

高等学校规划教材

安徽省高等学校“十二五”省级规划教材

工程应用型院校计算机系列教材

总主编 胡学钢



# 操作系统

CAO ZU O X I T O N G

主 编 郑尚志 梁宝华



北京师范大学出版集团

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP

安徽大学出版社

# 操 作 系 统

总 主 编 胡学钢

主 编 郑尚志 梁宝华

副 主 编 赵生慧 钟志水

编写人员 (以姓氏笔画为序)

王 刚 铜陵学院

汤柱亮 巢湖学院

刘 波 巢湖学院

赵生慧 滁州学院

郑尚志 巢湖学院

胡为成 铜陵学院

钟志水 铜陵学院

梁宝华 巢湖学院



北京师范大学出版集团

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP

安徽大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

操作系统/郑尚志,梁宝华主编. —合肥:安徽大学出版社,2014.4

工程应用型院校计算机系列教材 / 胡学钢总主编

ISBN 978-7-5664-0715-3

I. ①操… II. ①郑… ②梁… III. ①操作系统—高等学校—教材 IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 024903 号

## 操作系统

胡学钢 总主编  
郑尚志 梁宝华 主 编

出版发行: 北京师范大学出版集团  
安 徽 大 学 出 版 社  
(安徽省合肥市肥西路8号 邮编 230039)  
www.bnupg.com.cn  
www.ahupress.com.cn



印 刷: 安徽省人民印刷有限公司  
经 销: 全国新华书店  
开 本: 184mm×260mm  
印 张: 13.5  
字 数: 335 千字  
版 次: 2014 年 4 月第 1 版  
印 次: 2014 年 4 月第 1 次印刷  
定 价: 27.00 元  
ISBN 978-7-5664-0715-3

策划编辑:李 梅 蒋 芳  
责任编辑:蒋 芳  
责任校对:程中业

装帧设计:李 军  
美术编辑:李 军  
责任印制:赵明炎

### 版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:0551—65106311

外埠邮购电话:0551—65107716

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:0551—65106311

# 编写说明

计算机科学与技术的迅速发展,促进了许多相关学科领域以及应用分支的发展,同时也带动了各种技术和方法、系统与环境、产品以及思维方式等的发展,由此而进一步激发了对各种不同类型人才的需求。按照教育部计算机科学与技术专业教学指导委员会的研究报告来分,学校培养的人才类型可以分为科学型、工程型和应用型三类,其中科学型人才重在基础理论、技术和方法等的创新;工程型人才以开发实现预定功能要求的系统为主要目标;应用型人才以系统集成为主要途径实现特定功能的需求。

虽然这些不同类型人才的培养有许多共同之处,但是因不同类型人才的就业岗位所需要的责任意识、专业知识能力与素质、人文素养、治学态度、国际化程度等方面存在一定的差异,因而培养目标、培养模式等方面也存在不同。对大多数高校来说,很难兼顾各类人才的培养。因此,合理定位培养目标是确保教学目标和人才培养质量的关键。

由于当前社会领域从事工程开发和应用的岗位数量远远超过从事科学人才的数量,结合当前绝大多数高校的办学现状,安徽省高等学校计算机教育研究会在和多所高校专业负责人以及来自企业的专家反复研究和论证的基础上,确定了以培养工程应用型人才为主的安徽省高等学校计算机类专业的培养目标,并组织研讨组共同探索相关问题,共同建设相关教学资源,共享研究和建设成果,为全面推动安徽省高等学校计算机教育教学水平做出积极的贡献。北京师范大学出版集团安徽大学出版社积极支持安徽省高等学校计算机教育研究会的工作,成立了编委会,组织策划并出版了全套工程应用型计算机系列教材。

为了做好教材的出版工作,编委会在许多方面都采取了积极的措施:

编委会组成的多元化:编委会不仅有来自高校的教育领域的资深教师和专家,而且还有从事工程开发、应用技术的资深专家,从而为教材内容的重组提供更为有力的支持。

教学资源建设的针对性:教材以及教学资源建设的目标就是要突出体现“学以致用”的原则,减少“学不好,用不上”的空泛内容,增加其应用案例,尤其是增设涵盖更多知识点和应用能力的系统性、综合性的案例,以培养学生系统解决问题的能力,进而激发其学习兴趣。

建设过程的规范性:编委会对整体的框架建设、对每本教材和资源的建设都采取汇报、交流和研讨的方式,以听取多方意见和建议;每本书的编写组也都进行反复的讨论和修订,努力提高教材和教学资源的质量。

