

计 算 机 科 学 丛 书



UNIX教程

(美) Syed Mansoor Sarwar Robert Koretsky Syed Aqeel Sarwar 著
金恩华 邱敏 夏科军 刘峻 韩晓峰 译 徐良贤 审校

UNIX: THE TEXTBOOK



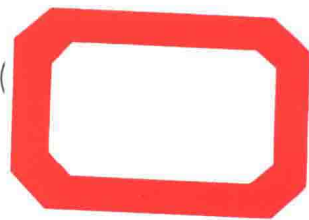
SARWAR | KORETSKY | SARWAR

UNIX
The Textbook



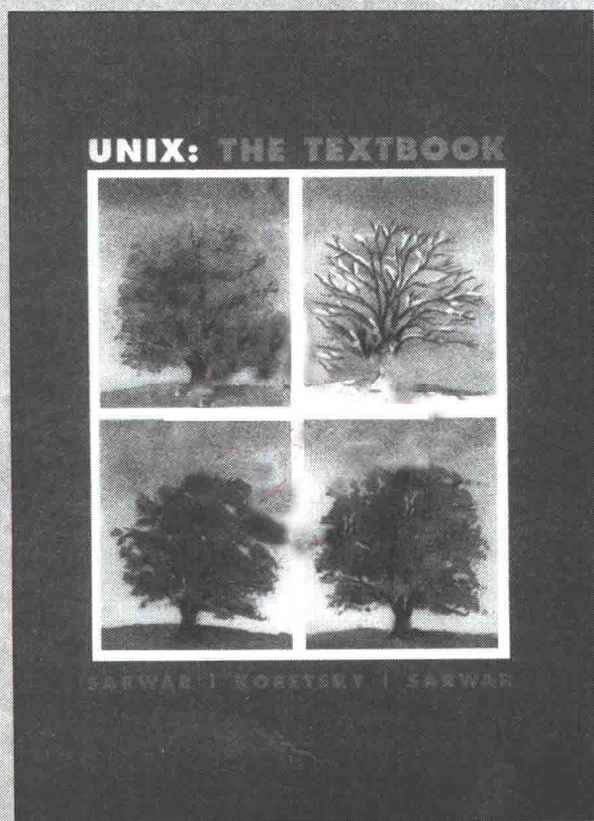
机械工业出版社
China Machine Press

计 算 机 科 学 丛



UNIX教程

(美) Syed Mansoor Sarwar Robert Koretsky Syed Aqeel Sarwar 著
金恩华 邱敏 夏科军 刘峻 韩晓峰 译 徐良贤 审校



UNIX
The Textbook



机械工业出版社
China Machine Press

本书是一本很好的UNIX基础教材。作者深入浅出地剖析了UNIX操作系统的各个方面，系统地向读者介绍了UNIX的用户接口，介绍了系统内部的工作情况等。本书从UNIX系统最基本的操作开始，依次阐述了 UNIX shell操作、文本文件编辑、收发电子邮件、UNIX文件与文件系统的操作、输入输出管理、进程管理、网络管理以及常用shell的编程等。书后的附录详尽介绍了UNIX的终端命令及命令参数和选项，精心设计的章内练习和章末问题有助于读者及时巩固新的命令、原语和概念。本书适合作计算机专业本科生教材。

Simplified Chinese edition copyright © 2003 by Pearson Education North Asia Limited and China Machine Press.

Original English language title: *UNIX: The Textbook*, 1e, by Sarwar, et al, Copyright 2001.

All rights reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley Longman, Inc.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

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。

本书版权登记号：图字：01-2002-2190

图书在版编目（CIP）数据

UNIX教程 / (美) 萨瓦 (Sarwar, S.M.) 等著；金恩华等译. -北京：机械工业出版社，2003.5

(计算机科学丛书)

书名原文：UNIX: The Textbook

ISBN 7-111-11906-1

I. U … II. ① 萨… ② 金… III. UNIX操作系统 IV. TP316.81

中国版本图书馆CIP数据核字（2003）第024655号

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037）

责任编辑：刘立卿

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003年6月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·32.75印张

印数：0 001- 5000册

定价：45.00元

凡购本书，如有倒页、脱页、缺页，由本社发行部调换

出版者的话

文艺复兴以降，源远流长的科学精神和逐步形成的学术规范，使西方国家在自然科学的各个领域取得了垄断性的优势；也正是这样的传统，使美国在信息技术发展的六十多年间名家辈出、独领风骚。在商业化的进程中，美国的产业界与教育界越来越紧密地结合，计算机学科中的许多泰山北斗同时身处科研和教学的最前线，由此而产生的经典科学著作，不仅擘划了研究的范畴，还揭橥了学术的源变，既遵循学术规范，又自有学者个性，其价值并不会因年月的流逝而减退。

