

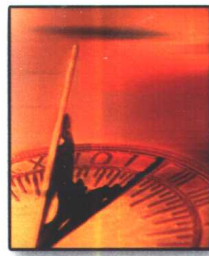
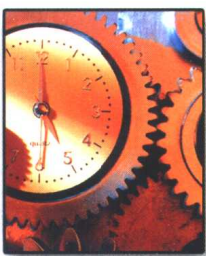
计算机网络原理

Computer Network's Theory

与

Applications

应用



陈冠铭 姜凯文 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

计算机网络

原理与应用

核心研究室

编著

陈冠铭 姜凯文

中国铁道出版社

2003·北京

(京)新登字 063 号

北京市版权局著作合同登记号: 01-2002-4464 号

版 权 声 明

本书为台湾金禾资讯股份有限公司独家授权的中文简体字版本。本书专有出版权属中国铁道出版社所有。在没有得到本书原版出版者和本书出版者书面许可时,任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本书的一部分或全部以任何方式(包括资料和出版物)进行传播。本书原版版权属金禾资讯股份有限公司。版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络原理与应用/陈冠铭,姜凯文编著. —北京:中国铁道出版社,2002.11

ISBN 7-113-05025-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 092782 号

书 名: 计算机网络原理与应用

作 者: 陈冠铭 姜凯文

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑: 严晓舟 郭毅鹏

责任编辑: 苏茜 刘莹

封面设计: 孙天昭

印 刷: 河北省遵化市胶印厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14 字数: 315 千

版 本: 2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000 册

书 号: ISBN 7-113-05025-5/TP·827

定 价: 19.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。

出版说明

随着 Internet 的快速崛起，网络系统的大统一时代已然来临。于是我们需要一个能够连接异构系统的通讯协议，来克服不同体系结构产生的种种弊端。TCP/IP 通讯协议组可以使核心不同的各种类型的计算机使用共同的语言进行沟通，它以绝对的优势成为 Internet 上现有的通行标准。目前市场上与 TCP/IP 相关的书籍琳琅满目，但其中编写方式及内容真正适合国内读者的，数量并不多，主要仍是以翻译国外的原文书为主。因此，我社决定引入在此方面有一定优势的台湾版图书。

本书采用生动的写法，以大量图片和巨细无遗的介绍说明了 TCP/IP 的基本概念和网络基本原理，书中讲解内容由浅入深、循序渐进，使读者能够做到花较少的时间即可对 TCP/IP 有初步的认识。有兴趣的读者还可以参照本书附录中所介绍的文件，上网下载最新的文献，相信一定会有更大的收获。

本书由台湾金禾资讯股份有限公司提供版权，经中国铁道出版社计算机图书中心审选，郑翔、梁明永、马晓辉、冯建宁、刘华浓、凌波、冯华丹、廖康良、孟丽花、陈贤淑等完成了本书的整稿及编排工作。书中难免有疏漏之处，诚请各位专家和读者批评指正。

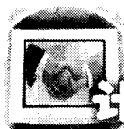
您在阅读本书时若有疑惑之处，可以通过邮件地址：and.chiang@msa.hinet.net 或者 morton@pic.com.tw 与作者联系。

中国铁道出版社

2002 年 11 月

目 录

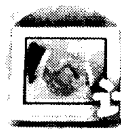
第 1 章 计算机网络基础知识简介.....	1
1-1 前言	2
1-2 网络基本原理	2
网络概念	2
OSI 模型	2
1-3 网络物理传送技术.....	4
Ethernet 以太网	4
Token Ring 令牌环网	5
ATM 异步传输模式	6
无线网络	6
1-4 网络的连接设备.....	6
NIC (network interface card) 网卡	7
Repeater 信号增强器	8
Hub 集线器	8
Switching 交换机	9
Router 路由器	10
Modem 调制解调器	10
1-5 连接介质	11
RG-58 同轴电缆	11
Twisted Pair 双绞线	12
Optical Fiber Cable 光纤电缆	12
Wireless Communication Device 无线通信设备	13
1-6 习题	13
第 2 章 TCP/IP 协议	15
2-1 前言	16
2-2 TCP/IP 的历史	16
2-3 OSI 模型与 TCP/IP 模型的关系.....	17
OSI 与 TCP/IP 的比较	17
TCP/IP 的特点	17
2-4 TCP/IP 通信协议组.....	18
应用层的协议	18



