系统与安全丛书

PEARSON Prentice Hall

全面、深入的TCP/IP指南，适用于Windows 2000系统管理员

Windows 2000 TCP / IP 网络管理员指南

An Administrator's Guide to Windows 2000 TCP/IP Networks

- 包括面向Windows网络专业人员的对TCP/IP完整概述
- 详细介绍了Windows 2000的图形和命令行IP路由工具
- 关于连通性、配置以及名称解析的疑难解答以前未发布过的WINS问题解决技术
- 证书服务：安装、配置、证书发行以及活动目录集成
- DHCP服务器服务、作用域、多播作用域、管理以及监视
- DNS实现：配置服务器、区域、客户机以及动态更新
- TCP/IP端口号、命令行实用程序、网络错误、RFC、Win2K注册设置等

[美] Ed Wilson 著
范群波 吴 娟 译

清华大学出版社

系统与安全丛书

Windows 2000 TCP/IP 网络管理员指南

[美] Ed Wilson 著

范群波 吴 娟 译

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要讲述 TCP/IP 网络的基础知识、各种网络服务技术及其实现方法和故障诊断技术。重点讲述了在 Windows 2000 环境下，TCP/IP 网络实现的具体细节及其故障诊断技术，并通过大量的图例来演示，内容丰富而新颖，深受广大读者的喜爱。

本书适合网络管理员、网络技术顾问、系统工程师及相关行业的技术人员。本书对于准备 MCSE 认证的读者也是一本非常有用的补充读物。本书也适用于研究生和本科生的教学。

EISBN: 0-13-091400-2

北京市版权局著作权合同登记号　图字：01-2002-6529

图书在版编目（CIP）数据

Windows 2000 TCP/IP 网络管理员指南/[美]威尔逊著；范群波，吴娟译.—北京：清华大学出版社，2003
（系统与安全丛书）
书名原文：An Administrator's Guide to Windows 2000 TCP/IP Networks
ISBN 7-302-06754-6
Ⅰ.W… Ⅱ.①威…②范…③吴…Ⅲ.①窗口软件，Windows 2000 ②计算机网络—通信协议 Ⅳ.①TP316.7 ②TN915.04
中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 046731 号

出 版 者：清华大学出版社　　**地　　址**：北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn　　**邮　　编**：100084
社 总 机：010-62770175　　**客户服务**：010-62776969

文稿编辑：彭克里　徐　刚
封面设计：立日新设计公司
印 刷 者：北京昌平环球印刷厂
发 行 者：新华书店总店北京发行所
开　　本：185×260　**印张**：29.5　**字数**：712 千字
版　　次：2003 年 8 月第 1 版　2003 年 8 月第 1 次印刷
书　　号：ISBN 7-302-06754-6/TP·5034
印　　数：1～3000
定　　价：55.00 元

序

通信协议中的TCP/IP协议一度是非常晦涩的主题之一，其精髓仅全世界的学术研究人员和黑客才有能力掌握。随着互联网技术的广泛发展，越来越多的公司构建了自己的企业级网络信息系统，IT行业的从业者迫切需要掌握TCP/IP的细节。

在全球化合作的背景下，迫切需要网络系统具有更高的安全性、更大的吞吐量和可靠性，可靠性是其中最重要的因素。TCP/IP随着信息时代的发展而发展，已经可以满足大量企业级关键性任务的管理需要了。

可靠、高速而且能为现代企业提供必要安全措施的网络配置非常重要，很难想像IT从业人员对此若不了解将怎样工作。

在Windows 2000的网络世界中，这些问题越来越受到关注。这是Ed Wilson的最新著作非常受读者欢迎的主要原因。Ed Wilson先生曾做过很长时间的网络管理员，现在作为一名培训教师和专业顾问，一直致力于将实践经验与Microsoft网络产品相结合。

网络管理员：Enrique J. Cedeno

前 言

本书讲述了TCP/IP在Windows 2000网络中的实现。为此，我们既不会太关注大量的理论，也不会将重点放在抽象概念上。重点将放在如何使用Windows 2000，使网络能够更好地运行，我们的任务就是作为一名管理员或网络顾问，使运行中出现的故障更易于诊断和排除。不符合上述要求的事，将不予考虑。

