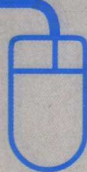


可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



高等学校教材  
计算机科学与技术

# UNIX系统应用编程

岳建国 姜建国 周文宏 等编著

81-43  
4

清华大学出版社



## 内 容 简 介

本书是作者在总结多年教学和科研实践经验的基础上写成的一本有关 UNIX 应用编程的教材,凝聚了作者的许多经验和技巧。全书共分为三大部分:第一部分为 UNIX 系统概况、文件系统解析和常用命令;第二部分为 shell 的元字符基本语法和编程;第三部分为 UNIX 的 I/O 编程、高级进程间通信、远程进程间通信等。最后介绍了一些 UNIX 系统下网络和远程通信管理等方面的知识。

本书内容丰富,是一本很有特色的教科书,可作为计算机科学与技术、电子信息、机械和建筑等相关专业本科生的教材,也可作为研究生的教材,对于从事计算机应用和开发的技术人员也具有较高的参考价值。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

## 图书在版编目(CIP)数据

UNIX 系统应用编程/岳建国等编著. —北京:清华大学出版社, 2007.7

(高等学校教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-15034-3

I. U… II. 岳… III. UNIX 操作系统—程序设计—高等学校—教材 IV. TP316.81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 051276 号

责任编辑:郑寅堃 陶萃渊

责任校对:梁 毅

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印刷者:北京嘉实印刷有限公司

装订者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16.25 字 数:403 千字

版 次:2007 年 7 月第 1 版 印 次:2007 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:22.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:016844-01

# 编审委员会成员

(按地区排序)

|          |     |     |
|----------|-----|-----|
| 清华大学     | 周立柱 | 教授  |
|          | 章 征 | 教授  |
|          | 王建民 | 教授  |
|          | 刘 强 | 副教授 |
|          | 冯建华 | 副教授 |
| 北京大学     | 杨冬青 | 教授  |
|          | 陈 钟 | 教授  |
|          | 陈立军 | 副教授 |
| 北京航空航天大学 | 马殿富 | 教授  |
|          | 吴超英 | 副教授 |
|          | 姚淑珍 | 教授  |
| 中国人民大学   | 王 珊 | 教授  |
|          | 孟小峰 | 教授  |
|          | 陈 红 | 教授  |
| 北京师范大学   | 周明全 | 教授  |
| 北京交通大学   | 阮秋琦 | 教授  |
| 北京信息工程学院 | 孟庆昌 | 教授  |
| 北京科技大学   | 杨炳儒 | 教授  |
| 石油大学     | 陈 明 | 教授  |
| 天津大学     | 艾德才 | 教授  |
| 复旦大学     | 吴立德 | 教授  |
|          | 吴百锋 | 教授  |
|          | 杨卫东 | 副教授 |
| 华东理工大学   | 邵志清 | 教授  |
| 华东师范大学   | 杨宗源 | 教授  |
|          | 应吉康 | 教授  |
| 东华大学     | 乐嘉锦 | 教授  |
| 上海第二工业大学 | 蒋川群 | 教授  |
| 浙江大学     | 吴朝晖 | 教授  |
|          | 李善平 | 教授  |
| 南京大学     | 骆 斌 | 教授  |
| 南京航空航天大学 | 秦小麟 | 教授  |
| 南京理工大学   | 张功萱 | 教授  |

