

IBM 核心技术内幕

Network Configuration with
Dynamic Host

网络动态主机配置 解决方案

IBM 核心技术内幕丛书编委会 编写



本书配套光盘内容包括：
与本书配套的电子书



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

IBM 核心技术内幕

Network Configuration with Dynamic Host

网络动态主机配置 解决方案

TP393.03



IBM 核心技术内幕丛书编委会 编写



本书配套光盘内容包括:
与本书配套的电子书



Z088757



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内 容 简 介

IBM 是世界上最大的信息工业跨国公司之一，拥有综合先进技术与结构的全系列产品，包括新一代基于 CMOS 的并行企业服务器、采用 64 位 RISC 技术的 AS/400 高级系列、基于高性能 PowerPC604 微处理器的新 RS/6000 系列以及广泛的软件和网络产品等。在电子商务、复杂的网络管理、系统管理、密集型事务处理、庞大的数据库、强大的可伸缩服务器、系统集成等方面，IBM 具有很强的优势。

目前，IBM 技术和产品已被国内各行各业广泛应用，占有相当的市场份额。为满足技术领域专业人员和用户开发、应用和学习的需要，我社和美国 Austin 技术研究中心以及 IBM 有关专家合作，共同组织出版了本丛书——**IBM 核心技术内幕丛书（7 本）**。

全书介绍 IBM 的网络动态主机配置解决方案，由 11 章组成，内容包括：TCP/IP 概述，使用 DHCP 启动和运行网络，DHCP 服务器和客户的交互，服务名，集成文件和打印设备，扩展网络，移动用户，DHCP 和动态 DNS 的安全性，可靠性，性能，管理网络。本书从基础开始讲解，并逐步涉及到一些比较高深的理论和一些技术性的知识，由于 DHCP 提供的动态寻址能使网络更好地运行，所以本书重点介绍了它在网络上的应用，同时对涉及到的一些相关的内容也进行了介绍，例如：网络的安全性和可靠性。

本书反映了 90 年代末、21 世纪初 IBM 最新技术的发展，内容定位与国内外技术和产品市场同步，技术内涵高，指导性、实用性、操作性强，特别针对 IBM 技术用户、应用与开发人员、技术支持和管理人员，具有很强的技术参考价值，是以上人员必备的重要技术参考书，同时也是高等院校相关专业师生教学、自学参考书和国内各图书馆、科研机构重要的馆藏书籍。

本书配套光盘内容包括与本书配套的电子书。

系 列 书：IBM 核心技术内幕丛书（5）
书 名：网络动态主机配置解决方案
文 本 著 者：IBM 核心技术内幕丛书编委会 编写
责 任 编 辑：苏静
C D 制 作 者：希望多媒体开发中心
C D 测 试 者：希望多媒体测试部
出 版、发 行 者：北京希望电子出版社
地 址：北京海淀路 82 号，100080
网 址：www.bhp.com.cn
E-mail: lwm@hope.com.cn
电 话：010-62562329,62541992,62637101,62637102,62633308,62633309
(发行和技术支持)
010-62613322-215 (门市) 010-62531267 (编辑部)
经 销：各地新华书店、软件连锁店
排 版：希望图书输出中心
C D 生 产 者：北京中新联光盘有限责任公司
文 本 印 刷 者：北京媛明印刷厂
开 本 / 规 格：787 毫米×1092 毫米 1/16 开本 185 印张 418 千字
版 次 / 印 次：2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月第 1 次印刷
印 数：0001-3000 册
本 版 号：ISBN 7-900044-69-8/TP·69
定 价：50.00 元（1CD，含配套书）
说 明：凡我社光盘配套图书若有缺页、倒页、脱页、自然破损，本社负责调换。

IBM 核心技术内幕丛书

编委会名单

主 编：戈里高·海登博格

副主编：范加尔·茨格 沈 鸿

编 委：（按姓氏笔划排序）

马宏华 屈里奇·托马斯 刘晓融 陆卫民

张中民 米歇尔·李 李春葆 苏 静

奥列佛·帕登 斯蒂芬·高奇 汤米·贾维奇

莫里哀·琴妮

本书执笔人：马兰等

序

IBM——国际商业机器公司，1914年创建于美国，是世界上最大的信息工业跨国公司之一。

在世界经济不断发展，现代科学日新月异的年代，IBM以超前的技术和产品，优良的客户服务，成为中国金融、冶金、石化、交通、制造、商品流通等许多行业的信息技术提供和支持伙伴。在信息产业迅速发展，竞争日趋激烈的时代，将信息产业的最新技术转化为对用户有价值的解决方案，帮助用户更有成效地开展业务，增强竞争优势，IBM在产品技术等方面作出了重大的调整与改革。

IBM拥有综合先进技术与结构的全系列产品，包括新一代基于CMOS的并行企业服务器、采用64位RISC技术的AS/400高级系列、基于高性能PowerPC604微处理器的新RS/6000系列以及广泛的软件和网络产品等。在复杂的网络管理、系统管理、密集型事务处理、庞大的数据库、强大的可伸缩服务器、系统集成等方面，IBM具有很强的优势。

