

面向21世纪信息管理与信息系统专业
东南大学出版社 核心课程系列教材



计算机网络

武 忠/主编

面向21世纪信息管理与信息系统专业
核心课程系列教材

信息资源管理概论

信息组织与存储

预测与决策分析

管理信息系统

运筹学

计算机网络

数据库技术及其应用

C/C++程序设计语言

网络信息资源检索与利用

系统分析与设计

计算机网络

策划编辑：张 煦

文字编辑：王小然

封面设计：瀚清堂

ISBN 7-81089-320-3



9 787810 893206 >

ISBN 7-81089-320-3

TP · 12 定价：30.00元

计 算 机 网 络

武 忠 主 编

东南大学出版社

· 南 京 ·

内 容 提 要

本书在全面、简洁地引入计算机网络基本概念、基本原理的基础上,力求体现计算机网络及其应用的最新发展。全书分为三部分:第一部分是基础篇,包括计算机网络的基本概念、数据通信的基础知识;第二部分是原理篇,包括 ISO/OSI 分层体系结构、局域网原理、网络互联、网络计算、网络安全等;第三部分是应用篇,包括网络系统集成、综合布线方法、网页开发工具应用和实验指导等。最后,还对现代网络的一些新技术作了简要概述。

本书内容深入浅出,每章均配有习题。本书可作为高等学校信息管理与信息系统专业或电子商务专业的本科生和研究生学习“计算机网络”课程的教科书或参考书,也可供相近专业技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/武忠主编. 南京:东南大学出版社,

2003.9

ISBN 7-81089-320-3

I. 计... II. 武... III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 070529 号

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 南京京新印刷厂印刷

开本:B5 印张:23.25 字数:495 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

印数:1~4000 册 定价:30.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向发行科调换。电话:025-3795801)

面向 21 世纪信息管理与信息系统专业

核心课程教材建设委员会

孙建军（南京大学信息管理系教授、博导）

吴清烈（东南大学经济管理学院副教授、博士）

武 忠（东南大学经济管理学院副教授、博士）

史田华（南京理工大学信息管理系教授）

王曰芬（南京理工大学信息管理系副教授、博士）

郑会颂（南京邮电学院管理工程系教授）

何有世（江苏大学工商管理学院教授、博士）

刘秋生（江苏大学工商管理学院副教授、博士）

周建屏（苏州大学图书馆副研究馆员）

成 颖（南京大学信息管理系）

前 言

计算机网络技术是目前信息技术中最令人关注的主题之一。一方面,网络技术的发展一日千里,新概念层出不穷,令人目不暇接;另一方面,网络技术已逐渐成为推动产业发展的重要力量,并且渗透到了人们生活的各个方面。因此,作为信息管理与信息系统本科专业的核心课程教科书,力求把握网络技术的发展脉络,是本教材的一个创作重点。

本书结合该课程近年来教学成果和发展趋势,在向读者全面、系统地介绍基本概念的基础上,力求将技术原理的表述简洁化、明了化,以方便没有相关的技术基础(如数字电路等)的读者也能理解教材的内容。本课程涵盖了计算机网络技术的基本概念和原理以及应用工具,主要包括:

- 计算机网络的概念、分类及其发展历程
- 数据通信的基本概念和基本原理
- 计算机网络体系结构的基本概念和基本原理
- 局域网技术的概念和原理
- 互联网技术和网页设计工具
- 网络操作系统的概念和基本原理及其典型的实例
- 网络系统的集成方法和实例
- 现代网络技术的发展

本书的构思来自编著者多年的教学实践和科研工作。全书的整体框架及编写大纲由东南大学武忠制定。书中大部分章节由武忠编写,李可夫、冯绍明、李会霞参与了一部分章节内容的写作,最后由武忠统稿。

