



21世纪高职高专系列教材

计算机网络技术

中国机械工业教育协会 组编



机械工业出版社
China Machine Press

21世纪高职高专系列教材

计算机网络技术

中国机械工业教育协会 组编

主 编 南昌大学 白小明

副主编 金华职业技术学院 吴新民

参 编 日照职业技术学院 孙永芳

大连理工大学 孙效里

主 审 武汉船舶职业技术学院 何让波



机械工业出版社

本书是根据高等职业技术教育教学要求编写的。全书共 9 章, 内容以 OSI/RM 参考模型为主线, 结合 TCP/IP 体系结构, 对传统网络理论进行适当的精炼, 并以此为基础, 系统地介绍 Novell、Windows NT、网络互联、Internet、最新的网络技术及网络安全。本书的特点是概念准确、论述严谨、内容新颖且图文并茂, 既重视基本原理和基本概念的阐述, 又力图反映出计算机网络的一些最新发展, 同时也重视实用技术的介绍, 各章均附有一定量的复习思考题。

本书可作为高等职业技术院校、高等专科学校、职工大学、业余大学、夜大学、函授大学、成人教育学院等大专院校计算机专业的教材, 也可作为非计算机专业本科生计算机网络课程的教材, 可供从事计算机网络工作的教师和工程技术人员参考

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络技术/中国机械工业教育协会组编. —北京:
机械工业出版社, 2001. 6

21 世纪高职高专系列教材

ISBN 7-111-08410-1

I. 计… II. 中… III. 计算机网络—高等学校:
技术学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 029818 号

RJS320/11

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: 于 宁 封面设计: 姚 毅

责任印制: 路 琳

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·13.75 印张·340 千字

0 001—5000 册

定价: 21.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

21 世纪高职高专系列教材编委会名单

编委会主任 中国机械工业教育协会 郝广发

编委会副主任（单位按笔画排）

山东工程学院 仪垂杰

大连理工大学 唐志宏

天津大学 周志刚

甘肃工业大学 路文江

江苏理工大学 杨继昌

成都航空职业技术学院 陈玉华

机械工业出版社 陈瑞藻（常务）

沈阳工业大学 李荣德

河北工业大学 檀润华

武汉船舶职业技术学院 郭江平

金华职业技术学院 余党军

编委会委员（单位按笔画排）

广东白云职业技术学院 谢瀚华

山东省职业技术教育师资培训中心 邹培明

上海电机技术高等专科学校 徐余法

天津中德职业技术学院 李大卫

天津理工学院职业技术学院 沙洪均

日照职业技术学院 李连业

北方交通大学职业技术学院 佟立本

辽宁工学院职业技术学院 李居参

包头职业技术学院 郑刚

北京科技大学职业技术学院 马德青

北京建设职工大学 常莲

北京海淀走读大学 成运花

江苏理工大学 吴向阳

合肥联合大学 杨久志

同济大学 孙章

机械工业出版社 李超群 余茂祚（常务）

沈阳建筑工程学院 王宝金

佳木斯大学职业技术学院 王跃国

河北工业大学 范顺成

哈尔滨理工大学工业技术学院 线恒录

洛阳大学 吴锐

洛阳工学院职业技术学院 李德顺

南昌大学 肖玉梅

厦门大学 朱立秒

湖北工学院高等职业技术学院 吴振彪

彭城职业大学 陈嘉莉

燕山大学 刘德有

序

1999年6月中共中央国务院召开第三次全国教育工作会议,作出了“关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定”的重大决策,强调教育在综合国力的形成中处于基础地位,坚持实施科教兴国的战略。决定中明确提出要大力发展高等职业教育,培养一大批具有必备的理论知识和较强的实践能力,适应生产、建设、管理、服务第一线急需的高等技术应用性专门人才。为此,教育部召开了关于加强高职高专教学工作会议,进一步明确了高职高专是以培养技术应用性专门人才为根本任务;以适应社会需要为目标;以培养技术应用能力为主线设计学生的知识、能力、素质结构和培养方案;以“应用”为主旨和特征来构建课程和教学内容体系;高职高专的专业设置要体现地区、行业经济和社会发展的需要,即用人的需求;教材可以“一纲多本”,形成有特色的高职高专教材系列。

“教书育人,教材先行”,教育离不开教材。为了贯彻中共中央国务院以及教育部关于高职高专人才培养目标及教材建设的总体要求,中国机械工业教育协会、机械工业出版社组织全国部分有高职高专教学经验的职业技术学院、普通高等学校编写了这套《21世纪高职高专系列教材》。教材首批80余本(书目附书后)已陆续出版发行。

本套教材是根据高中毕业3年制(总学时1600~1800)、兼顾2年制(总学时1100~1200)的高职高专教学计划需要编写的。在内容上突出了基础理论知识的应用和实践能力的培养。基础理论课以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为重点;专业课加强了针对性和实用性,强化了实践教学。为了扩大使用面,在内容的取舍上也考虑到电大、职大、业大、函大等教育的教学、自学需要。

每类专业的教材在内容安排和体系上是有机联系、相互衔接的,但每本教材又有各自的独立性。因此各地区院校可根据自己的教学特点进行选择使用。

为了提高质量,真正编写出有显著特色的21世纪高职高专系列教材,组织编写队伍时,采取专门办高职的院校与办高职的普通高等院校相互协作编写并交叉审稿,以便实践教学和理论教学能相互渗透。

