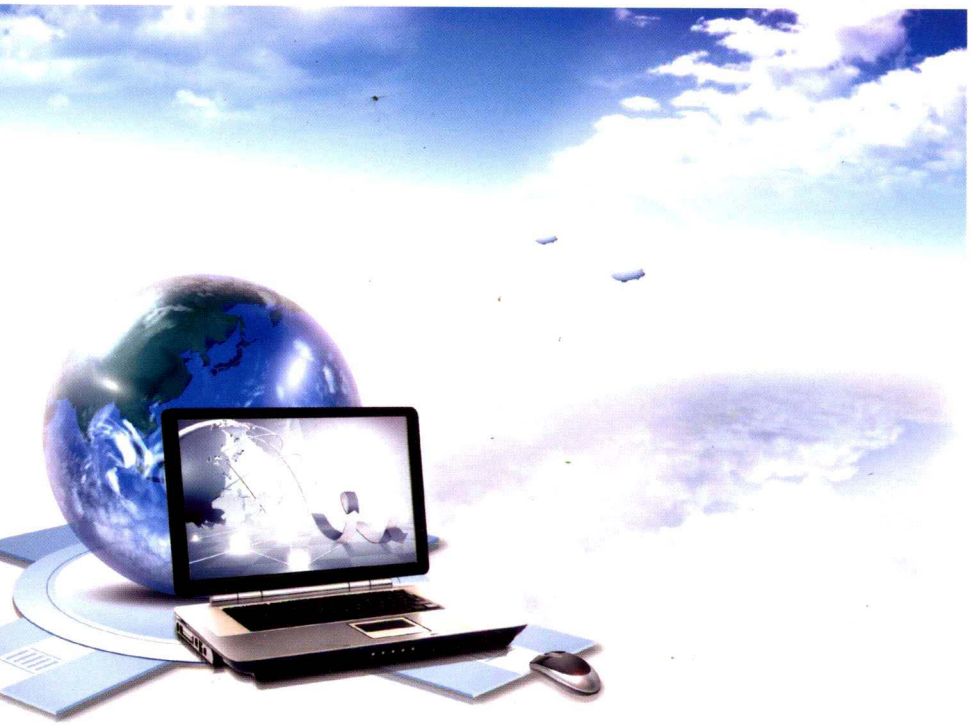
TEACHING MATERIALS
FOR COLLEGE STUDENTS
高等学校教材



TCP/IP 协议分析

主 编 刘素芹 曹绍华

中国石油大学出版社

TEACHING MATERIALS
FOR COLLEGE STUDENTS
高等学校教材

TCP/IP 协议分析

TCP/IP Protocol Analysis

刘素芹　曹绍华　主编

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

TCP/IP 协议分析/刘素芹，曹绍华主编. —东营：
中国石油大学出版社，2012.3
ISBN 978-7-5636-3632-7

Ⅰ.①T… Ⅱ.①刘…②曹… Ⅲ.①计算机网络—通信协议—研究 Ⅳ.①TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 039073 号

中国石油大学(华东)规划教材

书　　名：TCP/IP 协议分析
作　　者：刘素芹　曹绍华

责任编辑：高　颖(电话 0532—86981531)
封面设计：青岛友一广告传媒有限公司

出 版 者：中国石油大学出版社(山东 东营　邮编 257061)
网　　址：http://www.uppbook.com.cn
电子信箱：shiyoujiaoyu@126.com
印 刷 者：青岛星球印刷有限公司
发 行 者：中国石油大学出版社(电话 0532—86981532，0546—8392563)
开　　本：180 mm×235 mm　印张：17　字数：343 千字
版　　次：2012 年 5 月第 1 版第 1 次印刷
定　　价：26.00 元

前言 PREFACE

随着计算机网络尤其是因特网应用的日益普及，人们越来越依赖于网络，网络新技术层出不穷，而支撑这些新技术的基础就是 TCP/IP 协议。众所周知，TCP/IP 协议已经成为计算机网络实际上的标准，只有深入了解 TCP/IP 协议，才能更深刻地理解计算机网络的工作原理，为进行网络方面的应用和研究打下扎实的基础，因此，“TCP/IP 协议分析”成为计算机专业本科生的一门专业基础课。

