局域网一点通

TCP/IP管理及网络互联

王 群　诸顺华　王琳琳　周 进　编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

局域网一点通

TCP/IP管理及网络互联

王 群 诸顺华 王琳琳 周 进 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目（CIP）数据

局域网一点通：TCP/IP 管理及网络互联 / 王群，诸顺华等编著.
—北京：人民邮电出版社，2004.8
ISBN 7-115-12433-7

Ⅰ．局…　Ⅱ．①王…②诸…　Ⅲ．计算机网络—通信协议　Ⅳ．TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 073447 号

内 容 提 要

本书使用简捷明快的语言，采用大量的图解和实例，通过通俗易懂的讲解，全面系统地介绍 TCP/IP 网络的工作特点以及 IP 地址的分类和子网划分的方法，在此基础上全面介绍 IP 网络的互联技术和方法。

本书内容可归纳为 TCP/IP 管理与网络互联两部分。TCP/IP 管理部分主要介绍 TCP/IP 的组成、工作特点和管理方法，同时介绍 IP 地址的分类特点以及子网划分和管理的方法。网络互联部分以路由器的配置、应用和管理为主，详细介绍 IP 网络互联和管理的方法。包括路由器的组成，路由器的安装和配置，路由器 IOS 操作，静态路由协议的实现与管理，RIP 路由协议的实现与管理，OSPF 路由协议的实现与管理，IGRP、EIGRP、IS-IS 路由协议的实现与管理，ACL 的配置和应用，NAT 的配置和应用，等等。在本书最后介绍路由模拟器的使用方法，并通过对路由模拟器的介绍来回顾本书前面所介绍的有关内容。

本书可作为中小型局域网组建者、使用者和管理者的参考用书，也可作为高职高专和各类培训机构的教材，以及高等学校计算机网络课程的辅助教材，同时也是读者深入学习计算机网络知识的基本教材。

局域网一点通——TCP/IP 管理及网络互联

◆ 编　　著　王　群　诸顺华　王[illegible]周　进
责任编辑　魏雪萍

◆ 人民邮电出版社出版发行　北京市崇文区[illegible]寺街 14 号
邮编　100061　电子函件　315@ptpress.com.cn
网址　http://www.ptpress.com.cn
读者热线　010-67132692
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本：787×1092　1/16
印张：21.75
字数：526 千字　　2004 年 8 月第 1 版
印数：1-6 000 册　　2004 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12433-7/TP・4078

定价：29.00 元

前　言

2000 年 9 月，由笔者精心编写的第一本有关局域网的专著《局域网一点通》出版，在读者中引起了强烈的反响。随后编写的《局域网一点通（之二）》一书也得到了读者的认可和一致好评，目前这两本书的第 3 版已由人民邮电出版社出版。

在这两本书出版后的近 4 年时间里，笔者陆续收到了全国各地读者的大量反馈信息，许多读者希望笔者能够在这两本书的基础上继续出版后续内容。其实，在《局域网一点通》和《局域网一点通（之二）》出版后，笔者一直在准备后续的内容。经过长时间的精心准备，《局域网一点通——组建交换式局域网》和《局域网一点通——TCP/IP 管理及网络互联》两本书终于可以和读者见面了。

现在，局域网一点通系列图书从内容上已形成两个子系列：《局域网一点通——办公室、家庭、网吧、宿舍组网实务（第 3 版）》和《局域网一点通——办公室、家庭、网吧、宿舍管网实务（第 3 版）》属于**基础篇**系列；而《局域网一点通——组建交换式局域网》和《局域网一点通——TCP/IP 的管理及网络互联》属于**提高篇**系列。在写作方式上，提高篇保持了与基础篇相同的风格，使读者对新的内容更易于接受；在内容安排上，提高篇是以基础篇为基础，内容要求和应用需求都提高了一步，但网络环境还是中小型局域网；在读者对象上，基础篇主要针对的是网络初学者和小型网络的管理人员，而提高篇不但包括已经学习过基础篇的读者，还包括已经掌握了网络基础知识的读者，同时还包括中小型网络的组建者和管理人员。

