

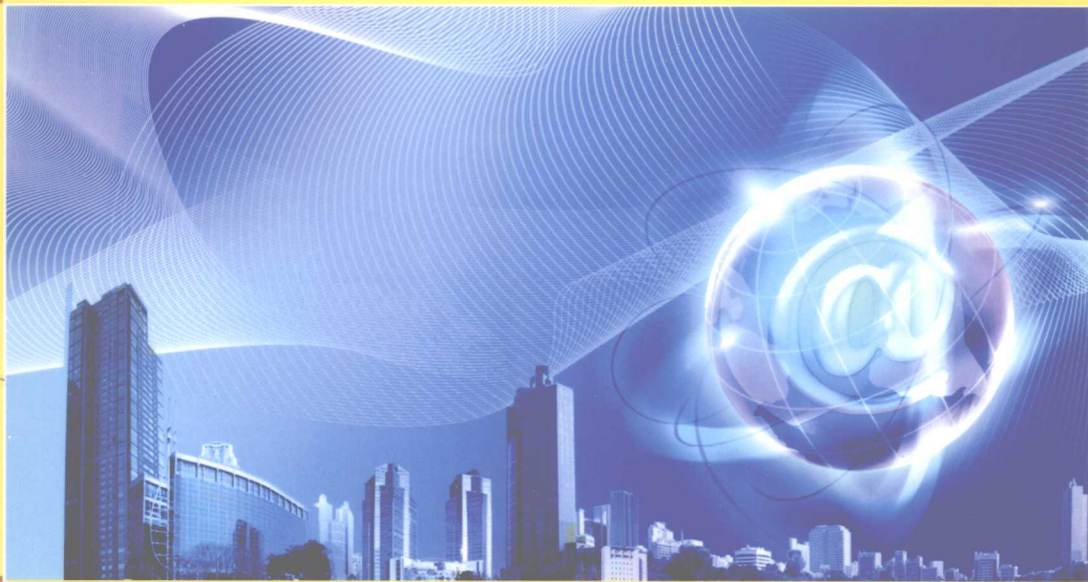


中国高职院校计算机教育课程体系规划教材
丛书主编：谭浩强

计算机网络实用教程

张景峰 主编 邹澎涛 刘海燕 副主编

计算机专业教育公共平台系列



COMPUTER NETWORK



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

中国高职院校计算机教育课程体系规划教材

丛书主编：谭浩强

计算机网络实用教程

张景峰 主 编

邹澎涛 刘海燕 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书作者从自身多年的教学经验出发,按照循序渐进、由浅入深的教学规律编写了本书。全书共分8章,主要内容包括:计算机网络概述、物理层、数据链路层、局域网、网络层、传输层、应用层、网络安全技术等。

本书条理清晰、内容翔实、实例丰富、通俗易懂,适合作为高职高专计算机及相关专业的教材,也可供广大有志于掌握相关技术的人员使用。

本书配有免费的电子教案,读者可以从 <http://edu.tqbooks.net> 下载。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实用教程 / 张景峰主编. —北京:中国铁道出版社, 2009.9

(中国高职院校计算机教育课程体系规划教材)

ISBN 978-7-113-10503-7

I. 计… II. 张… 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(2009)第156997号

书 名: 计算机网络实用教程

作 者: 张景峰 主编

策划编辑: 翟玉峰 沈 洁

责任编辑: 翟玉峰

编辑部电话: (010) 63583215

特邀编辑: 孙佳志

责任校对: 惠 敏

封面设计: 付 巍

封面制作: 李 路

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码: 100054)

印 刷: 三河市兴达印务有限公司

版 次: 2009年10月第1版 2009年10月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14.5 字数: 348千

印 数: 4 000册

书 号: ISBN 978-7-113-10503-7/TP·3548

定 价: 23.00元

版权所有 侵权必究

本书封面贴有中国铁道出版社激光防伪标签,无标签者不得销售

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。

计算机网络技术系列

- 网络技术与应用
- 网络操作系统管理——Windows篇
- 网络互联技术
- 网络组建
- 局域网管理与维护
- 网络数据库应用
- 实用网络安全技术

计算机多媒体技术系列

- 多媒体制作技术 (Authorware)
- 二维动画设计
- 三维动画设计
- 三维动画实用技术
- 三维造型设计
- 计算机辅助设计
- 广告设计与制作
- 平面广告创意设计
- 多媒体出版物设计

