

高等学校计算机网络工程专业规划教材

组网工程

徐振明 秦智 韩斌 编著



西安电子科技大学出版社
[http:// www.xduph. com](http://www.xduph.com)

高等学校计算机网络工程专业规划教材

组网工程

徐振明 秦智 韩斌 编著

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书从网络工程、系统集成的角度出发,阐述了计算机网络、综合布线方案、主要网络产品和工程设计方法中所涉及的概念及技术,重点介绍了网络工程中的通信设备选型及安装、网络服务器技术及选型、综合布线系统设计、网络需求分析、工程设计、工程验收等相关概念及技术,并通过每章后的习题与思考来加深对这些概念及技术的理解。

本书可作为高等院校网络工程、计算机科学与技术、通信工程等专业的教材,也可供从事网络技术与开发的人员参考。

★本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

组网工程 / 徐振明等编著. —西安:西安电子科技大学出版社, 2006.1

(高等学校计算机网络工程专业规划教材)

ISBN 7-5606-1595-3

I. 组… II. 徐… III. 计算机网络-高等学校-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 128132 号

策 划 臧延新 云立实

责任编辑 雷鸿俊 臧延新

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 西安文化彩印厂

版 次 2006年1月第1版 2006年1月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 17.5

字 数 409千字

印 数 1~4000册

定 价 20.00元

ISBN 7-5606-1595-3 / TP·0918

XDUP 1886001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

出版说明

计算机技术和通信技术的结合形成的全球互连网络已经把人类社会带入了以互联网为中心的信息化时代。目前网络技术日新月异,网络已成为承载信息经济运转的高效平台,但是我国的网络工程专业人才还很缺乏,与IT产业的飞速发展很不适应,不能满足社会各行各业对网络专业人才的需求,因此培养具有计算机技术和网络技术方面的理论基础,具备系统工程和综合能力,能够从事网络规划、网络工程设计、网络维护和管理、网络安全防护等工作的专业技术人才成为当务之急。许多高校看到了这一趋势,纷纷开设了网络工程专业,但是缺乏能够满足当前教学要求的系列教材。为此,西安电子科技大学出版社聘请了西安交通大学、华南理工大学、西安电子科技大学、西安理工大学、山东科技大学、空军工程大学、杭州电子科技大学、西安邮电学院、成都信息工程学院等九所高校长期在教学科研第一线的专家教授,组成了高等院校计算机网络工程专业教材编审专家委员会,对网络工程专业的教学计划和课程大纲进行了反复研究、充分讨论,通过招标方式筛选并确定了系列书的主编院校及作者,争取在一年的时间里出版并推出整套教材。

由于网络工程专业是各高校新开办的专业,各高校的课程设置和教学要求不尽相同,因此这套教材尽可能系统地覆盖了网络工程专业的主要课程和相关知识,反映网络技术的最新进展和研究成果,在介绍基本理论和基本方法的基础上,特别突出工程实践的重要性和内容的新颖性,重点培养学生从事实际工程的研发能力。在写作风格上,本套教材力求逻辑严谨,语言明快,形式活泼,可读性强。本套教材的作者都是长期从事网络教学的骨干教师,他们较高的学术水平和丰富的教材编写经验是这套丛书顺利出版的保障,在此向他们表示衷心的感谢。

这套经过精心策划和组织的系列教材的出版,不仅是对网络工程专业教学改革的有益探索,而且也积极推动了该专业的教材建设,我们将听取来自各方面的建议,通过不断的改进,使这套教材能够得到各院校的认可并更趋完善。

系列教材编委会
2005年2月

高等学校计算机网络工程专业 教材编审专家委员会

主任：冯博琴（西安交通大学计算机教学实验中心主任，教授）

副主任：李仲麟（华南理工大学计算机科学与工程学院副院长，教授）

武波（西安电子科技大学软件学院院长，教授）

韩俊刚（西安邮电学院计算机系主任，教授）

万健（杭州电子科技大学软件学院院长，教授）

成员：（按姓氏笔画排序）

方敏（西安电子科技大学计算机学院）

王宣政（西安邮电学院计算机系）

邹书蓉（成都信息工程学院计算机系）

李军怀（西安理工大学计算机科学与工程学院）

周杰（华南理工大学计算机科学与工程学院）

孟晓景（山东科技大学信息学院）

徐明（杭州电子科技大学计算机学院）

徐振明（成都信息工程学院计算机系）

夏靖波（空军工程大学电讯工程学院网络工程系）

雷震甲（西安电子科技大学计算机学院）

前 言

随着计算机网络技术的飞速发展和网络系统的广泛应用，网络已经成为我们社会、经济、生活中不可缺少的一个角色，它推动了社会经济的发展，也带给了我们丰富多彩的生活。在网络系统中涉及到大量的网络设备和系统软件，网络设备主要有交换机、路由器、服务器、硬件防火墙等，而系统软件包括的内容更多，主要有操作系统、网络管理软件、软件防火墙、防病毒软件等。组网工程所涉及的硬件平台和软件平台种类繁多，在工程建设中应该结合用户需求和网络产品的实际参数来完成组网工程。