《局域网一点通——TCP/IP 管理及网络互联》主要介绍 TCP/IP 的管理与计算机网络的互联方法。随着 Internet 的发展，TCP/IP 已基本上成为目前计算机网络的标准协议。全面学习和理解 TCP/IP 的组成和工作特点已成为每一位网络学习者、组建者和管理者必备的知识，其中对 IP 地址的理解尤其是对 IP 子网的划分成为大家普遍关注的一项技术。由于路由器是网络互联中的关键设备，因此为了满足读者学习的要求，本书将全面介绍路由器的安装、配置和使用方法。各章节的内容分别如下。

第一章：详细介绍 TCP/IP 的组成和工作特点，帮助读者全面、深入地学习 TCP/IP 网络的相关内容，为读者学习计算机网络提供必备的理论基础知识。

第二章：在 TCP/IP 网络中，IP 地址和作用、分配和管理是非常重要的，本章系统介绍 IP 地址的作用和分类特点，并用较大的篇幅介绍 IP 子网的划分方法。

第三章：路由器是网络互联中的关键设备。本章全面介绍路由器的功能和应用特点，包括路由器的组成、路由表的功能、路由表的建立、路由信息的更新、数据的转换过程和特点等内容。

第四章：以 Cisco 2600 和 3700 路由器为例，系统介绍路由器 IOS 的操作方法。其中每一条操作命令都涉及到一个具体应用功能的实现，同时针对每一个操作命令给出详细的配置实例。

第五章：RIP 是计算机网络中使用非常广泛的一个路由协议，对于小规模的、没有专业人员维护的网络来说 RIP 是首选的路由协议。本章详细介绍 RIP 路由协议的特点、功能、配置和维护的方法。

第六章：较为系统地介绍 OSPF 路由协议的相关术语和概念，OSPF 的工作原理和在各种网络拓扑上的运行机制，以及 OSPF 与 RIP 的比较。在此基础上将以中小型多路由器互联网络为基础，

并通过实例介绍 OSPF 路由协议的建立、管理和维护的方法。

第七章：IGRP、EIGRP 和 IS-IS 路由协议是网络互联中应用非常广泛的 3 个路由协议，其中 IGRP 是运行在 AS 内部的互联网络网关协议，EIGRP 是对 IGRP 的扩充和完善，而 IS-IS 则实现域内 IP 路由的选择。本章分别介绍这 3 类路由协议的建立、配置和管理的方法。

第八章：ACL（访问控制列表）的功能是对路由器的各项应用进行控制和管理，用户可以通过在路由器（或三层交换机）上创建 ACL 实现对设备相关服务信息的管理，也可以对网络用户的权限和所访问的内容进行控制。本章将详细地介绍 ACL 的功能、创建、应用和管理的方法。

第九章：随着 Internet 的迅速发展，IP 地址短缺和即将耗尽已成为一个十分突出的问题，NAT（网络地址转换）的使用在一定范围内可以解决这一问题，并在目前的网络中得到了广泛的应用。本章将详细介绍 NAT 的概念、配置、使用和管理的方法。

第十章：对于大多数读者来说，亲自操作路由器的机会还不是很多，即使是经常接触路由器的读者，也不可能随心所欲地修改路由器的有关参数。路由模拟器的出现在一定程度上可以解决这一问题。通过路由模拟器软件，读者可以设计不同的网络拓扑图，然后根据已设计的拓扑图来配置路由器等设备，所有的操作与真实的环境完全相同。本章以 Router_Simulator 路由模拟软件为例，在介绍软件使用方法的同时，通过具体实例对本书前面介绍的内容进行系统的回顾。

另外，附录 A 介绍操作系统中端口的概念，并对常用的端口功能进行介绍。附录 B 介绍计算机中信息的表示方式以及不同数制之间的转换方法。附录 C 对目前中小型网络中广泛使用的几款路由器的性能进行综合比较。