如果我们的工作能对安徽省高等学校计算机类专业人才的培养做出贡献,那将是我们的荣幸。真诚欢迎有共同志向的高校、企业专家提出宝贵意见和建议,更期待你们参与我们的工作。

胡学钢

2013年8月10日于合肥

## 编委会名单

主 任 胡学钢(合肥工业大学)

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 浩(合肥工业大学)

王一宾(安庆师范学院)

叶明全(皖南医学院)

孙 力(安徽农业大学)

刘仁金(皖西学院)

朱昌杰(淮北师范大学)

沈 杰(合肥炜煌电子有限公司)

李 鸿(宿州学院)

陈 磊(淮南师范学院)

张先宜(合肥工业大学)

陈桂林(滁州学院)

张润梅(安徽建筑大学)

张燕平(安徽大学)

金庆江(合肥文康科技有限公司)

周国祥(合肥工业大学)

周鸣争(安徽工程大学)

宗 瑜(皖西学院)

郑尚志(巢湖学院)

钟志水(铜陵学院)

姚志峰(蓝盾信息安全技术股份有限公司)

郭有强(蚌埠学院)

黄 勇(安徽科技学院)

黄海生(池州学院)

潘地林(安徽理工大学)

# 前 言

操作系统是计算机类相关专业的必修课之一。本书主要全面介绍了操作系统的工作原理和应用技术。为了突出其应用性,在全书中对理论性强的知识用大量通俗易懂的实例进行阐述。大部分章节中还贯穿了 Linux 实例加以分析,让学生了解操作系统如何管理各类资源。

本书是编者在多年教学和科研的基础上撰写的。编者通过在第一线的教学实践,积累了大量的经验。书中的实例在众多教师和学生对操作系统知识点的理解及反馈意见的基础上,经过反复推敲、论证。本书的特点是通过简单明了的事例介绍原理,并在课后用多种题型加以巩固,改变大多教材课后只是简答的单一题型。

本书主要对操作系统的基本概念、特征、作用、原理及发展历程作介绍,内容包括:

第 1 章操作系统概述,描述了操作系统的作用及特征,操作系统因何而发展,操作系统的分类及各类操作系统的区别。

第 2 章用户接口与作业管理,讲述了作业的基本概念,并给出多种作业调度策略,介绍了作业的执行过程及各种状态之间的转换。

第 3 章进程与进程管理,阐述了进程的特征、状态转换及常用进程的调度算法,对进程从创建到消亡的全过程作了详细介绍。

第 4 章进程同步与通信,重点介绍进程的同步与互斥,如何用其原理解决实际生活中遇到的问题,死锁的产生及解决办法,特别是银行家算法。

第 5 章存储器管理,讲述了分区、分页、分段管理方式,对各类管理方式进行比较,并重点介绍分页时的页面置换策略。

第 6 章文件管理,描述了文件存在的逻辑结构及物理结构,介绍了目录管理的基本要求,及外存存储空间管理、移臂的常见调度策略。

第 7 章设备管理,介绍了 I/O 控制方式,为加快 I/O 速度,提高独占设备的利用率和系统的吞吐量引入缓冲管理技术、SPOOLing 技术。

操作系统课程给广大计算机学习者的感觉是:内容抽象、难以把握、注重理论。其实不然,在现实生活中,若用操作系统原理解决问题,工作效率会提高很多。例如,在日常生活中,使用并发的原理,可节省时间;安排某大型任务时,若没有很好的策略,可能使一项工程影响另一项工程,可利用安全性算法解决等。本书不追求深奥的理论,而突出实用性,解决实际问题;不追求玄妙的抽象,而注重简洁明了;不追求内容的全面,而注重基础。作者希望把本书编写成一本结构清晰、重点突出、强化应用的适合工程应用型本科学生使用的操作系统实用教材。

由于作者水平有限,书中难免存在不完善之处,敬请读者批评指正。

编者

2013 年 10 月

# 内容简介

操作系统为计算机与人之间的交流提供了很好的接口,扩大了计算机的普及度。操作系统是现代计算机中最重要和最基本的系统软件,应用软件均需通过操作系统的统一管理才能够使用。本书共7章,第1章操作系统概述,描述了操作系统的作用及特征、操作系统的发展及分类;第2章用户接口与作业管理,讲述了作业的基本概念,并给出多种作业调度策略;第3章进程与进程管理,阐述了进程的特征、状态转换及常用进程的调度算法;第4章进程同步与通信,重点介绍进程的同步与互斥、死锁的产生及解决办法;第5章存储器管理,讲述了分区、分页、分段管理方式,并重点介绍分页时的页面置换策略;第6章文件管理,描述了文件存在的逻辑结构及物理结构,并介绍了外存存储空间管理;第7章设备管理,引入缓冲管理技术、虚拟技术,加快了I/O速度,提高了独占设备的利用率和系统的吞吐量。