近年，在全球信息化大潮的推动下，我国的计算机产业发展迅猛，对专业人才的需求日益迫切。这对计算机教育界和出版界都既是机遇，也是挑战；而专业教材的建设在教育战略上显得举足轻重。在我国信息技术发展时间较短、从业人员较少的现状下，美国等发达国家在其计算机科学发展的几十年间积淀的经典教材仍有许多值得借鉴之处。因此，引进一批国外优秀计算机教材将对我国计算机教育事业的发展起积极的推动作用，也是与世界接轨、建设真正的世界一流大学的必由之路。

机械工业出版社华章图文信息有限公司较早意识到“出版要为教育服务”。自1998年开始，华章公司就将工作重点放在了遴选、移译国外优秀教材上。经过几年的不懈努力，我们与Prentice Hall, Addison-Wesley, McGraw-Hill, Morgan Kaufmann等世界著名出版公司建立了良好的合作关系，从它们现有的数百种教材中甄选出Tanenbaum, Stroustrup, Kernighan, Jim Gray等大师名家的一批经典作品，以“计算机科学丛书”为总称出版，供读者学习、研究及收藏。大理石纹理的封面，也正体现了这套丛书的品位和格调。

“计算机科学丛书”的出版工作得到了国内外学者的鼎力襄助，国内的专家不仅提供了中肯的选题指导，还不辞劳苦地担任了翻译和审校的工作；而原书的作者也相当关注其作品在中国的传播，有的还专诚为其书的中译本作序。迄今，“计算机科学丛书”已经出版了近百个品种，这些书籍在读者中树立了良好的口碑，并被许多高校采用为正式教材和参考书籍，为进一步推广与发展打下了坚实的基础。

随着学科建设的初步完善和教材改革的逐渐深化，教育界对国外计算机教材的需求和应用都步入一个新的阶段。为此，华章公司将加大引进教材的力度，在“华章教育”的总规划之下出版三个系列的计算机教材：除“计算机科学丛书”之外，对影印版的教材，则单独开辟出“经典原版书库”；同时，引进全美通行的教学辅导书“Schaum's Outlines”系列组成“全美经典学习指导系列”。为了保证这三套丛书的权威性，同时也为了更好地为学校和老师提供服务，华章公司聘请了中国科学院、北京大学、清华大学、国防科技大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、中国科技大学、哈尔滨工业大学、西安交通大学、中国人民大学、北京航空航天大学、北京邮电大学、中山大学、解放军理工大学、郑州大学、湖北工学院、中国国家信息安全测评认证中心等国内重点大学和科研机构在计算机的各个领域的著名学者组成“专家指导委员会”，为我们提供选题意见和出版监督。

这三套丛书是响应教育部提出的使用外版教材的号召，为国内高校的计算机及相关专业的教学度身订造的。其中许多教材均已为M. I. T., Stanford, U.C. Berkeley, C. M. U. 等世界名牌大学所采用。不仅涵盖了程序设计、数据结构、操作系统、计算机体系结构、数据库、编译原理、软件工程、图形学、通信与网络、离散数学等国内大学计算机专业普遍开设的核心课程，而且各具特色——有的出自语言设计者之手、有的历经三十年而不衰、有的已被全世界的几百所高校采用。在这些圆熟通博的名师大作的指引之下，读者必将在计算机科学的宫殿中由登堂而入室。

权威的作者、经典的教材、一流的译者、严格的审校、精细的编辑，这些因素使我们的图书有了质量的保证，但我们的目标是尽善尽美，而反馈的意见正是我们达到这一终极目标的重要帮助。教材的出

IV

版只是我们的后续服务的起点。华章公司欢迎老师和读者对我们的工作提出建议或给予指正，我们的联系方法如下：

电子邮件：hzedu@hzbook.com

联系电话：（010）68995264

联系地址：北京市西城区百万庄南街1号

邮政编码：100037

专家指导委员会

(按姓氏笔画顺序)

尤晋元
石教英
张立昂
邵维忠
周克定
郑国梁
高传善
裘宗燕

王 珊
吕 建
李伟琴
陆丽娜
周傲英
施伯乐
梅 宏
戴 葵

冯博琴
孙玉芳
李师贤
陆鑫达
孟小峰
钟玉琢
程 旭

史忠植
吴世忠
李建中
陈向群
岳丽华
唐世渭
程时端

史美林
吴时霖
杨冬青
周伯生
范 明
袁崇义
谢希仁

译者序

UNIX操作系统是当代计算机系统上的主流操作系统之一，它的应用范围几乎遍及计算机领域的各个方面，从20世纪60年代诞生以来，至今仍具有旺盛的生命力，特别是在稳定性、安全性和效率等诸方面都有着无可替代的杰出表现。然而目前国内却很少有系统介绍UNIX操作系统的权威教材，这在一定程度上也妨碍了UNIX在我国的传播与推广。

