

异步图书  
www.epubit.com

Pearson

# UNIX

## 网络编程

### 卷 1: 套接字联网 API

第 3 版

[美] W. 理查德·史蒂文斯 (W. Richard Stevens)  
比尔·芬纳 (Bill Fenner) 著  
安德鲁·M. 鲁道夫 (Andrew M. Rudoff)

Unix Network Programming, Volume 1: The Sockets Networking API  
Third Edition

中国工信出版集团

人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

# UNIX

## 网络编程

### 卷 1: 套接字联网 API

第3版

W. 理查德·史蒂文斯 (W. Richard Stevens)  
[美] 比尔·芬纳 (Bill Fenner) 著  
安德鲁·M. 鲁道夫 (Andrew M. Rudoff)



## 图书在版编目(CIP)数据

UNIX网络编程. 卷1, 套接字联网API: 第3版 =  
UNIX Network Programming, Volume 1: The Sockets  
Networking API, Third Edition / (美) W. 理查德·史  
蒂文斯 (W. Richard Stevens), (美) 比尔·芬纳  
(Bill Fenner), (美) 安德鲁·M. 鲁道夫  
(Andrew M. Rudoff) 著. — 3版. — 北京: 人民邮电出  
版社, 2019.10  
ISBN 978-7-115-51779-1

I. ①U… II. ①W… ②比… ③安… III. ①UNIX操作  
系统—程序设计—英文 IV. ①TP316.81

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第172803号

## 内容提要

本书是 UNIX 网络编程的经典之作。书中全面深入地介绍了如何使用套接字 API 进行网络编程。全书不但介绍了基本编程内容,还涵盖了与套接字编程相关的高级主题,对于客户/服务器程序的各种设计方法也作了完整的探讨,最后还深入分析了流这种设备驱动机制。

本书内容详尽且具权威性,几乎每章都提供精选的习题,并提供了部分习题的答案,是网络研究和开发人员理想的参考书。

- 
- ◆ 著 [美] W. 理查德·史蒂文斯 (W. Richard Stevens)  
[美] 比尔·芬纳 (Bill Fenner)  
[美] 安德鲁·M. 鲁道夫 (Andrew M. Rudoff)

责任编辑 杨海玲

责任印制 焦志炜

- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京市艺辉印刷有限公司印刷

- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 51.5  
字数: 1 363 千字 2019 年 10 月第 3 版  
印数: 1—4 000 册 2019 年 10 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2009-5715 号

---

定价: 169.00 元

读者服务热线: (010) 81055410 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

---

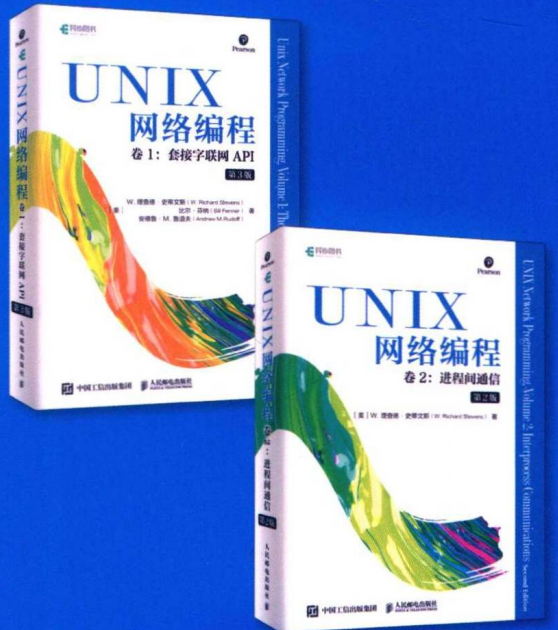
## 作者简介

**W. 理查德·史蒂文斯** (W. Richard Stevens)  
(1951—1999) 国际知名的 UNIX 和网络专家，备受赞誉的技术作家。生前著有《TCP/IP 详解》(三卷)、《UNIX 环境高级编程》和《UNIX 网络编程》(两卷)，均为不朽的经典著作。