|          |     |     |
|----------|-----|-----|
| 南京邮电学院   | 朱秀昌 | 教授  |
| 苏州大学     | 龚声蓉 | 教授  |
| 江苏大学     | 宋余庆 | 教授  |
| 武汉大学     | 何炎祥 | 教授  |
| 华中科技大学   | 刘乐善 | 教授  |
| 中南财经政法大学 | 刘腾红 | 教授  |
| 华中师范大学   | 王林平 | 副教授 |
|          | 魏开平 | 副教授 |
|          | 叶俊民 | 教授  |
| 国防科技大学   | 赵克佳 | 教授  |
|          | 肖 侬 | 副教授 |
| 中南大学     | 陈松乔 | 教授  |
|          | 刘卫国 | 教授  |
| 湖南大学     | 林亚平 | 教授  |
|          | 邹北骥 | 教授  |
| 西安交通大学   | 沈钧毅 | 教授  |
|          | 齐 勇 | 教授  |
| 长安大学     | 巨永峰 | 教授  |
| 西安石油学院   | 方 明 | 教授  |
| 西安邮电学院   | 陈莉君 | 副教授 |
| 哈尔滨工业大学  | 郭茂祖 | 教授  |
| 吉林大学     | 徐一平 | 教授  |
|          | 毕 强 | 教授  |
| 长春工程学院   | 沙胜贤 | 教授  |
| 山东大学     | 孟祥旭 | 教授  |
|          | 郝兴伟 | 教授  |
| 山东科技大学   | 郑永果 | 教授  |
| 中山大学     | 潘小轰 | 教授  |
| 厦门大学     | 冯少荣 | 教授  |
| 福州大学     | 林世平 | 副教授 |
| 云南大学     | 刘惟一 | 教授  |
| 重庆邮电学院   | 王国胤 | 教授  |
| 西南交通大学   | 杨 燕 | 副教授 |

改革开放以来，特别是党的十五大以来，我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就，高等教育实现了历史性的跨越，已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上，高等教育规模取得如此快速的发展，创造了世界教育发展史上的奇迹。当前，教育工作既面临着千载难逢的良好机遇，同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾，是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月，教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作，提高教学质量的若干意见》，提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月，教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件，指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制定的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分，精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间（2003—2007年）建设1500门国家级精品课程，利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放，以实现优质教学资源共享，提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作，提高教学质量的若干意见》精神，紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”，在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下，我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”（以下简称“编委会”），旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划，讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师，其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求，“编委会”一致认为，精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求，处于一个比较高的起点上；精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要，要有特色风格、有创新性（新体系、新内容、新手段、新思路，教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量）、先进性（对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向）、示范性（教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性）

和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐（通过所在高校的“编委会”成员推荐），经“编委会”认真评审，最后由清华大学出版社审定出版。

目前，针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”，即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括：

（1）高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业，特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

（2）高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

（3）高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

（4）高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

（5）高等学校教材·信息管理与信息系统。

（6）高等学校教材·财经管理与计算机应用。

清华大学出版社经过 20 多年的努力，在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌，为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格，这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

**清华大学出版社教材编审委员会**  
**E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn**

UNIX 操作系统从 1969 年首次启用至今, 已有 30 多年的历史。在此期间计算机和操作系统都发生了巨大的变化。

为了给计算机科学与技术、网络工程和电子信息类等专业的学生讲授 UNIX 的应用编程, 我们翻阅了大量相关书籍。在这些书中, 有的太难、太深、篇幅太大, 有的则又太侧重于系统管理。总之, 没有找到一本比较适合的教材。因此, 一直很想总结多年科研实践和教学经验与体会的基础上, 写一本适合今天教学的 UNIX 教材。

本书的目的是介绍 UNIX 系统应用编程的基本原则, 由于这些基本原则是以程序间的关系为基础的, 因此, 除了系统命令组合和 shell 的使用、编程的主题外, 还用一些篇幅对标准 I/O、流文件操作与系统调用间的关系、文件系统程序设计、用文件系统调用实现进程通信、高级进程通信、远程进程间通信、UNIX 系统网络和通信管理等进行了讨论。要想很好地掌握和使用 UNIX 系统及其组成部件, 不仅需要了解如何使用系统实用程序, 更要学会构建自己的编程环境, 只有这样才能提高应用程序的设计效率。

