32	318
12.1.4	配置 TCP/IP-32	321
12.2	Windows 95 和 TCP/IP	327
12.2.1	Windows 95 的组网	327
12.2.2	安装 TCP/IP LAN 支持	328
12.2.3	TCP/IP 和 Windows 95 拨号组网	334
12.3	Windows NT 和 TCP/IP	341
12.3.1	添加网络组件	341
12.3.2	TCP/IP 和 Windows NT 拨号组网	343
12.4	小结	347
第十三章	INTRANETWARE TCP/IP 客户	348
13.1	NetWare 客户与 TCP/IP	348
13.1.1	使用 VLM/IP 客户	348
13.1.2	使用支持 DOS/ Windows 3.1 的 Client 32	353
13.1.3	使用带有 Windows 95 和 NT 的 NetWare/IP	358
13.2	使用 IPX/IP 网关	363
13.2.1	IPX/IP Gateway 结构	364
13.2.2	IPX/IP Gateway 的安全性	364
13.2.3	安装 IPX/IP Gateway 服务器	365
13.2.4	安装 IPX/IP Gateway Client	367
13.3	小结	368

第五部分 工 具

第十四章	TCP/IP 实用工具	369
14.1	TCP/IP 实用工具类型	369
14.2	PING	371
14.2.1	ICMP 回应报文	371
14.2.2	PING.EXE	372
14.2.3	PING.NLM	376

14.2.4	TPING.NLM	378
14.2.5	WINPING	378
14.2.6	使用 PING	378
14.3	Traceroute	381
14.3.1	TRACERT.EXE	383
14.3.2	IPTRACE.NLM	384
14.4	IPCONFIG	385
14.4.1	WINIPCFG	387
14.4.2	CONFIG	387
14.5	NETSTAT	388
14.6	NBTSTAT	391
14.7	ARP	393
14.8	TCPCON	394
14.8.1	察看接口统计数据	394
14.8.2	察看协议统计数据	395
14.8.3	配置 TCP/IP 协议	397
14.8	小结	400
第十五章 TCP/IP 的应用程序		401
15.1	FTP	401
15.1.1	Windows FTP 客户的接口	401
15.1.2	NetWare 的 FTP 服务器	407
15.2	Internet 信息服务器	410
15.2.1	使用 Internet Service Manager	411
15.2.2	配置 FTP Service	412
15.2.3	配置 Wide Wide Web 服务	417
15.3	Novell Web Server	422
15.3.1	Novell Web Server 的配置文件	424
15.3.2	使用 Web Manager	424
15.4	简单的 TCP/IP 服务 (Simple TCP/IP Services)	432
15.5	小结	432
第十六章 协议分析		433
16.1	网络监视工具	433
16.1.1	流量监视器	433
16.1.2	协议分析器	434
16.2	使用 Windows NT 性能监视器	439
16.2.1	创建一个图	439
16.2.2	选择对象种类	440

16.2.3	填加计数器	441
16.2.4	创建一个有效的图表	441
16.2.5	记录性能监视器的信息	443
16.3	使用 NetXRay	443
16.3.1	监视网络流量	443
16.3.2	捕获分组	445
16.3.3	观看捕获到的数据	446
16.4	分析 TCP/IP 事务	452
16.4.1	TCP 连接	452
16.4.2	UDP 事务	464
16.4.3	NetWare/IP 通信	468
16.5	小结	469

附录 CD-ROM 简介

第一部分 原 理

第一章：建立一个网络标准

第二章：TCP/IP 通信

第三章：TCP/IP 和操作系统

第一章 建立一个网络标准

本章内容提要：

TCP/IP 协议是基于一组由民主委员会和研究团体开发的开放标准和信息文件上的。这一章讲述了这些标准的开发、批准和发行的过程，主要有以下几点内容：

- ◆ 创建协议要遵循的原则
- ◆ 标准制订过程中涉及到的一些组织
- ◆ 标准发行的版式和分发方法

TCP/IP 协议是在 1960 年为了满足特定的需要而制订的，在美国国防部的指导下，国防高级研究工作局（DARPA）开始着手建立一个分组交换网络（packet-switching network）。这种数据通信基础结构能够防御许多敌对打击，因为它没有中心连结，也没有防守不密的节点。这个系统中，报文被分割成被称为包（packet）的片段，分别在网络介质中传输，在包到达目的地之后，它们被重新组装成原来的样子。

一个电路开关网络（circuit-switching network）在数据传输之前在源机器与目的机器之间建立起一个连接（参见图 1-1）。这个连接在整个传输过程有效，所有数据经过同样的路径到达目的地；而一个分组交换网络（packet-switching network）中，不同的包经过不同的路径到达目的地，甚至到达的顺序也不同。区分这两种网络系统最简单的办法就是比较电话系统与邮政系统：在电话系统中，通话开始之前连结已经建立；在邮政系统中，不同的报文分装在单个独立的信封中。

DARPA 开发的新型计算机网络被称作 ARPANET，在第一台 PC 诞生十多年以前，ARPANET 就已经成型了。它是由遍布全国的政府以及教育机构的计算机组成的。局域网（LAN）在商业贸易方面的应用甚至晚于 PC 机的出现。但是，在 ARPANET 进化过程中的很多发展决定都导致了至今仍然延用的标准，尤其是那些定义 TCP/IP 协议的标准。随着 ARPANET 演进成现在我们所熟知的 Internet，通信协议也经历了计算机发展史上从未