本书由王群、诸顺华、王琳琳和周进共同编写。在本书编写的过程中得到了有关领导、同事、朋友的帮助和支持，在此深表感谢！

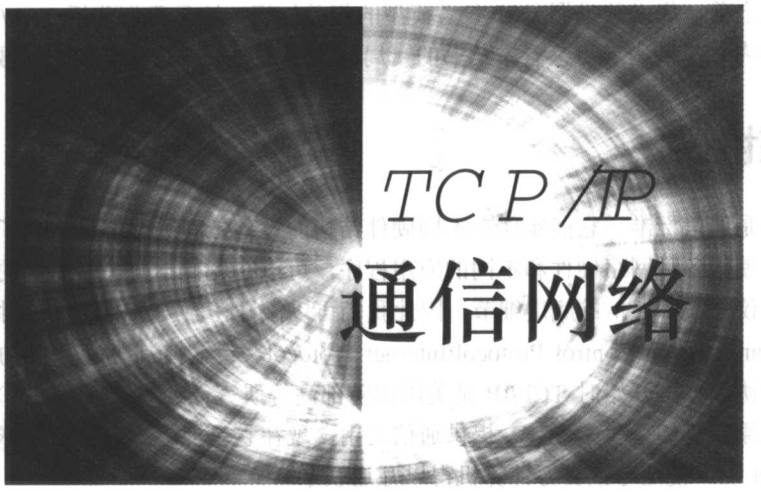
随着计算机应用的日益普及，局域网将会有更大的应用空间，局域网的作用和地位将会更加突出。同时，我们也会继续关注局域网技术和应用的发展，关注用户的需要，及时地为读者推出更实用、更能代表当前技术和应用潮流的局域网书籍。

在使用本书的过程中有什么问题、意见和建议，欢迎通过 *e* 通科技研究中心的网站 http://www.etongtv.net/bbs 或发邮件到 lan@etongtv.net 进行交流。

作者

2004 年 8 月于南京

目　录



TCP/IP 通信网络

本章内容导读

- ☆ 什么是网络通信协议
- ☆ TCP/IP 协议栈的组成和特点
- ☆ TCP/IP 子协议的特点和功能
- ☆ TCP/IP 协议的实现
- ☆ TCP/IP 协议的管理

组建网络时，必须选择相应的通信协议，用户之间才能够相互进行“交流”。协议（Protocol）是网络设备用来通信的一套规则，这套规则可以理解为一种彼此都能听得懂的公用语言。在众多的网络协议中，TCP/IP 协议基本上已成为目前局域网及广域网的协议标准。本章将介绍 TCP/IP 的相关内容，其中重点介绍在各层次所运行的有关协议：传输层的 TCP 和 UDP，网络层的 IP、ARP、RARP、ICMP 和 DHCP 等。对于网络管理人员来说，掌握这些内容是必不可少的。

在阅读本章之前，您必须掌握 OSI 参考模型的相关知识，这是我们分析 TCP/IP 协议栈的基础。有关 OSI 参考模型的内容可参看本丛书的《局域网一点通——组建交换式局域网》一书。

1.1 通信协议

通信协议就是通信标准。它能实现在不同硬件结构的设备之间进行通信。有了通信协议就可以在同一网络中使用各种网络硬件和不同的应用程序，可以在运行不同操作系统的计算机之间进行通信。通信协议隐藏了通信的底层细节，因此我们可以撇开任何厂家的硬件来讨论通信问题。

TCP/IP（Transmission Control Protocol/Internet Protocol，传输控制协议/网际协议）是发展至今最成功的通信协议。刚开始时 TCP/IP 是美国国防部高等研究计划局 （DARPA） 开发研究计划的一部分，其原始目的是为 DARPA 提供通信之用，现在它已被广泛应用于全球最大的开放式网络系统 Internet 上，使全球数百万计算机得以互通联系。