机械工业出版社是我国成立最早、规模最大的科技出版社之一,在教材编辑出版方面有雄厚的实力和丰富的经验,出版了一大批适用于全国研究生、大学本科、专科、中专、职工培训等各种层次的成套系列教材,在国内享有很高的声誉。我们相信这套教材也一定能成为具有我国特色的、适合21世纪高职高专教育特点的系列教材。

中国机械工业教育协会

前 言

本书是高等职业技术教育计算机网络课程的教学用书，是我们在多年从事高等教育教学实践和经验的基础上编写而成的。

在编写本书时，我们从高职教育的实际出发，确定了编写的指导思想和教材特色，以应用为目的，以必要、够用为度，以讲清概念、强化应用为重点。

本书介绍了计算机网络的基础理论、实用网络技术与网络安全等方面的内容。第1章从总体上介绍了计算机网络及数据通信的基本概念；第2章较系统地讲述了计算机网络的体系结构与协议。这两章是全书的基础，也是建立计算机网络概念的入门知识。在此基础上，从第3章至第7章对局域网、Novell网、Windows NT网、网络互连、Internet、高速网络技术等内容分别做了系统的介绍；限于篇幅，第8章、第9章简单地介绍了网络的新发展及网络安全方面的内容。

全书共9章，总课时为80学时，各院校可根据实际情况决定内容的取舍。

参加编写的单位及人员有：

第1章、第2章、第9章 南昌大学白小明；第3章、第4章、第8章 金华职业技术学院吴新民；第5章、第6章 日照职业技术学院孙永芳；第7章 大连理工大学孙效里。

本书由南昌大学白小明主编，他提出了全书的总体构思及编写大纲，并负责全书的统稿。金华职业技术学院的吴新民为副主编。

本书由武汉船舶职业技术学院的何让波教授主审，他对本书的编写提出了许多合理建议，对此表示衷心感谢。

在本书的编写过程中得到了南昌大学计算机与信息学院各位领导与同仁的大力支持，在此也一并表示感谢。

限于作者的水平，加之时间仓促，书中难免有错误和欠妥之处，恳请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