我们翻译的这本书深入浅出地剖析了UNIX操作系统的各个方面。从UNIX系统最基本的操作开始，依次阐述了UNIX shell操作、文本文件编辑、收发电子邮件、UNIX文件与文件系统的操作、输入输出管理、进程管理、网络管理以及几种常用shell的编程，最后介绍了UNIX系统中常用的若干工具和X Window系统。本书给出了丰富的源代码示例供读者参考，必要时还给出了命令执行后的演示结果。本书的附录也是它的一大特色，其中汇总了UNIX的所有终端命令，并给出了详尽的命令参数和选项说明。正文中提及的许多命令都及时给出了相应的语法格式，同时也可以通过索引在附录中找到完整的命令说明。无论是首次接触UNIX的初学者，还是已经具有相当开发经验的专业工作者，相信都可以从本书中找到所需的信息，因此它不仅是计算机专业专科、本科生的一本很好的教材，而且对业界专业人士的研究开发工作也不无裨益。

本书的第1章至第6章由韩晓峰翻译，第7章至第12章由邱敏翻译，第13章至第16章由夏科军翻译，第17章和第20章由刘峻翻译，第18章、第19章、第21章以及附录、词汇表和索引由金恩华翻译。全书由徐良贤教授和金恩华统一审校。

虽然在翻译过程中我们尽量做到尊重原意、翻译准确，并尽力修正了一些原文中的小错误，但由于水平所限，不当和疏漏之处在所难免，敬请广大读者不吝指正。

译者

上海交通大学电子信息学院
计算机科学与工程系

2002.10

前言

日趋成熟的主题

衡量任何技术是否成熟的必要标准之一，要看该技术在产生它的学科中被接纳和标准化的程度。实用技术最初往往只是从奇特的（甚至是怪异的）假想中，慢慢发展成为一个标准的、规范的、更重要的是实用统一的体系结构。任何技术的成长都离不开整体科学技术的发展。

为什么要写这本书

在我们写这本书的时候，UNIX已经在计算机科学和工程领域达到了相当成熟的阶段，这使我们的工作显得迟了一步。同时，我们在大学里已有超过30年的实际教学经验。我们最初的写作冲动来自于：我们不愿意在教授UNIX这门课时，还要参考大量的材料。不管是汗牛充栋的UNIX参考材料，还是如“UNIX傻瓜书”这样的精简手册，都不能满足我们有意义、完整、相对入门地讲授UNIX主题这一要求。而且，通过课本的方式，配之以按章节讲授的实践操作和练习以及章后的问题，可以让我们把UNIX中所有重要的论题在课堂内以讲座—实验—作业的形式体现出来，从而达到最佳的学习效果（例如：深思熟虑的论题，及时完整的课程、实验和作业练习以及与书中章节同步的家庭作业/问题）。此外，由于这些论题所涉及的深度和广度，任何有志于将其中主题作为其专业研究方向的人士也会发现这本书相当有用。

本书的目的

我们的首要目标是向读者描述UNIX的应用用户接口（AUI），以及提供让读者深入了解系统内部工作的途径，同时还有一些重要的UNIX概念、数据结构、算法。重点是UNIX文件、进程概念和输入输出重定向。本书的第二个目标是向C语言软件与shell脚本的开发人员描述一些重要的UNIX软件工程工具。然而，我们不准按照C语言库和UNIX系统调用的方式介绍UNIX应用程序员接口（API）。我们假定部分读者先前没有有关UNIX和编程的知识。

表达格式

书中包含了很多图表，章节中还有大量“示例”、“实践”、“练习”、“问题”等内容。针对每个命令、工具和应用程序，都以语法框的形式描述了命令的语法、作用、产生的输出结果，以及命令中一些选项和特征。此外，每章都有一个小结，专门概括总结这一章所涉及的内容。

如何讲授本书

如果本书是作为UNIX介绍性课程的主要课本，那么所有的章节都应该讲到（第20章可以除外）。如果本书是和其他书一起作为操作系统概念和原理课程的课本，那么讲授的内容就应该根据有关的论题来决定，但应该包含第7章、12章和13章。

如果本书是用在C语言或shell编程的课程中，那么第7~20章和第3~6章中相关的部分将对学习有很大的帮助。至于第20章究竟要讲授多少，这取决于课程本身——介绍性的课程中可以只讲一部分，高级课程中可以全讲。

排版约定

本书中使用下面的字样表示不同的内容类型。

字 样	内 容 类 型
黑体	关键字
Monospace (粗体等宽字体)	任何使用键盘输入的字符或字符串 (命令、shell变量、用户输入等)
Monospace (等宽字体)	命令、工具、应用程序以及它们的选项
楷体	需要强调的内容
宋体	其他, 包括文件路径名 (英文是新罗马字体)

键盘键以尖括号表示, 如<Enter>和<Ctrl-D>。“按下< Ctrl-D >”表示保持<Ctrl>键为按下状态的同时按下<D>键。这也可表示为^D。

补充资料

在<http://lhotse.up.edu/>可以找到详细的相关信息, 包括一些章节练习的解答、源代码、有关UNIX方面的详细参考资料和网站的链接。也可以从Addison Wesley的网站www.awl.com/cseng/titles/0-201-61260-7获得上述网站的链接。

我们将对本书中所有的错误负责。读者可以向sarwar@egr.up.edu (或者sarwar@up.edu) 和 bobk@egr.up.edu (或者bobk@up.edu) 发送错误报告以及对我们的建议。我们将在随后的版本中吸纳这些反馈意见并纠正错误。