我们衷心地希望通过阅读学习本书, 能够使读者增强对 UNIX 系统的理解力, 并对 UNIX 系统的使用更加有效。

本书的编排如下: 第 1 章 UNIX 操作系统概述。讲述 UNIX 的发展历史、主要产品、系统结构、体系结构、目录结构及其环境。

对本章的基本要求是了解 UNIX 操作系统的体系结构及基本概念以及 UNIX 发展状况、UNIX 系统结构、UNIX 的目录结构、编程环境设计。

第 2 章 UNIX 文件系统。讲述文件、目录、文件许可权限和文件模式以及 i 节点和设备文件。

文件系统是系统操作和使用的核心, 因此只有深刻理解 UNIX 环境下的文件系统的结构、目录、权限、设备和目录层次等, 才能更好地使用它。

第 3 章 UNIX 操作系统常用命令。主要包括: 通信命令、文件管理命令、运行程序命令、状态信息查询命令及文本处理命令。

掌握并灵活运用通信命令、文件管理命令、运行程序命令、状态信息查询命令和文本处理命令的使用方法, 可以得到事半功倍的效果。

第 4 章 shell 的元字符和基本语法规则。主要包括: 命令行结构、元字符、创建新命令、命令行参数、程序输出作为参数、shell 变量、I/O 重定向、shell 程序里的循环、

测试和求值、**bundle** 合并与过滤程序。

掌握上述内容将为 **shell** 编程奠定坚实的基础。

第 5 章 **shell** 编程。主要包括：设计新的 **newcal** 命令、目录搜索程序、观察用户登录和退出系统程序、**trap** 捕获中断、改写文件、使用名称终止进程、创建交互式命令、进度指示器。

本章主要从不同的应用角度讲述了 **shell** 程序的应用，具有示范和参考价值。

第 6 章使用标准的 I/O 编程。主要包括：标准 I/O、流文件操作与系统调用间的关系、程序参数、访问文件、显示和交互控制、获取环境变量、错误与调试。

标准的 I/O 编程讨论了 **FILE** 结构、流文件操作与系统调用间的关系，并指出了各自的优缺点及应用场合。

第 7 章 **UNIX** 系统程序设计。主要包括：文件系统程序设计、用文件系统调用实现进程通信、高级进程通信、远程进程间通信等。

**UNIX** 系统程序设计建立在 **UNIX** 系统平台之上，使用 **shell** 和标准 **C** 进行程序设计。因此，需要熟练地使用系统调用技术，充分地利用 **UNIX** 核心提供的功能，并拓展其应用范围，提高系统程序设计的水平。

第 8 章 **UNIX** 系统网络和通信管理。主要包括：**TCP/IP** 协议、域名、**TCP/IP** 地址、**TCP/IP** 网络地址、**TCP/IP** 配置文件、网络文件系统（**Network File System, NFS**）和远程通信等。

本章的基本要求是通过学习，使读者掌握在 **UNIX** 环境下的网络和通信管理。比如，如何配置 **TCP/IP**、域名服务系统、网络文件系统（**NFS**）、远程通信和远程登录等内容。

附录 A~附录 F 概括了 **UNIX** 的命令、函数、特殊文件等，作为工具提供给读者，以便使用时查询。详细的使用方法可参阅 **man** 手册。

**UNIX** 系统的使用已经很普遍，有多种版本。本书 **shell** 编程源于 **UNIX** 第 7 版。

作者想尽最大努力编写出一本能在 30~45 个学时讲授完的教材，并希望通过对本教材的学习使学生能够掌握 **UNIX** 系统环境的使用并能在其环境下进行程序设计。

本书的编写分工如下：岳建国编写第 2、3、4、5、8 章，王养利编写第 6 章，周文宏编写第 7 章，全文由姜建国教授统稿，并编写第 1 章。

本书凝聚了作者多年的教学和科研经验。如果此书能够对读者有所帮助，那将是作者最大的欣慰。但由于作者水平有限，书中难免存在谬误之处，恳切希望各位学者和读者批评指教，以便重印时更正。