计算机信息管理系列

- 管理信息系统
- 信息管理技术
- Web开发应用技术 (JSP)
- Web数据库技术
- 信息安全技术
- 软件测试技术

软件技术系列

- Java程序设计基础
- 数据库管理与应用 (SQL Server 2005)
- 数据库管理与应用实验指导 (SQL Server 2005)
- Visual Studio.NET程序开发实践
- 动态Web开发技术——ASP.NET
- C#程序设计
- Web应用系统开发实践
- 应用软件开发实训
- 应用软件测试技术
- 应用软件测试技术实验指导
- 软件文档编写

中国高职院校计算机教育课程体系规划教材

主 任：谭浩强

副主任：严晓舟 丁桂芝

委 员：（按姓名笔画排列）

方少卿	王学卿	安志远	安淑芝	宋 红
张 玲	杨 立	尚晓航	赵乃真	侯冬梅
聂 哲	徐人凤	高文胜	秦建中	秦绪好
熊发涯	樊月华	薛淑斌		

近年来,我国的高等职业教育发展迅速,高职学校的数量占全国高等院校数量的一半以上,高职学生的数量约占全国大学生数量的一半。高职教育已占了高等教育的半壁江山,成为高等教育中重要的组成部分。

大力发展高职教育是国民经济发展的迫切需要,是高等教育大众化的要求,是促进社会就业的有效措施,是国际上教育发展的趋势。

在数量迅速扩展的同时,必须切实提高高职教育的质量。高职教育的质量直接影响了全国高等教育的质量,如果高职教育的质量不高,就不能认为我国高等教育的质量是高的。

在研究高职计算机教育时,应当考虑以下几个问题:

(1)首先要明确高职计算机教育的定位。不能用办本科计算机教育的办法去办高职计算机教育。高职教育与本科教育不同。在培养目标、教学理念、课程体系、教学内容、教材建设、教学方法等各方面,高职教育都与本科教育有很大的不同。

高等职业教育本质上是一种更直接面向市场、服务产业、促进就业的教育,是高等教育体系中与经济社会发展联系最密切的部分。高职教育培养的人才的类型与一般高校不同。职业教育的任务是给予学生从事某种生产工作需要的知识和态度的教育,使学生具有一定的职业能力。培养学生的职业能力,是职业教育的首要任务。

有人只看到高职与本科在层次上的区别,以为高职与本科相比,区别主要表现为高职的教学要求低,因此只要降低程度就能符合教学要求,这是一种误解。这种看法使得一些人在进行高职教育时,未能跳出学科教育的框框。

高职教育要以市场需求为目标,以服务为宗旨,以就业为导向,以能力为本位。应当下大力气脱开学科教育的模式,创造出完全不同于传统教育的新的教育类型。

(2)学习内容不应以理论知识为主,而应以工作过程知识为主。理论教学要解决的问题是“是什么”和“为什么”,而职业教育要解决的问题是“怎么做”和“怎么做得更好”。

要构建以能力为本位的课程体系。高职教育中也需要有一定的理论教学,但不强调理论知识的系统性和完整性,而强调综合性和实用性。高职教材要体现实用性、科学性和易学性,高职教材也有系统性,但不是理论的系统性,而是应用角度的系统性。课程建设的指导原则“突出一个‘用’字”。教学方法要以实践为中心,实行产、学、研相结合,学习与工作相结合。

(3)应该针对高职学生特点进行教学,采用新的教学三部曲,即“提出问题—解决问题—归纳分析”。提倡采用案例教学、项目教学、任务驱动等教学方法。

(4)在研究高职计算机教育时,不能孤立地只考虑一门课怎么上,而要考虑整个课程体系,考虑整个专业的解决方案。即通过两年或三年的计算机教育,学生应该掌握什么能力,达到什么水平,各门课之间要分工配合,互相衔接。

(5)全国高等院校计算机基础教育研究会于2007年发布了《中国高职院校计算机教育课程体系2007》(China Vocational-computing Curricula 2007, CVC 2007),这是我国第一个关于高职计算机教育的全面而系统的指导性文件,应当认真学习和大力推广。

(6) 教材要百花齐放,推陈出新。中国幅员辽阔,各地区、各校情况差别很大,不可能用一个方案、一套教材一统天下。应当针对不同的需要,编写出不同特点的教材。教材应在教学实践中接受检验,不断完善。

