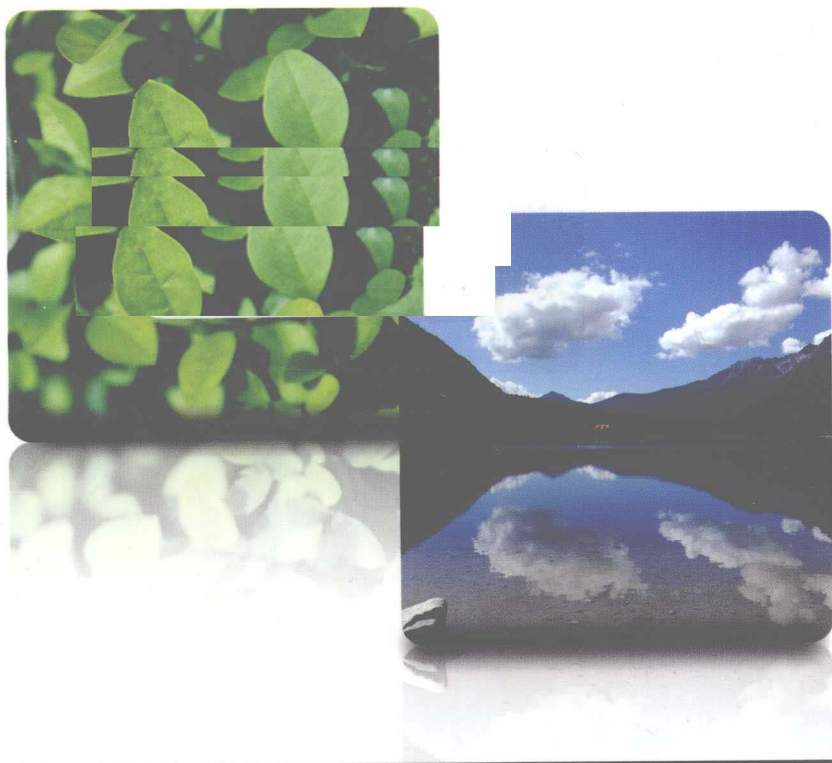


操作系统原理

孟庆昌 等编著

*Operating Systems
Concepts*



KNOWLEDGE · INNOVATION · CAPABILITY



机械工业出版社
China Machine Press

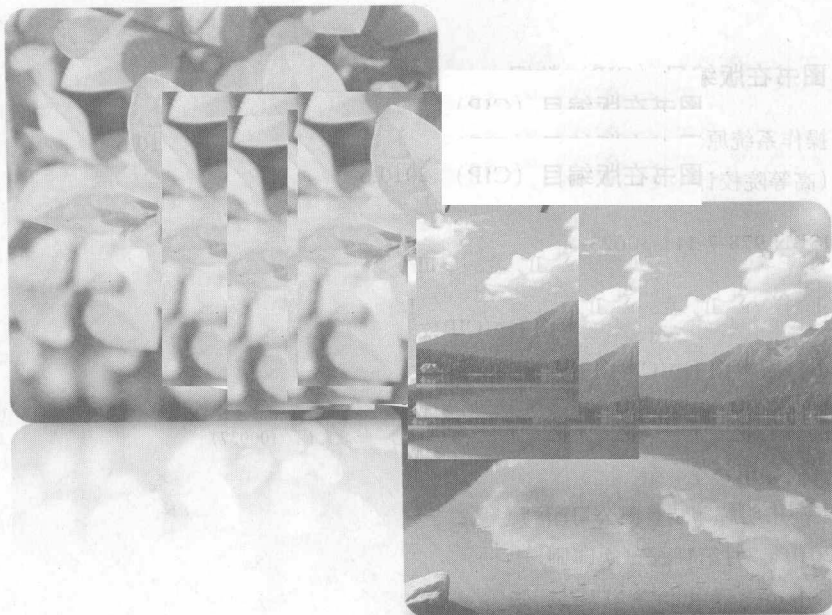
高等院校计算机专业人才培养规划教材

(应用型)

操作系统原理

孟庆昌 等编著

*Operating Systems
Concepts*



机械工业出版社
China Machine Press

本书全面系统地介绍现代操作系统的基本知识和最新技术，并以Linux系统为背景介绍具体实现。全书共分7章：第1章概述操作系统的定义、功能、特征、主要类型以及系统结构；第2章至第6章分别讲述进程管理、处理机调度、存储管理、文件系统和设备管理；第7章简述现代操作系统的发展和自我保护机制。为强化操作系统课程的实践环节，在附录A中给出7个实验指导；附录B给出部分习题参考答案；附录C和D分别给出Linux常用系统调用和常用命令，供教师和学生参考。

