



高等院校规划教材
网络工程系列

网络工程与设计

主编 毛雪涛 李琳



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



014036065

TP393-43
399

高等院校规划教材 网络工程系列

网络工程与设计

毛雪涛 李 琳 主编



TP393-43
399



机械工业出版社



北航

C1715673

本书比较全面系统地介绍了网络工程的基础知识,包括网络理论基础、局域网技术、广域网技术;详细介绍了网络工程组网的重要技术,包括网络互连技术、服务器技术、网络安全技术,并给出了最新相关技术的发展;介绍了网络工程实施的相关内容,包括网络规划与设计、网络管理、网络调试方法。本书内容充实,循序渐进,兼顾基础,注重实际应用,给出大量配置实例和实验内容,为读者掌握网络工程的设计、配置、管理起到指导作用。

本书可作为大中专院校计算机科学与技术、网络工程等专业的教材或教学参考用书;也可供从事网络工程的研究人员和工程技术人员参考。

本书配有授课电子课件,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 2399929378, 电话: 010-88379753)。

主编 李 琳 李 洋

图书在版编目(CIP)数据

网络工程与设计 / 毛雪涛, 李琳主编. —北京: 机械工业出版社, 2013.10
高等院校规划教材·网络工程系列

ISBN 978-7-111-45076-4

I. ①网… II. ①毛… ②李… III. ①计算机网络-高等学校-教材
IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 295630 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: 郝建伟

责任印制: 李 洋

北京宝昌彩色印刷有限公司印刷

2014 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·14 印张·346 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-45076-4

定价: 32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

出版说明

计算机技术在科学研究、生产制造、文化传媒、社交网络等领域的广泛应用，极大地促进了现代科学技术的发展，加速了社会发展的进程，同时带动了社会对计算机专业应用人才的需求持续升温。高等院校为顺应这一需求变化，纷纷加大了对计算机专业应用型人才的培养力度，并深入开展了教学改革研究。

为了进一步满足高等院校计算机教学的需求，机械工业出版社聘请多所高校的计算机专家、教师及教务部门针对计算机教材建设进行了充分的研讨，达成了许多共识，并由此形成了教材的体系架构与编写原则，策划开发了“高等院校规划教材”。

本套教材具有以下特点：

- 1) 涵盖面广，包括计算机教育的多个学科领域。
- 2) 融合高校先进教学理念，包含计算机领域的核心理论与最新应用技术。
- 3) 符合高等院校计算机及相关专业人才培养目标及课程体系的设置，注重理论与实践相结合。
- 4) 实现教材“立体化”建设，为主干课程配备电子教案、素材和实验实训项目等内容，并及时吸纳新兴课程和特色课程教材。
- 5) 可作为高等院校计算机及相关专业的教材，也可作为从事信息类工作人员的参考书。

对于本套教材的组织出版工作，希望计算机教育界的专家和老师能提出宝贵的意见和建议。衷心感谢广大读者的支持与帮助！

机械工业出版社

前言

网络，一个科技发展的产物，在当今社会发展中起着非常重要的作用。随着新技术、新应用的不断出现，网络工程技术已经发生了很大的变化，社会对网络工程人才的技能要求也不断提升，因此按照国家教育部“卓越工程师教育培养计划”的要求，培养真正社会需要的网络工程人才，实现教学内容与社会发展需求的无缝对接显得尤为重要。

本书以培养读者在网络工程方面的实际应用能力为主要目标，从网络工程设计角度出发，全面详细地阐述网络工程基础理论、技术和项目实施方法。作者结合多年从事计算机网络教学和企业网络项目实施经验，精心设计本书内容，突出重点和难点，做到层次分明，侧重实用技术。对常用网络互连设备及配置、RAID 等组网技术的关键问题阐述得更加清楚。对于目前比较流行而大部分教材没能及时新增的内容，如 WLAN 技术、主动防御技术等，在本书中都有适当的讲解。

不同于其他同类教材，本书对一些长期以来学生们已经熟悉的常识性内容和其他课程已经介绍过的理论基础方面做了简化，而将内容的重点放在了与实际工程应用更接近的诸如行业标准、实验步骤、工程实践等方面，以期让读者能够在实际开展教学和实践工作时作为参考。

