



高等学校计算机规划教材·网络工程

计算机网络 工程技术

◆ 李 昕 主编 ◆ 陈文石 杜 颖 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等学校计算机规划教材·网络工程

计算机网络工程技术

李 昕 主编

陈文石 杜 颖 副主编

孟祥福 刘春晓 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从实用性和先进性出发,较全面地介绍了计算机网络工程应用理论及技能。全书共分8章,主要内容包
括:计算机网络基础、计算机网络设备介绍、交换机的性能及配置、路由器的原理及配置、服务器的配置、互联
网应用技术、网络安全配置、网络工程规划与设计、网络工程实例简介等。本书配有电子课件,需要者请自华信
教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册下载。

本书可作为高等学校计算机及相关专业课程的教材,也可供相关领域的工程技术人员学习、参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络工程技术 / 李昕主编. —北京: 电子工业出版社, 2012.7

高等学校计算机规划教材·网络工程

ISBN 978-7-121-17542-8

I. ①计… II. ①李… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第150557号

策划编辑: 王羽佳

责任编辑: 谭海平 文字编辑: 徐 颢

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20 字数: 580千字

印 次: 2012年7月第1次印刷

定 价: 39.80元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及
邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010)88258888。

前 言

计算机技术的发展不仅极大地促进了科学技术的发展,而且明显地加快了经济信息化和社会信息化的进程。因此,计算机教育在各国备受重视,具备计算机知识与能力已成为 21 世纪人才的基本素质之一。

计算机网络彻底改变了人们的工作和生活方式,改变了企事业单位的运营和管理方式。人们可以在网上进行电子商务、网络会议、远程教学和医疗会诊等活动;办公室的局域网可使多人共享一台打印机;学生选课、查成绩,可通过校园网登录“网络教学管理系统”;发往大洋彼岸的电子邮件很快就可以送达;异国图书馆的文献资料片刻就可以查阅下载;坐在计算机前,可以浏览全世界网站上的信息;闲暇之余,我们走进了网络 BBS 和聊天室;小小的计算机连接了全世界,人们切切实实地感受到生活在“地球村”中的美妙。

今天,掌握计算机网络知识和技术已经成为人们,特别是计算机及相关专业的毕业生必备的技能。

为了进一步加强计算机专业学生网络工程实践知识的培养,适应高等学校正在开展的计算机专业课程体系与教学内容改革,积极探索适应 21 世纪人才培养的教学模式,我们编写了这本计算机网络工程实践教材。

该教材具有如下特色。

- 根据应用型人才培养的教学理念,对计算机网络的基本知识进行了简单的介绍,采用大量的篇幅,对计算机网络工程的设备性能、设备配置等进行了介绍,对学生认识并熟悉计算机网络设备有很好的帮助。
- 在内容及描述上,我们介绍了计算机网络工程设备的原理,并以思科网络设备和流行的 Windows 操作系统为例,介绍了网络设备及网络服务器的配置。
- 本教材以计算机网络设计及网络工程为主线,首先对网络工程设备和网络工程的原理进行了充分的论述,然后,以网络设计实例,对网络工程的所有步骤、方法等进行了详细的论述,因而更有利于学生系统掌握网络工程理论及知识。
- 该教材注重将计算机网络技术的最新应用成果适当地引入到教学中来,保持了教学内容的先进性,而且本教材源于计算机网络工程实践,凝聚了工作在第一线任课教师多年的教学经验与教学成果。

全书共分 8 章。教材从先进性和实用性出发,较全面地介绍了计算机网络工程的基本知识。第 1 章计算机网络基础,介绍计算机网络的基本概念、发展历程、基本功能等内容;第 2 章计算机网络设备,对构成计算机网络的主要硬件做了简要的介绍;第 3 章交换机配置,首先介绍网络交换机的原理、性能,然后以思科系列交换机为例,对交换机的配置进行了较详细的介绍;第 4 章路由器配置,对路由器的原理进行了介绍,并对路由器的相关配置进行了讲解;第 5 章互联网应用技术,对在互联网上实现的服务做了详细的讲解;第 6 章网络安全配置,从操作系统安全、VPN、ACL、NAT 和防火墙等几方面对网络安全配置进行了论述;第 7 章计算机网络工程设计,首先介绍网络工程执行标准,然后分别介绍需求分析、网络逻辑设计、网络安全设计、物理设计和网络工程施工等内容;第 8 章网络设计实例,以一所大学的校园网设计为例,介绍整个网络设计的全过程。

通过学习本书,你可以:

- 了解网络原理和技术。

- 认识网络中的相关设备。
- 掌握网络交换机的基本配置。
- 掌握路由器的原理及使用方法。
- 认识网络安全的有关设备。
- 掌握网络安全的基本配置。
- 系统地掌握网络工程的设计及施工方法。
- 通过实例，了解网络工程的相关技术。

本书语言简明扼要、通俗易懂，具有很强的专业性、技术性和实用性。本书是作者在计算机网络教学的基础上逐年积累编写而成的。每一章都附有丰富的习题，供学生课后练习以巩固所学知识。

本书可作为高等学校计算机及相关专业计算机网络工程设计课程教材，也可供相关工程技术人员学习、参考。

教学中，可以根据教学对象和学时等具体情况对书中的内容进行删减和组合，也可以进行适当扩展，参考学时为 32~64。为适应教学模式、教学方法和手段的改革，本教材配有多媒体电子教案及相应的网络教学资源，请登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费下载。