本书可作为大学本科及专科计算机科学与技术专业以及相关专业的教材，也可作为其他专业或成人教育的参考书，以及计算机工作者的自学用书。

封底无防伪标均为盗版

版权所有，侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目（CIP）数据

操作系统原理 / 孟庆昌等编著. —北京：机械工业出版社，2010.6
(高等院校计算机专业人才培养规划教材)

ISBN 978-7-111-30623-8

I. 操… II. 孟… 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（2010）第085037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：李 荣

三河市明辉印装有限公司印刷

2010年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm · 17.75印张

标准书号：ISBN 978-7-111-30623-8

定价：29.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

客服热线：(010) 88378991；88361066

购书热线：(010) 68326294；88379649；68995259

投稿热线：(010) 88379604

读者信箱：hzjsj@hzbook.com

出版者的话

机械工业出版社华章公司多年来以“全球采集内容，服务中国教育”为己任，致力于引进国际知名大学广泛采用的计算机、电子工程和数学方面的经典教材，出版了一大批在计算机科学界享誉盛名的专家名著与名校教材，其中包括Donald E.Knuth、Alfred V. Aho、Jim Gray、Jeffery D. Ullman等名家的一批经典作品。这些作品为我国计算机教育及科研事业的发展起到了积极的推动作用。

近年来，我们一直关注国内计算机专业教育的发展和改革并大力支持、参与相关的教学研究活动。2006年，教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会在对我国计算机专业教育现状和社会对人才的需求进行研究的基础上，发布了《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范（试行）》（以下简称《规范》）。为配合《规范》的实施和推广，我们出版了“面向计算机科学与技术专业规范系列教材”。这套教材的推出，对宣传《规范》提出的“按培养规格分类”的理念、推进高校学科建设起到了一定的促进作用。

2007年，教育部下发了《关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见》，强调高等教育以育人为本，以学生为主体，坚持以培养创新人才为重点，下大力气深化教育教学改革。在“质量工程”的思想指导下，各高校纷纷开展了相关的学科改革和教学研究活动。高等学校计算机科学与技术专业的教育开始从过去单纯注重知识的传授向注重学科能力的培养转型。2008年年底，教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会成立了“高等学校计算机科学与技术专业人才培养能力构成与培养”项目研究小组，研究小组由蒋宗礼教授（组长）、王志英教授、岳丽华教授、陈明教授和张钢教授组成，研究计算机专业人才培养能力的构成和在计算机专业的主干课程中如何培养这些专业能力。

为配合“高等学校计算机科学与技术专业人才培养能力构成与培养”专项研究成果的推广，满足高校从知识传授向能力培养转型的需求，在教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会专家及国内众多知名高校专家的指导下，我们策划了这套“高等院校计算机专业人才培养规划教材”。这套教材以专项研究的成果为核心，围绕计算机专业本科生应具有的能力组织教材体系。本套教材的作者长期从事教学和科研工作，他们将自己在本科生能力培养方面的经验和心得融入教材的编写中，力图通过理论教学及实践训练，达到提升本科生专业能力的目标。希望这些有益的尝试能对推动国内计算机专业学生的能力培养起到

积极的促进作用。

华章作为专业的出版团队，长久以来遵循着“分享、专业、创新”的价值观，实践着“国际视野、专业出版、教育为本、科学管理”的出版方针。这套教材的出版，是我们以教学研究指导出版的成功范例，我们将以严谨的治学态度以及全面服务的专业出版精神，与高等院校的老师们携手，为中国的高等教育事业走向国际化而努力。



华章教育

丛书序言

我国高等学校计算机专业建立于20世纪50年代。经过近60年的迅速发展,经历了从精英化教育到大众化教育的发展阶段,目前在校生多达40余万人,已成为我国规模最大的理工科专业,为国家建设培养了大批信息技术人才。2006年,教育部计算机科学与技术专业教学指导委员会发布了《高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)》(以下简称《规范》),提出了以“按培养规格分类”为核心思想的专业发展建议,把计算机专业人才划分为研究型、工程型、应用型三种不同类型。在《规范》的方针指导下,培养合格的计算机本科人才。

