



高职高专“十二五”
计算机类专业规划教材

计算机网络项目教程

郭运宏 主 编

李海燕 王 粲 梁燕华 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



高职高专“十二五”
计算机类专业规划教材

计算机网络项目教程

主 编 郭运宏

副主编 李海燕 王 粲 梁燕华

编 写 赵少林

主 审 王奎英 乔菊英



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为高职高专“十二五”计算机类专业规划教材。本书根据多年的教学和工程项目的经验编写,在突破传统教材不足的基础上,以项目为引导,以任务为驱动进行编写。全书共9章。第1章讲述计算机网络的基本知识,第2章讲述数据通信基础,第3章讲述网络体系结构与协议,第4章讲述局域网,第5章讲述广域网,第6章讲述网络互联技术,第7章讲述TCP/IP协议,第8章讲述网络管理,第9章讲述网络设计与案例分析。本书在考虑知识系统性、完整性和严谨性的同时,照顾到技能逐步提高的规律,以必需和够用为原则、以可操作性为基础、以技能提升为目标,使读者能够逐步达到对计算机网络知识的了解、认知和掌握。

本书可作为高等职业院校计算机专业或者网络技术相关专业的教材,也可作为网络技术工程人员的参考书,还可作为广大计算机网络的爱好者和网络专业技术资格水平考试的学习辅导用书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络项目教程/郭运宏主编. —北京:中国电力出版社,2013.12

高职高专“十二五”计算机类专业规划教材

ISBN 978-7-5123-5043-4

I. ①计… II. ①郭… III. ①计算机网络—高等职业教育—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第238783号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013年12月第一版 2013年12月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 17.75印张 432千字

定价 33.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

计算机网络是一门理论与实践相结合的课程,作者根据多年来的教学实践发现,传统的教材不能很好地将教学过程中出现的知识、技能与实践结合起来,这样一是学习起来难度较大,二是不能很好地反映课程的特色,三是学生学习积极性和主动性不能充分发挥。本着“项目载体、任务驱动”的教学原则,笔者组织了长期从事一线教学的老师和现场的高级工程技术人员,精心编写了这本教材,在考虑知识系统性、完整性和严谨性的同时,照顾到技能逐步提高的规律,以必需和够用为原则、以可操作性为基础、以技能提升为目标,使读者能够逐步达到对计算机网络知识的了解、认知和掌握。

1. 本书主要特色

(1) 理念先进。本书紧紧围绕高技能人才培养的目标,以项目为背景,以知识为主线,学、用结合,大胆进行“校企合作、工学结合、项目导向,任务驱动”的教学改革,选取合适的项目作为教学载体,分别以组建局域网、规划配置校园网、网络管理与故障排除三个项目为背景,以项目的开发过程为主线,并将每个项目分解成多个任务,合理地安排到相关章节中,将知识的讲解贯穿于项目的开发过程中,通过对任务的分析和实现,依次引导学生由浅入深、由简到难地学习,使学生的能力在三个项目的实施中逐步得到提高,达到“学以致用”的目的。

(2) 组织合理。按照工作过程系统化的思想组织了教材的内容,把基础知识和扩展知识结合,保证知识的覆盖面,在完成项目的过程中贯穿了计算机网络的基本知识、网络的体系结构、网络互联技术与协议、网络设计案例、网络故障与维护、以太网工业应用等知识点。在课程内容的选择上,遵循学生能力培养的基本规律,以三个项目作为教学载体,通过学习情境的构建将传统的教学内容进行解构、重构,并将基础知识和实践教学融入到项目开发的过程中。

(3) 通俗易懂。这是一门注重实践的课程,实践性的技术要在实践中提高。本书采用了一种简单的、易于接受的风格重点讲解网络理论知识,培养学生养成规范的实践工作。书中精心设计了大量的案例,对每个案例都进行了细致的解析,总结了各种方法;读者可以参照案例轻松完成在实践中的应用,事半功倍,举一反三。

另外,书中还以丰富的案例给出了在实际工作中的依据和参考,采用了大量的图表,使得理论更加直观和易于理解。本书在培养学生能力的同时,还注重对学生进行规范的训练,使得学生养成良好的习惯和方法,遵守基本的约定,在规范方面实现与企业的无缝对接。本书提供的实例,列举出学生处理该类问题时容易出现的差错,有些实例还给出了不同的解决方法,以便学生更好地了解和掌握。同时,每章后均附有大量的习题,便于读者检查学习效果。