全书共 10 章。第 1、2 章为网络工程基础，重点介绍计算机网络理论基础、计算机网络体系结构；第 3~7 章详细介绍网络工程技术，主要包括高速局域网、广域网接入、网络互连设备及配置、服务器技术和网络安全技术；第 8、9 章为网络工程实施的相关内容；第 10 章为网络工程基础实验，专门编写一个章节，以实验形式给出网络工程实践中常见的问题及解决方法，加强实践能力培养。作为教材，本书每章后附有习题。

本书的第 2、8、9、10 章由毛雪涛编写；第 1、4、5 章由李琳编写；第 3 章由王云华编写；第 6、7 章由秦珀石编写。本书的顺利出版，还要感谢周彩兰教授一直给予的大力支持。

由于编者水平所限，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 计算机网络及通信概述	1
1.1 计算机网络的基本概念	1
1.1.1 计算机网络的定义	1
1.1.2 计算机网络的组成	2
1.1.3 计算机网络的功能	2
1.1.4 计算机网络的分类	2
1.2 计算机网络的拓扑结构	3
1.2.1 总线型拓扑结构	3
1.2.2 环形拓扑结构	4
1.2.3 星形拓扑结构	5
1.2.4 树状拓扑结构	5
1.2.5 网状拓扑结构	6
1.3 数据通信基本概念	6
1.3.1 信息、数据与信号	6
1.3.2 数据通信方式	7
1.3.3 数据通信中的主要技术指标	8
1.4 常见传输介质及特性	8
1.4.1 双绞线	9
1.4.2 同轴电缆	10
1.4.3 光纤	10
1.4.4 无线介质	11
1.4.5 传输介质的选择	12
1.5 典型计算机网络介绍	12
1.5.1 楼宇网	12
1.5.2 企业网	12
1.5.3 校园网	14
习题	14
第 2 章 计算机网络体系结构	16
2.1 计算机网络的标准化组织	16
2.1.1 标准化组织与机构	16
2.1.2 Internet 协议和 RFC 文档	17
2.1.3 Internet 管理机构	19

2.2	网络体系结构概述	20
2.2.1	基本概念	21
2.2.2	网络体系结构的分层	21
	习题	23
第3章	局域网技术	24
3.1	局域网概述	24
3.1.1	局域网定义与特点	24
3.1.2	局域网的拓扑结构	25
3.1.3	局域网参考模型	28
3.1.4	IEEE 802 标准	31
3.2	介质访问控制方式	33
3.2.1	信道分配问题	34
3.2.2	带冲突检测的载波侦听多路访问 (CSMA/CD)	34
3.2.3	令牌环访问控制 (Token-Ring)	37
3.2.4	令牌总线访问控制 (Token-Bus)	37
3.2.5	CSMA/CD 与 Token Bus、Token Ring 的比较	39
3.3	以太网	39
3.3.1	以太网概述	39
3.3.2	以太网的连接方式	41
3.3.3	交换以太网	43
3.3.4	快速以太网	43
3.3.5	千兆以太网	44
3.3.6	万兆以太网	45
3.4	无线局域网	46
3.4.1	无线局域网概述	46
3.4.2	无线局域网结构与标准	48
3.4.3	无线局域网物理层	52
3.4.4	无线局域网 MAC 层协议	54
3.5	虚拟局域网	55
3.5.1	虚拟局域网功能特点	55
3.5.2	虚拟局域网的划分	56
3.6	其他局域网	57
3.6.1	令牌环网	57
3.6.2	100VG-AnyLAN 局域网	61
3.6.3	光纤分布式数据接口 (FDDI)	61
3.6.4	异步传输模式 ATM 网	62
	习题	63
第4章	广域网技术和 Internet	65
4.1	广域网技术	65

