

国家网络技术水平考试指定参考教材

TCP/IP 基础

Introduction to

(第7版)

TCP/IP

WB47.0

- (美) Kenneth D. Reed 著
- 张文 邢淑琴 杨彦昌 等译

网络工程师教育丛书

4



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

网络工程师教育丛书 7

TCP/IP 基础

(第 7 版)

Introduction to TCP/IP, WB47.0

(美) Kenneth D. Reed 著

张 文 邢淑琴 杨彦昌 等译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是《网络工程师教育丛书》的第4册,系统、全面地讲述 TCP/IP 的体系结构和主要应用程序。全书分为8章,分别介绍 TCP/IP 体系结构与寻址, TCP/IP 应用程序, TCP/IP 寻址与子网, TCP/IP 协议, TCP/IP 服务, TCP/IP 路由选择, TCP/IP 应用程序原理, 以及 TCP/IP 网络故障诊断。

本书是国家网络技术水平考试的指定参考教材, 适合网络技术人员和网络管理人员阅读, 也可供大中专院校相关专业的师生和具有一定基础的网络爱好者阅读和参考。

Copyright © 2001 WestNet, Inc. www. westnetinc. com Single User version, duplication and unlicensed use prohibited and unlawful.

Chinese translation edition Copyright © 2003 by Publishing House of Electronics Industry. All rights reserved

本书中文简体专有翻译出版版权由美国 WestNet, Inc. 授予电子工业出版社。该专有出版版权受法律保护。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2002-6437

图书在版编目(CIP)数据

TCP/IP 基础: 第7版/(美)里德(Reed, K. D.)著; 张文, 邢淑琴, 杨彦昌等译. —北京: 电子工业出版社, 2003. 9

(网络工程师教育丛书)

书名原文: Introduction to TCP/IP, WB47. 0

ISBN 7-5053-9103-8

I. T … II. ①里… ②张… ③邢… ④杨… ⑤邢… ⑥杨… ⑦. 计算机网络—通信协议 IV. TN915. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 090131 号

责任编辑: 王沈平

印刷者: 北京天宇星印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×980 1/16 印张: 37.5 字数: 772 千字

版 次: 2003 年 9 月第 2 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 6 000 册 定价: 49.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

《网络工程师教育丛书》编审委员会

主 任:

吕新奎 中国电子科技集团公司总经理、信息产业部原副部长

委 员: (按姓氏笔划顺序排列)

王行刚 中国科学院计算技术研究所首席科学家、研究员、博士生导师

史美林 清华大学计算机科学与技术系教授、博士生导师

宁 洪 国防科技大学计算机学院计算机系主任、教授

刘增基 西安电子科技大学教授、博士生导师

闫保平 中国科学院计算机网络信息中心主任、研究员

宋 玲 中国电子商务协会理事长

张尧学 教育部高等教育司司长、教授

张兴华 北京大学计算中心教授级高工

吴朝晖 浙江大学计算机科学与工程系副主任、教授、博士生导师

李乐民 中国工程院院士

电子科技大学教授、博士生导师

赵小凡 国家信息化工作办公室推广应用组副组长

罗军舟 东南大学计算机科学与工程系副主任、教授、博士生导师

洪京一 信息产业部信息化推进司处长

高新民 中国信息协会副会长、国家信息中心原主任

鲍 泓 北京联合大学信息学院教授

出版说明

随着信息技术的飞速发展和广泛应用，网络技术已成为经济发展的强大动力，网络的重要性、普及性受到人们的广泛关注。网络系统设计、建设、管理、维护等工作成为当今社会需求最大、最热门的职业，网络知识与技能已成为人们 21 世纪就业的通行证。

我国作为信息技术应用发展最快的国家之一，迫切需要培养不同层次的网络工程师和技术人员，以满足日益强劲的社会信息化需要。为此，经过深入研究和论证，电子工业出版社与国际著名的网络基础教育项目——NetPrep 合作，共同翻译、出版了这套《网络工程师教育丛书》。这套丛书得到了信息产业部国家信息化工程师认证考试（NCIE）管理中心和美国国家通信系统工程师协会（NACSE）的联合认证，是国家网络技术水平考试（NCNE）的指定参考教材。

