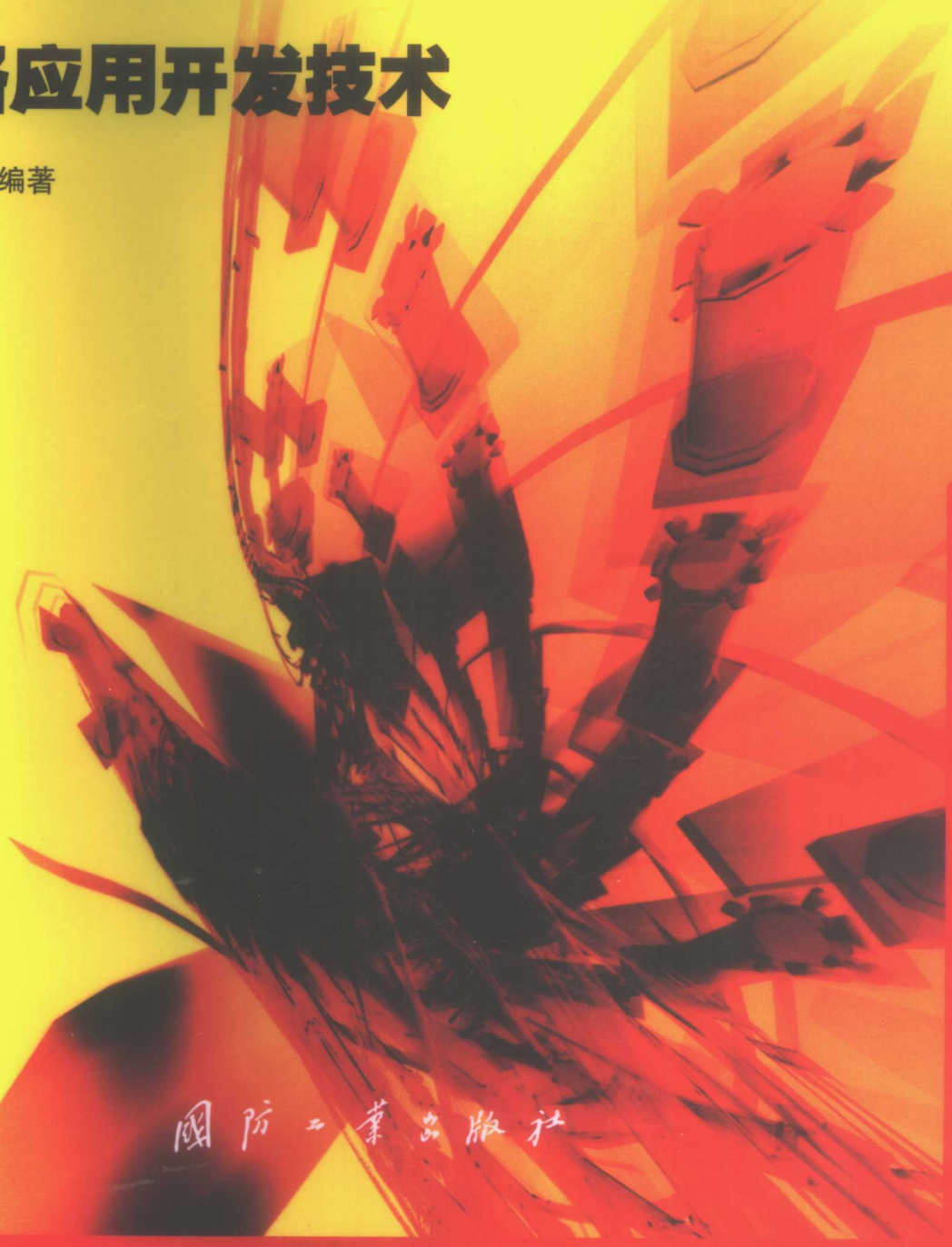
Visual C++ .NET 开发技术丛书

Visual C++ .NET

网络应用开发技术

李博轩 等编著



国防工业出版社

Visual C++ .NET
网络应用开发技术

李博轩 等编著

Visual C++ .NET 开发技术丛书

国防工业出版社
·北京·

内容简介

本书通过大量实例深入浅出地介绍了 Visual C++.NET 网络编程技术。全书共 9 章，主要内容包括：网络编程基础，WinInet 类的使用方法和编程技术，WinInet API 的使用方法和编程技术，Winsock 类的使用方法和编程技术，以及 Winsock API 编程技术。