78	4.1.1 公用电话交换网	65
78	4.1.2 综合业务数字网	65
88	4.1.3 公共分组交换数据网	66
88	4.1.4 帧中继	67
98	4.1.5 数字数据网 (DDN)	68
98	4.1.6 xDSL 技术	68
99	4.2 网际协议 (IP)	68
99	4.2.1 IP 地址	68
99	4.2.2 网际控制报文协议 (ICMP)	70
99	4.3 路由选择	71
99	4.3.1 路由器	71
99	4.3.2 路由选择协议与算法	72
99	4.4 TCP 与 UDP	73
99	4.4.1 TCP 与 UDP 概述	73
99	4.4.2 UDP	73
101	4.4.3 TCP	73
101	4.5 VPN 与 NAT 技术	75
101	4.5.1 VPN 技术	75
101	4.5.2 NAT 技术	76
101	4.6 常见的 Internet 接入方式	76
101	4.6.1 拨号接入方式	76
101	4.6.2 ISDN 接入方式	76
101	4.6.3 ADSL 技术	78
111	4.6.4 有线电视接入技术	78
111	4.6.5 无线局域网接入	79
111	4.7 Internet 应用	79
111	4.8 下一代互联网	79
111	习题	80
	第 5 章 网络互连技术	81
121	5.1 网络互连基础	81
121	5.2 网络传输介质的装配	81
121	5.2.1 有线网络传输介质	81
121	5.2.2 无线网络传输介质	83
121	5.3 常见的网络互连设备	84
121	5.3.1 中继器	84
121	5.3.2 集线器	84
121	5.3.3 网桥	85
121	5.3.4 交换机	86
121	5.3.5 路由器	86

5.3.6	三层交换机	87
5.3.7	网关	87
5.4	交换机的典型配置与应用	88
5.4.1	交换机的配置基础	88
5.4.2	交换机的基本配置	89
5.4.3	交换机 VLAN 的配置	89
5.4.4	不同 VLAN 间的路由配置	90
5.4.5	生成树及实现负载均衡配置	92
5.4.6	链路聚合配置	93
5.5	路由器的典型配置与应用	94
5.5.1	路由器的基本配置	94
5.5.2	静态及默认路由配置	95
5.5.3	动态路由协议配置	97
5.5.4	NAT 配置	98
5.5.5	访问控制列表配置	99
	习题	101
第 6 章	服务器技术	102
6.1	服务器的基本概念	102
6.1.1	服务器的分类	102
6.1.2	服务器的性能指标	106
6.1.3	服务器操作系统	107
6.2	常见服务器技术	109
6.2.1	小型计算机系统接口 (SCSI)	109
6.2.2	RAID 技术	111
6.2.3	服务器中的冗余技术	115
6.2.4	服务器集群	116
6.3	Web 服务器	119
6.3.1	Web 服务器简介	119
6.3.2	IIS	121
6.3.3	Apache 和 Tomcat	122
6.3.4	Web Sphere	123
	习题	123
第 7 章	网络安全技术	125
7.1	网络安全概述	125
7.1.1	网络面临的安全威胁	125
7.1.2	计算机网络安全层次	127
7.1.3	计算机网络安全策略	127
7.1.4	计算机网络及信息安全的目标	128
7.2	常见的网络攻击方法	129

7.3 常见的网络安全防御技术	134
7.3.1 传统防御技术	134
7.3.2 主动防御技术	140
习题	142
第8章 网络规划与设计	144
8.1 网络系统方案设计	144
8.1.1 网络规划的目标和内容	144
8.1.2 通信子网的规划设计	145
8.1.3 资源子网的规划设计	146
8.1.4 网络操作系统与服务器资源	147
8.1.5 网络方案中的设备选型	149
8.2 网络运行方案设计	153
8.2.1 网络冗余方案设计	153
8.2.2 网络安全方案设计	154
8.2.3 网络管理方案设计	154
8.3 综合布线系统	155
8.3.1 综合布线系统的组成	155
8.3.2 综合布线系统的标准	158
8.3.3 综合布线系统的产品选型	159
习题	161
第9章 网络管理	162
9.1 网络管理的基本概念	162
9.1.1 网络管理的需求和目标	162
9.1.2 网络管理的分类	163
9.1.3 网络管理的功能	164
9.1.4 网络管理的体系结构与配置	167
9.2 网络管理协议	168
9.2.1 简单网络管理协议 (SNMP)	169
9.2.2 通用管理信息协议 (CMIP)	171
9.2.3 RMON 技术	172
9.2.4 AgentX (扩展代理) 协议	172
9.3 基于 Web 的网络管理技术	173
9.4 常见的网络管理软件	173
9.4.1 OpenView	173
9.4.2 NetView	174
9.4.3 Cisco Works for Windows	174
9.4.4 金盾 CIS5	174
9.5 TCP/IP 网络管理	174
9.5.1 IP 管理	175