本书的出版得到了东南大学出版社的大力支持。在编写过程中,编者还参考了国内外许多专家、学者的研究成果,并借鉴了一些网上资料,在此一并表示最诚挚的感谢。

编者深知,与网络技术的飞速发展及其应用的不断深入相比,本书内容还难以让读者把握网络技术的精髓,书中难免存在一些缺陷和不足,敬请专家、读者批评指正。

武 忠

于 2003 年 7 月

目 录

1	计算机网络概述	(1)
1.1	计算机网络的出现与发展	(1)
1.1.1	面向终端的联机系统	(1)
1.1.2	面向通信的计算机—计算机网络	(3)
1.1.3	标准的体系结构网络	(5)
1.1.4	互联网的广泛应用与快速发展	(6)
1.2	计算机网络的概念	(7)
1.2.1	计算机网络的定义	(7)
1.2.2	计算机网络与多机系统	(7)
1.2.3	计算机网络与分布式系统	(8)
1.3	计算机网络拓扑构型	(8)
1.4	计算机网络的功能	(10)
1.5	计算机网络的分类	(10)
1.5.1	按覆盖地域的范围分类	(11)
1.5.2	按拓扑结构分类	(12)
1.5.3	按通信介质分类	(12)
1.5.4	按数据传输和转接系统的所有者分类	(12)
1.5.5	按通信传播方式分类	(12)
1.5.6	按通信速率分类	(12)
1.6	几种公共数据通信服务	(13)
1.6.1	公共电话交换网	(13)
1.6.2	综合业务数字网	(14)
1.6.3	数字数据网	(15)
1.6.4	多兆位数据交换服务	(15)
	习题	(16)
2	数据通信技术基础	(18)
2.1	数据通信基本概念	(18)
2.1.1	数据和信号	(18)
2.1.2	信道及其主要特性	(18)
2.1.3	数据通信方式	(20)
2.1.4	通信系统的组成	(23)
2.2	数据编码技术	(27)
2.2.1	数字数据的数字信号编码	(28)

2.2.2	数字数据的调制编码	(28)
2.2.3	模拟数据的数字信号编码	(30)
2.3	数据传输方式	(31)
2.3.1	基带传输	(31)
2.3.2	频带传输	(31)
2.4	多路复用技术	(31)
2.4.1	时分多路复用(TDM)	(32)
2.4.2	频分多路复用(FDM)	(34)
2.4.3	波分多路复用(WDM)	(34)
2.5	数据交换技术	(35)
2.5.1	线路交换方式	(35)
2.5.2	报文交换方式	(36)
2.5.3	报文分组交换方式	(37)
2.5.4	帧中继	(37)
2.5.5	异步传输模式	(38)
2.6	差错控制	(39)
2.6.1	差错产生的原因	(39)
2.6.2	差错控制编码方法	(39)
2.6.3	差错控制机制	(41)
	习题	(41)
3	计算机网络体系结构	(43)
3.1	网络体系结构的出现和发展	(43)
3.1.1	网络协议	(43)
3.1.2	网络体系分层结构	(43)
3.2	开放系统互联参考模型	(44)
3.2.1	开放系统	(44)
3.2.2	ISO/OSI 分层原则和七层模型	(44)
3.2.3	ISO/OSI 分层体系的基本概念	(45)
3.3	物理层	(48)
3.3.1	物理层的功能	(49)
3.3.2	物理层的服务	(49)
3.3.3	物理层的特征	(50)
3.3.4	数据线路设备	(50)
3.4	数据链路层	(51)
3.4.1	数据链路层的功能	(51)
3.4.2	数据链路层的服务	(52)
3.4.3	数据链路层流量控制原理	(52)

3.4.4 数据链路层协议	(55)
3.5 网络层	(56)
3.5.1 网络层的功能	(56)
3.5.2 网络层的服务	(57)
3.5.3 网络路由选择	(58)
3.5.4 网络层数据流量控制	(60)
3.6 传输层	(61)
3.6.1 传输层的功能	(62)
3.6.2 传输层的服务	(62)
3.6.3 传输层协议类型	(62)
3.7 会话层	(64)
3.7.1 会话层的功能	(64)
3.7.2 会话层的服务	(64)
3.7.3 会话同步管理	(64)
3.7.4 会话交互管理	(65)
3.8 表示层	(66)
3.8.1 表示层的功能	(66)
3.8.2 表示层的服务	(66)
3.9 应用层	(67)
3.9.1 应用层基本概念和模型	(67)
3.9.2 应用层协议	(68)
3.10 TCP/IP 分层体系结构	(68)
3.10.1 TCP/IP 协议	(68)
3.10.2 TCP/IP 参考模型与层次	(69)
3.11 X.25 分组交换网的体系结构	(71)
习题	(71)
4 局域网技术	(74)
4.1 局域网概述	(74)
4.1.1 局域网的定义和特点	(74)
4.1.2 局域网主要技术	(74)
4.2 局域网参考模型	(82)
4.2.1 物理层	(84)
4.2.2 数据链路层	(84)
4.3 IEEE802.3 标准:总线局域网	(87)
4.3.1 介质访问控制方法	(87)
4.3.2 MAC 协议	(90)
4.4 IEEE802.5 令牌环局域网	(92)