**比尔·芬纳** (Bill Fenner) AT&T 实验室主任研究员，专攻 IP 多播、网络管理和测量，他是 IETF 路由的领域主管之一，是 RFC 标准文档的批准人。

**安德鲁·M. 鲁道夫** (Andrew M. Rudoff) Sun 公司资深软件工程师，专攻网络、操作系统内核、文件系统和高可用性软件体系结构。

## 相关阅读



# 版 权 声 明

Authorized translation from the English language edition, entitled UNIX NETWORK PROGRAMMING, VOLUME 1: THE SOCKETS NETWORKING API, 3rd Edition, ISBN: 0131411551 by STEVENS, W. RICHARD; FENNER, BILL; RUDOFF, ANDREW M., published by Pearson Education, Inc, Copyright © 2004 by Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by POSTS & TELECOM PRESS, Copyright © 2019.

本书中文简体字版由 Pearson Education Inc 授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

本书封面贴有 Pearson Education（培生教育出版集团）激光防伪标签，无标签者不得销售。  
版权所有，侵权必究。

# 序

本书的第1版于1990年问世，并迅速成为程序员学习网络编程的权威参考书。时至今日，计算机网络技术已发生了翻天覆地的变化，只要看看第1版给出的用于征集反馈意见的地址（uunet!hsi!netbook）就一目了然了。（有多少读者能看出这是20世纪80年代很流行的UUCP拨号网络的地址？）

现在UUCP网络已经很罕见了，而无线网络等新技术则变得无处不在！在这种背景下，新的网络协议和编程范型业已开发出来，但程序员却苦于找不到一本好的参考书来学习这些复杂的新技术。

这本书填补了这一空白。拥有本书旧版的读者一定想要一个新的版本来学习新的编程方法，了解IPv6等下一代协议方面的新内容。所有人都非常期待本书，因为它完美地结合了实践经验、历史视角以及在本领域浸淫多年才能获得的透彻理解。

阅读本书是一种享受，我收获颇丰。相信大家定会有同感。

Sam Leffler

# 前 言

---

## 概述

---

本书面向的读者是那些希望自己编写的程序能使用称为套接字（socket）的API进行彼此通信的人。有些读者可能已经非常熟悉套接字了，因为这个模型几乎已经成了网络编程的同义词，但有些读者可能仍需要从头开始学习。本书想达到的目标是向大家提供网络编程指导。这些内容不仅适用于专业人士，也适用于初学者；不仅适用于维护已有代码，也适用于开发新的网络应用程序；此外，还适用于那些只是想了解一下自己系统中网络组件的工作原理的人。

书中的所有示例都是在Unix系统上测试通过的真实的、可运行的代码。但是，考虑到许多非Unix的操作系统也支持套接字API，因而我们选取的示例与所讲述的一般性概念，在很大程度上是与操作系统无关的。几乎每种操作系统都提供了大量的网络应用程序，如网页浏览器、电子邮件客户端、文件共享服务器等。我们按常规的划分方法把这些应用程序分为客户程序和服务器程序，并在书中多次编写了相应的小型示例。

面向Unix介绍网络编程自然免不了要介绍Unix本身和TCP/IP的相关背景知识。需要更详尽的背景知识时，我们会指引读者查阅其他书籍。本书中经常提到以下4本书，我们将其简记如下。

- APUE: *Advanced Programming in the UNIX Environment* [Stevens 1992]。
- TCPv1: *TCP/IP Illustrated, Volume 1* [Stevens 1994]。
- TCPv2: *TCP/IP Illustrated, Volume 2* [Wright and Stevens 1995]。
- TCPv3: *TCP/IP Illustrated, Volume 3* [Stevens 1996]。

其中TCPv2包含了与本书内容密切相关的细节，它描述并给出了套接字API中网络编程函数（socket、bind、connect等）的真实4.4BSD实现。如果已经理解某个特性的实现，那么在应用程序中使用该特性就更有意义了。

---

## 与第2版的区别

---

从20世纪80年代开始，套接字就差不多是现在这个样子了。时至今日，套接字仍然是网络API的首选，其最初的设计的确值得称道。因此，当读者发现我们对出版于1998年的第2版又做了不少改动时，可能会觉得惊讶。本书中所做的改动归纳如下。