本书第 2、3 章由李昕编写，第 1、4 章由陈文石编写，第 7 章由杜颖编写，第 5、8 章由辽宁工程技术大学孟祥福编写，第 6 章由刘春晓编写。全书由李昕、陈文石和杜颖统稿。电子工业出版社的王羽佳编辑为本书的出版做了大量工作，在此一并表示感谢！

本书的编写参考了大量近年来出版的相关技术资料，吸取了许多专家和同仁的宝贵经验，在此向他们深表谢意。由于计算机网络技术发展迅速，作者学识有限，书中误漏之处难免，望广大读者批评指正。

编 者
2012 年 6 月

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第 1 章 计算机网络基础.....1	
1.1 计算机网络的基本概念.....1	
1.1.1 什么是计算机网络.....1	
1.1.2 计算机网络的产生与发展.....1	
1.1.3 计算机网络的功能.....1	
1.1.4 计算机网络的用途.....2	
1.2 计算机网络的分类.....2	
1.2.1 按照网络的地理覆盖范围分.....2	
1.2.2 按照计算机网络的性质分.....3	
1.3 网络的基本拓扑结构.....3	
1.4 计算机网络的体系结构.....4	
1.4.1 网络协议与网络体系结构.....4	
1.4.2 OSI/RM 网络体系结构.....4	
1.4.3 对开放系统互连参考模型 的说明.....6	
1.5 TCP/IP 体系结构.....7	
1.5.1 网络接口层.....8	
1.5.2 网际层.....8	
1.5.3 传输层.....13	
1.5.4 应用层.....14	
习题.....17	
第 2 章 计算机网络设备.....18	
2.1 传输介质.....18	
2.1.1 双绞线.....18	
2.1.2 同轴电缆.....19	
2.1.3 光纤.....19	
2.1.4 无线传输.....20	
2.2 网络设备.....21	
2.2.1 网卡.....21	
2.2.2 中继器.....21	
2.2.3 调制解调器.....22	
2.2.4 交换机.....22	
2.2.5 路由器.....23	
2.3 网络安全设备.....24	
2.3.1 防火墙.....24	
2.3.2 入侵检测设备.....27	
2.3.3 上网行为管理系统.....30	
2.4 服务器.....33	
2.4.1 服务器分类.....33	
2.4.2 服务器的基本结构.....37	
2.5 网络存储设备.....38	
2.5.1 DAS.....38	
2.5.2 NAS.....39	
2.5.3 SAN.....41	
2.5.4 磁盘阵列.....43	
习题.....45	
第 3 章 交换机配置.....46	
3.1 交换机简介.....46	
3.1.1 交换机简介.....46	
3.1.2 交换机的接口.....46	
3.1.3 交换机的堆叠与级联.....49	
3.2 交换机的工作原理.....51	
3.2.1 交换机的特性.....51	
3.2.2 交换方式.....51	
3.2.3 几种交换技术.....52	
3.2.4 交换机的分类.....53	
3.3 交换机的基本配置.....57	
3.3.1 交换机的配置方法.....57	
3.3.2 交换机配置中的几种模式.....60	
3.3.3 命令行模式及基本设置命令.....61	
3.3.4 交换机的基本设置.....61	
3.4 VLAN 的配置.....63	
3.4.1 VLAN 概念.....63	
3.4.2 VLAN 的种类.....65	
3.4.3 VLAN 的配置.....66	
3.5 VTP 的配置.....69	
3.5.1 VTP 概述.....69	
3.5.2 VTP 的配置.....71	
3.5.3 Cisco 交换机配置 VTP 实例.....72	
3.5.4 VTP Pruning 配置.....73	