9.5.2	DHCP 配置管理	175
9.5.3	VLAN 管理	177
9.5.4	WAN 接入管理	179
9.5.5	拥塞控制与流量控制技术	180
	习题	182
第 10 章	网络工程基础实验	184
10.1	认识常用网络设备及附件	184
10.1.1	认识常用设备	184
10.1.2	RJ45 接头的制作	184
10.2	IP 地址规划与设置	185
10.3	网络监控类命令	188
10.3.1	Windows 系统的常用网络监控命令	188
10.3.2	Net 命令	193
10.4	网络设备的配置	195
10.4.1	交换机的基本配置	195
10.4.2	交换机 VLAN 的配置	196
10.4.3	交换机 STP 配置	199
10.4.4	路由器的基本配置	200
10.4.5	路由器静态路由及 RIP 路由配置	201
10.4.6	路由器 OSPF 路由配置	204
10.4.7	NAT 的配置	206
10.4.8	路由器 ACL 的设计与配置	209
	习题	212
	参考文献	213

计算机网络是计算机技术与通信技术二者高度发展和密切结合而形成的产物，它经历了一个从简单到复杂，由低级到高级的演变过程。世界上最早的计算机网络是 ARPANET (Internet 的前身)，建立的初衷是用于军事目的，保证在现代化战争情况下，军事指挥系统发出的指令能够畅通无阻。ARPANET 于 1969 年开通，最初仅连接美国本土的四个主机系统（加州大学洛杉矶分校、加州大学伯克利分校、斯坦福研究所、犹他大学），随后网络规模的不断扩大，连接的主机数目越来越多，并由最初的纯军事网络演变成为面向教育、科研、商业的全球性网络。ARPANET 的运行成功，标志着网络时代的到来。在随后的 30 年里，计算机网络得到了异常迅猛的发展，如今正朝着开放、集成、高性能和智能化的下一代计算机网络发展。

到目前为止, 计算机网络尚未形成如数学概念那样严格的定义。通常, 人们根据看待问题观点的不同, 给计算机网络下不同的定义。

本书介绍一种能够较全面反映计算机网络特征的定义：将若干台独立自主的计算机，用某种或多种通信介质连接起来，通过完善的网络协议，在数据交换的基础上，实现网络资源共享的系统称为计算机网络。

定义中“独立自主”的含义是指每台计算机都可运行各自独立的操作系统，各计算机系统之间的地位平等，无主从之分，即任何一台计算机不能干预或强行控制其他计算机的正常运行，否则就不是自主的。

从上述定义中可以看出,数据交换是网络最基本的功能,其他各种资源共享都是建立在数据交换的基础上的。数据交换的必然前提是用传输介质(如双绞线、同轴电缆、光纤、微波等)将计算机连接起来。

1.1.2 计算机网络的组成

为了实现资源共享，计算机网络必须具有数据处理和数据通信两种能力。图 1-1 所示是计算机网络的一般结构形式。它在逻辑功能上分成两个部分：通信子网和用户资源子网。前者负责信息通信，后者负责信息处理，通过一系列计算机网络协议把二者紧密地结合在一起，共同完成计算机网络工作。

