

协议分析

Protocol

(第7版)

Analysis

WB77.0

● (美) Kenneth D. Reed 著
● 孙坦 张学锋 杨琳 等译

7



THE UNIVERSITY OF CHINA PRESS

协议分析

傅国良

(第二版)

Analysis

THE UNIVERSITY OF CHINA PRESS

7

傅国良

THE UNIVERSITY OF CHINA PRESS

网络工程师教育丛书

协议分析

(第7版)

Protocol Analysis, WB77.0

(美) Kenneth D. Reed 著

孙坦 张学锋 杨琳 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7册,全面分析构成连网体系结构基础的各种协议。全书分为6章,其中第一章对网络协议进行概述,第二章分析局域网协议和广域网协议,第三、四、五章分别对网络层协议、运输层协议和高层协议进行分析,第六章讲述客户机/服务器信息传输。

本书是国家网络技术水平考试指定参考教材,适于网络技术人员和网络管理人员阅读,也可供高等院校相关专业的师生阅读和参考。

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: 01-2002-6468

图书在版编目(CIP)数据

协议分析:第7版/(美)里德(Reed, K. D.)著;孙坦,张学锋,杨琳译. —北京:电子工业出版社,2004. 1
(网络工程师教育丛书)

书名原文:Protocol Analysis, WB77 0

ISBN 7-5053-9397-9

I. 协… II. ①里 · ②孙 · ③张 · ④杨… 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(2003)第 108190 号

责任编辑:张来盛

印 刷 者:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

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:22.5 字数:488 千字

印 次:2004 年 1 月第 1 次印刷

印 数:6 000 册 定价:32.00 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。

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工作岗位需要的脱节。

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 7 册，全面分析构成连网体系结构基础的各种协议。参加本书翻译工作的主要有孙坦（第五、六章和附录）、张学锋（第三、四章）、杨琳（第一、二章）、孙红艳（词汇表）等，冯建华、危荣安、张艳参加了部分翻译工作。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

本课程讲述构成当今连网体系结构基础的各种进程和协议，重点介绍 TCP/IP 连网协议和应用程序，并在有关章节专门对 Novell IPX/NCP, NetBIOS/NetBEUI/SMB, NFS, Microsoft 客户机/服务器工作过程以及网络路由协议分别进行介绍。此外，还阐释了局域网 (LAN) 和广域网 (WAN) 中的常见帧格式，其中包括以太网第二版 (V2)、IEEE 802.3、子网访问协议 (SNAP)、点对点协议 (PPP)、帧中继协议和异步传送模式 (ATM) 等的帧格式。

本课程首先讨论一些重要的概念，如虚电路、网络分层和服务边界等。然后从局域网和广域网的不同角度，讨论物理网络寻址和逻辑网络寻址。读者还将了解帧、包 (分组) 和端口地址的功能，以及它们是如何将信息传送到用户应用程序的。最后介绍客户机/服务器信息传输，即 Web 浏览器与服务器的对话，从域名服务器 (DNS) 的查找到 Web 页面在网络上的传输。

先修课程

本课程的先修课程包括：《网络基础》(Introduction to Networking)，《局域网》(Introduction to Local Area Networks)，《广域网》(Introduction to Wide Area Networks)，《TCP/IP 基础》(Introduction to TCP/IP) 以及《网络互连设备》(Internetworking Devices)。

关键主题

- ▶ 网络寻址
- ▶ 协议分析仪工作过程
- ▶ 读取和解释协议跟踪记录 (Trace)
- ▶ 局域网协议和广域网协议
- ▶ TCP/IP 网络层协议和应用层协议、IP 路由协议
- ▶ 客户机/服务器工作过程
- ▶ Web 浏览器和服务器工作过程

课程目标

- ▶ 辨识当今网络中使用的大多数常见协议
- ▶ 分析数据链路层、网络层、运输层、会话层和应用层协议的报头和内容

- ▶ 描述客户机与服务器之间请求/应答信息的传输
- ▶ 了解帧、数据包和端口地址的功能
- ▶ 使用协议分析器分析和跟踪网络流量

教学特点

本课程各章均包括学习目标、小结、复习题和练习，它们具有综合学习工具的作用。学习目标反映学习相应章节后应完成的任务，各章小结强调必须掌握的关键概念，复习题和练习帮助读者对这些关键概念进行思考，为读者提供一个体验重要技术的机会。