3.6 生成树协议配置.....75	4.7.1 动态路由..... 109
3.6.1 冗余和交换环路.....75	4.7.2 RIP 协议的配置.....110
3.6.2 STP 简介.....76	4.7.3 IGRP 协议配置.....115
3.6.3 STP 的常用配置.....76	4.7.4 EIGRP 协议配置.....118
3.6.4 STP 的实例.....78	4.7.5 OSPF 协议配置..... 121
3.7 端口安全配置.....79	4.8 广域网的配置..... 128
3.7.1 交换机端口安全简介.....79	4.8.1 点对点协议 PPP..... 129
3.7.2 端口安全的常用配置.....81	4.8.2 HDLC 协议配置..... 133
3.7.3 端口安全应用实例.....82	4.8.3 帧中继配置..... 134
习题.....83	4.8.4 ISDN 配置..... 136
第4章 路由器配置.....84	4.8.5 X.25 配置..... 139
4.1 网络互联.....84	习题..... 141
4.1.1 网桥互联的网络.....84	第5章 互联网应用技术..... 142
4.1.2 路由器互联网络.....84	5.1 网络应用层概述..... 142
4.2 路由器工作原理.....85	5.1.1 应用层网络协议..... 142
4.2.1 路由器简介.....85	5.1.2 客户机/服务器工作模式..... 142
4.2.2 路由原理.....86	5.2 网络操作系统..... 142
4.2.3 路由协议.....86	5.2.1 网络操作系统的功能与类型..... 143
4.2.4 路由算法.....88	5.2.2 Windows Server 系列网络操作
4.2.5 路由器的功能.....88	系统..... 143
4.2.6 新一代路由器.....89	5.2.3 Linux 系列网络操作系统..... 143
4.3 路由器硬件介绍.....89	5.2.4 UNIX 网络操作系统..... 143
4.3.1 路由器的内部结构.....89	5.3 DNS 服务..... 144
4.3.2 路由器接口.....90	5.3.1 Internet 域名结构..... 144
4.3.3 路由器的硬件连接.....94	5.3.2 域名解析方式..... 145
4.4 路由器的基本配置.....97	5.3.3 DNS 服务器..... 146
4.4.1 基本设置方式.....97	5.3.4 资源记录..... 147
4.4.2 命令状态.....98	5.3.5 DNS 服务器安装与配置..... 147
4.4.3 常用的配置命令.....99	5.4 Web 服务器工作原理与配置..... 150
4.4.4 基本参数配置.....101	5.4.1 WWW 基本概念..... 150
4.4.5 路由器的基本配置命令.....102	5.4.2 Web 网站工作原理..... 150
4.4.6 路由器接口的配置.....103	5.4.3 Web 服务器的安装与配置..... 151
4.4.7 路由器的 Telnet 登录配置.....104	5.5 FTP 服务器工作原理与配置..... 154
4.4.8 路由器文件的管理.....104	5.5.1 FTP 基本工作原理..... 154
4.5 静态路由的配置.....106	5.5.2 FTP 服务器的安装与配置..... 155
4.5.1 静态路由.....106	5.5.3 FTP 服务器的配置..... 155
4.5.2 静态路由配置.....107	5.6 E-mail 服务器工作原理与配置..... 157
4.5.3 配置举例.....108	5.6.1 电子邮件工作原理..... 158
4.6 默认路由的配置.....109	5.6.2 电子邮件的格式..... 159
4.7 动态路由的配置.....109	5.6.3 电子邮件的传输协议..... 159

5.6.4 邮件服务器的安装与配置	160	习题	218
5.6.5 邮件客户端软件配置	161	第7章 计算机网络工程设计	220
5.7 虚拟服务器技术	162	7.1 网络工程概述	220
5.7.1 虚拟化技术的概念	162	7.1.1 网络工程的含义	220
5.7.2 虚拟技术原理	162	7.1.2 网络工程的分类	220
5.7.3 虚拟服务器技术	163	7.1.3 网络工程建设的各阶段	221
习题	163	7.1.4 计算机网络工程组织	222
第6章 网络安全配置	165	7.1.5 网络工程施工技术	226
6.1 网络安全简介	165	7.2 网络设计标准与规范	233
6.1.1 计算机网络安全概述	165	7.2.1 网络标准的制定	233
6.1.2 网络安全层次体系结构	166	7.2.2 ITU-T 通信网络标准	234
6.1.3 影响计算机网络系统安全 的因素	167	7.2.3 计算机网络标准 IEEE 802	235
6.1.4 网络安全管理	168	7.2.4 IETF 因特网标准	235
6.1.5 网络安全目标	169	7.3 网络设计的基本原则	236
6.2 操作系统的安全体系	171	7.4 网络工程需求分析	238
6.2.1 网络操作系统安全概述	171	7.4.1 用户网络环境需求分析	238
6.2.2 身份认证机制	171	7.4.2 用户网络业务需求分析	239
6.2.3 Windows 的资源访问控制 机制	174	7.4.3 网络拓扑结构需求分析	240
6.2.4 安全审核系统	179	7.4.4 网络安全需求分析	240
6.3 VPN 配置	185	7.4.5 网络管理需求分析	241
6.3.1 VPN 简介	185	7.4.6 网络接入方式分析	241
6.3.2 VPN 配置	189	7.4.7 网络的扩展性分析	242
6.4 ACL 配置	194	7.5 网络逻辑设计	242
6.4.1 概述	194	7.5.1 网络结构设计	242
6.4.2 ACL 的类型	195	7.5.2 IP 地址设计	245
6.4.3 标准 IP 访问控制列表	196	7.5.3 VLAN 设计	248
6.4.4 扩展 IP 访问控制列表	198	7.5.4 网络技术选型	249
6.4.5 命名 IP 访问列表	200	7.6 网络安全结构设计	250
6.4.6 ACL 的配置	201	7.6.1 网络安全设计应遵循的原则	250
6.5 NAT 配置	202	7.6.2 网络安全分级设计方案	251
6.5.1 NAT 简介	202	7.6.3 网络防毒设计	251
6.5.2 NAT 配置	206	7.6.4 防火墙设计	252
6.5.3 NAT 配置实例	210	7.6.5 入侵检测系统设计	252
6.6 防火墙配置	211	7.6.6 网络行为管理设计	253
6.6.1 防火墙简介	211	7.7 网络物理设计	254
6.6.2 PIX 防火墙的基本配置	212	7.7.1 网络物理设计的原则	254
6.6.3 PIX 防火墙高级配置	215	7.7.2 网络传输介质的选择	254
6.6.4 防火墙配置实例	217	7.7.3 网络互联设备选型	255
		7.7.4 服务器选型	258
		7.7.5 网络安全设备选型	260