2. 本书内容安排

(1) 基础篇。

基础篇包括第1~3章。以组建局域网项目为背景,主要介绍计算机网络的基本知识、

数据通信基础、OSI 各层的协议和网络体系结构。通过本篇的学习，读者应能利用基础知识组建小型局域网。

第 1 章介绍计算机网络的组成与结构、网络的类型与特征、网络的拓扑结构等。第 2 章介绍数据通信模型、数据传输技术、数据交换技术、传输介质和差错控制。第 3 章介绍了网络的体系结构、TCP/IP 协议各层的功能与协议等。

(2) 提高篇。

提高篇包括第 4~7 章。以规划配置校园网项目为背景，主要介绍局域网、广域网技术，网络互联技术，TCP/IP 协议，网络操作系统的配置与管理，网络安全等内容。通过本篇的学习，读者应能灵活运用所学知识，规划和组建大型网络，解决工程设计中的一般故障。

第 4 章介绍了局域网，第 5 章介绍了广域网，第 6 章介绍了网络互联技术，第 7 章介绍了 TCP/IP 协议、网络规划与子网划分等内容。

(3) 应用篇。

应用篇包括第 8、9 章。以网络管理与故障排除项目为背景，主要介绍网络管理、网络规划与设计及网络技术在工业中的应用。

第 8 章介绍了 SNMP 协议、典型的网络管理系统和网络故障的诊断与排除。第 9 章介绍了网络的规划与设计案例等内容。通过本篇的学习，读者应具有网络管理的能力和故障的识别与排除能力。

本书能够满足高等职业院校计算机专业及其相关专业的教学需求，同时对从事网络管理、网络工程的技术人员有一定的参考价值。也可供广大爱好者通过本书完善自己的知识结构，更好的提升自身的价值。

本书由郑州铁路职业技术学院郭运宏担任主编，郑州铁路职业技术学院刘开茗、李海燕、王粲和郑州澍青医学高等专科学校梁燕华担任副主编；郭运宏撰写第 4 章、第 5 章；刘开茗撰写第 8 章、第 9 章；王粲撰写第 1 章、第 2 章；梁燕华撰写第 6 章、第 7 章；李海燕撰写第 3 章；全书由郭运宏统稿。

本书在编写过程中，还得到了王少康、张勇和张冬健的大力协助，在此一并致谢。由于水平 and 时间的限制，书中难免有疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

2013 年 3 月

目 录

前言

第 1 篇 基 础 篇

项目 1 组建局域网	1
第 1 章 计算机网络概述	5
1.1 任务一 参观实验设备和网络机房	5
1.2 计算机网络的形成与发展	6
1.3 计算机网络的组成与结构	11
1.4 计算机网络的类型及其特征	15
1.5 计算机网络的应用	17
1.6 小结	18
1.7 习题	19
第 2 章 数据通信基础	20
2.1 任务二 制作网线与网络连接	20
2.2 数据通信模型	23
2.3 数据传输技术	24
2.4 数据交换技术	35
2.5 多路复用	40
2.6 传输介质	44
2.7 小结	49
2.8 习题	50
第 3 章 计算机网络体系结构与协议	51
3.1 任务三 TCP/IP 协议的安装与配置	51
3.2 计算机网络体系结构	53
3.3 物理层功能与协议	61
3.4 数据链路层协议	68
3.5 网络层协议	80
3.6 传输层协议	85
3.7 高层协议	92
3.8 小结	97
3.9 习题	97

第2篇 提高篇

项目2 规划配置校园网	98
第4章 计算机局域网	115
4.1 任务四 组建对等网	115
4.2 局域网概述	116
4.3 以太网技术	122
4.4 高速局域网	130
4.5 小结	139
4.6 习题	140
第5章 广域网	142
5.1 任务五 接入 Internet	143
5.2 广域网概述	145
5.3 拥塞控制	151
5.4 X.25 公用分组交换数据网	152
5.5 异步传输模式 (ATM)	155
5.6 帧中继	166
5.7 小结	169
5.8 习题	170
第6章 网络互联技术	171
6.1 任务六 掌握 Cisco 路由器的基本配置	171
6.2 网络互联概述	174
6.3 网络互联技术及互联设备	180
6.4 小结	202
6.5 习题	202
第7章 TCP/IP 协议	204
7.1 任务七 RIP 协议配置	204
7.2 TCP/IP 简介	206
7.3 IP 协议	208
7.4 TCP 协议	231
7.5 小结	234
7.6 习题	234

