



高等院校规划教材

王 红 主 编

侯 刚 张凤云 杨德芳 副主编

操作系统原理及应用(Linux)

注重学科体系的完整性，兼顾考研学生需要
强调理论与实践相结合，注重培养专业技能



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

操作系统原理及应用 (Linux)

王 红 主 编

侯 刚 张凤云 杨德芳 副主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书介绍操作系统的基本原理及应用,并以 Linux 操作系统作为具体实例加以说明。全书共 9 章,主要内容包括操作系统的基本概念、功能、操作系统的发展史及 Linux 操作系统概述,进程的概念、进程描述、进程控制、进程的同步与互斥、进程通信及线程,作业调度及进程调度、死锁的概念与产生原因以及解决死锁的方法,各种内存管理及分配方法的思想、数据结构、重定位及实现原理,文件的逻辑结构、物理结构及文件系统的构成,操作系统对设备的控制、分配、缓冲区的管理等, Linux 系统的网络功能,现代流行的 UNIX、Windows 2000 操作系统的特点、原理以及分布式操作系统的概况,操作系统的安全性。

本书例题及课后习题丰富,便于初学者对操作系统原理进行理解、掌握并运用;在配套教材《操作系统原理及应用——学习指导与题解》中,为各章提供了内容要点复习、教材习题解答、新增习题及解答,并为各部分原理提供了一些实训内容。

本书内容全面,选材适当,结构合理,理论结合实际,可作为应用型本科、成人高校、高职高专院校计算机及相关专业的操作系统课程的教材,也可以作为相关专业的师生及专业技术人员的参考书。

本书所配电子教案可以从中国水利水电出版社网站下载,网址为 <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统原理及应用: Linux / 王红主编. —北京:中国水利水电出版社, 2005

(21 世纪高等院校规划教材)

ISBN 7-5084-2912-5

I. 操… II. 王… III. Linux 操作系统—高等学校—教材 IV. TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 057100 号

书 名	操作系统原理及应用(Linux)
作 者	王 红 主编 侯 刚 张风云 杨德芳 副主编
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 18.25 印张 404 千字
版 次	2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	26.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

随着计算机科学与技术的飞速发展,计算机的应用已经渗透到国民经济与人们生活的各个角落,正在日益改变着传统的人类工作方式和生活方式。在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等院校会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为了大力推广计算机应用技术,更好地适应当前我国高等教育的跨越式发展,满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变,符合社会对高等院校应用型人才培养的各类要求,我们成立了“21 世纪高等院校规划教材编委会”,在明确了高等院校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系的框架下,组织编写了本套“21 世纪高等院校规划教材”。

众所周知,教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱及基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索和建设适应新世纪我国高等院校应用型人才体系需要的配套教材已经成为当前我国高等院校教学改革和教材建设工作面临的紧迫任务。因此,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、市场需求,探讨课程设置、研究课程体系的基础上,组织一批具备较高的学术水平、丰富的教学经验、较强的工程实践能力的学术带头人、科研人员和主要从事该课程教学的骨干教师编写出一批有特色、适用性强的计算机类公共基础课、技术基础课、专业及应用技术课的教材以及相应的教学辅导书,以满足目前高等院校应用型人才的需要。本套教材消化和吸收了多年来已有的应用型人才培养的探索与实践成果,紧密结合经济全球化时代高等院校应用型人才工作的实际需要,努力实践,大胆创新。教材编写采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批地启动编写计划,编写大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论,以确保该套教材的高质量和实用性。

教材编委会分析研究了应用型人才与研究型人才在培养目标、课程体系和内容编排上的区别,分别提出了 3 个层面上的要求:在专业基础类课程层面上,既要保持学科体系的完整性,使学生打下较为扎实的专业基础,为后续课程的学习做好铺垫,更要突出应用特色,理论联系实际,并与工程实践相结合,适当压缩过多过深的公式推导与原理性分析,兼顾考研学生的需要,以原理和公式结论的应用为突破口,注重它们的应用环境和方法;在程序设计类课程层面上,把握程序设计方法和思路,注重程序设计实践训练,引入典型的程序设计案例,将程序设计类课程的学习融入案例的研究和解决过程中,以学生实际编程解决问题的能力为突破口,注重程序设计算法的实现;在专业技术应用层面上,积极引入工程案例,以培养学生解决工程实际问题的能力为突破口,加大实践教学内容的比重,增加新技术、新知识、新工艺的内容。