目 录

序 前言

第1章 计算机网络概述 1

1.1 计算机网络的发展过程 1

1.1.1 通信与计算机的结合——计算机网络的产生 1

1.1.2 分组交换网的出现 2

1.1.3 计算机网络体系结构的形成 4

1.1.4 Internet 成为世界上最大的计算机网络 4

1.1.5 新一代计算机网络——宽带综合业务数字网 5

1.2 计算机网络的功能与定义 5

1.3 计算机网络的分类 6

1.4 计算机网络在我国的发展 8

1.5 数据通信技术基础 9

1.5.1 信道 9

1.5.2 传输媒体 11

1.5.3 模拟传输与数字传输 13

1.5.4 数据编码与差错控制技术 17

复习思考题 19

第2章 计算机网络体系结构及协议 20

2.1 网络体系结构概述 20

2.1.1 分层的网络体系结构 20

2.1.2 开放系统互连参考模型 21

2.1.3 TCP/IP 体系结构 25

2.2 物理层 26

2.2.1 物理层的基本概念 26

2.2.2 EIA-232-E 接口标准 26

2.3 数据链路层 28

2.3.1 数据链路层的基本概念 28

2.3.2 流量控制 30

2.3.3 数据链路层协议标准 31

2.3.4 Internet 中的数据链路层 33

2.4 网络层 35

2.4.1 虚电路服务与数据报服务 35

2.4.2 路由选择与拥塞控制 36

2.4.3 X.25 建议书 38

2.4.4 帧中继 FR 39

2.5 运输层 42

2.5.1 运输层协议分类 42

2.5.2 TCP/IP 体系中的运输层 43

2.6 高层协议 47

2.6.1 会话层 47

2.6.2 表示层 48

2.6.3 应用层 48

复习思考题 50

第3章 局域网 51

3.1 局域网概述 51

3.2 局域网的参考模型 51

3.2.1 局域网的体系结构 51

3.2.2 IEEE802 标准 53

3.2.3 逻辑链路控制 LLC 子层 54

3.2.4 媒体接入控制 MAC 子层 56

3.3 CSMA/CD 总线局域网 57

3.3.1 总线网的结构 57

3.3.2 总线竞争型媒体访问控制方法 58

3.3.3 以太网(Ethernet) 61

3.4 令牌环(Token Ring) 64

3.4.1 令牌环的组成 64

3.4.2 802.5 局域网的 MAC 子层 65

3.5 令牌总线局域网 66

3.5.1 令牌总线局域网的组成	66	5.2.5 设置计算机网络标志	106
3.5.2 令牌总线局域网 MAC 子层	67	5.2.6 设置访问控制	106
3.5.3 三种局域网的比较	67	5.3 在局域网上共享文件资源	107
3.6 局域网的新发展	69	5.3.1 设置文件资源共享	107
3.6.1 交换式集线器	69	5.3.2 使用(访问)共享的文件资源	108
3.6.2 高速局域网	69	5.4 在局域网上共享打印机	110
3.6.3 虚拟局域网	70	5.4.1 安装网络共享打印机	110
3.7 局域网的网络操作系统	71	5.4.2 映射网络打印机端口	111
复习思考题	72	5.5 用 winpopup 与网上邻居 传送消息	112
第4章 Novell 网及其应用	73	复习思考题	113
4.1 Novell 网概述	73	第6章 Windows NT 网络及其 应用	114
4.1.1 NetWare 的逻辑结构框图	73	6.1 Windows NT 网络概述	114
4.1.2 Novell 网的组成	73	6.1.1 Windows NT 的基本特点	114
4.2 NetWare 4.1 的安装	74	6.1.2 Windows NT 的基本概念	114
4.2.1 NetWare 4.1 文件服务器的安装	74	6.2 Windows NT 的安装与设置	117
4.2.2 DOS 工作站的安装	78	6.2.1 Windows NT 的安装	117
4.3 系统的启动和关闭	81	6.2.2 Windows 95/98 客户机的安装	121
4.3.1 文件服务器的启动	81	6.3 Windows NT 网络的基本操作	122
4.3.2 DOS 工作站的引导和注册	81	6.3.1 启动、注销、重新启动和退出 Windows NT	122
4.3.3 系统关闭	81	6.3.2 Windows 95/98 客户机的登录、 注销操作	123
4.4 Novell 网的管理	82	6.3.3 目录和打印机的共享	124
4.4.1 网络管理工具及系统默认参数的 设置	82	6.4 Windows NT 用户管理	125
4.4.2 网络用户管理	86	6.4.1 Windows NT 用户和组的基本概念	125
4.4.3 网络安全管理	90	6.4.2 Windows NT 域用户管理器	126
4.4.4 目录管理、文件和网络驱动器管理	93	6.5 目录和文件的权限设置	137
4.4.5 建立注册文本	97	6.5.1 共享权限的设立、删除	137
复习思考题	99	6.5.2 目录和文件的使用权限	138
第5章 Windows 95/98 的网络 功能	100	6.5.3 目录和文件的所有权	140
5.1 Windows 95/98 的网络功能简介	100	6.5.4 目录和文件在创建、复制或移动时 权限的变化	140
5.2 建立 Windows 95 / 98 局域网 工作环境	101	6.5.5 共享权限和使用权限的综合设置	140
5.2.1 安装网络适配器	101	6.5.6 审核目录和文件的访问操作	141
5.2.2 增加和修改网络客户组件	102	6.6 网络打印管理	142
5.2.3 增加和修改网络协议组件	104	6.6.1 名词解释和打印工作过程	142
5.2.4 添加和修改网络服务组件	105		

6.6.2 安装网络打印机	143	8.2.1 综合业务数字网 ISDN 概述	182
6.6.3 管理网络打印	144	8.2.2 ISDN 的体系结构	184
6.7 Windows NT 域和服务管理	146	8.3 宽带综合业务数字网 B-ISDN	186
6.7.1 域管理	147	8.3.1 B-ISDN 的基本概念	186
6.7.2 服务器管理	148	8.3.2 同步光纤 SONET 和同步数字体系 SDH	187
6.8 用户工作环境管理	152	8.3.3 异步转移模式 ATM 的基本概念	188
6.8.1 用户配置文件	153	8.3.4 B-ISDN 的协议参考模型	189
6.8.2 登录脚本	154	8.3.5 B-ISDN 信令方向与网络	190
6.8.3 宿主目录	154	8.3.6 ATM 信元结构	191
6.8.4 环境变量管理	155	8.4 高速局域网	192
复习思考题	155	8.4.1 光纤分布式数据接口 FDDI	192
第7章 网络互连与 Internet	156	8.4.2 分布队列双总线 DQDB	195
7.1 网络互连概述	156	8.4.3 交换的多兆位数据服务 SMDS	196
7.1.1 网络互连设备	156	复习思考题	196
7.1.2 作为中间媒介的广域网	158	第9章 计算机网络的安全	197
7.2 OSI 的互连网络协议	159	9.1 网络安全问题概述	197
7.3 Internet 概述	161	9.1.1 计算机网络面临的安全威胁	197
7.3.1 Internet 的形成、发展和现状	161	9.1.2 计算机网络安全的内容	198
7.3.2 什么是 Internet	162	9.1.3 一般的数据加密模型	199
7.4 Internet 上的地址	162	9.2 常见的密码体制	200
7.4.1 IP 地址	162	9.2.1 替代密码与置换密码	200
7.4.2 地址及其转换	164	9.2.2 分组密码算法	200
7.4.3 域名系统 DNS	165	9.2.3 RSA 公开密钥密码体制	203
7.5 文件传输协议	167	9.2.4 数字签名	203
7.6 简单文件传输协议	169	9.3 链路加密与端到端加密	204
7.7 远程登录协议	170	9.3.1 链路加密	204
7.8 WWW 万维网	171	9.3.2 端到端加密	205
7.9 电子邮件 (E-mail)	175	9.4 Internet 的安全体系结构	205
7.10 简单邮件传输协议 (SMTP)	177	9.4.1 安全关联与鉴别	205
复习思考题	178	9.4.2 鉴别首部	206
第8章 网络新技术	179	9.4.3 封装安全净负荷首部	206
8.1 网络管理概述	179	9.5 防火墙	209
8.1.1 网络管理的基本概念	179	复习思考题	210
8.1.2 简单网络管理协议 SNMP	181	参考文献	212
8.2 综合业务数字网 ISDN	182		

