北京科海培训中心

· 21 世纪计算机基础教育丛书

计算机通信网络基础教程

鲁士文　编著

科学出版社
2000

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 提 要

本书以深入浅出的方式，讲解了计算机通信网络的基本概念、原理、关键技术和典型应用。

全书内容的安排既包括了数字通信网络的基础知识，也反映出国内外计算机通信技术的发展现状；并注重理论与实践相结合，以通俗的语言阐明通信的基本工作原理，侧重于组网和实用技术。

本书可供大专院校有关专业的学生和教师用作计算机通信网络基础课程的教材或教学参考书，也可供从事计算机应用开发、电子工程和自动化专业的工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机通信网络基础教程/鲁士文编著. —北京：科学出版社，2000.7

ISBN 7-03-008617-1

Ⅰ.计… Ⅱ.鲁… Ⅲ.计算机通信网-高等学校-教材 Ⅳ.TP393.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 63414 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

北京门头沟胶印厂印刷

科学出版社总发行 各地新华书店经销

*

2000 年 7 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2000 年10月第二次印刷 印张：27⅞

印数：5001 -8000 字数：677 920

定价：38.00 元

《21 世纪计算机基础教育丛书》序

人类在计算机技术上取得的巨大成就，以及计算机本身所展示出来的无限可能性，在科技上为我们这个古老的国度带来前所未有的冲击，也带来了前所未有的机遇。不懂计算机就难以在新的世纪很好地生存，于是，学计算机的热潮经久不衰，并持续升温。在学习中，打基础无疑是至关重要的一环。没有扎实的基础就很可能在离成功之巅只有一步之遥的地方无力作出最后的冲刺。

21 世纪的教育是素质的教育。这种教育注重能力和创新意识的培养，使人们可以较好地把理论和实践联系起来，达到学以致用的目的，我国的教育事业也正不断地从应试教育走向素质教育。

为了适应素质教育的潮流，并让学习计算机技术的人们可以打下一个良好的基础，我们邀请了各方面的专家，编写出这一套《21 世纪计算机基础教育丛书》。在编撰的过程中，我们精心的选择初学者入门所需的各种基础知识，并注意统一丛书的结构和语言风格，注重丛书的针对性和技术准确性，力求使读者不仅学到概念，而更重要的是学会方法，达到举一反三抛开书本在实践中运用自如的目的。

对这个系列的丛书，我们近期推出和正在筹划中的有：

- 微机应用新编教程
- Visual Basic 6 编程基础教程
- Visual C++编程基础教程
- 智能大厦、智能小区基础教程
- 网络通信基础教程
- 数据库技术基础教程
- 操作系统基础教程
- 图形图像技术基础教程
- 多媒体技术基础教程

欢迎广大读者和在计算机技术的各个应用领域的专家学者为我们这套丛书提出宝贵的意见和建议。为了编写出更多、更好的书籍来不断地充实这套丛书，我们诚挚地邀请有经验专家学者能够参与这项工作，与我们一道为我国 21 世纪的教育事业尽一份绵力。

请联系：E-mail：xia@kehaipzbook.com

科海培训中心编辑部

2000 年 6 月

前　言

近年来，随着 Internet/Intranet 的迅猛发展，信息处理对计算能力和应用软件复杂性的要求越来越高。这些技术处理能力的革新以及应用软件的发展对支持它们的通信网络提出了新的挑战，特别是对网络通信性能的要求更为强烈。因此，数据通信和网络技术已日益成为信息用户成功的关键所在。

在过去，许多人都把计算机通信技术看成是黑盒子，很少有人能理解其中关键技术的机理。而现今数据通信技术日益复杂化，对网络性能的需求也呈现出多层次的趋势。这就要求每个人——从信息技术(IT)部门主管到应用程序员，都能理解 IT 基础设施每一部分的能力、局限性和发展方向，并通过全局性的综合考虑提出统一的解决方案。

本书虽不能面面俱到地介绍计算机通信网络方面的技术，但介绍了计算机通信网络的基本概念、原理，注重讲述关键技术和典型应用。它是作者在进行多年计算机网络教学和科研的基础上尽可能地跟踪技术飞速发展的趋势和尽量反映出最新的通信网络技术水平编写的，以阐明网络和通信的基本工作原理，侧重于组网和实用技术，培养读者的动手能力。