本书为安徽省高等学校“十二五”省级规划教材,由安徽省高校的多位一线教师、专家,共同编写而成,注重内容的基本性、实用性。本书可作为高等学校理工科操作系统课程的教材,同时也可作为自学参考用书和考试复习用书。

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| <b>第 1 章 操作系统概述</b> .....    | 1  |
| 1.1 操作系统简介 .....             | 1  |
| 1.1.1 操作系统的作用 .....          | 1  |
| 1.1.2 操作系统的功能及其特征 .....      | 2  |
| 1.2 操作系统的发展动力和发展目标 .....     | 5  |
| 1.2.1 操作系统的发展动力 .....        | 5  |
| 1.2.2 操作系统的发展目标 .....        | 6  |
| 1.3 操作系统的发展历程 .....          | 6  |
| 1.3.1 批处理操作系统 .....          | 6  |
| 1.3.2 分时操作系统 .....           | 8  |
| 1.3.3 实时操作系统 .....           | 9  |
| 1.3.4 网络操作系统 .....           | 10 |
| 1.3.5 分布式操作系统 .....          | 10 |
| 1.3.6 微机操作系统 .....           | 11 |
| 1.3.7 嵌入式操作系统 .....          | 11 |
| 习题 1 .....                   | 12 |
| <b>第 2 章 用户接口与作业管理</b> ..... | 16 |
| 2.1 概述 .....                 | 16 |
| 2.1.1 作业的概念 .....            | 16 |
| 2.1.2 用户接口 .....             | 16 |
| 2.2 命令接口 .....               | 17 |
| 2.2.1 联机命令接口 .....           | 17 |
| 2.2.2 脱机命令接口 .....           | 18 |
| 2.3 系统调用 .....               | 18 |
| 2.3.1 系统调用的概念 .....          | 18 |
| 2.3.2 系统调用的处理过程 .....        | 19 |
| 2.4 作业管理 .....               | 19 |
| 2.4.1 作业控制块和作业表 .....        | 19 |
| 2.4.2 作业的建立 .....            | 20 |
| 2.4.3 批处理作业的调度 .....         | 21 |
| 2.4.4 作业的执行 .....            | 22 |
| 2.4.5 作业的终止与撤销 .....         | 23 |

|              |                       |           |
|--------------|-----------------------|-----------|
| 2.4.6        | 作业的状态 .....           | 24        |
| 习题 2         | .....                 | 24        |
| <b>第 3 章</b> | <b>进程与进程管理</b> .....  | <b>25</b> |
| 3.1          | 进程的引入 .....           | 25        |
| 3.1.1        | 前趋图的定义 .....          | 25        |
| 3.1.2        | 程序的顺序执行 .....         | 26        |
| 3.1.3        | 程序的并发执行 .....         | 26        |
| 3.2          | 进程 .....              | 27        |
| 3.2.1        | 进程的概念 .....           | 27        |
| 3.2.2        | 进程的基本状态及其转换 .....     | 28        |
| 3.2.3        | 进程控制块 .....           | 29        |
| 3.2.4        | 进程控制 .....            | 30        |
| 3.3          | 进程调度 .....            | 33        |
| 3.3.1        | 调度的基本概念 .....         | 33        |
| 3.3.2        | 进程调度算法 .....          | 34        |
| 3.3.3        | 进程调度的时机 .....         | 38        |
| 3.4          | 线程的基本概念 .....         | 39        |
| 3.4.1        | 线程的引入 .....           | 39        |
| 3.4.2        | 线程的定义与属性 .....        | 39        |
| 3.4.3        | 线程与进程的比较 .....        | 40        |
| 3.4.4        | 线程的实现机制 .....         | 41        |
| 3.5          | Linux 的进程与进程管理 .....  | 42        |
| 3.5.1        | Linux 的进程结构 .....     | 42        |
| 3.5.2        | Linux 的进程创建 .....     | 43        |
| 3.5.3        | Linux 的线程 .....       | 43        |
| 3.5.4        | Linux 的进程终结 .....     | 43        |
| 3.5.5        | Linux 的进程调度 .....     | 44        |
| 3.5.6        | Linux 2.6 调度器简介 ..... | 45        |
| 习题 3         | .....                 | 46        |
| <b>第 4 章</b> | <b>进程同步与通信</b> .....  | <b>52</b> |
| 4.1          | 进程间的相互作用 .....        | 52        |
| 4.1.1        | 进程间的联系 .....          | 52        |
| 4.1.2        | 利用软件方法解决进程互斥问题 .....  | 54        |
| 4.1.3        | 利用硬件方法解决进程互斥问题 .....  | 55        |
| 4.1.4        | 信号量机制 .....           | 56        |
| 4.1.5        | 经典进程同步问题 .....        | 60        |
| 4.1.6        | 管程机制 .....            | 68        |