7.7.6 网络操作系统选型	261	8.5.2 策略路由	290
7.7.7 综合布线系统设计	262	8.5.3 IP 路由选择	290
7.8 网络工程项目实施	268	8.6 IP 地址规划	291
7.8.1 网络工程的招标和投标	268	8.7 路由规划	291
7.8.2 网络工程实施	272	8.8 校园网安全性设计	292
7.8.3 网络工程测试	275	8.8.1 校园网面临的安全威胁	292
7.8.4 网络工程验收	275	8.8.2 针对校园网的安全设计	294
7.9 网络工程文档编制	277	8.8.3 VLAN 设置方案	295
习题	278	8.8.4 按用户授权访问 Internet/ Cernet	295
第 8 章 网络设计实例	279	8.8.5 系统防病毒安全策略	296
8.1 项目概述	279	8.8.6 防火墙安全控制策略	297
8.1.1 项目总体目标	279	8.8.7 上网行为日志系统	297
8.1.2 需求分析	279	8.8.8 用户应用访问控制设计	297
8.2 项目总体设计原则	281	8.9 综合布线系统设计	298
8.3 项目总体设计思想	284	8.9.1 设计总体说明	298
8.4 系统总体建设方案	284	8.9.2 综合布线系统各子系统 的设计	299
8.4.1 总体方案描述	285	8.10 校园一卡通系统	301
8.4.2 网络主干拓扑设计	285	8.10.1 建设目标及原则	302
8.4.3 网络核心层万兆环网设计	286	8.10.2 系统设计方案	302
8.4.4 网络汇聚层设计	286	8.11 系统管理与维护	304
8.4.5 网络接入层设计	287	8.11.1 网络管理系统方案	304
8.4.6 资源子网的规划设计	287	8.11.2 计费认证管理方案	304
8.4.7 网络统一安全出口设计	287	8.11.3 售后服务	307
8.4.8 按用户授权访问 Internet	288	参考文献	309
8.4.9 上网行为日志系统	288		
8.4.10 宿舍区网络建设方案	289		
8.5 系统可靠性和路由设计	289		
8.5.1 系统可靠性设计	289		

第1章 计算机网络基础

1.1 计算机网络的基本概念

1.1.1 什么是计算机网络

计算机网络系统（Computer Network System）的广义定义是：凡将地理位置不同的多个计算机系统，通过通信设备和线路连接起来，并配以功能完善的网络软件（如网络操作系统等），按照一定的协议实现相互通信和资源共享的系统，称为计算机网络系统。

计算机网络系统是由网络硬件和网络软件两部分组成的，与计算机系统中硬件和软件的关系相类似，两者也是相辅相成、缺一不可的关系。整个计算机网络都在网络操作系统的统一管理与控制之下。为保证按照统一的标准和接口联网，并进行各自的网络操作，“网络协议”必不可少。

相互独立的若干计算机联网后，网上的每台计算机既可上网也可单机使用。而且在网络环境下，网上的多台计算机还可以协同操作、并行处理，从而完成大型、复杂的处理任务，减少处理时间，提高系统的处理能力。

1.1.2 计算机网络的产生与发展

科学技术的飞速发展，导致了“信息爆炸”的产生。各种信息成倍增长，不仅信息量越来越大，而且信息间的关联性也越来越强。基于此，如果采用传统的各自独立的单机处理方式，就会造成大量信息的重复存储与分别处理，无法实现数据的传输与共享，而且，即使单机功能再强大，其存储量和处理能力也毕竟有限。因此，人们越来越不满足于相互独立的一台或几台计算机所提供的“数据处理”功能，而迫切需要在彼此独立的计算机之间实现“相互通信”与“资源共享”。鉴于这种情况，科研人员在“数字设备”以及主机与终端之间进行数据通信的基础上，开创了计算机与计算机之间的数据通信技术，继而发展成为计算机网络。

由此可见，计算机网络是根据应用的需要，与高速发展的计算机技术和通信技术紧密结合的产物。可以说，计算机网络是计算机应用的最高形式，因为它最充分地体现了信息传输和分配手段与信息处理手段的有机整合。

1.1.3 计算机网络的功能

计算机网络一般提供以下功能。

1. 资源共享

任何网络成员均可在自己的权限范围内，使用网络中的数据库、文件、程序等软件资源，以及磁盘存储器与高质量打印机等硬件资源。

2. 信息发布与交流

政府、企业和个人可以通过计算机网络发布各种信息，宣传产品或提升自身的形象；用户可以在网络中进行广泛的信息浏览和交流，获取各种有用信息。

3. 文件传递

采用文件传输协议 (FTP), 每个用户都可以通过网络上传和下载各种文件, 实现数据的大量传输。

4. 电子邮件

每个用户都可以在某个网站 (服务器) 上申请一个以唯一地址标识的“信箱”, 各“信箱”用户之间均可以以“信件”的形式, 快捷、经济、方便地在整个计算机网络连通的范围内传递各种信息, 而且这种电子邮件 (E-mail) 可以按“点对点”或“广播”的方式进行传递。

5. 远程登录

每个网络成员在 Telnet 协议的支持下, 均可将自己本地的计算机仿真成远程计算机终端, 访问和调用其软件与硬件资源。

1.1.4 计算机网络的用途

计算机网络主要用于以下几个方面。

(1) 进行各种规模和不同范围的信息管理, 形成集财务、人事、设备、材料、生产、销售、供应、收发文等于一体的功能强大的企业信息管理系统; 集教学计划、排课、选课、教材、学籍、考试、毕业/学位认定、招生、就业、师资、设备等信息在内的教学管理信息系统; 以及政府或企事业单位的公文管理系统和信息管理系统等, 实现办公自动化。