全书共分为 16 章。第 1 章和第 2 章介绍计算机网络基本概念和数据通信基础知识。第 3 章和第 4 章涉及物理接口技术和数据链路控制标准。第 5 章讨论网络交换技术和 X.25 分组交换网。第 6 章至第 9 章考察局域网络，包括以太网、FDDI 和桥接器等。第 10 章重点阐述当前在 Internet/Intranet 上广泛使用的 TCP/IP 协议体系。第 11 章是关于 ISDN 和帧中继网络。第 12 章和第 13 章是宽带 ISDN 和 ATM 网络，其中包括 ATM 广域网、ATM 局域网以及在 ATM 上的多协议应用。第 14 章是路由选择算法和路由信息交换协议。第 15 章和第 16 章分别讨论 Socket(套接口)通信程序设计和 IP 电话网络系统。每一章都采用较为通俗易懂的语言和具有实际意义的例子和图表来说明原理、标准和主要技术，并附有练习题，供教学或自学过程中复习和检查使用。

本书编写目标是供大专院校有关专业的学生和教师用作“计算机通信网络基础”课程的教材或教学参考书，也可以供从事计算机应用开发、电子工程和自动化专业的工程技术人员阅读使用。限于时间与水平，不当之处欢迎批评指正。

作者

2000 年 5 月于北京

目 录

第1章 网络基本概念 1

1.1 按地理范围划分的计算机网络类别 3

1.2 拓扑结构 3

1.3 传输介质 7

1.3.1 双绞线 7

1.3.2 同轴电缆 9

1.3.3 光纤 10

1.3.4 无线介质 12

1.4 ISO/OSI参考模型 13

1.4.1 模型结构 17

1.4.2 协议层 23

1.4.3 服务定义 24

1.4.4 OSI模型的数据传输 26

习题 28

第2章 数据通信基础知识 29

2.1 数据编码技术 29

2.1.1 模拟信号传输模拟数据 29

2.1.2 模拟信号传输数字数据 30

2.1.3 数字信号传输数字数据 33

2.1.4 数字信号传输模拟数据 34

2.2 并行传输和串行传输 36

2.3 通信线路的连接方式 38

2.4 数据传输的同步技术 39

2.4.1 异步传输 39

2.4.2 同步传输 41

2.5 多路复用 41

2.5.1 频分多路复用 41

2.5.2 时分多路复用 42

2.6 差错检测与校正 43

2.6.1 检错码 43

2.6.2 纠错码 49

习题 51

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第3章 物理接口技术和标准 53
3.1 调制解调器 54
3.2 异步通信适配器 58
3.3 EIA RS-232-C 接口标准 61
3.4 EIA RS-449接口标准 71
3.5 ITU-T X.21 和 X.21bis 建议 74
3.6 异步传输中的流控制 78
3.7 电话线路及相关的数字化技术 80
3.7.1 电话线路 81
3.7.2 在电话系统干线上采用的数字化技术 81
习题 83

第4章 数据链路控制 84
4.1 二进制同步通信规程 85
4.1.1 控制字符和帧格式 85
4.1.2 透明与同步 87
4.1.3 差错检测与纠正 88
4.1.4 控制方式和正文方式 89
4.1.5 信道控制 90
4.2 高级数据链路控制规程 91
4.2.1 帧格式 93
4.2.2 透明性与同步 94
4.2.3 控制段 95
4.2.4 过程类别 95
4.2.5 协议交互示例 101
习题 107

第5章 网络交换技术和X.25公用分组交换网络 109
5.1 广域通信子网 109
5.2 网络交换技术 111
5.2.1 电路交换 112
5.2.2 分组交换 122
5.3 X.25 公用分组交换网络 127
5.3.1 分组级协议 129
5.3.2 链路级协议 140
5.3.3 物理级协议 142
5.3.4 使用X.25网络实现局域网互连和接入Interne 142
习题 142

第6章 以太局域网 144
6.1 基带局域网和宽带局域网 144
6.2 带碰撞检测的载波监听多路访问协议 146
6.3 传送帧的格式 147
6.4 典型的物理层规范和相关技术 150
6.4.1 10BASE5：粗缆以太网 150
6.4.2 10BASE2：细缆以太网 151
6.4.3 10BASE-T：双绞线以太网 151
6.4.4 10BASE-F：光缆以太网 153
6.4.5 10BROAD36：宽带电缆以太网和扰频技术 154
6.4.6 100BASE-T和接口适配技术 156
6.4.7 千兆位以太网 161
6.5 碰撞检测机制 162
习题 164