第1章 计算机网络概述

21 世纪是信息社会的时代。技术、科学和社会的发展正在迎接这个时代的到来，作为信息社会的基础设施——计算机网络已经成为人们关注的一个焦点。

20 世纪 50 年代到 80 年代，计算机技术和通信技术的结合，形成了现代的计算机网络。1969 年第一个远程分组交换网 ARPANET 问世；70 年代中期出现的局域网络在 80 年代得到了飞速的发展；从 80 年代到 90 年代，计算机网络发展成为社会重要的信息基础设施。随着客户机/服务器计算模式的流行、多媒体和 ISDN 技术的发展、高速微处理机性能的提高，使得计算机网络技术以惊人的速度发展起来，其应用领域也愈益广泛。特别是到了 90 年代以后，以 Internet 为代表的计算机网络得到了飞速的发展，已从最初的教育科研网络逐步发展成为商业网络，并成为仅次于全球电话网的世界第二大网络。不少人认为现在已经是 Internet 时代，这是因为 Internet 正在改变着我们工作和生活的各个方面，它已给很多国家带来了巨大的好处，并加快了全球信息化的进程。可以毫不夸大地说，Internet 是自印刷术以来人类通信方面最大的变革。

1993 年 9 月 15 日，美国政府发布了“国家信息基础结构（NII）行动计划”的文件，NII 即 National Information Infrastructure 的缩写，俗称“信息高速公路”。1994 年 9 月美国又提出建立全球信息基础结构 GII 的倡议，建议将各国的 NII 互联起来，组成世界范围的信息基础结构。当前的 Internet 就是这种全球性的信息基础结构的雏形。

现在全世界所有的工业发达国家和很多的发展中国家都纷纷研究和制订本国建设信息基础结构的计划。这就使得计算机网络的发展进入了一个新的历史阶段，并变成了几乎人人都十分关心的热门学科。

1.1 计算机网络的发展过程

1.1.1 通信与计算机的结合——计算机网络的产生

早在 20 世纪 50 年代初就出现了一台计算机通过通信线路与若干终端互联的系统，开始了计算机技术与通信技术相结合的尝试，由于那时的计算机主机昂贵，而通信线路和通信设备的价格相对便宜，为了共享主机资源（强的数据处理能力），以单处理机为中心的联机终端网是一种主要的结构形式，如图 1-1 所示。

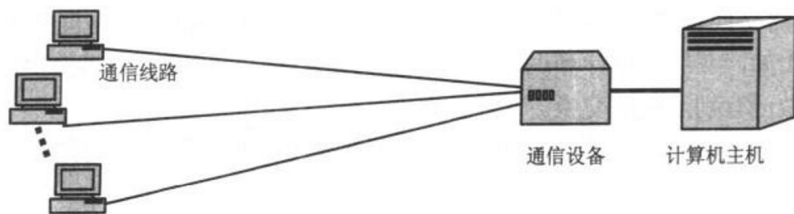


图 1-1 以单处理机为中心的联机终端网

上述的联机终端网中,随着所连终端数的增多,主机既要处理数据,又要承担与各终端间的通信,主机的负荷加重,实际工作效率下降;而且主机与每一台终端都需用专用通信线路连接,线路利用率低。由此出现了数据处理和通信控制的分工,即在主机前增加一个前端处理机,专门处理与终端的通信,并在终端比较集中的地区设置远程线路集中器,它通过低速线路将附近的各终端连接起来,然后通过高速通信线路与主机的前端处理机相连。这种具有通信功能的系统构成了计算机网络的雏形,如图 1-2 所示。由于可采用较便宜的微型计算机充当大型计算机的前端处理机,因此这种面向终端的联机终端网获得了很大的发展。一直到现在,大型计算机组成的网络仍使用前端处理机,而对于目前接入局域网的个人计算机,其使用的接口网卡在原理上就相当于这种前端处理机。

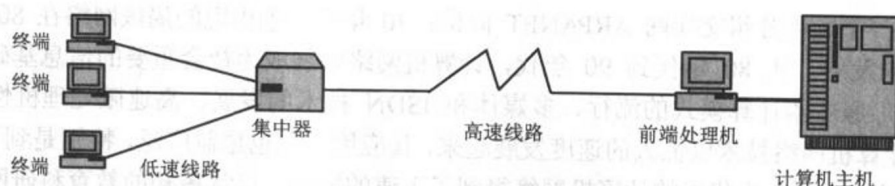


图 1-2 具有前端处理机的联机终端网

1.1.2 分组交换网的出现

分组交换 (packet switching) 也称为包交换,它是现代计算机网络的技术基础。但这一技术经历了一个发展过程。

在有线电话出现不久,人们就认识到在所有用户之间架设直达的线路,不仅线路投资太大,而且没有必要,可以采用交换机实现用户之间的互联。一百多年来,尽管电话交换机从人工转接发展到现代的程控交换机,已经过多次更新换代,但交换方式始终未变,都是采用电路交换 (circuit switching),即通过交换机实现线路的转接,在两个要求通话的用户之间建立一条专用的通信线路。用户在通话之前,先要申请拨号,待建立一条从发送端到接收端的物理通路后,双方才能互相通话。在通话的全部时间里,用户始终占用端到端的固定线路,直到通话结束,挂起电话 (释放线路) 为止。这种通信系统不适合传送计算机或终端的数据,这是因为:

(1) 计算机的数字信号是不连续的,它和打电话传送的连续语音信号不同,它具有突发性和间歇性,传送这种信号真正占用线路的时间很少,往往不到 10% 甚至 1%, 在绝大部分时间里通信线路是空闲的。但是,对电信局来说,只要通信线路被用户占用,不论线路是否在传送数据都要收费。

(2) 电路交换建立通路 (即呼叫过程) 的时间为 10~20s, 对打电话来说时间并不长,但对只需传送半秒钟的计算机数据来说就太长了。

(3) 电路交换很难适应不同类型、规格、速率的终端和计算机之间的通信,除非采取一些措施,比如,在终端和计算机之间经过缓冲器暂存一下,经过适当变换后再发送或接收。但是这样做已有别于电路交换。