编 者

于西安电子科技大学

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第 1 章 UNIX 操作系统概述 .....   | 1  |
| 1.1 UNIX 操作系统的发展史 .....   | 1  |
| 1.2 UNIX 系统结构 .....       | 4  |
| 1.3 UNIX 的体系结构 .....      | 5  |
| 1.4 UNIX 的目录结构 .....      | 6  |
| 1.5 编程环境设计 .....          | 7  |
| 1.6 本章小结 .....            | 7  |
| 1.7 思考与练习 .....           | 8  |
| 第 2 章 UNIX 文件系统 .....     | 9  |
| 2.1 文件系统基础 .....          | 9  |
| 2.2 文件结构 .....            | 11 |
| 2.3 目录和文件名 .....          | 12 |
| 2.4 权限 .....              | 15 |
| 2.5 i 节点 .....            | 19 |
| 2.6 目录层次 .....            | 23 |
| 2.7 设备 .....              | 25 |
| 2.8 本章小结 .....            | 28 |
| 2.9 思考与练习 .....           | 30 |
| 第 3 章 UNIX 操作系统常用命令 ..... | 32 |
| 3.1 通信命令 .....            | 32 |
| 3.2 文件管理命令 .....          | 35 |
| 3.3 运行程序命令 .....          | 48 |
| 3.4 状态信息查询 .....          | 52 |
| 3.5 全屏幕文本编辑器 vi .....     | 63 |
| 3.5.1 屏幕编辑命令 .....        | 63 |
| 3.5.2 底行命令方式 .....        | 67 |
| 3.6 文本处理命令 .....          | 71 |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 3.7 本章小结                       | 75         |
| 3.8 思考与练习                      | 76         |
| <b>第 4 章 shell 的元字符和基本语法规则</b> | <b>78</b>  |
| 4.1 命令行结构                      | 78         |
| 4.2 元字符                        | 80         |
| 4.3 创建新命令                      | 82         |
| 4.4 命令行参数                      | 83         |
| 4.5 程序输出作为参数                   | 85         |
| 4.6 shell 变量                   | 86         |
| 4.6.1 用户定义变量                   | 86         |
| 4.6.2 系统定义变量                   | 86         |
| 4.6.3 shell 定义变量               | 89         |
| 4.7 I/O 重定向                    | 91         |
| 4.8 shell 程序里的循环               | 94         |
| 4.9 测试和求值                      | 95         |
| 4.9.1 测试                       | 95         |
| 4.9.2 求值                       | 97         |
| 4.10 bundle 合并                 | 97         |
| 4.11 过滤程序                      | 99         |
| 4.11.1 grep 系列                 | 99         |
| 4.11.2 正则表达式                   | 101        |
| 4.11.3 sed 流编辑程序               | 103        |
| 4.11.4 awk 模式扫描与处理语言           | 106        |
| 4.12 本章小结                      | 117        |
| 4.13 思考与练习                     | 118        |
| <b>第 5 章 shell 编程</b>          | <b>120</b> |
| 5.1 设计 newcal 命令               | 120        |
| 5.2 目录搜索程序                     | 123        |
| 5.3 用户登录和退出系统的程序               | 125        |
| 5.3.1 shell 的三种循环比较            | 125        |
| 5.3.2 用户登录和退出系统的程序设计           | 126        |
| 5.3.3 shell 对变量赋值的规则           | 127        |
| 5.4 trap 捕获中断                  | 129        |
| 5.5 改写文件                       | 130        |
| 5.6 使用名称终止进程                   | 133        |
| 5.7 创建交互式命令                    | 134        |
| 5.8 进度指示器                      | 136        |
| 5.9 本章小结                       | 139        |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 5.10 思考与练习                | 140        |
| <b>第6章 使用标准的 I/O 编程</b>   | <b>142</b> |
| 6.1 标准 I/O                | 142        |
| 6.2 流文件操作与系统调用间的关系        | 143        |
| 6.3 程序参数                  | 145        |
| 6.4 访问文件                  | 147        |
| 6.5 显示和交互控制               | 150        |
| 6.6 获取环境变量                | 154        |
| 6.7 错误与调试                 | 155        |
| 6.8 本章小结                  | 156        |
| 6.9 思考与练习                 | 156        |
| <b>第7章 UNIX 系统程序设计</b>    | <b>158</b> |
| 7.1 文件系统程序设计              | 158        |
| 7.2 用文件的系统调用实现进程间通信       | 162        |
| 7.3 高级进程间通信               | 167        |
| 7.4 远程进程间通信               | 171        |
| 7.4.1 概述                  | 171        |
| 7.4.2 socket 调用的数据结构      | 172        |
| 7.4.3 socket 系统调用         | 173        |
| 7.4.4 socket 通信程序设计       | 175        |
| 7.5 系统程序综合设计实例            | 180        |
| 7.6 本章小结                  | 192        |
| 7.7 思考与练习                 | 193        |
| <b>第8章 UNIX 系统网络和通信管理</b> | <b>194</b> |
| 8.1 TCP/IP 协议简介           | 194        |
| 8.2 域名                    | 195        |
| 8.3 TCP/IP 网络地址与配置        | 196        |
| 8.4 网络文件系统 (NFS)          | 198        |
| 8.4.1 NFS 的工作原理           | 198        |
| 8.4.2 Sun 的 NFS 系统        | 200        |
| 8.5 网络信息系统 (NIS)          | 206        |
| 8.6 远程计算机的通信              | 209        |
| 8.7 远程计算机登录               | 215        |
| 8.8 远程文件的拷贝               | 216        |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 8.9 本章小结.....             | 218 |
| 8.10 思考与练习.....           | 219 |
| 附录 A 命令和应用程序.....         | 220 |
| 附录 B 系统调用.....            | 225 |
| 附录 C 库函数.....             | 229 |
| 附录 D 特殊文件.....            | 237 |
| 附录 E 文件格式.....            | 238 |
| 附录 F 宏程序包、语言约定和系统维护 ..... | 240 |
| 参考文献 .....                | 242 |