4.4.1	令牌环的工作原理	(93)
4.4.2	令牌环的管理	(94)
4.4.3	MAC 协议	(96)
4.5	IEEE802.4 令牌总线网	(98)
4.5.1	令牌总线网的工作原理	(98)
4.5.2	令牌总线的管理	(99)
4.5.3	MAC 帧格式	(102)
4.6	高速局域网	(103)
4.6.1	局域网发展的驱动因素及其发展方向	(103)
4.6.2	高速局域网技术	(103)
4.7	交换式局域网	(109)
4.7.1	交换式集线器技术	(110)
4.7.2	ATM 局域网技术	(112)
4.8	局域网组网方法	(114)
4.8.1	局域网组网技术方案的选择	(114)
4.8.2	系统组网应注意的问题	(117)
	习题	(119)
5	网络互联技术和 Internet	(122)
5.1	网络互联的基本概念	(122)
5.1.1	网络互联的要求	(122)
5.1.2	网络互联层次	(123)
5.1.3	网络互联协议	(123)
5.2	网络互连设备	(124)
5.2.1	中继器	(124)
5.2.2	网桥	(125)
5.2.3	路由器	(127)
5.2.4	网关	(128)
5.2.5	网络互连设备的选择	(130)
5.3	TCP/IP 协议	(130)
5.3.1	TCP/IP 协议概述	(130)
5.3.2	TCP/IP 核心协议	(130)
5.3.3	Internet 名字和地址	(134)
5.4	Internet 基本服务	(136)
5.4.1	远程登录	(136)
5.4.2	电子邮件	(138)
5.4.3	文件传输协议	(140)
5.4.4	WWW 服务	(142)

5.4.5	Gopher	(143)
5.4.6	新闻组	(143)
5.4.7	电子公告牌(BBS)	(143)
5.5	Internet 接入技术	(144)
5.5.1	Internet 基本构件	(144)
5.5.2	Internet 的接入方式	(145)
5.6	Internet 资源	(147)
5.7	企业内部网 Intranet	(149)
5.7.1	Intranet 简介	(149)
5.7.2	Intranet 的主要特征	(150)
5.7.3	Intranet 的应用领域	(151)
	习题	(152)
6	网络操作系统	(155)
6.1	网络操作系统概述	(155)
6.1.1	网络操作系统的发展与分类	(155)
6.1.2	网络操作系统提供的基本服务	(157)
6.1.3	网络操作系统的特征	(158)
6.1.4	当前流行的网络操作系统简介	(159)
6.1.5	网络操作系统实例	(161)
6.2	Windows 2000	(166)
6.2.1	Windows 2000 的特点	(166)
6.2.2	活动目录服务	(169)
6.2.3	磁盘管理	(176)
6.2.4	DHCP、DNS 和 WINS 服务管理	(183)
6.2.5	WINS 服务	(190)
6.3	Unix 系统	(192)
6.3.1	Unix 的发展史	(192)
6.3.2	Unix 系统的特点	(193)
6.3.3	Unix 系统的结构	(194)
6.3.4	Unix 实用程序	(196)
6.3.5	Unix 网络应用	(201)
6.4	NetWare	(207)
6.4.1	NetWare 概述	(207)
6.4.2	NetWare 基本体系结构	(207)
6.4.3	NetWare 基本技术特点	(207)
6.4.4	NetWare 的磁盘管理	(209)
6.4.5	装订库	(209)

