



全国高等职业教育规划教材

# 局域网组建、 管理与维护

马立新 杨 云 李男男 牛文琦 等编著

电子教案下载网址 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



全国高等职业教育规划教材

# 局域网组建、管理与维护

马立新 杨云 李男男 牛文琦 等编著



机械工业出版社

本书以组网、建网、管网和用网为出发点,循序渐进地介绍了局域网的基础、组建、维护和安全管理的。

全书共分4篇:局域网理论篇、Windows Server 2003 局域网组建篇、常用局域网组网实例篇和局域网管理与安全篇。其中,局域网理论篇包括5章:计算机网络基础、TCP/IP 协议和 IP 地址、局域网组网技术、交换与虚拟局域网,以及局域网组建与综合布线;Windows Server 2003 局域网组建篇包括3章:Windows Server 2003 规划与安装、活动目录与用户管理,以及Windows Server 2003 网络服务;常用局域网组网实例篇包括4章:家庭局域网的组建、宿舍局域网的组建、网吧局域网的组建和企业局域网的组建;局域网管理与安全篇包括2章:局域网性能与安全管理,以及局域网故障排除与维护。

本书应用案例丰富,实用性强,既可以作为高职院校计算机应用、网络技术、电子商务、楼宇自动化等专业的理实一体化教材,也适合网络管理人员、网络爱好者以及网络用户学习参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

局域网组建、管理与维护/马立新等编著. —北京:机械工业出版社,2010.1  
(2011.7重印)

(全国高等职业教育规划教材)

ISBN 978-7-111-29557-0

I. 局… II. 马… III. 局部网络-高等学校:技术学术-教材 IV. TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 009225 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:鹿 征

责任印制:杨 曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2011 年 7 月第 1 版·第 2 次印刷

184mm×260mm·17.75 印张·438 千字

4001-7000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-29557-0

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页、由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

局域网技术是高等职业院校计算机网络等相关专业的一门核心课程。尽管各个院校在制订教学计划时,考虑的重点可能有所不同,但目的都是一样的:通过本课程的学习,达到组网、建网、管网和用网的培养目标。但如果仅仅是对计算机局域网理论知识的详细讲解,而没有具体的应用案例,无异于纸上谈兵,教学效果可能不会很好。正是基于此种原因,我们组织了几位长期工作在计算机网络教学一线的教师,编写了这本局域网教程。

本书编写的指导思想是理论知识适度、够用,重在操作能力的培养,立足于培养社会所需、有实干能力的应用型人才。本书以 Windows Server 2003 操作系统为平台,将理论知识融入到具体的局域网案例中去讲解,全面介绍了局域网的基础知识和操作技巧。本书具有以下特点。

## (1) 应用案例丰富,实用性强的理实一体化教材

本书针对家庭局域网、宿舍局域网、网吧局域网和企业局域网的组建与维护进行了详细的讲解,使读者轻松掌握局域网的网络规划、设备选购、硬件连接、网络设置和检测等技能。

大部分章节的最后都附有实训项目,主要包括实训目的、实训内容、实训环境要求、实训步骤、实训思考题等。每个实训项目就是一个知识和技能的综合训练题。

## (2) 核心理念:适合的就是最好的

让学生读得懂、学得会、用得上是本书要达到的目标。因此,本书内容以应用为中心,全书采用“项目驱动”的编写方式,将复杂的局域网组建问题以清晰并易于接受的方式介绍给读者,通过局域网实例的学习增强读者对知识点和技能点的掌握。

## (3) 源于实际工作经验,实训内容强调工学结合,专业技能培养实战化

在专业技能的培养中,突出实战化要求,贴近市场,贴近技术。所有实训项目都源于作者的工作经验和教学经验。对于复杂设备的实训则采用虚拟的实训网络环境。实训项目重在培养读者分析实际问题和解决实际问题的能力。

本书是学院老师与企业工程师共同策划编写的一本工学结合、理论与实践一体化的局域网教材。浪潮集团的薛立强高级工程师审订了大纲并编写了部分内容。全书由马立新、杨云、李男男、牛文琦等编著,参加编写的还有张晖、平寒、郭娟、吕子泉、张亦辉、金月光、徐莉、姜海岚、王勇。作者均长期工作在网络教学和网络管理的第一线,积累了较为深厚的理论知识和丰富的实践经验,本书是这些理论和经验的一次总结与升华。

本书免费提供电子教案,读者可在机械工业出版社教材服务网 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) 下载。