传输层协议	19
网络层协议	19
2-5 分层结构与数据报概念	19
2-6 TCP/IP 的网络地址	20
2-7 TCP/IP 的优势	21
2-8 习题	22
第 3 章 IP (Internet) 协议	23
3-1 前言	24
3-2 IP 地址	24
3-3 IP 数据报的格式	26
3-4 IP 数据的传递	29
路由表	29
数据的封装	30
3-5 在 Internet 上传递数据	31
3-6 数据包的分割与重新组合	32
3-7 子网	33
子网络化的优点	33
划分子网	34
子网掩码	34
子网寻址模式	35
3-8 IPv6	36
3-9 习题	37
第 4 章 ARP 地址解析协议	39
4-1 前言	40
4-2 ARP 概念	40
4-3 ARP 的运作方式	41
本地地址	41
远程地址	42
4-4 ARP 缓存	43
4-5 IP 地址转换	44
重复的 IP 地址	44
使用错误的子网掩码	45
检查和修改	45
4-6 RARP 协议	46
RARP 的运作	47
RARP 服务器	47
4-7 ARP 与 RARP 信息格式	47

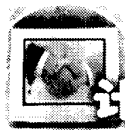
4-8 习题	48
第 5 章 TCP 传输控制协议	49
5-1 前言	50
5-2 TCP 的基本概念	50
5-3 TCP 可靠的传输服务	52
可靠的比特流传输服务	52
滑动窗口理论	53
5-4 TCP 报头的格式	55
5-5 建立 TCP 连接服务	57
5-6 重发定时器与拥塞控制机制	60
重发定时器	60
拥塞控制	61
5-7 习题	62
第 6 章 UDP 用户数据协议	63
6-1 前言	64
6-2 UDP 通信协议	64
UDP 通信协议特征	64
UDP 通信协议	65
6-3 UDP 端口	66
UDP 端口定义	66
动态及静态指定的通信端口号	67
6-4 UDP 功能	68
6-5 UDP 数据报报头的格式	69
6-6 UDP 校验和与虚拟报头	70
6-7 习题	71
第 7 章 Internet 数据控制协议	73
7-1 前言	74
7-2 ICMP 的起源与推广	74
7-3 ICMP 的数据格式	75
7-4 ICMP 的数据描述	76
错误数据	76
查询数据	78
7-5 解决数据报拥塞	79
7-6 路径管理	80
路径变更要求	80
数据陷入环状路径	81
7-7 习题	82





第 8 章 DNS 域名服务	83
8-1 前言	84
8-2 DNS 的基本概念与结构	84
资源记录	85
DNS 系统结构	85
网域的组成	86
8-3 DNS 的基本运行方式	86
查询名称的方式	86
基本名称查询流程	87
8-4 DNS 的查询	87
递归查询	87
逆向查询	88
8-5 DNS 的信息格式	88
DNS 数据报的组成	88
DNS 数据报的报头	89
Question 区段	91
Answer 区段	92
Authority 区段和 Additional 区段	93
8-6 DNS 的资源记录	93
常用资源记录	93
其他的资源记录	94
8-7 DNS 应用实例	96
8-8 习题	97
第 9 章 SMTP 邮件传输协议	99
9-1 前言	100
9-2 SMTP 通信协议	100
UA 及 MTA 的概念	100
SMTP 服务器	101
邮件转送机制	101
9-3 SMTP 的结构	102
信封、报头及正文	102
UA 及 MTA 的处理过程	103
9-4 SMTP 的运作方式及指令	104
SMTP 的沟通	104
基本的 SMTP 指令	105
特别的 SMTP 指令	106
SMTP 的响应代码	106
9-5 POP3 通信协议及实例	107

POP3 的运作方式	108
认证阶段	108
处理阶段	109
更新阶段	110
9-6 实例	110
无此接受者	111
邮件信箱容量限制	112
9-7 习题	112
第 10 章 HTTP 超文本传输协议	113
10-1 前言	114
10-2 WWW 与 HTTP	114
URL 的使用	115
网页的流程	115
10-3 HTTP 通信协议	116
10-4 HTTP 信息格式	117
Request 的信息格式	117
Response 的信息格式	118
10-5 HTTP 的访问方式	118
网页内容访问	118
信息访问	119
10-6 HTTP 通信协议代码	119
10-7 PROXY 服务器	122
PROXY 服务器的运作	122
PROXY 与防火墙	122
10-8 习题	123
第 11 章 FTP 文件传输协议	125
11-1 前言	126
11-2 FTP 的运作方式	126
分离的传输端口	126
PI 与 DTP 模块	126
11-3 FTP 连接的建立	127
控制连接	127
数据连接	128
11-4 FTP 命令	129
常用的命令	129
其他的命令	130
11-5 FTP 支持的文件类型	131