6.4.6	NetWare 实用程序	(210)
6.5	Linux 系统	(213)
6.5.1	Linux 系统概述	(213)
6.5.2	Linux 系统管理	(215)
6.5.3	网络应用	(228)
	习题	(229)
7	网络系统的设计、集成与开发	(232)
7.1	网络系统集成概述	(232)
7.1.1	系统集成的背景	(232)
7.1.2	网络系统集成的概念	(233)
7.1.3	网络系统集成的原则	(234)
7.2	网络系统规划与设计	(234)
7.2.1	网络系统用户需求分析及系统目标的确定	(235)
7.2.2	网络系统规划及设计的一般方法	(236)
7.2.3	网络系统总体设计	(237)
7.3	网络系统的建设实施	(252)
7.3.1	组建 100 Base T 快速以太网	(252)
7.3.2	组建千兆以太网	(255)
7.3.3	结构化布线	(255)
	习题	(262)
8	网络计算与 WWW 页面开发工具	(265)
8.1	网络计算模式	(265)
8.1.1	网络计算模式的演变	(265)
8.1.2	客户机/服务器模式	(266)
8.1.3	基于 Web 技术的浏览器/服务器网络计算模型	(269)
8.2	WWW 网页设计与应用开发——HTML 基础	(271)
8.3	FrontPage 2000	(276)
8.4	Dreamweaver	(285)
8.5	ASP、JavaScript 和 VBScript 简介	(289)
8.5.1	ASP	(290)
8.5.2	JavaScript	(290)
8.5.3	VBScript	(290)
8.6	WWW 服务器软件包的选择	(291)
8.6.1	Apache HTTP Server	(291)
8.6.2	微软公司的 Internet Information Server	(291)
8.6.3	网景公司的 Netscape Enterprise Server	(292)
8.6.4	O'Reilly 公司的 WebSite Professional	(293)

习题	(294)
9 网络管理与网络安全	(297)
9.1 网络管理	(297)
9.1.1 简单网络管理协议(SNMP)	(297)
9.1.2 公共管理信息协议(CMIS/CMIP)	(298)
9.2 网络管理软件	(298)
9.2.1 NetView	(299)
9.2.2 其他管理软件	(299)
9.3 网络安全概述	(300)
9.3.1 网络安全基础	(300)
9.3.2 Windows 2000 安全策略	(301)
9.3.3 Unix 系统安全策略	(304)
9.3.4 局域网的安全	(307)
9.4 防火墙技术	(308)
9.4.1 防火墙的基本知识	(308)
9.4.2 防火墙的体系结构	(312)
9.4.3 防火墙的实现技术	(316)
9.4.4 防火墙产品简介	(318)
9.5 数据加密技术	(319)
9.5.1 数据加密概述	(319)
9.5.2 安全算法	(319)
9.5.3 常用软件(PGP 数据加密系统)	(321)
9.6 数字签名技术	(324)
9.6.1 简介	(324)
9.6.2 利用传统密码进行数字签名	(325)
9.6.3 利用公开密钥进行数字签名	(326)
9.6.4 仲裁签名	(326)
9.7 其他安全技术	(327)
9.7.1 虚拟专用网(VPN)技术	(327)
9.7.2 认证技术	(329)
习题	(330)
10 现代网络技术的发展	(333)
10.1 IPv6 技术	(333)
10.1.1 IPv4 的局限性和升级到 IPv6 的思路	(333)
10.1.2 IPv6 地址	(334)
10.1.3 IPv6 地址的划分	(334)
10.1.4 IPv6 数据单元	(337)

10.2	数字用户环路(DSL)	(339)
10.2.1	非对称数字用户环路(ADSL)	(339)
10.2.2	高速数字用户环路(HDSL)	(340)
10.2.3	甚高比特数字用户环路(VDSL)	(341)
10.3	无线局域网及蓝牙技术	(341)
10.3.1	无线局域网	(341)
10.3.2	蓝牙技术	(342)
	习题	(343)
11	网络系统集成实例与实验	(344)
11.1	某公司局域网建设方案简介	(344)
11.1.1	公司简介	(344)
11.1.2	公司建立网络系统的目标	(344)
11.1.3	技术方案	(344)
11.1.4	系统安装和配置	(345)
11.2	网络系统试验	(349)
11.2.1	组建家庭网	(349)
11.2.2	组建小型办公室网络	(350)
11.3	网页(静态)设计实验	(352)
11.4	Windows 2000 Server 安装与操作试验	(353)
附录 A	ASCII 码表	(354)
附录 B	常用的 Internet 搜索引擎	(355)
	参考答案	(357)
	参考文献	(359)