(4) 计算机通信对可靠性要求很高,需要在传送过程中进行差错控制,电路交换难以做到。

因此,必须寻找适合于计算机通信的交换技术,才能使计算机网络得到发展。1964 年

8月,巴兰(Baran)首先提出分组交换的概念。1969年12月,美国的分组交换网 ARPANET 投入运行,从此计算机网络进入了一个崭新的发展阶段,标志着现代通信时代的开始。

在图 1-3 中,结点 A、B、…、E 和连接这些结点的链路 AB、BC、…组成了分组交换网,通常称为通信子网,结点上的计算机称为结点交换机。在 ARPANET 中结点交换机称为接口报文处理机 IMP (Interface Message Processor)。图中 $H_1 \sim H_6$ 都是一些独立并且可以进行通信的计算机,称为主机, T 为终端,是人机对话的设备,并通过它与网络进行联系,通信子网以外的这些设备统称为资源子网。

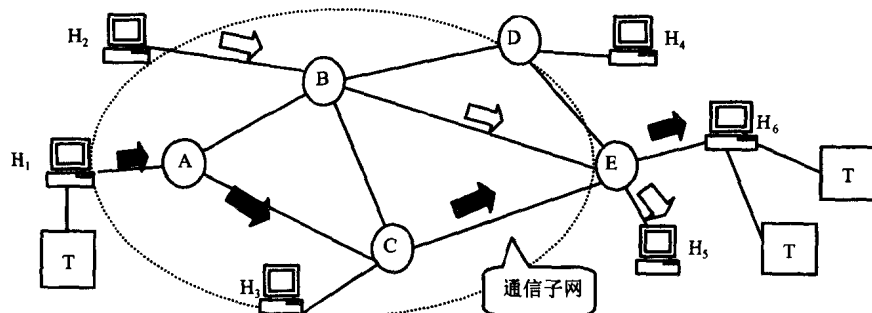


图 1-3 分组交换网示意图

当主机 H_1 要向主机 H_6 发送数据时,首先将数据划分为一系列等长(例如 1000 bit)的分组,同时附上一些有关目的地址等信息,然后将这些分组依次发往与 H_1 相连的结点 A。这时,除链路 $H_1 \sim A$ 外,网内其它通信链路并不被目前通信的双方所占用,即使链路 $H_1 \sim A$ 也只当分组正在该链路上发送时才被占用,在各分组传送的空闲时间,仍可用于传送其它主机发送的分组。结点 A 收到分组后,先将收到的分组存入缓冲区,再根据分组携带的地址信息按一定的路由算法,确定将该分组发往哪个结点。由此可见,各结点交换机的作用是负责分组的存储、转发及路由选择。

图 1-3 中只画了两对主机 H_1 和 H_6 、 H_2 和 H_5 在进行通信。实质上,一个分组交换网只要不超过网络容量,能允许很多主机同时进行通信。当然,要保证数据传送的高度可靠性,还必须采取专门的措施,这些内容将在网络协议中讨论。

基于存储转发原理的分组交换方式,实质上是采用了在数据通信的过程中动态分配传输带宽的策略。这对传送突发性的计算机数据非常合适,使得通信线路的利用率大大提高了。

为了提高分组交换网的可靠性,常采用网状结构,使得当发生网络拥塞或少数结点、链路出现故障时,可灵活地改变路由而不致引起全网的瘫痪。此外,通信网络的主干线路往往由一些高速链路构成,这样就能迅速地传送大量的计算机数据。

综上所述,分组交换网的主要优点可归纳如下(见表 1-1)。

表 1-1 分组交换的优点

优 点	所 采 用 的 手 段
高 效	在分组传送的过程中动态分配传输带宽
灵 活	每个结点均有智能,可根据情况决定路由和对数据做必要的处理
迅 速	以分组为传送单位,在每个结点存储转发;网络使用高速链路
可 靠	完善的网络协议;分布式多路由的通信子网

当然, 分组交换也带来一些新的问题。例如, 分组在各结点存储转发时因要排队总会造成一定的时延。当网络通信量过大时, 这种时延也可能会很大。

分组交换网可以是专用的, 也可以是公用的, 一些工业发达国家已建成了不少公用分组交换网, 与公用电话网相似, 为更广大的用户服务。

1.1.3 计算机网络体系结构的形成

随着计算机网络的发展, 各大计算机公司为使自己制造的计算机易于连网, 并有标准可循, 使网络的软件、硬件具有通用性, 纷纷宣布了自己的计算机网络体系结构标准。如 IBM 公司的 SNA 标准、DEC 公司的 DNA 标准。

1977 年国际标准化组织 (ISO) 为适应网络向标准化发展的需要, 成立了 TC97 (计算机与信息处理标准化委员会) 下属的 SC16 (开放系统互连分技术委员会), 在研究、吸收各计算机厂家的网络体系结构标准的基础上, 开始着手制定开放系统互连的系列标准, 旨在将各种计算机方便互连、构成网络, 该委员会制定了“开放系统互连参考模型 (OSI/RM)”。

1980 年 2 月, 正当局域网开始迅速发展时, 美国电子电气工程师协会成立了 IEEE802 局域网标准委员会, 经过几年努力, 制定了 IEEE802 系列标准, 使局域网从一开始就走上了有标准可循的发展轨道, 许多 IEEE802 标准已成为 ISO 国际标准。