教育包括知识、能力、素质三个方面。知识是基础、载体和表现形式,能力是技能化的知识及其综合体现,素质是知识和能力的升华。专业教育不仅要重视知识的传授,更应突出专业能力的培养,实施能力导向的教育。如何以知识为载体实现能力的培养和素质的提高,特别是实现专业能力和素质的提高是非常重要的。对计算机专业本科教育而言,要想实现能力导向的教育,首先要分析专业能力的构成并考虑如何将其培养落实到教学实践中。为此,教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导委员会开展了计算机科学与技术专业人才培养能力(简称为计算机专业能力)的培养研究。该项研究明确计算机专业本科人才应具有的四大基本能力--计算思维能力、算法设计与分析能力、程序设计与实现能力、系统能力,并将这四大基本能力分解为82个能力点,探讨如何面对不同类型学生的教育需求,在教学活动中进行落实。

针对计算机应用型人才的培养,由于其培养数量巨大、社会需求广泛和多样化,所以培养应用型人才培养的专业能力在具体教学实践上有其自身的特点。计算机应用型人才培养目标是为国家、企事业信息系统的建设与运行培养信息化技术型人才。本类型人才应承担信息化建设的核心任务,掌握各种计算机软、硬件系统的性能,善于进行系统的集成和配置,有能力管理和维护复杂信息系统的运行,研究如何实现服务及方便有效地利用系统进行计算等。计算机应用型人才培养凸显了职业特征,使企业与学校的合作更加紧密,部分课程设置凸显能力培养特征,教学模式也呈现了职业化趋势。

为体现研究成果在教学活动中的实现,我们根据《高等学校计算机科学与技术专业人才培养能力构成与培养》和计算机应用型人才培养的特点和社会需求出版了这套教材。本套教材面向高等院校计算机应用型人才培养从知识传授向能力培养转型的需求,在内容的选择、体系安排和教学方法按照专业能力和职业特征的需要进行了探索和诠释。

本套教材在体系结构上,遵从公共基础课程平台、专业核心课程平台、专业选修课程平台、方向课程平台和基本素质课程平台的体系。专业核心课程主要有程序设计基础、离散数学、数据结构、计算机组成原理、操作系统原理、计算机网络原理、数据库系统原理、编译

原理等课程。方向课程分为计算机网络、软件工程、信息系统、程序设计、电子商务、嵌入式系统、多媒体技术和计算机硬件等方向。在教材编写上，汇集作者才智，重点突出对计算机应用能力和应用技术的培养。

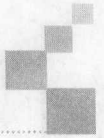
本套丛书的出版是在配合计算机应用型人才专业能力的培养和落实方面的初步尝试，在教材组织和编写上还会有许多不足和缺陷，需要进一步完善，我们衷心希望本套教材的出版能起到抛砖引玉的作用，也希望广大教育工作者加入到计算机应用型人才能力培养的研究和实践中来，并对相关的教材建设提出自己的宝贵意见。

丛书主编

陈明

本书从... 计算机应用型人才... 培养... 落实... 初步尝试... 教材组织... 编写... 不足... 缺陷... 完善... 衷心希望... 出版... 起到抛砖引玉的作用... 广大教育工作者... 加入到... 研究... 实践中来... 对相关的教材建设提出自己的宝贵意见。

丛书编委会



主任： 陈明

副主任： 王锁柱

委员： (以姓氏拼音为序)

曹永存

郝莹

贾宗璞

解凯

刘贵龙

孟庆昌

任化敏

袁薇

张建林

张晓明

周苏

联络人： 姚蕾

操作系统是计算机系统的基本组成部分，是整个计算机系统的基础和核心。它对下操纵硬件的动作，控制各种资源的分配与使用，扩充硬件的功能；对上为用户程序和其他软件、工具等提供运行环境和服务，方便用户的使用。由于操作系统处于这样一种特别重要的地位，因而，操作系统课程就是各大专院校计算机科学与技术专业及相关专业的一门必修课程。

本教材根据教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会“计算机科学与技术专业人才培养”研究课题的研究成果和指导精神，按照“操作系统”教学大纲的要求，本着重基础、重能力、求创新、凸显职业性的总体思想，结合工程应用型高等院校的教学要求和IT行业对人才的需求，并参考硕士研究生入学考试大纲，覆盖考研知识点，经专家组多次审定，又几经修改而成。

作者在编写本书过程中，认真坚持“以学生和学习为中心”的教学指导思想，尽量贯彻“方便学生自主学习”的基本原则。本书在课程体系、教学内容、讲授方法等方面具有以下特点：