## UNIX 操作系统概述

UNIX 自从问世以来就相当流行,它运行在微型机、小型机、工作站、中型机和大型机等具有不同处理能力的机器上,并提供公共的执行环境。本书着重描述由美国电话电报公司(AT&T)推出的 UNIX system V,但也考虑了其他版本所提供的颇有意义的特征。

### 1.1 UNIX 操作系统的发展史

UNIX 操作系统的发展,经历了漫长的十几载。回顾其发展史,将会对学习好 UNIX 操作系统有很大的帮助。

1965 年,贝尔电话实验室和通用电气公司及麻省理工学院的 MAC 课题组合作研发 Multics 操作系统,其设计目标是:

- (1) 向大的用户团体提供对计算机的同时访问。
- (2) 支持强大的计算能力与数据存储。
- (3) 在需要时,用户能够容易地共享他们的数据。

1969 年,原始版的 Multics 操作系统在 GE645 计算机上运行了,但是没有达到预定的设计目标。由于系统只能在 GE645 计算机上运行,没能提供预定的综合计算服务,因此动摇了研发目标,结果使贝尔实验室退出了这一项目。

新的研发开始:

(1) 在贝尔实验室退出 Multics 工程后,贝尔实验室计算科学研究中心的成员们处于缺乏“方便的交互式计算服务”的景况中,为了改善他们的设计环境,K.汤普逊(Ken Thompson)、D.里奇(Dennis.Ritchie)及其他人勾画出一个纸面上的文件系统设计方案,它后来就演化成为 UNIX 文件系统的早期版本。

(2) 此后,汤普逊编写了有关程序,该程序模拟了这个文件系统以及请求分页环境中程序的行为。

(3) 与此同时,他们借助 GECOS 计算机的程序开发环境为 UNIX 操作系统的开发在 PDP-7 机上建立了更好的开发环境。

(4) 汤普逊和里奇实现了他们在 PDP-7 机上的系统设计,其中包括 UNIX 文件系统、进程子系统和一组实用程序。并且实现了新系统的自我支持,再也不需要把 GECOS 系统