1) 通信子网：由一些专用的结点交换机和连接这些结点的通信链路组成。其中，链路通信提供物理信道。

2) 用户资源子网：专门负责全网的信息处理，以实现最大限度地共享全网资源的目标，包括主机和其他资源信息设备。

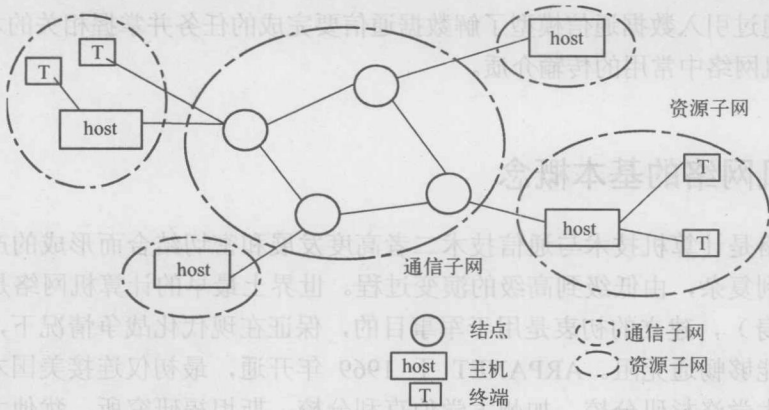


图 1-1 计算机网络的一般结构形式

1.1.3 计算机网络的功能

计算机网络的功能很多，归纳起来主要有以下几个方面：

1) 数据交换和通信：计算机和计算机之间或计算机与终端之间可以传送数据、文件，如 E-mail、FTP 等。

2) 资源共享：计算机网络的主要目的是实现网络中软件、硬件和数据的共享。硬件资源共享包括 CUP 共享，硬盘共享，打印共享等；软件资源共享包括数据库共享，应用软件共享等。

3) 提高可靠性：在一些可靠性要求高或需要计算机进行实时监控的场合，计算机网络可以提高系统的可靠性。当某台计算机发生故障时，可用网络中的其他计算机代替；某台计算机中的文件被破坏了，可在网络的其他计算机中找到该文件的副本。

4) 分布式网络处理和负载均衡：在大型的任务处理中，当某些设备负担太重时，可以将任务分散到网络中的其他设备进行处理，这样就起到了分布式处理和均衡负载的作用。

1.1.4 计算机网络的分类

计算机网络有多种不同的分类方式，可以按照覆盖范围、传输技术、传输介质等进行分类。

1. 按照网络覆盖的地理范围划分

1) 局域网 (Local Area Network, LAN): 其覆盖范围一般不超过数公里, 即最远的两台计算机之间的距离不超过数公里。例如一个办公室、一栋楼房、一个园区、一个单位等。

2) 城域网 (Metropolitan Area Network, MAN): 其覆盖范围通常是一个大城市, 大约数十公里到上百公里。在一个城市内通过城域网可以将政府部门、大型企业、机关、部门等连接起来, 可以实现大量用户的信息传递。

3) 广域网 (Wide Area Network, WAN): 其覆盖范围一般在数百公里甚至覆盖全球, Internet 就是目前最大的广域网。广域网一般利用现有的公用数据连接多个分布遥远的局域网或城域网或主机系统。

注: 上述数据仅为相对而言的概念, 随着技术的发展, 这些数据也会不断地变化。

2. 按网络的传输技术划分

1) 广播式网络: 通常使用一条共享的信道, 当某台计算机在信道上发送数据包时, 网络中的每台计算机都会收到这个数据包, 收到数据包的计算机将自己的地址和分组中的地址进行比较。如果相同, 则接收该数据包; 反之, 则丢弃该数据包。

2) 点到点网络: 每条信道连接两台计算机, 保证两台计算机独立的信道带宽。如果两台计算机之间要经过多个结点才能将数据发送到目的地, 这样选择路由就非常重要。

3. 按网络的传输介质划分

1) 有线网络: 通常是指采用双绞线、同轴电缆以及光缆等有线传输介质组建的网络。

2) 无线网络: 是使用无线传输介质 (主要包括微波、红外线和无线电短波等) 进行传输的网络。

1.2 计算机网络的拓扑结构

在计算机网络中, 常采用拓扑学的方法, 分析网络单元彼此互连的形状与性能的关系。网络拓扑就是把工作站、服务器等网络单元抽象成为“点”, 把网络中的传输介质抽象为“线”, 形成由点和线组成的几何图形, 从而抽象出了网络系统的具体结构。本节主要介绍计算机网络中最简单的三种拓扑结构, 即总线型拓扑结构、环形拓扑结构和星形拓扑结构。