---

|              |                      |           |
|--------------|----------------------|-----------|
| 4.2          | 进程通信 .....           | 71        |
| 4.2.1        | 进程通信的类型 .....        | 71        |
| 4.2.2        | 直接通信和间接通信 .....      | 72        |
| 4.2.3        | 消息缓冲队列通信机制 .....     | 73        |
| 4.3          | 死锁 .....             | 75        |
| 4.3.1        | 产生死锁的原因和必要条件 .....   | 75        |
| 4.3.2        | 预防死锁 .....           | 77        |
| 4.3.3        | 避免死锁 .....           | 78        |
| 4.3.4        | 检测死锁 .....           | 81        |
| 4.3.5        | 解除死锁 .....           | 82        |
| 4.4          | Linux 进程间通信 .....    | 82        |
| 4.4.1        | Linux 进程间的通信方式 ..... | 82        |
| 4.4.2        | 消息队列 .....           | 83        |
| 4.4.3        | Linux 下的信号量机制 .....  | 84        |
| 4.4.4        | 共享内存机制 .....         | 85        |
|              | 习题 4 .....           | 86        |
| <b>第 5 章</b> | <b>存储器管理 .....</b>   | <b>92</b> |
| 5.1          | 概述 .....             | 92        |
| 5.1.1        | 存储体系 .....           | 92        |
| 5.1.2        | 存储管理的目的 .....        | 93        |
| 5.1.3        | 存储管理的任务 .....        | 93        |
| 5.1.4        | 程序的链接与装入 .....       | 94        |
| 5.1.5        | 存储管理方式的分类 .....      | 96        |
| 5.2          | 连续分配存储管理方式 .....     | 97        |
| 5.2.1        | 单一连续分配 .....         | 97        |
| 5.2.2        | 分区分配 .....           | 97        |
| 5.3          | 覆盖技术与交换技术 .....      | 102       |
| 5.3.1        | 覆盖技术 .....           | 103       |
| 5.3.2        | 交换技术 .....           | 103       |
| 5.4          | 分页存储管理方式 .....       | 104       |
| 5.4.1        | 工作原理和页表 .....        | 104       |
| 5.4.2        | 动态地址变换 .....         | 105       |
| 5.4.3        | 快表 .....             | 106       |
| 5.4.4        | 两级与多级页表 .....        | 107       |
| 5.5          | 分段存储管理方式 .....       | 109       |
| 5.5.1        | 工作原理和段表 .....        | 110       |
| 5.5.2        | 动态地址变换 .....         | 110       |
| 5.5.3        | 存储保护 .....           | 111       |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 5.5.4 分页与分段的主要区别 .....         | 112        |
| 5.6 段页式存储管理方式 .....            | 112        |
| 5.6.1 工作原理 .....               | 112        |
| 5.6.2 地址变换 .....               | 113        |
| 5.7 虚拟存储器 .....                | 113        |
| 5.7.1 概述 .....                 | 114        |
| 5.7.2 分页虚拟存储管理 .....           | 115        |
| 5.7.3 页面置换算法 .....             | 118        |
| 5.7.4 分段虚拟存储管理 .....           | 123        |
| 5.8 Linux 的内存管理 .....          | 125        |
| 5.8.1 Linux 内存管理概述 .....       | 125        |
| 5.8.2 Linux 地址空间及映射实现 .....    | 125        |
| 5.8.3 Linux 虚拟内存管理 .....       | 126        |
| 5.8.4 Linux 物理内存管理 .....       | 128        |
| 5.8.5 Linux 缓存管理 .....         | 129        |
| 习题 5 .....                     | 129        |
| <b>第 6 章 文件管理</b> .....        | <b>139</b> |
| 6.1 概述 .....                   | 139        |
| 6.1.1 文件与文件系统 .....            | 139        |
| 6.1.2 文件的分类 .....              | 141        |
| 6.2 文件的存取方式和结构 .....           | 142        |
| 6.2.1 文件的存取方式 .....            | 143        |
| 6.2.2 文件的逻辑结构 .....            | 143        |
| 6.2.3 存储介质和块 .....             | 144        |
| 6.2.4 文件的物理结构 .....            | 145        |
| 6.3 文件目录 .....                 | 149        |
| 6.3.1 文件控制块 .....              | 150        |
| 6.3.2 文件目录结构 .....             | 150        |
| 6.3.3 目录的查找和改进 .....           | 153        |
| 6.4 文件系统的实现 .....              | 154        |
| 6.4.1 打开文件表 .....              | 154        |
| 6.4.2 外存空间管理 .....             | 155        |
| 6.5 文件的使用 .....                | 158        |
| 6.5.1 文件的基本操作 .....            | 158        |
| 6.5.2 文件共享 .....               | 160        |
| 6.6 文件系统的安全性和数据的一致性 .....      | 162        |
| 6.6.1 防止人为因素造成文件的不安全性 .....    | 163        |
| 6.6.2 防止系统、自然因素造成文件的不安全性 ..... | 164        |