本书对某些方面的知识做了深入描述。Windows 2000的TCP/IP技术的实现包含很多方面内容，在Windows 2000中加入了许多令人激动的新知识，使人们可以更全面地掌握网络管理这项技术。我们从基础知识开始，全面讲解这些技术，而不拘泥于陈旧的学习方式。

学习Windows 2000的TCP/IP最好是在网络正常运行的时候进行。在将重要的TCP/IP服务部署到一个现实的网络之前，您应该先详细理解这些服务。我们通过列举大量的实例深入学习。实际上，通过这里所讨论的TCP/IP实现过程，您会发现许多监控和故障诊断的新方法。花费很多精力的是故障诊断、优化以及安全问题等。这些问题都需要读者注意。

本书要讨论TCP/IP协议，讲述管理员在工作时可能遇见的多种困难和故障。我们主要讨论如何正确建立网络系统，如何对乱成一团糟的网络进行故障诊断。

读者对象

本书的读者对象主要是网络管理员、网络顾问、系统工程师、技术人员、私人办公室人员和其他使用和支持Windows 2000或Windows NT系统的人。本书对于准备参加MCSE认证考试的读者也是一本非常有用的补充读物。本书论述详尽，无论对于TCP/IP协议的理论，还是产品的实践，我们不但做概括地描述，而且进行深入地讨论研究。TCP/IP、DHCP、DNS和WINS的基础知识很重要，本书逐一介绍。所以，即使您从未装配过DHCP服务器，也不用担心。如果您想知道如何在Windows 2000环境中实现TCP/IP网络，本书是您很好的选择。

全书结构

第Ⅰ部分　基础知识

为了理解TCP/IP在Windows 2000网络中如何工作，读者首先要了解TCP/IP的基础知识。我们将从一些抽象的数字入手，向您介绍TCP/IP的相关知识，然后逐步地介绍TCP/IP如何在网络中与机器对话。

第1章 TCP/IP概述。本章我们要讨论IP地址，还要求读者掌握二进制数、子网掩码、IP网络整体框架和其他相关知识。

第2章 TCP/IP协议族。本章讨论TCP/IP的工作方法，并进一步讨论组成TCP/IP协议族的各种不同协议。

第3章 IP路由。本章我们将讨论TCP/IP如何从一台机器获取其他机器上的信息。讨论子网、子网掩码等概念。另外，我们还将讨论静态路由、动态路由和Windows 2000支持的其他各种路由协议。在本章后部主要讨论故障诊断工具。

第4章 网络地址转换。本章我们将讨论网络地址转换技术。讨论NAT如何工作、如何安装和配置。我们还将讨论互联网通信的共享问题，并对这部分进行总结。

第Ⅱ部分 TCP/IP 服务方法

这部分讨论TCP/IP的服务，其中包括一些服务器的服务和通常在Windows 2000服务器部署中的维护和配置。

第5章 Internet协议安全性。在这一章中我们将讨论Intrnet协议的安全问题。我们将讨论配置和使用IPSec功能，传输模式和隧道模式的IPSec的配置和规则。最后讨论管理和监测IPSec。

第6章 证书服务。这一章我们讨论Windows 2000的证书服务。我们首先讨论如何安装和配置一个证书颁发机构，如何实现颁发和注销证书。我们要探讨证书颁发机构在网络中应该完成的任务，学习服务和IPSec相结合的策略。

第Ⅲ部分 实现 TCP/IP 服务

这部分讨论网络技术中三个最重要服务：DHCP、WINS和DNS。

第7章 DHCP。本章主要通过提示、演示和建议等形式，对DHCP的实现、维护和配置做详细介绍。

第8章 WINS。本章我们将讨论WINS，要求读者学会如何安装、配置和维护WINS。除了要学会对该项技术进行故障诊断以外，还要掌握一些故障排除技巧。我们还提供了一些本领域多年来排除故障的经验和技巧。