①操作系统课程具有理论性强、概念多、知识面广的特点。为此，本书采取突出基础、强调实用的方针，始终围绕“操作系统是什么，操作系统干什么，操作系统如何干”等基本问题，讲述操作系统的概念、技术和实现——基本概念讲清，核心技术讲透，典型实现讲明。

②当今以Linux为代表的开源软件是举世瞩目、发展最快、应用最广的主流软件之一。各国政府对Linux的开发和应用都给予很大关注，全球软件业的研究机构和厂商也积极投入Linux的开发，现在学习和应用Linux已成为众多计算机用户和学生的首选。本书以Linux系统为实例讲述操作系统关键技术的设计与实现，既讲解经典理论，又介绍最新开发应用技术，以求达到学以致用目的。

③在讲授方法上注意由浅入深，由表及里。每章开头先引出问题，然后在正文中给出概念、实现技术和典型算法，并举例说明，努力做到概念严谨、举例贴切。在每章后面对本章内容进行小结。每章最后还附有很多有代表性的习题，这对读者巩固所学知识很有帮助。

本书内容分为7章，每一章的主要内容与课堂教学的建议学时安排为：

第1章在描述系统初启一般过程的基础上，概述操作系统的定义、基本功能、主要特征、在计算机系统中的地位、主要类型及系统结构。（建议学时：8）

第2章从程序并发执行带来的特征入手，引入进程的概念和定义，然后介绍进程的状态转换、进程的组成、进程管理和有关命令，以及线程概念，接着重点讲述进程间的同步与互斥、经典进程同步问题，最后概述死锁的定义及其各种对策。（建议学时：12）

第3章在概述调度的作用和级别的基础上，逐一介绍作业状态、作业管理和调度、进程调度的功能和模型，然后给出性能评价标准，并据此对各种常用调度算法进行分析，最后讲述中断处理和系统调用，以及shell基本工作原理。（建议学时：7）

第4章在介绍与地址空间有关的概念后,由简到繁地逐一讲解分区管理技术、分页技术、分段技术,在引入虚拟存储器概念后,重点讲述请求分页技术的基本思想、缺页处理、页面置换算法等问题,简要介绍Linux系统的存储管理技术。(建议学时:9)

第5章介绍文件系统,包括文件分类、文件系统的功能、文件的逻辑组织和物理组织、目录结构、文件存储空间的管理、文件系统的可靠性、文件共享和保护,作为实例介绍Linux文件系统的构成。(建议学时:8)

第6章首先概述设备管理的有关概念和功能,然后讲解设备分配技术、I/O软件构造原则(包括设备驱动程序、与设备无关的I/O软件等)、磁盘调度算法以及Linux系统设备管理。(建议学时:7)

第7章首先简要介绍现代操作系统的发展,如网络操作系统、嵌入式操作系统和分布式操作系统等,然后讲解系统安全性,包括信息安全问题、一般性安全机制和主要保护机制等,最后概述系统性能评价技术。(建议学时:5)

建议的总学时为56,任课教师在使用本书授课时可根据本校实际情况在学时及内容安排上进行适当取舍。

为强化本课程的实践环节,在附录A中给出7个上机实验指导。为了便于自学自测,提高教学效果,针对重点题、难点题和考研题,在附录B中给出部分习题的参考答案;请读者正确使用这部分内容,自觉主动地学习,避免对它的依赖性。附录C和D分别给出Linux常用系统调用和常用命令,供教师和学生参考。

本书主要由孟庆昌编写,参加编写、整理、录入工作的还有刘振英、孟欣、牛欣源、马鸣远等。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免出现疏漏,恳切期望广大读者给予批评指正,不胜感激。