编 者

# 目 录

## 前言

## 第一篇 局域网理论

第 1 章 计算机网络基础 .....	1	2.5 划分子网 .....	27
1.1 计算机网络的发展历史 .....	1	2.6 IPv6 .....	30
1.2 计算机网络的定义和组成 .....	2	2.6.1 IPv4 的局限性及其缺点 .....	30
1.2.1 计算机网络的定义 .....	2	2.6.2 IPv6 的地址结构 .....	30
1.2.2 计算机网络的组成 .....	2	2.7 练习题 .....	31
1.3 计算机网络的类型 .....	3	2.8 实训: IP 子网规划与划分 .....	33
1.3.1 计算机网络的不同分类 .....	3	第 3 章 局域网组网技术 .....	36
1.3.2 按网络的传输技术进行分类 .....	3	3.1 局域网概述 .....	36
1.3.3 按距离分类 .....	4	3.2 局域网的组成 .....	37
1.4 计算机网络的功能 .....	4	3.2.1 网络服务器 .....	37
1.5 计算机网络体系结构 .....	5	3.2.2 工作站 .....	37
1.5.1 网络体系结构的相关概念 .....	5	3.2.3 网络设备 .....	37
1.5.2 计算机网络体系结构 .....	6	3.2.4 通信介质 .....	40
1.6 开放系统互连参考模型 .....	7	3.3 局域网拓扑结构 .....	40
1.6.1 开放系统互连参考模型概述 .....	7	3.3.1 总线拓扑 .....	41
1.6.2 OSI 参考模型各层之间的关系 .....	7	3.3.2 星形拓扑 .....	41
1.6.3 OSI 环境中的数据传输过程 .....	9	3.3.3 环形拓扑 .....	42
1.7 TCP/IP 的体系结构 .....	11	3.3.4 树形拓扑 .....	42
1.7.1 TCP/IP 的概念 .....	11	3.4 局域网体系结构 .....	42
1.7.2 TCP/IP 的层次结构 .....	12	3.4.1 局域网的参考模型 .....	42
1.8 OSI 与 TCP/IP 参考模型 .....	15	3.4.2 IEEE 802 标准 .....	43
的比较 .....	15	3.5 局域网介质访问控制方式 .....	44
1.9 练习题 .....	16	3.5.1 载波侦听多路访问/冲突 .....	44
第 2 章 TCP/IP 协议和 IP 地址 .....	18	检测法 .....	44
2.1 IP 协议 .....	18	3.5.2 令牌环访问控制方式 .....	46
2.2 TCP 协议 .....	19	3.6 以太网技术 .....	47
2.3 UDP 协议 .....	22	3.6.1 以太网的 MAC 帧格式 .....	47
2.3.1 UDP 的协议数据单元 .....	23	3.6.2 以太网的组网技术 .....	47
2.3.2 UDP 的工作原理 .....	23	3.6.3 快速以太网 .....	48
2.4 IP 地址 .....	24	3.6.4 千兆位以太网 .....	49

3.6.5	10 Gbit/s 以太网	50	4.5.2	在 Cisco2950 交换机上 划分 VLAN	68
3.7	无线局域网	50	4.6	练习题	69
3.7.1	无线局域网标准	51	4.7	实训：交换机的了解与 基本配置	70
3.7.2	无线局域网的主要类型	51	<b>第5章 局域网组建与综合布线</b>	<b>76</b>	
3.7.3	无线网络接入设备	53	5.1	组建目标和需求分析	76
3.7.4	无线局域网的配置方式	53	5.1.1	组建目标	76
3.8	练习题	54	5.1.2	需求分析	76
3.9	实训：构建无线局域网	55	5.2	规划和设计	77
<b>第4章 交换与虚拟局域网</b>	<b>58</b>		5.2.1	规划	77
4.1	交换式以太网的提出	58	5.2.2	设计	78
4.2	以太网交换机的工作原理	59	5.2.3	网络文档	79
4.3	以太网交换机的工作过程	62	5.3	综合布线工程	79
4.3.1	数据转发方式	62	5.3.1	综合布线	79
4.3.2	地址学习	63	5.3.2	综合布线工程设计	83
4.3.3	通信过滤	63	5.3.3	综合布线工程测试	85
4.3.4	生成树协议	64	5.3.4	综合布线工程常用材料	88
4.4	虚拟局域网	64	5.4	练习题	93
4.4.1	共享式以太网与 VLAN	65	5.5	实训：非屏蔽双绞线的 制作与连接	94
4.4.2	VLAN 的组网方法	66			
4.4.3	VLAN 的优点	67			
4.5	组建虚拟局域网	67			
4.5.1	交换式以太网组网	67			

## 第二篇 Windows Server 2003 局域网组建

<b>第6章 Windows Server 2003 规划 与安装</b>	<b>97</b>	6.2.3	从网络安装	105	
6.1	Windows Server 2003 简介	97	6.2.4	升级安装	105
6.1.1	Windows Server 2003 的版本	97	6.2.5	NT 系统引导文件及 启动过程	106
6.1.2	Windows Server 2003 安装前 准备	98	6.3	构建安全的系统	107
6.1.3	制订安装配置计划	99	6.4	练习题	108
6.1.4	Windows Server 2003 的安装 方式	99	6.5	实训：Windows Server 2003 的 安装配置	109
6.2	安装 Windows Server 2003	100	<b>第7章 活动目录与用户管理</b>	<b>113</b>	
6.2.1	使用光盘安装 Windows Server 2003	100	7.1	域与活动目录	113
6.2.2	在运行 Windows 的环境 中安装	104	7.1.1	活动目录	113
			7.1.2	域和域控制器	113
			7.1.3	域目录树	114
			7.1.4	域目录林	114