TCP/IP 的成功与人们对 Internet 的广泛使用有着不可分割的关系，TCP/IP 技术已成为互联网络协议的市场标准，几乎所有厂商的设备都支持 TCP/IP。但是 TCP/IP 并不为某个厂商、专业协会或标准团体所拥有。

【注意】有关 TCP/IP 标准、Internet 的协议、协议修订的文档都出现在 Internet RFC 中。RFC 覆盖很多概念和细节，有些是标准，有些是关于新协议的建议。这一系列的技术都可以从 Internet 上免费获得，其下载地址为：http://www.isi.edu/in-notes。

1.2 TCP/IP 协议栈与 OSI 参考模型的比较

TCP/IP 协议栈主要分成 4 层：应用层（Application Layer）、传输层（Transport Layer）、网际层（Internet Layer，也称为 Internet 层）和网络接口层（Network Interface Layer）。这个分层模型并非出自哪个标准委员会，而是来自一些对 TCP/IP 协议栈的研究工作。这 4 层大致对应 OSI 参考模型的 7 层。但是与 OSI 模型不同的是：TCP/IP 协议栈更加侧重于互联设备间的数据传送，而不是严格的功能层次的划分。两者的对比如图 1-1 所示。

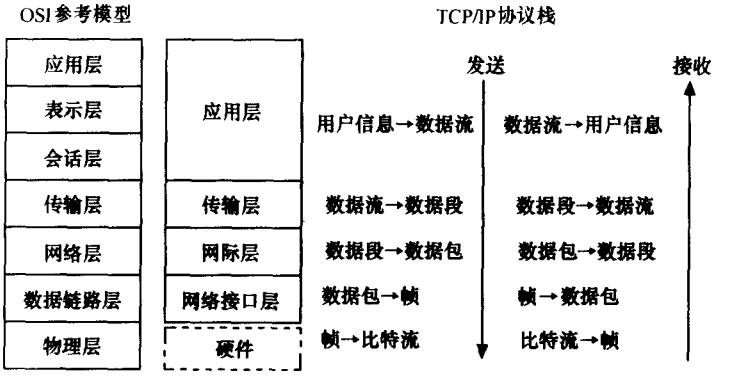


图 1-1 TCP/IP 协议栈

【注意】在有关 TCP/IP 的介绍中我们提到了“协议栈”这一概念。协议栈也称为协议簇，它表示由多个子协议组成的协议集合。在 TCP/IP 协议栈中包括了 TCP、UDP、FTP、ARP 和 RARP

等子协议。目前 TCP/IP 协议栈中拥有的子协议有几百个，而且随着新应用的不断出现其子协议还在不断地增加。为了方便表示，我们经常将 TCP/IP 协议栈简称为 TCP/IP 协议。

在具体讲述 TCP/IP 协议栈之前，我们先从总体上介绍一下数据封装的过程：

- 用户调用应用程序通过 TCP/IP 来访问相应的服务。应用层负责将这些应用程序信息转换成数据流，交给传输层处理。
- 传输层的基本任务是提供端到端（End to End）的通信（即应用程序之间的通信）。传输层的协议负责系统地管理信息的流动，提供可靠或不可靠的传输服务。

在发送方，传输层将应用层提供的数据流分段（或称分组，即将数据流划分成小段），并将这些数据段加上标识，包括由哪个应用程序发出、由哪个应用程序处理、使用什么传输层协议、校验和、报文长度，等等。这种标识称为传输层报文头，例如 TCP 报文头、UDP 报文头等。

在接收方，传输层去掉传输层报文头，利用报文头中的校验和来检验数据在传输过程中是否出错，以一定的顺序将数据段重新组装成数据流交给应用程序处理。

- 网际层负责处理主机之间的通信。该层还要决定如何交付数据包，是交给网关（路由器），还是交给适当的本地端口。

在发送方，网际层将传输层提供的数据段封装到数据包（数据报）中，并填入 IP 报头（包括源 IP 地址、目标 IP 地址、使用什么协议、校验和，等等）。

在接收方，网际层通过读取 IP 报头中的信息决定如何处理数据包。如果是路由器收到数据包，它则通过校验和检验其有效性，决定是做本地处理还是转发该数据包；如果是目标主机收到该数据包，通过检验后，它会去掉 IP 报头交给传输层处理。