11-6	FTP 的格式控制.....	132
	文件结构.....	133
	传输模式.....	133
11-7	FTP 应用实例.....	134
11-8	习题.....	136
第 12 章 其他 TCP/IP 应用程序.....		137
12-1	前言.....	138
12-2	终端机仿真程序.....	138
12-3	TELNET 的运作与指令.....	139
	控制指令.....	140
	紧急中断控制指令.....	142
12-4	DHCP 的功能.....	142
	DHCP 的概念.....	142
	DHCP 的优点.....	143
12-5	DHCP 的运作方式.....	143
	DHCP 的运作流程.....	144
	DHCP Relay Agent.....	144
12-6	DHCP 的数据报.....	145
12-7	习题.....	146
第 13 章 BOOTP 激活协议.....		147
13-1	前言.....	148
13-2	BOOTP 原理.....	148
13-3	BOOTP 的数据格式.....	149
13-4	BOOTP 数据的传输.....	152
13-5	激活配置文件.....	152
13-6	习题.....	153
第 14 章 网络安全管理——防火墙.....		155
14-1	前言.....	156
14-2	防火墙概念.....	156
14-3	防火墙类型.....	157
	数据报过滤式防火墙.....	157
	双重网关式防火墙.....	158
	屏蔽式主机防火墙.....	159
	屏蔽式子网防火墙.....	159
	防火墙的管理工作.....	160
14-4	防火墙的重要特性.....	161
	安全性的需求.....	161

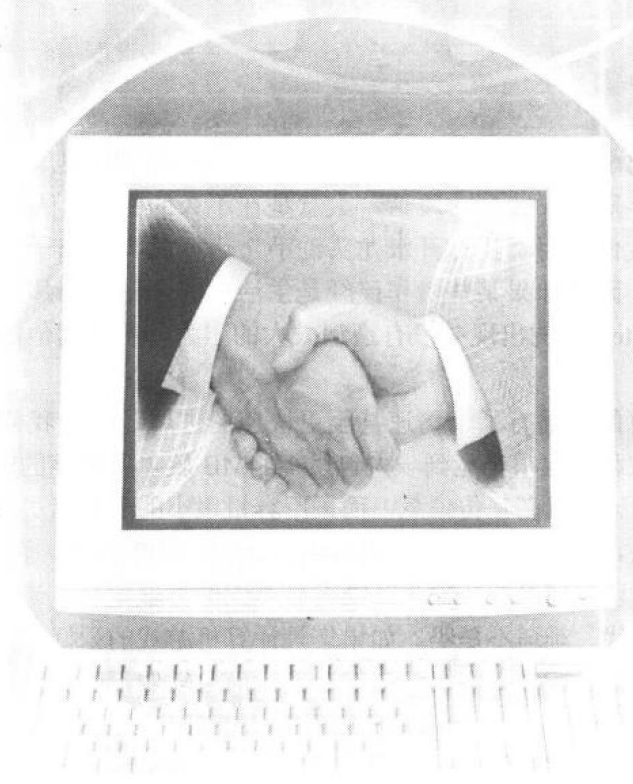


基本访问控制	161
用户认证 (User Authentication)	162
审核与警告	163
速度	164
14-5 建立防火墙策略	164
几种不同类型的安全策略	164
安全策略与防火墙	164
防火墙安全策略的需求	166
14-6 防火墙的维护	167
日常管理	167
监视系统	169
保持最新状态	169
14-7 选择防火墙	170
完全自行发展	170
由工具组发展防火墙	171
商业性防火墙	172
14-8 习题	173
第 15 章 网络管理结构与协议：问题与解决方法	175
15-1 前言	176
15-2 OSI 管理结构	176
15-3 安全管理	177
15-4 命名管理	177
15-5 配置、容错与性能管理	178
开机与激活协议	178
配置数据库	179
监测与控制问题	180
15-6 较高层的问题	180
15-7 未来	180
15-8 习题	181
附录 A 关于 RFC 文件	183
如何获得 RFC 文件	184
通过 FTP 取得 RFC 文件	184
RFC 中与本书有关的重要文件	185
与 IP 相关的 RFC 文件	186
与 ICMP 相关的 RFC 文件	187
与 SNMP 相关的 RFC 文件	188
与 TCP & UDP 相关的 RFC 文件	189