首先，从组网工程本身的概念来看，一方面是网络技术的选择和设计，另一方面是工程设计、工程施工和工程验收等。其次，项目的申请和投标也是组网工程的内容。总之，组网工程其实是一门综合性的学科，涉及到计算机网络技术、工程技术、项目投标、关系学等多方面的内容。

本书通过通俗易懂的语言，描述了组网工程所涉及的主要技术及内容。全书共 11 章，按其内容可分为三部分。第一部分为第 1 章，介绍计算机网络技术，包括网络的层次结构，目前的网络系统主要采用的以太网和 TCP/IP 网络体系模型，以 TCP/IP 协议为主的局域网、广域网技术及 VLAN 技术。第二部分为第 2~10 章，介绍组网工程的主体内容。其中，第 2 章介绍组网工程的概念、管理、设计及技术；第 3 章介绍网络需求分析及相关内容；第 4 章介绍网络方案设计，包括逻辑网络设计及物理网络设计；第 5 章介绍综合布线系统的 6 个子系统的设计及相关知识；第 6 章介绍广域网接入方案设计及路由协议选择；第 7 章介绍常见的网络互联设备；第 8 章介绍网络服务器的种类及其体系结构；第 9 章介绍网络管理的方案设计，包括常见的网络管理体系和网络管理功能；第 10 章介绍目前网络中存在的安全问题及网络安全的相关技术。第三部分是通过第 11 章的典型实例，即以校园网工程的整个流程来巩固说明组网工程的主要技术内容。

本课程应在“计算机网络”、“实用网络技术”等课程之后开设。本课程的参考教学时数为 30~40 学时，可根据学生已掌握的知识及接受能力做适当调整。

本书在编写过程中得到有关领导及兄弟院校、研究所的专家、教授、同行的热情帮助和支持，西安电子科技大学出版社为本书的出版也做了大量的工作，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限，书中难免会有错误和疏漏之处，恳请各位专家和读者批评、指正。

作 者

2005 年 8 月于成都

目 录

第 1 章 计算机网络技术	1	2.3.1 工程管理的辅助工具	25
1.1 OSI 参考模型和 TCP/IP 协议	1	2.3.2 设计和施工原则	27
1.1.1 OSI 参考模型	1	2.4 组网工程所使用的主要技术	28
1.1.2 TCP/IP 体系结构	3	小结	29
1.1.3 TCP/IP 协议集和 IP 地址	4	习题与思考	29
1.2 计算机网络分类	7	第 3 章 网络需求分析	30
1.3 局域网技术	8	3.1 需求分析步骤	30
1.3.1 以太网技术	9	3.1.1 明确用户目标	30
1.3.2 快速以太网技术	10	3.1.2 需求调研	31
1.3.3 千兆以太网技术	10	3.1.3 需求分析报告	31
1.3.4 虚拟局域网技术	11	3.1.4 需求分析整体设计	32
1.4 广域网技术	12	3.2 影响需求分析的因素	33
1.4.1 广域网通信方式	12	3.2.1 影响用户网络性能的因素	33
1.4.2 广域网接入技术	12	3.2.2 网络应用的适应性	33
1.5 无线局域网技术	14	3.2.3 网络升级的可行性	34
1.6 虚拟专用网技术	15	3.2.4 网络维护的可行性	35
小结	16	3.3 网络现状及应用约束	35
习题与思考	17	3.3.1 新建网络和改造网络	35
第 2 章 组网工程概述	18	3.3.2 应用约束	35
2.1 组网工程概念	18	3.4 需求分析的具体内容	36
2.2 组网工程项目管理	20	3.4.1 网络建设目的	36
2.2.1 项目管理范围	20	3.4.2 网络应用和网络服务	37
2.2.2 项目管理规划	21	3.4.3 网络性能要求	38
2.2.3 项目管理组织	21	3.4.4 投资规模	40
2.2.4 项目管理人员的责任	22	3.4.5 网络方案和描述	40
2.2.5 项目进度管理	22	小结	41
2.2.6 项目成本管理	23	习题与思考	41
2.2.7 项目合同管理	23	第 4 章 网络方案设计	42
2.2.8 项目沟通与协调管理	24	4.1 逻辑网络方案设计	42
2.2.9 项目质量管理	24	4.1.1 网络拓扑结构设计	42
2.2.10 项目效益管理	25	4.1.2 网络 IP 地址规划	46
2.3 工程设计和施工原则	25		

