

可下载教学资料

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



高等学校教材
计算机应用

操作系统教程与实验

胡明庆 高巍 钟梅 编著

清华大学出版社



高等学校教材
计算机应用

操作系统教程与实验

胡明庆 高巍 钟梅 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是针对计算机专业“操作系统”课程而编写的教材,课程所需总学时为85~96学时。本书由3篇组成。第1篇针对大纲要求,包括了课堂教学应涉及的主要知识点,并针对重点概念辅以例证。第2篇在第1篇的理论基础上,对具体的操作系统Linux-2.4.20-8版本,进行深入的内核分析。第3篇立足于Linux提供的用户界面,设置了若干难易适度的实验,与第1篇各章的教学同步进行。本书从用户界面,进程的创建、通信与同步,文件系统调用,设备驱动,内核修改直至多线程与网络TCP通信的综合应用,逐步深入,可以满足本课程对应用系统设计与开发能力的要求。

本书适于作为大专院校计算机及相关专业操作系统课程的教材,也可以作为Linux系统开发与内核分析的参考书。

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

操作系统教程与实验 / 胡明庆, 高巍, 钟梅编著. —北京: 清华大学出版社, 2007.1
(高等学校教材·计算机应用)

ISBN 978-7-302-13751-1

I. 操… II. ①胡… ②高… ③钟… III. 操作系统—高等学校—教材 IV. TP316

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第105280号

责任编辑: 付弘宇

责任校对: 李建庄

责任印制: 王秀菊

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: 清华大学印刷厂

装订者: 三河市李旗庄少明装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 34.25 字 数: 849千字

版 次: 2007年1月第1版 印 次: 2007年1月第1次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 45.00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: 021382-01

读者意见反馈

亲爱的读者：

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了今后为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间来填写下面的意见反馈表，以便我们更好地对本教材做进一步改进。同时如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题，或者有什么好的建议，也请您来信告诉我们。

地址：北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 602 室 计算机与信息分社营销室 收
邮编：100084 电子信箱：jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn
电话：010-62770175-4608/4409 邮购电话：010-62786544

教材名称：操作系统教程与实验

ISBN: 978-7-302-13751-1

个人资料

姓名：_____ 年龄：_____ 所在院校/专业：_____

文化程度：_____ 通信地址：_____

联系电话：_____ 电子信箱：_____

您使用本书是作为：☐指定教材 ☐选用教材 ☐辅导教材 ☐自学教材

您对本书封面设计的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书印刷质量的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书的总体满意度：

从语言质量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

从科技含量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

本书最令您满意的是：

☐指导明确 ☐内容充实 ☐讲解详尽 ☐实例丰富

您认为本书在哪些地方应进行修改？（可附页）

您希望本书在哪些方面进行改进？（可附页）

电子教案支持

敬爱的教师：

为了配合本课程的教学需要，本教材配有配套的电子教案（素材），有需求的教师可以与我们联系，我们将向使用本教材进行教学的教师免费赠送电子教案（素材），希望有助于教学活动的开展。相关信息请拨打电话 010-62776969 或发送电子邮件至 fuhy@tup.tsinghua.edu.cn 咨询，也可以到清华大学出版社主页（<http://www.tup.com.cn> 或 <http://www.tup.tsinghua.edu.cn>）上查询。

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	副教授
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

操作系统是计算机专业必修的核心专业课程，其重要性主要体现在以下几个方面：

(1) 本课程在计算机学科知识体系中处于硬件知识与软件知识的结合点。

(2) 本课程中关于进程和线程的概念是多任务应用程序设计的理论基础。

(3) 操作系统所提供的系统调用界面是应用程序设计所必需的支撑环境。

(4) 操作系统作为一个重要的系统软件，它用来解决各种复杂问题的思路和算法对于计算机专业技术人员分析问题、解决问题和动手设计能力的培养有着深远的意义。

作为教材，其内容的设置除了需要考虑学生要形成的基本知识结构以外，还必须结合各高校的培养目标来设计各门课程的教学重点。对于绝大多数高校而言，其计算机类专业学生的培养目标大都定位在“基于应用系统的设计与开发的应用型人才”上。基于这个目标，操作系统课程实践的重点应该放在对操作系统所提供的支撑环境的使用上。

为此，我们按照以下思路编排本书：

第1篇为课堂教学内容，其深度能够满足大纲要求，其广度可以满足60~74学时课堂教学的所需内容。本前言附表中的学时安排可作为教师制定教学计划的参考。该篇以操作系统原理和UNIX为主线进行介绍，是本课程考核的重点。

第2篇在第1篇的基础上，以具体的操作系统Linux-2.4.20-8版本为平台，对其进行深入一步的剖析，目的在于与已经掌握了操作系统原理的读者以及对Linux感兴趣的读者一起对Linux操作系统做深入一步的探讨。