第3篇 应用篇

项目3 网络管理与故障排除	235
---------------------	-----

第 8 章 网络管理	238
8.1 任务八 网络管理协议与故障分析	238
8.2 网络管理概述	240
8.3 网络管理协议	243
8.4 典型的网络管理系统	246
8.5 网络故障的诊断与排除	249
8.6 小结	262
8.7 习题	263
第 9 章 网络设计与案例分析	264
9.1 网络规划与设计	264
9.2 VLAN 配置案例	269
9.3 网络案例介绍	272
参考文献	275

第 1 篇 基 础 篇

本篇以组建局域网项目为背景，介绍了计算机网络形成与发展、网络的组成与结构、网络的类型及其特征和网络的应用；介绍了计算机数据通信的基本内容和计算机网络体系结构与协议。为了便于相关理论知识的学习，将项目一分解为三个子任务，分别贯穿于第 1~3 章中进行分析 and 实现。

通过本篇的学习，学生应了解计算机的工作过程和计算机网络通信的原理和实现，并能利用这些知识组建小型的局域网，解决日常生活和工作中的数据共享、网络访问、文件传输和资料下载等问题。

项目 1 组 建 局 域 网

一、任务描述

使学生理解和掌握项目所涉及的知识要点和内容，培养学生学习如何撰写项目方案，初步掌握根据项目方案进行施工的方法，组建小型局域网。

二、知识要点

该项目涉及的知识要点包括网络基本知识、网络拓扑结构、数据通信基础、计算机网络体系结构与协议、认识各种网络设备、制作网线与测试网线的连通性、TCP/IP 协议的安装、TCP/IP 协议的配置等内容。这些知识和内容将在第 1 章~第 3 章中详细介绍。

三、任务分析

为实现该局域网的组建，首先要进行需求分析，主要是：

(1) 公司名称：××××××有限责任公司

(2) 公司结构：总经理办公室（总经理 1 名）

销售部（销售部经理 1 名 其他人员 25 名）

财务部（财务部经理 1 名 其他人员 5 名）

物流部（物流部经理 1 名 其他人员 25 名）

.....

(3) 公司资产：×××××万

(4) 公司主营：(略)

(5) 企业需求分析：企业共有员工 92 人，欲实现平均 2~3 人拥有一台办公电脑。现已将公司分为 6 个部门，其中销售部门占用 2 个办公室，其他各部门各占用一个。电脑分配如下：总经理办公室 1 台笔记本电脑；财务部 2 台台式机（以下皆为台式机）；物流部 7 台等。

(6) 组网方案基本要求：①从使用需求上来说，企业网络在文件传输和资料下载方面的

需求较高,而对网络游戏、在线电影、语音视频、BT和点播等方面的使用要求较低,所以用户对外网访问速度要求相对不高,只要网络稳定即可。②从组网结构上来说,企业网络实现分区管理、分区服务是一个很好的管理方式,所以组网的时候要考虑到企业网络的分区问题,以更好地满足不同员工的不同使用需求,同时也要便于管理。③从设备选购上来说,组建企业网络,成本是一个重要的问题,提供质量更高、服务更好的网络的同时要考虑到投入的成本,网络设备更新快,所以也要采用注重实效的方针,坚持实用、经济的原则;也要考虑设备的可扩展性和易维护性。

其次是建设目标与规划:

(1) 建设目标: 组建一个星型结构网,从而在企业内部建成一个局域网,实现资源共享和数据通信的功能,便于日常的办公和管理。

(2) 建设规划:

1) 采用技术。较为成熟的以太网技术仍然是企业组网技术的最佳选择,而在百兆以太网和千兆以太网上,千兆网络更能满足企业高速稳定的需求,企业采用千兆网络也是一个必然的趋势。根据目前企业采用千兆的情况来看,大致可分为主干千兆企业、全千兆企业以及全千兆无盘企业等,鉴于企业的特殊使用需要,我们选择全千兆的无盘网络。