目 录

出版者的话	
专家指导委员会	
译者序	
前言	
第1章 操作系统概述	1
1.1 导言	1
1.2 什么是操作系统	1
1.3 操作系统功能	2
1.4 字符与图形用户界面	2
1.5 操作系统的分类	3
1.6 UNIX产品系列	3
小结	3
问题	4
第2章 UNIX操作系统简史	5
2.1 导言	5
2.2 UNIX操作系统的发展历史	5
2.2.1 开端	5
2.2.2 操作系统研究	6
2.2.3 AT&T System V	6
2.2.4 Berkeley软件发布版本	6
2.2.5 shell的历史	6
2.2.6 当前与未来的发展——Linux	7
2.3 UNIX系统的变种	7
小结	7
问题	7
第3章 UNIX起步	9
3.1 导言	9
3.2 计算机系统硬件	9
3.2.1 主存	9
3.2.2 中央处理单元	10
3.2.3 磁盘	10
3.2.4 总线	10
3.2.5 输入/输出设备	11
3.3 UNIX软件体系结构	11
3.3.1 设备驱动程序层	11
3.3.2 UNIX内核	11
3.3.3 系统调用接口	12
3.3.4 语言库	12
3.3.5 UNIX shell	12
3.3.6 应用程序	13
3.4 登录与注销	13
3.5 纠正错误	15
3.6 一些重要的系统设置	15
3.7 初学者常用命令	16
3.7.1 更改口令	17
3.7.2 获得帮助	17
3.7.3 查看自己的账号与UNIX系统名称	19
小结	20
问题	20
第4章 UNIX shell	23
4.1 导言	23
4.2 多种UNIX shell	24
4.2.1 shell程序	24
4.2.2 哪种shell适合你	25
4.2.3 改变shell的方法	25
4.2.4 shell启动文件与环境变量	26
4.3 其他常用命令	27
4.3.1 创建与显示目录	27
4.3.2 显示文件	28
4.3.3 打印文件	28
4.3.4 显示日历	28
4.3.5 单向实时消息传送	28
4.3.6 电子通信的通知和许可	29
4.3.7 命令伪名的生成	29
4.3.8 显示系统正常运行时间	31
4.4 shell元字符	31
小结	32
问题	33
第5章 编辑文本文件	35
5.1 导言	35
5.2 如何使用pico编辑器进行简单的编辑工作	36
5.2.1 使用pico文本编辑器创建电子邮件文本	36

5.2.2 如何开始、保存及退出文件·····	36	6.4 pine: 另一个全屏幕显示的电子邮件系统·····	72
5.2.3 常用键盘命令与光标控制·····	38	6.4.1 用pine发送附有用vi创建的附件的电子邮件消息·····	72
5.2.4 剪切、粘贴与查找·····	39	6.4.2 用pine发送电子邮件·····	74
5.3 使用vi编辑器获取更多控制·····	39	6.4.3 用pine阅读电子邮件·····	75
5.3.1 shell脚本文件·····	40	6.4.4 用pine处理文件夹中的电子邮件·····	76
5.3.2 如何开始、保存并退出一个文件·····	41	6.4.5 使用pine地址簿·····	77
5.3.3 vi命令格式及操作模式·····	42	6.4.6 pine命令小结·····	79
5.3.4 光标移动与编辑命令·····	44	小结·····	80
5.3.5 拖放(复制与粘贴)和交换(查找与替换)·····	45	问题·····	80
5.3.6 设置vi环境·····	47	第7章 文件与文件系统结构·····	83
5.3.7 在vi中执行shell命令·····	47	7.1 引言·····	83
5.4 使用emacs编辑器获得最大的控制·····	47	7.2 UNIX文件概念·····	83
5.4.1 DOS别名·····	48	7.3 文件类型·····	83
5.4.2 如何开始、保存并退出一个文件·····	48	7.3.1 简单/普通文件·····	83
5.4.3 光标移动与编辑命令·····	49	7.3.2 目录·····	84
5.4.4 键盘宏·····	51	7.3.3 链接文件·····	84
5.4.5 剪切、复制、粘贴、查找与替换·····	51	7.3.4 特殊文件(设备文件)·····	85
5.5 怎样使用emacs和X Window系统实现图形化编辑·····	53	7.3.5 命名管道(FIFO)·····	85
5.5.1 编辑数据文件·····	54	7.4 文件系统结构·····	85
5.5.2 如何开始、保存并退出一个文件·····	55	7.4.1 文件系统组织·····	85
5.5.3 X Window emacs菜单·····	56	7.4.2 起始目录与当前工作目录·····	85
小结·····	56	7.4.3 绝对路径名与相对路径名·····	86
问题·····	56	7.4.4 一些标准目录与文件·····	86
第6章 电子邮件·····	59	7.5 文件结构导航·····	88
6.1 引言·····	59	7.5.1 决定起始目录的绝对路径名·····	88
6.2 怎样有效地使用UNIX的mail命令·····	60	7.5.2 浏览文件系统·····	89
6.2.1 使用UNIX的mail命令发送和阅读电子邮件·····	61	7.5.3 创建文件·····	91
6.2.2 用mail发送电子邮件·····	61	7.5.4 创建和删除目录·····	91
6.2.3 用mail阅读电子邮件·····	63	7.5.5 决定文件属性·····	92
6.2.4 在文件夹内保存消息·····	64	7.5.6 决定文件内容的类型·····	94
6.2.5 回复和转发邮件(包括附件)·····	65	7.6 UNIX中文件的表示与存储·····	94
6.2.6 mail别名·····	66	7.7 标准文件与文件描述符·····	96
6.3 elm: 一个全屏幕显示的电子邮件系统·····	66	7.8 文件结束记号·····	97
6.3.1 用elm发送消息·····	66	小结·····	97
6.3.2 用elm发送电子邮件·····	67	问题·····	98
6.3.3 用elm阅读电子邮件·····	69	第8章 文件安全性·····	101
6.3.4 用elm转发和回复电子邮件·····	70	8.1 引言·····	101
6.3.5 在文件夹内保存消息·····	71	8.2 基于口令的保护·····	101
6.3.6 elm别名·····	71	8.3 基于加密的保护·····	102
		8.4 基于访问权限的保护·····	102