第9章和第10章 域名系统（DNS）。这两章我们将讨论Windows 2000的核心——域名系统。首先我们讨论和理解DNS有关的抽象名词，然后深入理解这些概念，最后探讨DNS在Windows 2000中所占据的独特位置。对于Windows 2000网络管理员来说，这些章节有很大争议。

第Ⅳ部分 故障诊断

这部分将综合前面学到的知识，学习Windows 2000的TCP/IP技术，并列举一些典型的故障排除手段。

第11章 故障诊断。本章我们将讨论TCP/IP在Windows 2000的网络中所用的故障排除技术。我们要讲述三类最主要的故障：连接类、配置类和协议类故障。对于每种情况，我们将使用多种不同工具来处理这些问题。用于检测的主要工具有：ping、tracert、nslookup和pathping，这些工具都有各自的参数，能够从命令行上直接调用。通过使用这些工具，我们能够排除Windows 2000的TCP/IP网络实现中出现的大多数故障。

致　谢

许多人参与了这本书的编写和审校。特别是那些通读本书并提供意见和建议的技术人员。David Martin阅读了全书并提供了很多很好的建议。Bill Mell、Mike Farillo和Dave Schwinn在实验室花了很多个周末为我们编写网络程序，这些程序用来检验协议是否正常工作。另外，他们还多次搭建和拆除实验设备，以检验各章所介绍的故障诊断和排除方法。

作者简介

ED Wilson是MCSE+I、MCT、MCDAB、CCNA、CCA、CCI、CTT、Master ASE专家，同时又是全方位网络服务方面的高级专家，他是微软公司驻俄亥俄州辛辛纳提市的代理。他擅长为中型企业配置Windows 2000网络。他的客户包括《财富》杂志中前500强和前100强的公司。他以前曾写过《Network Monitoring and Analysis: a Protocol Approach to Troubleshooting》，并由Prentice Hall PTR公司出版发行。此外，他还出版过其他4本网络方面的书籍。

目　录

第Ⅰ部分　基础知识

第Ⅱ部分 TCP/IP 服务方法

第Ⅲ部分 实现 TCP/IP 服务

第Ⅳ部分　故障诊断

第I部分　基 础 知 识

在讨论Windows 2000中的TCP/IP之前，首先要了解一些TCP/IP的基础知识。我们要讨论那些有趣的数字、IP地址、子网掩码、名称解析和各种新奇的事情。

了解了TCP/IP基本知识之后，就要系统学习TCP/IP协议，了解在Windows 2000中包含的工具和功能。

第1章　TCP/IP概述

本章我们先对TCP/IP做一概述。首先明白什么是TCP/IP，Windows 2000网络中TCP/IP的工作机制以及如何利用协议把主机连到网络中进行通信。然后我们介绍IP地址并总结如何规划TCP/IP网络。

网络模型帮助我们形象地理解计算机之间如何对话。我们将尽可能地利用这些模型，理解构成TCP/IP的协议族和有关数据流的协议。当我们学习网络的优化和故障诊断时，将重温这些协议。DARPA模型是TCP/IP的基础，而DARPA模型与OSI模型又有很好的对应关系。要更深入地了解网络模型，参见附录H。

1.1　什么是TCP/IP

TCP/IP为网络中的计算机和其他网上设备之间的通信提供了方法和手段。每个设备被称之为一个主机。主机可以是计算机、服务器或网络中的打印机、甚至是一个可管理的集线器、交换机或是路由器。TCP/IP实际上是一个协议族。协议是允许两台计算机之间相互对话或传输信息的命令与功能的集合。例如，在TCP/IP协议族中，当其他主机想向该主机传递信息时，提供了通知该主机的方法。这个命令就是SYN，表示希望同步化数据，以便知道该从哪儿开始以免丢失数据。对SYN的正确响应是带有ACK标志的SYN，表示请求已经被接受和理解。还有其他许多命令也包含在组成TCP/IP协议族的协议中。这2个协议说明了用协议控制计算机工作的例子。