本书内容全面、深入，适合中高级读者、大专院校师生、企业技术开发人员学习参考，也适合各类培训班学员学习 Visual C++.NET 网络应用开发技术。

图书在版编目(CIP)数据

Visual C++.NET 网络应用开发技术/李博轩等编著.
北京：国防工业出版社，2002.10
(Visual C++.NET 开发技术丛书)
ISBN 7-118-02930-0

Ⅰ.V… Ⅱ.李… Ⅲ.C 语言－程序设计 Ⅳ.TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 062287 号

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)
(邮政编码 100044)
新艺印刷厂印刷
新华书店经售
*
开本 787×1092 1/16 印张 23½ 541 千字
2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月北京第 1 次印刷
印数：1—4000 册 定价：35.00 元

前言

像当年 PC 机取代终端和大型机成为主流一样，网络正在逐步而又迅速地渗入社会生产和日常生活的各个领域，而网络应用程序的开发是随着网络技术的发展和需要而产生的。基于网络的程序开发是指在网络环境下运行和开发应用程序，它与传统意义下的程序开发有很大的不同。

虽然目前用于网络应用程序开发的软件有很多，但是随着 Visual C++网络开发功能的不断增强，它作为一种方便易用的前端开发工具在实际开发中被广泛使用。自 Visual C++ 4.0 版本起，就对网络开发提供了很好的支持。而到了 Visual C++ .NET 时，对网络和 Internet 访问的技术更加成熟，功能更加强大。

Visual C++ .NET 中包含了对网络应用程序开发的全方位支持，提供了完备的底层编程技术，例如 WinInet、WinInet API、Winsock 和 Winsock API 等。需要注意的是，Windows 下的网络应用开发主要基于套接字，而前述这些技术都是套接字的不同封装形式，提供了不同程度的底层控制性能。

在 Windows 平台中进行网络应用开发时，既可以使用 MFC 中提供的 WinInet 类和 Winsock 类，也可以使用更底层的 WinInet API 和 Winsock API 技术。前者的使用比较简单，而后者具有更强的底层控制性能。

本书面向中、高级读者。对于那些以前使用过 Visual C++的早期版本或其他结构化语言编过程序的读者来说，本书会更容易掌握。如果从头开始学习，那么很快就能熟练掌握 Visual C++.NET 网络编程技术，并能充分利用其强有力的功能编写精彩、完美的 Windows 应用程序。

本书除封面署名作者外，武装、于佳音、朱石、周一兵、薛文涛、林茵茵、黄剑波、李义、王芳、沈鹏、刘树声、季洪飞、司马小凡、王江辉、廖晓筠、沈冰、汤春明、许颖、赵立峰、李国梁、胡建明、龚雪梅、黄君玲、吴强、郭士明、李斌等同志也为本书的出版付出了不同程度的劳动，在此一并表示感谢。

由于时间所限，书中错误和疏漏之处在所难免，敬请指正。

第 1 章　网络开发概述

像当年 PC 机取代终端和大型机成为主流一样，网络正在逐步而又迅速地渗入社会生产和日常生活的各个领域，而网络应用程序的开发是随着网络技术的发展和需要而产生的。基于网络的程序开发是指在网络环境下运行和开发应用程序，它与传统意义下的程序开发有很大的不同。在掌握网络程序开发特点之前，首先简单回顾一下计算机网络的有关知识。