与 DNS 相关的 RFC 文件	190
与 FTP 相关的 RFC 文件	192
与 SMTP & POP3 相关的 RFC 文件	194
与 HTTP 相关的 RFC 文件	195
与 TELNET 相关的 RFC 文件	195
与 BOOTP & DHCP 相关的 RFC 文件	198
附录 B RFC 介绍	201
RFC	202
RFC 1287: 迈向 Internet 未来结构	202
简介	202
路由及寻址	203
多重协议结构	204
网络安全结构	205
网络流量状态及其控制	206
高级应用	207
RFC 1545: 下一个 IP 版本的比较	207
为什么目前的 IP 已不敷使用	207
这些方案的共同点	208
这些方案提示到的议题 (What the proposals only hint at)	209
这些方案没有提到的	210
这些方案不同之处	210
转移的计划 (Transition Plans)	211
随意的评论 (Random Comments)	211





计算机网络原理与应用

1

Chapter

计算机网络基础知识简介

1.前言

6.习题

2.网络基本原理

3.网络物理传送技术

4.网络的连接设备

5.连接介质



1-1 前言

像当年贝尔发明电话改变了人类的生活一样，Internet 的出现，写下了计算机的历史新篇。笔者曾在《数字周刊》读到一段话，大意是在不久的将来，人们会把上网当成一件很平常的事情，就像我们不用“我打开水龙头洗手”诸如此类的句子一样，再也不会“上网查”这样的说法。因为如果某些操作已经是生活中的一部分，那么人们就会认为它理所当然。幸运的是，Internet 的出现并没有遭遇太大的阻力，不像其他的发明曾经受到种种的怀疑和挑战。

通过网络，信息的传播有了十倍速甚至更快速的进展。今天我们已经很少见到容量是 1.2MB 的那种 5 寸软盘，也很难见到一大包用 1.44MB 软盘所储存的软件。在网络尚未普及之前，为了在不同的计算机间互传信息，而采用容量很小的磁盘拷贝数据的方法，可算是痛苦而令人难忘的回忆。当然我们并不是要抹煞光盘或是 MO、ZIP 等大型储存媒体的价值，而是要强调网络的出现对信息的传输与交换有着莫大的贡献。有人认为网络的发明已让计算机进入一个崭新的时代。难道不是吗？如果您是计算机游戏的爱好者，不妨注意一下目前最热门的游戏，基本上都支持多人网络参与的功能，而且软件厂商还在网站上提供售后服务，使用户可以直接上网下载（Download）自己所需的资料及进行网上交易。

科技不断在发展，对网络的定义也从过去的单纯从调制解调器上网，发展到各种大家熟悉的技术，譬如 ISDN、ADSL、Cable Modem，甚至高速上网、宽带网络等。本章主要介绍那些与用户较为相关的计算机与网络基本知识，让读者在享受网络便利的同时，也能够掌握较为具体的网络概念。

1-2 网络基本原理

网络概念

用一个比较通俗的方式来定义，网络是不同的个体之间通过特定的媒介来进行信息传递的机制。除了计算机网络外，我们经常接触的电话系统，也是一种常见的网络系统。

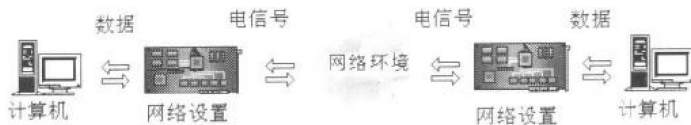


图 1-1 网络的概念：计算机通过网络装置，将信息转为电信号而在网络中传递

图 1-1 简单地解释了计算机之间的通信方式。操作系统通过网卡将数字信息转换为电信号，并使其在网络媒介之间进行传递，直到达到对方的网卡之后，再转换成数字信息。看起来似乎很简单的概念，其实是建立在众多科学家和工程师共同制定的规范上的，我们称这种规范为 OSI 体系结构模型。