8.4.1 用户的类型	102	10.8 编码与解码	154
8.4.2 文件操作/访问权限的类型	103	10.9 文件加密与解密	156
8.5 决定与更改文件访问权	103	小结	158
8.5.1 决定文件访问权	104	问题	159
8.5.2 更改文件访问权	105	第11章 文件共享	161
8.5.3 默认文件访问权	108	11.1 导言	161
8.6 特殊访问位	109	11.2 复制共享文件	161
8.6.1 设置用户ID (SUID) 位	109	11.3 小组成员的共同登录	161
8.6.2 设置组ID (SGID) 位	110	11.4 为共享文件设置适当的访问权限	162
8.6.3 粘住位	110	11.5 小组成员的共同组	162
小结	111	11.6 通过链接实现文件共享	162
问题	112	11.6.1 硬链接	162
第9章 基本文件处理	115	11.6.2 硬链接的缺点	167
9.1 导言	115	11.6.3 软/符号链接	169
9.2 查看文本文件的内容	115	11.6.4 符号链接的优点和缺点	172
9.2.1 查看完整的文件	115	小结	172
9.2.2 一次查看一页文件	117	问题	173
9.2.3 查看文件的头尾部分	118	第12章 重定向与管道	175
9.3 复制、移动和删除文件	120	12.1 导言	175
9.3.1 复制文件	120	12.2 标准文件	175
9.3.2 移动文件	122	12.3 输入重定向	176
9.3.3 删除文件	123	12.4 输出重定向	176
9.3.4 决定文件大小	125	12.5 合并输入输出重定向	177
9.4 添加文件	126	12.6 带文件描述符的输入/输出重定向	178
9.5 合并文件	127	12.7 标准错误重定向	179
9.6 比较文件	129	12.8 在一个命令中重定向标准输出与标准 错误	179
9.7 删除重复的行	131	12.9 在一个命令中重定向标准输入、标准 输出与标准错误	181
9.8 打印文件与控制打印作业	133	12.10 不覆盖文件内容的重定向 (添加)	182
9.8.1 UNIX文件打印机制	133	12.11 UNIX管道	183
9.8.2 打印文件	133	12.12 重定向与管道结合使用	186
9.8.3 确定打印请求的状态	135	12.13 C shell中的错误重定向	187
9.8.4 取消打印作业	136	12.14 输入输出和错误重定向的归纳总结	189
小结	137	小结	190
问题	138	问题	191
第10章 高级文件处理	139	第13章 进程	193
10.1 导言	139	13.1 导言	193
10.2 正则表达式	139	13.2 同时运行多个进程	193
10.3 文件压缩	141	13.3 UNIX进程状态	194
10.4 文件排序	143	13.4 shell命令的执行	195
10.5 命令与文件的查找	145	13.5 进程属性	197
10.6 查找文件	148		
10.7 剪切与粘贴	151		