---

|                   |                        |            |
|-------------------|------------------------|------------|
| 6.6.3             | 文件系统的数据一致性 .....       | 167        |
| 6.7               | 磁盘调度 .....             | 168        |
| 6.7.1             | 磁盘 I/O 时间 .....        | 169        |
| 6.7.2             | 磁盘的移臂调度 .....          | 170        |
| 6.8               | Linux 文件系统 .....       | 173        |
| 6.8.1             | 超级块、dentry 和节点结构 ..... | 173        |
| 6.8.2             | 超级块、dentry 和节点操作 ..... | 174        |
| 6.8.3             | 目录缓存器 .....            | 176        |
| 6.8.4             | 文件的操作 .....            | 177        |
| 6.8.5             | EX2 文件系统 .....         | 177        |
|                   | 习题 6 .....             | 179        |
| <b>第 7 章</b>      | <b>设备管理 .....</b>      | <b>182</b> |
| 7.1               | 概述 .....               | 182        |
| 7.1.1             | 设备的分类 .....            | 182        |
| 7.1.2             | 设备管理的目标和功能 .....       | 184        |
| 7.2               | I/O 系统 .....           | 184        |
| 7.2.1             | I/O 系统结构 .....         | 185        |
| 7.2.2             | 设备接口 .....             | 185        |
| 7.2.3             | 设备控制器 .....            | 185        |
| 7.2.4             | 通道 .....               | 187        |
| 7.2.5             | I/O 控制方式 .....         | 189        |
| 7.2.6             | 缓冲技术 .....             | 192        |
| 7.3               | 设备分配 .....             | 195        |
| 7.3.1             | 设备分配中的数据结构 .....       | 195        |
| 7.3.2             | 设备独立性 .....            | 196        |
| 7.3.3             | 设备分配策略 .....           | 197        |
| 7.4               | 虚拟设备 .....             | 199        |
| 7.4.1             | SPOOLing 技术 .....      | 199        |
| 7.4.2             | 共享打印机 .....            | 200        |
| 7.4.3             | SPOOLing 系统的特点 .....   | 200        |
|                   | 习题 7 .....             | 201        |
| <b>参考文献</b> ..... | <b>204</b>             |            |

# 第1章 操作系统概述

## 本章目标

- 了解操作系统的作用
- 熟悉操作系统的功能及其特征
- 了解操作系统的发展动力
- 熟悉操作系统的目标
- 了解操作系统的发展历程
- 熟悉批处理系统、分时系统、实时系统的特点,及相互之间的区别

计算机由硬件和软件组成。硬件通常由中央处理器(运算器和控制器)、存储器、输入设备和输出设备等部件组成,它是计算机系统的物质基础。未安装任何软件的由硬件组成的机器称为“裸机”。

由于裸机只识别二进制符号,不便于广大用户的使用。为了对硬件的性能加以扩充和完善,方便用户上机,在裸机内添加了能实现各种功能的软件。在这些软件中,有一个很重要的软件系统称为“操作系统”(Operating System, OS),它是配置在裸机上的第一层软件,它管理系统中所有的软、硬件资源并组织控制整个计算机的工作流程。

## 1.1 操作系统简介

在裸机上操作计算机是一件很难的事,除非是一些较资深的计算机专家。这就限制了计算机的应用普及。为了方便广大用户使用,人们研发了操作系统,可简化用户使用计算机的操作过程。