计算机网络作为计算机与通信技术结合的产物,产生于 20 世纪 50 年代,在近几十年里,得到了迅猛的发展和应用,对人类的生产和生活方式产生了深远的影响。特别是进入 20 世纪 90 年代以来,互联网的应用渗透到社会生活的各个领域,尤其是电子商务的迅速崛起,标志着人类对数据、商业信息的管理发生了革命性的变化,这又反过来极大地刺激了计算机网络技术的高速发展。从最早为使用计算机采用远程通信的方式将终端连接到计算机,到今天互联网上成千上万的计算机连接在一起交换信息;从 1.6Kb/s 的数据线路规范到 500Mb/s 的非屏蔽双绞线传输技术,从模拟电话线的线路交换技术发展到了光纤的波分多路复用技术,计算机网络技术已经成为了信息时代的核心技术之一。

本章首先讨论计算机网络的出现与发展历史,然后对网络定义、拓扑构型与分类等重要问题进行了概述,帮助大家对于计算机网络有一个初步的认识。

1.1 计算机网络的出现与发展

计算机网络技术如同任何其他事物的发展一样,经历了一个从简单到复杂、从低级到高级的发展过程。世界上第一台电子计算机在 20 世纪 40 年代问世后,直到 10 年之后,人们才利用电话线,通过一种终端实现远程发送数据给计算机,结束了近距离使用的方式,标志着计算机和通信技术开始走向了融合发展的道路。随着技术的发展和应用的需要,在联机系统的基础上发展到把多台中心计算机相互联结起来,并从只是实现计算机之间相互传输数据的通信网络,到实现以资源共享为目的的计算机网络,才标志着网络技术达到了成熟的高级阶段。概括地说,其发展过程可划分为:面向终端的联机系统,面向通信的计算机—计算机网络,标准的体系结构网络和互联网的广泛应用和快速发展 4 个阶段。

1.1.1 面向终端的联机系统

在这一阶段的联机网络中,已开始涉及多种通信技术、数据传输设备、数据交换设备等。由单用户独占一个系统发展到分时多用户系统,从终端—单机系统发展到了终端—前置处理机—单机系统。

1) 单机联机系统

这一阶段可以追溯到 20 世纪 50 年代,当时电子计算机的体积庞大,数量很少,价格十分昂贵,需要建立一个计算中心,以便运行与维护一台计算机。当时尚未出现管理程序与操作系统,使用计算机十分繁琐。要进行科学计算,人们只能亲自携带程序和数据来到中心机房,采用手工方式上机,或者由机房工作人员代劳。显然,这种使用计算机的方式对于远地用户来说是极不方便的。

随着计算机软件的发展,开始出现批处理方法。用户使用计算机得到了简化:只需编写上机操作说明,连同程序和数据同时输入到计算机,计算机将自动完成所要求的计算任务。与此同时,由于电子计算机广泛地应用于工业、商业与军事等各个部门,需要将分散在各个地方的数据进行集中处理,从而促使了批处理系统采用通信技术,产生了具有脱机通信功能的批处理系统。尽管这样为远地用户带来了方便,但是计算机的使用效率还是比较低的,因为这种方式仍然需要操作员来干预远程输入及输出过程。

为了克服脱机通信方式的缺点,人们在计算机系统中增加了通信控制设备。远地用户的输入输出设备可以通过通信线路和通信控制设备直接与计算机连接。这样,用户在进行计算时,不需要计算中心操作员的干预,一方面使中心操作员摆脱了繁重的工作,另一方面大大提高了数据处理的效率,实现了远程的交互。这就是最早的单机联机(On-Line)系统。

为了应用到不同的领域,如自动控制、自动监测,除了以上用于科学计算与信息处理的通用输入输出设备之外,人们又研制了大量能与计算机连接的监测、控制设备。实时控制或分时系统都需要由一台主计算机连接多台终端设备,这种远程批处理系统、远程分时处理系统与远程实时控制系统是一种更为复杂的联机系统。

这一时期的联机系统大多采用专用的点到点通信线路,将多个终端与主机连接起来。以单计算机为中心的联机系统如图 1-1 所示。

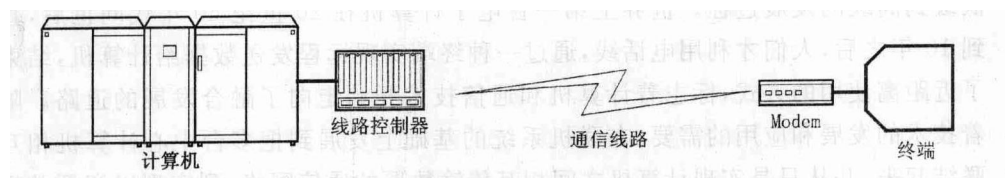


图 1-1 单机联机系统示意图

连接大量终端的联机系统有两个明显的缺点:一是主机系统的负荷较重,主机除了要完成数据处理任务之外,还要承担繁重的通信管理任务,致使主机的信息处理能力大打折扣;二是通信线路的利用率较低。