- 新版本包含了IPv6的最新信息。在第2版出版时，IPv6尚处于草案阶段，这些年来已经有所发展。
- 更新了全部函数和示例的描述，以反映最新的POSIX规范（POSIX 1003.1-2001），即*Single Unix Specification Version 3*。
- 删去了X/Open传输接口（XTI）的内容。这个API已经不常用了，连最新的POSIX规范也不再提到。



- 删去了事务TCP协议（T/TCP）的内容。
- 新增了三章用于描述一种相对较新的传输协议——SCTP。这个可靠的面向消息的协议能够在两个端点之间提供多个流，并为多归属技术提供传输层支持。该协议最初是为了在因特网上传输电话信号而设计的，但它的一些特性可以用于许多应用。
- 新增一章描述密钥管理套接字，该套接字可用于网际协议安全（IPsec）和其他网络安全服务。
- 第2版中使用的机器及Unix变体都按最新版本更新，示例也根据机器的特性做了修改。许多情况下，修改示例是因为操作系统厂商修正了程序缺陷或者新增了特性。但读者可以想见，新的缺陷总能不时地被发现。本书中用于测试示例的机器如下：
  - 运行MacOS/X 10.2.6的Apple Power PC；
  - 运行HP-UX 11i 的HP PA-RISC；
  - 运行AIX 5.1的IBM Power PC；
  - 运行FreeBSD 4.8的Intel x86；
  - 运行Linux 2.4.7的Intel x86；
  - 运行FreeBSD 5.1的Sun SPARC；
  - 运行Solaris 9的Sun SPARC。

这些机器的具体用法见图1-16。

本系列的第2卷（《UNIX网络编程 卷2：进程间通信》）基于本卷的内容进一步讨论了消息传递、同步、共享内存及远程过程调用。

---

## 如何使用本书

---

本书既可以作为网络编程的教程，也可以作为有经验的程序员的参考书。用作网络编程的教程或入门级教材时，重点应放在第二部分（第3章至第11章），然后可以看看其他感兴趣的主题。第二部分包含了TCP和UDP的基本套接字函数，以及SCTP、I/O多路复用、套接字选项和基本名字与地址的转换。所有读者都应该阅读第1章，尤其是1.4节，介绍了一些贯穿全书的包裹函数。读者可以根据自身的知识背景，选读第2章，或许还有附录A。第三部分的多数章节可以彼此独立地进行阅读。

为了方便读者把本书作为参考书，本书提供了完整的全文索引，并在最后几页总结了每个函数和结构的详细描述在正文中的哪里可以找到。为了给不按顺序阅读本书的读者提供方便，我们在全书中为相关主题提供了大量的交叉引用。

---

## 源代码与勘误

---

书中所有示例的源代码可以从[www.unpbook.com](http://www.unpbook.com)获得<sup>①</sup>。学习网络编程的最好方法就是下载这些程序，对其进行修改和改进。只有这样实际编写代码才能深入理解有关概念和方法。每章末尾提供了大量的习题，大部分在附录E中给出答案。

本书的最新勘误表也可以在上述网站获取。

---

<sup>①</sup> 书中所有示例的源代码也可以从图灵网站（[www.turingbook.com](http://www.turingbook.com)）本书网页免费注册下载。——编者注

## 致谢

本书第1版和第2版由W. Richard Stevens独立撰写，他不幸于1999年9月1日去世。Richard的著作体现了非常高的水准，被公认为是精练、翔实且极具可读性的艺术作品。在撰写这一修订版的过程中，我们力图保持Richard之前版本的高质量 and 全面性，这方面的任何不足都完全是新作者的过错。

任何作者的著作离不开家人与朋友的支持。Bill Fenner在此感谢爱妻Peggy（沙滩1/4英里赛冠军）与好友Christopher Boyd在本书撰写过程中承担了全部的家务，还要感谢朋友Jerry Winner，他的激励是无价的。同样地，Andrew Rudoff要特别感谢他的妻子Ellen和两个女儿Jo、Katie自始至终的理解与鼓励。没有你们的支持，我们不可能完成本书。