作者

2010年5月

于北京信息科技大学

目 录

出版者的话	2.4.2 线程的实现方式	45
丛书序言	2.5 进程间的同步与互斥	46
丛书编委会	2.5.1 进程间的关系	46
前言	2.5.2 竞争条件和临界区	48
	2.5.3 进程同步机制	49
	2.5.4 信号量的一般应用	51
第1章 操作系统概述	2.6 进程通信	54
1.1 操作系统的概念	2.7 管程	58
1.1.1 计算机硬件结构	2.8 经典进程同步问题	59
1.1.2 系统初启一般过程	2.9 死锁	63
1.1.3 什么是操作系统	2.9.1 死锁概述	63
1.1.4 操作系统的目标和地位	2.9.2 死锁的预防	66
1.1.5 操作系统的特征和服务	2.9.3 死锁的避免	67
1.2 操作系统的主要功能	2.9.4 死锁的检测和恢复	71
1.3 操作系统的形成和基本类型	2.9.5 活锁和饥饿	73
1.3.1 操作系统的形成和发展	小结	74
1.3.2 操作系统的基本类型	习题	75
1.4 操作系统的主要结构	第3章 处理机调度	78
1.5 UNIX和Linux系统的核心结构	3.1 调度的作用和级别	78
小结	3.2 作业调度	79
习题	3.2.1 作业状态	79
第2章 进程管理	3.2.2 作业管理和调度	80
2.1 进程的概念	3.3 进程调度	81
2.1.1 程序顺序执行的特征	3.3.1 进程调度的功能和时机	81
2.1.2 程序并发执行及其特征	3.3.2 两级调度模型	82
2.1.3 进程概念的引入和定义	3.3.3 三级调度模型	83
2.2 进程状态描述及组织方式	3.4 调度性能的评价	83
2.2.1 进程的状态及其转换	3.4.1 调度策略的选择	83
2.2.2 进程的组成	3.4.2 性能评价标准	84
2.2.3 进程组织方式	3.5 常用调度算法	85
2.3 进程管理和有关命令	3.6 实时调度	89
2.3.1 进程图和进程管理	3.7 Linux系统中的进程调度	90
2.3.2 Linux进程管理	3.7.1 Linux进程调度方式	90
2.3.3 有关进程操作的命令	3.7.2 Linux常用调度命令	92
2.3.4 有关进程管理的系统调用	3.8 中断处理和系统调用	94
2.4 线程概念		
2.4.1 什么是线程		

3.8.1	中断处理的一般过程	94	5.1.1	文件及其分类	147
3.8.2	系统调用处理	99	5.1.2	文件系统的功能	149
3.9	shell基本工作原理	102	5.2	文件的逻辑组织和物理组织	150
小结		103	5.2.1	文件的逻辑组织	150
习题		104	5.2.2	用户对文件的存取方法	151
第4章	存储管理	106	5.2.3	文件的物理组织	153
4.1	地址空间与重定位	106	5.3	目录文件	157
4.1.1	用户程序的地址空间	107	5.3.1	文件控制块和文件目录	157
4.1.2	重定位概念	108	5.3.2	目录结构	158
4.1.3	对换技术	109	5.4	文件存储空间的管理	162
4.2	分区管理技术	110	5.5	文件系统的可靠性	165
4.2.1	分区法	110	5.5.1	坏块管理	165
4.2.2	可重定位分区分配	114	5.5.2	文件的后备和恢复	165
4.3	分页技术	115	5.5.3	文件系统的一致性	167
4.3.1	分页的基本概念	115	5.6	文件共享和保护	168
4.3.2	分页系统中的地址映射	117	5.6.1	文件共享	168
4.3.3	页的共享和保护	118	5.6.2	文件保护	170
4.3.4	页表的构造	119	5.7	Linux文件系统	172
4.4	分段技术	121	5.7.1	文件系统的格式	172
4.4.1	分段的基本概念	122	5.7.2	虚拟文件系统	175
4.4.2	分段系统中的地址映射	123	5.7.3	管道文件	177
4.4.3	段的共享和保护	124	5.7.4	对文件的主要操作	178
4.5	虚拟存储管理	125	小结		180
4.5.1	虚拟存储器的概念	125	习题		181
4.5.2	虚拟存储器的特征	126	第6章	设备管理	183
4.6	请求分页技术	127	6.1	设备管理概述	183
4.6.1	请求分页的基本思想	127	6.1.1	设备分类和标识	183
4.6.2	硬件支持及缺页处理	127	6.1.2	I/O系统结构	185
4.6.3	页面置换算法	130	6.1.3	直接存储器访问方式	187
4.7	内存块分配和抖动问题	134	6.1.4	缓冲技术	188
4.7.1	内存块分配	134	6.1.5	设备管理的功能	190
4.7.2	抖动问题	136	6.2	设备分配技术	191
4.7.3	工作集	136	6.2.1	设备分配技术和算法	191
4.8	段式虚拟存储器	137	6.2.2	SPOOLing系统	193
4.8.1	基本工作过程	138	6.3	I/O软件构造原则	194
4.8.2	动态链接和链接中断处理	138	6.3.1	I/O软件目标	194
4.9	段页式结合系统	139	6.3.2	设备驱动程序	195
4.10	Linux系统的存储管理技术	140	6.3.3	与设备无关的I/O软件	197
4.10.1	对换	140	6.3.4	用户空间I/O软件	198
4.10.2	请求分页技术	141	6.3.5	处理输入输出请求的步骤	199
小结		143	6.4	磁盘调度和管理	200
习题		144	6.4.1	磁盘硬件	200
第5章	文件系统	146	6.4.2	磁盘调度算法	201
5.1	文件系统概述	146	6.5	Linux系统设备管理	203