这套丛书是一套内容丰富、体系完整、教育和学习方法先进的网络技术职业培训和教育教材，内容系统全面，涵盖了计算机网络技术的各个方面。与目前国内所采用的同类教材和技术图书比较，该丛书具有以下显著特点：

1. 内容取材科学，实用性强。丛书内容具有较强的系统性和很好的技术平台中立性。通过本课程的学习，读者能够系统地学习网络的基本知识，全面掌握网络设计和连网技术，同时可了解多种网络协议并获得网络解决方案的实际经验，为今后的职业发展打下坚实的技术基础。

2. “在多媒体中教网络，在多媒体中学网络。”丛书配有出色的多媒体教学课件，书面教材与多媒体电子教材内容紧密结合，通过语音、动画等多媒体形式，生动、直观地描述一些抽象、难懂的网络概念、原理，方便老师的教学，易于学生的理解。

3. 技术内容先进。这套教材更新及时，目前已经更新到了第 7 版。随时对教材进行补充和更新，反映当前 IT 业界最新、最实用的网络技术，避免了教学内容与社会实际职业岗位需要的脱节。

4. 配有许多精心设计的实验，实践课程贯穿教学活动的始终，真正体现学以致用，使学习以职业工作为导向。

5. 提供了一套全方位的网络技术培训与教育解决方案。信息产业部国家信息化工程师认证考试管理中心(<http://www.ncie.gov.cn>)可提供详尽的教师指导材料和师资培训服务，解决了网络技术培训与教育中普遍存在的师资、教材、课件、学习和教育方法等方面的不足。

这套教材获得了国内外多所高等院校和中等学校师生以及信息科技领域许多专家的欢迎和高度评价。国家信息产业部将《网络工程师教育丛书》列为国家信息化培训教材的重要项目，并要求把该丛书定位为国内一流的网络职业培训教材。

丛书共 8 册，在知识设计上层次分明、由浅入深，从高中水平起步，一直涵盖到硕士研究生水平。读者可根据自己现有的网络技术知识水平选择相应的图书，然后逐步进阶。

这套丛书适合作为不同层次学历教育、职业教育和各类网络技术培训教材或教学参考书，也可供目前正在网络管理、网络规划与设计、网络工程建设、网络系统维护等岗位工作的技术人员，或希望将来走上这些工作岗位的人员自学或参考使用。

当今社会网络无处不在，它时刻都在改变着人们的学习和工作方式。网络工程师和网络技术人员的职业培训和教育项目将有力地促进 IT 职业培训与教育的现代化。我们相信，这套教材的出版将弥补国内高质量、高水平网络基础教育教材的短缺与不足，对于促进国内教育事业向国际化方向发展，对于培养国家建设需要的网络领域的专业人才，均会起到积极的作用。

网络知识与技能是现代人成功的阶梯，让我们共同努力，从现在开始！

电子工业出版社

2003 年 6 月

译 者 的 话

国家网络技术水平考试（简称 NCNE）是国家信息化工程师认证考试（简称 NCIE）体系中推出的第一个专业认证考试，是信息产业部国家信息化工程师认证考试管理中心与美国国家通信系统工程师协会（NACSE）合作的认证考试，考生在通过国家网络技术水平考试后，可同时获得国家信息化工程师认证考试管理中心和 NACSE 颁发的相应级别认证证书，保持与世界先进水平的同步，确保我国 IT 职业教育水平处于国际领先水平。

《网络工程师教育丛书》是国家网络技术水平考试的指定参考教材，其内容知识规划全面，所有课程均具有平台中立和基于标准的特点，因而除了帮助学生获得相应的认证证书之外，还使他们能够系统地学习网络基本知识，全面掌握网络设计和连网技术，同时学习到多种网络协议并获得网络解决方案的实际经验。