本书是作者根据多年的授课教案、实验资料，并参考一些新的资料整理而成的，具有以下特点：

（1）在介绍协议原理时，穿插了一些实验，能够激发读者的兴趣。

（2）在分析原理时，对相应的程序进行了分析，能够使读者的编程能力得到相应的提高。

（3）介绍了协议分析工具 Sniffer 的原理及使用方法，便于理论和实践的相互促进。

本书共分 12 章，第 1～6 章、第 8 章、第 9 章由刘素芹编写，第 7 章、第 10～12 章及附录由曹绍华编写。第 1 章介绍了 TCP/IP 协议的产生和发展，以及标准化流程等常识性的内容；第 2 章介绍了 TCP/IP 协议的基本原理、工作方法等基础知识；第 3～11 章详细介绍了 TCP/IP 协议中主要协议的原理、包格式及详细工作流程；第 12 章介绍了在 Windows 和 Unix/Linux 环境下 TCP/IP 协议的实现方式；附录介绍了 MPLS 协议的原理、应用情况及协议分析工具 Sniffer 的原理与使用方法。

在当今的网络社会，围绕着计算机和网络的技术日新月异，但“万变不离其宗”，计算机和网络的基础知识是不会变的。通过对本书的学习，希望读者掌握 TCP/IP 协议的核心技术，为以后的学习和工作打下良好的基础。

本书面向的主要对象是计算机学科各个专业的学生及从事计算机、通信、自动化等相关专业的工程技术人员，本书也可作为非计算机专业的学生及成人、网络教育学

生的教材，亦可供非计算机专业的工程技术人员参考。

在本书的编写过程中，参考了部分国内外有关教材和资料，获益匪浅，在此对这些文献的作者表示感谢。参考的主要资料有 Stevens(美国)编写的《TCP/IP》详解卷1和村山公保(日本)等编写的 TCP/IP 系列丛书。硕士研究生李柏丹、邵红李、冯雪丽、李兴盛、孟令芬、硕珺、王婧、刘会会、焦芳、安仲奇在查阅资料、验证实验、文字录入和绘图方面做了大量工作，在此一并表示衷心的感谢。

由于书中涉及的内容是正在飞速发展的新技术，不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编　者

2011 年 12 月

目录 CONTENTS

第1章 概 述

1.1 TCP/IP协议的产生和发展

目前，在计算机网络领域，TCP/IP协议是使用最广泛的协议，已经成为事实上的标准。那么，为什么TCP/IP协议如此普及呢？一方面是因为个人计算机的操作系统如Windows和Mac OS等都支持TCP/IP协议标准；另一方面是因为各计算机公司的操作系统中都使用了TCP/IP协议的通信功能，再加上计算机工业界的全体都支持TCP/IP协议这股不可抗拒的潮流，两者综合起来就形成了今天的TCP/IP协议普及的势头。目前，在市场上几乎看不到不支持TCP/IP协议的操作系统。

为什么计算机制造商都大力支持TCP/IP协议呢？下面首先从Internet的发展历史来考虑这个问题。

1.1.1 TCP/IP协议的产生

1) TCP/IP协议起源于军事应用

20世纪60年代后期，以美国国防部DoD(the Department of Defense)组织为中心，人们开展了通信技术研究试验，认为通信在军事上是非常重要的，而且还指出了使用包通信的必要性。

在通信的过程中，人们期望能够获得这样的计算机网络：即使计算机网络的一部分遭到敌人的攻击，可能会发生一定的故障，但是整个通信线路也可以发送数据，通信不会停止。另外，如果使用包通信技术，多个用户还可以共享一条线路，具有提高线路利用率的优点，因此包交换技术和包通信技术受到了人们的青睐。

2) ARPANET的诞生

1969年，为了检验包交换技术的实用性，美国构建了一个计算机网络。最初，这个计算机网络以美国国防部为中心，将美国西海岸的大学和研究机构的4个节点(node)连接起来，之后随着技术的迅速发展，一般的用户也开始加入进来，其规模在当时是非常大的，后来又迅速发展壮大。