7.1.5 全局编录 .....	115	8.2.2 DNS 解析过程 .....	144
7.2 活动目录的创建与配置 .....	115	8.2.3 安装和添加 DNS 服务器 .....	145
7.2.1 创建第一个域 .....	116	8.2.4 创建和管理 DNS 区域 .....	148
7.2.2 安装后检查 .....	117	8.2.5 设置 DNS 服务器 .....	153
7.2.3 安装额外的域控制器 .....	119	8.2.6 设置 DNS 客户端 .....	156
7.2.4 创建子域 .....	120	8.2.7 DNS 测试 .....	156
7.2.5 创建域林中的第 2 棵域树 .....	120	8.3 安装 IIS .....	158
7.2.6 成员服务器和独立服务器 .....	122	8.3.1 从控制面板安装 .....	158
7.3 管理域用户和组 .....	124	8.3.2 通过“配置您的服务器向导” .....	159
7.3.1 管理域用户和计算机账户 .....	124	安装 .....	159
7.3.2 域中的组账户 .....	127	8.4 创建与管理 FTP 服务 .....	160
7.4 练习题 .....	131	8.4.1 FTP 服务器的配置 .....	160
7.5 实训：配置活动目录与 .....	132	8.4.2 虚拟站点 .....	164
用户管理 .....	132	8.4.3 虚拟目录 .....	165
<b>第 8 章 Windows Server 2003</b>		8.4.4 客户端的配置与使用 .....	166
<b>网络服务</b> .....	135	8.5 练习题 .....	166
8.1 DHCP 服务 .....	135	8.6 实训 .....	167
8.1.1 动态主机配置协议 .....	135	8.6.1 实训 1：DNS 服务器的配置与 .....	167
8.1.2 DHCP 服务的安装和配置 .....	137	管理 .....	167
8.1.3 配置 DHCP 客户端 .....	141	8.6.2 实训 2：DHCP 服务器的配置与 .....	168
8.2 DNS 服务 .....	142	管理 .....	168
8.2.1 名字解析 .....	142		

### 第三篇 常用局域网组网实例

<b>第 9 章 家庭局域网的组建</b> .....	171	的构建 .....	184
9.1 家庭局域网概述 .....	171	9.6.2 实训 2：配置打印服务器 .....	187
9.2 家庭局域网组网方案 .....	172	<b>第 10 章 宿舍局域网的组建</b> .....	189
9.2.1 双机互连方案 .....	172	10.1 宿舍局域网的组建方案 .....	189
9.2.2 多机互连方案 .....	173	10.2 使用宽带路由器共享 .....	190
9.2.3 家庭局域网的组建 .....	173	Internet 连接 .....	190
9.3 设置共享资源 .....	177	10.2.1 宽带路由器的功能 .....	190
9.3.1 共享文件和文件夹 .....	177	10.2.2 安装和配置宽带路由器 .....	190
9.3.2 共享和使用网络打印机 .....	180	10.3 在局域网中发布个人主页 .....	193
9.4 Internet 连接共享 .....	181	10.3.1 Web 网站的管理和配置 .....	193
9.5 练习题 .....	183	10.3.2 创建 Web 网站和虚拟主机 .....	199
9.6 实训 .....	184	10.3.3 Web 网站的目录管理 .....	204
9.6.1 实训 1：Windows XP 对等网 .....	184	10.4 练习题 .....	205

10.5 实训：配置网络信息 服务器.....	206	12.1.1 企业局域网的应用需求 分析和网络规划 .....	224
<b>第 11 章 网吧局域网的组建</b> .....	210	12.1.2 IP 地址规划和子网划分 .....	225
11.1 网吧局域网概述.....	210	12.2 使用 ICS 实现共享上网 .....	226
11.1.1 网吧局域网规划 .....	210	12.3 使用 NAT 访问 Internet .....	226
11.1.2 接入 Internet 的方式 .....	210	12.3.1 NAT 的工作过程 .....	226
11.1.3 选择网络结构与硬件设备 .....	211	12.3.2 启用 NAT 服务 .....	228
11.1.4 网吧组建方案 .....	211	12.3.3 NAT 客户端的设置 .....	229
11.2 网吧局域网布线.....	211	12.3.4 DHCP 分配器与 DNS 代理 .....	229
11.3 组建网吧局域网.....	212	12.4 VPN 虚拟专用网络 .....	231
11.4 用 SyGate 实现共享上网 .....	213	12.4.1 VPN 概述 .....	231
11.5 美萍网吧管理软件.....	218	12.4.2 远程访问 VPN 服务器 .....	232
11.5.1 美萍网管大师 .....	218	12.4.3 验证通信协议 .....	238
11.5.2 美萍安全卫士 .....	221	12.4.4 远程访问策略 .....	239
11.6 练习题.....	223	12.5 练习题.....	240
<b>第 12 章 企业局域网的组建</b> .....	224	12.6 实训：接入 Internet .....	241
12.1 企业局域网的规划和设计.....	224		

## 第四篇 局域网管理与安全

<b>第 13 章 局域网性能与安全管理</b> .....	244	14.1 局域网故障概述.....	262
13.1 设置本地安全策略.....	244	14.1.1 局域网故障产生的原因.....	262
13.2 使用性能工具.....	248	14.1.2 局域网故障排除的思路.....	262
13.2.1 性能对象和计数器 .....	248	14.2 网络故障排除工具.....	263
13.2.2 使用系统监视器监视性能 .....	248	14.2.1 ping 命令 .....	263
13.2.3 性能日志和警报 .....	249	14.2.2 ipconfig 命令 .....	265
13.3 网络监视器.....	249	14.2.3 netstat 命令 .....	266
13.3.1 安装网络监视器 .....	249	14.2.4 tracert 命令 .....	267
13.3.2 监视网络通信 .....	250	14.3 常见故障及处理方法.....	267
13.4 防火墙软件.....	251	14.3.1 网线故障 .....	268
13.4.1 防火墙概述 .....	251	14.3.2 网卡故障 .....	268
13.4.2 安装天网防火墙软件 .....	252	14.3.3 集线器和交换机故障 .....	269
13.5 端口安全管理.....	255	14.3.4 资源共享故障 .....	270
13.5.1 端口分类 .....	255	14.3.5 ADSL 上网故障.....	271
13.5.2 端口查看 .....	256	14.4 练习题.....	271
13.5.3 常用端口介绍 .....	257	14.5 实训：网络故障排除 工具.....	272
13.6 练习题.....	260	<b>参考文献</b> .....	276
<b>第 14 章 局域网故障排除与维护</b> .....	262		