服务器形成了网络，服务器开启了电子商务。服务器正在人们的生活、工作中发挥越来越大的作用。IBM服务器家族目前包括四大主力系列产品：Netfinity，AS/400，RS/6000，S/390。它们都是各自领域中的顶尖服务器，在中国乃至世界各地的大小企业中担当着推动电子商务运行的核心任务。

目前，IBM技术和产品已被国内广泛应用，为满足技术领域专业人员和用户工作、学习的需要，我社和美国Austin技术研究中心以及IBM有关专家合作，共同组织出版了本丛书——**IBM核心技术内幕丛书**。本丛书由以下7种图书组成，全面介绍了IBM产品和技术的应用、开发、管理。

1. **大型数据库系统开发指南**。本书介绍在DB2 UDB和Oracle环境中如何优化AIX的数据库性能。

本书由3部分13章组成，第一部分介绍RDBMS的概念，包括：关系数据库系统概述，工作负载类型，特殊数据库，并行数据库等；第二部分阐述最优性能的系统设计和估算尺寸，包括：估算一个数据库系统尺寸，设计一个RDBMS系统，设计磁盘子系统；第三部分讨论系统优化，包括：数据库实现，监视RDBMS系统性能，调整RDBMS系统，DB2 UDB的调整，Oracle调整，问题解决。

本书系统地论述了在AIX操作系统下的DB2 UDB和Oracle两种数据库管理系统中性能调整的技术和方法。帮助读者理解如何规划、运行和调整关系数据库管理系统的性能，在此基础上提供了很多经验规则，以指导读者进行数据库系统的优化。本书具有内容全面、新颖和权威的特点。

2. **小型机数据库应用完全解决方案**。本书是IBM公司的IMS数据库产品使用的入门书籍。

全书共分为五大部分24章，第一部分是IMS的综述，讲述了IMS数据库产品的基本情况及其系统组成，IMS数据库与OS/390操作系统之间的关系，以及IMS基本功能操作；第二部分介绍了IMS事务管理器，详细说明了各种事务的处理；第三部分关于IMS数据库管理器，讲述了IMS数据库的基础、IMS层次数据库模型，以及如何使用IMS数据库；第四部分具体介绍了IMS数据库的应用开发，涉及应用编码、信息格式化服务和应用代码等内容；第五部分说明了IMS数据库系统的管理，详细介绍了数据库恢复控制技术、记录类型、系统生成过程和系统安全功能。

3. **大型网络管理完全解决方案**。本书主要讲述怎样用Tivoli管理PeopleSoft。

本书共分3部分，由12章组成。第一部分“PeopleSoft、BEA TUXEDO和Tivoli概述”包括：PeopleSoft简介、BEA TUXEDO简介；第二部分“Tivoli Manager For BEA TUXEDO”包括：安装和配置、流线型操作、保证BEA TUXEDO可用性；第三部分“管理PeopleSoft”包括：Tivoli Managers for Oracle、Manager for PeopleSoft安装和配置、流线型操作、保证PeopleSoft可用性、测量PeopleSoft环境中的性能、在PeopleSoft中管理批处理作业等等。

本书是 Tivoli、PeopleSoft 与 BEA TUXEDO 的宝贵参考资料，其图配文的方式别具一格。

4. **网络应用程序开发指南。**本书主要讲述 IBM 流行的 Tivoli Service Desk 6.0 应用程序软件的应用、开发。

IBM Tivoli Service Desk 6.0 是一个流行的应用程序软件，其广泛应用于企业、商业的管理系统中，本书共分 9 章、两个附录，详细介绍了 Tivoli Service Desk 6.0 的组成、工作原理和使用方法。其主要内容包括：Tivoli Service Desk 概要、Tivoli Service Desk 结构、Tivoli Service Desk 服务器的要求、分布式 TSD 的实现、Tivoli Service Desk 桥、TSD5.0.2 版本到 6.0 版本的数据移植用户界面/商务示例、分布式数据管理器、提示和技巧等。在附录 A 中包含了建立 Tivoli Service Desk 环境的小组所需使用的重要的脚本和命令，附录 B 中描述了与 Tivoli Service Desk 6.0 一起使用的一些数据库引擎的安装和准备方法。

5. **网络动态主机配置解决方案。**本书讨论了一种 TCP/IP 协议——动态主机配置协议（DHCP）。

全书由十一章组成，内容包括：TCP/IP 概述，使用 DHCP 启动和运行网络，DHCP 服务器和客户的交互，服务名，集成文件和打印设备，扩展网络，移动用户，DHCP 和动态 DNS 的安全性，可靠性，性能，管理网络。本书从基础开始讲解，并逐步涉及到一些比较高深的理论和一些技术性的知识，由于 DHCP 提供的动态寻址能使网络更好地运行，所以本书重点介绍了它在网络上的应用，同时对涉及到的一些相关的内容也进行了介绍，例如：网络的安全性和可靠性。