(2) 提供对图书、情报、科技成果和文献资料, 以及有关天文、海洋、气象、地震等大型、专业甚至是动态数据库的检索; 提供对市场商情、产品目录等各种综合数据的查询。

(3) 实现全国范围内的铁路、民航系统计算机联网统一售票; 各大银行系统的金融汇兑、证券交易, 以及其他各项“金字号”系统工程中大量数据的即时交换处理; 实现电子数据交换和无纸贸易, 并广泛开展电子数据交换和电子商务。

(4) 对油田、铁路、煤矿、电力、化工系统等地理位置分散、环境恶劣的生产单位和作业现场, 以及军事、航空、航天等环境与设备进行实时的数据检测和控制, 实现大范围的数据传递、处理与控制。

(5) 提供分布式处理的环境。在计算机网络中, 网络操作系统可以根据问题的性质和要求, 选择网内最合适的资源来进行处理, 做到量体裁衣。另外, 它还可以在网内某台计算机负荷过重时, 将一部分计算处理工作调配到其他计算机去处理, 从而避免忙闲不均的现象, 起到均衡负载的作用。

(6) 用于建立集风险预测、领导决策、产供销等信息管理、计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助制造 (CAM)、计算机辅助工艺过程设计 (CAPP)、柔性加工系统 (FMS)、计算机辅助产品测试 (CAPT)、计算机辅助质量控制 (CAQC) 等于一体的计算机综合 (集成) 制造系统 (CIMS), 构筑自动化工厂。

当今的社会正在快速进入网络时代, 越来越多的领域和部门开始应用计算机网络, 而且有很多行业 and 单位, 诸如上面提到的银行、铁路、民航等, 已经离不开计算机网络。

1.2 计算机网络的分类

目前, 对于计算机网络的分类, 通常有以下几种方法。

1.2.1 按照网络的地理覆盖范围分

根据计算机网络所覆盖的地理范围不同, 通常将计算机网络分为广域网 (Wide Area Network, WAN)、局域网 (Local Area Network, LAN) 和城域网 (Metropolitan Area Network) 三种。

广域网的跨度通常比较大, 可以覆盖一个市、一个省, 也可以覆盖一个国家、几个国家, 甚至可以覆盖全世界。目前我国最有代表性的广域网就是覆盖全国范围的十大网络: 中国公用计算机互联网

(CHINANET)、中国教育科研网(CERNET)、中国科学技术网(CSTNET)、金桥网(CGBNET)、中国长城军用网(CGWNET)、中国国际经济贸易网(CIETNET)、联通网(UNINET)、中国移动通信网(CMNET)、中国网通网(CNCNET)和中国铁通网(CRCNET)。此外,还有众所周知的国际互联网,目前它已经覆盖了全世界180多个国家和地区。

局域网的跨度比较小,通常限制在一个办公室或实验室、某个办公大楼,有时可扩展到整个校园或企业,形成所谓的园区网(Intranet),其覆盖距离一般不超过10 km。局域网的应用已日益普及,典型的局域网产品有Novell公司的Netware、Microsoft公司的Windows NT/2000等;典型的应用,如综合办公信息管理系统、财务信息管理系统、生产销售信息管理系统等,又如学校的教学信息管理系统、选课管理系统等。

城域网是介于广域网和局域网之间的一种网络,其覆盖距离一般为几十千米。城域网设计的目标是要满足城市地区范围内的某个行业或各个行业的企业、机关事业单位的局域网互联的需求,以满足大量用户之间的数据、语音、图形/图像与视频信息等数据的相互传输。典型的城域网有城域教育网、城域党政信息网、公用宽带城域网等。

1.2.2 按照计算机网络的性质分

按照计算机网络的性质,可以把计算机网络分成公共数据网(Public Data Network, PDN)和专用计算机网(Private Computer Network, PCN)两种。

公用数据网一般由国家电信部门组建,并由它们进行管理和收费,如中国公用计算机互联网(CHINANET)、中国公用分组交换数据网(CHINAPAC)、中国公用数字数据网(CHINADDN)、中国公用帧中继宽带业务网(CHINAFRN)等。通过提供公共的数据通信子网和共享资源,可以为所有入网用户提供各种数据通信服务和资源服务,如我国原邮电部建成的中国公用电子信箱系统(CHINAMAIL)、中国公用传真存储转发系统(CHINAFAX)、中国公用电子数据交换系统(CHINAEDI)等增值业务网,它们都是建立在信息处理系统(MHS)之上的数据通信平台,采用存储-转发通信机制,以异步通信方式传递用户信息,为所有上网用户提供服务。

专用计算机网一般由某个部门或单位组建,专门用于本部门或本单位的数据传输,不允许其他部门或单位使用,它通常采用专用的通信线路。专用计算机网以校园网、企业网、行业/系统网为代表。

1.3 网络的基本拓扑结构

计算机网络分为星形、树形、环形、总线式和分布式五种。

星形结构网络是以一台网络设备为中心,其他所有要联网的计算机都与该中心网络设备相连。由于各节点计算机都集中到中心网络设备,因此,又称这种结构形式的网络为集中式网络,如图1.1所示。

树形结构即为分级的集中式网络,是从星形结构网络演变而来的。在这种结构形式的网络中,每个上级网络设备都有对下级网络设备的管理和控制能力,每个上级网络节点及其所有下级网络节点都可以形成一个相对独立的集中式网络,其形式如图1.2所示。