6.5.1 设备管理概述203

6.5.2 设备驱动程序与内核间的接口204

小结207

习题207

第7章 操作系统的发展和安全性209

7.1 现代操作系统发展概述209

7.1.1 推动操作系统发展的动力209

7.1.2 现代操作系统的发展210

7.2 系统安全性219

7.2.1 信息安全问题219

7.2.2 一般性安全机制220

7.2.3 保护机制222

7.3 系统性能评价226

小结229

习题230

附录A 实验指导231

附录B 部分习题参考答案243

附录C Linux常用系统调用257

附录D Linux常用命令263

参考文献269

操作系统概述

学习内容

你知道你所用的计算机上安装的是什么系统吗？它是怎样启动的？为什么要安装它？它是什么类型的操作系统？有什么功能？操作系统又是什么？……好，下面就介绍这些内容。

为什么要学习操作系统？因为计算机离不开操作系统，它是计算机系统的基本组成部分，是整个系统的基础和核心。操作系统的性能直接影响各行各业的应用。在当今网络时代，它关乎信息安全、产业发展乃至国家安全。学好操作系统是后继课程的需要，是社会应用的需要，是设计、开发具有自主知识产权的核心软件产品的需要。

本章主要介绍以下主题：

- 什么是操作系统
- 操作系统的地位和特征
- 操作系统的主要功能
- 操作系统的基本类型
- 操作系统的主要结构
- UNIX和Linux系统的核心结构

学习目标

了解：系统初启的一般过程，看待操作系统的观点，操作系统的发展历程，操作系统在计算机系统中的地位，UNIX和Linux系统的核心结构。

理解：系统调用与系统程序，操作系统的基本类型，分时的概念，分时和实时操作系统的特点，操作系统的特征，操作系统的主要结构。

掌握：多道程序设计，操作系统的定义，操作系统的主要功能。

1.1 操作系统的概念

通常，一个完整的计算机系统是由硬件和软件两大部分组成的。硬件是指计算机物理装置本身，它是计算机软件运行的基础。从计算机的外观上看，硬件是由主机、显示器、键盘和鼠标等几个部分组成的；软件是与数据处理系统的操作有关的计算机程序、过程、规则以及相关的文档资料的总称。简单地说，软件是计算机执行的程序。大家非常熟悉的Windows XP、Microsoft Office Word、Linux以及IE等都属于软件范畴。在所有软件中，操作系统(Operating System)占有特殊的重要地位，它是配置在计算机硬件之上的第一层软件，用于控制硬件的工作，管理计算机系统的各种资源，并为系统中各个程序的运行提供服务。众所周知的Windows XP、Linux都是当前最流行的操作系统。

1.1.1 计算机硬件结构

1. 现代计算机体系结构

现代计算机体系结构基本上仍沿用Von Neumann（冯·诺依曼）体系结构，采用存储程序工作原理，即：把计算过程描述为由许多条命令按一定顺序组成的程序，然后把程序和所需的数据一起输入计算机存储器中保存起来，工作时控制器执行程序，控制计算机自动连续地进行运算。

大家知道，现代通用计算机系统是由CPU、内存和若干I/O设备组成的。它们由系统总线连接在一起，实现彼此通信，如图1-1所示。从功能上讲，计算机系统由五大功能部件组成，即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。这五大功能部件相互配合，协同工作。其中，运算器和控制器集成在一片或几片大规模或超大规模集成电路中，称为中央处理器（CPU）。

