

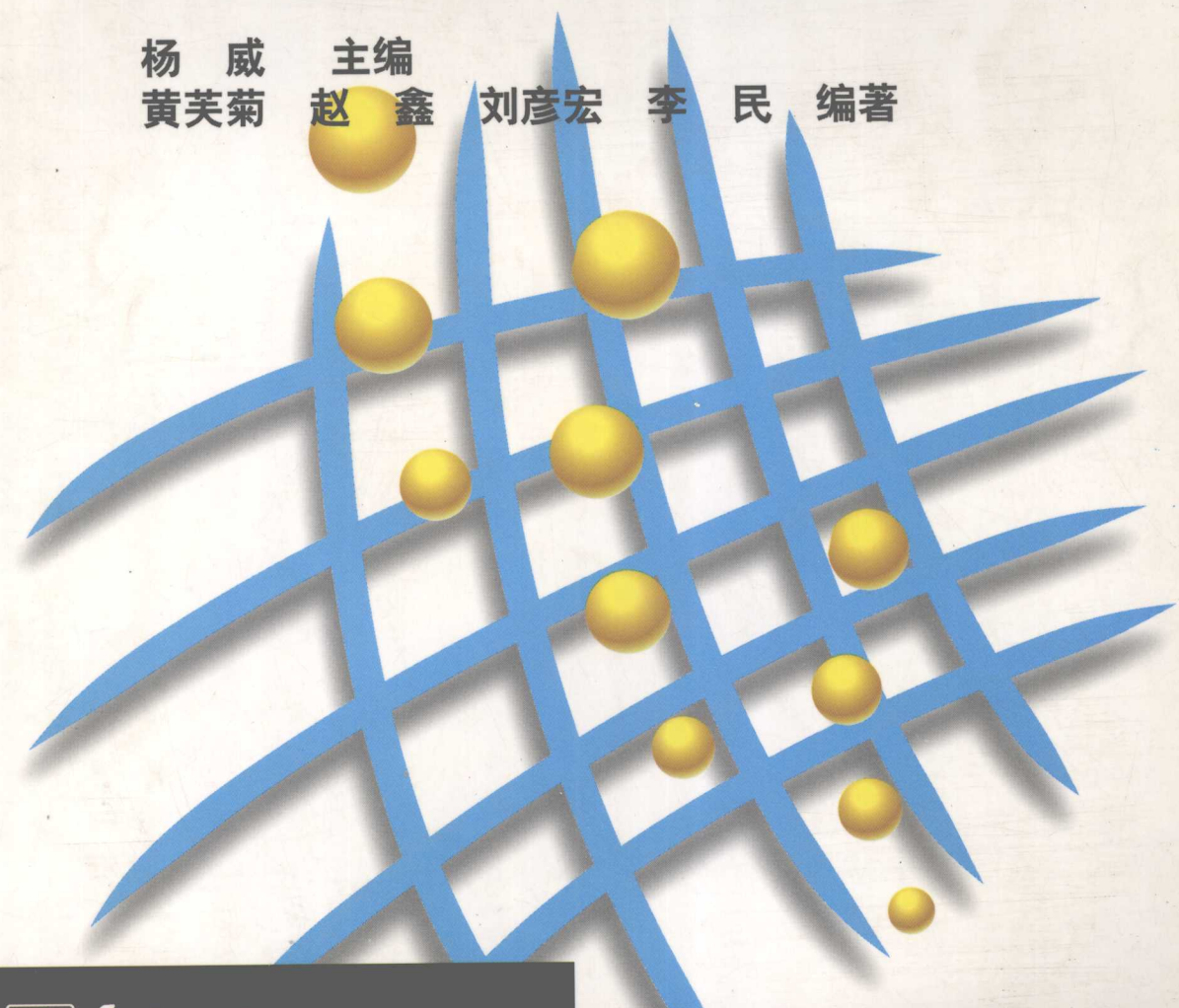


高职高专计算机系列规划教材

中国计算机学会高职高专教育学组推荐出版

局域网组建、管理与维护

杨威 主编
黄芙菊 赵鑫 刘彦宏 李民 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

TP393.1
779

高职高专计算机系列规划教材

局域网组建、管理与维护

杨 威 主编

黄芙菊 赵 鑫 刘彦宏 李 民 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书较全面、系统地介绍了局域网的规划、设计、组建、管理、维护及评估的理论、技术与方法。详细探讨了局域网组建的性能分析、方案规划设计, 组建 Windows 2000 Server 与 Linux 网络平台、Web 服务器、FTP 与 MAIL 服务器, 局域网管理与维护, 局域网互联解决方案, 以及局域网项目管理与评估等问题。并结合笔者多年从事系统集成的实践, 为读者提供了几个局域网组建、管理与维护的解决方案。

本书具有教材和技术资料双重特征, 适合高等院校、高职院校计算机科学与技术、网络工程、自动化、电子信息工程、通信工程等专业的学生使用, 也适合作为系统集成培训自学教材。亦是网络工程技术人员和管理人员的技术参考资料和必备的工具书。

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

局域网组建、管理与维护 / 杨威主编. —北京: 电子工业出版社, 2004.7
(高职高专计算机系列规划教材)

ISBN 7-5053-9992-6

I.局... II.杨... III.局部网络—高等学校: 技术学校—教材 IV.TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 058807 号

责任编辑: 吕 迈 特约编辑: 王银彪

印 刷: 北京季蜂印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18.5 字数: 474 千字

印 次: 2004 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 23.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。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。