本套规划教材的编写原则是:

在编写中重视基础,循序渐进,内容精炼,重点突出,融入学科方法论内容和科学理念,反映计算机技术发展要求,倡导理论联系实际和科学的思想方法,体现一级学科知识组织的层次结构。主要表现在:背靠计算机学科的科学体系,明确目标定位,分类组织实施,兼容互补;理论与实践并重,强调理论与实践相结合,突出学科发展特点,体现学科

发展的内在规律：教材内容循序渐进，保证学术深度，减少知识重复，前后相互呼应，内容编排合理，整体结构完整；采取自顶向下设计方法，内涵发展优先，突出学科方法论，强调知识体系可扩展的原则。

本套规划教材的主要特点是：

(1) 面向应用型高等院校，在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度，注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。在课程体系方面打破传统的研究型人才培养体系，根据社会经济发展对行业、企业的工程技术需要，建立新的课程体系，并在教材中反映出来。

(2) 教材的理论知识包括了高等院校学生必须具备的科学、工程、技术等方面的要求，知识点不要求大而全，但一定要讲透，使学生真正掌握。同时注重理论知识与实践相结合，使学生通过实践深化对理论的理解，学会并掌握理论方法的实际运用。

(3) 在教材中加大能力训练部分的比重，使学生比较熟练地应用计算机知识和技术解决实际问题，既注重培养学生分析问题的能力，也注重培养学生思考问题、解决问题的能力。

(4) 教材采用“任务驱动”的编写方式，以实际问题引出相关原理和概念，在讲述实例的过程中将本章的知识点融入，通过分析归纳，介绍解决工程实际问题的思想和方法，然后进行概括总结，使教材内容层次清晰，脉络分明，可读性、可操作性强。同时，引入案例教学和启发式教学方法，便于激发学习兴趣。

(5) 教材在内容编排上，力求由浅入深，循序渐进，举一反三，突出重点，通俗易懂。采用模块化结构，兼顾不同层次的需求，在具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。此外还注重了配套教材的编写，如课程学习辅导、实验指导、综合实训、课程设计指导等，注重多媒体的教学方式以及配套课件的制作。

(6) 大部分教材配有电子教案，以使教材向多元化、多媒体化发展，满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。此外还提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套规划教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的教师及科研人员的教学科研经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。本套规划教材适用于应用型高等院校各专业，也可作为本科院校举办的应用技术专业的课程教材，此外还可作为职业技术学院和民办高校、成人教育的教材以及从事工程应用的技术人员的自学参考资料。

我们感谢该套规划教材的各位作者为教材的出版所做出的贡献，也感谢中国水利水电出版社为选题、立项、编审所做出的努力。我们相信，随着我国高等教育的不断发展和高校教学改革的不断深入，具有示范性并适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高等院校教学质量的提高。

我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见，以便进一步修订，使该套规划教材不断完善。

21 世纪高等院校规划教材编委会

2004 年 8 月

前 言

计算机操作系统管理计算机系统所有的软件和硬件资源,同时为用户提供一个方便、安全、可靠的工作环境。操作系统课程是计算机专业学生的必修课程,掌握并理解计算机操作系统的基本原理和方法,对计算机专业的学生和技术人员来说是非常必要的。

由于操作系统在计算机系统所处的特殊地位,以及它具有的抽象性及理论深度,使得这门课程并不是那么容易真正学懂弄通。很多初学者会感到这门课程理论性太强、概念原理太多,不容易记住,更不易掌握,特别是在本科操作系统课程中,选择合适的实验内容是一个普遍的难题。编者正是在这种情况下,在结合多年操作系统课程教学经验的基础上对该教材进行了编写。