第7章 局域网体系结构和逻辑链路控制 165
7.1 局域网络体系结构 165
7.2 逻辑链路控制 167
7.2.1 LLC服务 167
7.2.2 LLC协议 174
习题 179

第8章 令牌传递网络和MIL-STD-1553 B数据总线 181
8.1 令牌总线网 181
8.2 令牌环网 182
8.3 光纤分布式数据接口（FDDI）网络 184
8.3.1 MAC子层协议 186
8.3.2 FDDI的传输量分配 188
8.3.3 FDDI环的维护 189
8.3.4 FDDI的物理层协议PHY 192
8.3.5 FDDI的物理介质相关标准PMD 194
8.4 MIL-STD-1553 B数据总线 195
8.4.1 总线控制 197
8.4.2 字格式 197
8.4.3 传输过程 198
8.4.4 计算平均总线负载 200
习题 200

第9章 桥接器和局域网交换机 202
9.1 桥协议结构 203

9.2 生成树拓扑 205
9.3 局域网交换机 208
9.4 虚拟局域网 210
习题 211

第10章 TCP/IP网络 213
10.1 互连网络层协议 215
10.1.1 IP地址 217
10.1.2 地址映射 220
10.1.3 IP分组 223
10.1.4 IP路由选择 227
10.1.5 主机名和网络名 232
10.1.6 可变长子网掩码和无类别域间路由选择 233
10.1.7 IPV6 235
10.2 传输控制协议 249
10.2.1 TCP的基本概念 249
10.2.2 TCP报文段的格式 252
10.2.3 TCP的用户接口 255
10.3 用户数据报协议UDP 258
10.4 internet应用层协议 261
10.4.1 传统的TCP/IP服务 261
10.4.2 客户-服务器模式应用 264
10.4.3 WWW和Java 265
习题 267

第11章 ISDN和帧中继网络 269
11.1 综合业务数字网 269
11.1.1 拓扑结构 269
11.1.2 ISDN层次结构 271
11.1.3 ISDN连接服务 274
11.1.4 ISDN用户-网络接口的共路信令 275
11.1.5 数据链路层LAPD 280
11.1.6 ISDN基本连接方式 281
11.2 帧中继 284
11.2.1 作为一种ISDN承载服务的帧中继 284
11.2.2 快速分组交换技术 284
11.2.3 典型的拓扑结构 286
11.2.4 帧中继协议结构 287
11.2.5 帧中继连接 288
11.2.6 帧中继数据传送协议 289

11.2.7 使用帧中继数据传输服务的局域网互连 293
11.2.8 管理永久虚电路 295
11.2.9 帧中继网络到网络接口 296
11.2.10 数据链路连接标识符 297
11.2.11 在帧中继上运载多重局域网协议 298
习题 299

第12章 宽带ISDN和ATM网络 301
12.1 宽带ISDN 302
12.2 ATM基本概念 304
12.3 ATM逻辑连接 310
12.4 ATM信元 312
12.5 ATM协议参考模型 314
12.6 交换功能和路由选择 316
12.7 ATM适配 318
12.7.1 服务类别和服务质量 319
12.7.2 ATM适配层的结构和协议类别 323
12.7.3 AAL1 325
12.7.4 AAL2 326
12.7.5 AAL3/4 326
12.7.6 AAL5 332
12.8 交通协定和监察 334
12.9 ATM信令 336
12.10 在ATM上面的帧中继 336
习题 338

第13章 ATM局域网和ATM上的多协议传输标准 340
13.1 ATM局域网的结构配置 341
13.2 ATM局域网仿真 343
13.2.1 局域网仿真协议模型 344
13.2.2 局域网仿真结构 345
13.2.3 局域网仿真的关键技术 347
13.2.4 局域网仿真的操作过程 348
13.3 ATM上的传统IP 351
13.4 ATM上的多协议传输标准 353
13.4.1 MPOA综述 355
13.4.2 成分和结构 357
13.4.3 MPOA操作 359
13.5 ATM虚拟局域网 363
习题 365

第14章 最短路径算法和路由选择协议 367
14.1 Dijkstra最短通路搜索算法 368
14.2 距离向量路由选择 369
14.3 链路状态路由选择 373
14.3.1 发现邻居节点 374
14.3.2 测量线路代价 374
14.3.3 建立链路状态分组 375
14.3.4 分发链路状态分组 376
14.3.5 计算新的路由 377
14.4 路由器 378
14.5 路由信息交换协议 379
习题 382