出版说明

高职高专的计算机专业面临着两方面的巨大变化，一是计算机技术的飞速发展，另一方面是高职高专教育本身的改革和重组。

当前，计算机技术正经历着高速度、多媒体、网络化的发展，计算机教育特别是计算机专业的教材建设必须适应这种日新月异的形势，才能培养出不同层次的合格的计算机技术专业人才。为了适应这种变化，国内外都在对计算机教育进行深入的研究和改革。美国 IEEE 和 ACM 在推出了《Computing Curricula 2000》之后，立即又推出了《Computing Curricula 2001》。全国高校计算机专业教学指导委员会和中国计算机学会教育委员会在 1999 年 9 月也提出了高等院校《计算机学科教学计划 2000》（征求意见稿）。目前，国内许多院校老师、专家正在研究《Computing Curricula 2001》，着手 21 世纪的中国计算机教育的改革。

高专层次和本科层次的计算机教育既有联系又有区别，高专层次的计算机教育旨在培养应用型人才。自 20 世纪 70 年代末高等专科学校计算机专业相继成立以来，高等专科学校积极探索具有自己特色的教学计划和配套教材。1985 年，在原电子工业部的支持下，由全国数十所高等专科学校参加成立了中国计算机学会教育委员会大专教育学组，之后又成立了大专计算机教材编委会。从 1986 年到 1999 年，在各校老师的共同努力下，已相继完成了三轮高等专科计算机教材的规划与出版工作，共出版了 78 种必修课、选修课、实验课教材，较好地解决了高专层次计算机专业的教材需求。

为了适应计算机技术的飞速发展以及高职高专计算机教育形势发展的需要，中国计算机学会教育委员会高职高专教育学组和高职高专计算机教材编委会于 2000 年 7 月开始，又组织了一批本科高校、高等专科学校、高等职业技术学院和成人教育高等院校的有教学经验的老师，学习研究参考了高等院校《计算机学科教学计划 2000》（征求意见稿），提出了按照新的计算机教育计划和教学改革的要求，编写高专、高职、成人高等教育三教统筹的第四轮教材。

第四轮教材的编写工作采取了以招标的方式征求每门课程的编写大纲和主编，要求投标老师详细说明课程改革的思路、本课程和相关课程的联系、重点和难点的处理等。在第四轮教材的编写过程中，编委会强调加强实践环节、强调三教统筹、强调理论够用为度的原则，要求教学计划、教学内容适应高等教育发展的新形势。本套教材的编者均为各院校具有丰富教学实践经验的教师。因此，第四轮教材的特点是体系结构比较合理、内容新颖、概念清晰、通俗易懂、理论联系实际、实用性强。

竭诚希望广大师生对本套教材提出批评建议。

中国计算机学会教育委员会高职高专教育学组
2001 年 1 月

部分学组成员单位名单

安徽淮南联合大学	河北工业职业技术学院
安徽职业技术学院	河北师范大学
保定职业技术学院	河南大学
北方工业大学	河南机电高等专科学校
北京船舶工业管理干部学院	河南新乡平原大学
北京电子信息职业技术学院	河南职业技术学院
北京科技大学职业技术学院	黑龙江大学职业技术学院
北京师范大学信息科学学院	湖北沙市大学
北京市机械局职工大学	湖南财经高等专科学校
北京信息工程学院	湖南城市学院
常州工学院	湖南大学
成都电子机械高等专科学校	湖南环境生物职业技术学院
成都航空职业技术学院	湖南计算机高等专科学校
成都师范高等专科学校	湖南民政职业技术学院
成都信息工程学院	湖南税务高等专科学校
承德石油高等专科学校	湖南铁道职业技术学院
重庆电子职业技术学院	湖州职业技术学院
重庆工业职业技术学院	淮安信息职业技术学院
佛山科技学院	淮海工学院
福州大学职业技术学院	黄石高等专科学校
广东女子职业技术学院	吉林大学
广东轻工职业技术学院	吉林交通职业技术学院
广西水利电力职业技术学院	吉林职业师范学院工程学院
广西职业技术学院	济源职业技术学院
广州大学科技贸易技术学院	江汉大学
广州航海高等专科学校	江苏常州机电职业技术学院
广州市财贸管理干部学院	金陵职业大学
桂林电子工业学院	军械工程学院
哈尔滨师范大学	空军后勤学院
哈尔滨学院	兰州师范专科学校
海淀走读大学信息学院	兰州石化职业技术学院
海口经济职业技术学院	连云港化工高等专科学校
海南职业技术学院	辽东学院
杭州经贸职业技术学院	辽宁交通高等专科学校
杭州商学院	辽阳高等职业技术学院
河北沧州职业技术学院	柳州职业技术学院
河北大学	洛阳大学

漯河职业技术学院
南京工程学院
南京建筑工程学院
南京农业专科学校
南京师范大学
南京钟山学院
南宁职业技术学院
宁波高等专科学校
青岛化工学院
青岛科技大学
青岛职业技术学院
山西大同职业技术学院
山西工业职业技术学院
山西师范大学
陕西工业职业技术学院
上海第二工业大学
上海电机技术高等专科学校
上海交通大学应用技术学院
上海理工大学
上海旅游高等专科学校
上海商业职业技术学院
上海托普职业技术学院
上海应用技术学院
韶关大学
邵阳高等专科学校
深圳职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
四川师范学院
四川托普信息职业技术学院

苏州市职工大学
苏州铁路机械学校
苏州职业大学
台州职业技术学院
泰州职业技术学院
天津滨海职业学院
天津渤海职业技术学院
天津大学高职学院
天津电子信息职业技术学院
天津轻工业学院
天津师范大学计算机与信息学院
潍坊高等专科学校
温州大学
无锡职业技术学院
武汉职业技术学院
西安电子科技大学
兖州矿业职业大学
云南财贸学院
浙江大学
浙江工贸职业技术学院
浙江育英学院
郑州工业高等专科学校
郑州经济管理干部学院
郑州经济管理学院
中国保险管理干部学院
中国地质大学
中国人民大学成人教育学院
中州大学