本书主要讲述操作系统的基本原理及应用,具体实例采用 Linux 操作系统。内容共分 9 章,第 1 章介绍操作系统的基本概念、功能、操作系统的发展史及 Linux 操作系统概述;第 2 章介绍进程的概念、进程描述、进程控制、进程的同步与互斥、进程通信及线程;第 3 章介绍作业调度及进程调度,死锁的概念与产生的原因,以及解决死锁的方法;第 4 章介绍操作系统对内存的管理方法,主要介绍各种内存管理及分配方法的思想、数据结构、重定位及实现原理;第 5 章介绍操作系统对文件的管理,重点介绍文件的逻辑结构、物理结构及文件系统的构成;第 6 章介绍操作系统对设备的管理方法,主要介绍对设备的控制、分配、缓冲区的管理等;第 7 章介绍 Linux 系统的网络功能;第 8 章为现代操作系统,介绍了现代流行的 UNIX、Windows 2000 操作系统的特点、原理以及分布式操作系统的概况;第 9 章介绍操作系统的安全性。

本书由王红主编,侯刚、张风云、杨德芳任副主编。各章主要编写人员分工如下:第 2 章、第 3 章、第 8 章由王红编写;第 1 章、第 6 章、第 9 章由侯刚编写;第 4 章由杨德芳编写;第 5 章、第 7 章由张风云编写;参加本书编写的还有沈祥玖、王成端、陈光军、王承君、肖孟强、刘永华、宗绪锋、李禹生、安志远等。全书由王红统稿。

全书内容在介绍原理的基础上,注重理论与实践相结合。在本书的配套实训教材中,为各章提供了习题解答、内容要点复习、新增例题、习题及解答,并为各部分原理提供了一些实训内容。

本书可以作为本科,特别是应用型本科计算机专业的操作系统教材,也可以作为计算机专业技术人员的参考书。

对于本书,虽然编写小组付出了很大努力,但由于作者水平有限,出现错误在所难免,希望广大读者批评指正。

编 者

2005 年 3 月

目 录

序

前言

第 1 章 操作系统概论	1
本章学习目标	1
1.1 操作系统的地位	1
1.2 操作系统的功能	2
1.2.1 提供人机接口	2
1.2.2 管理计算机资源	5
1.3 操作系统的发展过程	9
1.3.1 推动操作系统发展的主要动力	9
1.3.2 无操作系统的计算机系统	9
1.3.3 单道批处理系统	10
1.3.4 多道批处理系统	11
1.3.5 分时系统	12
1.3.6 实时系统	13
1.3.7 微机操作系统	14
1.3.8 网络操作系统	15
1.3.9 分布式操作系统	15
1.4 操作系统的特性	15
1.5 操作系统的体系结构	16
1.5.1 层次结构	16
1.5.2 微内核结构	16
1.6 Linux 介绍	17
1.6.1 Linux 简介	17
1.6.2 UNIX、GNU 与 Linux	18
1.6.3 Linux 的历史	20
1.6.4 Linux 的内核特征	22
1.6.5 Linux 的发展及展望	24
本章小结	26
习题一	27
第 2 章 进程管理	28
本章学习目标	28

2.1	进程的基本概念	28
2.1.1	程序的顺序执行及其特征	28
2.1.2	程序的并发执行及其特征	29
2.1.3	进程的定义与特征	30
2.1.4	进程的基本状态及转换	31
2.1.5	Linux 进程的状态	33
2.2	进程的描述	35
2.2.1	进程控制块 PCB	35
2.2.2	进程控制块的组织方式	36
2.2.3	Linux 进程的 PCB	38
2.3	进程控制	39
2.3.1	进程的创建与终止	39
2.3.2	几个相关的 Linux 系统调用	40
2.3.3	进程的阻塞与唤醒	41
2.4	进程的同步与互斥	42
2.4.1	临界资源的概念	42
2.4.2	进程的互斥与同步	43
2.4.3	锁机制	44
2.4.4	信号量机制	44
2.5	进程同步问题举例	48
2.5.1	生产者—消费者问题	48
2.5.2	读者—写者问题	50
2.5.3	哲学家进餐问题	51
2.6	进程通信	52
2.6.1	共享存储器系统	53
2.6.2	消息传递系统	56
2.6.3	管道通信系统	60
2.6.4	信号通信机制	60
2.7	线程	63
2.7.1	线程的基本概念	63
2.7.2	线程的状态与转换操作	63
2.7.3	引入线程的好处	64
2.7.4	多线程的实现	64
	本章小结	65
	习题二	66
第 3 章	处理机调度与死锁	68
	本章学习目标	68