1.2.1 总线型拓扑结构

总线型拓扑结构通过一条总线连接所有的站点, 而所有站点通过一条共享总线信道直接通信, 如图 1-2 所示。

主机发出的数据帧沿着总线向两端传送, 每台主机都会收到该帧, 并将该帧中的目的地址和自己的主机地址进行比较。如果相同, 则接收该帧; 否则, 丢弃该帧。传送到总线末端的数据帧会被终端匹配器吸收。由于总线是共享介质, 如果多台主机同时发送数据就会发生冲突, 因此需要介质访问协议进行控制。

总线型拓扑结构的传输介质可以有双绞线、同轴电缆和光纤。这种网络的可靠性好, 任何结点故障都不会影响整个网络正常运行。

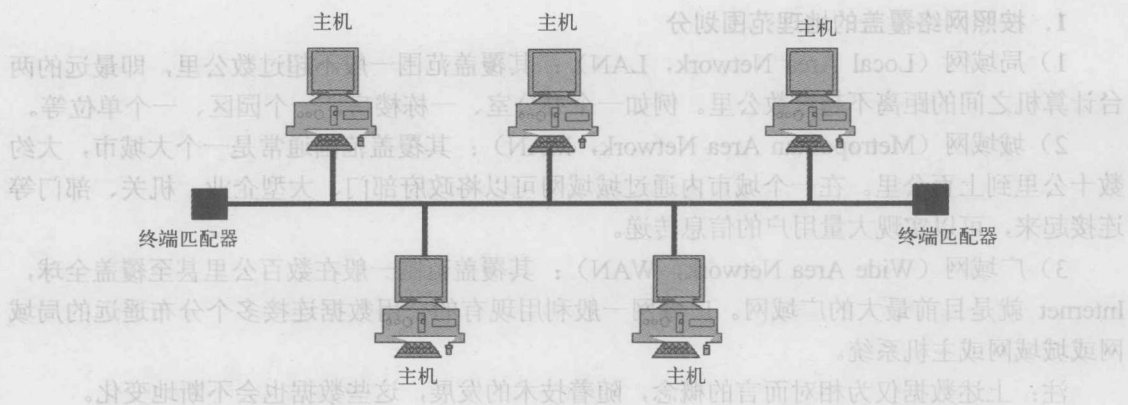


图 1-2 总线型拓扑结构

1.2.2 环形拓扑结构

环形拓扑结构是由多个中继器用传输介质连接成一个闭环，每个中继器都连接一个站点，如图 1-3 所示。

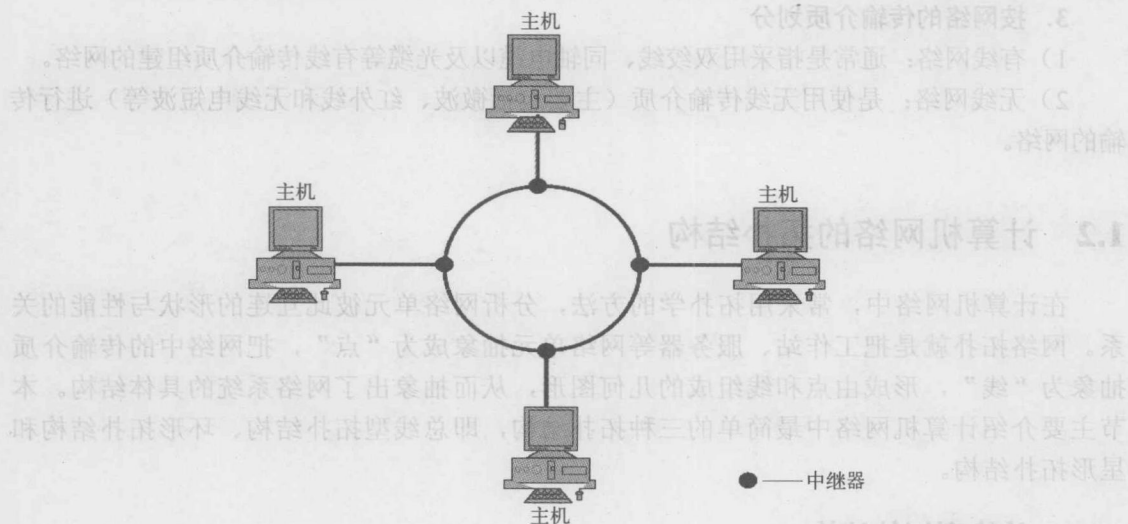