2) 接入方式。根据企业对不同网络资源的访问,为求高速稳定可采取电信网通同时接入的方式。其中的双光纤接入又有两种方式可以选择,一种是采用光纤收发器实现光纤与多WAN口路由器的连接,这种方式最大的特点是投入成本低。选择光纤收发器时,性能当然重要,不过更需要注意的是接入光纤介质的类型,如果是单模光纤,那么就要用到单模光纤收发器;如果是多模光纤,则要用多模光纤收发器。另一种是直接采用双WAN口路由器提供的光纤模块,但这种光纤模块需要另外花钱购买,成本也比光纤收发器高。从成本角度考虑,建议采用第一种方式。

3) 组网模式。为适应企业内部笔记本电脑用户和多媒体会议的需要,此方案采用有线+无线的混合组网模式,基本的形式是:多WAN口路由器+主干交换机+接入交换机+无线路由。

4) 拓扑结构。星形拓扑结构是指网络中所有结点都连接在一个中央集线设备上。所有数据的传送及信息的交换和管理都通过中央集线设备来实现。

优点:

- ①结构简单,连接方便,管理和维护都相对容易,而且扩展性强;
- ②网络延迟时间较小,传输误差低;
- ③在同一网段内支持多种传输介质,除非中心结点故障,否则网络不会轻易瘫痪。

缺点:

- ①安装和维护的费用较高;
- ②共享资源的能力较差;
- ③通信线路利用率不高;
- ④对中心节点要求相当高,一旦中心节点出现故障,则整个网络将瘫痪。

5) 设备选择: 宽带路由器、主干交换机、接入层交换机、无线路由器和双绞线等设备都可由需要来选择,详见表0-0设备清单,这里不做赘述。

表 0-0 设 备 清 单

产品名称	产品型号	数量	单价 (元)
宽带路由器	CISCO 2821	1 台	12 000
服务器	IBM System x3400 M2 (7837I01)	2 台	12 750
主干交换机	华为 3Com Quidway S5624P	1 台	25 000
接入层交换机	思科 WS-C2960-24TT-L	2 台	4800
无线路由器	华硕 WL-500W	1 台	1600
双绞线	超五类非屏蔽双绞线 (灰白 305m)	3 箱	650
台式电脑	联想 E3610	40 台	4150
笔记本电脑	戴尔 Vostro 3400 (T520304CN)	1 台	5495
Windows Server 2003	中文版	1 件	8968
合 计			256 113

(3) 具体过程

1) 综合布线

①首先先将两台服务器，宽带路由器和主干交换机等放置在中心控制室，用千兆双绞线连好，将交换机放置在一个专门的机柜中，从其前端面板的指示灯上，能迅速了解每个交换机的工作状态，既方便管理，也降低网络故障率。

②将无线路由器及接入层交换机接入主干交换机，用千兆双绞线接好。

③将台式机分别放置在相应办公室，然后分别用百兆双绞线接好。

④在会议室安置 2 台台式机，用双绞线连好。

⑤在总经理办公室放置 1 台笔记本电脑，使用无线路由。

⑥所有的网线铺设完毕后，把每一组网线每隔 1m 捆扎在一起。采用 pvc 槽板把网线全部放入线槽内盖好。注意不要将网线跟电源线同放在一个槽板中，避免电源线的干扰影响网络数据的传输。

特别注意：在连接计算机的一端最好预留 1.5m 左右的长度，在连接交换机端口的一端要预留 1m 左右的余量，避免捆扎在一起的网线由于自重扯动部分网线的水晶头，造成接触不良。