1.1.4 Internet 成为世界上最大的计算机网络

从 20 世纪 80 年代末以来, 在计算机网络领域最引人注目的就是起源于美国的 Internet 的飞速发展。下面简单介绍 Internet 的发展过程。

自 1969 年美国的 ARPANET 问世后, 其规模一直增长很快。到 1983 年就已连上了三百多台计算机, 供美国各研究机构和政府部门使用。1984 年 ARPANET 分解成两个网络, 一个仍称为 ARPANET, 是民用科研网; 另一个是军用计算机网络 MILNET。

美国国家科学基金会 NSF 认识到计算机网络对科学研究的重要性, 因此从 1985 年起, NSF 就围绕其六个大型计算机中心建设计算机网络。1986 年, NSF 建立了国家科学基金网 NSFNET, 它是一个三级计算机网络, 分为主干网、地区网和校园网, 覆盖了全美国主要的大学和研究所。NSFNET 后来接管了 ARPANET, 并将网络改名为 Internet。最初, NSFNET 主干网的速率仅为 56 Kb/s。1989~1990 年, NSFNET 主干网的速率提高到 1.544Mb/s, 即 T1 的速率, 并且成为 Internet 中的主要部分。到了 1990 年, 鉴于 ARPANET 的实验任务已经完成, 在历史上起过重要作用的 ARPANET 就正式宣布关闭。

1991 年, NSF 和美国的其它政府机构开始认识到, Internet 必将扩大其使用范围, 不会仅限于大学和科研机构。且世界上的许多公司纷纷接入到 Internet, 使网络上的通信量急剧增大, 每日传送的分组数达 10 亿个之多, 而 Internet 的容量又满足不了需要。于是美国政府决定将 Internet 的主干网交给私人公司来经营, 并开始对接入 Internet 的单位收费。1993 年 Internet 主干网的速度提高到 45 Mb/s, 到 1996 年速率为 155 Mb/s 的主干网建成。目前有些主干线路速率已达 622 Mb/s, 还有些试验线路速率高达 1 Gb/s。

Internet 已经成为世界上规模最大和增长速率最快的计算机网络, 没有人能够准确说出 Internet 究竟有多大。Internet 的迅猛发展始于 20 世纪 90 年代, 由欧洲原子核研究组织 CERN 开发的万维网 WWW (World Wide Web) 被广泛使用在 Internet 上, 大大地方便了广大非网络专业人员的使用, 成为 Internet 的这种指数级增长的主要驱动力。

由于 Internet 存在着技术上和功能上的不足, 加上用户猛增, 使得现有的 Internet 不堪

重负,因此 1996 年美国的一些研究机构和 34 所大学提出研制和建造新一代 Internet 的设想,即“NGI 计划”(Next Generation Internet Initiative)。NGI 计划的目标是使 Internet 的速度更快、使用更方便和更安全。

Internet 使用分层次的体系结构(通常称为 TCP/IP 协议族,或简称为 TCP/IP),凡遵循 TCP/IP 的各种计算机网络都能相互通信。

1.1.5 新一代计算机网络——宽带综合业务数字网

当人们认识到数字技术的优越性时,就将其用于模拟通信网中。当网络的传输系统和交换系统都采用数字技术时,就称为综合数字网 IDN (Integrated Digital Network)。“综合”就是指网络使用“数字传输”和“数字交换”。如果进一步将各种不同的业务信息经数字化后,都在一个网络中传送,这就是综合业务数字网 ISDN (Integrated Services Digital Network)。这里的“综合”既指“综合业务”也指“综合数字网”。

ISDN 可以分为两代,第一代 ISDN 有时称为窄带 ISDN,即 N-ISDN,它基于 64 Kb/s 信道作为基本交换部件,采用电路交换方式,N-ISDN 的最大贡献在于帧中继。而第二代 ISDN 则称为宽带 ISDN,即 B-ISDN,支持高速(每秒几百兆位)的数据传送,采用快速定长分组交换,而 B-ISDN 的最大贡献在于异步转移模式 ATM (Asynchronous Transfer Mode),也称信元中继。

在 N-ISDN 中,用户通过标准接口进入网络实现了多种业务的综合接口,在网络内部,针对不同业务,实际上还是采用不同的交换方式。随着电子技术的飞速发展,各种新的业务不断涌现,用户对高速网络的需求显得格外迫切,但 N-ISDN 对用户只能提供 2Mb/s 以下的业务,其它性能也很难适应未来的要求,因此,提出了 B-ISDN。

宽带综合业务数字网 B-ISDN 也是将各种业务(如话音、数据、图像和活动图像等)综合在一个网络中传送,它包括 N-ISDN 的所有业务功能,所不同的是,B-ISDN 在交换方式上进行了革新。在 N-ISDN 中针对不同的业务采用不同的交换方式,而 B-ISDN 要做到用统一的交换方式支持不同的业务,因此 B-ISDN 采用了一种崭新的技术,这便是异步转移模式 ATM,而且以光纤为传输干线。

1.2 计算机网络的定义与功能

1. 计算机网络的定义 计算机网络的定义并未统一。

虽然从不同的观点出发,对计算机网络有着不同的定义,但一个计算机网络应当有三个主要的组成部分:

- (1) 若干台主机 它们可独立地向各用户提供服务。
- (2) 一个通信子网 它由一些结点(通信处理机)和连接这些结点的通信线路所组成。
- (3) 一系列的协议 这些协议使在主机之间、主机与通信子网之间以及子网内各结点间的通信成为可能。