前 言

计算机网络源于计算机技术与通信技术的结合，始于 20 世纪 70 年代，发展于 20 世纪 80 年代。尤其是在近十多年计算机网络已广泛地应用于工业、商业、金融、政府、教育、科研以及日常生活的各个领域，成为信息社会的基础设施。

计算机网络作为信息社会的交通枢纽，为人们的工作、学习、生活提供了快捷、方便的交流与协作平台。这样就促使人们迫切需要了解计算机局域网知识，特别是高等院校计算机及其相关专业的学生需要了解与掌握计算机局域网组建、管理与维护的知识。为了适应这一需求，我们受中国计算机学会高职高专教育学组的委托，编写了《局域网组建、管理与维护》一书。

计算机网络一般可分为两大类，一类是局域网，另一类是广域网。广域网可以看做是远距离分布在不同地理位置的、规模大小不等的局域网的集合。这就是说没有局域网，广域网也就失去了存在的意义。因此，当我们了解与熟悉了计算机网络知识后，进而要详细了解与掌握局域网的规划、组建、管理与维护的知识。如何规划与组建局域网？如何管理与维护一个运行的局域网？如何管理与评估一个局域网组建项目？等等，这些问题的讨论与解决正是本书的主题。

围绕这个主题，本书较全面、系统地介绍了局域网的结构、模式、规划、设计、组建、管理、维护及评估的理论、技术与方法。详细探讨了局域网组建的性能分析、方案规划设计，组建 Windows 2000 Server 与 Linux 网络平台、Web 服务器、FTP 与 MAIL 服务器，局域网管理与维护，局域网互联解决方案，以及局域网项目管理与评估等问题。并结合笔者多年从事系统集成的实践，为读者提供了几个局域网组建、管理与维护的解决方案。

本书编写中，坚持“实用技术为主、工程实践为线、侧重主流产品”的原则；立足于“看得懂、学得会、用得上”的策略；由浅入深、循序渐进地介绍局域网组建、管理与维护的技术与方法。其特点是，贯穿了可以促使读者对局域网组建、管理与维护的完全理解的内容。这就是：

① 在每章开始的“学习目标”，按照教学目标分类学说，列出了学完这一章后读者应达到的认知目标、情感目标以及动作技能要求；

② 在每章开始的“学习重点、难点”，列出了学习这一章中读者需要掌握的重点内容和理解的难点内容；

③ “实例、图表、数据”可以帮助读者加深对局域网概念、原理、技术及方法，局域网系统安装、配置、管理及维护等内容的理解；

④ “思考与练习”可作为每章学习情况的评估。这些问题针对学习目标，可以使读者在学习新的一章之前检测一下自己对本章内容的理解；

⑤ “组网实验、课程设计”可以使读者了解局域网组建的过程，训练组建技能，学会团队协作解决问题的方法。能按实验要求设计、安装与调试网络，并写出组网实验报告。

本书选题适当、结构完整、层次清晰、实用性强。书中案例体现了局域网及应用的特征，具有很强的工程针对性。书中的局域网规划设计、网络信息服务平台、局域网管理维护、局

域网互联及局域网项目评估等内容，来自工程实践，读者可以直接应用在网络工程项目中。

本书具有教材和技术资料双重特征，适合高等院校、高职院校计算机科学与技术、网络工程、自动化、电子信息工程、通信工程等专业的学生使用，也适合作为系统集成培训自学教材。亦是网络工程技术人员和管理人员的技术参考资料和必备的工具书。

本书由山西师范大学杨威教授、刘彦宏讲师、赵鑫讲师、黄芙菊讲师和辽东学院的李民副教授合作编写。浙江工业大学邱继征教授对本书的初稿进行了认真的审阅，并提出许多宝贵的意见。编者对邱教授的热情帮助和认真指导表示诚挚的感谢。

本书第1章由杨威、刘彦宏合编，第2章、第10章由杨威编写，第3章、第4章由杨威、李民合编，第5章、第9章由黄芙菊编写，第6章、第7章由赵鑫编写，第8章由刘彦宏编写。全书由杨威统稿、定稿。

本书的出版得益于中国计算机学会高职高专教育学组的关怀和支持；得益于电子工业出版社的关怀和支持。在本书的编写过程中，吸取了许多局域网组建、管理及维护专著、论文的优点，得到了许多老师的帮助。在本书出版之际，对以上给予我们帮助、鼓励、支持的老师，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，错误、疏漏之处在所难免，敬请广大读者不吝赐教。

编者

2004年3月

第1章 计算机局域网概论

【学习目标】

认知目标: 了解局域网的概念、发展及特点。基本掌握局域网体系结构的概念与原理、OSI模型与TCP/IP体系结构、OSI与TCP/IP的关系、IP地址、子网与子网掩码及域名。理解局域网对等模式、Client/Server模式、Browser/Server模式以及基于Windows DNA的分布式互联网应用结构。

情感目标: 对局域网的体系结构及工作模式产生兴趣, 具有在局域网规划设计中运用相关知识的愿望。

动作技能: 能够画图说明TCP/IP体系结构、以太网拓扑结构, 以及简单局域网的工作模式。

【学习重点、难点】

局域网体系结构的概念与原理、OSI模型与TCP/IP体系结构、OSI与TCP/IP的关系、IP地址、子网与子网掩码及域名、局域网的Client/Server模式和Browser/Server模式。

1.1 局域网的发展及特点

1.1.1 局域网的概念

随着计算机技术水平的不断提高、计算机应用需求的增长和计算机成本的不断降低, 微型计算机的用户数量在不断上升。人们希望能够把一个局部范围(例如一个办公室、一栋写字楼、一个学校、一个企业等)的计算机通过一定的方法连接起来, 以实现计算机之间数据交换, 共享网络硬件和软件资源。这样, 计算机局域网(Local Area Network, LAN)技术得到了广泛的关注和发展。