2) 软件设置

①在服务器上安装 Windows Server 2000 操作系统；

②在台式机和笔记本电脑上安装 Windows XP 操作系统；

③安装相应的其他软件；

④系统采用 TCP/IP 协议，其网络地址及主机标识使用 TCP/IP 建议的 C 类编码格式；

⑤系统采用 C/S 结构。

3) 采用技术

①采用网络技术：以太网技术；

②接入方式：多条 ADSL 接入技术；

③采用星形结构组网技术。

4) 其他事宜：到电信部门办理 ADSL 的相关上网服务。

四、拓扑结构

图 0-0 是该局域网的网络拓扑结构图。

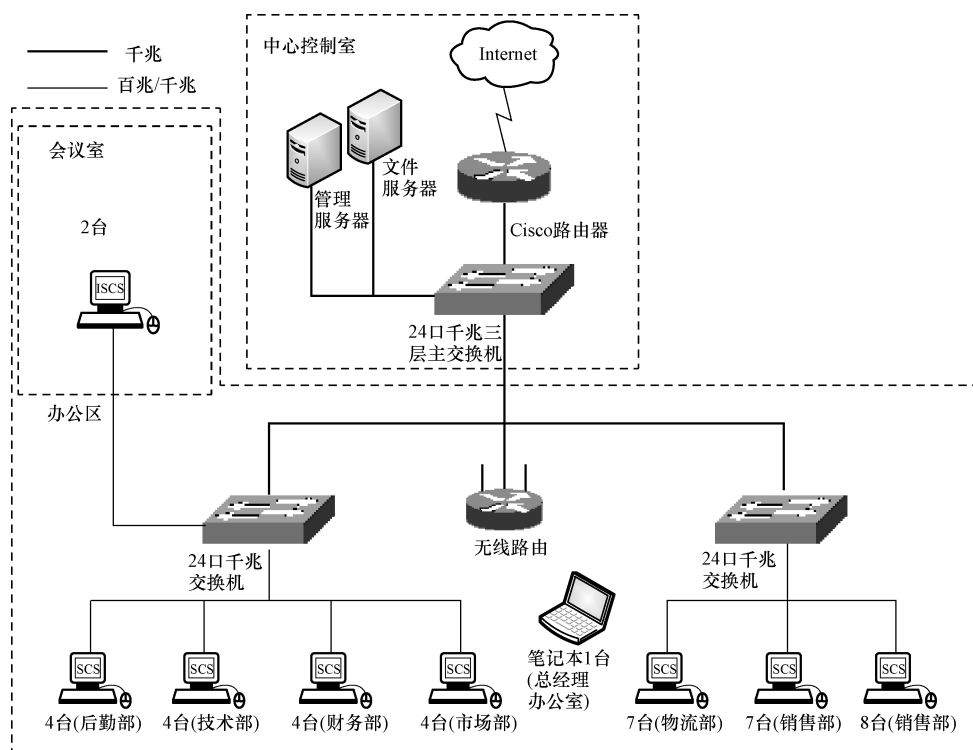


图 0-0 网络拓扑结构图

五、任务分解

为了便于相关理论知识的学习，将本项目分解为三个子任务，每个子任务及其对应的章节如下。

第 1 章：任务一 参观实验设备和网络机房

第 2 章：任务二 制作网线与网络连接

第 3 章：任务三 TCP/IP 协议的安装与配置

第1章 计算机网络概述

计算机网络（Computer Network）是利用通信线路和通信设备，把分布在不同地理位置，且具有独立功能的多台计算机终端及其附属设备，按照网络协议进行数据通信，并利用功能完善的网络软件实现资源共享的计算机系统的集合。计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。通过连接各个部门、地区、国家，甚至全世界的计算机网络来传输、获取、储存和处理信息，广泛地利用信息进行生产过程的控制和经济计划的决策。全国乃至全球范围的计算机互联网络不断地高速发展并日益深入到国民经济的各个部门和社会生活的各个方面，计算机网络已经成为人们日常生活、工作中必不可少的工具。

计算机网络的应用正在改变着人们的工作方式与生活方式，并正在进一步引起世界范围内产业结构的变化，促进了全球信息产业的发展，在各国的经济、文化、科学研究、军事、政治、教育和社会生活等各个领域发挥着越来越重要的作用。因此，计算机网络技术也引起了人们的高度重视。

通过本章的学习了解计算机网络的发展形成阶段及各阶段计算机网络的特点；掌握计算机网络的功能；了解计算机网络的组成与结构；了解计算机网络的分类方法、特征和计算机网络的发展趋势。

重点：

- （1）计算机网络的组成与功能；
- （2）计算机网络的分类与应用；
- （3）有线传输与无线传输。

1.1 任务一 参观实验设备和网络机房

一、任务描述

通过参观网络机房和设备，初步了解网络拓扑结构和主干网络设备。

二、任务要点

- （1）了解计算机网络使用的软件；
- （2）了解目前计算机网络设备。

三、方法步骤

- （1）由网络中心的工作人员介绍网络中心布局及网络拓扑结构；
- （2）由网络中心的工作人员介绍网络核心设备名称、型号及简单功能；
- （3）由网络中心的工作人员介绍网络操作系统和网络管理中所使用的软件及功能；
- （4）参观后完成表 1-1 及实验报告。