因此,目前被大多数人认同的计算机网络的定义是:利用各种通信手段,例如电报、电话、微波和卫星通信等通信线路,把地理上分散、功能独立的多个计算机系统互联起来,在网络协议的控制下,达到相互通信且实现软件、硬件和数据等资源共享的系统。

2. 计算机网络的功能 计算机网络的主要目的是资源共享,它的功能随着应用环境和实际条件的变化而不同,其功能归纳如下:

(1) 扩大资源共享的地域范围 计算机在广大的地域范围连网后资源子网中各主机资源原则上都可共享,可突破地域范围的限制。共享的资源有:硬件、软件和数据。硬件资源有:超大型存储设备、昂贵的外部设备以及大型、巨型机强大的处理能力等,共享硬件资源是共享其它资源的物质基础。软件资源有:各种服务程序和应用程序以及各种大型软件包。数据资源有:各种数据文件、各种数据库等,共享数据资源是计算机网络最重要的目的。

(2) 提高可靠性 计算机网络一般属分布控制方式,如果有某个部件发生故障,网络可隔离故障部件,保持网络的正常工作。

(3) 促进分布数据处理和分布式数据库的发展 利用客户机/服务器模式,把数据处理的功能分散到各个计算机上,实现分布式数据处理和建立性能优良、可靠性高的分布式数据库系统。

(4) 计算机网络的其它功能 计算机网络的应用领域十分广泛,如文件访问与传送、电子邮件、虚拟终端以及作业传送与操作等。

1.3 计算机网络的分类

可以从不同的角度按不同的方式对计算机网络进行分类。

1. 按网络的拓扑结构进行分类 利用拓扑学的观点来分析计算机网络的结构,则可将网络中的计算机、通信设备作为结点,通信线路作为链路,网络由一组结点和连接这些结点的链路组成,这就是网络拓扑结构。它主要有星型、环型、总线型和树型四种,如图 1-4 所示。

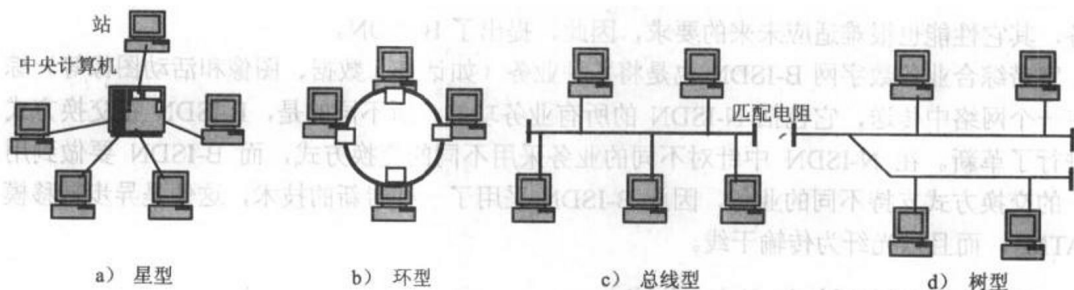


图 1-4 四种典型的网络拓扑结构

(1) 星型拓扑结构 星型拓扑结构采用中央控制,各个结点都是利用点到点的链路接至中央结点,中央结点采用高性能的计算机实现,其余结点之间的通信均由中央结点来沟通,这样整个网络基本上不受外围结点的入网、退网的影响,且外围结点承担数据处理的工作量较小,而大量的数据处理工作由中央结点来完成,因而,中央结点的负荷重,易出现“瓶颈”现象,网络的可靠性较差。

(2) 环型拓扑结构 网络中由若干中继器通过点到点的首尾相连形成一个闭合环,每个中继器由两条链路与其相连接。中继器是一个比较简单的设备,具有单方向的传送能力,从一条链路上接收数据后不加缓冲地以同样的速率沿其另一条链路传送出去,因此在网络环上数据就以一定方向沿环传送。各个站点是通过中继器而入网的。由于环型网上的各中继器是相互串接的,因此任一中继器出现故障均会导致数据传送的失败。另外,任一新的站点入网必须将环路断开后实现,随之也就使网络的环路加长。为了保证环路的可靠性,可用双环路,

并可实现双向传送。

(3) 总线型或树型拓扑结构 总线型是树型拓扑结构的一个特例。在这种结构中各站点都通过相应的硬件接口直接连到传输介质上，各站点间的通信通过公共的传输介质直接进行，这也就是总线的含义之所在。这种结构的优点是：当某一个站点发生故障时，不会影响网络的正常工作，也允许新的站点入网而不影响网络的现行状态。树型拓扑结构是一种分级结构，采用这种拓扑结构组成的网络扩展性强，路由选择方便。

实际的网络拓扑结构可能是这些基本拓扑结构混合构成的，可根据站点的地理分布范围、传输介质、通信距离和网络的可靠性要求等需要来选择一种或几种基本拓扑结构。

按拓扑结构对网络进行分类，可将网络划分为：星型网；环型网；总线网或树型网；混合式，这种网包含有多种基本的拓扑结构。

2. 按网络的覆盖范围进行分类 按网络的覆盖范围对网络进行分类，可将网络划分为：

(1) 广域网 WAN (Wide Area Network) 其覆盖范围通常都为几十~几千 km。广域网有时也称为远程网 (Long Haul Network)。

(2) 局域网 LAN (Local Area Network) 局域网一般用微型计算机通过高速线路相连 (速率通常在 10Mb/s 以上)，但在地理上则局限在较小的范围 (如 1km 左右)。