第3篇为实验内容，这个环节以Red Hat Linux 9为平台，内容立足于Linux所提供的各种用户界面，并与各章概念密切结合，目的在于加深对概念的理解。其中重点加强了进程、进程间通信和进程同步的实验，使读者能够在理论的指导下进一步深刻地理解进程和线程，掌握使用进程或线程实现多任务并发的程序设计思想和方法。实验内容基本与第1篇的各章同步（除第5章外，其他各章都安排了相应的实验）。实验1~8中，除实验5外，其他实验序号都与第1篇中对应的章号相同。此外还提供了两个综合性应用实验（实验9和实验10）作为课程设计的课题——修改系统内核和基于多线程的网络Socket编程，旨在进一步提高读者修改操作系统内核的能力和综合其他知识进行多线程程序设计的能力。

使用本书需要80~96学时（按照共16周、每周5~6学时计算），其中理论教学为60~74学时，其余用于实验。理论课只讲第1~2篇，各节标题上加有*标记的内容作

为参考,可以不讲。第3篇的实验内容可以根据各校情况选择全部或部分实验,建议每周1次,每次2学时。其中实验8、实验9和实验10的内容综合性较强,需要学时较多,可以作为课程设计或者短学期实习的课题。

为了方便实验与各章的同步,在第1篇各章的最后给出了与该章同步的实验名称供选择,而实验的内容和指导则集中放在第3篇中。每个实验的内容都在相关的章节中提供了类似的例证,并给出了算法框架、源代码、注释、运行结果以及结果分析。请读者在做每个实验之前预习有关章节的内容,这样,在做实验时就会感到轻松许多。

作者从事计算机操作系统课程的教学已有二十余年,深感缺少一本适合于培养应用型人才、能够理论联系实际且难易适度、学时数且不涉及后继课程知识点的操作系统教材。经过多年的努力和实践,本书中的实验已经由计算机专业本科学生连续使用了5届,教学实践和多数学生毕业后的工作实践已证明效果非常好。主要是:敢于动手进行系统编程和修改内核;在多任务环境下能够主动使用多线程来解决多任务之间的同步或异步问题,而不是将多个任务放在一个任务中去解决。

本书包括13章和与各章有关的16个实验,其中胡明庆负责编写第1~8章,高巍负责编写第9章和第10章,钟梅负责编写第11章和第12章,高巍和钟梅合作编写第13章。第3篇中,除实验8由高巍编写之外,其余实验由胡明庆编写。

在本书的编写过程中得到了许多朋友的关心和帮助,朱定华教授、张钧良教授和赵一鸣教授对本书提出了很多宝贵的意见,陆静老师给出了第3篇部分实验的参考答案,张川老师在网络通信方面、贺贯中教授在数据结构方面给予了指导,计算机专业的学生赵振华、吴俊慢实现了Linux下的网络TCP通信,还有部分学生的实习报告也作为参考资料提交给读者参考。在此对所有支持本书出版的领导、老师、学生和朋友们表示衷心的感谢。

由于时间紧迫,加之笔者水平有限,错误和笔误在所难免,敬请广大读者批评指正。几位编者的联系方式如下:mingqhu@gmail.com(胡明庆),alexgaowei@gmail.com(高巍),camellia2006@gmail.com(钟梅)。

附表

章 学时	1	2	3	4	5	6	7	8
小计	6	2	14~18	4~8	6	8~10	12~14	8~10
总计	60~74 学时							

编者

2006年8月

第 1 篇 操作系统原理

第 1 章 操作系统概述	2
1.1 操作系统的定义及其功能	2
1.2 操作系统的分类	4
1.2.1 多道程序设计技术与批处理系统	5
1.2.2 分时操作系统	6
1.2.3 实时操作系统	6
1.2.4 网络操作系统	6
1.2.5 分布式操作系统	7
1.2.6 个人操作系统	7
1.3 操作系统的特性	7
1.3.1 并发性	7
1.3.2 共享性	7
1.3.3 不确定性	8
1.3.4 虚拟性	8
1.4 操作系统的性能评价	8
1.5 操作系统的逻辑结构	9
1.5.1 模块化结构	9
1.5.2 层次化结构	9
1.5.3 虚拟机结构	9
1.5.4 客户/服务器结构	10
1.5.5 面向对象结构	10
1.6 支持操作系统的基本硬件结构	10
1.6.1 处理机的态	10
1.6.2 特权指令与处理机态的转换	10
1.6.3 时钟	11
1.6.4 中断机制	12
1.6.5 80386 的寄存器组	16
1.6.6 80386 的工作模式和特权级保护	20