6. **大型网络系统安全完全解决方案。**本书主要介绍 IBM Secure Way Host On-Demand 技术及其应用。

全书由 17 章组成，主要内容包括：IBM SecureWay Host On-Demand、系统规划、系统安装、在 System/390 上安装 Host On-Demand 服务器、系统管理、使用 LDAP 目录、Host On-Demand 客户程序、使用 Host On-Demand 的会话、3270 主机打印、5250 主机打印、系统安全、IBM SecureWay 屏幕定制器、主机访问类库、Host Access JavaBeans、Database On-Demand、双字节字符集 (DBCS) 因素以及问题确定等等。

本书具有结构清晰，内容新颖、丰富，技术含量高的特点，可供 IBM 公司的大型机和小型机用户，以及为结合传统方式的大型机和小型机系统的工作方式提供解决方案的高级软件开发人员使用，也可作为从事计算机工作、需要了解 IBM 技术的社会相关人士阅读。

7. **网络结构体系设计完全解决方案。**本书由 21 章组成，主要包括：SNA 在多网络时代，SNA 的发展，数据链路层教程，SNA 和 APPN 教程，非 SNA 协议——TCP/IP、IPX 和 NetBIOS 教程，应用程序设计接口教程，网络计划简介，SNA, APPN 与 TCP/IP——比较和对照，穿过数据链路的 SNA，通过 TCP/IP 传输 SNA，LAN 网络与 SNA 互连，在终端系统中，使 SNA 网络成为 Internet 的一部分，多协议路由器将 IP 与 APPN/HPR 聚集一起，管理 SNA 网络，与传统网络共存：3270 访问 TCP/IP 应用，使用 SNA 网关从 PC 到主机，集成 Web 技术和企业系统，SNA 应用和 Java 承诺，将几个协议永远共存，传输协议变革。

本书的每章都是一个关于 SNA 网络的专题，涉及当前许多有争议的和技术性很强的问题，通过仔细的分析和具有说服力的讲解，给出了权威的见解。

本丛书反映了 IBM 最新技术的发展，内容定位与国内外技术和产品市场同步，技术内涵高、指导性强，特别针对 IBM 技术用户、应用与开发人员、技术支持和管理人员，具有很强的技术参考价值，是以上人员必备的重要技术参考书，也是高等院校相关专业师生教学、自学参考书和国内各图书馆、科研机构重要的馆藏书籍。

藉本丛书出版之际，特别感谢美国 Austin 技术研究中心主任戈里高·海登博格教授，IBM 全球支持中心副主任范加尔·茨格博士，本丛书就是在他们的大力帮助和协调下才得以完成。感谢美国 Austin 技术研究中心米歇尔·李博士、IBM 系统开发专家奥列佛·帕登博士、IBM 加拿大公司技术总监屈里奇·托马斯教授、IBM 数据仓库专家莫里哀·琴妮女士，以及 MIT 计算机科学系斯蒂芬·高奇教授和 Tivoli 公

司专家汤米·贾维奇先生，由于他们的技术指导和全力参与，本丛书才得以及时完稿。还要感谢马宏华、张中民、李春葆、陆卫民、苏静等，是他们夜以继日的辛勤劳动，使本丛书及时面市。真诚感谢参与本丛书编写的全体专家和技术人员，以及编辑、美工设计人员和录排人员、光盘制作人员等，是他们的加班、加点、忘我的工作，才使本丛书如期付梓出版。