环形结构网络是将所有要联网的计算机用一条或两条公用数据通道环接在一起而构成的单环或双环网络,其网络控制一般分散到各节点,形式如图1.3所示。环形结构网络多为局域网。

总线式结构网络则是将所有要联网的计算机设备通过一条公用数据通信线路连接在一起而形成的网络。这就好像是计算机内部的总线结构,其形式如图1.4所示。总线式结构网络也多为局域网。

分布式结构网络没有固定的连接形式,各节点之间可能有多条路径相通,其路由选择是动态进行的,其信息流向是随机的。分布式结构网络多为广域网。

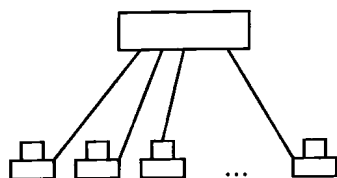


图 1.1 星形结构网络

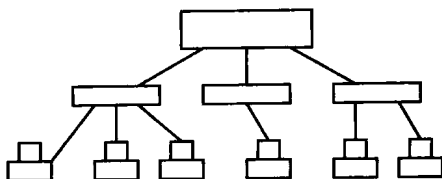


图 1.2 树形结构网络

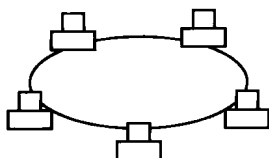


图 1.3 环形结构网络

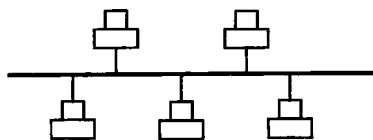


图 1.4 总线式结构网络

1.4 计算机网络的体系结构

1.4.1 网络协议与网络体系结构

网络协议对计算机网络来说是不可缺少的。网络必须要有协议支持，以此约束和协调相互的通信过程。对一个功能完备的计算机网络来说，还需要制订一整套的协议，构成一个协议集。那么，对于数量繁多、结构复杂的网络协议集来说，最好的组织方式就是采用层次结构，即把若干网络协议分成几层，每层针对一个或多个网络功能的实现。我们把网络协议的这种层次结构模型定义为计算机网络体系结构。实际上，计算机网络体系结构是从逻辑的、抽象的角度对计算机网络的功能和组织结构所做的规定与说明。

层次结构的计算机网络的优点如下。

(1) 各层之间相互独立。高层不需要知道低层是如何实现的，而仅需知道该层通过层间的接口所提供的服务。

(2) 灵活性好。当任何一层发生变化时，只要接口保持不变，那么在这层以上或以下的各层均不受影响，各层都可以采用最合适的技术来实现。另外，当某层所提供的服务不再被需要时，可将这层取消。

(3) 易于实现和维护。由于整个系统已被分解为若干易于处理的部分，这种结构就使得一个庞大复杂系统的实现和维护变得容易控制。

(4) 有利于促进标准化。由于每一层的功能及所提供的服务都已有了精确的说明，因此易于实现标准化。

世界上第一个网络体系结构是由 IBM 公司于 1974 年提出的，称为系统网络体系结构 (SNA)。

1.4.2 OSI/RM 网络体系结构

层次化的网络体系结构在 20 世纪 70 年代后期得到了普及和推广，各计算机生产厂商纷纷推出了自己的网络体系结构，这些网络结构普遍是以自己公司的产品为对象的，其共同之处在于它们都采用了分层技术，但层次的划分、功能的分配与采用的技术术语各不相同，不具备与其他公司网络结构的兼容性。随着网络技术的不断发展，各种计算机系统的联网和各种计算机网络的互联已成为迫切需要人们解决的课题，强烈需要有一个国际标准来规范网络体系结构。在这种形势下，开放系统互连参考模型应运而生。

这里提到的开放系统是指，一个系统在和其他系统进行通信时，如果能够遵守标准化的信息交换协议，就称其为开放系统。

开放系统互连参考模型 (OSI/RM) 是在两大国际标准化组织 ISO 和 CCITT (ITU-T) 的共同努力下制定的。它们根据层次化模型的设计原则, 将整个网络功能划分为七个层次, 划分的原则是:

- (1) 网络中相同的节点都具有相同的层次, 相同的层次具有相同的功能。
- (2) 同一节点内相邻层之间通过确定的接口进行交互通信。
- (3) 网络中不同节点的同等层之间采用相同的协议, 实现对等层之间的交互操作。