《网络工程师教育丛书》的内容从高中水平起步，一直涵盖到硕士研究生水平，可以用来培养网络领域不同层次的人才。利用互联网远程教育和计算机多媒体教学等手段，从师资培训入手，解决了中等和高等学校网络教育中存在的师资、教材、课件、学习和教育方法等方面的不足，并提供完整的实验和实践方法，克服知识与应用脱节，真正做到了学以致用，理论与实践相结合。

本书是《网络工程师教育丛书》的第 4 册，系统、全面地讲述 TCP/IP 的体系结构及其主要应用程序。

本书主要由张文、邢淑琴、杨彦昌翻译，参加翻译工作的还有周星野、孙世瑞、王锐、张艳、姚健、陈爱国、乐涛和李童童等。由于译者水平所限，不妥或错误之处在所难免，恳请读者不吝指正。

前 言

“体系结构 (Architecture)”是指一个对象的设计和构建。如果某建筑物被称为哥特式或维多利亚女王时代的建筑,就会使人想起与其建筑方式和特殊的外部装饰有关的一种特定风格。在网络环境中也存在同样的概念。在目前实际使用的几种网络体系结构中,有些是为小型网络构建的,有些是为大型网络设计的。

本书介绍从上到下、为特定目的而设计的传输控制协议/网际协议 (TCP/IP) 系统体系结构,以便通过网络在两个端结点之间可靠而有效地路由数据。

有 4 种类型的系统体系结构:

- ▶ IBM 系统网络体系结构 (SNA);
- ▶ DECnet;
- ▶ AppleTalk;
- ▶ TCP/IP。

除了 TCP/IP 之外,其他体系结构都被看做专有技术。因此, TCP/IP 已经成为目前网络环境中最重要的体系结构。尽管 TCP/IP 已经问世很长时间,但直到最近才因大多数计算机网络将其选择为自己的体系结构而得到广泛推广。导致这一结果的原因很多,例如:

- ▶ TCP/IP 的非专利技术特性;
- ▶ 因特网 (Internet)、内联网 (Intranet) 和外联网 (Extranet) 的高速发展;
- ▶ 操作系统软件中包含 TCP/IP。

与其他体系结构不同, TCP/IP 是“开放”的。就是说,描述 TCP/IP 的规范和相关协议对普通大众是开放的,是免费的。只要登录到 Internet 就可下载其中每一个协议规范。这些规范已作为由程序开发者张贴的请求注释 (RFC) 和 TCP/IP 提供的协议被放在了网上。

TCP/IP 被广泛接受并被大多数机构采用的另一个原因,是 Internet 的发展以及连接到 Internet 的机构和用户数量的增长。由于 Internet 是基于 TCP/IP 的,因此访问 Internet 的用户可通过计算机使用 TCP/IP。

最后,还有一个原因就是 UNIX 和 NetWare 等操作系统已将 TCP/IP 作为其整个结构的一个集成部件,而 Macintosh 操作系统 (Macintosh OS) 和 Windows 2000 等桌面操作系

统中也包含了 TCP/IP。

本书的先修课程是《网络基础》。

本书讲述 TCP/IP 的底层应用程序、构件和协议，以及访问 Internet 所需的链路，帮助读者辨识 TCP/IP 层、构件和功能。另外，还将介绍 TCP/IP 服务和故障排除方法等。

目 录

第一章 TCP/IP 体系结构与寻址	(1)
概述	(2)
第一节 OSI 模型回顾	(10)
OSI 模型各层的主要功能	(10)
物理地址	(11)
逻辑地址	(12)
地址总结	(14)
练习	(14)
第二节 网际协议组	(16)
TCP/IP 协议组概述	(16)
TCP/IP 各层协议	(17)
TCP/IP 通信	(19)
练习	(21)
第三节 Internet 寻址	(24)
IP 地址	(24)
地址格式	(26)
寻址规则	(27)
A 类地址网络示例	(28)
练习	(29)
第四节 网际互连设备	(31)
常见的网络组件	(31)
练习	(38)
本章小结	(40)
第二章 TCP/IP 应用程序	(45)
概述	(46)
第一节 TCP/IP 应用程序概述	(52)
访问 TCP/IP 应用程序	(52)
常见的 TCP/IP 应用程序	(53)
应用程序与相关协议	(56)
练习	(58)
第二节 Web 浏览器和服务器	(60)