OSI 模型

下面，简单介绍一下 OSI 模型的由来。

在网络发展初期，一些研究人员认为，为了能在世界各地通行无阻，网络的结构需要具备统一的标准。为此，在整理各厂商和学术单位所定义规格或标准的基础上，国际标准化组织（ISO）制定了 OSI（Open Systems Interconnection）标准模型，明确定义了网络的技术规范。该标准的大力推行，消除了相距遥远的异地计算机的空间距离，使今天的网络得以遍及全球，也使世界向地球村的梦想又迈进一大步。

OSI 体系结构把网络传输的协议分成七层结构，我们上网时所输入的信息，由最上层的应用层（Application Layer）开始往下传递，经过每一层时都会被加以处理，当进行到最下层的物理层时（Physical Layer），这些信息已变成组成数据流的最小单位即“数据报”，接着由网卡送出。它将以电信号的形式，在网络之间传送。对方计算机接收到“数据报”，也是由最下面的物理层开始，层层往上传递，直到最后到达顶端的应用层，才把信息呈现在对方的屏幕上，或者是储存于硬盘里，整个运作才告一个段落。下面将解释各层的作用。

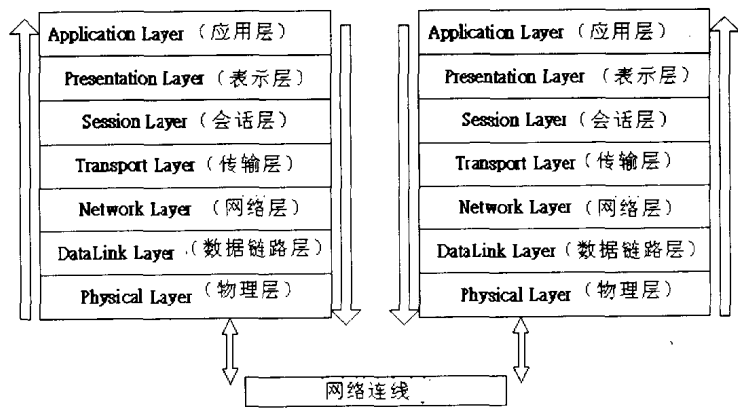
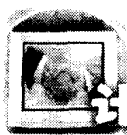


图 1-2 OSI 模型示意图

表 1-1 OSI 模型各层功能描述

L1	应用层	应用层是七层结构中跟用户最接近的一层，包括我们的浏览器、收发电子邮件的 Outlook 等软件层均位于这一层
L2	表示层	严格讲起来，计算机是不懂我们人类的语言的，这一层负责把网络所传输的内容转换为对用户有意义的编码形式
L3	会话层	这一层用来与建立用户与计算机之间的通信管道，以及决定数据的交换方式。数据的交换方式有三种，即为单工、半双工与全双工
L4	传输层	网络上的数据传输，受到一些外界干扰的影响，所以难免有发生漏传或是错误的情况，此时传输层便发挥它的作用。传输层所扮演的角色是把数据报里的数据加以重新组合，此外也必须确保这些数据向上（会议层）传送时是完全正确的。若数据报在传输过程中发生遗漏，传输层便要求对方重发
L5	网络层	就如同在寄包裹时，必须写清楚地址才能顺利寄达一样，网路层负责将数据的目的地加以分析，并且交由网路硬件来安排正确的数据传送路径。我们所熟悉的 router 路由器便具有网路层的功能，可以按照数据报的目的地加以传送



续上表

L6	数据链接层	这一层负责数据在实际上传输工作。按照 OSI 模型的说法, 数据链接层是用来控制物理层的运作, 并且校正正在传输的过程中因硬件而导致的任何信号上的错误。这些错误包括电磁干扰、线路品质不良等其他设备所引起的问题。另外, 该层还可以控制网路上的流量、信号的同步等, 一般的 Switch 就具备这一层的功能
L7	物理层	凡是我们看到的网路硬件都涵括了物理层, 这些硬件扮演的是传输的实际媒介, 但是只负责电信号传递, 它们不需要考虑这些信号内容或传递方向的正确与否。在这一层中, 详细地规范了这些媒介的形态、规格或是传输速度等