因出版时间紧迫，书中错误在所难免，敬请读者谅解，并请拨冗指正，以期再版时修订。

IBM 核心技术内幕丛书编委会

2000 年 6 月



3.3.2 中继代理	77	4.3.3 使用预安全模式的 OS/2 Warp 4.....	131
3.4 DHCP 消息	78	4.3.4 使用代理的 WorkSpace On-Demand	133
3.4.1 DHCPDISCOVER.....	78	4.4 AIX 上的名字服务	135
3.4.2 DHCPPOFFER.....	78	4.4.1 AIX 作 DNS 客户	135
3.4.3 DHCPREQUEST.....	79	4.4.2 AIX 作静态 DNS 服务器	137
3.4.4 DHCPNAK.....	81	4.4.3 AIX 作 DDNS 服务器	141
3.4.5 DHCPACK	82	5 集成文件和打印设备.....	147
3.4.6 DHCPDECLINE	82	5.1 NetBIOS、NetBEUI 和 TCPBEUI 的	
3.4.7 DHCPRELEASE.....	83	概念	147
3.4.8 DHCPINFORM.....	83	5.2 把 NetBIOS 名字解析成 IP 地址	149
4 服务名	84	5.2.1 增强 B-Node 客户	150
4.1 Windows 平台上的名字服务.....	84	5.3 用非 RFC 编码名使用 DNS 的新方式	159
4.1.1 Windows NT 作静态 DNS 服务器.....	84	5.4 NetBIOS Name Servers (NBNS)	164
4.1.2 Windows NT 作使用 WINS 的		5.4.1 Microsoft WINS	164
DDNS	88	5.4.2 Network TeleSystems 的 Shadow	
4.1.3 Windows 95/98 作静态 DNS 客户	92	IPserver	166
4.1.4 Windows NT Workstation 4.0 作静态		5.5 P-Node, H-Node 和 M-Node 客户	167
DNS 客户	92	5.5.1 手工配置客户使用 NBNS.....	167
4.1.5 Windows 和 IBM Dynamic IP Client		5.5.2 动态配置客户使用 NBNS.....	170
一起使用	92	5.6 IBM Neighborhood Browser Enabler for	
4.2 OS/2 Warp Server 作 Dynamic DNS		Warp Server	177
服务器	97	5.6.1 概览	177
4.2.1 Dynamic Domain Name System		5.6.2 安装 Neighborhood Browser Enabler	178
(DDNS)	97	5.6.3 启动和停止 Neighborhood Browser	
4.2.2 IBM Dynamic DNS (相对于其他实现)		Enabler	179
.....	101	5.7 AIX Fast Connect.....	179
4.2.3 具体示例	103	5.7.1 Fast Connect 在静态服务器上处理动	
4.2.4 任务	104	态客户	179
4.2.5 计划	104	5.7.2 Fast Connect 在动态服务器上处理动	
4.2.6 设置 DDNS 服务器	105	态客户	180
4.2.7 ProxyArec.....	114	6 扩展网络.....	181
4.2.8 验证	114	6.1 多个子网	181
4.2.9 DDNS 文件	115	6.1.1 子网之间的静态和动态路由	181
4.3 OS/2 Warp Server 中的动态 DNS 客户支持		6.1.2 OS/2 Warp 作路由器.....	182
.....	127	6.1.3 Windows NT 作路由器.....	185
4.3.1 OS/2 Warp 4 和 TCP/IP Version 4.1 for		6.2 越过路由器	187
OS/2.....	127	6.2.1 Windows NT 作 DHCP Relay Agent	188
4.3.2 使用 TCP/IP 4.0 的 OS/2 Warp 4	129		



6.2.2 OS/2 Warp 作 DHCP Relay Agent.....	189	8.6.4 通过不可信任网络建立连接-VPN.....	239
6.2.3 DHCP 中继考虑事项.....	190	8.6.5 TFTP 安全性.....	239
6.3 IP 伪装/网络地址转换.....	191	9 可靠性.....	240
6.3.1 转换机制.....	192	9.1 战场问题.....	240
6.4 Network TeleSystems Shadow IPserver 实现 动态 IP.....	192	9.2 故障事件.....	240
6.4.1 安装 Shadow IPserver.....	192	9.2.1 恶劣的连接.....	240
6.4.2 安装过程.....	193	9.2.2 设备遗失.....	241
6.4.3 IPserver 配置概览.....	195	9.2.3 路由器故障.....	241
6.4.4 通过 IPmanager 进行配置.....	196	9.2.4 DHCP 服务器问题.....	241
6.4.5 DHCP 配置.....	198	9.2.5 名字服务器的困难.....	242
6.4.6 DHCP 地址群.....	201	9.2.6 其他服务器脆弱性.....	242
6.4.7 DHCP 配置.....	203	9.2.7 客户失败.....	242
6.4.8 Shadow IPserver DNS.....	204	9.3 DHCP 中的冗余和故障容许.....	243
6.4.9 NetBIOS 名字服务.....	204	9.3.1 故障容许的挑战.....	243
6.4.10 备份 IPserver 配置.....	206	9.3.2 合作式冗余.....	243
7 移动用户.....	207	9.3.3 非合作式冗余.....	244
7.1 PPP 拨号.....	207	9.3.4 备用 DHCP 服务器管理.....	244
7.1.1 先决条件.....	207	9.4 AIX 特性.....	250
7.1.2 逐步渐进的过程.....	208	9.5 Shadow IPserver 特性.....	250
7.2 远端用户.....	210	10 性能.....	251
7.2.1 先决条件.....	211	10.1 租用.....	251
7.2.2 自动连接到文件/打印域.....	211	10.1.1 选择租用时间.....	251
7.2.3 每日服务的 Netscape 消息.....	219	10.1.2 DHCP 服务器的区别.....	252
7.2.4 自定义 Netscape INI 文件.....	223	10.1.3 多次租用.....	252
7.2.5 小结.....	227	10.2 监测和疑难解答.....	253
8 DHCP 和动态 DNS 的安全性.....	228	10.2.1 PING 命令.....	253
8.1 安全性平衡.....	228	10.2.2 TRACERTE 命令.....	253
8.2 RSA 公开键鉴权系统.....	228	10.2.3 IPTRACE 命令.....	255
8.3 DNS 从客户这里获得更多信息.....	231	10.2.4 ARP 命令.....	255
8.4 预安全域.....	232	10.2.5 NETSTAT 命令.....	255
8.5 ProxyArec 的考虑.....	234	10.2.6 HOST 命令.....	256
8.5.1 ProxyArec 和 option 81.....	235	10.2.7 NSLOOKUP 命令.....	256
8.6 安全租用分配.....	236	10.2.8 其他实用工具.....	257
8.6.1 防止对未授权设备的访问.....	237	10.3 TCP/IP 网络疑难解答.....	257
8.6.2 来捣乱的 DHCP 服务器.....	237	10.3.1 疑难解答的先决条件.....	258
8.6.3 连接到不可信任的网络——防火墙.....	237	10.3.2 由底向上的方法.....	258
		10.4 调整 TCP/IP 网络.....	266