- 网络接口层负责把网际层提供的数据包封装成帧，帧头中包含源 MAC 地址、目标 MAC 地址、使用何种链路封装协议（如 HDLC、PPP 等）等信息，然后把帧通过选定的网络接口发送出去。

在接收方，该层读取帧头中的信息。如果是发给自己的，则拆开帧头，将数据包交给网际层处理；如果不是发给自己的则丢弃该帧。该层还包括一些网络设备的驱动程序。

- 最后硬件（网络设备）把帧转换成比特流通过传输介质将信息发送出去。

图 1-2 所示描述了数据封装的过程。

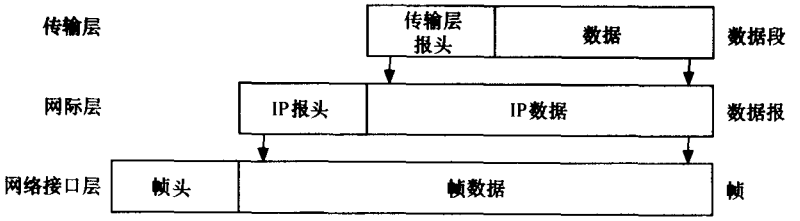


图 1-2　数据封装过程

1.3　TCP/IP 协议栈的应用层

TCP/IP 应用层对应了 OSI 参考模型的上三层（会话层、表示层和应用层），它包括了一些服务。这些服务是和端用户相关的认证、数据处理及压缩，应用层还要告诉传输层哪个数据流是由哪个应用程序发出的。应用层主要包括以下协议。

- 文件传输类：如 HTTP（超文本传输协议）、FTP（文件传输协议）、TFTP（简单文件传

输协议）。

- 远程登录类：如 Telnet。
- 电子邮件类：如 SMTP（简单邮件传输协议）。
- 网络管理类：如 SNMP（简单网络管理协议）。
- 域名解析类：如 DNS（域名服务）。

1.3.1 HTTP

HTTP（Hypertext Transfer Protocol，超文本传输协议）是一个应用层的面向对象的协议，它适用于分布式超媒体信息系统。

WWW（World Wide Web，WWW，也简称为 Web）服务器使用的主要协议就是 HTTP。由于 HTTP 支持的服务不只限于 WWW，还可以是其他的服务，因此 HTTP 允许用户在统一的界面下采用不同的协议访问不同的服务，如 FTP、SMTP、NNTP 等。

如图 1-3 所示，Web 客户与 Web 服务器使用一个或多个 TCP 连接进行通信，通常 Web 服务器使用 TCP 的 80 号端口。一个 Web 服务器可以通过超文本链接“指向”另一个 Web 服务器，同时超文本链接也可以指向其他类型的服务器，例如 FTP 服务器，如图 1-4 所示。