4.1.3 逻辑网络规划的简单实例	47	6.2.1 路由协议	113
4.2 物理网络方案设计	49	小结	118
4.2.1 网络技术及设备	49	习题与思考	118
4.2.2 环境平台设计	50		
小结	51	第7章 网络互联设备	119
习题与思考	51	7.1 中继器和集线器	119
第5章 综合布线系统	52	7.1.1 中继器	119
5.1 综合布线系统基础	52	7.1.2 集线器	121
5.1.1 综合布线系统概述	52	7.1.3 集线器的选择	121
5.1.2 综合布线系统设计等级	56	7.1.4 10Base-T 和 100Base-T 规则	123
5.1.3 综合布线系统标准	57	7.2 网络适配器——网卡	124
5.2 综合布线常用传输介质	63	7.2.1 网卡概述	124
5.2.1 双绞线	63	7.2.2 网卡的类型	125
5.2.2 同轴电缆	69	7.2.3 网卡的选择	125
5.2.3 光纤和光缆	70	7.3 调制解调器	127
5.2.4 无线介质	76	7.3.1 调制解调器的作用	127
5.3 综合布线系统方案设计原则	77	7.3.2 调制解调器的种类	128
5.4 综合布线系统方案设计	78	7.3.3 调制解调器的选择	129
5.4.1 工作区子系统设计	79	7.4 网桥	130
5.4.2 水平(配线)子系统设计	81	7.4.1 网桥的工作原理和功能	130
5.4.3 垂直干线子系统设计	85	7.4.2 网桥的种类	130
5.4.4 管理间子系统设计	88	7.4.3 远程网桥	131
5.4.5 设备间子系统设计	90	7.5 交换机	132
5.4.6 建筑群子系统设计	94	7.5.1 交换机概述	132
5.4.7 电气防护、接地及防火	98	7.5.2 交换转发方式	133
5.5 综合布线施工	99	7.5.3 局域网交换机的种类	134
5.5.1 施工要点	100	7.5.4 交换机的选择	136
5.5.2 施工测试与验收	102	7.5.5 虚拟局域网 VLAN	138
小结	103	7.5.6 三层交换机	144
习题与思考	103	7.6 路由器	146
		7.6.1 路由器功能	146
第6章 广域网接入技术	104	7.6.2 路由器的优缺点	147
6.1 广域网的接入	104	7.6.3 路由器产品选型	147
6.1.1 窄带数据网	104	7.6.4 路由器与网桥的比较	148
6.1.2 宽带数据网	107	7.7 网关	149
6.1.3 无线数据网	109	7.7.1 网关的基本概念	149
6.1.4 接入广域网方案设计	110	7.7.2 网关的分类	150
6.2 路由协议选择	113	7.7.3 网关协议	153
		7.8 防火墙	154

7.8.1 防火墙概述.....	154	10.1.2 网络系统安全采用的主要技术.....	204
7.8.2 防火墙的种类.....	155	10.2 网络安全设计.....	206
7.8.3 防火墙的体系结构.....	156	10.2.1 访问控制技术.....	206
7.8.4 内部防火墙.....	158	10.2.2 防火墙技术.....	212
7.8.5 防火墙的选择.....	159	10.2.3 防病毒技术.....	218
小结.....	161	10.2.3 其他安全技术.....	226
习题与思考.....	161	小结.....	228
第 8 章 网络服务器技术及选型.....	162	习题与思考.....	228
8.1 网络服务器概述.....	162	第 11 章 组网工程实例.....	229
8.2 网络服务器主要技术与指标.....	163	11.1 组网工程的招标与投标.....	229
8.2.1 服务器硬件体系结构.....	163	11.1.1 组网工程的实施步骤.....	229
8.2.2 服务器的技术指标.....	165	11.1.2 组网工程的投标.....	231
8.3 网络服务器产品介绍.....	172	11.1.3 投标书文件格式简介.....	234
8.4 网络服务器选型.....	175	11.2 某校园网需求分析.....	240
8.4.1 用户网络服务器性能要求分析.....	175	11.2.1 某校园网网络现状.....	240
8.4.2 服务器选购指南.....	176	11.2.2 项目规划和需求分析.....	240
小结.....	178	11.3 结构化布线系统方案与施工.....	245
习题与思考.....	178	11.3.1 布线系统设计.....	245
第 9 章 网络管理.....	179	11.3.2 施工要求及技术.....	246
9.1 网络管理技术基础.....	179	11.4 网络平台的实现.....	257
9.1.1 网管知识介绍.....	179	11.4.1 快速以太网和接入网.....	257
9.1.2 网管系统体系结构.....	181	11.4.2 网络设备选型.....	258
9.1.3 新型网络管理模型.....	183	11.5 网络调试运行和验收.....	260
9.1.4 网络管理功能.....	186	11.5.1 线路测试.....	260
9.1.5 网络管理体系结构的发展趋势.....	187	11.4.2 网络运行测试.....	262
9.2 网管系统的选择和方案设计.....	189	11.4.3 验收.....	263
9.2.1 常见网络管理系统.....	189	小结.....	263
9.2.2 网络管理和维护.....	192	习题与思考.....	264
9.2.3 网络管理方案设计.....	196	附录 A 核心层交换机的配置及报价.....	265
小结.....	201	附录 B 各种服务器的硬件配置及报价.....	267
习题与思考.....	201	附录 C 学生公寓楼布线配置及报价.....	268
第 10 章 网络安全技术设计.....	203	参考文献.....	269
10.1 网络中存在的安全问题.....	203		
10.1.1 网络安全的主要问题.....	203		