作为开发环境了。

(5) 新系统的名称由计算科学研究中心的成员 B.科尼汉 (Brian.Kernigham) 提出, 作为 Multics 的一种双关语, 命名为 UNIX。

贝尔实验室始建于 1925 年, 为美国西方电器公司和美国电报电话公司共有, 是世界上最大的研究机构之一。它雇佣了两万三千多名员工, 拥有一万八千项以上的产品专利。每年编辑的刊物和组织学术讨论会达几千种。贝尔实验室已获得六十项以上的科学和工程奖, 包括 7 次诺贝尔奖。

1971 年, UNIX 被移植到 PDP-11 计算机上, 该系统的主要特征是它的规模小:

(1) 内存中 16KB 用于系统, 8KB 用于用户程序; 磁盘 512KB。

(2) 每个文件限定长度为 64KB。

在 UNIX 被成功移植到 PDP-11 计算机上之后, 汤普逊在这个系统上实现了 FORTRAN 编译。

里奇在 B 语言的基础上, 把 B 发展成他称之为 C 的语言。C 语言允许产生机器代码, 说明数据类型及定义数据结构。

1973 年, 用 C 语言重写了 UNIX 操作系统。这一事件在当时并没有引起人们的关注, 但对其外部用户接受它却产生了极大的影响。在这之后, 贝尔实验室的装机数目增加到 25 台, 并且形成了 UNIX 系统小组, 以提供内部支持。

由于美国电报电话公司 1965 年与联邦政府签署了反垄断法, 不能销售计算机产品, 因此公司请求把 UNIX 操作系统提供给以教学为目的的大学。即使这样, UNIX 系统的声望仍在稳步增长。

1974 年, 汤普逊和里奇撰文介绍 UNIX 系统。在《ACM 通讯》上发表了描述 UNIX 操作系统的文章, 进一步促进了 UNIX 操作系统的可接受性。

1977 年, 经过不懈的努力, UNIX 系统的安装点已增至约五百个, 其中 125 个在大学。此时, UNIX 操作系统开始在电话公司流行起来, 为程序开发、网络事务操作服务及实时服务提供了良好的环境。这时 UNIX 系统的许可证也颁发给了商业机构、大学和研究机构。

交互系统公司 (Interactive System Corporation) 成为 UNIX 操作系统的第一个增值转卖商。所谓增值转卖商是指把具体应用加到计算机系统中以满足特定的市场需要, 他们销售的是应用而不是销售这些赖以运行的操作系统。

同年, UNIX 操作系统首次被“移植”到非 PDP 机, 即 interdata 8/32 机上。

1978~1982 年, 在这一时期, 贝尔实验室把若干个 UNIX 系统的变种组合到一个单一的系统中, 称为 UNIX system III。后来又在 UNIX system III 中增加了若干特性, 产生了 UNIX system V (IV 为内部版本)。

1983 年 1 月, AT&T 正式宣布支持 UNIX system V。与此同时, 加州大学伯克利分校也开发了一个 UNIX 系统的变体, 它的最新版本称为 4.3BSD(Berkeley Software Distribution), 配在 VAX 机上。它提供了一些新的有意义的特征。

1984 年, UNIX 系统在全世界大约装了十万套。它们运行在微机直至大型机上, 运行在不同制造商生产的计算机上。

UNIX 系统的普及与成功可归结为如下一些原因:

(1) 该系统以高级语言书写, 使之易读、易懂、易修改、易移植到其他计算机上。

- (2) 有一个简单的用户界面，但具有提供用户所希望的服务的能力。
- (3) 提供了能够由较简单的程序构造出复杂程序的原语。
- (4) 使用了在维护上容易的、在实现上高效的层次式文件系统。
- (5) 文件采用字节流这样的一致格式，使应用程序易于书写。
- (6) 为外围设备提供了简单一致的接口。
- (7) 是一个多用户、多进程系统，每个用户都能同时执行几个进程。
- (8) 向用户隐蔽了计算机的体系结构，使用户易于书写在不同硬件上实现运行的程序。