表 1-1

参观网络核心设备完成情况表

序号	步骤名称	内容	说 明	完成情况
1	交 换 机	3Com	3Com Baseline(3C16471) 交换类型：快速以太网交换机 传输速率：10Mb/s、100Mb/s 传输模式：支持全双工 网络标准：IEEE802.3、IEEE802.3u、IEEE802.1d、IEEE802.3x 端口数量：24 接口介质：10/100Base-TX	
		Cisco	CISCO WS - C2950-24 交换类型：百兆以太网交换机 传输速率：10Mb/s、100Mb/s 传输模式：支持全双工 内存：16MB DRAM 和 8MB 闪存 网络标准：IEEE802.3、802.3u、802.3x、802.1d、802.1q 端口数量：24 接口介质：10/100Base-T	
		D-Link	D-Link DES-1226G 交换类型：网管交换机 传输速率：10Mb/s、100Mb/s、1000Mb/s 传输模式：全双工/半双工自适应 网络标准：IEEE802.3、IEEE802.3u/IEEE802.3ab、IEEE802.3z、ANSI/IEEE802.3NWay、IEEE802.3x 网络协议：CSMA/CD 端口数量：24 接口介质：10Base-T、100Base-TX	
2	服务器	联想、惠普、华硕...	WWW 服务器 (WWW Server)、FTP 服务器 (FTP Server)、邮件服务器 (Mail Server) 等	
		作用及性能	为不同用户提供不同内容的信息、资料 and 文件	
3	工作站		记录工作站的功能和性能	
4	网络适配器		记录网络适配器的作用	
5	传输介质		记录目前所使用的有线传输介质	
6	网络操作系统		记录目前所了解的网络操作系统平台	

1.2 计算机网络的形成与发展

计算机网络是计算机及其应用技术与通信技术逐步发展、日益密切结合的产物，是随着社会对资源共享和信息传递的日益增强的需求而发展起来的。概括地说，计算机网络的形成与发展一般可以划分为四个阶段，即面向终端的计算机网络阶段，面向通信的分组交换计算机网络阶段，面向应用的开放式标准化网络阶段及进一步发展与广泛应用阶段。

1.2.1 面向终端的网络

以单个计算机为中心的远程联机系统，构成面向终端的计算机网络。

所谓联机系统，就是在整个系统中只有一台具有独立处理能力的中央计算机，由中央计算机连接大量地理上处于分散位置的终端。

计算机应用的早期，使用计算机的用户必须亲自携带程序和数据，到机房或者委托机房操作员用手工方式上机。这种工作方式使用户尤其是远地用户感觉非常地不方便。为了使用计算机，用户需要付出大量的时间、精力和资金。随着社会对计算机使用越来越广泛，迫切需要对分散在各地的用户数据进行集中处理，从而促使批量处理系统采用通信技术，出现了具有通信功能的远程联机系统，如图 1-1 (a) 所示。其基本思想是在计算机上增加通信功能，将远地用户终端通过通信线路直接与中心计算机相连，用户通过远程终端向计算机发送数据，计算机一边从远程终端获得输入数据，一边处理数据。最后的处理结果也经过通信线路直接回送到远地用户终端。

终端设备与计算机之间可以采取多种形式的连接方式。最初，一台终端占用一条专用线路，线路利用率很低，随着进一步采用先进的通信技术，可以使多台终端共用一条线路与主机相连，利用现有的公用电信网实现终端与计算机之间的信息传输，如图 1-1 (b) 所示。