1 TCP/IP 概述

已经有许多优秀的出版物以非常详尽的方式描述过 TCP/IP 和 Internet 了。

本章对 TCP/IP 进行了简短的介绍，以便读者能够熟悉 TCP/IP 的地址分类和其它基础知识。要学习本书后面所讲的 TCP/IP 理论，首先必须理解这部分介绍的内容。如果想更加深入地阅读有关 TCP/IP 的概述，可以参阅其他资料。

读完本章后，应该理解 IP 地址、子网、路由器以及域名服务器等概念。还应该了解 A、B、C 和 D 四类地址的区别。本章还讨论了静态和动态地址的联系和区别，以及 NetBEUI 这样的传统协议的基本信息。

如果对 TCP/IP 基本概念已经很熟悉，那么简短浏览一下本章就可以了。

1.1 网络协议

计算机网络只是把多位的信息从一处传输到另一处。传输这种信息的要求是两个终端的计算机系统使用相同的语言，也就是所谓的协议。

人们已经熟悉了许多协议及其定义。例如，在美国发一封平信或包裹就需要在信封前面写上目的地地址。这地址看上去可能是这样：

John Doe
Your Company
Any Street
City, TX 78758

美国邮件的协议要求在特定的位置书写目的地地址（信封前面）、收件人姓名、企业名称（如果有）、街道名（或许还有房间或公寓号）、城市名、州名以及邮政编码。另外还有一些要求，如邮资多少、回信地址、正确的包装方法等等。所有这些要求结合起来就构成了美国邮件服务协议。

计算机网络协议要求以精确的格式表达类似的信息。在网络上传输的信息包被称为数据报（datagram）。一般情况下，数据报至少包括目的地址、源地址（包的来源）、长度（包的大小）、错误检测信息（如检验和）、包内容（所携带的信息位和字节）。

Transmission Control Protocol/Internet Protocol（传输控制协议/Internet 协议，TCP/IP）是网络协议中最流行的一套协议。它刚好也用作 Internet 的基础。

许多人都按照层或功能级别来考虑 TCP/IP。在最底层，网络接口（如 LAN）通过缆线或其他连接设施携带网络通信量。在最高层，即应用层（诸如一个 Web 浏览器），使用各种不同的 TCP/IP 服务进行通信。在这两层之间还有另外两层，它们分别被称为传输层和 Internet 网络层。

传输层可以促进应用程序之间的通信，不管它们是否处于相同的系统上。主传输层协议被称为 TCP，它能够确定某个消息在连接的另一端是否被收到了。另一个可替换使用的协议是 UDP（User Datagram Protocol，用户数据报协议），它只是简单地发送信息，并不

检验另一方的系统是否收到每部分信息。那些需要最高性能并能够自己验证投递内容的应用程序经常使用 UDP 协议。

Internet 协议 (Internet Protocol, IP) 是 Internet 网络层协议之一, 它负责通过网络将数据报适当地路由到其他计算机。(其他 Internet 层协议包括 ICMP, IGMP, ARP 和 RARP, 这些协议在后面的“其他 TCP/IP 术语”中进行讨论。) IP 依靠几个重要的地址来跟踪记录消息应该被投递到什么地方。

1.2 IP 地址

IP 利用地址指明 TCP/IP 网络上的源系统和目的系统。每个地址由 32 个数据位组成, 通常又用圆点 (.) 分为 4 个十进制数。每个十进制数代表地址中的一个 8 位字节。

例如:

00001001	01000011	00100110	00000001	32 位地址
9	67	38	1	十进制地址

每个地址还可以被分成两个逻辑部分:

- 网络地址

网络地址与邮政编码非常相似, 因为它指明了整个网络的哪个区域包含着系统。

- 系统 (或机器, 或主机) 地址

系统地址与公寓号或房间号类似, 因为它特别指明了这个区域中的某个特定系统。

如图 1.1 所示, IP 地址属于 A、B、C、D 这 4 类地址中的一种, 这 4 类地址取决于整个 32 位地址是如何划分的 (还有第 5 类, 即 E 类, 但它不常用)。