根据上述的指导思想,我们组织编写了这套“中国高职院校计算机教育课程体系规划教材”。它有以下特点:

(1) 本套丛书全面体现 CVC 2007 的思想和要求,按照职业岗位的培养目标设计课程体系。

(2) 本套丛书既包括高职计算机专业的教材,也包括高职非计算机专业的教材。对 IT 类的一些专业,提供了参考性整体解决方案,即提供该专业需要学习的主要课程的教材。它们是前后衔接,互相配合的。各校教师在选用本丛书的教材时,建议不仅注意某一课程的教材,还要全面了解该专业的整个课程体系,尽量选用同一系列的配套教材,以利于教学。

(3) 高职教育的重要特点是强化实践。应用能力是不能只靠在课堂听课获得的,必须通过大量的实践才能真正掌握。与传统的理论教材不同,本丛书中的教材是供实践教学用的,教师不必讲授(或作很扼要的介绍),要求学生按教材的要求,边看边上机实践,通过实践来实现教学要求。另外有的教材,除了主教材外,还提供了实训教材,把理论与实践紧密结合起来。

(4) 丛书既具有前瞻性,反映高职教改的新成果、新经验,又照顾到目前多数学校的实际情况。本套丛书提供了不同程度、不同特点的教材,各校可以根据自己的情况选用合适的教材,同时要积极向前看,逐步提高。

(5) 本丛书包括以下 8 个系列,每个系列包括若干门课程的教材:

- ① 非计算机专业计算机教材
- ② 计算机专业教育公共平台
- ③ 计算机应用技术
- ④ 计算机网络技术
- ⑤ 计算机多媒体技术
- ⑥ 计算机信息管理
- ⑦ 软件技术
- ⑧ 嵌入式计算机应用

以上教材经过专家论证,统一规划,分别编写,陆续出版。

(6) 丛书各教材的作者大多数是从事高职计算机教育、具有丰富教学经验的优秀教师,此外还有一些本科应用型院校的老师,他们对高职教育有较深入的研究。相信由这个优秀的团队编写的教材会取得好的效果,受到大家的欢迎。

由于高职计算机教育发展迅速,新的经验层出不穷,我们会不断总结经验,及时修订和完善本系列教材。欢迎大家提出宝贵意见。

全国高等院校计算机基础教育研究会会长
“中国高职院校计算机教育课程体系规划教材”丛书主编 谭浩强

2008 年 8 月于北京清华园

随着世界经济全球化趋势的明显加快,经济的迅猛发展已刻不容缓。有专家预言,21 世纪初将是国际跨国大公司大踏步进入经济市场的时期。计算机技术作为人类创意与科技相结合的产物,已经成为 21 世纪知识经济的核心产业。

计算机网络是现代信息社会的一块基石,随着相关技术的不断完善和发展,尤其是 Internet 的大量普及和应用,计算机网络极大地扩展了人们获取信息的途径,促进了信息社会的高速发展。计算机网络的相关知识已经成为目前高等院校学生必须具有的一个基础。为此,我们从自身多年的教学经验出发,按照循序渐进、由浅入深的教学规律编写了本书。

计算机网络是现代通信技术与计算机技术高速发展和紧密结合的产物,其涉及的内容多、范围广。本书依据目前作为 Internet 事实标准的 TCP/IP 网络体系结构,按照由低到高的顺序组织编写了本书。全书共分 8 章,内容包括:计算机网络概述、物理层、数据链路层、局域网、网络层、传输层、应用层、网络安全技术等。

书中对 TCP/IP 体系结构中的各层描述,力求通俗、易懂,在突出必须要掌握的重点知识点的同时,精心设计了实例。这些实例中有些是实际网络中捕获的数据包,有些是模拟软件(如 Cisco 的 Packet Tracer)的模拟效果。实例的存在不仅有利于掌握书中的知识点,更重要的是对计算机网络整体的理解及对未来的实际应用,都具有十分有益的作用。这是本书编者多年教学经验的总结,也是与目前市场上相关教材理论阐述过多、实例较少的一个区别。