13.6 进程与作业控制	200	15.3 shell变量与相关命令	242
13.6.1 前台进程与后台进程以及相关命令	200	15.3.1 读写shell变量	244
13.6.2 UNIX守护进程	204	15.3.2 命令替换	246
13.6.3 命令的顺序执行与并行执行	204	15.3.3 导出环境	246
13.6.4 命令与进程的异常终止	207	15.3.4 变量重置	248
13.7 UNIX的进程等级	209	15.3.5 创建用户自定义的只读变量	248
小结	210	15.3.6 从标准输入读	249
问题	210	15.4 向shell脚本传递参数	251
第14章 网络和互联网	213	15.5 注释与程序头	253
14.1 导言	213	15.6 程序控制流命令	254
14.2 计算机网络与互联网	213	15.6.1 if-then-elif-else-fi语句	254
14.3 使用计算机网络与互联网的原因	214	15.6.2 for语句	260
14.4 网络模型	214	15.6.3 while语句	261
14.5 TCP/IP协议族	215	15.6.4 until语句	263
14.5.1 TCP和UDP	215	15.6.5 break和continue命令	264
14.5.2 应用数据的路由——Internet协议	216	15.6.6 case语句	264
14.5.3 IPv4地址的点分十进制表示法	217	小结	267
14.5.4 符号名称	217	问题	268
14.5.5 从名称到IP地址的转换——域名系统	219	第16章 高级Bourne shell编程	271
14.6 Internet服务和协议	220	16.1 导言	271
14.7 客户-服务器软件模型	220	16.2 数值型数据的处理	271
14.8 应用软件	221	16.3 here文档	276
14.8.1 显示主机名	221	16.4 中断（信号）处理	278
14.8.2 显示网络上正在使用主机的用户信息列表	221	16.5 exec命令与文件输入输出	281
14.8.3 显示网络上主机的状态	223	16.5.1 不创建新的进程执行命令	281
14.8.4 测试网络连接	223	16.5.2 使用exec命令进行文件输入输出	283
14.8.5 显示用户信息	224	16.6 Bourne shell函数	288
14.8.6 远程登录	227	16.6.1 使用函数的原因	288
14.8.7 执行远程命令	231	16.6.2 函数定义	288
14.8.8 文件传输	233	16.6.3 函数调用	289
14.8.9 远程复制	235	16.6.4 函数举例	289
14.8.10 交互式聊天	237	16.7 调试shell程序	291
14.8.11 跟踪站点间的路由	238	小结	292
小结	238	问题	292
问题	239	第17章 C shell编程初步	295
第15章 Bourne shell编程初步	241	17.1 导言	295
15.1 导言	241	17.2 运行C shell脚本	295
15.2 运行Bourne shell脚本	241	17.3 shell变量与相关命令	296
		17.3.1 读写shell变量	299
		17.3.2 命令替换	300
		17.3.3 导出环境	301
		17.3.4 变量重置	302

17.3.5 从标准输入读	303
17.4 向shell脚本传递参数	304
17.5 注释与程序头	306
17.6 程序控制流命令	307
17.6.1 if-then-else-endif语句	307
17.6.2 foreach语句	313
17.6.3 while语句	314
17.6.4 break、continue和goto语句	315
17.6.5 switch语句	316
小结	318
问题	319
第18章 高级C shell编程	321
18.1 导言	321
18.2 数值型数据处理	321
18.3 数组处理	322
18.4 here文档	326
18.5 中断(信号)处理	328
18.6 调试shell程序	331
小结	332
问题	332
第19章 文件系统备份	335
19.1 导言	335
19.2 使用tar归档和恢复文件	335
19.2.1 文件归档	336
19.2.2 恢复归档文件	339
19.2.3 复制目录层次	341
19.3 以tar格式发布软件	342
小结	342
问题	342
第20章 UNIX软件开发工具	343
20.1 导言	343
20.2 计算机编程语言	343
20.3 编译过程	344
20.4 软件工程生命周期	345
20.5 程序生成工具	345

20.5.1 生成C源文件	345
20.5.2 缩排C源代码	345
20.5.3 编译C程序	347
20.5.4 处理基于模块的C软件	350
20.5.5 建立库中的目标文件	357
20.5.6 使用库	360
20.5.7 版本控制	362
20.6 静态分析工具	388
20.6.1 验证代码的可移植性	389
20.6.2 源代码度量分析	392
20.7 动态分析工具	393
20.7.1 跟踪程序执行	393
20.7.2 源代码调试	394
20.7.3 运行时性能	404
小结	405
问题	405
第21章 X Window系统——UNIX图形 用户界面	409
21.1 导言	409
21.2 人机交互和X Window系统	409
21.3 用户界面中窗口管理器的角色和fvwm	411
21.3.1 窗口管理器界面的功能和外观	411
21.3.2 fvwm的外观与操作	412
21.4 定制X Window系统与fvwm	414
21.4.1 在命令行修改X Window系统的 应用程序	414
21.4.2 修改Xdefaults和.xinitrc初始文件 中的优先设置	416
21.4.3 定制fvwm窗口管理器时对.fvwmrc 的典型修改	417
小结	419
问题	420
附录 命令字典	421
词汇表	475
索引	491

第1章 操作系统概述

主题

- 解释什么是操作系统
- 简要介绍操作系统的功能
- 介绍字符和图形用户界面
- 讨论不同类型的操作系统
- UNIX系列产品概述

1

1.1 导言

目前有很多种操作系统，其中一些有很强的通用性，适用于任何类型的计算机系统（从个人电脑（PC）到大型机）；有些则是为特定类型的计算机系统而专门设计的，例如控制机器人运动的实时计算机系统。本章中，我们将介绍不同类型的操作系统及其功能。在此之前，我们将首先提出现代计算机系统的层次图，并讨论操作系统的基本功能。然后我们将介绍不同类型的操作系统及其划分标准。最后我们将讨论操作系统分类以及UNIX家族的不同成员。