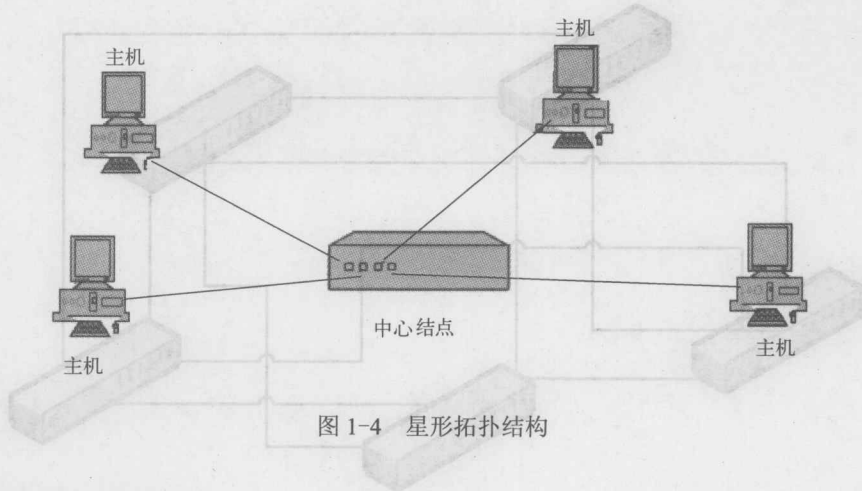
图 1-3 环形拓扑结构

中继器从一端发送数据，从另一端接收数据，环中是单向传输数据的。主机发送的数据首先组成数据帧。在帧头部分包含源地址、目的地址和其他控制信息。数据帧在环上单向流动时被目标站复制，返回源站后被源站回收。由于多个站点共享单环，所以需要访问控制协议来控制数据的发送。

环路采用的是点对点链路串接的形式，所以可以使用任何传输介质。由于环形网的每个结点或链路都直接影响网络的可靠性，一旦等结点或链路发生故障，则环路断开，导致网络无法运行。

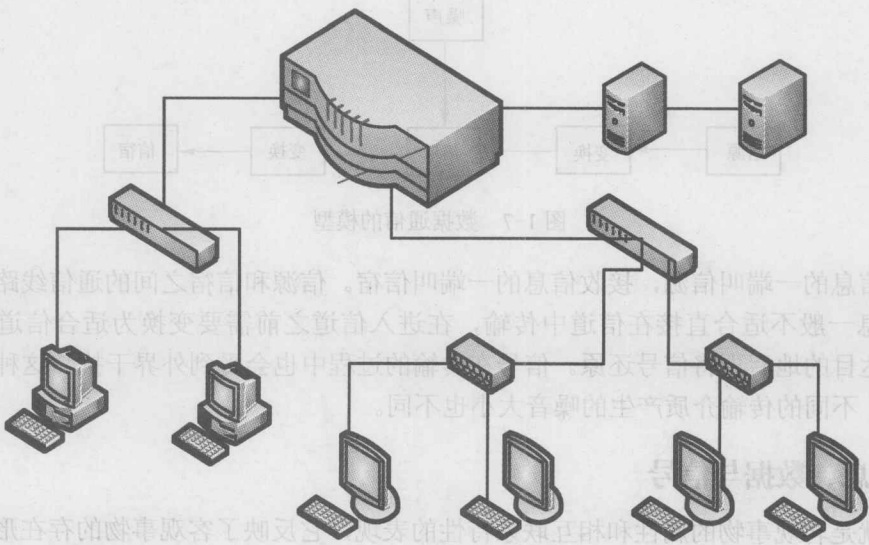
1.2.3 星形拓扑结构

拓扑结构有一个中心结点，传输介质从中心结点向外辐射连接其他结点，如图 1-4 所示。任何两个结点之间的信息交换必须经过中心结点转发。因此，中心结点是该结构网络中的关键设备，中心结点的可靠性十分重要，一旦中心结点发生故障，会引起整个网络瘫痪。