(3) 城域网 MAN (Metropolitan Area Network) 其覆盖范围在广域网与局域网之间，例如覆盖范围是一个城市，其作用距离约为 5~50km，其传输速率也在 1Mb/s 以上。

若中央处理机之间的距离非常近 (如仅 1m 的数量级或更小些)，则一般称之为多处理机系统而不称它为计算机网络。多处理机互联的系统按其距离大小的分类见表 1-2。

表 1-2 多处理机互联的系统按距离大小的分类

处理机之间的距离	处理机所在的范围	实 例
0.1m	印制板	数据流计算机
1 m	系统	多处理机
10 m	房间	局域网、企业网
100 m	建筑物	同上
1 km	校园	同上
10 km	城市	城域网
100 km	国家	广域网
1000 km	国家，洲	广域网、洲际网

3. 按网络的应用范围进行分类 按网络的应用范围进行分类，可以将网络划分为公用网和专用网：

(1) 公用网 (Public Network) 公用网一般都是由国家电信部门建造的网络。“公用”的意思就是所有愿意按电信部门的规定缴纳费用的人都可以使用。

(2) 专用网 (Private Network) 专用网是某个部门为本系统的特殊业务的需要而建造的网络。这种网络一般不向本系统以外的人提供服务。例如军队、铁路和电力等系统均有本系统的专用网。

公用网和专用网都可以传送多种业务。如传送的是计算机数据，则称为公用计算机网络和专用计算机网络。

1.4 计算机网络在我国的发展

我国开始建设计算机网络的时间比国外晚。国内最早着手建设专用计算机网络的是铁道部，铁道部在 1980 年即开始计算机联网实验，其目的是建立一个为铁路通信和调度服务的运输管理系统。当时的几个结点是北京、济南、上海等铁路局及其所属的 11 个分局。现在铁道部的计算机网络已基本上覆盖了全国的铁路局和分局，并实现了铁路客货运输管理、通信指挥和调度等多种功能。

1989 年 11 月我国第一个公用分组交换网 CNPAC 建成并运行。CNPAC 分组交换网由 3 个结点交换机、8 个集中器和一个双机实现的网络管理中心所组成。1993 年 9 月建成新的中国公用分组交换网，简称 CHINAPAC，由国家主干网和各省、区、市的省内网组成，网络管理中心仍设在北京。主干网的覆盖范围由原来的 10 个城市扩大到 2300 个市、县和乡镇，端口容量达 13 万个，每个交换结点的吞吐量为 $3200 \sim 6400 \text{ pkt/s}$ （分组/秒），每秒可处理 250 次呼叫，传输速率也有了很大的提高。用户的传输速率为 $1.2 \sim 64 \text{ Kb/s}$ ，而中继线的传送速率为 $64 \text{ Kb/s} \sim 2.048 \text{ Mb/s}$ ，并在北京、上海设有国际出入口。

在 20 世纪 80 年代后期，公安、银行、军队以及其它一些部门建立了各自的专用计算机网。这对快速传送各种信息起到了重要的作用。

除此以外，从 20 世纪 80 年代起，国内的许多单位都陆续安装了局域网。由于局域网的价格便宜，其所有权和使用权都属于本单位，因此非常便于开发、管理和维护，局域网的快速发展，对各行各业的管理现代化和办公自动化起到了积极的作用。

特别需要提到的是，自 20 世纪 90 年代起，我国陆续建立了基于 Internet 技术、并可以和 Internet 互联的 4 个全国范围的公用计算机网。这就是：中国公用计算机互联网 CHINANET，中国金桥信息网 CHINAGBN，中国教育和科研计算机网 CERNET，以及中国科学技术网 CSTNET。其中前两个是经营性网络，后两个是公益性网络。

1. 中国公用计算机互联网 CHINANET CHINANET 始建于 1995 年，由中国电信负责运营，它是上述 4 个网络中最大的一个，与其他 3 个网络都有专线互联。CHINANET 由主干网和接入网组成，主干网是 CHINANET 的主要信息通路，由各省会城市和各直辖市的网络结点构成；接入网由各省市、自治区内建设的网络结点构成，全国各地的用户均可拨 163 号码上网。目前，CHINANET 主干网的速率以 2.048 Mb/s 为主，并将逐步提高到 $E3 (34 \text{ Mb/s})$ 甚至更高的速率。CHINANET 在北京、上海和广州分别设有高速国际出口线路与 Internet 互联。现在 CHINANET 的用户数每月以 20% 的速度增长，网络的传送能力还是赶不上用户的需要。

2. 中国金桥信息网 CHINAGBN 1993 年国务院启动了国民经济信息化的网络工程，即金桥工程，并确定吉通通信有限公司为金桥工程的业主。1996 年 9 月，中国金桥信息网 CHINAGBN 正式对社会提供服务。CHINAGBN 是一个覆盖全国、开放式的中速网络，采用了卫星通信和光纤通信技术；它可以传送数据、话音和图像等业务，为金融、海关、贸易、旅游、气象、交通和国家安全等部门提供信息服务。CHINAGBN 主干网的速率现在是 $128 \text{ Kb/s} \sim 8 \text{ Mb/s}$ 。

3. 中国教育和科研计算机网 CERNET 中国教育和科研计算机网 CERNET 于 1994 年开始建设，这是我国第一个完全依靠自己的科技人员设计、建设和运行的全国性计算机网络。