第 1 章

计算机网络技术

本章要点:

- OSI 参考模型和 TCP/IP 体系结构
- 网络拓扑结构
- 局域网技术、广域网技术和无线局域网技术
- VPN 网络

1.1 OSI 参考模型和 TCP/IP 协议

要实现计算机网络的组建工程,就需要对计算机网络基础知识和工程技术有深入的了解。同时,还必须了解用户将如何使用该互连网络以及业务需求和用户需求,然后将这些需求映射到用于组建互连网络的模型中。为此,国际标准化组织(ISO)在 1979 年建立了一个分委员会来专门研究一种用于开放系统互连(Open Systems Interconnection, OSI)的体系结构 OSI Reference Model,即 OSI 参考模型,简称 OSI/RM。而现在计算机网络中应用最为广泛的还是一种具有标准化结构的 TCP/IP 体系结构,对于 Internet 网络采用的主要协议也是 TCP/IP 协议结构,而绝大部分的局域网和城域网亦采用这种协议的体系结构。

1.1.1 OSI 参考模型

ISO 提出 OSI 参考模型的目的,就是要使在各种终端设备之间、计算机之间、网络之间、操作系统进程之间以及用户之间互相交换信息的过程中,能够逐步实现标准化。采用这种分层的模型能够将复杂的网络划分成简单的独立组成部分,这样便能够定义标准的接口。OSI 参考模型由七层组成,从最底层到最高层依次为:物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层,如图 1.1 所示。

1. 物理层(Physical Layer)

物理层的任务是为它的上一层提供一个物理连接,表现为具有机械的、电气的、功能的和规程的特性。比如规定电缆和接头的类型及相关属性,以及传送信号的电压值、电压变化的频率、最大的传输距离等。在这一层,数据还没有被组织,仅作为原始的比特流进行处理。

应用层				
表示层				
会话层				
传输层	可靠或不可靠的传输及差错检测	TCP、UDP、SPX		数据流层
网络层	路由选择	IP、IPX		
数据链路层	将比特组合成字节，再将字节组成帧	802.2		
物理层	原始比特传输，规定电压、线速和针脚功能	802.3	HDLC EIA / TIA-32V.3	

图 1.1 OSI/RM 和对应的数据流层关系

物理层的协议可以分为 LAN 和 WAN 两种，常见的 LAN 物理层协议有 IEEE802.3、令牌环、FDDI 等；而 WAN 协议主要有 EIA/TIA-232、EIA/TIA-449、V.35 等。

2. 数据链路层(Data Link Layer)

数据链路层负责在两个相邻节点间的链路上无差错地传送数据(传输单位为帧)，并提供有关目的地址和如何处理的信息。该层的主要网络设备为网桥和第二层交换机。

IEEE 将数据链路层分为两个子层：

(1) 介质访问控制(MAC)子层(IEEE802.3)：该子层负责指定如何通过物理线路进行传输，并定义与物理层通信。它定义了诸如物理编址、网络拓扑、线路规范、错误通知、流量控制等功能。

(2) 逻辑链路控制(LLC)子层(IEEE802.2)：该子层负责识别协议类型，并对数据进行封装以便通过网络进行传输，具有帧发送及接收、帧序列控制和流量控制等功能。

3. 网络层(Network Layer)

网络层独立于数据链路层，可用于连接位于不同物理介质上的设备，这是通过网络的逻辑编址来完成的。这种逻辑编址诸如 IP、IPX 等。网络层可完成异种网络之间的互联，实现路径选择功能，支持 LAN 和 WAN 组建的各种物理标准。

4. 传输层(Transport Layer)