3.1	分级调度	68
3.1.1	调度的层次	69
3.1.2	作业与进程的关系	70
3.2	作业调度	70
3.2.1	作业调度的功能	70
3.2.2	调度算法的评价及准则	73
3.3	进程调度	74
3.3.1	进程调度的功能	74
3.3.2	进程调度的时机	75
3.3.3	进程上下文的切换	75
3.3.4	Linux 系统中进程调度发生的时机	76
3.4	调度算法	76
3.4.1	单道批处理系统的调度算法	77
3.4.2	多道批处理系统的调度算法	79
3.4.3	优先级调度算法	79
3.4.4	轮转调度算法	82
3.5	Linux 系统的调度算法	85
3.5.1	Linux 系统的进程调度策略	85
3.5.2	Linux 系统的优先级调度策略	86
3.5.3	实时进程的调度策略	88
3.6	死锁问题	88
3.6.1	死锁的概念	89
3.6.2	产生死锁的原因及必要条件	89
3.6.3	解决死锁问题的基本方法	90
3.7	死锁的预防与避免	91
3.7.1	死锁的预防	91
3.7.2	死锁的避免	92
3.8	利用银行家算法避免死锁	93
3.8.1	银行家算法中的数据结构	93
3.8.2	银行家算法的实现	94
3.8.3	银行家算法的应用	95
3.9	死锁的检测与解除	97
3.9.1	死锁检测的时机	97
3.9.2	死锁的检测	97
3.9.3	死锁的解除	99
	本章小结	100
	习题三	100

第4章 存储器管理	102
本章学习目标	102
4.1 存储器管理概述	102
4.1.1 存储器的层次	103
4.1.2 用户程序的处理过程	103
4.2 连续分配存储管理方式	106
4.2.1 单道程序的连续分配	106
4.2.2 固定分区分配方式	107
4.2.3 动态分区分配	107
4.2.4 可重定位分区	110
4.3 分页存储管理方式	111
4.3.1 页式存储管理的系统应解决的问题	111
4.3.2 分页存储管理的基本方法	111
4.3.3 两级和多级页表	114
4.4 分段存储管理方式	116
4.4.1 分段存储管理方式的基本原理	116
4.4.2 信息共享	118
4.4.3 段页式存储管理方式	118
4.5 虚拟存储器的基本概念	121
4.5.1 虚拟存储器的引入	121
4.5.2 虚拟存储器的实现方法及其特征	122
4.6 请求分页	123
4.6.1 请求分页的实现	123
4.6.2 页面置换算法	125
4.7 请求分段存储管理	127
4.7.1 请求分段的实现	127
4.7.2 段的共享与保护	130
4.8 Linux 系统的内存管理方法	131
4.8.1 Linux 的分页管理机制	131
4.8.2 虚存段的组织与管理	133
4.8.3 内存的共享和保护	135
4.8.4 内存空间管理	136
4.8.5 空闲内存管理	136
4.8.6 内核态内存的申请与释放	137
4.8.7 用户态内存的申请与释放	138
4.8.8 交换空间	139
4.8.9 页交换进程和页面换出	140

4.8.10 缺页中断和页面换入	142
4.8.11 存储管理系统的缓冲机制	142
本章小结	143
习题四	144
第 5 章 文件管理	147
本章学习目标	147
5.1 文件管理概述	147
5.1.1 文件及其分类	147
5.1.2 文件系统及其功能	149
5.2 文件的结构	150
5.2.1 文件的逻辑结构	150
5.2.2 文件的物理结构	151
5.3 文件目录管理	155
5.3.1 文件控制块和索引节点	155
5.3.2 文件目录结构	157
5.3.3 按名存取	159
5.3.4 Linux 文件目录	160
5.4 Linux 文件系统	162
5.4.1 Linux 文件的物理结构	163
5.4.2 Linux 文件系统	164
5.5 文件存储空间的管理	168
5.5.1 空闲空间表法	168
5.5.2 空闲块链法	169
5.5.3 位示图法	169
5.5.4 空闲块成组链接法	170
5.6 文件共享与安全性	172
5.6.1 文件的共享	172
5.6.2 文件的安全性	173
5.7 Linux 系统的文件操作	175
5.7.1 文件操作命令	175
5.7.2 目录操作命令	178
5.7.3 存取控制命令	179
5.7.4 磁盘存储命令	181
5.7.5 磁盘操作	182
5.7.6 常用系统调用	182
本章小结	185
习题五	186