# 第一篇 局域网理论

不积跬步，无以致千里。

——出自荀子《劝学》

## 第 1 章 计算机网络基础

本章学习要点：

- 了解计算机网络的发展历史和功能
- 掌握计算机网络的定义、组成和类型
- 理解并掌握开放系统互连参考模型各层的功能
- 掌握 TCP/IP 体系结构及各层功能
- 理解掌握 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的区别与联系

### 1.1 计算机网络的发展历史

计算机网络的发展经历了从简单到复杂，从低级到高级的过程，这个过程可分为 4 个阶段：面向终端阶段、面向通信网络阶段、面向应用（标准化）网络阶段和面向未来的高速计算机网络阶段。

#### 1. 面向终端的计算机网络——以数据通信为主

20 世纪 50 年代末期，计算机远程数据处理应用的发展导致了终端——计算机网络的产生，它是远程终端利用通信线路与主机（一般为大型计算机）相连形成的联机系统。这种系统以主机为核心，人们使用终端设备把自己的要求通过通信线路传给远程的主机，主机经过处理后把结果传给用户。

#### 2. 面向通信的计算机网络——以资源共享为主

20 世纪 60 年代后期开始产生了计算机——计算机网络，它是将分布在不同地区的多台计算机主机用通信线路连接起来，彼此交换数据、传递信息，其典型代表是美国国防部高级研究计划局（Advanced Research Projects Agency, ARPA）于 1969 年建立的广域网 ARPANET 和美国 Xerox 公司于 1972 年开发的局域网 Ethernet（又称以太网）。此后，局域网、广域网如雨后春笋般地迅速发展起来。

#### 3. 面向应用的计算机网络——体系标准化

1974 年，美国 IBM 公司公布了它研制的系统网络体系结构（System Network Architecture, SNA）。不久，各种不同的分层网络系统体系结构相继出现。

对各种体系结构来说，同一体系结构的网络产品互连是非常容易实现的，而不同系统体

系结构的产品却很难实现互连。但社会的发展迫切要求不同体系结构的产品都能够很容易地得到互连，人们迫切希望建立一系列的国际标准，渴望得到一个“开放”系统。为此，国际标准化组织（International Standards Organization, ISO）于1977年成立了专门的机构来研究该问题，在1984年正式颁布了“开放系统互连基本参考模型”（Open System Interconnection Basic Reference Model）的国际标准OSI，这就产生了第三代计算机网络。

#### 4. 面向未来的计算机网络——以 Internet 为核心的高速计算机网络

进入20世纪90年代，计算机技术、通信技术以及建立在互连计算机网络技术基础上的计算机网络技术得到了迅猛的发展。特别是1993年美国宣布建立国家信息基础设施（National Information Infrastructure, NII）后，全世界许多国家纷纷制订和建设本国的NII，从而极大地推动了计算机网络技术的发展。美国政府又分别于1996年和1997年开始研究发展快速可靠的互联网2（Internet 2）和下一代互联网（Next Generation Internet）。可以说高速的计算机互联网（信息高速公路）正成为新一代计算机网络的发展方向。

## 1.2 计算机网络的定义和组成

“计算机存在于网络上”、“网络就是计算机”这样的概念正在成为人们的共识。

### 1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络是计算机技术与通信技术结合的产物。计算机网络是将处于不同地理位置，具有独立功能的计算机通过通信设备和传输媒体连接起来，以功能完善的通信软件（即网络通信协议、信息交换方式及网络操作系统等）实现网络中资源共享、信息交换和协同工作的系统。网络中的每台计算机称为一个节点（Node）。可见，计算机网络是多台计算机彼此互连，以相互通信和资源共享为目标的计算机系统。

### 1.2.2 计算机网络的组成

计算机网络由计算机系统、通信链路和网络节点组成。计算机系统进行各种数据处理，通信链路和网络节点提供通信功能。如图1-1所示，从逻辑上可以把计算机网络分成资源子网和通信子网两个子网。

#### 1. 计算机系统

计算机网络中的计算机系统主要担负数据处理工作，计算机网络连接的计算机系统可以是巨型机、大型机、小型机、工作站、微型机或其他数据终端设备，其任务是进行信息的采集、存储和加工处理。

#### 2. 网络节点

网络节点主要负责网络中信息的发送、接收和转发。网络节点是计算机与网络的接口，计算机通过网络节点向其他计算机发送信息，鉴别和接收其他计算机发送来的信息。在大型网络中，网络节点一般由一台处理机或通信控制器来担当，此时网络节点还具有存储转发和路径选择的功能，在局域网中使用的网络适配器也属于网络节点。