本章要点：

- ❖ 计算机网络基础知识
- ❖ Visual C++ .NET 与网络应用程序开发

1.1　计算机网络概述

在介绍如何使用 Visual Studio .NET 进行网络应用开发前，有必要先介绍一些与网络相关的基本概念，以便读者能在此基础上更好地学习以后的内容。

计算机网络是指将分布于不同地点且具有独立功能的多个计算机系统，通过通信设备和线路连接起来，在功能完善的网络软件运行下，以实现网络中资源共享为目的的系统。所谓独立是指每台计算机的工作是独立的，任何一台计算机都不能干预其他计算机的工作。例如启动、关机等，并且任意两台计算机之间没有主从关系。

要组成一个计算机网络，首先应该把相关的计算机用专用的网络电器设备（如网卡、调制解调器、网线、集线器和路由器等）物理地连接在一起。其次，所有连入网络的计算机中应运行相关的网络软件，如支持网络连接的操作系统、驱动网卡等设备的专用软件等，同时应该利用这些网络支持软件对网络进行适当的配置，如常见的 IP 地址、网关等。只有在所有软硬件都正常工作并且网络配置正确的情况下，计算机才能真正地在逻辑上加入网络，为网络上的其他计算机所承认，并能够与它们在规定的权限级别下实现通信和数据共享。

1.1.1　计算机网络的分类

对计算机网络进行分类的标准很多，例如按照拓扑结构分类、按照网络协议分类、按照信道访问方式分类、按照数据传输方式分类等，这些分类标准通常都只能给出网络某一方面的特征，下面介绍其中常见的两种。

1. 按地域范围划分

按照网络覆盖的地域范围，可以将其划分为局域网（Local Area Network，LAN）、城域网（Metropolitan Area Network，MAN）、广域网（Wide Area Network，WAN）和互连网（Internetwork）。

局域网的分布范围一般在几千米以内，最大距离不超过 10 千米，它一般是一个单位内部组建的网络。局域网是小型计算机和 PC 大量推广之后才逐渐发展起来的，由于它的覆盖范围小，所以其传输速率大、延迟小，且易于管理和监控。此外，局域网具有造价低、组网方便和使用灵活等特点，使其深受用户的欢迎，是目前计算机网络技术发展最活跃的一个分支。

城域网是覆盖一个城市的大范围高速网络，其直径在 10 千米到几十千米之间。城域网设计的目标就是要满足几十千米范围内不同用户的计算机连网需求，实现大量用户、多种信息传输的综合信息网络，其采用的标准为 IEEE802.6。

广域网也称远程网（Long Haul Network），其覆盖范围一般跨城市、地区甚至国家。此类网络的出现是由于军事、国防和科学研究的需要。由于广域网分布距离太远，其速率要比局域网低得多，一般为 64Kbps 左右。另外在广域网中，大多使用专线进行网络之间的互连。广域网覆盖的范围大，包容的信息量也非常大。目前，许多全国性的计算机网络都属于广域网，如 ChinaDDN 网。

互连网实际上并不是一种具体的物理网络技术，它是将不同的物理网络技术按照某种协议统一起来的一种高层技术。互连网是广域网、局域网以及城域网之间的相互连接。目前，世界上发展最快、也是最热门的网络就是 Internet 网，它是世界上最大的互连网。

上述这些网络的特点如表 1-1 所示。

表 1-1 各类计算机网络的特点

网络类别	分布距离	计算机位置	传输速率
局域网	10 m～1000 m	网络中的计算机处于同一房间、建筑物或校园	4 Mbps～2 Gbps
城域网	10 km	网络中的计算机处于同一城市	50 Kbps～100 Mbps
广域网	100 km	网络中的计算机处于同一国家	9.6 Kbps～45 Mbps
互连网	1000 km 以上	网络中的计算机处于同一洲或洲际	9.6 Kbps～45 Mbps