第 6 章 设备管理	187
本章学习目标	187
6.1 I/O 系统组成	187
6.1.1 I/O 设备	187
6.1.2 设备控制器	189
6.1.3 I/O 通道	190
6.2 数据传输控制方式	192
6.2.1 程序直接控制方式	192
6.2.2 中断控制方式	193
6.2.3 DMA 方式	193
6.2.4 通道控制方式	194
6.3 中断技术	197
6.3.1 中断的概念	197
6.3.2 中断源	197
6.3.3 中断响应	197
6.3.4 中断处理	198
6.4 缓冲技术	199
6.4.1 缓冲的引入	199
6.4.2 单缓冲	200
6.4.3 双缓冲	200
6.4.4 循环缓冲	201
6.4.5 缓冲池	201
6.5 设备分配	202
6.5.1 与设备分配相关的因素	202
6.5.2 虚拟设备技术	204
6.6 SPOOLING 系统	204
6.6.1 SPOOLING 系统的简介	204
6.6.2 SPOOLING 系统的组成	205
6.7 I/O 控制过程	206
6.7.1 用户进程的 I/O 请求	206
6.7.2 设备驱动	206
6.8 磁盘 I/O	207
6.8.1 磁盘存储格式	207
6.8.2 磁盘 I/O 性能	207
6.8.3 磁盘调度	208
6.8.4 磁盘高速缓存	209
6.9 Linux 系统的设备管理	210

6.9.1	Linux 系统设备管理的特点	210
6.9.2	Linux 设备驱动程序的接口	210
6.9.3	Linux 的磁盘高速缓存	212
6.9.4	Linux 的字符设备缓冲区管理	214
6.9.5	Linux 的设备驱动	215
	本章小结	218
	习题六	218
第 7 章	Linux 网络基础	220
	本章学习目标	220
7.1	TCP/IP 协议简介	220
7.1.1	网络概述	220
7.1.2	TCP/IP 协议	221
7.2	配置 Linux 网络	224
7.2.1	网络配置文件	224
7.2.2	手工配置 TCP/IP 网络	226
7.3	基本网络服务介绍	228
7.3.1	域名服务器 (DNS)	228
7.3.2	Apache 服务器	229
7.3.3	邮件服务器	231
7.3.4	samba 服务器	232
7.4	Linux 网络安全	234
7.4.1	Linux 系统的文件安全	234
7.4.2	用户口令安全	235
7.4.3	防火墙技术	235
7.4.4	Linux 常用的网络命令	238
	本章小结	241
	习题七	242
第 8 章	现代操作系统实例	243
	本章学习目标	243
8.1	UNIX 操作系统	243
8.1.1	UNIX 操作系统的发展	243
8.1.2	UNIX 操作系统的特点	243
8.1.3	UNIX 系统的内核结构	244
8.1.4	UNIX 系统的进程管理	245
8.1.5	UNIX 系统的内存管理	249
8.1.6	UNIX 系统的文件管理	250
8.1.7	UNIX 系统的设备管理	253

8.2 Windows 2000 操作系统.....	254
8.2.1 Windows 2000 概述.....	254
8.2.2 Windows 2000 中的进程和线程的特点.....	255
8.2.3 Windows 2000 中进程的实现.....	255
8.2.4 Windows 2000 中线程的实现.....	256
8.2.5 Windows 2000 的调度算法.....	256
8.2.6 Windows 2000 的内存管理.....	257
8.2.7 Windows 2000 的文件系统.....	257
8.2.8 Windows 2000 设备管理的特点.....	258
8.3 分布式操作系统.....	258
8.3.1 分布式操作系统的特性.....	258
8.3.2 进程迁移.....	259
8.3.3 分布式进程管理.....	260
本章小结.....	262
习题八.....	262
第9章 操作系统的安全性.....	264
本章学习目标.....	264
9.1 操作系统安全性概述.....	264
9.1.1 计算机系统安全性的内涵.....	264
9.1.2 操作系统的安全性.....	265
9.1.3 计算机系统安全性评价标准.....	266
9.2 操作系统的安全机制.....	268
9.2.1 内存保护机制.....	269
9.2.2 用户身份认证机制.....	269
9.2.3 访问控制技术.....	271
9.2.4 加密技术.....	273
9.2.5 病毒及其防御机制.....	273
9.2.6 监控和审计日志.....	274
本章小结.....	275
习题九.....	275
参考文献.....	277