OSI 模型完整地定义了网络的通信结构, 因此不管是怎样不同的通信协议, 一定要具备 OSI 模型所定义的七种功能。只是其中有几层, 譬如会话层与传输层之间, 并没有很明显的界限, 有些厂商通常会把这两层集成起来, 但这不表示它缺少某方面的功能。

1-3 网络物理传送技术

根据不同的规范和不同的介质, 可以将网络传输的技术分成很多种, 有些传送速度很快, 十分适合大量的多媒体传送, 有些传送速度较慢, 但价格比较便宜, 所以单看传送的需求, 并没有好坏之分。下面介绍几种比较常见的数据传输技术。

EtherNet 以太网

在网络发展初期, 共有 EtherNet (以太)、ARCnet 和 Token Ring (令牌环网) 三种主要的技术, 其中以太网是 1976 年由 Xerox、DEC、Intel 所共同制定的物理网络传送技术, 目前为世界上使用率最高的网络模式。因为它具有高速且稳定的性质, 所以也为一般企业和私人所普遍使用。目前网络系统通常采用 Ethernet 标准, 其他两种技术的产品在市场上并不多见。

以太网使用一种称为 CSMA/CD (具有冲突检测的载波侦听多路访问协议) 的技术来协调多部计算机之间的冲突问题。在局域网络上, 每部计算机在送出信号之前均必须检测网络是否有人占用: 在无人占用时, 才能送出信号; 当两部计算机同时送出信号时, 会在物理信道上发生“碰撞”(Collision), 此时就必须按照 CSMA/CD 的标准来协调, 要求送出信号的计算机必须等待一小段时间, 才能继续原来的传送工作。

以太网络的连接模式共有下面两种。

1. Bus Topology (总线拓扑)

总线拓扑中的每一部计算机和接口设备, 都通过一条同轴电缆线串连起来, 所有的数据报都会被传送到该结构中的每块网卡上, 称之为广播。因为在同一个时间点上, 只允许一个数字信号传递, 所以属于“半双工”的传送方式。该结构所串连的计算机设备越多, 在传送信号时因冲突所造成的重发概率就越大, 从而降低了整体效率。最严重的是只要有任何一个端点接触不良或是松脱, 整个线路的网络通信便会中断。

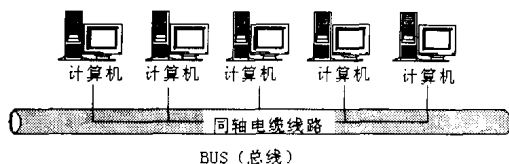


图 1-3 总线结构网络的示意图

2. Star Topology (星形拓扑)

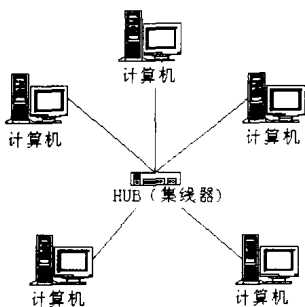


图 1-4 星形拓扑网络的示意图

这是目前最普遍的拓扑方式。在星形拓扑中，有一个负责全域通信的设备称为集线器，每部计算机都必须使用电缆线与它相连，进而达到与其他的计算机沟通的目的。星形拓扑最受欢迎的优点在于，如果整个网域中有少数几部计算机的电缆线松脱或出现故障，将不会影响到其他计算机之间的通信。但因为全部的计算机都通过集线器连接，当集线器故障时，整个网络就会中断。

Token Ring 令牌环网

令牌环网所使用的连接方式称为令牌环拓扑结构 (Ring Topology)，所有的计算机连接成一个单一的圆圈，所以并没有所谓的终端。电信号在这个令牌环网里用单一的方向传送，并且通过每一部计算机，直到达到目的地为止。那么为什么叫“令牌环”呢？每个令牌环里面只有一个令牌，令牌是一种特殊的数据帧，记载着有关控制的信息，当这个数据帧传递到某一部计算机时，表示这部计算机拥有发送信号的权力，当它发送结束之后，便重新产生一个记号，等待下一部需要传送信息的计算机来使用。因为有明确的定义谁有优先传送权，所以并不会产生冲突。

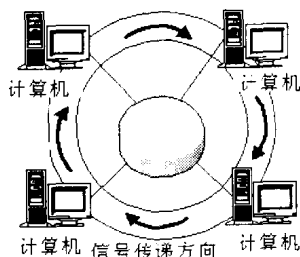


图 1-5 令牌环网示意图