当我们把TCP/IP说成是协议族时，就是说存在许多组合在一起的协议。每个协议都提供某种功能和特定用途。实际上，在TCP/IP这个名字中就包含了2个协议。这2个协议是传输控制协议和网际协议。虽然IP被称之为网际协议，但并不是说它只应用在Internet上，实际上，IP协议也应用在internet上。通常，用小写字母“i”时代表互联网，当用大写字母“I”时代表全球Internet。这些协议就是TCP/IP协议。然而，完整的TCP/IP协议族还包含其他协议。一个完整的TCP/IP协议一般包含以下协议：

- 传输控制协议（TCP）
- 网际协议（IP）
- 用户数据报协议（UDP）
- 地址解析协议（ARP）
- Internet控制信息协议（ICMP）
- Internet组管理协议（IGMP）

上述6个协议普遍存在于TCP/IP协议族的应用实现中。这种实现过程有时也称作协议的堆栈。后面我们将会理解，每个协议在允许客户机之间进行通信时都有确定功能和特定用途。如何让这些机器在网络中互通信息呢？下面我们将介绍名称解析。

1.2 名称解析

通常，有几个办法对名称进行解析。假定您要去一个办公楼密集的商业中心会见一位新客户。当您找到那座办公楼时，还需要找到您的客户。找到客户的一种方法是走进办公楼，然后大喊一声："嗨，Sally（客户）！您在哪里？"如果Sally在能够听到您声音的距离内，她会马上让您知道她的位置，于是您就可以查到她的办公室号码，进去和她会面。如果这是个很小的办公楼，并且没有很多来访者在大厅里喊他们客户的话，这是一种非常有效的名称解析方法。如果有很多人在大厅里喊话，人们就听不清喊声，也就不会做出正确的反应。另外，一层以上的人们听不到喊声也不能告知他们的办公室号码。所以我们需要寻找其他方法，将客户名字解析为办公室地址。

现在来看看办公室的目录。现在大多数办公楼改变了以往在大厅里呼叫的传统方式，取而代之的是把办公楼中的租客名称列成目录形式。通过这种名称解析方法，来访者走进办公楼的大厅，走到大厅中间的服务台就可以询问出Sally的办公室号码。服务台人员可以在目录中找到Sally的房间号码是823并告知来访者。这种名称解析的方法和原来在大厅里呼叫的方法相比有很多优势。例如，减少了大厅的噪音，大厅的人们在谈话时能够很容易地听清对方的话，并且他们不用复述了。通过使用这种列有所有租客名称的服务台形式，来访者能够快捷有效地找到服务台进行咨询，然后会见他们的客户。再也不用叫喊和等待回复了。

对名称解析方法的评价

一种将租户名称解析为办公室号码的方法（呼叫的方法）有很多优势，现列出如下：

- 呼叫很容易实现。您只需通知办公楼的所有来访者，但是为找到客户您必须叫喊。如果所有来访者都能通过呼叫的形式寻找客户的话，就无需其他形式了。这种方法既快捷又很容易实现，还不需要其他设施。
- 呼叫很快捷。当来访者到达办公楼呼叫时，租客接着就会告知他的办公室地址。这样很好，这就不再需要中心服务台，也不用去问任何其他人，租客回答就够了。
- 在小型办公楼中呼叫很有效。在只有很少客户的单层办公楼里，这是最好的方法了。

- 在不是很繁忙的办公楼中这也是一种很好的方法。如果不断有许多来访者来到大厅，他们都想通过这种呼叫方式得到被访者的办公地址，同时又有许多人出入大厅。于是，会有很多人同时在呼叫，信息就有可能混乱不清。例如，如果有几百名来访者同时在大厅里喊租户，就会有几百个租户告知他们的地址。于是只能不断地听到："那是什么？我听不清您的话，可以再重复一遍吗？"，情况变得越来越糟了。

呼叫的方法有以上优点。那么它的缺点是什么呢？我们将列出如下：

- 呼叫的方法在多层办公楼中不适用。实际上，大多数办公楼都是多层的，所以，呼叫的方法并不实用。
- 呼叫是一种噪声。所有传入和传出的呼叫形成了很大的噪声。在繁忙的办公楼里，将会有很多的重复信息，而办公楼的来访者也可能听不到他们客户的回复。
- 这种方法看起来像是一种经济的方法，实际上，对于站在大厅里呼叫的来访者是一种很大的浪费。这降低了效率，对于来访者，时间就是金钱。因而，这是一种效率很低的名称解析方法。
- 呼叫造成了大厅的拥塞。当来访者站在大厅里等候租户的回复时，他们可能造成电梯口拥挤，甚至堵塞通向街道的出入口，这将造成更多的来访者必须站在那里等待。