第15章 使用socket机制的网络通信程序设计 383
15.1 UNIX的I/O机制和socket抽象概念 383
15.2 套接口的功能和类别 384
15.3 系统调用和库程序 385
15.4 无连接套接口调用的示例编程 389
15.5 使用虚电路方法的样本程序whois 399
习题 405

第16章 IP电话技术 406
16.1 基本模型 407
16.2 IP电话的关键技术 407
16.2.1 分组语音技术 408
16.2.2 语音的编码和压缩技术 409
16.2.3 交互式语音应答技术 411
16.2.4 QoS技术 412
16.3 IP电话协议结构 416
16.3.1 典型的协议栈 416
16.3.2 RTP协议 417
16.3.3 RSVP协议 421
16.4 IP电话的组织成分 425
16.5 IP电话的业务流程 427
习题 428

参考文献 429

第1章　网络基本概念

计算机现在已经进入人类生活的每一个角落：在家里，人们用它玩游戏和做字处理；在办公室，除做字处理外，还做电子表格和数据库；在银行和其他财政部门，计算机被用来做客户账号维护；旅行代理机构则用计算机完成机票和其他一些预订工作；学校使用计算机辅助教学和进行电教；科研人员使用计算机做科学计算和实验数据分析；加工和处理工业使用计算机控制生产；制造工业使用计算机自动操作机械和机器人；商店使用计算机执行销售点业务核算；……如此等等，不胜枚举。

虽然在某些情况下计算机是以独立方式执行人们赋予它们的任务，但在其他许多场合则需要被连接进网络，并跟另外一些计算机交换数据。例如在家里把一个数据文件从计算机传送到远处的另一台计算机，或者使用交换的电话网络访问一个公共的数据库信息；在办公室进行企业内部或企业之间的电子邮件交换；在财政系统从一个部门的计算机向另一个部门的计算机执行资金转移；在旅行公司访问属于不同航空公司的订票系统；在学校里共享诸如激光打印机这样昂贵的外部设备；在研究机构访问远程巨型计算机上的数据；加工和处理工业协调控制位于不同场点的仪器设备；制造工业控制一个自动设备到另一个自动设备的零件和相关数据转移；商店实施股票转移控制和货物自动订购；凡此种种，都只有在网络环境下才能够实现。

那么，究竟什么是计算机网络呢？从计算机与通信技术相结合的广义观点出发，我们可以把计算机网络定义为：“计算机与通信技术相结合，实现远程信息处理和进一步共享资源的系统。”按此定义，20世纪50年代的“远程终端-计算机网”，60年代的“计算机-计算机网络”以及目前发展的分布式网络均属于计算机网络。1970年，美国信息处理学会联合会（AFIPS），从共享资源出发，把计算机网络定义为：“以能够相互共享资源（硬件、软件和数据库等）的方式连接起来，并各自具备独立功能的计算机系统的集合。”随着“远程终端-计算机”通信发展到“计算机-计算机”通信，人们又提出通信网的定义：在计算机之间以传输信息为目的连接起来的计算机系统的集合称为计算机通信网。

从物理结构上看，计算机网络又可定义为：在协议控制下，由若干计算机、终端设备和通信控制处理机组成的系统集合。该定义强调计算机网是在协议控制下，通过通信系统实现计算机之间的连接。区别计算机网络与一般计算机互连系统的标志是网络协议。

综上所述，根据目前流行的观点，我们在本书中将把计算机网络定义为：按照网络协议，以共享资源为主要目的，将地理上分散且独立的计算机互相连接起来形成的集合体。根据人们所处环境和研究的着眼点不同，通常可采用不同的术语。当强调研究网络资源共享问题时，可称做计算机网络；当强调研究和分析通信方面的问题时，常称做计算机通信网络。本书对这两个术语将不加严格区分，书中虽然也要述及资源共享问题，但将把讨论的重点放在计算机通信网络方面。

基本的通信硬件包括了在计算机之间传送位串序列的机制，但是仅仅使用硬件来进行通信是难以实现的。为了方便网络程序设计，计算机通常都是连到使用复杂软件的网络上，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