2) 多机联机系统

为了克服单机联机系统的第一个缺点,人们在以下两个方面作了改进:一是为减轻主机的负荷,在主机之前设置了一台计算机,称为前置处理机(Front End Processor, FEP),专门负责处理终端与主机间通信任务,主机集中大部分的时间来处理用户数据,这样,系统的工作效率显著提高;二是在终端比较集中的地区设置一个线路集中器。多个终端使用低速通信线路汇集到线路集中器,线路集中器使用一条高速通信线路连接到主机,从而提高了通信线路的利用率,如图 1-2 所示。

使用专用通信线路的造价较高,为了能使用电话线路传送终端与计算机的数据信息,需要使用一种叫调制解调器的设备。我们通常将这个通用的联机系统称为面向终端的计算机通信网。

20 世纪 60 年代,面向终端的计算机通信网得到了很大的发展。美国航空公司与 IBM 公司联合研究并于 60 年代初投入使用的飞机订票系统 SABRE-1 就是一个实例。这个系统由一台中央计算机与全美范围内的 2000 个终端组成。

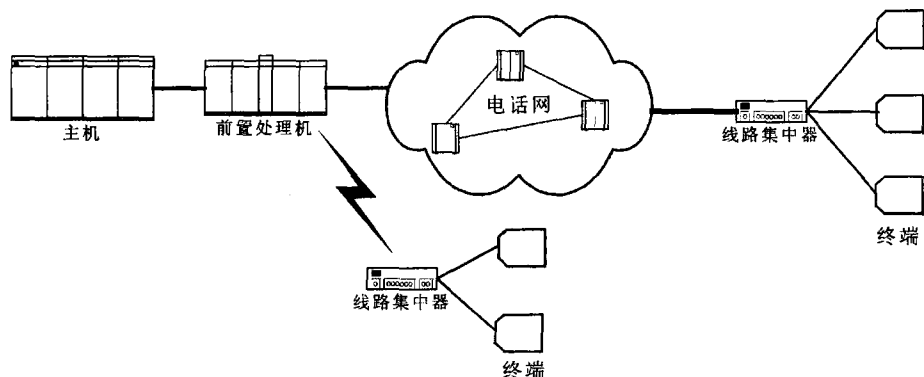


图 1-2 多机联机系统示意图

另外,美国的半自动化地面防空系统(SAGE)是另外一个实例。该系统将地面作战区域分为 17 个防区,每个防区的指挥中心装有两台 IBM 公司的 AN/FSQ-7 计算机,通过通信线路连接防区内各雷达观测站、机场、防空导弹和高射炮阵地,形成联机计算机系统。由计算机程序辅助指挥员决策,自动引导飞机和导弹进行拦截。SAGE 系统最先采用了人机交互作用的显示器,研制了小型计算机形式的前端处理机,制定了 1.6Kb/s 的数据通信规程,并提供了高可靠性的多种路径选择算法。

这一时期将彼此独立发展的计算机技术与通信技术结合起来,促进了数据通信技术与计算机通信网络的研究,为计算机网络的产生做好了技术准备,奠定了理论基础。

1.1.2 面向通信的计算机—计算机网络

随着被连入的主机和终端数目的不断增加,面向终端的联机系统在其应用与发展的过程中,面临的问题表现得越来越突出:首先,租用的电话、电报网的线路,在传输质量和速率等方面不能满足数据通信的要求,计算机通信则要求能非常可靠并准确无误地传送每一个比特,因此需要采取有效的差错控制技术;其次,传统电话网的线路交换和电报网的报文交换方式在通信线路的利用率和传输迟延两方面不能获得很好的折衷;再次,由于计算机与各种终端的传送速率不同,在采用线路交换时,各个厂家不同类型、不同规格、不同速率的终端很难相互进行通信,因此必须采用统一的数据通信体制和网络体系结构来解决这个问题。

20 世纪 60 年代英国国家物理实验室的 Davies 首次提出“分组”(Packet,又译为“数据单元”)的概念。第一个利用“分组交换”(Packet Switching)却是美国国防部的高级研究计划局(Advanced Research Project Agency, ARPA)。