第 1 章 操作系统概论

本章学习目标

本章主要讲解操作系统的基本知识，包括操作系统的地位和作用、操作系统的功能、操作系统的发展过程以及 Linux 操作系统的一些基本知识。通过本章的学习，读者应该掌握以下内容：

- 掌握操作系统的功能和地位
- 通过学习操作系统的发展过程，掌握各种不同类型操作系统的特点及应用
- 掌握操作系统的特征
- 理解操作系统的结构，掌握层次结构的操作系统结构模型

1.1 操作系统的地位

计算机系统由硬件和软件构成，硬件是计算机系统的物质基础，完成基本操作，软件通过对硬件基本功能的排列实现人们所需的高级功能，如学习、游戏、娱乐、办公，人们在高层通过软件来使用计算机系统完成各种工作，软件是计算机系统的灵魂。正如人们弹奏钢琴一样，作为硬件的钢琴提供了固定数量的能发出基本音符的琴键，通过演奏者对这些固定数量的琴键的排列弹奏，就能奏出无限多的乐曲来。

计算机系统是分层次的，最低层是未配置任何软件的硬件裸机，硬件之上是软件，软件又分为若干层次，最低层是操作系统，如图 1-1 所示。

操作系统是覆盖在裸机上的第一层软件，它直接控制、管理各种硬件资源。在裸机上安装了操作系统后，就为其他软件 and 用户提供了工作环境。操作系统要为人们有效地使用计算机提供用户接口，首先要提供作业控制接口，使用户能通过终端输入一定命令来控制作业流程，如启动一个应用程序，通过这个接口用户还可以完成一些基本操作，如文件操作、显示或设置系统日期、时间等；而且操作系统还为应用开发人员提供了系统功能调用，提高了应用开发效率。操作系统还要对系统资源进行统一管理，使各并发进程能按一定原则合理共享系统资源，并在保证各并发进程顺利运行的基础上提高资源利用率。所以操作系统是整个计算机系统的控制管理中心。

各类应用用户使用相应的应用软件完成各种工作，如财务管理人员使用财务管理软件进行财务管理工作，办公室人员利用文字表格处理软件处理各类文件和表格，学生使用教学课件学习某门课程，电脑游戏爱好者在电脑上使用游戏软件玩游戏等。计算机已经应用到社会

生活的各个领域, 对于各种应用都要有相应的应用软件来提供支持。计算机系统就是为人们提供各类服务的, 应用软件由各应用用户直接使用, 所以处在计算机系统的最高层。

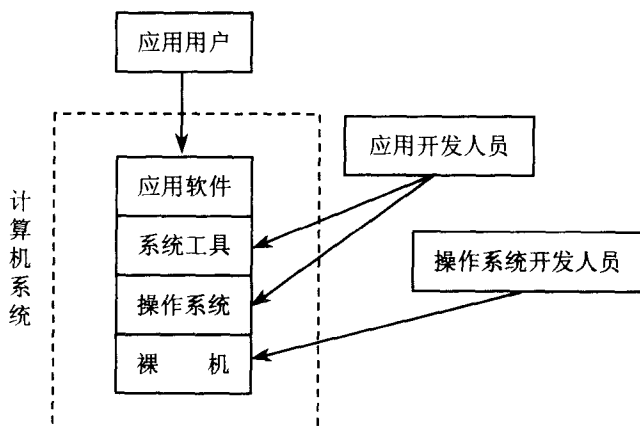


图 1-1 计算机系统层次结构

应用软件由应用开发人员开发, 为了提高开发效率, 采用一些开发工具, 如高级语言编程工具 (包括编辑工具、编译工具、连接工具、调试工具) 软件, 还可通过系统调用命令调用操作系统的功能模块。

开发工具为应用软件的开发搭建了一个平台, 为方便用户开发应用软件, 许多开发工具对系统功能调用进行了包装, 提供给用户更高级的功能调用, 如 Turbo C 中的库函数、Visual C 中的 MFC, 这些开发工具在实现用户所要求的某些功能时, 不由自身实现, 而是调用操作系统的功能。