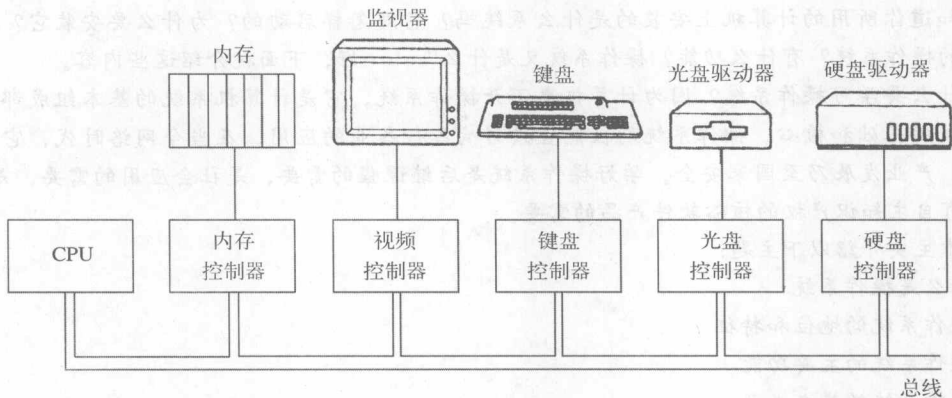


图1-1 现代计算机硬件结构

请注意，图1-1中所示的控制器是设备控制器。每个设备控制器负责对特定类型的设备进行控制和管理，如硬盘控制器用来控制硬盘驱动器，视频控制器用来控制监视器，等等。CPU和设备控制器可以并行工作，它们都要存取内存中的指令或数据。为保障对共享内存的有序存取，内存控制器对这些访问实施同步管理。

2. 特权指令和CPU工作模式

指令是控制计算机执行某种操作（如加、减、传送、转移等）的命令。一台计算机所能执行的全部指令的集合称做指令系统或指令集。不同型号的CPU有不同的指令集，也就是说，指令集与计算机系统密切相关，没有可移植性。

在指令集中，有一类指令具有特殊权限，称为特权指令，只用于操作系统或其他系统软件，普通用户不能直接使用。它主要用于系统资源的分配和管理，包括改变系统工作方式，检测用户的访问权限，控制I/O设备动作，等等。

多数CPU都提供两种运行模式：内核态（又称核心态、系统态、管态）和用户态（又称目态）。这是为了保护操作系统程序（特别是其内核部分）免受用户程序的干扰和损害。当用户程序在机器上运行时，CPU处于用户态，其权限较低，只能执行非特权指令。当发生中断或者系统调用时，CPU状态就转为内核态，这样就可以执行操作系统的程序。此时，CPU具有较高的权限，可以执行机器指令集中的全部指令，包括特权指令。这样，在内核态下，操作系统就具有对所有硬件的完全访问权，从而实施有效的控制和管理。

1.1.2 系统初启一般过程

大家都知道，打开计算机电源以后，计算机就开始初启过程，即引导操作系统。系统初启过程的细节与所用计算机的体系结构有关，但对所有机器来说，初启的目的是相同的：将操作系统的副本读入内存，建立正常的运行环境。对于Intel i386系列来说，初启过程分为硬件检测、加载引导程序、初始化内核和实现用户登录。

1. 硬件检测

当计算机加电启动时，首先CPU进入实模式，开始执行ROM-BIOS起始位置的代码。BIOS执行加电自检程序（POST），完成硬件启动，然后对系统中配置的硬件（如内存、硬盘及其他设备）进行诊断检测，确定各自在系统中存在，并且处于正常状态。自检工作要经历约2~3分钟。自检完成后，按照预先在系统CMOS中设置的启动顺序，ROM-BIOS搜索CD-ROM、硬盘或者软盘等设备的驱动器，读入系统引导区（通常是磁盘上第一个扇区）的程序，并将系统控制权交给引导装入程序。

2. 加载引导程序

整个硬盘的第一个扇区是引导扇区。计算机加电后就从此处“引导”，所以称之为“主引导记录块”（MBR）。MBR中存有磁盘分区的数据和一段简短的程序，该程序并不直接引导操作系统，但它能根据盘区划分的信息找到“活动”分区，然后从活动分区中将引导程序读入内存；运行系统引导程序，它从硬盘中读入其他几个更为复杂的程序，由后者加载操作系统的内核。

内核加载完毕后，系统跳转到setup程序，并在实模式下运行。它设置系统参数（包括内存、磁盘等，由BIOS返回）、检测和设置显示器与显示模式等。最后进入保护模式，并转到内核映像的开头，执行内核初始化。