浏览器和服务概述	(60)
Web 浏览器	(61)
练习	(63)
第三节 远程登录协议	(65)
远程登录协议常见应用	(65)
通过命令行使用远程登录协议	(66)
通过 Web 浏览器方式使用远程登录协议	(68)
练习	(68)
第四节 文件传送协议	(70)
FTP 用途	(70)
浏览器和服务软件的功能	(70)
通过命令行使用 FTP	(72)
通过浏览器使用 FTP	(74)
练习	(75)
第五节 电子邮件	(76)
电子邮件如何工作	(76)
读取 IP 地址	(77)
电子邮件协议	(78)
邮件服务器配置	(81)
存储/转发邮件系统	(82)
练习	(82)
第六节 网络管理	(85)
网络管理基本概念	(85)
被管理结点/设备的类型	(86)
网络管理模型	(87)
网络管理模式	(89)
RMON 协议	(92)
练习	(96)
第七节 其他应用程序	(98)
网络文件系统 (NFS)	(98)
远程登录 (Rlogin)	(99)
X-Window	(99)
域名系统 (DNS)	(99)
普通文件传送协议 (TFTP)	(100)
网络新闻传送协议 (NNTP)	(102)

动态主机配置协议/引导协议 (DHCP/BOOTP)	(103)
练习	(105)
本章小结	(107)
第三章 TCP/IP 寻址与子网	(113)
概述	(114)
第一节 数字转换	(118)
十进制数到二进制数的转换	(118)
二进制数到十进制数的转换	(120)
与 IP 寻址有关的十进制到二进制转换	(120)
练习	(122)
第二节 子网划分基础	(125)
子网划分的意义	(125)
TCP/IP 网络互连	(126)
网络掩码	(127)
建立子网	(129)
小结	(130)
最大可用子网数和主机数	(130)
确定子网需求	(134)
IP 广播地址	(134)
有限广播	(135)
定向广播	(135)
练习	(135)
第三节 C 类网络子网划分	(139)
地址范围	(139)
示例一	(148)
示例二	(151)
练习	(153)
第四节 B 类网络子网划分	(155)
确定地址范围	(155)
示例一	(161)
示例二	(167)
练习	(169)
第五节 A 类网络子网划分	(172)
确定地址范围	(172)
示例一	(179)

示例二	(181)
练习	(183)
第六节 无类别域际路由	(184)
使用 CIDR 的必要性	(184)
CIDR 如何工作	(186)
建立超级网	(188)
示例一	(190)
示例二	(191)
示例三	(191)
练习	(192)
本章小结	(194)
第四章 TCP/IP 协议	(197)
概述	(198)
第一节 网际协议	(200)
网际协议概述	(200)
IP 报头格式与字段描述	(202)
服务类型	(204)
分段	(205)
生存时间	(208)
协议	(208)
寻址	(209)
选项	(209)
IP 帧封装	(210)
练习	(210)
第二节 地址解析	(214)
地址解析协议	(214)
帧封装	(218)
逆地址解析协议	(219)
练习	(220)
第三节 用户数据报协议	(223)
用户数据报协议服务	(223)
基于端口编号的多路分解	(224)
用户数据报协议端口编号	(226)
帧封装	(227)
练习	(227)