这些软件为应用程序提供了方便的高层接口，自动处理大多数底层的通信细节和问题。因此，大多数应用程序依靠网络软件通信，并不直接与网络硬件打交道。

网络中的通信是指在不同系统中的实体之间的通信。所谓实体，是指能发送和接收信息的任何东西，包括终端、应用软件、通信进程等。跟人与人之间交流一样，实体之间通信需要一些规则和约定，例如，传送的信息块采用何种编码和怎样的格式？如何识别收发者的名称和地址？传送过程中出现错误如何处理？发送和接收速率不一致怎么办？简单地讲，通信双方在通信时需要遵循的一些规则和约定就是协议。协议主要由语义、语法和定时三部分组成：语义规定通信双方准备“讲什么”，亦即确定协议元素的种类；语法规定通信双方“如何讲”，亦即确定数据的格式、信号电平等；定时则包括速度匹配和排序等。

涉及两台或更多计算机应用所需要的基本条件是提供适当的数据通信设施。然而，在实践中可以利用的通信设施类型是多种多样的，每一种都对应一个具体的应用领域，例如，把一个数据文件从一台计算机传送到同一房间的另一台类似的计算机，那么所使用的通信设施比起在不同场点不同计算机之间传送数据就要简单得多。

如图1-1所示，计算机通信网络的核心是数据通信设施，这个设施可以是PSDN(Public Servic Data Networks，公共服务数据网络)、专用LAN(Local Area Networks，局域网络)，或若干个互连在一起的LAN。不管数据通信设施的类型如何，在大多数应用中数据在计算机之间都是以位串的方式传送的。由于数据在计算机内部的部件之间是以字并行的方式传送，因此在输出数据之前需要在计算机接口处执行一种并到串的转换。而且，所需要的传输方式和电路的类型也是多种多样的，通常依赖于通信计算机之间的物理分隔情况和数据传输的速率。

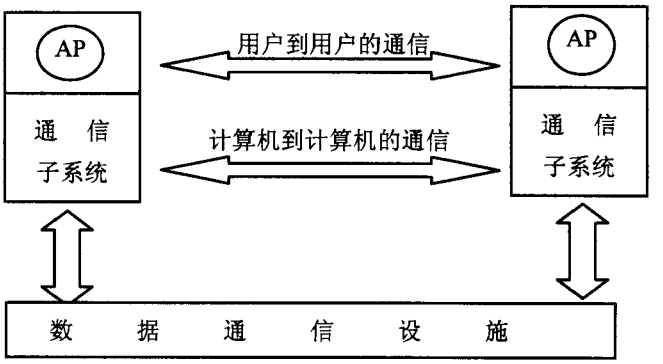


图 1-1 计算机通信网结构图

一旦数据被传送到计算机外部，就有可能发生位错（数据遭破坏）。因此，在大多数网络应用中都需要一种机制，当发生位传输错误时不仅能够检测到，而且能够纠正所发生的错误，从而得到受影响数据的正确拷贝。这就是通常所说的错误控制。其他需要考虑的事项包括数据传输速率（流控制）和通过网络建立通信通路（特别是在涉及中间数据网络的情况下）。

在每一个通信计算机内部，都需要有一定数量的硬件和软件来处理依赖于网络的协议，这些协议负责在网络上建立通信通道和控制通信通道的信息流。在许多应用中，通信计算机可能是不同类型的，也就是说，它们可能使用不同的程序设计语言，甚至使用不同

的数据表示形式，还可能使用不同的操作系统，因而应用进程（APs）和下面的通信服务接口可能是不同的，例如某个计算机可能是单用户的，而另一计算机则可能是一个大得多的多用户系统。所有这些方面都要予以考虑和认真对待，这样才能在通信计算机之间正确地交换数据和共享信息资源。

1.1　按地理范围划分的计算机网络类别

一般地，依据网络的规模，网络技术可分为以下三类：

(1) 能跨越一栋大楼或一个园区的局域网（LAN）；
(2) 能跨越一个城市的城域网；
(3) 能连接多个城市、国家或大洲的广域网（WAN）。

局域网的地理范围一般在10公里以内，至少具有几个Mbps的总数据速率，并且为一个单位或组织完全拥有。局域网组建方便、使用灵活，是目前计算机网络发展中最活跃的分支。

与局域网相比，广域网覆盖的范围大，一般在几十公里至几万公里。例如，一个城市、一个国家或洲际网络，采用点到点的连接，用于通信的传输装置和介质多数由电信部门提供，能实现广大范围内的资源共享。