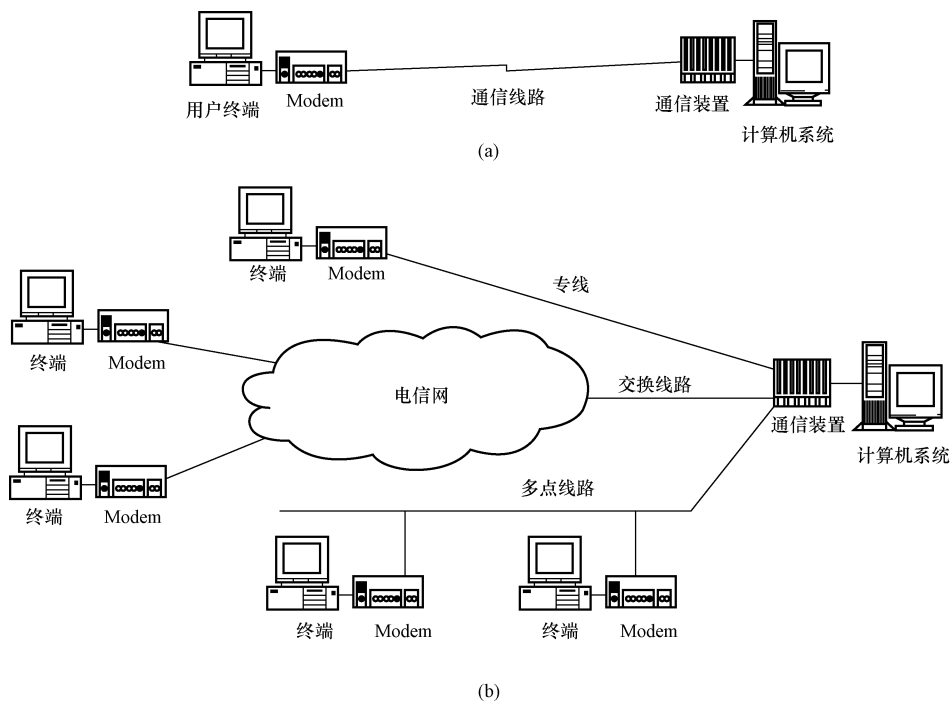


图 1-1

(a) 简单的远程联机系统；(b) 较复杂的远程联机系统

1951 年设计，1958 年投入运行的美国半自动地面防空系统 SAGE (Semi-Automatic Ground Environment) 将远距离的雷达观测站、机场、防空导弹和高炮阵地，利用通信线路与中心计算机连接起来，形成终端联机计算机系统。从而开创了把计算机技术和通信技术相结合的尝试。

这类简单的“终端—通信线路—计算机”系统成了计算机网络的雏形。这种系统的特点是在整个系统中只有一台具有独立处理能力的中心计算机，其余的终端设备都没有自主处理

能力。为了区别于后来发展的多个计算机互联的计算机网络，就专称这种系统为面向终端的计算机网络。这就是被人们称作第一代的计算机网络。

随着连接的终端数目的增多，为了减轻承担数据处理任务的中心计算机的通信负担，在通信线路和中心计算机之间设置了一个前置通信处理机，专门负责与终端之间的通信控制，从而出现了数据处理和通信的分工，更好地发挥了计算机的数据处理能力。另外，在用户终端比较集中的地区设置集中器，终端通过低速线路汇集到集中器上，然后再通过高速通信线路与远程计算机的前置处理机相连，构成如图 1-2 所示的具有前置处理机的远程联机系统。

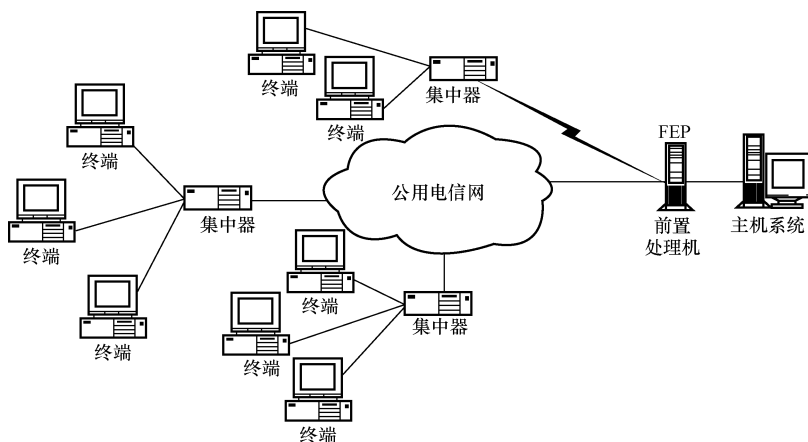


图 1-2 具有前置处理机的远程联机系统

1.2.2 面向通信的分组交换计算机网络

20 世纪 60 年代后期，出现了多台主计算机通过通信线路互连起来而为用户提供服务的计算机网络，即“计算机—计算机”网络。它和以单台计算机为中心的远程联机系统有显著的区别，即这里的多台主计算机都是具有自主处理能力的，它们之间不存在主从关系。这样的多台主计算机互连的网络才是我们目前常说的计算机网络。在这种系统中，终端和中心计算机间的通信已发展到计算机和计算机间的通信，用单台中心计算机为所有用户需求服务的模式被大量分散而又互连在一起的多台计算机共同完成的模式所替代。ARPANET 是这一阶段计算机网络的典型代表，20 世纪 60 年代后期美国国防部高级研究计划局 ARPA（目前称为 DARPA，Defense Advanced Projects Agency）提供经费，联合计算机公司和大学共同研制而发展起来的 ARPA 网（ARPANET）开始运行并投入使用，标志着目前所称的计算机网络的兴起。ARPA 网的主要特点如下：