很显然，需要找到更好的名称解析方法。这里讲的就是中心服务台目录法。现在，当本楼的来访者要寻找租户时，他可以直接到中心服务台去问Sally的办公室号码。使用这种方法，来访者需要知道到哪里找服务台，并且知道现在要通过服务台查询而不是叫喊的方法来寻找租户的办公室。一旦来访者被告知服务台的位置并且知道可以通过服务台得到租户的地址，其他事就自然知道了。这种方法有许多优点，列举如下。

- 其一是安静。在来访者和中心服务台之间只需要很简短的对话。"可以在什么地方找到Sally的办公室？"Sally在823号房间"。这样几乎和呼叫一样快捷。
- 利用中心信息台目录法的另一个很大优点是，可以知道其他楼层的办公室。服务台有整个办公楼的信息。另外，如果有多间办公楼的话，您可以利用接待员在办公楼之间传递信息。他们可以把名称汇总到一起，这些将在后面讲述。通过呼叫的方法不能找到其他楼层的租户。通过中心台，我们可以提供整个办公楼的信息。
- 这是一种可扩展的解决方案。当我们的办公楼拥有更多客户时，我们会有更多的来访者，要寻找更多的租户，我们只需增加信息台。甚至可以通过增加每个信息台的接待员来增强信息台的工作能力。我们可以选择增加额外的接待员或增加额外的信息台。而呼叫的方法，在来访者数量和会晤数量上都受到限制。采用中心信息台目录法具有良好的可扩展性，现在我们只是受建筑内物理空间的限制了。

1.3　地址的概念

就像办公楼中的每个租户拥有自己的地址一样，在TCP/IP网络中的设备也有自己的地址。实际上，每台想和其他设备进行信息交换的设备都有自己的地址。这包括：计算机、

服务器、打印机、路由器、网桥、交换机、网络存储器、电话、网络复制设备和网络扫描仪。另外，在Internet上也可能会有浴盆、咖啡机、饮料机和其他类似设备。任何想要和其他主机进行信息交换的主机都需要一个TCP/IP地址。现实中已存在带有网卡的咖啡壶，这个咖啡壶同时还有IP地址和嵌入式Web服务器。当您打开Web浏览器，它就可以告诉您咖啡是什么时间煮好的，壶中还剩多少，以及它的温度。有些还能告诉您咖啡的种类（脱咖啡因的咖啡，或其他可口的咖啡豆等）。为了尽可能地节约时间，不必花费时间到咖啡壶边要一杯实际上并不存在的咖啡，您只需在办公室中单击电脑桌面上的超级链接，（当然，您知道界面是用什么编写的，对吗？就是Java了）。

所以，每个主机都要有独一无二的地址。在TCP/IP术语中，一台设备一般被看作是一台主机。IP地址经常是指一台主机的地址，把主机名翻译成IP地址的过程通常被称之为主机名称解析。我们知道了办公室的地址后也就知道了它的楼层。例如，Sally的办公室在8楼，我们知道这些，是因为我们知道这些数字的含义。数字的第1部分是指楼层号，第2部分指特定楼层的特定房间号。为了拜访Sally，我们必须到8层并找到23号房间。

办公楼中任何一个楼层都可以看成不同的网络。所以为了找到Sally，我们首先要学会如何解析她的地址——地址的哪一部分是指楼层号，哪一部分是指办公室号码。例如，Sally的地址是823，就可能是指82层的3号房间。要想把楼层和房间号分开，我们还需要其他信息。