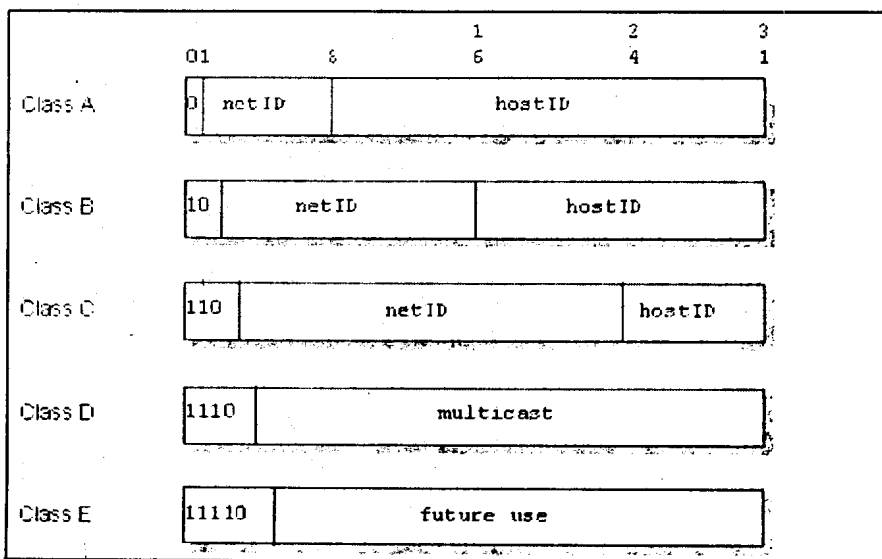


图 1.1 IP 分类

A 类 A 类地址使用 7 位作为网络地址部分, 24 位作为主机地址。对于 A 类地址, 有 126 (2^7-2) 种可能的网络 (区域), 而每个网络又有 16,777,214 ($2^{24}-2$) 个可能的主机, 总共可以有 20 多亿个地址。另外还有一位被用来作为 A 类

地址的标志，以便和其他地址区分开。

例如，下面的 A 类地址就能够被分成网络地址和主机地址两个部分：

```
00001001 01000011 00100110 00000001
    9      67      38      1
    ^***** ++++++++ ++++++++ ++++++++
```

第一位（以符号^标识）是零，它指出该 IP 地址为 A 类地址。它后面的七位（以 *标识）提供了网络号（9）。剩下的位（以+标识）指明了网络 9 中的特定主机，在这个例子中是第 $67 * (2^{16}) + 38 * (2^8) + 1$ ，或 4,400,641 个。换句话说，这个 IP 地址确定了第 9 网络区域中的第 4,400,641 个系统。

B 类 B 类地址用了 14 位作为网络部分，16 位作为主机部分。这些地址提供了 16,382 ($2^{14}-2$) 个网络，每个网络又包括 65,534 ($2^{16}-2$) 个主机，总共可以表示 10 亿多个地址。B 类地址的前两位是 1 和 0。

C 类 C 类地址用了 21 位作为网络部分，8 位作为主机部分。这些地址可以表示 2,097,150 ($2^{21}-2$) 个网络，每个网络又包括 254 (2^8-2) 个主机，总共可以表示 5 亿多个地址。C 类地址以 110 开始。

正如你所看到的，利用 A 到 C 类和 32 位地址，TCP/IP 在理论上能够为多达 35 亿个左右的不同主机提供服务。

D 类 D 类地址是预留下来给多点播送用的，它是一种限制性的广播方式，只广播到共享相同 D 类地址的主机。D 类地址的前四位是 1110。

E 类 E 类地址（以 11110 开始）目前还没有得到广泛使用，它是预留下来给将来用的。

另外，还有一些特殊的地址被预留下来，它们不能被分配给网络上的实际系统。这些特殊的地址包括：

全 0 位 指自己。例如，如果网络地址部分被设为 0，则主机地址指向本网络的某个系统。在网络上进行最初的联络时，如果系统不知道自己所处的网络地址，就可以使用这种方法。其他系统响应以准确的网络地址，可以记下该网络地址备用。

全 1 位 指全体。例如，如果主机地址被设为全 1，则这个 IP 地址标识出这个特定网络区域中的所有系统。换句话说，B 类地址 128.2.255.255 是指网络 128.2 的所有系统。因为这样的地址包含了一个有效的网络地址和广播（所有的）主机地址，

所以它也被称为直播（directed broadcast）地址。

回送 A 类网络 127（包括地址，如 127.0.0.1）被定义为回送（loopback）网络。系统将把限定到这些地址的通信量自动路由回本系统内，而不用通过实际网络进行通信。回送地址经常被用于测试新的软件，以便于将网络问题从简单的编程错误中分离出来。

专用地址 对于不直接连接到 Internet 的专用网络，已经预留了一些地址。这些地址包括网络地址为 10 的 A 类地址组、网络地址从 172.16 到 172.31 的共 16 组 B 类地址组、网络地址从 192.168.0 到 192.168.255 的共 256 组 C

类地址。Web 服务器、FTP 站点以及其他在 Internet 上对公众开放的系统从不会以地址 10、172.16 到 172.31、或 192.168 开头。这些地址对于测试目的或者完全专用非常有用，使用它们时就不必和什么人联络来预约真正的地址。

如表 1.1 所示，仅仅通过检查第一个八位字节就可以确定地址究竟是 A、B、C、D、E 中的哪一类。

对于一个形为 x.0.0.0 的地址，如果 x 为…

表 1.1 地址类型判定表

…从（最低）…	…到（最高）…	类型
00000000	01111111	A
0	127	
10000000	10111111	B
128	191	
11000000	11011111	C
192	223	
11100000	11101111	D
224	239	
11110000	11111111	E
240	255	