由表 1-1 可见，网络所覆盖的范围越大，其传输速率越低。一般来说，传输速率是网络的关键因素，它极大地影响着计算机网络硬件技术的各个方面。例如，广域网一般采用点对点的通信技术，而局域网一般采用广播式的通信技术。在距离、速率和技术细节的相互关系中，距离影响速率，速率影响技术细节。因此可以说这种分类标准能够反映网络技术的本质特征。

目前流行的“国家信息基础结构”（National Information Infrastructure，NII），也就是通常所说的“信息超高速公路”，是由美国政府首次提出的，它的目的是提供“一个通信网络、计算机、数据库和消费类电子设备组成的无缝连接网”，以使用户可以方便地获

得信息。NII 的具体实现方式还处于朦胧状态，但是可以预料的是，NII 将运行得足够快（55 Kbps～150 Mbps），以便在同一个网络中提供充分集成的数字服务，如声音、图像以及数据等。这意味着，用户能够使用同一条线路来看电视（无线和有线）、打电话以及上网，当然在付费时每种服务的标准可能不尽相同。现在我们所使用的 Internet 与 NII 的最大不同在于，前者与能够提供全动感视频图像的网络相比，速度太慢而且很不方便。由于 NII 要将网络的性能提高许多倍，因此有可能取代 Internet。如果读者希望更多地了解有关 NII 的相关信息，可以访问 http://sunsite.unc.edu/nii/toc.html。

2. 按拓扑结构划分

将网络中的计算机抽象成点，连接计算机的网络抽象成线，所形成的几何拓扑图形就成为计算机网络的拓扑结构。按照拓扑结构的不同，计算机网络可以分为总线型、星型和环型。

总线型如图 1-1 所示，它是在一条主干网线上分别连入不同的计算机所形成的网络。总线型的网络结构类似于干路与支路的关系，所有的计算机连接到信息传递的总干路（即总线）上，每一台计算机的信息都通过总线传递到另一台计算机。在总线型网络中，总线的两端必须连接到专用的终结器上。

总线型投资较少但是容错性差。

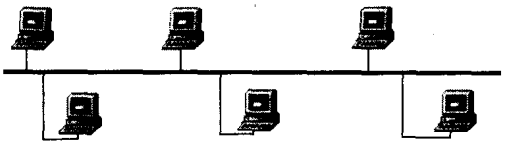


图 1-1　总线型网

将总线的主干网线首尾相连，就形成了环型网，如图 1-2 所示，网络中的每台计算机都挂接在这个环线上。环型网是一种技术性和专用性都比较强的网络。

环型网络结构中所有的计算机构成了一个环型通道，规定其中的数据只能向同一方向传递，并可以沿网络循环一周回到起点。网络中，每台计算机都可进行信息的接收与转发，因此都可以获取网络中的所有信息。环型拓扑结构的电气原理决定整个通道必须全部畅通，任意一点的故障都会使整个网络瘫痪。

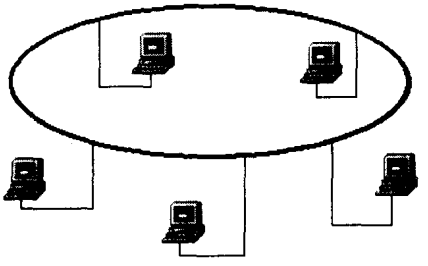


图 1-2　环型网

把环型网的网环或者总线网的主干收缩为一个点，成为一个交换中心，使每台计算机直接与此点相连，就形成了星型网，如图 1-3 所示。星型网络结构中有一个中心节点，所有的计算机都连接到这个计算机上，彼此之间不进行互连，网络的所有信息都经过这