计算机系统资源很多(包括硬件资源与软件资源),操作系统的主要任务是使这些资源有条不紊地、高效地运行,并能最大程度地提高系统中各种资源的利用率,以方便用户使用。为实现上述任务,操作系统应具备以下主要功能:处理器管理、存储器管理、设备管理、文件管理等。

### 1.1.1 操作系统的作用

操作系统的作用可以从不同的角度来观察。从一般用户的角度,可把操作系统看作用户与计算机硬件系统之间的接口;从资源管理的角度,则可把操作系统视为计算机系统资源的管理者。

(1)作为用户与计算机硬件系统之间的接口

操作系统作为用户与计算机硬件系统之间接口的含义是:操作系统处于用户与计算机硬件系统之间,用户通过操作系统来使用计算机系统。或者说,用户在操作系统的帮助下能够方便、快捷、安全、可靠地操纵计算机硬件,运行软件。应当注意,操作系统是一个系统软

件,因而这种接口是软件接口。用户可通过以下3种方式来使用计算机。

①命令方式。用户可以通过键盘输入有关命令来取得操作系统的服务,并控制用户程序的运行。

②系统调用方式。操作系统允许用户在自己的应用程序中通过相应的系统调用,来实现操作系统的通信与服务。

③图形、窗口方式。用户通过屏幕上的窗口和图标可以实现与操作系统通信与服务,这也是目前绝大多数操作系统提供的最为方便、使用最为广泛的接口。

#### (2)作为计算机系统资源的管理者

在一个计算机系统中,通常都包含了各种各样的硬件和软件资源。归纳起来可将资源分为4类:CPU、存储器、I/O设备以及信息(数据和程序)。相应地,操作系统的主要功能也正是针对这4类资源进行有效的管理。事实上,当今世界上广为流行的一个关于操作系统作用的观点,正是把操作系统作为计算机系统的资源管理者。

#### (3)用作扩充机器

对于一台完全无软件的计算机系统(裸机),即使其功能再强也必定难以使用。如果在裸机上覆盖上一层I/O设备管理软件,用户便可利用它所提供的I/O命令来进行数据I/O操作。此时用户所看到的机器,将是一台比裸机功能更强、使用更方便的机器。通常把覆盖了软件的机器称为“扩充机器”或“虚机器”。如果又在第一层软件上再覆盖上一层文件管理软件,则用户可利用该软件提供的文件存取命令来进行文件的存取。此时,用户所看到的是一台功能更强的虚机器。如果又在文件管理软件上再覆盖上一层面向用户的窗口软件,则用户便可在窗口环境下方便地使用计算机,形成一台功能极强的虚机器。由此可知,每当人们在计算机系统上覆盖上一层软件后,系统功能便增强一级。由于操作系统自身包含了若干层软件,因此当在裸机上覆盖上操作系统后,便可获得一台功能显著增强、使用极为方便的多层扩充机器或多层虚机器。

### 1.1.2 操作系统的功能及其特征

#### 1. 操作系统的功能

从资源管理的观点出发,操作系统的功能应包括:处理器管理、存储器管理、设备管理、文件管理等功能。

##### (1)处理器管理的功能

处理器管理的主要任务是对处理器进行分配,并对其运行进行有效的控制和管理。在传统的多道程序系统中,处理器的分配与运行均以进程为基本单位,因而对处理器的管理可归结为对进程的管理。现代的操作系统均以线程为调度单位,进程为资源的分配单位,处理器对进程(线程)进行协调,实现各进程(线程)通信,合理分配资源。

①进程控制。在多道程序环境下,要使作业运行,必须先为它创建一个或几个进程,并为之分配必要的资源。进程运行结束时,要立即撤销该进程,以便及时回收该进程所占用的各类资源。进程控制的主要任务便是为作业创建进程,撤销已结束的进程以及控制进程在运行过程中的状态转换。在现代操作系统中,进程控制还应具有创建或撤销线程的功能。

②进程调度。进程调度的任务是从就绪队列的进程中,按照一定的算法选择一个进程,把处理器分配给它,并为其设置运行现场,使进程投入运行。在多线程操作系统中,每次调

度时,须从就绪线程队列中选择一个线程,将处理器分配给它。

③进程的互斥与同步。进程是以异步方式运行的,并以人们不可预知的速度向前推进。为使多个进程能有条不紊地运行,系统中必须设置进程同步机制。进程同步的主要任务是对诸进程的运行进行协调。协调方式有两种:一是进程互斥方式,这是指诸进程在对临界资源进行访问时应采用互斥方式;二是进程同步方式,这是指为完成共同任务,诸进程间须在相互合作的情况下,由同步机构对它们的执行次序加以协调。