考虑到目前计算机网络的实际应用,书中设置了局域网和网络安全两部分的内容,力争使读者能够较好地掌握这些主流应用中的相关知识和技能。

本书条理清晰、内容翔实、实例丰富、通俗易懂,适合作为高职高专计算机及相关专业的教材,也可供广大有志于掌握相关技术的人员使用。

本书由张景峰任主编,邹澎涛、刘海燕任副主编。各章主要编写人员分工如下:第 1 章和第 7 章由张景峰编写,第 2 章和第 3 章、4.5 节和 5.1~5.3 节由魏艳娜编写,4.1~4.3 节和第 6 章由邹澎涛编写,5.4 节由张云峰编写,第 8 章由刘海燕编写,4.4 节和附录由钱文光编写。另外,参与本书编写的还有刘洁、王智华、李梦楠、张春娥、何志学、房好帅等。

在本书的编写过程中,参考了大量的相关技术资料,吸取了许多同仁的宝贵经验,在此深表感谢。

编者尽管已经尽了最大的努力,但限于水平和时间,书中不当和疏漏之处在所难免,恳请各位专家、读者批评指正。笔者的 E-mail 为:heblfzhang@163.com。

编者

2009 年 5 月

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的产生与发展	1
1.2 计算机网络的定义与功能	3
1.2.1 计算机网络的定义	3
1.2.2 计算机网络的功能	3
1.3 计算机网络的组成	4
1.3.1 通信子网与资源子网	4
1.3.2 计算机网络硬件和网络软件	4
1.4 计算机网络的分类	5
1.4.1 按网络传输技术进行分类	6
1.4.2 按网络拓扑结构进行分类	6
1.4.3 按网络的覆盖范围进行分类	7
1.5 计算机网络体系结构	8
1.5.1 概述	8
1.5.2 ISO/OSI 参考模型	9
1.5.3 TCP/IP 参考模型	11
本章小结	13
习题	13
第 2 章 物理层	14
2.1 物理层概述	14
2.2 传输介质	15
2.2.1 双绞线	15
2.2.2 同轴电缆	16
2.2.3 光纤	17
2.2.4 无线介质	18
2.2.5 传输介质对比	19
2.3 接头与接口	20
2.3.1 RJ-45 接头	20
2.3.2 光纤接口	22
本章小结	24
习题	25
实训项目	25
实训：双绞线的制作	25
第 3 章 数据链路层	27
3.1 数据链路层基础	27

3.1.1	数据链路层功能概述.....	27
3.1.2	成帧方法.....	28
3.1.3	停止等待协议.....	30
3.2	面向比特的链路层协议 HDLC.....	36
3.3	点到点协议.....	40
本章小结		45
习题		47
第 4 章	局域网.....	48
4.1	局域网概述.....	48
4.1.1	局域网的概念和特点.....	48
4.1.2	典型局域网技术.....	49
4.1.3	连接方式与 802 标准.....	51
4.2	传统以太网.....	52
4.2.1	发展历程.....	52
4.2.2	数据链路层.....	54
4.3	交换式以太网.....	58
4.3.1	交换机与集线器的区别.....	58
4.3.2	交换机的工作原理.....	59
4.4	虚拟局域网.....	60
4.4.1	虚拟局域网概述.....	60
4.4.2	交换机基础.....	61
4.4.3	VLAN 配置.....	63
4.4.4	VLAN 中继配置.....	66
4.4.5	VLAN 间路由.....	71
4.5	局域网新技术.....	73
4.5.1	千兆以太网.....	73
4.5.2	无线局域网.....	75
本章小结		79
习题		79
实训项目		80
实训 1: VLAN 中继链路配置.....	80	
实训 2: VLAN 间路由配置.....	81	
第 5 章	网络层.....	83
5.1	广域网的数据交换方式.....	83
5.1.1	电路交换.....	84
5.1.2	报文交换.....	84
5.1.3	分组交换.....	85
5.1.4	数据交换方式的比较.....	87
5.2	网际协议.....	87