在IP地址中，附加信息被称为子网掩码，都是像255.255.255.0这种形式的数字。我们将在以后详细地介绍。

另外，当我们把办公室地址分为楼层和房间号后，还要知道如何进入办公室。这可能要借助于电梯。通常情况下，进入该楼其他办公室只能通过惟一的电梯。在TCP/IP中，这种情况相当于默认的网关。默认网关是指当一条信息从一个网络传输到另外一个网络时所要经过的位置。它是一条默认的路径。在办公楼的例子中，我们可能有两条默认的路径——出去的大门和电梯的入口。我们选择哪一条路呢？这取决于我们的目的地和当我们准备到那里时所获得的信息。例如，我们可以为来访者提供如何到Sally的办公室的信息：可以在办公楼的北边乘坐电梯。那是去她办公室的静态路由。如果Sally搬到了另外的楼层，我们必须提供去办公室的新路线。另外，其他的来访者都要知道这条路线。如果她的办公室搬到了24层，要乘坐位于办公楼南侧的电梯，我们就要告诉Sally办公室的来访者现在要经过新路线到她的办公室。这就是必须注意的静态路由问题。另外，我们如果没有告知来访者新路线，他们可能坐错电梯，到了8楼而找不到Sally的办公室，只能呆在电梯里直到他们退休。显然，这是我们需要避免的情形。这个问题将在以后讲述。

于是，为了在办公楼中建立默认的路径，我们要了解人流的流动方式。大多数电梯是安装在办公楼的南侧、北侧还是正门处呢？人流流动方式是我们选择默认通路的重要依据。

在TCP/IP语言中，如果目的地不在局域网中，默认网关就是信息包的默认通道。在办公楼的例子中，如果来访者要寻找地址为112的房间，他知道是在1层的12号房间。他不必要乘坐电梯就能到达该层。如果他从12号房间出来，要到823去访问Sally，如果电梯是默认的通道，他必须乘坐电梯。

所以，如果计算机想要和同一个网络中的服务器交流信息的话，不必使用默认网关。

然而，如果想要访问其他地方的话就需要使用默认网关了。所以本地数据的传输可直接通过网线，外部数据的传输要使用默认网关。如果我们想使用不同的路由对外部进行访问，需要配置静态路由以获取其他地址。我们将在有关路由的章节中作详细讲述。这里我们可以看到路由和IP地址是联系紧密的。

1.4　理解 IP 编址

TCP/IP地址本质是一些数字。这些数字一般为四部分。TCP/IP网络的每个设备都有一个独一无二的地址。我们该如何获得并理解这些地址呢？这些数字由4个八位字节组成，之所以称为八位字节是由于它由八位二进制数组成。这些数字的范围是从0到255。例如，0用八位字节表示为00000000，而255为11111111。为了增强可读性，我们通常把4个八位字节的二进制数之间留有空格以方便阅读。因此，用4个八位字节我们得到了32位的地址。把这些数字分为4个八位字节处理起来要比32位数简单很多。然而，在IP地址的核心内容仍然是二进制数。二进制数以2为幂进行计算，就像在表1.1中看到的，每个数字逢2进1。例如，二进制1等于十进制1。但是二进制10等于十进制2。注意，当在二进制数字后加0时，它的值就是原来的2倍。又例如，二进制100等于4，1 000等于十进制的8。可以用这些小窍门帮助我们记住二进制数和十进制数的转换。为了更好理解IP地址，我们首先要掌握二进制数。表1.1列出了十进制数从0到15的二进制形式。

表 1.1　二进制和十进制数的转换关系

二进制	十进制	二进制	十进制
0	0	1000	8
1	1	1001	9
10	2	1010	10
11	3	1011	11
100	4	1100	12
101	5	1101	13
110	6	1110	14
111	7	1111	15

除了这4个八位字节，我们还要知道网络ID和主机ID。网络ID有时候可以看作网络地址，主机ID同样可以看作主机地址。例如，如果通过一个路由器分隔2个网络,每个网络拥有与之相连的主机，我们就需要知道在4个八位字节中哪些被用作网络ID，哪些被用作主机ID。在整个Internet中每个网络ID都是惟一的，而在每个网络中每个主机ID也必须是惟一的。

地址分类提供了分配网络ID的方法。Internet协会把地址分为5类。这些分类不仅适用于很多大型的网络，同样也适用于小型网络。通过查看IP地址，就可以知道您所检测的地址类型，也就知道了网络ID和主机ID。下面学习各种类型的地址。