④进程通信。在多道程序环境下,可由系统为一个应用程序建立多个进程。这些进程相互合作完成一个共同任务,而在这些相互合作的进程之间,往往需要交换信息。当相互合作的进程处于同一计算机系统时,通常采用直接通信方式进行通信。当相互合作的进程处于不同的计算机系统时,通常采用间接通信方式进行通信。

### (2)存储器管理的功能

存储器管理的主要任务是为多道程序的运行提供良好的环境,方便用户使用存储器,提高存储器的利用率以及能从逻辑上来扩充主存。为此,存储管理应具有以下主要的功能:

①主存的分配与回收。主存分配的主要任务是为每道程序分配主存空间,使它们“各得其所”。为提高存储器的利用率,操作系统应智能化地选择相应的分配算法,进行主存空间的分配,并可利用拼接技术将多个主存碎片,合并成一大空间;在程序运行完后,应立即收回它所占有的主存空间。

②主存的共享与保护。主存的共享可以提高主存空间的利用率,相同的程序(程序段)在主存中只要保留一份即可。主存空间保护的主要任务是确保每道用户程序都在自己的主存空间中运行,互不干扰。绝不允许用户程序访问操作系统的程序和数据;也不允许转移到非共享的其他用户程序中去执行。

③主存扩充。由于物理主存是非常宝贵的硬件资源,它不可能做得太大,所以实际容量很有限,因而难以满足用户的需要,势必影响到系统的性能。在存储器管理中的主存扩充并非增加物理主存的容量,而是借助于虚拟存储技术,从逻辑上去扩充主存容量,使用户感觉到主存容量比实际主存容量大得多,这样可在不增加硬件投资的情况下,满足用户的需要,改善系统的性能。

### (3)设备管理的功能

设备管理的主要任务是完成用户提出的 I/O 请求;为用户分配 I/O 设备;提高 CPU 和 I/O 设备的利用率;提高 I/O 速度;方便用户使用 I/O 设备。为实现上述任务,设备管理应具有以下主要的功能:

①设备的分配与去配。设备分配的基本任务是根据用户的 I/O 请求为其分配其所需的设备。如果在 I/O 设备和 CPU 之间还存在着设备控制器和 I/O 通道,则还须为分配出去的设备分配相应的控制器和通道。在设备使用完后要及时回收,即去配。

②设备处理。设备处理程序又称为“设备驱动程序”。其基本任务通常是实现 CPU 和设备控制器之间的通信。即由 CPU 向设备控制器发出 I/O 指令,要求它完成指定的 I/O 操作,并能接收由设备控制器发来的中断请求,给予及时的响应和相应的处理。

③虚拟设备。这一功能可把每次仅允许一个进程使用的物理设备改造为能同时供多个进程共享的设备。或者说,它能把一个物理设备变换为多个对应的逻辑设备,以使一个物理设备能供多个用户共享。这样,不仅提高了设备的利用率,而且还加速了程序的运行,使每

个用户都感觉到自己在独占该设备。

#### (4) 文件管理的功能

在现代计算机系统中,总是把程序和数据以文件的形式存放在存储介质上,供用户使用。为此,在操作系统中必须配置文件管理机构。文件管理的主要目标是在保证文件安全性的基础上,对用户文件和系统文件进行管理,以方便用户使用。要实现以上目标,文件管理应具备以下主要的功能:

①文件存储空间的管理。为了方便用户的使用,需要由文件系统对诸多文件及文件的存储空间实施统一的管理。其主要任务是为每个文件分配必要的辅存空间,提高辅存的利用率,并能有助于提高文件系统的工作速度。

②目录管理。目录管理的主要任务是为每个文件建立其目录项,并对众多的目录项加以有效的组织形成目录文件,以实现方便的按名存取。用户只须提供文件名,即可对该文件进行存取。目录管理还应能实现文件的共享,应能提供快速的目录查询手段,以提高对文件的检索速度。

③文件操作。为了正确地实现文件的存取,文件系统应提供一组文件操作功能供用户使用。

④文件的共享、保护和保密。文件的共享可以节省存储空间,从而提高辅存的空间利用率。为了防止系统的文件被非法窃取和破坏,在文件系统中必须提供不同级别的保护和保密措施。