- (1) 资源共享；
- (2) 分散控制；
- (3) 分组交换；
- (4) 采用专门的通信控制处理机；
- (5) 分层的网络协议。

ARPANET 是一个成功的网络系统，它在概念、结构和网络设计方面都为后继的计算机网络奠定了基础。图 1-3 为采用分组交换的计算机网络。

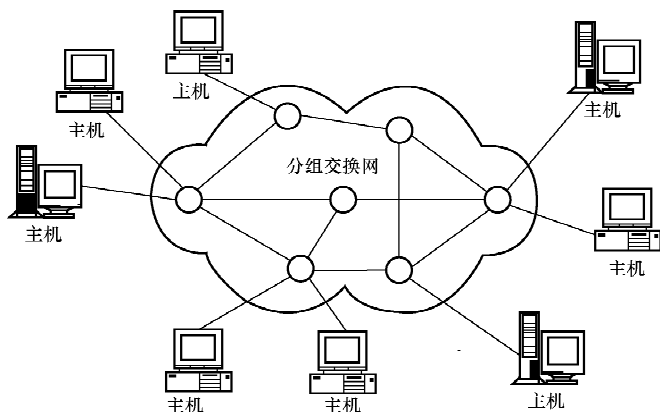


图 1-3 采用分组交换的计算机网络

ARPANET 中存储—转发的信息基本单元是分组 (Packet)，它是将整个要交换的信息报文分成若干信息分组，对每个分组按存储—转发的方式在通信子网上传输，因此又把这种以存储—转发方式传输分组的通信子网称为分组交换数据网 (PSDN)。

ARPANET 是一种由通信子网和资源子网组成的两级结构的计算机网络。由接口报文处理机 IMP 和它们之间互连的通信线路一起负责主机之间的通信任务，构成了通信子网，实现信息传输与交换。由通信子网互连的主机组成资源子网，它负责信息处理、运行用户应用程序、向网络用户提供可共享的软硬件资源。如图 1-4 所示，当某主机 (如 H1) 要与远地另一主机 (如 H2) 通信、交换信息时，H1 首先将信息送至本地直接与其相连的 IMP 进行分组，分成多个分组。每个分组通过通信线路沿着适当的路径转发至下一 IMP 暂存，依次经过中间的 IMP 中转，不同的分组途径的路径可以不同。最终传输至远地的目的 IMP，在目的 IMP 上将分组成装成报文，并送入与之直接相连的目的主机。如此，由 IMP 组成的通信子网，完成信息在通信双方各 IMP 之间的存储—转发任务。采用这种方式使通信线路不必被某对通信双方所独占，大大提高了昂贵的通信线路的利用效率。

20 世纪 70 年代后，世界各国尤其是发达国家面向通信的网络建设犹如雨后春笋，迅速发展。例如，美国的 TELNET、TYMNET，加拿大的 DATAPAC，法国的 CYCLADES、TRANSPAC 和英国的 NPL、BPSS 等，相继建成并投入使用。我国于 1988 年建成第一个公共数据实验网 CNPAC，1990 年建成公共 CHINAPAC。在此阶段各大计算机公司也都陆续推出自己的网络体系结构，以及实现这些网络体系结构的软硬件产品。用户只要购买某计算机公司提供的网络产品，就可以通过专用或租用通信线路组建计算机网络。

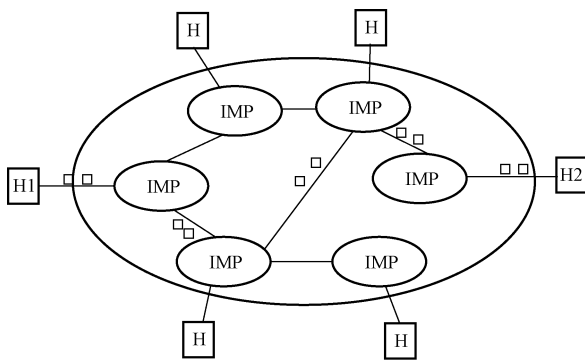


图 1-4 分组交换计算机网络示例