介于LAN和WAN之间的是城市区域网（简称城域网），其范围通常覆盖一个城市或地区，距离从几十公里到上百公里，但它使用局域网的技术。例如，一个大学可以有一个城域网，连接同一个城市内相距20到30公里的分校的校园。

局域网技术和广域网技术的关键区别是：广域网的设计者总是出于法律、经济或政治原因去使用现存的公共载体通信网络，而不管它技术上的适用性如何；而对于局域网来说，没有什么能阻止局域网的设计者铺设它们自己的高带宽线缆，并且他们几乎总是这样做。另一个不同点是，局域网的线缆是高度可靠的，差错率比广域网低1000倍是很普通的事。

1.2　拓 扑 结 构

为分析和研究复杂的计算机网络系统，通常采用拓扑学中一种与大小形状无关的点、线特性的描述方法，把网络设备定义为节点，两个节点间的连线称为链路。这样，从拓扑学的观点看，计算机网络可以说是由一组节点和链路组成的，网络节点和链路的几何图形就是网络拓扑结构。网络中的节点有两类：路由节点和终接节点。通信处理机、集中器和终端控制器等属路由节点，它们在网络中只是转接和交换传送的信息。主计算机和终端是终接节点，它们是信息传送的源节点和目标节点。通信网络的拓扑结构有很多种，主要有星形、树形、总线形、环形、网状等拓扑结构。

1. 星形拓扑

如果所有的计算机都连到一个中心节点上，那么网络所使用的就是星形拓扑。一般来说，星形拓扑由一个中心主节点和一些与它相连的从节点组成。主节点可与从节点通信，而从节点之间必须经中心主节点转接才能通信。星形结构还可以分成两类：一类的中心主

节点是一功能很强的计算机，它具有数据处理和转接的双重功能；另一类的转接中心仅起各从节点之间的连通作用，例如小交换机系统和集线器。

图1-2示出了一个理想的星形网络。事实上，所有的星形网络都不具备那种集线器与所有的计算机都相隔相同距离的对称形状，而且在很多情况下集线器是安放在与所连计算机相分离的地方，例如将计算机安装在各自的办公室里，而把集线器放在网络管理员的房间。

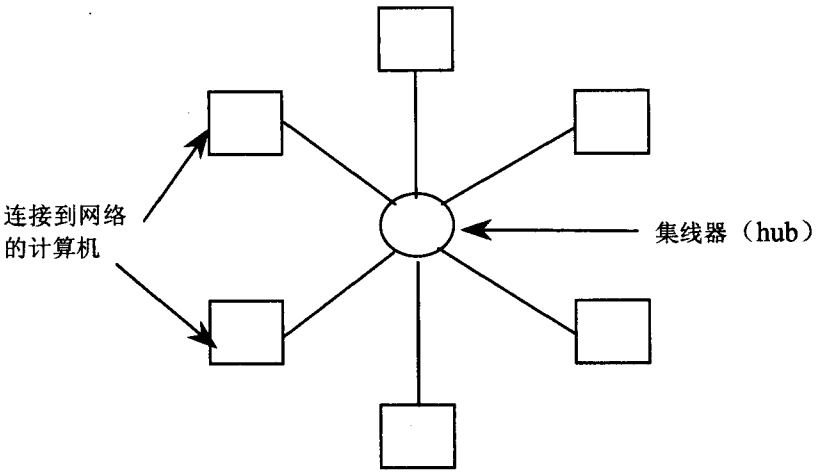


图 1-2 典型的星形拓扑结构，其中每台计算机都连接到一个称为集线器的中心节点上

星形拓扑结构的主要优点有：

(1) 管理维护容易。由于所有的数据通信都要经过中心节点，中心节点可以收集到所有的通信状况。
(2) 重新配置灵活。移去、增加或改变一个设备配置，仅涉及所关心的那台设备与集线器某个端口的连接。
(3) 故障检测与隔离方便。由于各分节点都与集线器相连，故便于从中心节点对每一个节点进行测试，也便于将某一个有故障的节点跟系统脱离。

星形结构的缺点包括：

(1) 安装工作量大。采用星形结构所需的连线长，增加了线缆的费用，也增大了安装工作量。
(2) 依赖于中心节点。如果处于连接中心的集线器出现故障，则整个网络会瘫痪，故对集线器的可靠性和冗余性要求都很高。