个中心进行转发。在这种结构中，单一的计算机与中心节点之间的线路故障不会影响整个网络的使用，但中心节点的故障会使整个网络瘫痪。星型网的容错性较好，但是开销较大。

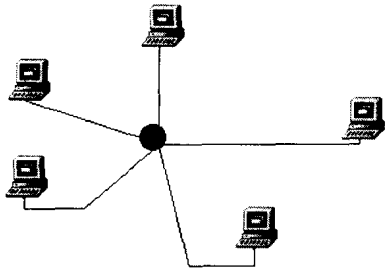


图 1-3 星型网

1.1.2 层次网络模型

ISO/OSI 是国际标准化组织制定的开放式系统互连参考模型。它将网络按功能分为 7 层，每层提供一定的服务，并提供与相邻层的接口，隐藏其下各层的细节。这 7 层自上而下分别是：应用层、表示层、会话层、传输层、网络层、数据链路层和物理层。

1. *应用层*（Application Layer）

应用层包括与专门的用户应用程序相关的所有细节，实现具体的网络应用。它是 OSI 模型的最高层，负责网络中应用程序与网络操作系统之间的联系，并为用户提供各种服务，如文件传输、远程登录、电子邮件以及网络管理等。

2. *表示层*（Presentation Layer）

表示层主要用于处理两个通信系统中信息的表示方式，完成数据格式的转换，并对数据进行加密/解密、压缩/恢复等。它包含网络通信时重复使用的公共函数，提供与网络相关的文件格式或视频显示等的接口。

3. *会话层*（Session Layer）

会话层为每一个网络会话建立和协调不同主机之间进程和应用程序的连接。它负责控制连接时的数据传送/接收，为不同的用户建立会话关系，并对会话进行有效管理。

4. *传输层*（Transport Layer）

传输层负责两节点之间的数据传输，当两节点建立联系之后，传输层即进行监控，以确保数据正确无误地传送。传输层的目的是向用户提供可靠的端到端服务，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，它是计算机网络体系中最关键的一层。

5. *网络层*（Network Layer）

网络层是网络的传输系统，决定了主机与所有源地址以及目的地址之间包交换点的接口。它的主要功能包括通信子网内的寻径，以及流量、差错、顺序、进/出路由等的控制，即负责将数据从物理连接的一端传送到另一端，实现点到点的通信。通过执行路由算法，网络层能够为报文分组，使其在经过通信子网时选择最恰当的路径。由于网络层需要执行路径选择、阻塞控制与网络互连等功能，所以是 OSI 参考模型中最复杂的一层。

6. 数据链路层（Data Link Layer）

数据链路层处理二进制流到电气信号（FM 信号或电平信号）的转换，确保网络主机间的二进制信息不会发生错误。它负责相邻节点之间链路上的帧传输控制，通常被分为介质访问控制（MAC）和逻辑链路控制（LLC）两个子层。MAC 主要用于共享型网络中多用户信道竞争问题；而 LLC 则主要提供数据或帧，以及控制差错、流量和链路等。

7. 物理层（Physical Layer）

物理层是 OSI 模型的最底层，其主要任务是在通信线路上传输数据比特电信号。物理层利用物理传输介质为数据链路层提供物理连接，其中会涉及到处理与传输介质有关的电气、机械等接口，以及通信方式（单工、半双工和全双工）等问题。

OSI 7 层模型提供了网络功能划分的详细方法，在实际应用中，一个网络协议并不一定要严格按照这个模型进行设计，比如说很多通信协议就在此基础上进行了一定的简化处理。此模型中，每层都在其下层所提供服务的基础上工作，所以每一层在工作时都好像直接与其他计算机的同层进行通信，而无需了解其下各层的具体细节，这种同层的连接被称为“虚连接”。例如，我们无需了解电子邮件的具体传输过程，而只需关心其是否送达、内容是什么等，这实际就是一个应用层之间的连接。一般来说，物理层和数据链路层的功能由硬件来实现，合称硬件层；网络层以上的各层功能一般由软件来实现，合称软件层。不过为了提高网络速度，有些网络层的功能也被固化在硬件中实现。例如，对于局域网来说，物理层、数据链路层和网络层都被直接固化在网卡中，而其余 4 层则由网络操作系统控制。