思科公司的Randall Stewart提供了许多SCTP的材料，非常感谢他的巨大贡献。如果缺少了他的工作，本书就不能涵盖这一新颖而有趣的主题。

本书的审稿人给出了宝贵的反馈意见。他们发现了一些错误，指出了一些需要更多解释的地方，并对文字和代码示例提出了一些改进建议。作者在这里对如下审稿人表示感谢：James Carlson、Wu-Chang Feng、Rick Jones、Brian Kernighan、Sam Leffler、John McCann、Craig Metz、Ian Lance Taylor、David Schwartz和Gary Wright。

许多个人及其单位为本书中一些示例的测试提供了帮助，他们义务向我们出借系统、软件或为我们提供系统访问权限。

- IBM奥斯汀实验室的Jessie Haug提供了AIX系统和编译器。
- 惠普公司的Rick Jones和William Gilliam为我们提供了运行HP-UX的多个系统的访问权限。

与Addison Wesley出版社的员工合作非常愉快，他们是Noreen Regina、Kathleen Caren、Dan DePasquale和Anthony Gemellaro。要特别感谢本书的编辑Mary Franz。

为了延续Rich Stevens的风格（不过该风格与流行的风格相反），我们用James Clark编写的优秀的Groff包为本书排版，用gpic程序绘制插图（其中用到了许多由Gary Wright编写的宏），用gtbl程序生成了表格，我们为全书添加了索引，并设计了最终的版式。录入源代码时用到了Dave Hanson的loom程序和Gary Wright写的一些脚本。在生成最终索引的过程中，还用到了Jon Bentley与Brian Kernighan编写的一组awk脚本。

欢迎读者以电子邮件的方式反馈意见、提出建议或订正错误。

Bill Fenner  
加利福尼亚州伍德赛德市  
Andrew M. Rudoff  
科罗拉多州博尔德市  
2003年10月  
authors@unpbook.com  
<http://www.unpbook.com>

# 资源与支持

本书由异步社区出品，社区 (<https://www.epubit.com/>) 为您提供后续服务。

## 配套资源

本书提供源代码下载，要获得源代码，请在异步社区本书页面中点击 **配套资源**，跳转到下载界面，按提示进行操作即可。注意：为保证购书读者的权益，该操作会给出相关提示，要求输入提取码进行验证。

## 提交勘误

作者和编辑尽最大努力来确保书中内容的准确性，但难免会存在疏漏。欢迎您将发现的问题反馈给我们，帮助我们提升图书的质量。

当您发现错误时，请登录异步社区，按书名搜索，进入本书页面，单击“提交勘误”，输入勘误信息，单击“提交”按钮即可（见下图）。本书的作者和编辑会对您提交的勘误进行审核，确认并接受后，您将获赠异步社区的100积分。积分可用于在异步社区兑换优惠券、样书或奖品。

The screenshot shows a web form for submitting勘误 (勘误). At the top, there are three tabs: '详细信息' (Detailed Information), '写书评' (Write a Review), and '提交勘误' (Submit勘误), with the latter being the active tab. Below the tabs, there are three input fields: '页码:' (Page Number), '页内位置 (行数):' (Page Position (Line Number)), and '勘误印次:' (勘误次数). Below these fields is a rich text editor with a toolbar containing icons for bold (B), italic (I), underline (U), bulleted list, numbered list, link, and unlink. A large text area is provided for entering the勘误 details. In the bottom right corner of the form, there is a '字数统计' (Character Count) label and a '提交' (Submit) button.

---

## 扫码关注本书

---

扫描下方二维码，您将会在异步社区微信服务号中看到本书信息及相关的服务提示。



---

## 与我们联系

---

我们的联系邮箱是[contact@epubit.com.cn](mailto:contact@epubit.com.cn)。

如果您对本书有任何疑问或建议，请您发邮件给我们，请在邮件标题中注明本书书名，以便我们更高效地做出反馈。

如果您有兴趣出版图书、录制教学视频，或者参与图书翻译、技术审校等工作，可以发邮件给我们；有意出版图书的作者也可以到异步社区在线提交投稿（直接访问[www.epubit.com/selfpublish/submission](http://www.epubit.com/selfpublish/submission)即可）。