对于计算机局域网有多种定义, 一般有两种说法: 一种是体现应用目的的定义, 即“以相互共享资源方式连接起来, 并且各自有独立功能的计算机系统之集合”; 另外一种体现物理结构的定义, 即“在网络协议的控制下, 由一台或多台服务器、若干台终端机(PC)、数据传输设备(集线器、交换机), 以及终端机与服务器间、终端机与终端机间、服务器与服务器间进行通信的设备所组成的计算机复合系统”。

我国有些计算机专家则综合了这两种说法的特点, 将计算机局域网定义为“利用局域网技术(例如以太网、令牌环网等), 把地理上分散的计算机有机地连接在一起, 达到相互通信而且共享硬件、软件和信息等资源的系统”。

1.1.2 局域网的发展

1969年, 世界上最早的广域网(Wais Area Network, WAN) ARPANET的研制成功,

展现了计算机网络的广阔应用前景。ARPA 网的研制为网络基础理论研究奠定了基础，与此同时，多机系统、分布处理研究也取得了进展。所有这些，为局域网理论研究做好了充分的准备，许多大学和研究所的工作人员都在致力于研究如何在一个比较小的地理范围之内，譬如说一个试验室、办公室或一栋楼房，把一些小型机等计算机设备通过通信设施连接起来，以便共享资源，充分发挥这些设备的功能。1969 年，美国贝尔实验室研究了 Newhall 环形局域网。1974 年英国剑桥大学计算机研究室研究成功了著名的剑桥环局域网（Cambridge-Ring）。1976 年美国 Xerox 公司 Palo Alto 研究中心利用夏威夷大学 ALOHA 无线电网系统原理成功开发了以太网（Ethernet），使之成为第一个共享总线状局域网。以太网的问世是局域网发展史上的一个重要里程碑。

进入 20 世纪 80 年代，计算机局域网的研制工作开始由实验室走向产品化和标准化的阶段。1980 年美国 DEC 公司、Intel 公司和 Xerox 公司联合公布了局域网 DIX 标准，即以以太网规范，使局域网的典型代表以太网进入规范阶段。1981 年，美国 IBM 公司推出了它的 IBM PC 个人计算机，后来成为了微型计算机的工业标准。微型机和大规模集成电路技术至少从两个方面有力地推动了局域网的发展：一是微型机价格低廉，普及性强而且应用广泛，但微型机在开始时的致命缺陷是系统资源不足，急需联网以便共享资源，构成实用的强有力的系统；二是大规模集成电路技术从硬件上实现了局域网的低层协议，局域网产品生产走向规模化，降低了成本，并且提高了系统的可靠性。1984 年 IBM 公司推出它的 IBM PC Network 宽带局域网产品，遵循以太网规范，可以用来连接已经有广泛用户的环状局域网产品。IBM 环网是最具有代表性的典型局域网产品。

1980 年 2 月，IEEE 学会下属的 802 局域网络标准委员会宣告成立，并相继提出了若干 802 局域网络协议标准，其中绝大部分内容已被 ISO（International Organization for Standardization，国际标准化组织）正式认可，作为局域网络的国际标准，它标志着局域网络协议及其标准化工作向前迈进了一大步。从 1980 年至今，802 委员会已陆续制定了环网、总线网、令牌总线网、光纤网、宽带网、城域网和无线局域网等多种局域网标准。这些标准的制定，大大地推动了局域网的发展。在局域网技术中，形成了以太网和令牌环网为主的两大体系。在此基础上，一些计算机公司开发了许多高层协议软件。

20 世纪 80 年代中后期到 90 年代，具有较高水平的局域网操作系统（NOS）也得到了很大发展。对局域网影响较大的操作系统有微软公司的 DOS3.1、3COM 公司的 3PLUS、Novell 公司的 Netware、微软公司的 Windows NT，老牌操作系统 UNIX 也内置了网络功能，支持局域网。

进入 20 世纪 90 年代，局域网技术主要朝着两个方面发展：互联和高速。一方面随着计算技术网络化的趋势，出现了多种新的网络计算（工作）模式，使局域网正朝着应用互联的方向发展。在网络高层协议和操作系统支持下，已实现了 LAN-LAN 互联和 LAN-WAN 的互联。局域网上的计算机也不再只是个人机，关键计算的任务，已经由高档计算机、工程工作站、小型机和专用服务器甚至大型主机组成的网络承担。互联扩大了局域网的应用范围，从某种意义上来说，局域网已不再是“局域”的了。另一方面随着局域通信技术光纤化的趋势，出现了多种新的以太网通信技术（例如 10 Gbps 以太网标准 IEEE 802.3ae），使局域网正朝着高速率、大容量的方向发展。局域网上传输的信息也不再是文本数据，而是融合语音、数据和视频的多媒体信息。局域网速度已经从共享式 10 Mbps 升级到交换式 100~1 000 Mbps，目前最快的以太网交换机带宽可达到 10 Gbps。

局域网正以其自身的特点和优势，在信息技术领域与广域网并驾齐驱。在工业控制领域、校园教育领域、政府办公领域、商业管理领域等都得到了广泛应用。如今的企业网、校园网、政务网、商务网等都是由局域网组成；局域网就如同神经系统的末梢，无处不在，无所不能。

1.1.3 局域网的特点

局域网是在较小的地理范围内，以共享资源为主要目的，把计算机、网络传输与资源等设备连接起来的一种计算机通信网络。局域网中的计算机主要是个人计算机；资源设备可以是文件服务器、打印服务器、数据库服务器、音视频服务器等；网络传输设备可以是网卡、集线器、收发器、交换机的通信设备。