5.2.1	IPv4 地址	88
5.2.2	划分子网	89
5.2.3	构造超网	90
5.2.4	IP 数据报格式	91
5.2.5	IP 数据包分析	93
5.3	地址解析协议	94
5.3.1	工作原理	94
5.3.2	报文格式	95
5.3.3	ARP 数据包分析	95
5.4	Internet 控制报文协议	97
5.4.1	报文格式	97
5.4.2	报文类型	97
5.4.3	应用举例	97
5.5	IP 路由	100
5.5.1	路由和路由算法	100
5.5.2	路由器	102
5.5.3	路由协议	106
5.5.4	路由配置举例	108
	本章小结	118
	习题	119
	实训项目	119
	实训 1: 常用网络命令的使用	119
	实训 2: 捕获并分析数据包	121
	实训 3: 路由器的简单配置	122
	实训 4: 路由器的静态路由和默认路由配置	122
	实训 5: 路由器的动态路由协议 RIP 配置	123
第 6 章	传输层	124
6.1	传输层概述	124
6.1.1	传输层的位置	124
6.1.2	传输层的要素	125
6.1.3	Internet 传输层	127
6.2	传输控制协议	129
6.2.1	TCP 的特点	129
6.2.2	TCP 报文段格式	130
6.2.3	TCP 的连接管理	134
6.2.4	TCP 的确认与重传	137
6.2.5	TCP 的缓存与流量控制	138
6.3	用户数据报协议	141
6.3.1	UDP 的特点	142

6.3.2	UDP 的报文格式	142
	本章小结	143
	习题	144
	实训项目	144
	实训: TCP 的连接建立与释放	144
第 7 章	应用层	147
7.1	客户机/服务器模式	147
7.1.1	客户机/服务器模式的工作原理	147
7.1.2	客户机/服务器模式的特点	148
7.1.3	Internet 中的应用	148
7.2	域名系统 DNS	149
7.2.1	概述	149
7.2.2	Internet 的域名体系	149
7.2.3	域名解析	150
7.3	万维网	152
7.3.1	概述	152
7.3.2	超文本传输协议	153
7.3.3	统一资源定位符	156
7.3.4	超文本置标语言	157
7.3.5	动态网页开发技术	158
7.3.6	WWW 服务器的安装、设置与使用	160
	本章小结	162
	习题	163
	实训项目	163
	实训 1: 捕获并分析应用层的数据包	163
	实训 2: WWW 服务器的设置与使用	164
第 8 章	网络安全技术	165
8.1	概述	165
8.1.1	黑客的历史	165
8.1.2	网络攻击模型	167
8.2	常见的攻击技术	168
8.2.1	扫描技术	168
8.2.2	网络监听	170
8.2.3	拒绝服务攻击	174
8.2.4	身份欺骗技术	175
8.2.5	计算机病毒	177
8.2.6	木马	179
8.3	常见的防范技术	180
8.3.1	密码及认证技术	180

8.3.2 防火墙	183
8.3.3 入侵检测	187
8.3.4 蜜罐技术	190
8.3.5 数据备份与恢复	194
本章小结	197
习题	197
实训项目	198
实训 1: 端口扫描	198
实训 2: 漏洞扫描	198
实训 3: 入侵检测	199
附录 A Packet Tracer 的使用	202
附录 B IRIS 的使用	210
参考文献	218

第1章

计算机网络概述

本章导读

本章将讲述计算机网络的基础知识，包括计算机网络的发展、定义、分类、组成，以及计算机网络体系结构等方面的内容。本章是全书的基础，对于后续章节的学习起着重要的支撑作用。

学习目标

- 了解计算机网络的产生与发展的几个阶段
- 重点掌握计算机网络的定义
- 了解计算机网络的功能
- 掌握计算机网络的组成
- 掌握计算机网络的分类
- 重点掌握计算机网络的体系结构，尤其是 TCP/IP 中各层的功能及数据传输过程

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络是现代通信技术与计算机技术高速发展、紧密结合的产物。通信网络为计算机之间的数据交换提供了可靠、高效的传输通道，而计算机技术的快速发展，在提高数据处理的速度和质量的同时，也极大地促进了通信网络的发展。

计算机网络的产生与发展分为如下几个阶段：

1. 面向终端的计算机通信网络

随着计算机技术的发展，在 20 世纪 50 年代出现了多终端、多用户的计算机系统，其典型代表是美国的半自动地面防空系统（SAGE）。在这种系统中，一台具有较高运算能力的计算机通过通信线路与若干终端连接，形成简单的“终端—通信线路—计算机”通信系统，如图 1-1 所示。

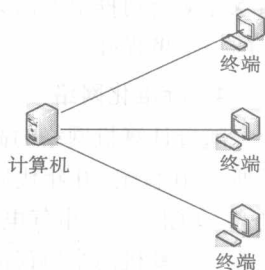


图 1-1 计算机—终端网络

面向终端的计算机通信网络是一种主从式结构, 计算机处于主控地位, 承担着数据处理和通信控制工作; 各终端设备没有自主处理能力, 一般只具备输入/输出功能, 处于从属地位。