如果您来自学校、培训机构或企业，想批量购买本书或异步社区出版的其他图书，也可以发邮件给我们。

如果您在网上发现有针对异步社区出品图书的各种形式的盗版行为，包括对图书全部或部分内容的非授权传播，请您将怀疑有侵权行为的链接发邮件给我们。您的这一举动是对作者权益的保护，也是我们持续为您提供有价值的内容的动力之源。

---

## 关于异步社区和异步图书

---

“异步社区”是人民邮电出版社旗下IT专业图书社区，致力于出版精品IT技术图书和相关学习产品，为作译者提供优质出版服务。异步社区创办于2015年8月，提供大量精品IT技术图书和电子书，以及高品质技术文章和视频课程。更多详情请访问异步社区官网<https://www.epubit.com>。

“异步图书”是由异步社区编辑团队策划出版的精品IT专业图书的品牌，依托于人民邮电出版社近30年的计算机图书出版积累和专业编辑团队，相关图书在封面上印有异步图书的LOGO。异步图书的出版领域包括软件开发、大数据、AI、测试、前端、网络技术等。



异步社区



微信服务号

# 目 录

## 第一部分 简介和TCP/IP

第 1 章 简介	2
1.1 概述	2
1.2 一个简单的时间获取客户程序	5
1.3 协议无关性	9
1.4 错误处理：包裹函数	10
1.5 一个简单的时间获取服务器程序	12
1.6 本书中客户/服务器程序示例索引表	14
1.7 OSI模型	16
1.8 BSD网络支持历史	17
1.9 测试用网络及主机	19
1.10 Unix标准	22
1.11 64位体系结构	24
1.12 小结	25
习题	25
第 2 章 传输层：TCP、UDP 和 SCTP	27
2.1 概述	27
2.2 总图	27
2.3 用户数据报协议（UDP）	29
2.4 传输控制协议（TCP）	30
2.5 流控制传输协议（SCTP）	31
2.6 TCP连接的建立和终止	31
2.7 TIME_WAIT状态	37
2.8 SCTP关联的建立和终止	38
2.9 端口号	42
2.10 TCP端口号与并发服务器	43
2.11 缓冲区大小及限制	45
2.12 标准因特网服务	50
2.13 常见因特网应用的协议使用	51
2.14 小结	52
习题	53

## 第二部分 基本套接字编程

第 3 章 套接字编程简介	56
3.1 概述	56
3.2 套接字地址结构	56
3.3 值-结果参数	61
3.4 字节排序函数	63
3.5 字节操纵函数	66
3.6 inet_aton、inet_addr和inet_ntoa 函数	67
3.7 inet_pton和inet_ntop函数	68
3.8 sock_ntop和相关函数	70
3.9 readn、writen和readline函数	72
3.10 小结	76
习题	76
第 4 章 基本 TCP 套接字编程	77
4.1 概述	77
4.2 socket函数	77
4.3 connect函数	80
4.4 bind函数	81
4.5 listen函数	84
4.6 accept函数	88
4.7 fork和exec函数	90
4.8 并发服务器	91
4.9 close函数	93
4.10 getsockname和getpeername函数	94
4.11 小结	96
习题	96
第 5 章 TCP 客户/服务器程序示例	97
5.1 概述	97
5.2 TCP回射服务器程序：main函数	97
5.3 TCP回射服务器程序：str_echo函数	98
5.4 TCP回射客户程序：main函数	99