OSI 参考模型的结构形式如图 1.5 所示。

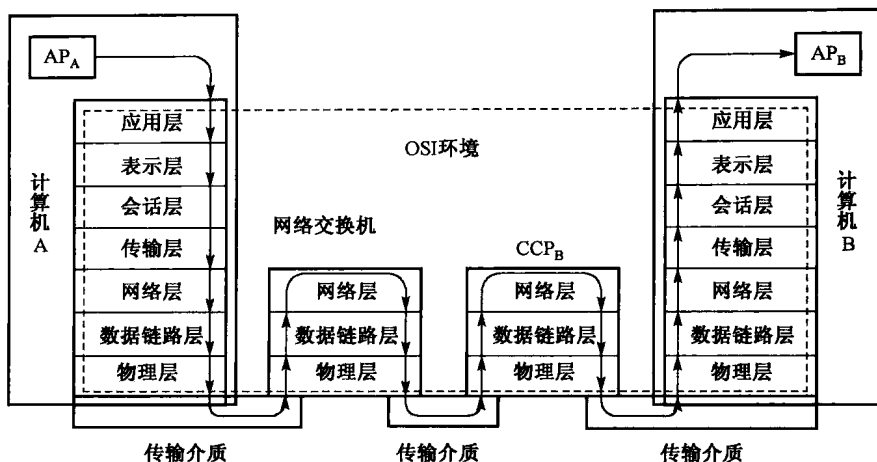


图 1.5 OSI 参考模型的结构形式及数据传输过程

由图可知, 以客户机为代表的每个端节点 (开放系统) 的功能分为七层, 而以网络交换机为代表的中继节点 (中继开放系统) 的功能只有三层。

OSI/RM 各层实现的主要功能如下。

(1) 物理层。物理层是组成计算机网络的基础。所有的网络通信设备、主机等均需采用物理层协议实现连接。定义物理层协议是为了使所有厂家生产的计算机系统和通信设备都能够从接口上兼容, 并使这些接口的定义独立于厂家生产的设备。

(2) 数据链路层。数据链路层的作用就是组织每条数据链路上的数据传输, 提供高可靠性无差错的数据传输。为此, 需要对数据链路上的数据传输过程进行管理和控制, 消除传输中的差错。

(3) 网络层。主要用于实现对通信子网的管理和控制, 解决数据分组跨通信子网进行传输的问题; 负责在通信子网内找到一条有效的路径, 以便按此路径传输数据, 同时还要实施拥塞控制。

(4) 传输层。无论两个客户端之间经过多少个中间节点, 都可以实现端-端 (主机-主机) 间的透明数据传输服务。对高层用户来说, 可以起到一个屏蔽的作用, 使高层用户的同等实体在通信过程中不受下层通信技术细节的影响, 而不必考虑具体的通信子网。采用统一的传输层原语书写的高层软件可运行于任何子网中。

(5) 会话层。组织和同步不同主机上各种进程间的通信 (会话), 在两个相互通信的进程 (实体) 之间, 建立、组织、协调其交互会话过程, 如确定是采用全双工方式还是半双工方式, 发生意外从何处开始恢复等。

(6) 表示层。用于处理两个应用实体之间数据交换的语法问题, 解决数据交换中存在的数据格式不一致及数据表示方法不同等问题, 此外, 诸如数据压缩/解压缩、加密/解密等也是表示层提供的典型服务。

(7) 应用层。为应用实体提供一致的访问 OSI 环境的手段; 提供各种网络应用和服务, 满足用户的各种不同需要; 提供用户所需要的信息交换和远程操作服务 (如文件传递、电子邮件等)。

根据各层的功能分配可知, OSI/RM 由上到下对通信的各个方面都做出了规定, 而且各层负责的职权范围是清晰而明确的。

1.4.3 对开放系统互连参考模型的说明

(1) 建立 OSI/RM 的目的是为系统互连提供一个共同的基础。它的提出并不是对某一个或某几个商业产品的抽象, 也不是对现有计算机网络体系结构的集合, 而是在博采众长的基础上, 反映系统互联技术未来发展的产物。该参考模型提供的是概念性、功能性的结构, 而不是互连结构的设施和协议技术细节的精确定义和描述。因此, 它不能作为具体实现的规范说明, 也就是说, OSI/RM 及其有关标准都只是技术规范, 而不是工业规范。

(2) OSI/TC97/SC16 在研究制定 OSI/RM 的过程中, 采用了“自顶向下”、“逐步求精”的方法, 从约束最少、抽象化程度最高的描述开始细化。OSI 的抽象化分为三级: 体系结构、服务定义、协议规范, 即 OSI 必须建立在某种网络体系结构的基础上, 而整个网络体系结构包含一系列的服务, 每个服务又是通过某一个或某几个协议的执行来实现的。这样, OSI/RM 便有了足够的灵活性以适应未来技术的发展和用户需求的扩大。

(3) OSI/RM 的基本构造技术就是“分层”, 它是利用层次结构把开放系统的信息交换问题分解为一系列比较易于控制的软硬件模块层, 对于每一层, ISO/TC97/SC16 都至少制订两个标准: 服务定义和协议规范。前者给出了该层提供的服务的准确定义; 后者详细描述了该层协议的动作和各有关规程, 以保证服务的提供。每一层在信息交换的任务中都负责一件独立的工作, 完成特定的功能。