利用表 1.1，并将 127.0.0.0 被定义为回送网络考虑在内后，表 1.2 总结了 A、B、C 三类地址的属性。

表 1.2 类属性

	A 类	B 类	C 类
最低的网络 ID	1.0.0.0	128.0.0.0	192.0.0.0
最高的网络 ID	126.0.0.0	191.255.0.0	223.255.255.0
网络数	125	16,382	2,097,150
每个网络中的主机数	16,777,214	65,534	254

1.3 IP 子网

假定 MegaHuge Industries 公司被分配了一个 A 类地址供其分布在全球的计算机系统使用。这样就有了 16,777,214 个可能的 IP 地址，它们可以分配给公司的全部系统。然而，如果公司的办公机构分散在全球各地，那么，管理如此巨大数量的地址就变得非常困难了。如果让每个地方（或各个特定部门内）的人们管理他们自己的地址集，事情可能会变得容易些，因为这些地址集相对较小。另外，通过 A 类网络广播数据的网络性能会很差。为了降低网络拥塞，公司可能会希望将如此巨量的地址分为许多更易管理的块。

子网就是为了解决这些问题而引入的。通过牺牲可分配的地址总数（A 类共有 16,777,214 个地址），可以将网络划分为可独立管理的子网（较小的地址组）。A 类、B 类、

甚至 C 类地址都可以划分为子网。然后，一个子网内的地址分配就能够在本地完成，而不必与中央授权系统联络来获得地址。对于外部世界，整个网络（带有各子网）仍然作为一个 IP 网络出现。

例如，考虑 A 类地址 9.67.38.1。网络地址是 9，主机地址是 67.38.1。子网简单地把这个基本地址展开，把主机地址的一部分作为子网络的地址。IP 地址由类标识符（在这个例子中 0 代表 A 类）、网络地址（9），子网地址（例如，第 8 位到第 25 位）和主机地址（例如，剩下的第 26 位到 31 位）组成。

位掩码，也就是通常所谓的子网掩码，用来识别哪些位是子网地址部分，哪些仍然是主机地址部分。这种 32 位的子网掩码将主机地址的位设为 0，而将其他位全部设置为 1。一般情况下，子网掩码从未在 0 后面跟上 1。网络地址和子网地址都用 1 来进行掩码。但是，只有子网号需要掩码。

因此，对于 9.67.38.1 而言，只有第 26 位到 31 位代表主机地址，其子网掩码为：

11111111 11111111 11111111 11000000

或者用 10 进制格式表示为 255.255.255.192。为了提取子网基本地址（网络地址和子网地址合在一起），可以进行逻辑 AND 操作。如果在某个特定二进制位的位置，IP 地址和子网掩码的位都是 1，则结果也是 1。否则，相与的结果就是 0。

00001001 01000011 00100110 00000001 = 9.67.38.1 (A 类地址)

11111111 11111111 11111111 11----- = 255.255.255.192 (子网掩码)

==== ===== == (逻辑与)

00001001 01000011 00100110 00----- = 9.67.38 (子网基本地址)

剩余的数是：

-----000001 = 1 (主机地址)

当然，子网数是：

----- 01000011 00100110 00----- = 68760

除了全 0 位（指本子网）和全 1 位（指所有的子网）外，可以选择任意的子网数。

使用子网的缺点之一是可以使用的 IP 地址的总数减少了。例如，如果有一个网络地址为 220.23.5 的 C 类地址，则还剩下 8 位由你控制。如果没有子网，或更准确地说，只使用一个子网，你就有 254 种可能的主机地址。要用两个子网就需要牺牲两位，用 01 和 10（记着，11 和 00 是预留的）来表示，而只剩下 6 位。因此，只能给每个子网最多 62 个主机地址，两个子网加起来也只有 124 个主机地址，这比原来的一半还少。

既要记住使用子网的优点也不要忘记它的缺点。利用表 1.3，可以很方便地确定能够使用的子网数和每个子网中的主机数。通过将网络分为子网，可以方便地将诸如以太网和令牌环网这样的不同的网络技术混合在一起使用。这样则允许克服每段上主机数目的限制，并通过减少广播通信量使网络拥塞降到最低。

如果有 其子网掩码为

A 类 255.X.0.0

B 类 255.255.X.0

C 类 255.255.255.X

根据 X 的选择可以产生如表 1.3 的结果。

表 1.3 子网数和每个子网中的主机数（部分）

X	要求的子网数	每个子网中可能的主机数		
		A 类	B 类	C 类
0	1	16,277,214	65,534	254
128	无效	无效	无效	无效
192	2	4,194,302	16,382	62
224	6	2,097,150	8,190	30
240	14	1,048,574	4,094	14
248	30	524,286	2,046	6
252	62	262,142	1,022	2
254	126	131,070	510	无效
255	254	65,534	254	无效
...	无效