传输层是通信子网和高层之间的接口层，其任务是根据通信子网的特性，最佳地利用网络资源，并以可靠而经济的方式，为两个端系统(也就是源终端和目的终端的传输层之间)的会话层之间提供建立、维护和取消传输连接的功能，传输层协议负责可靠或不可靠地传输数据。在这一层，信息的传送单位是报文。该层主要采用 TCP、UDP 和 SPX 等传输协议。

5. 会话层(Session Layer)

会话层也可以称为会晤层。会话层不参与具体的传输，但是它提供包括访问验证和会话管理在内的建立、组织和协调实体之间通信的机制。比如，数据库服务器和用户登录之间形成的会话。

6. 表示层(Presentation Layer)

表示层主要提供具体的数据格式编码和转换问题，可完成视频、图像的公用压缩编码格式转换以及对应用层数据的公用加密、公用解密等任务。

7. 应用层(Application Layer)

应用层是 OSI/RM 的最高层，是用户和应用程序与网络访问协议之间的接口。该层可完成 HTTP、POP 和 SMTP 等服务。

从图 1.1 中可以得到，下四层形成了数据流层，并规定为终端之间如何建立连接以及交换数据；上三层负责规定如何通过物理线路传输，经由网络互联设备到达目的终端，并最终到达应用程序。

1.1.2 TCP/IP 体系结构

TCP/IP 体系已成为 Internet 的主流，局域网、城域网几乎都采用了兼容性强的 TCP/IP 体系。与 OSI/RM 不同，OSI/RM 在解释互联网络通信机制上有更强的能力，TCP/IP 模型更侧重于互联设备间的数据传送，而不是严格的功能层次划分，但是现今 TCP/IP 已经在互联网络中担当了一个重要的角色，成为了市场的标准。

TCP/IP 协议是一个总称，它代表了一个协议集，其中典型的协议就是 TCP 和 IP 协议。TCP/IP 协议体系结构与 OSI/RM 之间的对比如图 1.2 所示。

OSI/RM	TCP/IP模型	TCP/IP协议
应用层	应用层	HTTP、SMTP POP3等
表示层		
会话层		
传输层	传输层	TCP、UDP
网络层	网络互联层	IP等
数据链路层	网络接口层	以太网、 帧中继、 PPP等
物理层		

图 1.2 TCP/IP 与 OSI/RM 对比图

由图 1.2 可知 TCP/IP 体系结构共有四个层次，每层具体任务和功能描述如下。

1. 应用层(Application Layer)

应用层对应 OSI/RM 中的上三层，负责处理用户界面、数据格式化和应用程序访问。当前应用层的 Web 应用服务的应用最为广泛，主要采用 HTTP 协议完成应用层之间的通信。

2. 传输层(Transport Layer)

传输层与 OSI/RM 中的传输层实现的功能相似，负责上层的数据封装，实现数据传递。该层的主要协议有传输控制协议(TCP)和用户数据报协议(UDP)。TCP 协议是一种面向连接的可靠传输协议，实现了三次握手机制；而 UDP 协议是一种无连接的不可靠传输协议。TCP

和 UDP 协议与上层进行数据交换的时候，需要借助服务端口来判别与应用层中的哪种服务进行通信。

3. 网络互联层(Network Layer)

网络互联层与 OSI/RM 中的网络层具有相似的功能，主要进行路由选择。该层由 ICMP、IP、IGMP、RIP、OSPF 和用于边界路由的 EGP 协议组成，这些协议的主要功能是保证数据包能被成功传递。其中 IP 是主要的协议，被称为网际互联协议；IP 定义了地址，让网络上每台主机或网络设备都有不同的逻辑地址，当 IP 地址在不同的子网网段中时，需要 RIP、OSPF 等路由协议完成 IP 路由，此时 IP 被称为被路由协议。

4. 网络接口层(Network Interface Layer)

网络接口层对应 OSI/RM 中的物理层和数据链路层。网络接口层定义了主机如何通过物理网络传送数据，也定义了所需的协议和硬件。例如，以太网网络处于 TCP/IP 网络接口层，定义了组建 LAN 和 WAN 的布线方式、编址方法、电缆型号和协议等。要实现以太网 LAN 和 LAN 之间的互联通信，可通过 WAN 的连接标准 PPP(点到点协议)和帧中继来完成。图 1.3 体现了网络接口层标准、数据封装和拆分的过程。