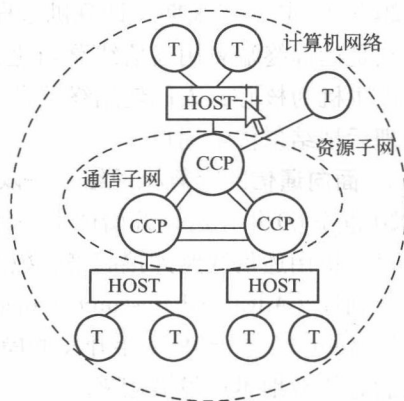


图 1-1 计算机网络的一般构成

### 3. 通信链路

通信链路是连接两个节点之间的通信信道，通信信道包括通信线路和相关的通信设备。通信线路可以是双绞线、同轴电缆或光纤等有线介质，也可以是微波等无线介质。相关的通信设备包括中继器、调制解调器等，中继器的作用是将数字信号放大，调制解调器则能进行数字信号和模拟信号的转换，以便将数字信号通过只能传输模拟信号的电话线来传输。

### 4. 通信子网

通信子网提供计算机网络的通信功能，由网络节点和通信链路组成。通信子网是由节点处理器和通信链路组成的一个独立的数据通信系统。

### 5. 资源子网

资源子网提供访问网络和处理数据的能力，由主机、终端控制器和终端组成。主机负责本地或全网的数据处理，运行各种应用程序或大型的数据库系统，向网络用户提供各种软件资源和网络服务。终端控制器用于把一组终端连入通信子网，并负责控制终端信息的接收和发送。终端控制器可以不经主机直接和网络节点相连，当然还有一些设备也可以不经主机直接和节点相连，如打印机和大型存储设备等。

## 1.3 计算机网络的类型

计算机网络的类型可以按不同的标准进行划分。从不同的角度观察网络系统、划分网络，有利于全面地了解网络系统的特性。

### 1.3.1 计算机网络的不同分类

#### 1. 按通信媒体分类

- 1) 有线网。这是采用如同轴电缆、双绞线、光纤等物理媒体来传输数据的网络。
- 2) 无线网。这是采用微波等形式来传输数据的网络。

#### 2. 按网络的管理方式分类

按网络的管理方式，可以将网络分为对等网络和客户机/服务器网络。

#### 3. 按使用对象分类

- 1) 公用网。公用网对所有的人提供服务，只要符合网络拥有者的要求就能使用这个网，也就是说它是为全社会所有的人提供服务的网络。如邮电部的公用数据网 CHINAPAC。
- 2) 专用网。专用网为一个或几个部门所拥有，它只为拥有者提供服务，这种网络不向拥有者以外的人提供服务。如军事专网、铁路调度专网等。

### 1.3.2 按网络的传输技术进行分类

网络所采用的传输技术决定了网络的主要技术特点，因此根据网络所采用的传输技术对网络进行分类是一种很重要的方法。

在通信技术中，通信信道的类型有两类：广播通信信道与点到点通信信道。在广播通信信道中，多个节点共享一个通信信道，一个节点广播信息，其他节点则接收信息。而在点到点通信信道中，一条通信线路只能连接一对节点，如果两个节点之间没有直接连接的线路，那么它们只能通过中间节点转接。显然，网络要通过通信信道完成数据传输任务。因此，网

络所采用的传输技术也只可能有两类，即广播（Broadcast）方式与点到点（Point-to-Point）方式。这样，相应的计算机网络也以此分为两类：广播方式网络（Broadcast Networks）、点到点式网络（Point-to-Point Networks）。

### 1. 广播方式网络

在广播式网络中，所有联网的计算机都共享一个公共通信信道。当一台计算机利用共享通信信道发送报文分组时，所有其他的计算机都会接收到这个分组。由于发送的分组中带有目的地址与源地址，接收到该分组的计算机将检查目的地址是否与本节点地址相同，如果被接收报文分组的目的地址与本节点地址相同，则接收该分组，否则丢弃该分组。

在广播式网络中，发送的报文分组的目的地址可以分为3类：单一节点地址、多节点地址和广播地址。

### 2. 点到点式网络

与广播式网络相反，在点到点式网络中，每条物理线路连接一对计算机。假如两台计算机之间没有直接连接的线路，那么它们之间的分组传输就要通过中间节点的接收、存储、转发，直至目的节点。由于连接多台计算机之间的线路结构可能是复杂的，因此从源节点到目的节点可能存在多条路由。决定分组从通信子网的源节点到达目的节点的路由是路由选择算法。采用分组存储转发与路由选择是点到点式网络与广播式网络的重要区别之一。

## 1.3.3 按距离分类

按距离分类即根据网络的作用范围划分网络，可分为局域网（Local Area Network, LAN）、广域网（Wide Area Network, WAN）和城域网（Metropolitan Area Network, MAN）。

### 1. 局域网

局域网地理范围一般在十几千米以内，属于一个部门或单位组建的小范围网。例如，一个建筑物内、一个学校、一个单位内部等。局域网组建方便，使用灵活，是目前计算机网络发展中最活跃的分支。

### 2. 广域网

广域网又称远程网，它的作用范围通常为几十千米、几百千米，甚至更远，因此，网络所涉及的范围可以为一个城市、一个省、一个国家乃至世界范围。广域网一般用于连接广阔区域中的 LAN 网络。广域网内，用于通信的传输装置和介质一般由电信部门提供，网络由多个部门或多个国家联合组建而成，网络规模大，能实现较大范围内的资源共享。