从字面上理解，似乎局域网的特点是地理范围小，其实这只是局域网的特点之一。归纳起来，局域网具有以下几个特点。

(1) 局域网是在较小地理范围之内的网络，其地理范围一般在 0.01~20 km 之间。这样的地理范围可以是一个跨中小城市的集团或是一个集团的建筑群，也可以是一栋楼或一个办公室。可见局域网联网非常灵活，甚至两台计算机就可以连成一个对等的局域网。

(2) 局域网是专用网。一般由一个部门专有，不需要使用公共通信设施联网，专线使得局域网具有较好的信道质量。

(3) 局域网的数据传输速率高，误码率低。数据传输速率一般在 10~1 000 Mbps 之间，最高时可达 10 Gbps，而误码率却在 10^{-9} 左右。

(4) 局域网使用共享信道技术，具有独特的介质访问控制方式。例如以太网的总线结构和基于 CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection) 的介质访问控制。这是局域网区别于广域网最主要的特点。

(5) 局域网价格低廉，联网容易，使用方便。

1.2 局域网的结构及功能

1.2.1 基本概念与原理

从 20 世纪 80 年代以来，计算机局域网飞速发展，已成为一种复杂、多样的大系统。计算机局域网的组建要解决许多复杂的技术问题，例如支持铜线、光缆、无线等；支持多厂商、异构机互联，包括软件的通信约定与硬件接口的规范；支持多种业务，如共享文件与打印、办公自动化、网上学习、Internet 服务、管理信息系统以及企业资源规划系统 (ERP) 等；支持可视化的人机接口，满足人们对多媒体应用日益增长的需求。

1. 网络协议

计算机网络由多个互联的结点组成，结点之间要不断地交换数据和控制信息。要做到有条不紊地交换数据，每个结点必须遵守一些事先约定好的共同规则。为网络数据交换而制定的规则、约定和标准统称为网络协议 (Protocol)。

一般地说，一个网络协议由三个要素构成：语法、语义和时序。语法确定通信双方之间“如何讲”，由逻辑说明构成，确定通信时采用的数据格式、编码、信号电平及应答结构等；

语义确定通信双方之间“讲什么”，由通信过程的说明构成，要对发布请求、执行动作及返回应答予以解释，并确定用于协调和差错处理的控制信息；时序则确定事件的顺序以及速度匹配、排序等。

2. 体系结构

所谓网络体系结构就是为了完成计算机间的协同工作，把计算机间互联的功能划分成具有明确定义的层次，规定了同层次进程通信的协议及相邻层之间的接口服务。将这些同层次进程通信的协议以及相邻层接口统称为网络体系结构。

网络协议对计算机网络是不可缺少的，一个完善的网络需要一系列网络协议构成一套完备的网络协议集。大多数网络在设计时是将网络划分为若干个相互联系而又各自独立的层次，然后针对每个层次及层次间的关系制定相应的协议，这样可以减少协议设计的复杂性。像这样的计算机网络层次结构模型及各层协议的集合，也称为计算机网络体系结构(Network Architecture)。

世界上第一个网络体系结构是 IBM 公司于 1974 年提出的，命名为“系统网络体系结构 SNA”。在此之后，许多公司纷纷提出了各自的网络体系结构。这些网络体系结构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均不相同。随着信息技术的发展，各种计算机系统联网和各种计算机网络的互联成为人们迫切需要解决的课题。开放系统互联参考模型(OSI/RM)就是在这样一个背景下提出和研究的。

3. 分层原理

网络分层体系结构如图 1.1 所示。在网络分层结构中， N 层是 $N-1$ 层的用户，同时是 $N+1$ 层的服务提供者。 $N+1$ 层的用户直接使用是 N 层提供的服务，而事实上 $N+1$ 层的用户是通过 N 层的服务享用了 N 层内的所有的服务。

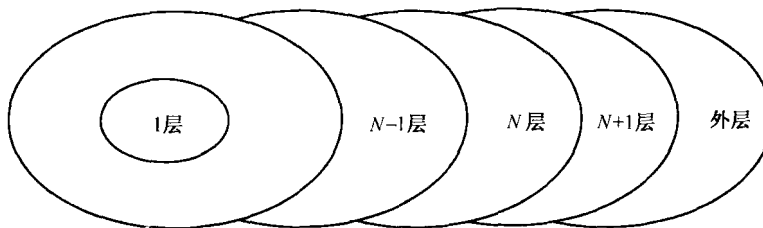


图 1.1 计算机网络分层体系结构示意图

分层结构的好处如下：

(1) 独立性强。独立性是指被分层的具有相对独立功能的每一层，它不必知道下一层是如何实现的，只要知道下层通过层间接口提供的服务是什么，本层向上一层提供的服务是什么就可以了。

(2) 功能简单。网络系统分层后，整个复杂的系统就被分解成若干个小范围的、功能简单的部分，使每一层功能变得比较简单。这样就方便了各层的研制，每一层均有相应的标准，使不同厂商的设备可以互换。

(3) 适应性强。当任何一层发生变化时，只要层间接口不发生变化，那么这种变化就不影响其他任何一层。这就意味着可以对分层中的任何一层的内部结构进行修改，甚至可以

取消某层。

(4) 易于实现和维护。分层之后使得实现和调试一个大的、复杂的网络系统变得简单和容易。

1.2.2 OSI 模型

IEEE 802 委员会于 1981 年提出开放系统互联参考模型 (Open System Interconnect Reference Model, OSI/RM)。OSI 定义了异构计算机 (硬件结构、软件指令均不同) 联网标准的框架结构, 受到计算机和通信行业的极大关注。OSI 的不断发展, 得到了国际上的承认, 成为其他计算机网络体系结构靠拢的标准, 大大推动了计算机网络与通信的发展。