5.5 TCP回射客户程序: str_cli函数	100
5.6 正常启动	101
5.7 正常终止	102
5.8 POSIX信号处理	103
5.9 处理SIGCHLD信号	106
5.10 wait和waitpid函数	108
5.11 accept返回前连接中止	111
5.12 服务器进程终止	112
5.13 SIGPIPE信号	113
5.14 服务器主机崩溃	114
5.15 服务器主机崩溃后重启	115
5.16 服务器主机关机	116
5.17 TCP程序例子小结	116
5.18 数据格式	117
5.19 小结	120
习题	120
<b>第6章 I/O复用: select 和poll 函数</b>	<b>122</b>
6.1 概述	122
6.2 I/O模型	122
6.3 select函数	127
6.4 str_cli函数(修订版)	132
6.5 批量输入	133
6.6 shutdown函数	136
6.7 str_cli函数(再修订版)	137
6.8 TCP回射服务器程序(修订版)	138
6.9 pselect函数	142
6.10 poll函数	144
6.11 TCP回射服务器程序(再修订版)	146
6.12 小结	148
习题	149
<b>第7章 套接字选项</b>	<b>150</b>
7.1 概述	150
7.2 getsockopt和setsockopt函数	150
7.3 检查选项是否受支持并获取默认值	152
7.4 套接字状态	156
7.5 通用套接字选项	156
7.6 IPv4套接字选项	168
7.7 ICMPv6套接字选项	169
7.8 IPv6套接字选项	169
7.9 TCP套接字选项	171
7.10 SCTP套接字选项	173
7.11 fcntl函数	182
7.12 小结	184
习题	184
<b>第8章 基本UDP套接字编程</b>	<b>186</b>
8.1 概述	186
8.2 recvfrom和sendto函数	187
8.3 UDP回射服务器程序: main函数	187
8.4 UDP回射服务器程序: dg_echo函数	188
8.5 UDP回射客户程序: main函数	190
8.6 UDP回射客户程序: dg_cli函数	190
8.7 数据报的丢失	191
8.8 验证接收到的响应	191
8.9 服务器进程未运行	193
8.10 UDP程序例子小结	194
8.11 UDP的connect函数	196
8.12 dg_cli函数(修订版)	199
8.13 UDP缺乏流量控制	200
8.14 UDP中的外出接口的确定	203
8.15 使用select函数的TCP和UDP回射服务器程序	204
8.16 小结	206
习题	207
<b>第9章 基本SCTP套接字编程</b>	<b>208</b>
9.1 概述	208
9.2 接口模型	208
9.3 sctp_bindx函数	212
9.4 sctp_connectx函数	213
9.5 sctp_getpaddrs函数	213
9.6 sctp_freepaddrs函数	213
9.7 sctp_getladdrs函数	214
9.8 sctp_freeladdrs函数	214
9.9 sctp_sendmsg函数	214
9.10 sctp_recvmmsg函数	215
9.11 sctp_opt_info函数	215
9.12 sctp_peeloff函数	216
9.13 shutdown函数	216
9.14 通知	217
9.15 小结	221

习题 .....	222		
<b>第 10 章 SCTP 客户/服务器程序例子</b> .....	223	<b>第三部分 高级套接字编程</b>	
10.1 概述 .....	223	<b>第 12 章 IPv4 与 IPv6 的互操作性</b> .....	278
10.2 SCTP一到多式流分回射服务器程序: main函数 .....	223	12.1 概述 .....	278
10.3 SCTP一到多式流分回射客户程序: main函数 .....	225	12.2 IPv4客户与IPv6服务器 .....	278
10.4 SCTP流分回射客户程序: sctpstr_cli函数 .....	226	12.3 IPv6客户与IPv4服务器 .....	281
10.5 探究头端阻塞 .....	228	12.4 IPv6地址测试宏 .....	283
10.6 控制流的数目 .....	233	12.5 源代码可移植性 .....	284
10.7 控制终结 .....	233	12.6 小结 .....	284
10.8 小结 .....	234	习题 .....	285
习题 .....	235	<b>第 13 章 守护进程和 inetd 超级服务器</b> .....	286
<b>第 11 章 名字与地址转换</b> .....	236	13.1 概述 .....	286
11.1 概述 .....	236	13.2 syslogd守护进程 .....	286
11.2 域名系统 .....	236	13.3 syslog函数 .....	287
11.3 gethostbyname函数 .....	239	13.4 daemon_init函数 .....	289
11.4 gethostbyaddr函数 .....	242	13.5 inetd守护进程 .....	293
11.5 getservbyname和getservbyport 函数 .....	242	13.6 daemon_inetd函数 .....	297
11.6 getaddrinfo函数 .....	245	13.7 小结 .....	299
11.7 gai_strerror函数 .....	250	习题 .....	299
11.8 freeaddrinfo函数 .....	251	<b>第 14 章 高级 I/O 函数</b> .....	300
11.9 getaddrinfo函数: IPv6 .....	251	14.1 概述 .....	300
11.10 getaddrinfo函数: 例子 .....	253	14.2 套接字超时 .....	300
11.11 host_serv函数 .....	254	14.3 recv和send函数 .....	305
11.12 tcp_connect函数 .....	254	14.4 readv和writev函数 .....	306
11.13 tcp_listen函数 .....	257	14.5 recvmmsg和sendmsg函数 .....	307
11.14 udp_client函数 .....	261	14.6 辅助数据 .....	310
11.15 udp_connect函数 .....	263	14.7 排队的数量 .....	313
11.16 udp_server函数 .....	264	14.8 套接字和标准I/O .....	313
11.17 getnameinfo函数 .....	266	14.9 高级轮询技术 .....	316
11.18 可重入函数 .....	267	14.10 T/TCP: 事务目的TCP .....	320
11.19 gethostbyname_r和 gethostbyaddr_r函数 .....	270	14.11 小结 .....	322
11.20 作废的IPv6地址解析函数 .....	271	习题 .....	323
11.21 其他网络相关信息 .....	272	<b>第 15 章 Unix 域协议</b> .....	324
11.22 小结 .....	273	15.1 概述 .....	324
习题 .....	274	15.2 Unix域套接字地址结构 .....	324
		15.3 socketpair函数 .....	326
		15.4 套接字函数 .....	327
		15.5 Unix域字节流客户/服务器程序 .....	327
		15.6 Unix域数据报客户/服务器程序 .....	329