3. 初始化内核

系统初始化过程可以分为三个阶段：

第一阶段主要是CPU本身初始化，如设置内核页表、启动页面映射机制、建立系统的第一个进程、初始化内核的全局变量和静态变量、设置中断向量表的初始状态，等等。

第二阶段主要是系统中一些基础设施的初始化，如设置内存边界、初始化内存页面、设置各种处理程序入口地址、定义系统中最大进程数目、创建init内核线程，等等。

第三阶段是对上层部分初始化，如初始化外部设备、加载驱动程序、创建核心线程、初始化文件系统并加载它，等等。

内核初始化工作完成后，就由初始化进程完成系统运行的设置工作，如设置操作系统启动时默认的执行级别、激活交换分区、检查磁盘、建立用户工作环境、显示登录界面及提示信息，等等。

4. 实现用户登录

在用户态初始化阶段，init程序在每个tty端口上创建一个login进程，用来支持用户登录。login进程接收用户输入的账号和密码，并予以验证。合法用户通过验证后就可以进入系统，使用shell交互地执行用户命令，或者在桌面环境上操作。

1.1.3 什么是操作系统

大家几乎每天都用到计算机，每次开机后都要引导操作系统。你的机器上或是安装了Windows XP，或是Linux，或是Window 7，等等。它们有许多相同之处，又有众多差别。那么，什么是操作系统？

操作系统是一类软件的总称。虽然操作系统已存在很多年，但至今仍没有一个统一的定义。出现这个问题，一方面是由于操作系统要实现两项相对独立的功能——扩展机器和管理资源，另一方面怎样定义操作系统取决于从什么角度来看待操作系统——用户观点还是系统观点。

1. 操作系统作为扩展机器

裸机（仅有硬件的计算机）提供的机器语言（即“0”“1”码）难记、难用、又难懂。在裸机上安装操作系统之后，就把硬件细节与程序员隔离开了。用户可以使用系统提供的各种命令，直接打开文件、读写文件、更改目录、将文件复制到U盘上，等等。在做这些事情时，我们只关心自己要实现的目标，并未考虑硬件如何操作，从而隐藏了底层硬件的特性，实现简单的、高度抽象的处理。抽象是管理复杂事物的关键。可见，操作系统的实际客户是应用程序（当然是通过应用程序员），它们直接与操作系统及其抽象打交道，而终端用户是与用户接口所提供的抽象（如shell命令行或图形接口）打交道。

经过操作系统的加工，呈现在用户面前的计算机功能更强、使用更方便。通常把裸机之上覆盖各种软件，从而形成的功能更强的计算机称为扩展机器或虚拟机。

这种功能扩展可以重叠。在裸机上覆盖一层软件后，得到第一层扩展；在此基础上再加一层软件，就得到第二层扩展，依此类推。

2. 操作系统作为资源管理器

上述把操作系统看做是向应用程序提供基本抽象的概念是一种自顶向下的观点。另外一种观点是自底向上的观点，它考察操作系统如何管理一个复杂系统的各个部分。大家知道，现代操作系统允许同时运行多道程序。所以，操作系统的功能就是管理系统中的硬件资源和数据、程序等软件资源，控制、协调各个程序对这些资源的利用，尽可能地充分发挥各种资源的作用。这就涉及资源共享问题，即时间复用（如CPU分时）和空间复用（如内存和磁盘的共用）。

作为资源管理者，操作系统主要做以下工作：

- ① 监视各种资源，随时记录它们的状态。
- ② 实施某种策略以决定谁获得资源，何时获得，获得多少。
- ③ 分配资源供需求者使用。
- ④ 回收资源，以便再分配。

总之，操作系统确实是计算机系统的资源管理器。当今看待操作系统作用的众多观点中，这种观点仍占主导地位。

3. 操作系统的用户观点和系统观点

从计算机用户的角度来看，操作系统处于用户与计算机硬件系统之间，为用户提供使用计算机系统的接口和各种资源管理服务，因此，操作系统应当使用方便、功能强、效率高、安全可靠、易于安装和维护等，当然价格应该便宜。这些看法反映了普通用户对操作系统的需求和期望，是从系统外部来看待操作系统的作用。

另一种观点是系统观点，从系统内部实现的角度来看待操作系统的作用。操作系统是硬件之上的第一层软件，它要管理计算机系统中各种硬件资源和软件资源的分配问题，如CPU时间、内存空间、文件存储空间、I/O设备等，要解决大量对资源请求的冲突问题，决定把资源分配给谁、何时分配、分配多少等，使得资源的利用高效而且公平。从这个意义上讲，操作系统就是资源分配者。

另外，操作系统要对I/O设备和用户程序加以控制，保证设备正常工作，防止非法操作，及时诊断设备的故障等。从这个意义上讲，操作系统就是控制程序。