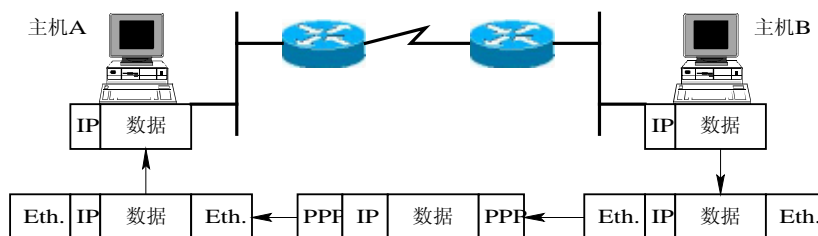


图 1.3 提供给 IP 的 PPP 服务和以太网服务

1.1.3 TCP/IP 协议集和 IP 地址

1. 地址解析协议 ARP

IP 网络数据包能够在网络中正常传输，都需使用网络介质访问控制子层的 MAC 地址，通过这种物理地址来确定发送的目的地。因此需要通过 ARP 和 RARP 协议来动态发现 48 位的二进制 MAC 地址。在 TCP/IP 网络中，网络接口层主要采用以太网技术，以太网技术在同一个局域网中具有网络广播的能力，通过发送带有 ARP 广播请求的网络数据，当局域网中所有主机都可以收到这个请求时，便根据 ARP 协议解析来获取对方主机 IP 对应的 MAC 地址，然后将结果返回给带有 MAC 地址的源主机，最终完成在物理网中传输逻辑数据的目的。

2. 反向地址解析协议 RARP

RARP 实现的是将主机的 MAC 地址映射为对应的 IP 地址，通过这种 RARP 请求方式可以从服务器上获取 IP 地址。在无盘工作站中通过 BOOTP 协议方式发送 RARP 广播请求来实现 RARP 解析。

3. 网际控制报文协议 ICMP

ICMP 是一种面向连接的协议，用于传输错误报告控制信息。由于 IP 协议提供了无连接的数据报传输服务，在传输过程中若发生差错或意外，比如目的不可到达，这就需要 ICMP 来向源节点报告差错情况，以便源节点对此做出相应的处理。

4. 传输控制协议 TCP

TCP 是在 IP 提供的基础服务上，支持面向连接的、可靠的、面向数据流的传输服务。两个使用 TCP 进行通信的对等实体的一次通信，一般需要经过建立连接、维持连接和数据传输、终止连接三个阶段。在建立连接阶段实现 TCP 的三次握手协议，根据序列号和确认号保证实体间数据传输的可靠性。TCP 模块以 IP 模块为传输基础，同时可以面向多种应用程序提供传输服务：一种是服务程序；另外一种是客户程序。比如实现 Web 服务器和客户 IE 浏览器之间的通信服务。常见的服务默认端口有：Telnet 服务端口 23、Web 服务端口 80、SMTP 服务端口 25、POP3 服务端口 110、FTP 服务端口 21 和 20 等。

5. 用户数据报协议 UDP

UDP 协议是建立在传输层的一种简单的、无连接的、不可靠的数据传输服务，没有确认号和序列号。在多媒体应用中采用 UDP 服务是一种比较理想的方法，可提高视频与音频的传输速率。使用 UDP 服务的应用程序有：DNS(端口号 53)、SNMP(端口号 161)、TFTP(端口号 69)、DHCP 服务器(端口号 67)等。

6. 网际互联协议 IP

IP 协议称为网际互联协议，实现网络互联层 IP 寻址、IP 数据转发等功能。IP 提供的主要功能有三种：

- ◆ 无连接、不可靠的数据转发；
- ◆ 数据包分组和重组；
- ◆ 路径选择。

IP 协议不仅仅解决了同一网络之间的数据包基础服务，而且还解决了不同物理网络 and 不同逻辑网络之间的数据转发功能。

7. IP 地址分配和子网划分

目前在 TCP/IP 网络中使用了两种 IP 地址版本：IPv4 和 IPv6。其中，IPv4 为 32 位二进制的地址，被广泛使用；而 IPv6 为 128 位二进制的地址，是下一代 Internet 网络采用的地址分配方案。

1) IPv4 地址及其表示方法

IPv4 版本采用 32 位二进制描述，IP 地址由两部分组成：网络号字段(net-id)和主机号字段(host-id)。IP 地址的分类如图 1.4 所示。

将 IP 地址每 8 位二进制看成一组，并换成十进制数，用点“.”分开，形成 4 组的点分十

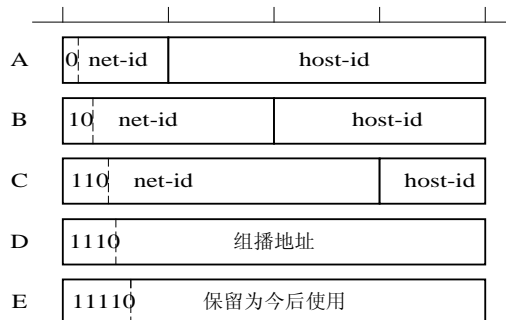


图 1.4 IP 地址的五种类型

进制，这是常用方式。例如 11000000 10000001 11000000 00000001，换成点分十进制 IP 地址表示为：192.129.192.1，这样看起来更为方便。通过图 1.4 的描述可以得到 A、B、C 三类 IP 地址的使用范围如下：