关键术语

信息技术（IT）领域包括许多专业术语，它们对于在工作中建立工作语言是很重要的。书末词汇表（以字母顺序排列）提供了对本书所涉及的关键术语的定义。

补充材料

当用于高等院校教材或教师辅导书时，本课程还配有教师资源工具箱。这个基于在线的工具箱包括一本《教师指南》（其中有练习、小测验和课程测验的答案），以及按课程（Course）、章（Unit）和节（Lesson）编排的 Powerpoint 演示文稿。教师资源站点还包括示例课表、讨论主题、小测验、密码以及对课本和补充教材的即时更新。

WestNet 前沿管理工具提供了专门的基于 Windows 的在线考试软件，其在线课程考试搜索引擎可按课程、章和节搜索试题。学员可访问这些试题，并以随机的顺序提交，从而没有学员会访问到具有同一答案序号的同一试题。这个特点使得读者可以创建课前测验、练习测验和现场考试等的试题。

提高技术水平

21 世纪通信的发展，必须建立在增加的带宽和数字交换基础上。为此，WestNet 提出了数据/电话/IP 的教学方案，将这些技术进行集成，为学员提供一整套的通信技巧和知识。

为什么选择 WestNet

WestNet 可为全世界中学、学院和大学，以及公司、分销商和个体学员提供综合 IT 教育和证书的课程计划和课程表。这些课程计划为学员们提供了进一步学习专业知识和技能并获得实际经验所需的工具，而且具有厂商中立性，可帮助学员从事 IT 职业、获得第二学历和取得产业证书等。

WestNet 的课程计划目前已提供给美国 15 000 多个机构，且正在以 5 种语言提供给 10 多个国家。

国家网络技术水平考试 (NCNE) 介绍

国家网络技术水平考试 (NCNE) 是国家信息化工程师认证考试 (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 (NCIE) 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, 可获得信息产业部国家信息化工程师认证考试管理中心颁发的相应级别认证证书, 同时也可获得美国国家通信系统工程师协会 (NACSE) 颁发的相应证书。因此, NCNE 保证了时刻把握国际脉搏, 保持与世界先进水平同步, 确保我国 IT 职业教育水平处于国际领先水平。

NCNE 的发展目标为:

- ▶ 建立我国网络技术人才认证的国家标准;
- ▶ 建立国际水准的、具有中立性和厂商开放性的网络技术职业教育体系;
- ▶ 建立国内一流的网络技术人才职业发展体系;
- ▶ 建立一个高效率的、能够体现网络技术发展新趋势和知识系统完整性的终身学习服务机制;
- ▶ 以人才测评标准为核心, 在政府有关部门指导下, 与教育、培训、IT、人力资源等行业的主流机构进行开放性和创新性的合作, 建立一个有关网络技术人才从培养、认证、就业到终身学习的完整产业。

国家网络技术水平考试特点与优势在于:

1. 政府认可的专业认证

国家网络技术水平考试是由信息产业部推出的, 是目前我国惟一的涵盖网络专业不同层次的政府认证。国家网络技术水平考试的各级证书是政府承认的专业认证证书。

2. 内容中立的教学体系

NCNE 的培训内容具有很强的通用性, 无厂商倾向, 相比针对厂商技术的认证考试有更加广阔的发展空间。厂商中立, 有利于学员无偏好地掌握多家主流厂商的技术; 通过厂商中立培训课程的学员, 对任何信息技术厂商的产品都不存在惟一依赖性; 坚实的理论基础和宽泛的技术视野, 使学员能够轻松地在不同厂商的产品间进行技术切换, 实现跨平台操作。

3. 术领先的教育资源

NCNE 采用的教材是由美国著名的 IT 教育服务提供商和 NCIE 课程开发中心共同选

择、开发的。NCIE 课程开发中心由来自 NCIE-BOS 的技术专家、NACSE 专家、著名院校教育专家、网络工程专家和多年从事 Cisco、3Com、西门子、微软等厂商技术培训的讲师组成。该中心所开发的教材、课程和课件，内容先进，强调动手实践，技术通用且厂商中立性，教材和多媒体网络课件相得益彰，通过了国家信息化工程师认证考试工作指导委员会网络组专家们的评审认证。