15.7 描述符传递 .....	330	19.3 倾泻安全关联数据库 .....	404
15.8 接收发送者的凭证 .....	337	19.4 创建静态安全关联 .....	407
15.9 小结 .....	340	19.5 动态维护安全关联 .....	412
习题 .....	340	19.6 小结 .....	415
<b>第 16 章 非阻塞式 I/O</b> .....	<b>341</b>	习题 .....	416
16.1 概述 .....	341	<b>第 20 章 广播</b> .....	<b>417</b>
16.2 非阻塞读和写: <code>str_cli</code> 函数 (修订版) .....	342	20.1 概述 .....	417
16.3 非阻塞 <code>connect</code> .....	351	20.2 广播地址 .....	418
16.4 非阻塞 <code>connect</code> : 时间获取客户 程序 .....	352	20.3 单播和广播的比较 .....	419
16.5 非阻塞 <code>connect</code> : Web 客户程序 .....	354	20.4 使用广播的 <code>dg_cli</code> 函数 .....	422
16.6 非阻塞 <code>accept</code> .....	362	20.5 竞争状态 .....	424
16.7 小结 .....	363	20.6 小结 .....	431
习题 .....	363	习题 .....	432
<b>第 17 章 <code>ioctl</code> 操作</b> .....	<b>365</b>	<b>第 21 章 多播</b> .....	<b>433</b>
17.1 概述 .....	365	21.1 概述 .....	433
17.2 <code>ioctl</code> 函数 .....	365	21.2 多播地址 .....	433
17.3 套接字操作 .....	366	21.3 局域网上多播和广播的比较 .....	436
17.4 文件操作 .....	367	21.4 广域网上的多播 .....	438
17.5 接口配置 .....	367	21.5 源特定多播 .....	440
17.6 <code>get_ifi_info</code> 函数 .....	369	21.6 多播套接字选项 .....	441
17.7 接口操作 .....	378	21.7 <code>mcast_join</code> 和相关函数 .....	445
17.8 ARP 高速缓存操作 .....	378	21.8 使用多播的 <code>dg_cli</code> 函数 .....	450
17.9 路由表操作 .....	380	21.9 接收 IP 多播基础设施会话声明 .....	451
17.10 小结 .....	381	21.10 发送和接收 .....	454
习题 .....	381	21.11 SNTP: 简单网络时间协议 .....	457
<b>第 18 章 路由套接字</b> .....	<b>382</b>	21.12 小结 .....	461
18.1 概述 .....	382	习题 .....	461
18.2 数据链路套接字地址结构 .....	382	<b>第 22 章 高级 UDP 套接字编程</b> .....	<b>462</b>
18.3 读和写 .....	383	22.1 概述 .....	462
18.4 <code>sysctl</code> 操作 .....	390	22.2 接收标志、目的 IP 地址和接口索引 .....	462
18.5 <code>get_ifi_info</code> 函数 .....	394	22.3 数据报截断 .....	467
18.6 接口名字和索引函数 .....	397	22.4 何时用 UDP 代替 TCP .....	467
18.7 小结 .....	401	22.5 给 UDP 应用增加可靠性 .....	469
习题 .....	401	22.6 捆绑接口地址 .....	478
<b>第 19 章 密钥管理套接字</b> .....	<b>402</b>	22.7 并发 UDP 服务器 .....	482
19.1 概述 .....	402	22.8 IPv6 分组信息 .....	483
19.2 读和写 .....	403	22.9 IPv6 路径 MTU 控制 .....	486
		22.10 小结 .....	487
		习题 .....	488