习题 1	24
第 2 章 用户界面	25
2.1 操作系统提供的用户界面	25
2.1.1 操作命令界面	25
2.1.2 系统调用界面	27
2.1.3 两种界面之间的关系	27
2.2 系统调用	27
2.2.1 系统调用的类型	27
2.2.2 系统调用的实现	28
2.2.3 系统调用与子程序调用的区别	29
2.3 Linux 的系统调用	30
习题 2	31
第 3 章 进程	32
3.1 进程的概念	32
3.1.1 多道程序并发执行	33
3.1.2 进程的定义	36
3.1.3 进程与程序的区别与联系	37
3.1.4 进程的类型	38
3.1.5 进程映像	38
3.1.6 进程状态及其变迁	43
3.2 进程控制	44
3.2.1 进程创建	45
3.2.2 进程撤销	51
3.2.3 进程睡眠	52
3.2.4 进程唤醒	53
3.3 进程同步与互斥	53
3.3.1 问题的提出	53
3.3.2 临界资源与临界区	54
3.3.3 互斥问题与同步问题	54
3.3.4 信号量及其 P、V 操作	56
3.3.5 用 P、V 操作实现进程同步与互斥	57
3.3.6 用 P、V 操作实现进程互斥与同步举例	57
3.3.7 管程的概念	67
3.4 Linux 进程	68
3.4.1 Linux 进程家族树	68
3.4.2 Linux 中父进程等待子进程的同步	70
3.4.3 Linux 中子进程映像的重新装入	73

3.5 线程	77
3.5.1 问题的提出	77
3.5.2 线程及其特征	78
3.5.3 线程的状态与线程控制块	79
3.5.4 线程的分类	79
3.5.5 线程与进程的关系	80
3.5.6 线程的优缺点	80
3.5.7 线程的适用范围	81
3.5.8 Linux 线程的特点	82
3.5.9 线程举例	82
习题 3	86
第 4 章 进程间通信	89
4.1 Linux 软中断信号机制	89
4.1.1 软中断信号	89
4.1.2 软中断信号的使用方法	91
4.1.3 软中断信号的系统调用	92
4.1.4 应用举例	93
4.1.5 使用软中断实现父子进程同步	94
4.2 Linux 管道通信	97
4.2.1 无名管道与命名管道	97
4.2.2 无名管道的实现方法	98
4.2.3 无名管道应用举例	100
4.2.4 命名管道	101
4.3 Linux 的 IPC 机制	101
4.4 Linux 消息缓冲通信	103
4.4.1 消息缓冲通信概述	103
4.4.2 Linux 消息缓冲通信的系统调用	107
4.4.3 消息缓冲通信应用举例	109
4.5 Linux 共享内存通信	113
4.5.1 共享内存通信概述	113
4.5.2 共享内存通信的数据结构	113
4.5.3 共享内存通信的系统调用	114
4.5.4 共享内存通信实现方法	117
4.5.5 共享内存通信应用举例	118
4.6 几种通信方式小结	124
4.7 Linux 信号量	124
4.7.1 Linux 信号量的结构	124
4.7.2 有关信号量的系统调用函数	126

4.7.3 信号量及其 P、V 操作的实现	130
4.7.4 应用举例	131
习题 4	143
第 5 章 资源分配与处理机调度	144
5.1 资源分配	144
5.2 死锁	144
5.2.1 死锁的概念	144
5.2.2 死锁的起因	145
5.2.3 产生死锁的必要条件	147
5.2.4 规避死锁的方法	147
5.3 处理机的多级调度	150
5.4 作业调度	151
5.4.1 作业的状态	151
5.4.2 作业控制块	152
5.4.3 作业调度目标与性能评价	152
5.4.4 调度算法	153
5.5 进程调度	156
5.5.1 进程上下文	156
5.5.2 进程调度的功能	157
5.5.3 进程调度的时机	158
5.5.4 进程调度策略	158
5.5.5 UNIX 进程调度	159
习题 5	162
第 6 章 内存管理	164
6.1 内存管理概述	165
6.1.1 计算机系统存储结构	165
6.1.2 操作系统内存管理与硬件系统的关系	165
6.1.3 操作系统内存管理的任务	166
6.2 分区内存管理	171
6.2.1 分区管理概述	171
6.2.2 动态分区的数据结构	173
6.2.3 动态分区的分配与回收	173
6.2.4 几种基本的放置策略	175
6.2.5 分区管理的虚拟存储的实现	177
6.2.6 碎片问题与拼接技术	177
6.3 分页内存管理	177
6.3.1 分页管理的基本原理	178