1.2 什么是操作系统

如图1-1所示，一个计算机系统由不同的软件和硬件资源组成。操作系统的基本功能是使用户可以简单、高效、公平、有序、安全地使用这些资源。一般用户可以使用**应用软件**（电子表格、字处理软件、浏览器、电子邮件软件等）；程序员可以使用**语言库、系统调用、软件生成工具**（例如文本编辑器、编译器、版本控制系统等）去开发软件。在单用户系统中，公平性并不十分重要；而在多用户系统中，公平性和安全性则是设计者需要考虑的主要问题。

硬件资源包括键盘、显示器、主存（通常指**随机存储器（RAM）**）、磁盘驱动器、调制解调器和**中央处理单元（CPU）**。软件资源包括应用程序，例如字处理软件、电子表格、游戏、图形工具、图像处理软件以及与因特网相关的工具，例如浏览器。应用软件位于层次图中的最高层，构成了**应用用户接口（AUI）**。应用用户接口通过语言库和系统调用与操作系统**内核**联系在一起。系统调用接口由一组函数组成，这些函数可以被应用程序和库函数调用，以运行内核实现的特定功能，例如读取文件。语言库和系统调用接口组成了通常被称为**应用程序员接口（API）**的内容。内核是操作系统中完成实际工作的部分。我们将在第3章进一步扩展UNIX系统的层次图，并作简要的介绍。

2

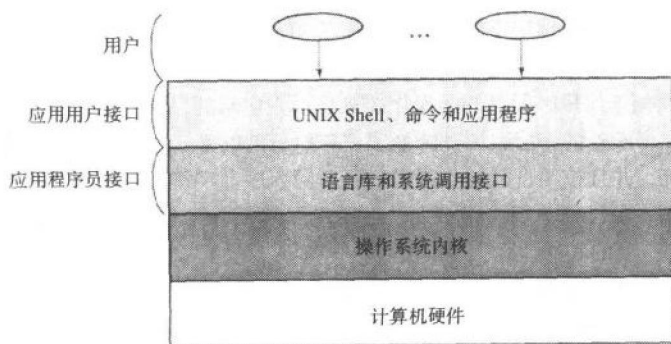


图1-1 当代计算机系统的层次图

有两种研究操作系统的方法：自顶向下或自底向上。在自底向上的研究方法中，操作系统可以被看成是一个能够有效、公正、有序、安全地分配和重分配软件和硬件资源的程序。例如，操作系统在一个程序加载和运行前，决定为其分配多少内存；操作系统保证在某一时间只有一个文件在打印机上打印；保证磁盘上已经存在的文件不会由于意外而被另一个文件覆盖；此外，操作系统还必须在一个程序运行完成后，能够立刻释放其占用的CPU资源，以便让其他程序可以运行。因此，操作系统可以看成是一个**资源管理器**。

本书中采用的是自底向上的研究方法。在这种方法中，操作系统被看成是一个软件，将用户和复杂的系统实现隔离开来，使用户因此不需要处理极端困难的（对很多人来说是不可能的）与资源交互的任务。例如，作为一个计算机用户，你不需要编写程序以便可以在硬盘上保存文件，或者使鼠标可以正常工作，或在打印机上打印文件。并且你也不需要为任何新的设备编写任何程序（例如鼠标、磁盘驱动器和DVD）。操作系统可以完成管理硬件资源的复杂任务，并向你提供一个简单易用的机器，使你可以通过一些简单的命令来读取文件、打印文件，或在DVD驱动器上播放电影。从某种意义上说，操作系统提供了一台更加便于操作的**虚拟机**。可以通过类似cp memo letter的命令，将memo复制到硬盘上的letter文件，而不需要关心两个文件的具体位置、磁盘的容量和文件结构等信息，即使有多个驱动器（软盘、CD-ROM、一个或多个硬盘）也无关紧要。

1.3 操作系统功能

操作系统可以提供多种功能，这些功能意味着用户能够高效、安全地运行程序，包括应用程序和开发工具。一些功能能够提供日常工作服务，例如跟踪用户使用系统的时间等。操作系统最主要的功能是提供安全和高效的机制。

- 执行程序。
- 实现运行程序的输入和输出操作。
- 进程间的通信。
- 错误检测与报告。
- 操作不同类型的文件。

对于这些功能的详细讨论超出了本书的范围，但是在涉及这些功能的地方我们还是会做一些简要的介绍。

1.4 字符与图形用户界面

为了使用计算机系统，用户必须通过类似于键盘这样的输入设备向操作系统发出一些命令。如果用户通过键盘来发布命令，那么操作系统使用**字符用户界面**（CUI），也称为**命令行界面**。如果发布命令的设备是**点击设备**，例如鼠标，则操作系统使用**图形用户界面**（GUI）。一些操作系统同时包含上述两种用户界面，你可以选择任何一种。有些字符用户界面的系统允许用户通过运行一些软件来提供图形用户界面，DOS和UNIX使用字符用户界面，而MacOS、OS/2和微软的Windows则使用图形用户界面。