2. 总线拓扑

使用总线拓扑的网络通常有一根连接所有计算机的长线缆。任何连接在总线上的计算机都能在总线上发送信号，并且所有计算机都能接收信号。图1-3示出了该拓扑结构。各节点通过相应的硬件接口连接到总线，信号沿介质进行广播式传输。由于总线拓扑共享无源总线，通信处理为分布式控制，故入网节点必须具有智能，能执行介质访问控制协议。

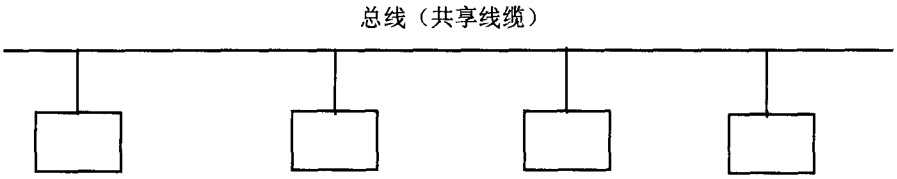


图 1-3　总线拓扑结构，其中所有的计算机都连接到一根线缆上

总线拓扑的主要优点有：

(1) 安装容易。安装时一般只需简单地将总线从一处拉到另一处即可。
(2) 电缆长度短。因为所有的节点都接到公用的总线上，故所需要的线缆长度较小，布线容易，安装费用也较少。
(3) 可靠性高。由于总线是无源介质，结构简单，故很可靠。
(4) 增删方便。如需增加或删除站点，只需在总线的某一点上将其接入或去除。若要增加长度，扩大网络覆盖范围，可使用中继器，连上一个附加段，相当方便。

在缺点方面，总线拓扑由于采用分布式控制，故障检测在各节点进行，不易管理，故障检测和隔离比较困难。

3. 树形拓扑

如图1-4所示，树形拓扑实际上是星形结构的发展和补充，为分层结构，具有根节点和各分支节点，适用于分支管理和控制的系统。

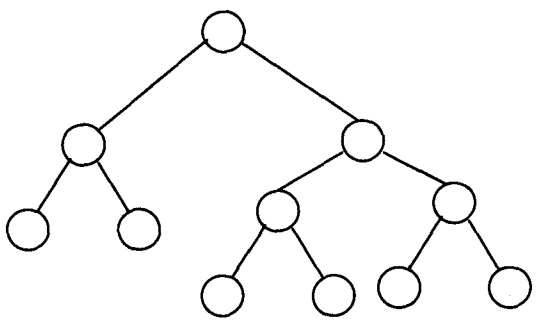


图 1-4　树形拓扑

树形拓扑的主要优点有：

(1) 易于扩展。可以延伸出很多分支和子分支，因而容易在网络中加入新的分支或新的节点。
(2) 易于隔离故障。如果某一线路或某一分支节点出现故障，它主要影响局部区域，因而能比较容易地将故障部位跟整个系统隔离开。