第四节 传输控制协议与连接的建立	(229)
TCP 特性	(229)
TCP 接口	(230)
TCP 报头	(231)
基本操作	(232)
序列编号	(234)
端口	(235)
插口 (socket)	(237)
建立连接	(238)
练习	(239)
第五节 传输控制协议与数据传输	(242)
连接建立功能	(242)
数据传输	(245)
窗口管理	(249)
流控制	(250)
连接终止	(251)
连接复位 —— 紧急恢复	(252)
帧封装	(252)
练习	(253)
第六节 TCP/IP 网络的信息传送	(255)
信息传送	(255)
网络各层的主要功能	(255)
计算机网络寻址	(256)
获取逻辑地址	(257)
获取物理地址	(258)
在应用程序之间建立连接	(258)
传送信息	(259)
终止连接	(259)
练习	(259)
本章小结	(261)
第五章 TCP/IP 服务	(265)
概述	(266)
第一节 域名系统	(271)
DNS 概述	(271)
DNS 层次结构	(272)

一致性命名体系	(275)
域名系统树形结构	(277)
域名授权	(278)
区域	(279)
域名服务器	(281)
授权区域信息	(281)
主文件	(282)
缓存数据	(284)
解析器	(284)
练习	(285)
第二节 因特网控制消息协议	(287)
ICMP 与 OSI 模型	(287)
封装	(288)
报头格式	(289)
消息类型	(290)
练习	(292)
第三节 网际组管理协议	(294)
IP 组播	(294)
IP 组播地址到物理组播地址的映射	(296)
IGMP 消息格式	(297)
练习	(299)
第四节 引导协议	(300)
引导协议	(300)
BOOTP 操作	(303)
BOOTP 中继代理	(307)
练习	(310)
第五节 动态主机配置协议	(312)
DHCP 概述	(312)
DHCP 消息格式	(314)
DHCP 操作	(315)
DHCP 客户端租约续订	(323)
DHCP 中继代理	(324)
DHCP 客户端 —— DHCPRELEASE 消息	(325)
练习	(325)
第六节 网络地址转换	(328)

网络地址转换	(328)
网络地址转换概述	(329)
静态地址转换	(330)
动态地址转换	(331)
网络地址端口转换	(333)
练习	(336)
第七节 IPv6	(338)
下一代网际协议	(338)
效率提高	(341)
安全措施	(343)
IPv6 报头格式	(343)
练习	(345)
本章小结	(346)
第六章 TCP/IP 路由选择	(353)
概述	(354)
第一节 IP 路由	(358)
Internet 体系结构概述	(358)
直接路由	(359)
间接路由	(360)
路由表	(361)
操作模型	(363)
静态路由	(367)
默认路由	(367)
动态路由	(369)
管理位距	(369)
练习	(370)
第二节 路由选择协议	(372)
路由信息	(372)
自治系统	(373)
网关协议	(374)
动态路由选择协议	(375)
多路径路由	(377)
基于路由器的网络体系结构	(378)
练习	(379)
第三节 路由信息协议 (RIP)	(382)

RIP 概述	(382)
路由信息协议的稳定特性	(383)
Novell 路由信息协议	(387)
路由信息协议第 2 版	(388)
练习	(391)
第四节 内部网关路由协议 (IGRP)	(397)
IGRP 概述	(397)
IGRP 稳定特性	(399)
IGRP 度量标准	(400)
练习	(400)
第五节 开放最短路径优先 (OSPF) 协议	(403)
链路状态路由概述	(403)
RIP 局限性	(404)
OSPF 解决方案	(404)
路由区域	(405)
区域路由组件	(406)
相邻与邻接	(409)
形成邻接关系	(409)
服务类型路由	(412)
练习	(414)
第六节 高级路由	(416)
IGP 与 EGP	(416)
EGP	(418)
BGP-4	(418)
高级路由功能	(421)
练习	(423)
本章小结	(425)
第七章 TCP/IP 应用程序原理	(429)
概述	(432)
第一节 Web 浏览器和服务 器	(438)
服务器等待客户机请求	(438)
客户机解析服务器 IP 地址	(438)
服务器 TCP 进程响应客户机的 TCP 进程	(447)
客户机确认服务器的 TCP 连接请求	(449)
服务器处理 Web 页请求	(453)