1.4.1 A 类地址

在拥有很多主机的大型网络中，A类地址是很重要的。一个A类地址用8位作网络ID，24位作为主机ID。A类地址中第1个八位字节的第1位通常置0。所以，我们可以得到最大的七位二进制数是127。如表1.2所示。

表 1.2 A 类地址的八位字节的第 1 位置 0

二进制	十进制
0111 1111	127

现在让我们看一下如何得到127，如表1.3所示。

表 1.3 A 类地址的分析

0	1	1	1	1	1	1	1
128	64	32	16	8	4	2	1

因为128的位置上是0，不记入。所以我们得到64＋32＋16＋8＋4＋2＋1＝127。一个A类地址的第1位通常是0。就像从表1.4和表1.5中看到的，A类地址的默认范围是1到127。因为127（如表1.6所示）要保留起来作为故障诊断使用，所以不能用作网络地址。例如，127.0.0.1在TCP/IP诊断中被用作传统的回送地址。因此，在A类地址中我们可用的网络地址总共有126个。不过，在32位数据中还有24位用于主机地址，所以我们还有大量潜在可用的主机数量。总的主机数目是$2^{24}-2$，等于16 777 214个。因为0.0.0要被用作网络地址，而255.255.255在A类地址中被用作广播地址，所以要在总数中减掉2。如果把它写成二进制的形式为 0000 0000.0000 0000.0000 0000和1111 1111.1111 1111.1111 1111都是24位的数。

表 1.4 A 类地址的范围

二进制	十进制
0000 0001	1
0111 1110	126

注：A类地址中不包含127（0111 1111）。

表 1.5 典型的 A 类地址举例

网络	主机	主机	主机
0000 1010	0000 0000	0000 0000	0000 1111
10	0	0	15

注：这个地址是10.0.0.15，其中10是网络地址，0.0.15是在10这个网络地址中的主机地址。

表 1.6 回送地址

网络	主机	主机	主机
0111 1111	0000 0000	0000 0000	0000 0001
127	0	0	1

1.4.2 B 类地址

B类地址应用在中等规模的网络中。前2个八位字节用作网络地址，后2个八位字节用作主机地址。将提供16 384个网络地址和65 534个主机地址。下面让我们看一下这些地址是如何得来的。因为通常状况下，第1位置1，第2位置0，所以还剩下14位作为网络地址使用。求得2^{14}共16 384个网络地址。因为用的是二进制数，所以要用2的幂数来计算。在二进制数中，只有0和1是有效的。在B类地址中，第1位通常置1，第2位置0。

为了解B类地址中主机的允许范围，我们来研究剩下的16位数（IP地址是32位的，我们把其中的16位用作网络地址，所以只剩下16位用作主机地址）。我们可以得到的数据为2^{16}（即65 536）减去2，所以，在B类网络地址中得到65 534个可用的主机地址。因为所有的0被用作网络地址，而所有的1被用作广播地址，所以要在总数中减掉2。表1.7中列出了一个典型的包含了网络地址和广播地址的B类地址。表1.8列出了地址的范围，表1.9列出了一个地址的例子。

表 1.7 典型的包含网络地址和广播地址的 B 类地址

二进制	十进制	描述
1000 0000. 0000 0000. 0000 0000. 0000 0000	128. 0. 0. 0	网络地址
1000 0000. 0000 0000. 1111 1111 1111. 1111	128. 0. 255. 255	128. 0网络的广播地址
1000 0000. 0000 0000. 0000 0000. 0000 0001	128. 0. 0. 1	128. 0网络的第1个有效主机地址
1000 0000. 0000 0000. 1111 1111. 1111 1110	128. 0. 255. 254	128. 0网络的最后一个有效的主机地址

表 1.8 B 类网络地址的范围

二进制	十进制
1000 0000.0000 0000	128.0
1011 1111.1111.1111	191.255

表 1.9 B 类地址分析

网络	网络	主机	主机
1011 1111	0000 0000	0000 0000	0000 0011
191	0	0	3