4. 与理论并重的教学理念

信息技术脱离了实践操作将无从谈起。NCNE 的最大特点是强调操作性，在日常的培训中就十分重视动手能力，以提高学员独立解决问题的能力。认证考试分为知识水平考试和动手操作考试两部分，考核学员所掌握技能的实用性。与之相应的认证培训更将实践操作作为一个至关重要的内容，NCNE 培训涉及到从计算机网络布线到路由器、交换机等一系列网络设备的操作、配置和使用等各类操作实践。

5. 教学管理与质量控制

为了保证 NCNE 的培训质量，NCIE 课程开发中心与西门子公司紧密合作，为 NCNE 认证教师培训课程进行周密科学的设计。教师培训中既包括整体教学内容的通讲，又包括西门子德国教育专家亲自传授的职业教育教学法。通过近半个月的教师培训，每一位受训教师都将成为精通授课内容、擅长职业教育的合格认证教师。对于基础薄弱的教师，NCIE 课程开发中心将提供提高技术水平的强化培训服务。认证教师将把整体的教学内容、教学方法、教学理念带到 NCNE 认证教育培训的第一线，保证每位学员都能受到最实用、最地道的职业教育，成为具有实际动手能力的网络专业人才。

6. 双向认证，确保认证的国际性

NCNE 的各个认证等级与美国国家通信系统工程师协会（NACSE）的网络工程师认证等级一一对应，考试合格的学员可以同时拿到 NCIE-MC 和 NACSE 颁发的认证证书，有利于学员将来在国际范围内的深造、就业，保证了该认证的技术先进性和国际通用性。

7. 先进的学分制再认证体系

获得认证的学员将自动成为 NCNE 人才数据库的终身会员和美国国家通信系统工程师协会的成员，考试管理中心将根据会员申请利用远程教学手段向其提供再认证培训、技能测评服务，内容包括最新的技术资料、推荐书目和测试题等，以确保认证的时效性。

8. 关注职业发展的就业服务

NCNE 将建立获证学员的人才数据库，利用官方网站（<http://www.ncie.gov.cn>）和美国 NACSE 网站向各公司、机构推荐技术人才，并将和国内主要的 IT 企业携手推进获证学员的实习项目。在为信息技术人才提供优质职业发展服务的同时，也为我国信息化建设提供丰富的高质量人才。

目 录

第一章 网络协议	(1)
概述	(2)
第一节 无连接与面向连接的网络	(3)
包交换网络和电路交换网络	(3)
包交换网络和电路交换网络的特点	(5)
第二节 物理电路和虚电路	(6)
电路的类型	(6)
PVC 和 SVC	(8)
SVC 信息传输	(9)
第三节 协议、程序和进程	(11)
协议	(11)
程序与进程	(12)
协同进程的类型	(12)
对等进程	(12)
客户机/服务器进程	(13)
服务	(14)
第四节 协议分层的概念	(15)
单层/一体式程序	(15)
各协议层	(16)
分层与路由	(16)
协议栈	(17)
封装与解包	(17)
OSI 模型各层的主要功能	(18)
第五节 网络寻址	(20)
十六进制数表示	(20)
物理地址	(21)
逻辑地址	(22)
地址映射协议	(23)

第六节 局域网协议分析仪工作过程	(34)
分析仪概述	(34)
协议分析仪的特点	(35)
Ethereal 协议分析仪的操作	(39)
显示过滤器	(42)
本章小结	(45)
复习题与练习	(45)
小测验	(49)
第二章 局域网协议和广域网协议	(51)
概述	(52)
第一节 局域网协议——IEEE 802 系列	(53)
局域网协议	(53)
第二节 以太网第二版(V2)、802.3 和 802.1Q	(57)
以太网第二版(V2)	(57)
以太网 802.3	(58)
802.1Q 虚拟局域网(VLAN)帧	(59)
第三节 令牌环和 SNAP	(62)
令牌环帧格式	(62)
子网访问协议(SNAP)	(65)
第四节 HDLC 协议	(67)
第五节 SLIP 和 PPP	(71)
SLIP	(71)
CSLIP	(72)
点对点协议(PPP)	(73)
第六节 帧中继和 ATM	(77)
帧中继	(77)
异步传送模式(ATM)	(80)
本章小结	(83)
复习题和练习	(83)
小测验	(85)
第三章 网络层协议	(87)
概述	(88)
第一节 IBM SNA 路径控制协议和 NetBIOS	(89)