### 3. 城域网

城域网的作用范围在 LAN 与 WAN 之间，覆盖范围可以达到几十千米。其运行方式与 LAN 相似，基本上是一种大型 LAN，通常使用与 LAN 相似的技术。

## 1.4 计算机网络的功能

计算机网络主要有如下功能。

### 1. 数据通信

数据通信是计算机网络的基本功能之一，用于实现计算机之间的信息传送。在计算机网络中，可以传递文字、图像、声音、视频等信息。

## 2. 资源共享

计算机资源主要是指计算机的硬件、软件和数据资源。资源共享功能是组建计算机网络的主要目标之一,使得网络用户可以克服地理位置的差异性,共享网络中的计算机资源。共享硬件资源可以避免贵重硬件设备的重复购置,提高硬件设备的利用率;共享软件资源可以避免软件开发的重复劳动与大型软件的重复购置,进而实现分布式计算的目标。

## 3. 提高系统可靠性

在计算机网络系统中,可以通过结构化和模块化设计将大而复杂的任务分别交给多台计算机处理,用多台计算机提供冗余,以提高计算机的可靠性。当某台计算机发生故障时,不至于影响整个系统中其他计算机的正常工作,使被损坏的数据和信息能得到恢复。

## 4. 易于进行分布处理

对于综合性大型科学计算和信息处理问题,可以采用一定的算法,将任务分交给网络中不同的计算机,以达到均衡使用网络资源,实现分布处理的目的。

## 5. 系统负载的均衡与调节

通过网络系统可以缓解用户资源缺乏的矛盾,并可对各种资源的忙与闲进行合理调节,以达到对系统负载均衡调节的目的,提高网络中计算机的可用性。

# 1.5 计算机网络体系结构

计算机网络的体系结构是指计算机网络及其部件所应完成功能的一组抽象定义,是描述计算机网络通信方法的抽象模型结构,一般是指计算机网络的各层及其协议的集合。

## 1.5.1 网络体系结构的相关概念

### 1. 协议

协议(Protocol)是一种通信约定。就邮政通信而言,就存在很多通信约定。例如,使用哪种文字写信,若收信人只懂英文,而发信人用中文写信,对方要请人翻译成英文才能阅读。不管发信人选择的是中文或英文,都得遵照一定的语义、语法格式书写。其实语言本身就是一种协议。另外一个协议的例子是写信封的格式,中文和英文不同,若用英文写,则信封的左上方先写发信人的地址和姓名,中间部分写收信人的地址与姓名。如果是用中文,恰恰相反,显然,信封的书写格式也是一种协议。从广义上说,人们之间的交往就是一种信息交互的过程,每做一件事都必须遵循一种事先定好的约定。那么,为了保证计算机网络中大量计算机之间有条不紊地交换数据,就必须制定一系列的通信协议。因此,协议是计算机网络中一个重要且基本的概念。一个计算机网络通常由多个互连的节点组成,而节点之间需要不断地交换数据与控制信息。要做到有条不紊地交换数据,每个节点都需要遵守一些事先约定好的规则。这些规则明确地规定了所交换数据的格式和时序。这些为网络数据交换而制定的规则、约定或标准被称为网络协议。

网络协议就是为实现网络中的数据交换建立的规则、约定或标准,它主要由语法、语义和时序3部分组成,即协议的三要素。

1) 语法:是用户数据与控制信息的结构与格式。

2) 语义:是需要发出的控制信息,以及要完成的动作或应做出的响应。

3) 时序：是对事件实现顺序控制的时间。

## 2. 实体、层次与接口

### (1) 实体

在网络分层体系结构中，每一层都由一些实体 (Entity) 组成，这些实体抽象地表示通信时的软件元素 (如进程或子程序) 或硬件元素 (如智能 I/O 芯片等)。

实体是通信时能发送和接收信息的任何软、硬件设施。

### (2) 层次

对于邮政通信系统，它是一个涉及全国乃至世界各地区的亿万人民之间信件传送的复杂问题，它的解决方法是：将总体要实现的很多功能分配在不同的层次 (Layer) 中，每个层次要完成的任务和要实现的过程都有明确规定；不同地区的系统分成相同的层次；不同系统的同等层具有相同的功能；高层使用低层提供的服务时，并不需要知道低层服务的具体办法。邮政系统层次结构的方法，与计算机网络的层次化的体系结构有很多相似之处。层次结构体现出对复杂问题采取“分而治之”的模块化方法，它可以大大降低复杂问题处理的难度。为了实现网络中计算机之间的通信，网络分层体系结构需要把每个计算机互联的功能划分成有明确定义的层次，并规定同层次进程通信的协议及相邻层之间的接口服务。

### (3) 接口

接口 (Interface) 是同一个节点或节点内相邻层之间交换信息的连接点。在邮政系统中，邮箱就是发信人与邮递员之间规定的接口。同一节点的相邻层之间存在着明确规定的接口，低层向高层通过接口提供服务。只要接口不变，低层功能不变，低层功能的具体实现方法不会影响整个系统的工作。