计算机间进行通信时，通常为一台计算机上运行的应用程序，要求将数据传送给其他计算机上运行的程序。此时数据从一台计算机的最高层出发向下传输，通过表示层、会话层等直到物理层。在这个过程中，每通过一层，都会对上层传送下来的数据进行加工，如数据打包、附加信息等。这种加工的目的是为提高数据传输的准确性和有效性，就好像发信时首先将要传递的信息写在信纸上，然后将信装入信封封好寄出，邮局再将信分好装入邮包，向不同的目的地发送。在计算机的网络通信中，最后传送到物理层的数据被理解成二进制的比特信息，其具体含义在此时已经不再重要，这些信息被分装成小的数据包，像邮包一样发送到不同的计算机节点。

当信息包沿网络传输到目的地的计算机的物理层时，就像寄达的邮包被分拆，然后撕开信封，阅读信纸一样，这些信息从目的地计算机的物理层向上传输，每传输一层就拆掉一层用于保证传输的附加包装，最后到达目的地的应用层，恢复为原始意义的数据，被目的方应用程序所接收、理解和利用。这就是信息传递的大致过程。

1.1.3　网络协议

协议是网络中计算机交换信息时所共同遵守的一些规则，这些规则定义了网络所提供的服务。举例来说，如果你要寄一封信，你就必须按规定的格式填写信封上的各项，这样，邮局或邮递员（服务的提供者）才可以顺利地完成相应的服务。在网络中也是一样，为了使两台计算机之间能够顺利地交换信息，它们必须了解彼此所采用的信息组织结构。

网络协议一般以软件的形式存在和工作，但有时也将一些底层协议固化在硬件中以提高运行速度。在 OSI 网络模型的不同层定义有不同的协议，如应用层上有 FTP、HTTP 等，传输层上有 TCP、SPX 等，网络层上有 IP、IPX 等。显然，不同层上的协议应该相互支持配合才能完成完整的网络通信。为此，通常将在 OSI 模型的不同层上共同工作的多个协议捆绑在一起，形成协议软件的集合，称为协议集。较常见的协议集有 TCP/IP、IP/SPX、NetBEUI 以及 AppleTalk 等。

在众多的协议（协议集）中，TCP/IP 协议由于有着很强的异种机互连的能力，使得它在 Internet 上得到了广泛的应用，成为事实上的标准。

在开发网络应用程序时，需要涉及到网络模型的各层，既可能是较高的应用层，也可能是较低的网络层和传输层，但无论在哪一层工作，都必须与其他层进行配合，如利用较低层的服务以及支持较高层的功能等。所以与开发单机程序必须了解操作系统的有关知识一样，开发网络应用程序就要了解层次模型和网络协议的基本知识。

1.2 TCP/IP 协 议

TCP/IP（Transmission Control Protocol/Internet Protocol，传输控制协议/网际协议）是 Internet 中计算机之间进行通信的标准，它也是 Windows 下进行网络应用开发的底层协议。本书中大部分内容都基于 TCP/IP 协议，因此本节将重点讨论此协议。TCP/IP 的命名源于该组协议中最重要的两个协议 TCP 和 IP。

TCP/IP 由多层协议堆叠而成。经常被引用的 ISO/OSI 参考模型，并不很适合描述 TCP/IP 协议堆叠，较恰当的模型是 4 层模型。TCP/IP 未定义网络存取层，也就是说，它可以用于多种网络存取界面上，如 Ethernet、FDDI、Token Ring 以及串行线路等，只需提供这些界面的驱动程序即可。

在 TCP/IP 协议集中，协议间的会话只发生在同一层的相同协议之间，这被称为虚拟连接。实际的数据流动则是由起始层依次传送到最底层，之后通过传送介质传送到对方的最底层，再依次传送到目标层。每一层将数据传至下一层之前会在其数据块之前附加一段控制信息（一般称为标头），记录该数据块相对于该层的特性及信息。每一层会将上一层传来的数据连同其标头一同作为上层数据处理，并附加该层自己的标头之后再传送到下一层。这种数据封装过程与 OSI 描述相似。当数据送抵对方时也会发生解封装，即每一层从下一层收到数据之后，先去除该层的标头，然后再将剩余部分传送到上一层。