UNIX 操作系统支持的程序设计语言有：FORTRAN、Basic、Ada、COBOL、LISP、Prolog 等，并能支持具有编译程序或解释程序的任何语言。

UNIX 产品系统的各种版本比较多，从风格上可分为以下两大类：

- BSD 系列，见图 1-1。

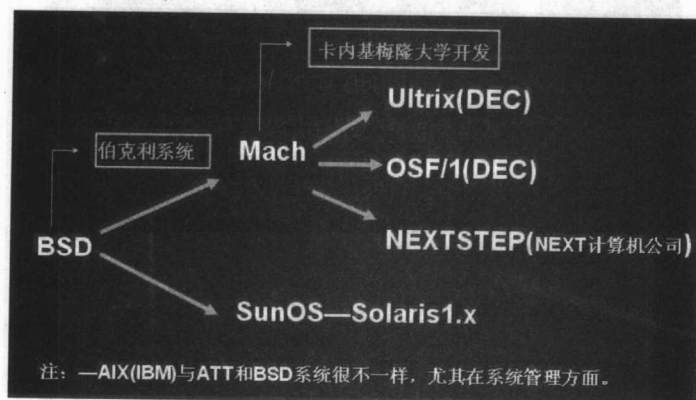


图 1-1 BSD 系列

- ATT 系列，见图 1-2。

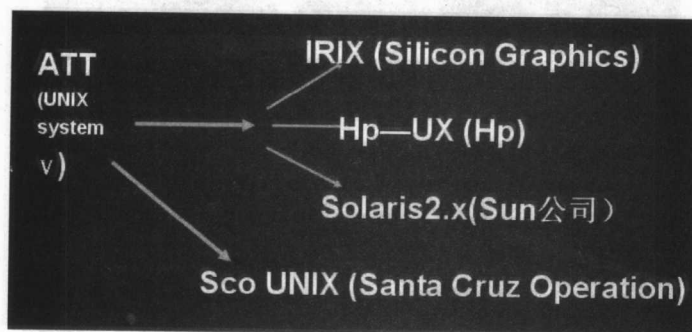


图 1-2 ATT 系列

Linux 是 1991 年由芬兰的 Linus Benedict Torvalds 设计的一种运行于 386 以上微机的 UNIX，为了不断扩充该系统的功能，他把系统的源代码放在了因特网上，取名为 Linux，并在网上发出公开信邀请更多的人来参与 Linux 的研制和开发工作。由于 Linux 免费使用并公开源代码，从而使其迅速得到普及和推广。