对于网络分层体系结构，其特点是每一层都建立在前一层的基础上，较低层只是为较高一层提供服务。这样每一层在实现自身功能时，直接使用较低一层提供的服务，而间接地使用了更低层提供的服务，并向较高一层提供更完善的服务，同时屏蔽了具体实现这些功能的细节。分层结构中各相邻层之间要有一个接口，它定义了较低层向较高层提供的原始操作和服务。相邻层通过它们之间的接口交换信息，高层并不需要知道低层是如何实现的，仅需知道该层通过层间的接口所提供的服务，这样使得两层之间保持了功能的独立性。

## 1.5.2 计算机网络体系结构

把网络层次结构模型与各层次协议的集合定义为计算机网络体系结构 (Network Architecture)，简称体系结构。网络体系结构对计算机网络应实现的功能进行了精确的定义，而这些功能是用什么样的硬件与软件去完成的，则是具体的实现问题。体系结构是抽象的，而实现是具体的，它是指能够运行的一些硬件和软件。

为了减少计算机网络的复杂程度，按照结构化设计方法，计算机网络将其功能划分为若干个层次，较高层次建立在较低层次的基础上，并为其更高层次提供必要的服务功能。网络中的每一层都起到隔离作用，使得低层功能具体实现方法的变更不会影响到高一层所执行的功能。计算机网络中采用的层次结构具有以下优点。

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

2) 灵活性好。当任何一层发生变化时，只要接口保持不变，则在这层以上或以下各层

均不受影响，此外，当某层提供的服务不再需要时，甚至可将这层取消。

3) 各层都可采用最合适的技术来实现。各层实现技术的改变不影响其他层。

4) 易于实现维护。因为整个系统已被分解为若干个易处理的部分，这种结构使得一个庞大而又复杂系统的实现和维护变得容易控制。

5) 有利于促进标准化。这主要是因为每层的功能与所提供的服务已有明确的说明。

## 1.6 开放系统互连参考模型

1974年，IBM公司提出了世界上第一个网络体系结构，这就是系统网络体系结构SNA，此后，许多公司纷纷提出各自的网络体系结构，这些网络体系结构的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，OSI参考模型就是在这一背景下提出并加以研究的。

### 1.6.1 开放系统互连参考模型概述

为了建立一个国际统一标准的网络体系结构，国际标准化组织（ISO）从1978年2月开始研究开放系统互连参考模型（OSI参考模型），1982年4月形成国际标准草案，它定义了异种机连网标准的框架结构。采用分层描述的方法，将整个网络的通信功能划分为7个部分（也叫7个层次），每层各自完成一定的功能。由低层至高层分别称为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。

OSI参考模型分层的原则如下。

1) 每层的功能应是明确的，并且是相互独立的。当某一层具体实现方法更新时，只要保持与上、下层的接口不变，就不会对邻层产生影响。

2) 层间接口必须清晰，跨越接口的信息量应尽可能少。

3) 每一层的功能选定都应基于已有的成功经验。

4) 在需要不同的通信服务时，可在一层内再设置两个或更多的子层次，当不需要该服务时，也可绕过这些子层次。

### 1.6.2 OSI参考模型各层之间的关系

首先简单介绍一下OSI参考模型各层的功能，后面相关章节有详细介绍。

#### 1. 物理层

物理层（Physical Layer）是OSI参考模型的第1层。其任务是实现网内两实体间的物理连接，按位串行传送比特流，将数据信息从一个实体经物理信道送往另一个实体，向数据链路层提供一个透明的比特流传送服务。物理层传送的基本单位是比特（Bit）。物理层的功能主要有以下3点。

1) 确定物理媒质机械的、电气的、功能的以及过程（规程）的特性，并能在数据终端设备（Data Terminal Equipment, DTE）如计算机、终端等，数据电路端设备（Data Circuit Terminating Equipment, DCE）如调制解调器，数据交换设备（Data Storage Equipment, DSE）之间完成物理连接，以及传输通路的建立、维持和释放等操作。

2) 能在两个物理连接的数据链路实体之间提供透明的比特流传输。物理连接可能是永久的，也可能是动态的；可以是双工，也可以是半双工。

3) 在传输过程中能对传输通路的工作进行监督。一旦出现故障可立即通知相应设备。

关于物理上互连的问题，国际已经有许多标准可用。其中主要有美国电子工业协会（EIA）的 RS-232-C、RS-422-A、RS-449，CCITT 建议的 X.21，IEEE 802 系列标准等。

## 2. 数据链路层

数据链路层（Data Link Layer）的主要功能是通过校验、确认和反馈重发等手段对高层屏蔽传输介质的物理特征，保证两个邻接（共享一条物理信道）节点间的无错数据传输，给上层提供无差错的信道服务。具体工作是：接收来自上层的数据，不分段，给它加上某种差错校验位（因物理信道有噪声）、数据链协议控制信息和头、尾分界标志，变成帧（数据链路协议数据单位），从物理信道上发送出去，同时处理接收端的回答，重传出错或丢失的帧，保证按发送次序把帧正确地交给对方。此外，还有流量控制、启动链路、同步链路的开始、结束等功能以及对多站线、总线、广播通道上各站的寻址功能。数据链路层传送的基本单位是帧（Frame）。

## 3. 网络层

网络层（Network Layer）的基本工作是接收来自源机的报文，把它转换成报文分组（包），而后送到指定目标机器。报文分组在源机与目标机之间建立起的网络连接上传送，当它到达目标机后再装配还原为报文。这种网络连接是穿过通信子网建立的。网络层关心的是通信子网的运行控制，需要在通信子网中进行路由选择。如果同时在通信子网中出现过多的分组，会造成阻塞，因而要对其进行控制。当分组要跨越多个通信子网才能到达目的地时，还要解决网际互连的问题。网络层传送的基本单位是包（Packet）。