树形拓扑的缺点与星形拓扑类似，若根节点出现故障，也会引起全网不能正常工作。

4. 环形拓扑

如图1-5(a)所示，使用环形拓扑的网络把计算机连接成一个封闭环形，一根线缆连接

第一台计算机与第二台计算机，另一根线缆连接第二台计算机与第三台计算机，依次类推，直到一根线缆连接最后一台计算机与第一台计算机。

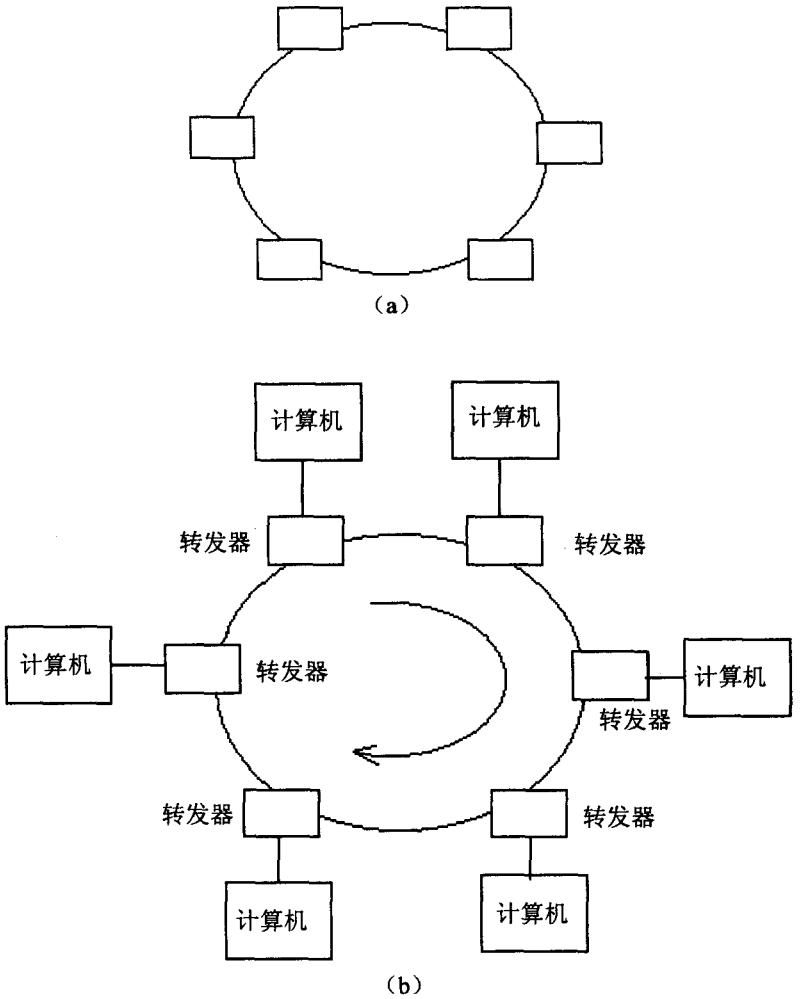


图 1-5 环形拓扑

在实际的网络实现中，环形网络的各个节点是通过转发器连到网络内，各转发器间由点到点链路首尾连接，信息沿环路单向逐点传输(见图1-5(b))。

环形拓扑的主要优点有：

(1) 初始安装比较容易。由于按环形连接，故传输线路较短。
(2) 故障诊断比较方便。由于每个入网节点都唯一对应一个转发器，故可以较容易地找到介质或设备的故障点。
(3) 适于光纤连接。由于环网是单向连接和点到点连接，非常适合于光纤传输介质。

环形拓扑的主要缺点有：

(1) 可靠性较差。若在物理上采用单环，那么环上出现的任何故障都将导致整个网络

不能工作。

(2) 重新配置较为困难。当环网的某一段需要改变时，这一段就要被截为两段，或由两个新段代替，故在环网中增、删站点均不容易，可扩展性和灵活性相对于总线拓扑较差一些。

5. 网状拓扑

网状拓扑实际可为任意形状（见图1-6），主要适用于广域网，它是网络协议中最复杂和成本最高的一种网络结构。

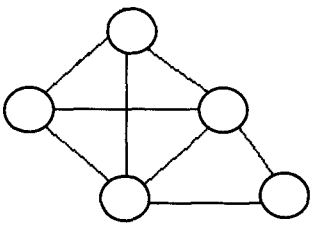


图 1-6　网状拓扑

网状拓扑的主要优点有：

(1) 信息传输线路有较多冗余，其容错性能好。

(2) 故障诊断比较方便。由于网状拓扑的每条传输介质相互独立，因而确定故障点比较容易。

网状拓扑的主要缺点在于：拓扑结构复杂，其安装和配置都比较困难。另外，信息传输的时延通常比较大。

1.3 传 输 介 质

传输介质是在数据传输中位于发送设备和接收设备之间的物理通路。所有计算机通信都以某种能量形式的编码数据通过传输介质传送，例如电路可用来在导线上传送数据，而无线电波可用来在空中传送数据。

数据传输的特征和质量是由传输介质的特征和信号的特征决定的。在有限介质的情况下，介质本身在确定传输限制方面起更重要的作用。对于无限介质，由发射天线产生的带宽在确定传输特征方面比介质更为重要。一般来说，低频信号是全向的，亦即从天线发出的信号在所有的方向上传播。在高频的发射中，信号可以被集中到一个定向的射束。

在现实世界中，有多种物理介质可用于信号的传输，每一种物理介质在带宽、延迟、成本和安装维护难度上都各不相同。下面介绍网络系统中常用的几种传输介质。

1.3.1 双绞线

双绞线由螺旋状扭在一起的两根绝缘导线组成。线对扭在一起可减少相互间的电磁干扰，一对线用作一条通信链路，每根导线在导电传输中发出的电波会被另一根导线发出的

需要全本请访问 www.ertongbook.com