尽管图形用户界面便于使用，但是它的操作步骤是预先定制的，缺乏可扩展性。它在用户和用户希望完成的任务之间添加了额外的一层，因此降低了任务执行的效率。而在字符用户界面下，你可以很好地控制整个计算机系统，并且按照自己的希望来运行应用程序。字符用户界面在用户和任务间采用了最少的层，因此效率更高，更迅速。因为很多人已经适应了任天堂的图形用户界面和网络浏览器。因此，字符用户界面扩展了一些新的和功能强大的交互命令。然而，绝大多数用户在熟悉一些简单的命令之后，还是会感觉字符用户界面难以掌握。尽管UNIX采用字符用户界面作为其基本界面，它依然可以通过运行一些基于X Window系统（MIT的Athena计划）的软件来提供图形用户界面。目前，大多数UNIX系统都包含一些X类的图形用户界面。我们将在第21章讨论UNIX的图形用户界面。

1.5 操作系统的分类

根据在同一时间可以使用系统的用户数或者是可以并发运行的**进程**（运行中的程序）数，可以将操作系统分为以下三种类型：

- **单用户、单进程操作系统**：这种操作系统在同一时间只允许一个用户使用，并且用户在同一时间只能运行一个进程。这种操作系统一般适用于PC机。例如MacOS、DOS、Windows 3.1。
- **单用户、多进程操作系统**：这种类型的操作系统仅允许一个用户使用该系统，但是用户可以同时运行多个进程。这种操作系统也被应用于个人电脑。例如OS/2和Windows NT工作站。
- **多用户、多进程操作系统**：这种操作系统允许多用户同时使用系统，并且每个用户可以同时运行多个进程。这种操作系统一般适用于大学或大公司里需要支持多用户群体的计算机系统。例如UNIX、Linux和Windows NT服务器。

多用户、多进程操作系统采用多路复用扩展资源（例如CPU），可以提高资源利用率，从而增加系统的**吞吐量**（单位时间内处理的进程数）。因为在多处理器系统中，当一个处理器进行输入或输出时（例如从键盘读入一个输入），CPU可以从一个进程转移到另一个进程，从而使CPU可以同时运行两个进程。当前进程执行输入输出操作时，CPU能够同时运行另一个进程的机制被称为**多道程序设计**。多道程序设计对多用户系统和多进程操作系统而言是至关重要的。在单进程系统中，当进程进行输入输出操作时，因为没有其他进程处于运行状态，则CPU处于等待状态。

5

有的操作系统允许用户与正在运行的程序进行交互，这类操作系统被称为**交互式操作系统**，不支持这种交互的被称为**批处理操作系统**。有些程序的运行是不需要用户干预的，批处理系统很适合这种类型的程序，例如计算工资的系统。VMS操作系统能够同时实现批处理和交互两种操作，目前流行的操作系统（UNIX、Linux、DOS、Windows等）都是可交互的。其中UNIX和Linux也能在后台以批处理方式运行程序（第13章将详细讨论）。多用户、多进程和交互式操作系统被称为**分时系统**。在分时系统中，CPU可以连续地从一个进程切换到另一个进程。这种操作方法使系统中所有的进程都可以得到运行，使用户感觉到是独占机器。分时操作系统的例子如UNIX、Linux和Windows NT服务器。

1.6 UNIX产品系列

最初，UNIX仅指单一的操作系统。但是现在，UNIX代表了一类操作系统。这些操作系统都是最初UNIX版本的分支，包括AIX、BSD、DYNIX、FreeBSD、HP-UX、Linux、MINIX、NetBSD、SCO、Solaris2、SunOS、System V、XENIX和XINU等。在第2章，我们将简要介绍一些目前流行的UNIX系统和对UNIX的发展有重大影响的UNIX系统。

小结

操作系统是运行于硬件系统，用于管理计算机系统软件和硬件资源的一个系统软件。它向用户提供一个简单并且便于交互的虚拟机。操作系统的基本功能是使程序能够高效、安全地运行，包括允许程序运行，提供输入输出操作，完成进程间的通信，错误检查和报告，以及文件处理。

操作系统可以根据用户数和同时运行的进程数分为：单用户单进程、单用户多进程和多用户多进程。此外，可交互操作系统还允许用户与运行中的程序动态交互，不支持这种交互的称为批处理操作系统。多用户、多进程、可交互系统称为分时系统，UNIX是这类操作系统的代表。多用户、多进程操作系统可以通过在同时运行的不同进程间切换来提高系统资源的利用率。这种能力使系统有很高的吞吐量（即单位时间的运行效率）。

6

为了使用操作系统。用户需要向操作系统发布命令，如果操作系统通过键盘接收用户输入，则称为**字符用户界面**（CUI）操作系统；通过鼠标等点击设备来接收用户命令的称为**图形用户界面**（GUI）的操作系统。尽管UNIX采用字符界面，但它可以通过运行一些基于X Window系统（MIT的Athena计划）的软件来提供图形用户界面。目前，绝大多数UNIX系统都有两种用户界面。