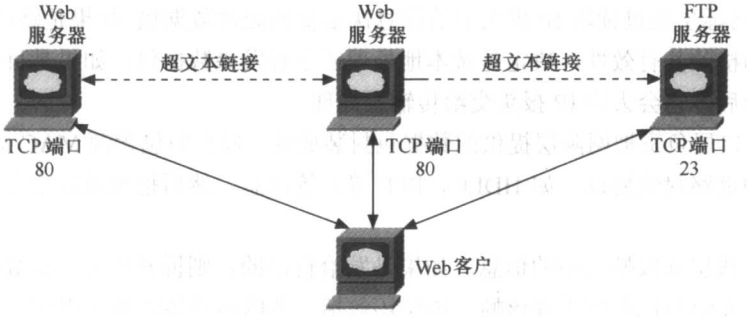


图 1-3 HTTP 服务

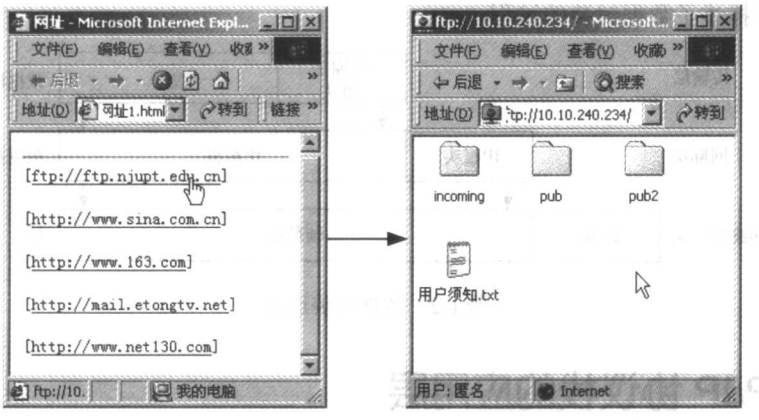


图 1-4 在 Web 上通过超文本链接连接到 FTP 服务器

1.3.2 FTP

FTP（File Transfer Protocol，文件传输协议）是一个用于简化 IP 网络上系统之间文件传送的

协议。采用 FTP 可使用户高效地从 Internet 上的 FTP 服务器下载大信息量的数据文件，以达到资源共享和传递信息的目的。

一个 FTP 站点可以是公用的，也可以是私有的，或者两者兼有之。我们可以为 FTP 账号定义权限，让它可以访问整个 FTP 服务的目录结构，或者只是特定的区域。

FTP 服务器可以设置为允许任何人连接和传输文件，这种访问方式被称为匿名访问。当我们使用匿名方式登录到 FTP 站点时，系统默认使用“anonymous”作为用户名，“guest”或某个 E-mail 地址作为密码。匿名 FTP 经常用于发布大量的公用领域或共享软件。如图 1-5 所示的是客户端使用 FlashFXP 访问 FTP 服务器的界面。

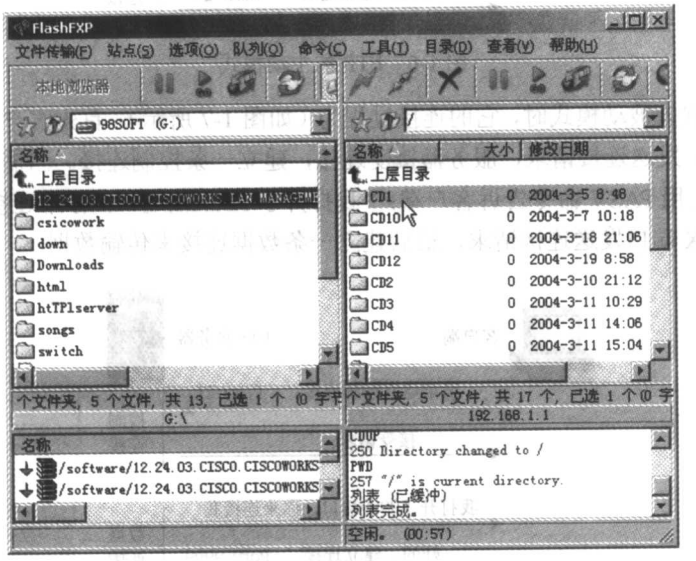


图 1-5　使用 FlashFXP 访问 FTP 服务器

实际上，FTP 已经包含于 Internet Explorer（浏览器）中，因此可以使用浏览 Web 的程序同时浏览 FTP 服务器（即用如图 1-4 中所使用的 Internet Explore 访问 FTP 站点）。