<b>第 23 章 高级 SCTP 套接字编程</b> .....489	26.10 小结.....560
23.1 概述.....489	习题.....560
23.2 自动关闭的一到多式服务器程序.....489	<b>第 27 章 IP 选项</b> .....561
23.3 部分递送.....490	27.1 概述.....561
23.4 通知.....492	27.2 IPv4选项.....561
23.5 无序的数据.....495	27.3 IPv4源路径选项.....562
23.6 捆绑地址子集.....496	27.4 IPv6扩展首部.....569
23.7 确定对端和本端地址信息.....497	27.5 IPv6步跳选项和目的地选项.....569
23.8 给定IP地址找出关联ID.....500	27.6 IPv6路由首部.....573
23.9 心搏和地址不可达.....501	27.7 IPv6粘附选项.....577
23.10 关联剥离.....502	27.8 历史性IPv6高级API.....578
23.11 定时控制.....503	27.9 小结.....579
23.12 何时改用SCTP代替TCP.....505	习题.....579
23.13 小结.....506	<b>第 28 章 原始套接字</b> .....580
习题.....506	28.1 概述.....580
<b>第 24 章 带外数据</b> .....507	28.2 原始套接字创建.....580
24.1 概述.....507	28.3 原始套接字输出.....581
24.2 TCP带外数据.....507	28.4 原始套接字输入.....582
24.3 socketmark函数.....513	28.5 ping程序.....584
24.4 TCP带外数据小结.....519	28.6 traceroute程序.....596
24.5 客户/服务器心搏函数.....520	28.7 一个ICMP消息守护程序.....608
24.6 小结.....524	28.8 小结.....622
习题.....524	习题.....622
<b>第 25 章 信号驱动式 I/O</b> .....525	<b>第 29 章 数据链路访问</b> .....623
25.1 概述.....525	29.1 概述.....623
25.2 套接字的信号驱动式I/O.....525	29.2 BPF: BSD分组过滤器.....623
25.3 使用SIGIO的UDP回射服务器程序.....527	29.3 DLPI: 数据链路提供者接口.....625
25.4 小结.....532	29.4 Linux: SOCK_PACKET和 PF_PACKET.....626
习题.....533	29.5 libpcap: 分组捕获函数库.....627
<b>第 26 章 线程</b> .....534	29.6 libnet: 分组构造与输出函数库.....627
26.1 概述.....534	29.7 检查UDP的校验和字段.....628
26.2 基本线程函数: 创建和终止.....535	29.8 小结.....645
26.3 使用线程的str_cli函数.....537	习题.....645
26.4 使用线程的TCP回射服务器程序.....538	<b>第 30 章 客户/服务器程序设计范式</b> .....646
26.5 线程特定数据.....542	30.1 概述.....646
26.6 Web客户与同时连接.....549	30.2 TCP客户程序设计范式.....648
26.7 互斥锁.....552	30.3 TCP测试用客户程序.....649
26.8 条件变量.....555	30.4 TCP迭代服务器程序.....650
26.9 Web客户与同时连接(续).....558	