应用软件和开发工具都工作在操作系统提供的运行环境中, 它们的运行由操作系统进行管理, 由操作系统为它们分配所需的资源, 并由操作系统对 I/O 设备进行控制。

1.2 操作系统的功能

操作系统是计算机系统中具有一定功能的软件系统。操作系统的目的是方便用户使用计算机系统和提高计算机系统资源利用率。

1.2.1 提供人机接口

用户是通过操作系统提供的人机接口来使用计算机的。操作系统为用户提供了两种接口。

1. 作业控制级接口

作业是用户上机所作的一系列顺序相关的工作。一道作业由若干顺序相关的作业步构成。例如, 上机编程要经历如下步骤。

编辑: 录入用某种编程语言书写的源程序, 建立源程序文件, 如用 C 语言写的源程序。

这个作业步需要使用编辑软件完成。源程序文件是无格式的文本文件，只要能够编辑文本文件的编辑程序就可以编辑源程序，建立源程序文件。用 Turbo C 编程时，采用了一个集成编程环境，其中就集成了一个文本编辑器，可以直接利用其编辑源程序，而不需要再启动另外的编辑器。编辑汇编语言源程序则必须使用独立的文本编辑器，如 DOS 环境下的文本编辑器 EDIT。

编译：把源程序翻译成由机器指令构成的目标程序。这个作业步需要由编译软件完成。Turbo C 的集成编程环境提供了一个编译器，可以在编辑完源程序后，在同一环境中通过菜单或快捷键启动编译器，对源程序进行编译。汇编语言源程序则需要用独立的编译软件进行编译。

连接：把编译所得的各个目标模块和程序中调用的库函数连接装配在一起，构成一个完整的、可装入执行的目标程序文件——可执行文件。

完成一个编程任务，必须经过以上 4 个作业步，这些作业步是相互关联、顺序实施的。作业步之间的关系表现为：

(1) 每个作业步运行的结果是产生下一个作业步所需的文件，如图 1-2 所示，图中各程序都是以文件的形式存放在外存中的。

(2) 一个作业步能否开始执行依赖于前一个作业步是否顺利完成。如图 1-2 所示，只有当编辑完源程序后才能对源程序进行编译，编译成功后才能进行连接，连接成功后才能装入程序并运行。

(3) 各作业步之间的关系不一定是单向的，而可以从当前作业步返回上一个作业步。如图 1-2 所示，程序的编辑、编译、连接、运行不一定能一气呵成，中间可能会出现错误。如果在编译时出现错误（即编译程序对源程序检查后发现源程序中有语法错误），则需要返回到编辑步骤，对源程序进行修改，然后再重新编译，若仍存在错误，还要返回编辑步骤修改源程序，如此反复进行，直至编译通过。如果在运行时出现错误，一般是程序中存在算法错误，此时需要返回到编辑步骤，修改源程序中的算法，然后重新编译、连接、运行。

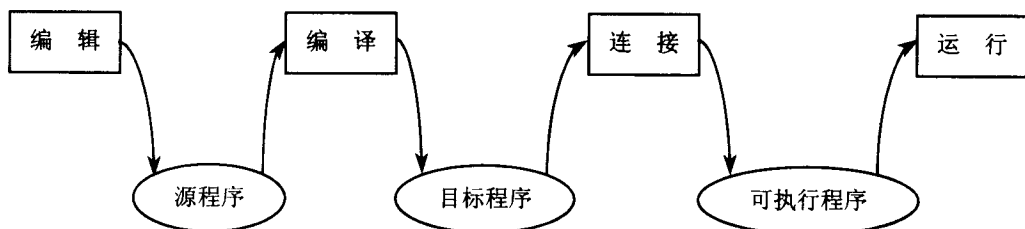


图 1-2 作业示例

以上作业的工作流程应由用户按自己的需求进行控制，因此要提供用户控制作业 workflow 的手段，这是由操作系统提供的，称为作业级接口。作业级接口由一组用户可直接使用控制作业运行的命令和命令解释器构成，例如，在 DOS 系统中有内部命令和外部命令，有命令解释器 command.com。该接口又可进一步分为联机用户接口和脱机用户接口。

(1) 联机用户接口。由一组键盘字符命令（或鼠标命令）和命令解释器组成，使用