数据传输过程如图 1.6 所示。

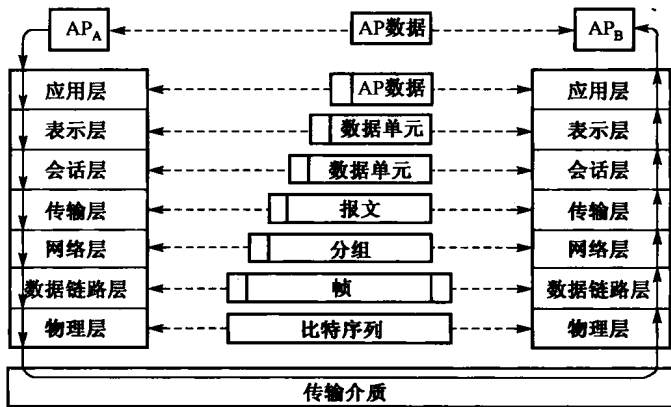


图 1.6 OSI 参考模型中的数据传输过程

从图中可以看出, 当应用进程 A (AP_A) 的数据传送到应用层时, 应用层加上本层的控制信息后, 组织成应用层的服务数据单元, 然后传输到表示层。表示层接收到这一服务数据单元后, 加上本层的控制信息, 组成表示层的服务数据单元, 再传送到会话层。会话层同样添加自己的控制信息后将所形成的服务数据单元传送到传输层, 传输层加上本层的控制信息后, 就构成了传输层的服务数据单元, 称之为报文 (Message)。传输层之下是网络层, 网络层数据单位为报文分组或包 (Packet)。网络层的分组传输到数据链路层之后, 再加上数据链路层的控制信息, 就构成了帧 (Frame)。帧传送到物理层后, 即以比特流的方式通过传输介质传输出去。当比特流到达目标节点后, 再从物理层开始依次上传, 每层都对对端各层的控制信息进行处理, 拆包后将用户数据上交高层, 直到对端的应用进程 B (AP_B)。

发送端将发送的信息一层一层地打包, 接收端对接收到的信息一层一层地拆包, 并同时进行检测处理。

1.5 TCP/IP 体系结构

TCP/IP 协议最早应用于著名的 ARPA 网,随着 ARPA 网逐渐由军事化转为商业化,成为 Internet 的主干网后, TCP/IP 的应用更加广泛。此外,由于美国国家科学基金会 NSF 所建立的 NSFNET 也采用了 TCP/IP 协议,而且也已成为 Internet 的主干网,因此, TCP/IP 协议的影响和工作范围更加明显地显现出来,这使得 TCP/IP 成为事实上的国际标准,而且是工业标准。

由于 TCP/IP 协议是先于 OSI 模型开发的,因此并不符合 OSI/RM 标准。大致上来说, TCP 对应于 OSI/RM 的传输层、IP 对应于网络层,但是现在的 TCP/IP 协议已远远超出了这个范围, TCP/IP 已成为一个完整的协议簇(并已成为一种网络体系结构)。该协议簇除了传输控制协议 TCP 和网际协议 IP 之外,还包括多种其他协议,其中有工具性协议、管理性协议及应用协议等。

TCP/IP 协议之所以非常受重视,有以下几个原因。

(1) Internet 采用 TCP/IP 协议,各类网络都要与 Internet 连接或借助于 Internet 相互连接。

(2) TCP/IP 已被公认为异种计算机、异种网络彼此通信的可行协议, OSI/RM 虽然被公认为网络的发展方向,但目前尚难于异种机和异种网的通信。

(3) 各主要计算机软、硬件厂商的网络产品几乎都支持 TCP/IP 协议。

TCP/IP 协议的层次模型如图 1.7 所示,它与 OSI/RM 的对应关系如图 1.8 所示。

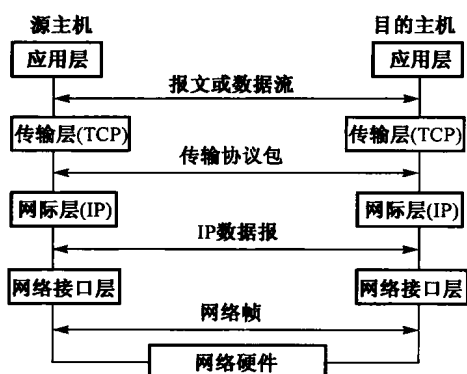


图 1.7 TCP/IP 协议的层次模型

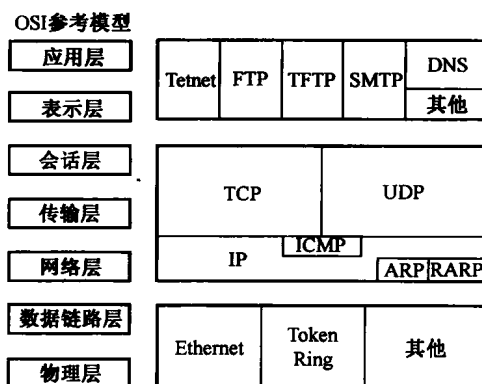


图 1.8 TCP/IP 协议与 OSI/RM 的对应关系

由图可见, TCP/IP 协议在硬件基础上分为 4 个层次、自底层向上依次为:网络接口层、网际层、传输层、应用层。

TCP/IP 的网络接口层对应于 OSI 的物理层和数据链路层,包括 IEEE 802.3 Ethernet、IEEE 802.4 Token Bus、IEEE 802.5 Token Ring 和 MILNET、DDN 等。在网际层中, IP 为网际协议(Internet Protocol), ICMP 为网际控制报文协议(Internet Control Message Protocol), ARP 为地址转换协议(Address Resolution Protocol), RARP 为反向地址转换协议(Rreverse ARP)。在传输层中, TCP 为传输控制协议(Transfer Control Protocol), UDP 为用户数据报协议(User Datagram Protocol)。在应用层中, Telnet 为远程登录(虚终端)协议, FTP 为文件传输协议(File Transfer Protocol), TFTP 为平常文件传输协议(Trivial File Transfer Protocol), SMTP 为简单邮件传输协议(Simple Mail Transfer Protocol), DNS 为区域命名服务(Domain Name Service)。但有一点应该说明, TCP/IP 协议和 OSI 模型的层次对应关系并不严格。