1.2.4 树状拓扑结构

树状拓扑结构就像一棵倒过来的树，由一个树根结点开始向下逐渐分支，直到最末端的 PC 或其他终端，如图 1-5 所示。和星形拓扑一样，树状拓扑结构的网络对树根结点的要求很高。相对于树叶结点（终端），处于第二层次的树枝结点（交换机等）的重要性也更高。树结构的优点是同一树枝下的结点通信不会影响其他树枝，因此可以隔离通信量和故障，而且树结构层次清晰，设计和规划较复杂的网络相对简单。



1.2.5 网状拓扑结构

网状拓扑结构是指几乎每两个结点之间都有直接链路的网络结构，如图 1-6 所示。其优势是可靠性高，但其劣势也很明显，就是建网成本很高。一般网状结构用于对可靠性有较高要求的场合，如军用网络。

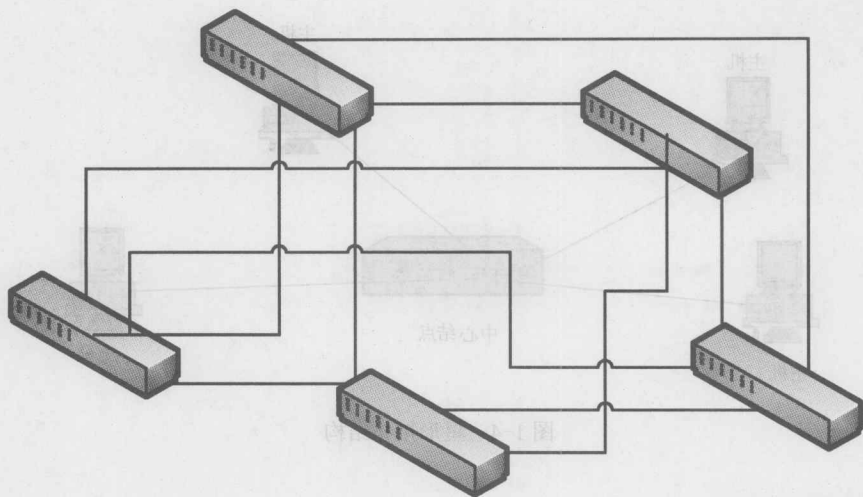


图 1-6 网状拓扑结构

1.3 数据通信基本概念

数据通信是计算机网络的基础。一般数据通信的模型如图 1-7 所示。

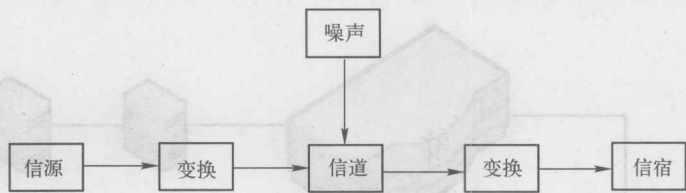


图 1-7 数据通信的模型

发送信息的一端叫信源，接收信息的一端叫信宿。信源和信宿之间的通信线路叫信道。原始的信息一般不适合直接在信道中传输，在进入信道之前需要变换为适合信道传输的形式，在到达目的地后再将信号还原。信号在传输的过程中也会受到外界干扰，这种干扰就会产生噪音，不同的传输介质产生的噪音大小也不同。

1.3.1 信息、数据与信号

信息就是客观事物的属性和相互联系特性的表现，它反映了客观事物的存在形式或运动状态。举个例子，有 10 个人，两两传递一句话，一句同样的话，经过 10 个人，9 次传递，