OSI 采用三级抽象, 即体系结构、服务定义和协议规格说明。体系结构部分定义 OSI 的层次结构、各层间关系及各层可能提供的服务; 服务定义部分详细说明了各层所具备的功能; 协议规格部分的各种协议精确定义了每一层在通信中发送控制信息及解释信息的过程。提供各种网络服务功能的计算机网络系统是非常复杂的。根据分而治之的原则, ISO 将整个通信功能划分为七个层次, 如图 1.2 所示。

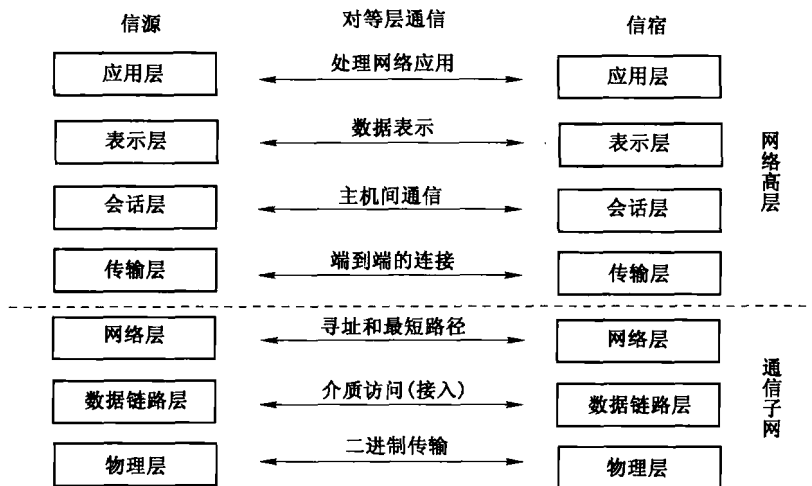


图 1.2 IEEE 802 参考模型 OSI

OSI 各层的主要功能如下。

(1) 物理层 (Physical Layer)。这是整个 OSI 参考模型的最底层, 提供的服务包括: 物理连接、物理服务数据单元顺序化 (接收物理实体收到的比特顺序与发送物理实体所发送的比特顺序相同) 和数据电路标识。

由于物理层提供网络的物理连接, 所以物理层是建立在物理介质上 (而不是逻辑上的协议和会话), 它提供的是机械和电气接口, 主要包括电缆、物理端口和附属设备, 如双绞线、同轴电缆、光缆、接线设备 (如集线器、集中器、收发器等)、RJ-45 接口、串行口和并行口等在网络中都是工作在这个层次的。

(2) 数据链路层 (Data Link Layer)。数据链路层是在通信的实体间建立数据链路连接, 传送以帧为单位的数据, 并采用差错控制、流量控制方法, 使有差错的物理线路变成无差错的数据链路。

数据链路层使用的协议有 SLIP, PPP, HDLC, X.25 和帧中继等。网络交换机、网卡、MODEM

等设备就工作在这个层次上。工作在这个层次上的交换机俗称“第二层交换机”。

(3) 网络层(Network Layer)。网络层的主要任务是通过路由算法,为分组通过通信子网选择最适当的路径。网络层要实现路由选择,阻塞控制与网络互联等功能。

网络边界中的路由器就工作在这个层次上,现在较高档的交换机也可直接工作在这个层次上,因此它们也提供了路由功能,俗称“第三层交换机”。

(4) 传输层(Transport Layer)。传输层的主要任务是向用户提供可靠的端到端(End to End)服务,透明地传送报文。它向高层屏蔽了下层数据通信的细节,因而是体系结构中最关键的一层。

(5) 会话层(Session Layer)。会话层为通信的应用进程建立与组织会话,使应用进程能管理与控制通信进程,从而使网络上的应用灵活、可靠。既易于暂时中止一个活动,在着手进行了更紧急的活动后,再继续它,也能高效地从与通信无关的高层故障中恢复。

(6) 表示层(Presentation Layer)。表示层的作用是为通信双方的应用层实体提供共同的表达手段,使双方能正确地理解所传送的信息。实际上表示层的功能涉及到格式转换、数据加密与数据压缩等诸多方面。

(7) 应用层(Application Layer)。应用层直接为应用进程提供服务,使应用进程能进入操作系统接口,并提供公共的服务以确保交易(Transaction)的完整性,也能向用户提供如文件传输、电子邮件、Web 网页浏览、远程登录、虚拟终端及目录查询等专用服务。

从总体上看计算机网络分为两个大的层次(见图 1.2):通信子网和网络高层。通信子网(1~3 层)支持通信接口,提供网络访问;网络高层(4~7 层)支持端到端通信,提供网络服务。无论怎样分层,较低的层次总是为与它紧邻的上层提供服务。

OSI 参考模型是理论模型,模型的建立有利于将网络通信作业拆解成较小的、也较简单的部分,方便设计制造。将网络元件标准化,使更多的厂商加入开发及技术支持,让各种不同类型的网络硬件与软件彼此互通信息。防止一层中的改变、变动影响到其他各层,便于更迅速发展。将网络通信作业拆解成较小的部分,在学习和了解时就更加简单明了。

1.2.3 TCP/IP 体系结构

1. TCP/IP 协议

由于种种原因,OSI 模型并没有成为真正应用在工业技术中的网络体系结构。Internet 在全世界的飞速发展使 Internet 所遵循的 TCP/IP 参考模型得到了广泛的应用。TCP/IP 协议是一个协议集,如图 1.3 所示,其中最重要的协议一个是 TCP 协议(Transmission Control Protocol,传输控制协议),另一个是 IP 协议(Internet Protocol,互联网协议),通称为 TCP/IP 协议。

TCP/IP 协议具有如下四个特点:

- (1) 开放的协议标准,可以免费使用,并且独立于特定的计算机硬件与操作系统。
- (2) 独立于特定的网络硬件,可以运行在局域网、广域网中,更适用于网络互联。
- (3) 统一的网络地址分配方案,使得网络中的每台主机在网中都具有惟一的地址。
- (4) 标准化的高层协议如图 1.3 所示,可以提供多种可靠的用户服务。

在 TCP/IP 协议中,TCP 协议和 IP 协议各有分工。TCP 协议是 IP 协议的高层协议,TCP 在 IP 之上提供了一个可靠的、面向连接的协议。TCP 协议能保证数据包的传输以及正确的

传输顺序，并且它可以确认包头和包内数据的准确性。如果在传输期间出现丢包或错包的情况，TCP 负责重新传输出错的包，这样的可靠性使得 TCP/IP 协议在会话式传输中得到充分应用。IP 协议为 TCP/IP 协议集中的其他所有协议提供“包传输”功能，IP 协议为计算机上的数据提供一个最有效的无连接传输系统，也就是说 IP 包不能保证到达目的地，接收方也不能保证按顺序收到 IP 包，它仅能确认 IP 包头的完整性。最终确认包是否到达目的地，还要依靠 TCP 协议，因为 TCP 协议是有连接服务。

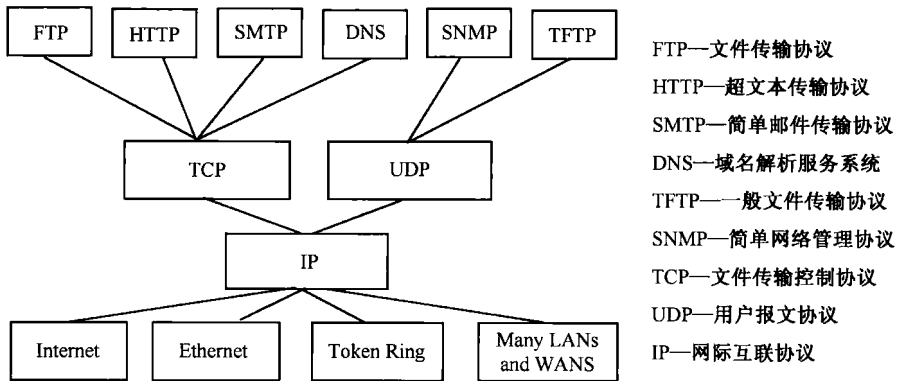


图 1.3 TCP/IP 协议集示意图

2. TCP/IP 体系结构及功能

图 1.4 对 OSI 和 TCP/IP 进行了对比。TCP/IP 体系结构的网络接口层(Network Interface)、IP 层(包括 ICMP,ARP,RARP 等协议)、传输层(TCP,UDP)、应用层(高层协议)，分别对应 OSI 参考模型的物理与数据链路层、网络层、传输层、会话与表示及应用层。

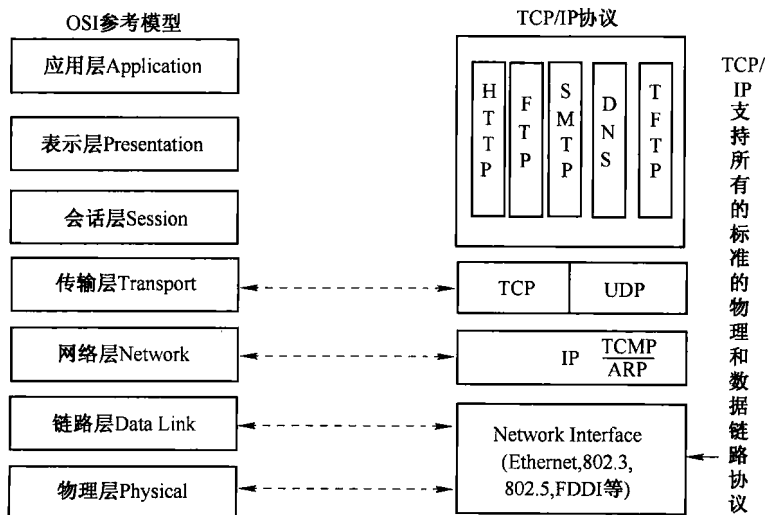


图 1.4 OSI 与 TCP/IP 对比

TCP/IP 体系结构分为四个层次，各层的功能如下。

(1) 网络接口层。该层是整个体系结构的基础部分，负责接收 IP 层的 IP 数据报文，通过网络向外发送；或接收处理从网络上来的物理帧，抽出 IP 数据报文，向 IP 层发送。该层是

主机与网络的实际连接层，与邮政系统类比，网络接口层中的比特流传输相当于信件的运送。

(2) 网络互联层。该层是整个体系结构的核心部分，负责处理互联网中计算机之间的通信，向传输层提供统一的数据报文。它的主要功能有以下三个方面：处理来自传输层的分组发送请求、处理接收的数据包和处理互联的路径。

网络互联层 IP 协议提供了不可靠、无连接的数据传输服务，数据报文从一个主机经过多个路由器到达目的主机。如果路由器不能正确地传输数据报文，或者检测到异常现象影响数据报文的正确传输，路由器就要通知原主机或路由器采取相应的措施。ICMP (Internet Control Messages Protocol) 协议 (封装在 IP 数据报文，用 IP 协议进行传送) 为 IP 协议提供了差错控制、网络拥塞控制和路由控制等功能。

网络互联层的 ARP (Address Resolution Protocol) 提供地址转换服务，查找与给定 IP 地址对应的主机的网络物理地址 (网卡的 MAC 地址)。与 ARP 功能相反的是 RARP (Reverse ARP)，RARP 协议主要解决物理地址到 IP 地址的转换。