- A 类：1.0.0.0~126.255.255.255 默认子网掩码：255.0.0.0；
 B 类：128.0.0.0~191.255.255.255 默认子网掩码：255.255.0.0；
 C 类：192.0.0.0~223.255.255.255 默认子网掩码：255.255.255.0。

目前作为私有网络中的 IP 地址，不作为 Internet 公有 IP 地址的使用范围如下：

- A 类：10.0.0.0~10.255.255.255 默认子网掩码：255.0.0.0；
 B 类：172.16.0.0~172.31.255.255 默认子网掩码：255.255.0.0；
 C 类：192.168.0.0~192.168.255.255 默认子网掩码：255.255.255.0。

在 IP 地址使用中，某个网络主机字段的二进制全 1 时，表示某个网络中的广播地址，比如 222.18.134.255；而某个网络需要表示单个网络的地址时，该 IP 地址的主机号应该全 0，比如 10.0.0.0(A 类)，222.18.134.0(C 类)。因此，要满足主机 IP 地址的基本要求，就要使网络号或主机号不能出现全 1 或全 0 的情况。

在使用 IP 地址的时候，有一些特殊的 IP 地址是不能作为主机的 IP 地址的，但是这些特殊地址可以出现在网络数据包中，如表 1.1 所示。

表 1.1 不作为主机的特殊 IP 地址

net-id	host-id	作为源地址	作为目的地址	含 义
全 0	全 0	允许	不允许	在本网络上的本主机
全 0	host-id	允许	不允许	在网络上的某个主机
全 1	全 1	不允许	允许	只在本网络上进行广播
net-id	全 1	不允许	允许	对 net-id 上的所有主机进行广播
127	任何数	允许	允许	用作本地软件回环测试

2) IP 地址子网划分

IP 的原始划分并不是很科学，当一个单位使用同一个网络号，且单位的主机较多并分布在很大的地理范围时，就需要网桥或交换机(不是路由器)来连接同一个网络的主机。但这样会产生广播风暴，而且一旦网络出现故障也不大容易隔离和管理。因此，为了方便管理单位的同一网络号的主机，可以将单位所属的主机划分成若干个子网(subnet)，利用 IP 地址中的主机号字段中前若干连续的比特位作为子网号字段，将剩下的作为主机号字段。这样就可以实现各个子网由路由器来互联，从而便于管理。在子网划分的时候需要通过子网掩码来判断，采用子网掩码就相当于采用三级寻址。

一个被子网化的 IP 地址包含三部分：网络号、子网号和主机号。子网由子网掩码标识，采用 32 位二进制的点分十进制格式，并且掩码从左到右二进制数据连续为 1。而 A、B、C 三类网络的默认掩码为网络号字段的二进制位连续为 1，主机号连续为 0。对某个网络进行子网化的子网号位需向主机号借位。比如一个主机 IP 地址为 222.18.134.65，它的子网掩码为 255.255.255.192，根据 IP 地址分类得到该 IP 地址为 C 类网络，而子网掩码不是默认子网掩码，产生了对主机号的借位。计算该 IP 的子网划分情况如下：

$$\begin{array}{r} \underline{11011110.00010010.10000110.0100001} \\ \& \underline{11111111.11111111.11111111.11000000} \end{array} \quad (\text{对应位进行逻辑与})$$

$$= 1101110.00010.10000110.01000000 = 222.18.134.64 (\text{点分十进制})$$

从上面的计算可以得到子网号向主机号借 2 位后的子网划分情况：主机号剩下 6 位，可以得到主机号范围为 1~62；子网号为 64，也可得到该子网中可作为主机 IP 地址的范围为 222.18.134.65~222.18.134.126。

1.2 计算机网络分类

计算机网络的分类方法很多，可以从不同的角度对计算机网络进行分类。

(1) 按照网络的地理覆盖范围划分：广域网(WAN)、城域网(MAN)和局域网(LAN)。一般来说局域网的覆盖范围不会超过 10 km，适合于一个单位、学校、建筑物内；城域网是由一些小的局域网在 10~100 km 范围内互联形成的网络；广域网覆盖的范围更大，可以跨越国界、洲界，甚至为全球范围，比如一个地区、一个国家等，实际上，Internet 就是一个最大的广域网。