注意：C 类网络包含的子网数不能超过 62 个。另外，表 1.3 只显示了用一个 8 位字节划分子网时，在每个子网中可能存在的子网数和每个子网中的主机数。对于 A 类和 B 类网络而言，其他位都可以用于划分子网，表 1.3 的最后一行已经表明了 this 意思。

与子网正好相反，超级网络将多个网络看作同属一个更大的网络。例如，一个需要多达 2,032 个可能的主机的公司就可以分配 8 个 C 类网络 ID ($8 \times 254 = 2,032$) 构成一个超级网络。再如，如果这 8 个 C 类网络是从 220.78.168 到 220.78.175，则用来创建超级网络的子网掩码就是 255.255.248.0，它与用于某种 B 类网络的子网掩码是相对应的，这种 B 类网络带有 30 个子网，每个子网中可以包含 2,046 个主机。超级网络主要是为了简化 TCP/IP 网络上的路由操作而构成的。

1.4 IP 路由

如上所述，将网络划分为子网的原因之一就是为了减少整个网络的广播通信量。一般而言，只要通过一个称为 IP 路由器或网关的中间媒介，一个子网上的系统就可以把 IP 数据报发送到处于另一个子网上的系统。

这里，我们再次以邮政服务作为例子。一个没有子网的邮件递送系统意味着每辆递送卡车需要拜访每一个家庭和企业，直到全部的包裹和信件都被递送出去为止。这样的系统能够运作，并且邮件收集服务会非常频繁，但是递送工作将花掉很多时间。因此，邮政服务部门使用了子网，具体办法是用一个卡车专门为一个特定的社区服务。由该卡车收集来的包裹和信件先送到一个或多个处理中心，然后再传送给更远的递送端的其他卡车。然而，如果你的包裹或信件就是发给邻居家（也就是说收件人在同一个子网内），那么就几乎不需要做什么路由工作，用同一个卡车就可以投递这个特定的邮件。每个卡车行驶路线的长短、中心的设备数量以及传送的速度等决定了服务和性能的总体水平。

类似地，有两种 IP 路由类型。直接路由（或称直接递送）指 IP 数据报直接送到同一个子网上的另一个系统，而不需要通过中间介质——网关。当目的主机没有与源计算机处于一个直接相连的网络时，就要使用非直接路由。单个或更多的网关必须处理这些通信量，

而且第一个网关的 IP 地址必须提供给试图发送该数据报的计算机。该地址被称为网关地址或路由器地址。网络上的每个系统维护着一个路由表，以帮助决定使用哪种路由类型（非直接的还是直接的）到达另一个系统。在表中可以找到三种类型的路由：

1. 直接路由
2. 非直接路由
3. 默认路由（以防止在表中找不到目的 IP 网络）

路由表的样子如下所示：

destination	router	interface
129.7.0.0	129.7.0.1	ethernet
128.15.0.0	128.15.0.1	modem
128.10.0.0	128.10.0.5	Token-Ring
default	128.10.0.5	Token-Ring
127.0.0.1	127.0.0.1	loopback

1.5 分配 IP 地址

简单地说，为了启动 TCP/IP 网络上的通信，一个系统一般需要三种信息：IP 地址用来唯一标识网络上的这个系统，子网掩码用来帮助划分 32 位的地址，并确定子网和网络部分以及至少一个的默认路由器地址。如果一个计算机不需要与子网外的计算机进行通信，路由器地址可以设为与机器自身的 IP 地址相同。对一个系统来说，要加入 TCP/IP 的世界，这三个值仅仅是一个最小要求，但它们是至关重要的。然而，由于网络的飞速发展，通过手工将这些值编写到每个连接到网络的设备，并在每次有变动时重新编写，这项工作很快就会变得让人厌烦。

通过改变每个独立系统上的设置而手工分配给系统的 IP 地址称为静态地址。BOOTP 和 DHCP 能够用来分配动态地址。

1.5.1 BOOTP 与动态主机配置协议 (DHCP)

BOOTP，即 BOOTstrap Protocol，是最先尝试将这些关键值的递送自动化的协议之一。诸如 PC 之类的客户系统可以引导起来并从 BOOTP 服务器获得连接到网络所需的地址和 IP 配置，所有信息在 BOOTP 服务器上并进行集中储存和管理。

尽管 BOOTP 仍然被广泛使用着，但是它的后继，动态主机配置协议 (Dynamic Host Configuration Protocol) 提供了更大的灵活性。根据 DHCP 服务器中设置的规则，使用和重用 IP 配置，无需在网络每次有变化时进行更改。此外，许多 DHCP 服务器还能够给旧的 BOOTP 客户提供 IP 配置。设计得很好的 DHCP 服务器可以省去很多工作量并有助于使 TCP/IP 网络更迅速地建立并运行。第 2 章“使用 DHCP 启动和运行网络”以及第 3 章“DHCP 服务器和客户的交互”对此将做更深入的讨论。

灵活性

为什么希望客户在他们的 TCP/IP 网络上使用动态 IP 配置呢？DHCP 是解决 TCP/IP 网络的客户配置的管理开销不断增长这个问题的办法。以从国内一个办公室到国内另一个