1. FTP 服务的控制连接和数据连接

FTP 包含两种连接模式：控制连接和数据连接。

- 控制连接：控制连接用于传递客户端的命令和服务器端对命令的响应，它使用服务器的 21 端口。
- 数据连接：数据连接用于传输文件和其他数据，例如目录列表等。这种连接在需要传输数据时建立，而一旦数据传输完毕就关闭，每次使用的端口也不一定相同。而且数据连接既可能是客户端发起的，也可能是服务器端发起的。

2. FTP 服务数据连接的主动模式和被动模式

FTP 的数据连接也存在着两种模式：主动模式和被动模式。主动（PORT）模式是从服务器端向客户端发起连接，被动（PASV）模式是客户端向服务器端发起连接。

当 FTP 被设置为主动模式时，它的连接过程为（如图 1-6 所示）：首先客户端向服务器的 FTP 端口（默认是 21）发送连接请求，服务器接受连接，建立一条控制连接。当需要传输数据时，客户端在控制连接上用 PORT 命令告诉服务器：“我打开了 XXXX 端口，你来连接我”。于是服务器

从20端口向客户端的XXXX端口发送连接请求，最后建立一条数据连接来传输数据。

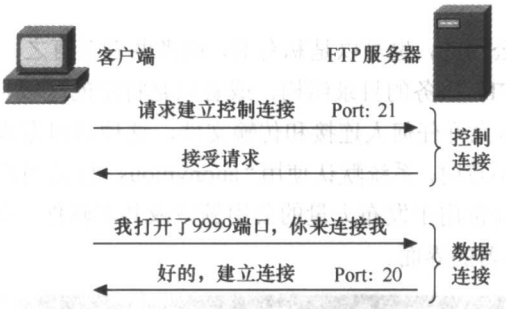


图1-6 FTP的主动模式

当FTP被设置为被动模式时，它的连接过程为（如图1-7所示）：首先客户端向服务器的FTP端口（默认是21）发送连接请求，服务器接受连接，建立一条控制连接。当需要传输数据时，服务器在命令链路上用PASV命令告诉客户端："我打开了XXXX端口，你来连接我"。于是客户端向服务器的XXXX端口发送连接请求，最后建立一条数据连接来传输数据。

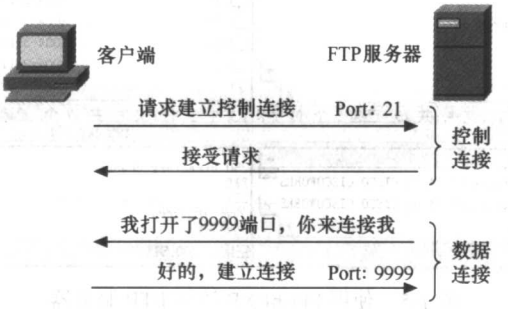


图1-7 FTP的被动模式

当进行FTP连接时，Internet Explore通常被设置为被动模式，而FTP客户端软件（如FlashFXP、CutFTP等）一般为主动模式。如果服务器和客户端之间存在防火墙，那么应用主动模式经常会引起一些麻烦。例如客户端位于防火墙之后，通常防火墙允许所有内部向外部的连接通过，但是对于外部向内部发起的连接却存在很多限制。在这种情况下，客户端可以正常地和服务器建立控制连接，而如果使用主动模式进行数据连接，则一些数据传输命令就很难成功运行，因为防火墙会阻塞从服务器向客户端发起的数据传输连接。因此在使用主动模式的FTP数据连接时，防火墙上的配置会比较麻烦。

1.3.3 TFTP

TFTP（Trivial File Transfer Protocol，简单文件传输协议）是基于UDP的应用。TFTP在设计时是用于小文件传输的，它对内存和处理器的要求很低，速度快。但是TFTP不具备FTP的许多功能，它只能从文件服务器上获得或写入文件，而不能列出目录，也不能进行认证，所以它没有建立连接的过程及错误恢复的功能，适用范围也不像FTP那么广泛。

一个最常见的TFTP的应用例子，就是使用TFTP服务器来备份或恢复Cisco路由器、Catalyst交换机的IOS镜像和配置文件。