1.2.1 IP 协议

IP 是 Internet 通信的底层协议，负责在网络中寻址和传送数据报（Datagram）。它是 Internet 上的最主要协议，也是整个 TCP/IP 协议的灵魂，其他协议都必须依靠 IP 传输数据。无论数据的最终目的为何，所有流入/流出数据都需要使用 IP。IP 是面向连接的，直接将分组传递给目标，而无需事先的握手程序。通过 IP 传送数据的协议可根据需要自行侦测传输时可能发生的错误。IP 的功能主要包括：

(1) 在网络存取层及端对端传输层之间传递信息。

(2) 进行数据报的拆解与重组。

(3) 将数据报传送到目标主机。

数据报之间的次序在经过传输之后可能会发生变化。例如，如果数据报通过动态路由区段时，不同的数据报可能流经不同的路径，此时即可能发生先来后到的情况；另外相同的数据报也可能被重复发送。IP 并不验证目标主机是否确实收到正确的数据。例如，如果发送端的上层协议逾时未收到接收端的认可回应，它就会再次通过 IP 发送同一个数据报，而实际上接收端可能在收到第一个数据报时已经回应过，但对方没有收到，结果就导致两次收到相同的数据报。如果真正需要做到零错误的数据传输，那么需要使用 IP 的上层协议，例如 TCP。

为什么数据传输要分解成数据块的形式呢？假如传输一个很大的文件（如 20MB），那么一次将该文件发送出去，几乎是不可能的。这是因为，它需要很大的带宽而且需要耗费相当长的时间。如果主机检测到了传输中的一个错误，那么整个 20MB 的文件都必须重发，再次占据带宽。为了避免这种情况的发生，就要将这个 20MB 的文件分割为 20 个 1MB 的数据报，并且分别发送它们。实际应用中，数据报的大小依赖于传输两端的主机容量。例如，一个主机支持 1.5MB 的数据报，而另一个主机支持 1MB 的数据报，那么传输使用的数据报就只能为 1MB。

下面向读者介绍几个与 IP 有关的概念。

1. IP 地址

在 Internet 上，使用 TCP/IP 协议提供或接收服务的任何计算机或设备，都可以被认为是主机。TCP/IP 为每台主机指定了其在 Internet 中的唯一标识，即 IP 地址。IP 地址长 32 位，为方便表达，将其分为 4 组，每连续 8 位一组，构成一个十进制数。这样，使用 4 个整数值就可以表达一个 IP 地址，例如：

dec3.dec2.dec1.dec0

其中，decn（n 取值为 0～3）为十进制数值，例如 61.111.50.81。此种 IP 地址表示法以点隔开数字，因此又称为点标记法。

IP 地址分为 5 类，分别是 A、B、C、D 和 E。每类地址各不相同，各自适应不同大小组织的需要。有关各类地址的详细情况请参见其他相关书籍。

需注意的是，在 IP 地址中，有两类地址具有特殊含义。主机号码各位皆为 0 的地址代表该网络；主机号码各位皆为 1 的地址为该网络的广播地址。例如 26.0.0.0 代表网络 26，而其广播地址为 26.255.255.255。

2. IP 路由机制

在 TCP/IP 协议模型中，由最上层应用程序发出的数据经过其间许多协议的处理，最后一定会经由 IP 传送到目标主机。当数据抵达 IP 层时，已经成为数据报的形式，其标头含有来源和目标的 IP 地址。目标主机既可能在本地局域网中，也可能在远程网络中。那么 IP 如何将数据报送抵目标主机呢？

通常，局域网中的主机间无需借助路由进行通信，而是直接使用广播进行通信。广域网网络之间无法依靠广播之类的方式传送，因此，网络间需要设置网关（Gateway）或路由器（Router）等设备。这些设备负责局域网对外的所有通信，它们只让必要的信