ARP 协议采用广播消息的方法来获取网上 IP 地址对应的 MAC 地址，对于使用低层介质访问机制的 IP 地址来说 ARP 协议是非常通用的。当一台主机要发送报文时，首先通过 ARP 获取 MAC 地址，并把结果存储在 ARP 缓存的 IP 地址和 MAC 地址表中，下次该站需要发送报文时，就不用再发送 ARP 请求，只要在 ARP 缓存中查找就可以了。与 ARP 协议类似，RARP 协议也是采用广播消息的方法来决定与 MAC 地址相对应的 IP 地址。RARP 协议对于网络上的无盘客户机来说显得尤为重要，因为无盘客户机在系统引导时根本无法知道它自己的 IP 地址。

(3) 传输层。该层是整个体系结构的控制部分，负责应用进程之间的端到端通信。传输层定义了两种协议：传输控制协议 TCP 与用户数据报文协议 UDP。TCP 协议是一种可靠的面向连接的协议，允许从一台机器发出的字节流无差错地发往互联网上的其他机器。TCP 将应用协议的字节流分成报文段，并将报文段传输给互联层。在接收端，TCP 接收进程将收到的报文段再组装成应用协议字节流。TCP 还可处理流量控制，以避免快速发送方，向低速接收方发送过多报文而使接收方无法处理。UDP 协议是一种不可靠的无连接协议，它与 TCP 协议不同的是它不进行分组顺序的检查和差错控制，而是把这些工作交给上一级应用层完成。

(4) 应用层。该层是整个体系结构的协议部分，它包括了所有的高层协议，并且总是不断有新的协议加入。与 OSI 模型不同的是，在 TCP/IP 模型中没有会话层和表示层。由于在应用中发现，并不是所有的网络服务都需要会话层和表示层的功能，因此这些功能逐渐被融合到 TCP/IP 模型中应用层的那些特定的网络服务中。应用层是网络操作者的应用接口，正像发信人将信件放进邮筒一样，网络操作者只需在应用程序中按下发送数据按钮，其余的任务都由应用层以下的各层完成。

3. IP 地址及域名

目前正在使用的 IP 协议是第四版的，称之为“IPv4”，新版本的 IP 协议正在完善过程中，它就是经常可以在各大 IT 媒体中见到的 IPv6。IPv6 所要解决的主要是 IPv4 协议中 IP 地址远远不够的问题。IPv4 地址采用 32 位，IPv6 地址采用 128 位，是 IPv4 的 4 倍。IPv6 所提供的 IP 地址数已可算是天文数字了，据专家们分析，这个数字的 IP 地址可以使全球的每一个人都可拥有 10 个以上的 IP 地址。这么多的 IP 地址相信再也不会出现 IPv4 那样除了美国外，各国都出现 IP 地址短缺现象，为将来实现移动网络关联应用打下了坚实的基础。

(1) IP 地址。在计算机寻址中经常会遇到“名字”、“地址”和“路由”这三个术语，

它们之间是有较大区别的。名字是要找的，就像人名一样；而地址是用来指出这个名字在什么地方，就像人的住址一样；路由是解决如何到达目的地址的问题，就像已经知道了某个人住在什么地方，现在要考虑走什么路线、采用什么交通工具到达目的地最为简便。

IP 协议要寻找的“地址”是 32 位长（4 个分段的十进制组成），由网络号（网络 ID）和主机号（主机 ID）两部分构成。按照 IP 协议规定 Internet 上的地址共有 A,B,C,D,E 五类，各类 IP 地址结构如图 1.5 所示。由图 1.5 可知常用的 A,B,C 三类地址的网络地址和主机数量及网络规模如表 1.1 所示。

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
A类	0	网络前缀							主机号																							
B类	10	网络前缀										主机号																				
C类	110	网络前缀															主机号															
D类	1110	组播(Multicast)地址																														
E类	11110	保留使用																														

图 1.5 各类 IP 地址结构

表 1.1 IP 地址的类别与规模

类别	第一字节范围	网络地址长度	最大的主机数目	适用的网络规模
A	1~126	1 个字节	16, 387, 064	大型网络
B	128~191	2 个字节	64, 516	中型网络
C	192~223	3 个字节	254	小型网络

A 地址中的 10.0.0.0~10.255.255.254、B 地址中的 172.16.0.0~172.31.255.254 和 C 地址中的 192.168.0.0~192.168.255.254 这三部分网络地址不可用于 Internet，可作为 Intranet 专用地址段。另外，还有 127.0.0.0~127.255.255.254 这段地址也是属于保留使用的，用于本机环路测试类 IP 地址。例如测试网卡是否正常，可采用 ping 127.0.0.1。

(2) 子网与子网掩码 (Subnet Mask)。Internet 规模的急剧增长，对 IP 地址的需求激增。这就带来两个问题：IP 地址资源的严重匮乏和路由表规模的急速增长。解决办法就是当网络规模较小，即 IP 地址空间没有全部利用时，从主机号部分拿出几位作为子网号。这种在原来 IP 地址结构的基础上增加一级结构的方法称为子网划分。

例如：三个 LAN，主机数为 20，25，48，均少于 C 类地址允许的主机数。为这三个 LAN 申请三个 C 类 IP 地址显然有点浪费。可以对 C 类网络 192.10.1.0 划分子网，即将主机号部分的前三位用于标识子网号：11000000 00001010 00000001 XXXYYYYY（子网号 XXX，新主机号 YYYYY）。可以划分出 $2^3=8$ 个子网，子网地址分别为：

```

11000000 00001010 00000001 00000000——192.10.1.0
11000000 00001010 00000001 00100000——192.10.1.32
11000000 00001010 00000001 01000000——192.10.1.64
11000000 00001010 00000001 01100000——192.10.1.96
11000000 00001010 00000001 10000000——192.10.1.128

```