## 1.2 UNIX 系统结构

图 1-3、图 1-4、图 1-5 给出了 UNIX 操作系统的高层次体系结构。操作系统直接与硬件交互，向程序提供公共服务，并使它们同硬件特性隔离。

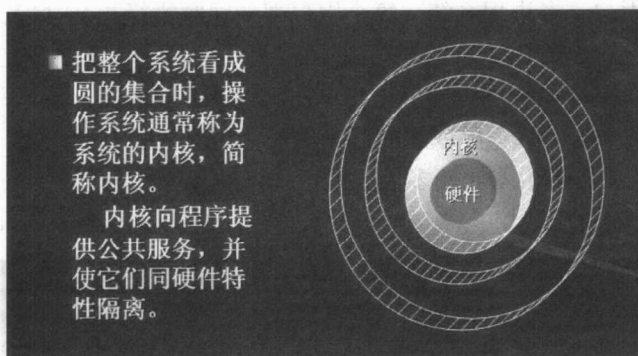


图 1-3 内核

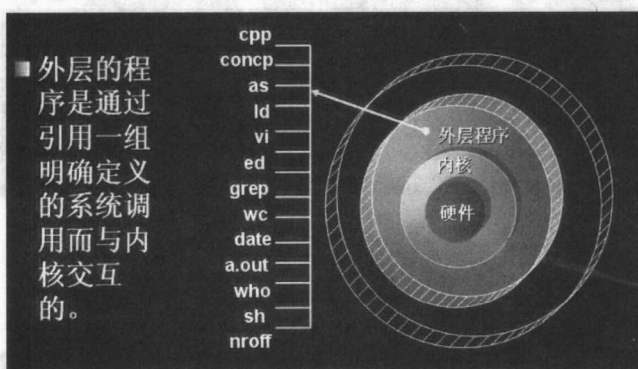


图 1-4 外层程序

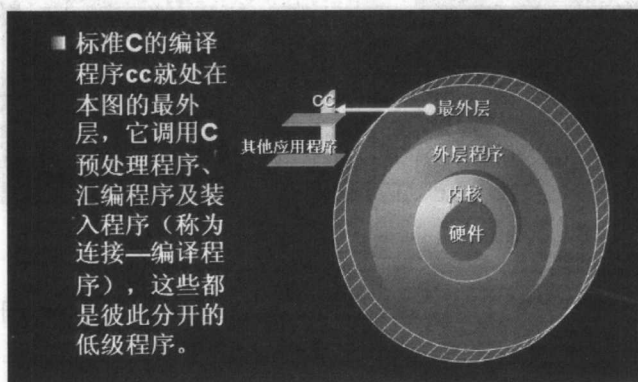


图 1-5 最外层

## 1.3 UNIX 的体系结构

1.2 节给出了对 UNIX 系统环境的高层次的看法。本节重点将放在内核上，对内核的体系结构提出一个总的看法，勾画出它的基本概念和结构。

在 UNIX 系统中，文件和进程这两类实体是 UNIX 系统模型中的两个中心概念。图 1-6 展示了各个模块及它们之间的相互关系。

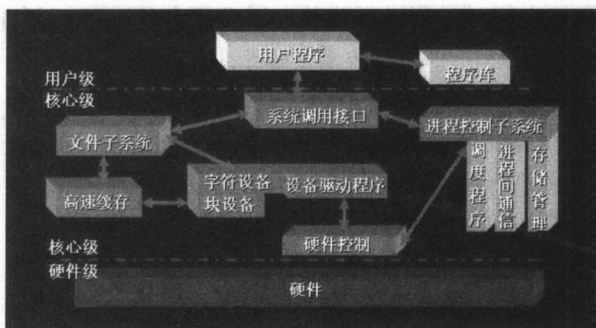


图 1-6 体系结构

图 1-6 将系统分成三个层次：用户级、核心级和硬件级。其中各模块的功能及其关系如下。

### 1. 系统调用接口

系统调用与库接口体现图 1-4、图 1-5 中描绘的用户程序和内核之间的边界。系统调用看起来像 C 程序中普通的函数调用，而库把这些函数调用映射成进入操作系统所需的原语。然而，汇编语言程序可以不经系统调用库而直接引用系统调用。程序常使用像标准 I/O 库这样一些其他的库程序以提供对系统调用的更高级的使用，在编译期间把这些库连接到程序上。因此这些库也是用户程序的一部分。

### 2. 文件子系统

文件子系统使用一个缓存机制来存取文件数据，缓存机制调节内核与二级存储设备之间的数据流。缓存机制同块 I/O 设备驱动程序交互，以便启动内核进行数据的传送。

### 3. 设备驱动程序

设备驱动程序是用来控制外围设备操作的内核模块。块 I/O 设备是随机存取存储设备，文件系统还可以在没有缓存机制干预的情况下直接与“原始”I/O 设备驱动程序交互。原始设备称为字符设备，包括所有不是块设备的设备。

### 4. 进程控制子系统

进程控制子系统负责进程同步、进程间通信、存储管理及进程调度。当要执行一个文件而把文件装入存储器中时，文件子系统与进程控制子系统交互——进程子系统在执行可