这种系统成功地解决了计算机资源的不足, 促进了计算机用户数量的迅速增长, 其主要缺点体现在计算机的负载较重和通信线路利用率较低。可以将这种系统理解为是以单计算机为中心的联机系统, 只能称为计算机网络的雏形, 还不能称之为标准的计算机网络。

2. 分组交换网

20 世纪 60 年代中后期, 出现了由若干主机互连的系统, 形成了真正意义上的计算机网络, 如图 1-2 所示。

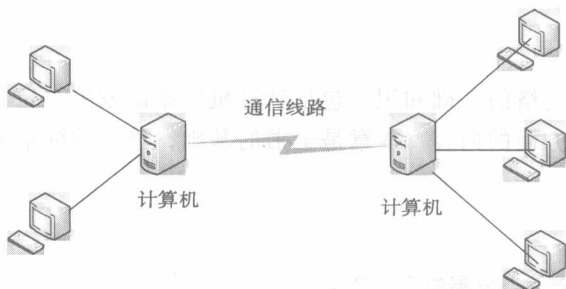


图 1-2 真正意义上的计算机网络

这个阶段的典型代表是美国国防部高级研究计划局研制的 ARPANET, 该网络首次使用了分组交换技术 (packet switching), 并采用了层次体系结构, 形成了 4 个层次的网络协议。

ARPANET 是一个成功的系统, 它在概念、结构和设计等方面都为计算机网络的发展奠定了基础。20 世纪 80 年代中期, 由 ARPANET、NSFNET 等网络互连形成了 Internet 的骨干网络。

3. 基于个人计算机的局域网

进入 20 世纪 80 年代以后, 以 IBM PC 为代表的个人计算机得到了蓬勃的发展和普及。随着 PC 性能的提高、价格的下降, 个人的拥有量急剧增加。针对小范围内计算机互连的研究得到了广泛的开展, 是局域网技术高速发展和逐步成熟的时期。

这个时期的主要特点是局域网技术由实验室进入了产业界, 被产业化和标准化。期间由美国 Xerox 公司推出的以太网 (Ethernet) 对后来局域网的发展影响深远, 是计算机局域网发展史上的一个里程碑。

4. 标准化网络

随着计算机网络的高速发展, 不同厂家的产品之间很难互连, 给用户的使用带来了很大的不便。20 世纪 70 年代后期, 许多国际组织, 如国际标准化组织 (ISO)、国际电电话咨询委员会 (CCITT)、电气电子工程师协会 (IEEE) 等都成立了专门的研究机构, 研究计算机系统的互连、计算机网络协议的标准化问题。

1984 年, ISO 正式颁布了一个称为“开放系统互连基本参考模型” (OSI 模型) 的国际标准 ISO 7498。该模型被国际社会普遍接受, 并认为是新一代计算机网络体系结构的基础。20 世纪 80 年代中期, 以 OSI 模型为参照, ISO 及 CCITT、IEEE 等机构开发制定了一系列协议标准, 形成了一个庞大的 OSI 基本标准集。OSI 标准确保了各厂商生产的计算机和计算机网络产品之间的互连, 推动了 OSI 技术的发展和标准的应用。

5. 现代计算机网络

20 世纪 90 年代以来,随着信息化建设的不断深入,计算机网络技术得到了迅猛发展。光纤、ATM 等现代通信技术被广泛应用于计算机网络,不仅使局域网技术更加成熟,而且广域网也有了很大的发展,进一步促进了全球计算机网络时代的到来。

1.2 计算机网络的定义与功能

1.2.1 计算机网络的定义

目前,对计算机网络还没有一个统一和权威的定义。一种通用的定义是:利用通信线路将地理位置上分散的、具有独立功能的计算机系统和通信设备按不同的形式连接起来,以功能完善的网络软件(包括网络协议、网络操作系统、网络应用软件等)实现资源共享和信息传递的系统。

这个定义能够描述计算机网络的基本概念,其要点有:

- ① 一个计算机网络是由多台计算机组成的,它们在地理位置上是分散的,脱离网络环境也能独立工作。
- ② 网络中的计算机是通过各种通信设备和通信线路连接在一起的。
- ③ 计算机之间的数据通信通过网络协议、网络操作系统、网络应用软件来实现。
- ④ 使用计算机网络的主要目的是实现计算机之间的信息交换和资源共享。

1.2.2 计算机网络的功能

计算机网络的功能根据网络规模的大小和设计目的的不同,有较大的差异。归纳起来,有如下 6 个基本功能:

1. 数据通信

数据通信指计算机网络上的计算机系统之间能够互相进行数据传输、信息交换,是计算机网络最基本的功能之一。

2. 资源共享

资源共享是计算机网络最主要的功能之一。这里的资源是指网络上的计算机系统能够提供的所有资源,包括硬件、软件和数据。硬件资源如打印机、扫描仪、光驱等。软件和数据的范围更广泛,如各类软件、资料、音乐、视频等。

3. 集中处理

计算机网络可以将数据处理的任务交给具有较高性能的服务器完成,其过程如下:由客户端(client)向服务器(server)发出处理请求,服务器在数据处理完成后,将结果发送给客户端。这是一种典型的请求/响应处理方式。

4. 负载均衡和分布式处理

当网络中的某个计算机系统负载过重时,可以将某些工作通过网络传送到其他空闲的计算机上去处理。这样既可以减少用户信息在系统中的处理时间,又均衡了网络中各台机器的负担,提高了系统的利用率,增加了整个系统的可用性。

分布式处理是指在计算机网络中,将某些大型处理任务转化成小型任务,而由网络中的各

台计算机分担处理。这在运算量巨大、处理异常复杂的任务中，是一项非常有效的功能。

5. 提高系统的可靠性、扩展性

可靠性是指网络中的计算机可以彼此互为备份，一旦网络中的某台计算机出现故障，其他备份的计算机可以取而代之，继续工作以保证系统的正常运行。

扩展性是指通过增加网络的资源配置，如增加联网计算机的数量、增加系统资源配置等，以实现网络规模和网络服务的扩充。

6. 综合信息服务

随着计算机网络技术的发展，尤其是因特网的大量使用和深入普及，网络能够提供的信息和服务日益丰富。各种数据（如文本、音频、视频等）、各种服务（如 WWW、FTP、电子邮件、IP 电话等）都在计算机网络中得到了极大的应用。计算机网络已经成为现代信息社会获取信息、传递信息的一种主要手段。

1.3 计算机网络的组成

计算机网络要完成数据通信和数据处理两大功能。从逻辑上看，计算机网络可以分为通信子网和资源子网。从系统组成角度看，计算机网络由网络硬件和网络软件组成。

1.3.1 通信子网与资源子网

按逻辑功能划分的计算机网络示意图如图 1-3 所示。虚线内部表示通信子网，虚线外部表示资源子网。

1. 通信子网

通信子网主要由通信线路、通信控制器等软、硬件组成，完成各主机之间的数据传输、控制和变换等通信任务。

不同的网络其通信子网的物理组成也不同，局域网的通信线路采用的传输介质主要有光纤、双绞线等，通信设备有交换机和路由器等。而广域网的通信子网较为复杂，其传输介质主要有光纤、双绞线、同轴电缆、微波和卫星通信等，通信设备主要有调制解调器、ATM 交换机、路由器等。

2. 资源子网

资源子网主要由用户的计算机组成，包括用户主机、终端设备、联网外设等硬件，以及各种软件资源、数据资源等。资源子网的主要任务是提供资源共享所需的硬件、软件和数据等资源，提供访问计算机网络和数据处理的能力。

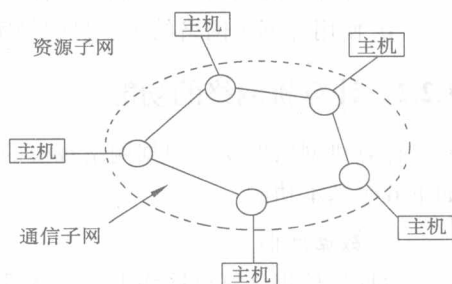


图 1-3 按逻辑功能划分的计算机网络示意图

1.3.2 计算机网络硬件和网络软件

1. 计算机网络硬件

计算机网络硬件系统由服务器、工作站、通信控制器和通信线路组成，其中服务器和客户机是资源子网的主要设备，通信设备和通信介质是通信子网的主要设备。