该计算机网络被人们称为ARPANET，它是Internet的鼻祖。在短短的三年内，它就从几个节点发展到了几十个节点。该试验取得了很大的成功，充分证明了使

用包进行数据通信的方法是实用的。

3) TCP/IP 协议的诞生

在试验过程中,不仅单纯地进行了大学和研究机构之间通信干线的包交换试验,还在通信双方的计算机之间进行了具有高可靠性的通信方法的综合通信协议试验。ARPANET 内部的研究小组于 1975 年开发了 TCP/IP 协议,并且在 1982 年制定了 TCP/IP 协议的标准。

1.1.2 TCP/IP 协议的发展

1) UNIX 的普及和 Internet 的壮大

在 TCP/IP 协议的发展历程中,ARPANET 发挥了重要作用。TCP/IP 协议之所以能在计算机网络领域迅速普及,与 BSD 的 UNIX 有着很大的关系。

当时,在大学和企业的研究机构中,作为计算机的操作系统,BSD 的 UNIX 已被广泛使用,它的内部实际上已经安装了 TCP/IP 协议。1983 年,UNIX 作为 ARPANET 的正式连接手续,采用了 TCP/IP 协议。在同一年里,Sun Microsystems 公司开始将安装有 TCP/IP 协议的产品提供给一般用户。

20 世纪 80 年代,随着 LAN 的迅速发展,UNIX 工作站开始迅速普及,采用 TCP/IP协议构筑的计算机网络也盛行起来。伴随着这股潮流,大学和企业的研究机构也慢慢地与 Internet 连接起来。

Internet 使得 UNIX 机器的互联迅速普及,因此,可以说作为计算机网络的主流协议,TCP/IP 协议与 UNIX 有着不解之缘,两者都在迅速地发展和普及。

另外,从 20 世纪 80 年代后期开始,以企业为主的用户更多地使用计算机,计算机制造商们也开始将自己的协议与 TCP/IP 协议相对应。

2) 商用 Internet 服务的开始

Internet 最初是作为试验和研究用的。到了 20 世纪 90 年代,企业和一般家庭开始使用 Internet 连接,Internet 服务开始被广泛利用,同时利用 Internet 的商业服务也随之普及。通常把提供这样服务的公司称为 ISP,即因特网服务提供者(互联网服务提供商)。

当时,在微型计算机的通信中,人与人之间利用计算机进行通信的需求开始激增,但是由于微型计算机通信只能在有限的会员之间进行,所以当多个微型计算机加入通信时,由于不同的微型计算机通信的操作方法各异,存在着许多不便之处。

随后,Internet 将企业和一般家庭相连接,同时也提供商业服务。作为研究用的计算机网络,由于已经过很长一段时间的使用,所以 TCP/IP 协议在服务中不断成熟起来,并成为广泛使用的协议。因此,现在的 Internet 不再是作为研究用的计算机网络,而是作为有偿的商业服务,并且迅速地普及和壮大。

如果使用 Internet,那么利用 WWW(万维网)就可以在世界范围内收集信息,还

可以利用电子邮件进行通信，向世界的各个角落随心所欲地发送消息。Internet 本身并不存在什么会员，它是一个在世界范围内连接、能够被广大用户所使用、开放的计算机网络。它不但能够提供丰富多彩的服务，而且用户自己也能够开辟新的服务。自由自在、开放的 Internet，正在迅速地被企业和人们所使用。

TCP/IP 协议的发展历程见表 1-1。

表 1-1 TCP/IP 协议发展历程

时 间	内 容
1960 年后期	由 DoD 研究和开发了与通信技术有关的问题
1969 年	ARPANET 诞生，开发包交换技术
1972 年	ARPANET 获得成功，节点扩大到 50 个以上
1975 年	TCP/IP 协议诞生
1982 年	制定了 TCP/IP 协议的标准，开始提供 UNIX，并在 UNIX 系统中实际安装了 TCP/IP 协议
1983 年	由 ARPANET 的正式手续确定了 TCP/IP 协议
1989 年左右	在 LAN 上，TCP/IP 协议的应用迅速普及
1990 年左右	无论是 WAN 还是 LAN，都向着 TCP/IP 协议的方向发展
1995 年左右	随着 Internet 的商业化，成立了许多因特网服务提供者
1996 年	制定了下一代 IPv6 标准，该标准登录进了 RFC(1998 年对其进行了修改)