SNA 路径控制协议	(90)
NetBIOS 协议	(94)
NetBEUI	(96)
第二节 AppleTalk DDP	(98)
DDP 的作用	(98)
AppleTalk 协议	(99)
DDP 数据包格式	(100)
DDP 数据包细节	(101)
第三节 Banyan VINES	(103)
VIP	(103)
VINES 数据包细节	(105)
第四节 Xerox IDP 和 Novell IPX	(108)
XNS 协议与 OSI 模型	(108)
NetWare 协议	(109)
IPX 数据包细节	(111)
第五节 ISO CLNP	(113)
ISO 协议	(113)
CLNP 数据包格式	(114)
CLNP 数据包细节	(115)
第六节 DARPA IP	(117)
IP 协议	(117)
IP 数据包格式	(118)
IP 数据包细节	(120)
本章小结	(122)
复习题与练习	(122)
小测验	(133)
第四章 运输层协议	(135)
概述	(136)
第一节 SNA 传输控制协议	(137)
传输控制层	(137)
SNA 帧片段	(137)
第二节 AppleTalk 事务协议(ATP)	(140)
AppleTalk 运输层协议组	(140)

AppleTalk 帧片段	(141)
第三节 Banyan VIPC/VSPP	(143)
Banyan VINES 运输层	(143)
VINES 网络帧片段	(145)
第四节 Xerox SPP/Novell SPX	(147)
NetWare 运输层协议	(147)
NetWare 核心协议(NCP)	(148)
NCP 帧片段	(150)
第五节 ISO TP0 ~ TP4	(152)
ISO 运输层协议	(152)
ISO 运输层帧片段	(153)
第六节 DARPA TCP 和 UDP	(156)
TCP 与 UDP 运输层协议	(156)
TCP 运输层报头	(156)
TCP/IP 帧片段	(159)
本章小结	(161)
复习题与练习	(161)
小测验	(178)
第五章 高层协议	(179)
概述	(180)
第一节 IBM NetBIOS 服务器消息块(SMB)	(181)
SMB	(181)
SMB 跟踪记录片段	(182)
第二节 简单网络管理协议(SNMP)	(185)
SNMP 的命令和响应	(185)
SNMP 跟踪纪录片段	(186)
第三节 Telnet	(189)
远程终端访问	(189)
虚拟终端协议(VTP)	(191)
Telnet 概述	(191)
Telnet 网络虚拟终端	(193)
协商选项	(193)
默认网络虚拟终端	(194)

Telnet 数据传输	(194)
控制功能的传输	(195)
带外信令(Telnet 同步)	(196)
选项的协商	(197)
扩展的选项列表	(199)
第四节 文件传输协议(FTP)	(201)
FTP 概述	(201)
文件传输问题	(202)
文件传输示例	(205)
用户和服务进程	(206)
FTP 实现示例	(209)
第五节 简单邮件传输协议(SMTP)	(210)
SMTP 命令	(210)
SMTP 概述	(211)
SMTP 邮件进程	(211)
邮件地址	(212)
SMTP 邮件传输	(213)
本章小结	(216)
复习题和练习	(216)
小测验	(223)
第六章 客户机/服务器信息传输	(225)
概述	(226)
第一节 Web 浏览器和 Web 服务器概述	(227)
客户机设置	(227)
服务器设置	(230)
客户机请求	(232)
第二节 超文本传输协议(HTTP)	(233)
请求消息	(234)
请求头	(236)
第三节 统一资源定位器(URL)	(239)
绝对/相对 URL	(239)
HTML	(240)
第四节 Web 浏览器和 Web 服务器之间的信息流	(241)

服务器等待客户机请求	(241)
客户机解析服务器 IP 地址	(242)
客户机 TCP 进程向服务器的 TCP 进程发送连接请求	(247)
服务器 TCP 进程对客户机 TCP 进程的响应	(249)
客户机确认服务器 TCP 连接请求	(251)
客户机向 Web 服务器发送 HTTP 请求	(253)
服务器处理 Web 页面请求	(255)
第五节 Windows 98 客户机和 Windows NT 服务器	(260)
Windows NT 概述	(260)
Windows NT 和 OSI 模型	(262)
第六节 从 Windows 98 到 Windows NT 服务器的文件传输	(266)
Windows NT IPX(NWLINK)跟踪记录	(267)
本章小结	(294)
复习题和练习	(294)
小测验	(294)
附录 A 参考资源	(297)
附录 B 课程测验	(299)
词汇表	(303)