## 4. 传输层

传输层（Transport Layer）是第一个端对端，也就是主机到主机的层次。该层的目的是提供一种独立于通信子网的数据传输服务（即对高层隐藏通信子网的结构），使源主机与目标主机好像是点对点简单连接起来的一样，尽管实际的连接可能是一条租用线或各种类型的包交换网。传输层的具体工作是负责两个会话实体之间的数据传输，接收会话层送来的报文，把它分解成若干较短的片段（因为网络层限制传送包的最大长度，保证每一片段都能正确到达对方，并按它们发送的次序在目标主机重新汇集起来（这一工作也可以在网络层完成）。通常传输层在高层用户请求建立一条传输虚通信连接时，就通过网络层在通信子网中建立一条独立的网络连接。但是，若需要较高吞吐量时，也可以建立多条网络连接来支持一条传输连接，这就是分流。或者，为了节省费用，也可将多个传输通信合用一条网络连接，称为复用。传输层还要处理端到端的差错控制和流量控制问题。概括说，传输层为上层用户提供端到端的透明化的数据传输服务。传输层传送的基本单位是报文段（Segment）。

## 5. 会话层

会话层（Session Layer）允许不同主机上各种进程间进行会话。传输层是主机到主机的层次，而会话层是进程到进程之间的层次。会话层组织和同步进程间的对话，它可管理对话，允许双向同时进行，或任何时刻只能一个方向进行。在后一种情况下，会话层提供一种数据权标来控制哪一方有权发送数据。会话层还提供同步服务，若两台机器进程间要进行较长时间的大的文件传输，而通信子网故障率又较高，对传输层来说，每次传输中途失败后，



都不得不重新传输这个文件。会话层提供了在数据流中插入同步点机制，在每次网络出现故障后可以仅重传最近一个同步点以后的数据，而不必从头开始。会话层管理通信进程之间的会话，协调数据发送方、发送时间和数据包的大小等。会话层及以上各层传送的基本单位是信息（Message）。

## 6. 表示层

表示层（Presentation Layer）为上层用户提供共同需要的数据或信息语法表示变换。大多数用户间并非仅交换随机的比特数据，而是要交换诸如人名、日期、货币数量和商业凭证之类的信息。它们是通过字符串、整型数、浮点数以及由简单类型组合成的各种数据结构来表示的。不同的机器采用不同的编码方法来表示这些数据类型和数据结构（如 ASCII 或 EBCDIC、反码或补码等）。为了让采用不同编码方法的计算机通信交换后能相互理解数据的值，可以采用抽象的标准方法来定义数据结构，并采用标准的编码表示形式。管理这些抽象的数据结构，并把计算机内部的表示形式转换成网络通信中采用的标准表示形式都是由表示层来完成的。数据压缩和加密也是表示层可提供的表示变换功能。数据压缩可用来减少传输的比特数，从而节省经费；数据加密可防止敌意的窃听和篡改。

## 7. 应用层

应用层（Application Layer）是开放系统互连环境中的最高层。不同的应用层为特定类型的网络应用提供访问 OSI 环境的手段。网络环境下不同主机间的文件传送、访问和管理（File Transfer Access and Management, FTAM）；网络环境下传送标准电子邮件的报文处理系统（Message Handling System, MHS）；方便不同类型终端和不同类型主机间通过网络交互访问的虚拟终端（Virtual Terminal, VT）协议等都属于应用层的范畴。

开放系统互连参考模型 OSI 在网络技术发展中起了主导作用，促进了网络技术的发展和标准化。但是应该指出，OSI 参考模型本身并非协议标准，它主要是提出了将网络功能划分为层次结构的建议，以便开发各层协议标准。目前 OSI 7 层模型中除了最低两层外，链路层以上高层还没有完全具体化，而要最终完成统一标准的制订工作任务艰巨。一些国际标准机构，如 CCITT、ANSI 等均进行了各层协议标准的开发。因此，目前存在着多种网络标准，例如，传输控制协议/互联网协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol, TCP/IP）就是一个普遍使用的网络互连的标准协议。这些标准的形成和改善又不断促进网络技术的发展和应用。

### 1.6.3 OSI 环境中的数据传输过程

#### 1. OSI 的通信模型结构

OSI 的通信模型结构如图 1-2 所示，它描述了 OSI 通信环境，OSI 参考模型描述的范围包括联网计算机系统中的应用层到物理层的 7 层与通信子网，即图中虚线所连接的范围。

在图 1-2 中，系统 A 和系统 B 在连入计算机网络之前，不需要有实现从应用层到物理层的 7 层功能的硬件与软件。如果它们希望接入计算机网络，就必须增加相应的硬件和软件。通常物理层、数据链路层和网络层大部分可以由硬件方式来实现，而高层基本通过软件方式来实现。例如，系统 A 要与系统 B 交换数据。系统 A 首先调用实现应用层功能的软件模块，将系统 A 的交换数据请求传送到表示层，再向会话层传送，直至物理层。物理层通过传输介质连接系统 A 与中间节点的通信控制处理机，将数据送到通信控制处理机。通信控制处理机的物理层接收到系统 A 的数据后，通过数据链路层检查是否存在传输错误，若