1.2 TCP/IP 协议的标准化

虽然 ISO(国际标准化组织)组织制定了称为 OSI 的国际标准化协议，但 OSI 并不是一个能够真正使用的协议，它只是一个网络体系结构蓝本。在这个蓝本的基础上制定的网络通信协议才能够互相通信，而 TCP/IP 协议正是符合 OSI 要求的通信协议。本节将介绍 TCP/IP 协议的标准化。

1.2.1 TCP/IP 协议的结构

TCP/IP 协议的结构如图 1-1 所示。

仅就 TCP/IP 协议整个术语来讲，读者可能会认为它就是两个协议。实际上，TCP/IP 协议这个术语不仅表示 TCP 和 IP 这两个协议，还包括使用 IP 通信时所需要的其他协议，是一个协议簇。具体地讲，它还包括与 TCP 和 IP 关系密切的协议，例如 ARP，RARP，ICMP，IGMP，UDP 及很多应用层协议。另外，有时也把 TCP/IP 协议称为 Internet 协议簇，其含义是构筑 Internet 所需的协议的集合。

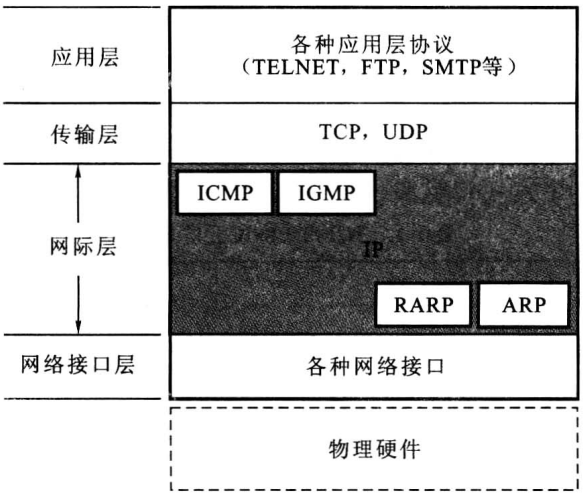


图 1-1 TCP/IP 协议的结构

1.2.2 TCP/IP 协议的标准化思想

TCP/IP 协议的标准化具有两个明显的特点，即开放性和实用性。

首先，TCP/IP 协议是对所有人开放的，是经过 IETF（Internet Engineering Task Force，互联网工程任务组）的多阶段讨论后才确定的。通常，这种讨论是通过电子邮件列表进行的。对电子邮件列表来说，无论谁都能参加。

其次，在重视协议性能指标的同时，还追求相互之间能够通信的技术。人们常说，与设计 TCP/IP 协议的性能指标相比，TCP/IP 协议更重视程序的开发，这也就是说以重视开发的形式来确定协议。一般地，在编译程序后才书写性能规格说明书。但是，在确定协议的性能指标时，必须一边考虑实际安装一边进行作业。在仔细斟酌协议的详细性能指标时，已经具有了安装该协议的设备，它们必须在限定的条件下能够进行实际的运行。所以，在 TCP/IP 协议中，当大体上确定了协议的性能指标后，再根据多个实际安装的情况进行相互连接试验。如果发生了问题，就进行讨论，然后进行程序、协议的标准化工作。由于 TCP/IP 协议是试验实际运行情况后才确定性能指标的，所以它是一个实用性很高的协议。

1.2.3 TCP/IP 协议的标准化流程

协议的标准化工作是通过 IETF 的讨论进行的。通常，IETF 每年召开三次会议，这些会议是按照邮件列表使用电子邮件进行讨论的。在这些邮件列表中，无论谁都可以自由地参加。

TCP/IP 协议的标准化流程如图 1-2 所示。