6.3.2	静态分页管理	180
6.3.3	请求分页管理与虚拟存储	181
6.3.4	请求分页的页表	182
6.3.5	请求分页管理的页面置换算法	182
6.3.6	抖动	184
6.3.7	分页管理的存储保护	185
6.3.8	快表	185
6.3.9	分页管理的优缺点	186
6.4	分段内存管理	186
6.4.1	段式管理的基本原理	187
6.4.2	分段管理的内存分配与回收	188
6.4.3	段的共享与保护	188
6.4.4	分段管理的优缺点	189
6.5	段页式内存管理	190
6.5.1	段页式管理中虚地址的构成	190
6.5.2	段表和页表	190
6.5.3	动态地址映射	191
6.6	UNIX 的内存管理	191
6.6.1	UNIX 内存管理概述	191
6.6.2	UNIX 交换区及其管理	191
6.6.3	UNIX 地址映射	193
6.6.4	UNIX 请求分页的数据结构	194
6.6.5	UNIX 的请求调页技术与页面错	196
6.6.6	UNIX 的偷页进程	197
6.6.7	UNIX 共享的实现	198
习题 6		199
第 7 章	文件管理	200
7.1	文件管理概述	200
7.1.1	几个基本概念	200
7.1.2	文件的逻辑结构及其存取方式	203
7.1.3	文件的物理结构与存储设备	204
7.1.4	文件存储空间的管理	209
7.1.5	文件目录管理	210
7.1.6	文件完整性	218
7.1.7	文件操作	219
7.1.8	文件系统的层次模型	220
7.2	UNIX 文件系统	221
7.2.1	UNIX 文件系统的优点	221

7.2.2	UNIX 文件 i 结点	222
7.2.3	UNIX 文件的物理结构	222
7.2.4	UNIX 文件目录结构	224
7.2.5	UNIX 打开文件管理机构	224
7.2.6	UNIX 存储空间的管理	228
习题 7		232
第 8 章	设备管理	233
8.1	设备管理概述	233
8.1.1	设备的分类	234
8.1.2	设备管理的任务	234
8.1.3	设备独立性	234
8.1.4	缓冲技术	235
8.1.5	设备分配	236
8.1.6	输入输出控制	238
8.1.7	设备管理的数据结构	242
8.1.8	设备驱动程序	245
8.2	UNIX 设备管理	245
8.2.1	UNIX 块设备管理的数据结构	246
8.2.2	UNIX 块设备缓冲区管理	248
8.2.3	UNIX 设备驱动程序接口	257
*8.2.4	UNIX 块设备驱动	259
*8.2.5	UNIX 字符设备缓冲区管理	260
习题 8		263

第 2 篇 Linux 操作系统

第 9 章	Linux 应用基础	266
9.1	Linux 简介	266
9.1.1	UNIX 的兴起	266
9.1.2	Linux 的诞生	266
9.1.3	开源、自由和 Linux	267
9.1.4	Linux 操作系统的应用前景与未来	268
9.1.5	Linux 操作系统的特点	269
9.1.6	Linux 的发行版	270
9.1.7	Linux 的应用软件	274
9.1.8	Linux 资源	276
9.2	Linux 的安装	277
9.2.1	Red Hat Linux 9 的获得	277

9.2.2	计算机硬件准备	278
9.2.3	硬盘空间准备	279
9.2.4	安装方式选择	283
9.2.5	安装前配置	285
9.2.6	进行安装	297
9.2.7	安装后配置	298
9.2.8	安装完成	300
9.2.9	恢复被 Windows 破坏的 GRUB 引导程序	300
9.2.10	删除已安装的 Red Hat Linux 9	301
9.3	Red Hat Linux 的启动	302
9.3.1	Red Hat Linux 启动菜单	302
9.3.2	系统登录、注销和关机	302
9.3.3	文本模式与图形模式的切换	306
9.4	Linux 文本编辑器 Vi 的使用	307
9.4.1	执行与结束 Vi	307
9.4.2	Vi 的 3 种模式及相互切换	308
9.4.3	编辑模式下的操作	309
9.4.4	命令模式下的操作	311
9.5	Linux 中的 C 语言编译器 GCC 的使用	312
9.5.1	使用 GCC	313
9.5.2	GCC 选项	314
9.6	Linux 主要目录介绍	315
9.6.1	Linux 系统目录	315
9.6.2	/usr 子目录	315
9.6.3	/etc 子目录	316
9.6.4	/usr/src/linux 子目录	316
第 10 章	Linux 的操作命令界面与内核编译	317
10.1	Linux 键盘命令	317
10.1.1	通配符	317
10.1.2	登录和退出 Linux 系统	318
10.1.3	目录操作	319
10.1.4	文件操作	322
10.1.5	时间和帮助	334
10.1.6	用户管理	335
10.1.7	磁盘管理	338
10.1.8	系统管理	340
10.2	Red Hat Linux 图形界面基本操作	341
10.2.1	GNOME 简介	341