(2) 按照网络的具体通信媒体划分：双绞线网络、同轴电缆网络、光纤网络、微波网络和卫星网络等。

(3) 按照网络的交换方式划分：电路交换网、报文交换网、分组交换网、帧中继网络、ATM 交换网络和混合型交换网等。

(4) 按照拓扑结构划分：总线型网络、环型网络、星型网络、树型网络和网状型网络等。以下介绍每一种拓扑结构的内容。

① 总线型网络：是由各个节点计算机接入同一同轴电缆线上形成的，这条线被称为“总线”，如图 1.5 所示。在局域网中，总线上各个节点地位平等，无中心节点，采用共享信道传输和接收数据。但该结构有一个缺点：当某个节点有故障时，就会使得整个网络中断通信。

② 星型网络：有时候也叫集中式网络，如图 1.6 所示。一般来说网络中的中心设备是交换机或集线器。这种连接方式具有结构简单、易于管理和维护等优点，但是有可靠性差、受硬件接口限制等缺点。

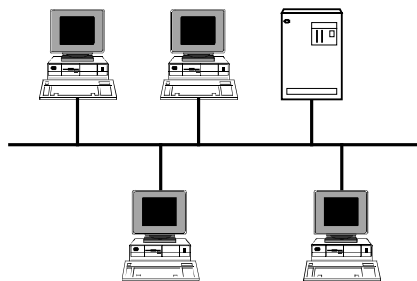


图 1.5 总线型网络

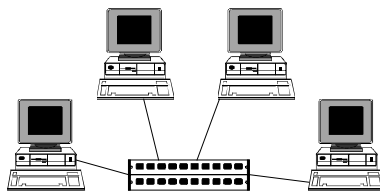


图 1.6 星型网络

③ 环型网络：网络中各个节点由一条通信线路连接形成一个闭合环路，如图 1.7 所示。它也是一种广播式通信网络，采用令牌控制方式协调各个节点信息的传输和接收，具有控制简单的优点。但是该结构不容易扩展，节点多的时候响应时间较长。

④ 树型网络：是星型网络扩展后形成的一种层次性的结构。

⑤ 网状型网络：也叫分布式网络，可分为全网状和部分网状型结构，如图 1.8 所示。网络上没有中心计算机，网上的每个节点都有多条线路与其他节点互连。网状型网络具有可靠性、节点共享资源容易、可以改善线路的信息流量分配和负荷均衡的优点，它还可选择一条最佳路径，这些功能在 Cisco 等品牌的网络设备中得到了体现。但是该结构自身具有网络复杂、维护量大、管理难度大、建设成本高等缺点。

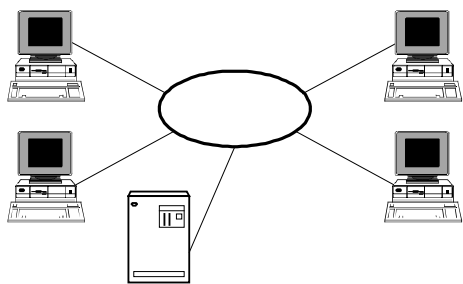


图 1.7 环型网络

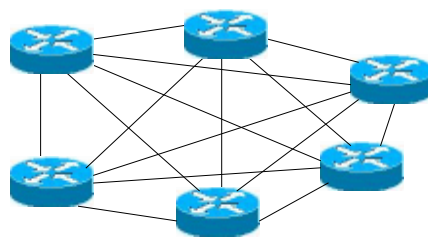


图 1.8 网状型网络

1.3 局域网技术

局域网技术是计算机网络中发展最快的技术，是网络中不可缺少的一部分。在现今的局域网中，主要采用以太网，以太网的主要访问控制技术就是 CSMA/CD。目前局域网技术中发展较快的是快速交换技术和虚拟局域网(VLAN)。局域网具有覆盖范围较小、成本低、传输率高、误码率低、易于扩展、介质适应性强、管理和维护方便的优点。目前，根据局域网的访问控制技术可分为以太网(Ethernet)、快速以太网、千兆以太网，10 G 以上以太网、令牌环网和令牌总线网络。

局域网技术的发展带来了更多的产品，从而在传输介质的使用、访问控制技术的开发和数据链路层的控制方法等方面都形成了各自产品的特点。为了统一起见，美国电气与电子工程师协会(Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE)在 1980 年 2 月成立了局域网标准化委员会(简称 IEEE802 委员会)，专门进行局域网标准的制定。经过多年的努力发展，IEEE 802 委员会公布了一系列的 IEEE802 标准：

- ◆ IEEE802.1(A)：LAN 和 MAN 体系结构。
- ◆ IEEE802.1(B)：LAN。
- ◆ IEEE802.2：逻辑链路控制(LLC)协议。
- ◆ IEEE802.3：CSMA/CD 访问方法及物理技术规范。
- ◆ IEEE802.4：令牌总线访问方法及物理层技术规范。
- ◆ IEEE802.5：令牌环网访问方法及物理层技术规范。