## 2. 操作系统的特征

虽然不同的操作系统有不同的特征,如批处理系统具有成批处理的特征,分时系统具有交互特征,实时系统具有实时特征,但它们也都具有一些共同的基本特征。

### (1) 并发

“并行性”和“并发性”是既相似又有区别的两个概念。并行性是指两个或多个事件在同一时刻发生;而并发性是指两个或多个事件在同一时间间隔内发生。在多道程序环境下,并发性是指宏观上在一段时间内多道程序同时运行。但在单处理器系统中,每一时刻仅能执行一道程序,故微观上这些程序是在交替执行的。

### (2) 共享

所谓“共享”是指系统中的资源可供主存中多个并发执行的进程共同使用。由于资源的属性不同,故多个进程对资源的共享方式也不同,可分为两种资源共享方式。

①互斥共享方式。系统中的某些资源(如打印机),虽然可以提供给多个进程使用,但在一段时间内却只允许一个进程访问该资源。当一个进程正在访问该资源时,其他欲访问该资源的进程必须等待,仅当该进程访问完并释放该资源后,才允许另一进程对该资源进行访问。这种在一段时间内只允许一个进程访问的资源就称为“临界资源”,许多物理设备以及某些变量、表格都属于临界资源,它们要求互斥地被共享。

②同时访问方式。系统中还有一类资源,允许在一段时间内多个进程同时对它们进行访问。这里所谓的“同时”往往是宏观上的。而在微观上,这些进程可能是交替地对该资源进行访问。典型的可供多个进程“同时”访问的资源是磁盘,一些用重入码编写的文件,也可以被同时共享,即若干个用户同时访问该文件。

并发和共享是操作系统最基本的特征,它们又是互为存在的条件。一方面,资源共享是

以程序(进程)的并发执行为条件的,若系统不允许程序并发执行,自然就不存在资源共享问题;另一方面,若系统不能对资源共享实施有效管理,则必将影响到程序的并发执行,甚至根本无法并发执行。

### (3) 虚拟

在操作系统中,所谓“虚拟”是指通过某种技术把一个物理实体变成若干个逻辑上的对应物。物理实体(前者)是实的,即实际存在的;而后者是虚的,是用户感觉上的东西。例如,在多道分时系统中,虽然只有一个 CPU,但每个终端用户却都认为有一个 CPU 在专门为他服务,亦即利用多道程序技术和分时技术可以把一台物理上的 CPU 虚拟为多台逻辑上的 CPU,也称为“虚处理器”。类似地,也可以把一台物理 I/O 设备虚拟为多台逻辑上的 I/O 设备。

### (4) 异步性

在多道程序环境下,允许多个进程并发执行,但由于受资源等因素的限制,通常进程的执行并非“一气呵成”,而是以“走走停停”的方式运行。主存中的每个进程在何时执行、何时暂停,以怎样的速度向前推进,每道程序总共需多少时间才能完成,都是不可预知的。很可能是先进入主存的作业后完成,后进入主存的作业先完成。或者说,进程是以异步方式运行的。尽管如此,只要运行环境相同,作业经多次运行,都会获得完全相同的结果,因此,异步运行方式是允许的。进程的异步性,是操作系统的一个重要特征。

## 1.2 操作系统的发展动力和发展目标

随着计算机硬件的不断更新换代,操作系统也要不断发展,才能充分发挥硬件的性能。另外,人们对使用计算机的需求也在不断变化,为适应用户的需求,操作系统更需要发展。下面来讲述操作系统的发展动力和发展目标。

### 1.2.1 操作系统的发展动力

操作系统从出现到现在,无论是规模还是其适应性,无论是方便性还是其有效性,都发生了重大变化。推动操作系统发展的主要动力,可归结为以下 4 个方面:

#### (1) 不断提高资源的利用率

在计算机发展初期,计算机系统特别昂贵,为了充分利用计算机的各类资源,操作系统就必须提高对资源的利用率,这就是推动操作系统发展的最初动力。于是,产生了多道批处理系统,后来又产生了 SPOOLing(Simultaneous Peripheral Operation On-Line)系统及网络,使硬件及文件实现共享,使资源的利用率得到进一步的提高。

#### (2) 方便使用

当硬件发展较成熟时,资源利用率不高问题基本得到解决后,便开始追求用户使用机器的方便性。为了满足用户使用的方便性,操作系统从单用户系统发展到多用户系统,从自动式发展到交互式,从记忆的命令式发展到图形用户界面式,极大地方便了用户使用计算机。

#### (3) 硬件的不断更新

微电子技术的迅速发展,使得计算机的性能大幅提高,规模急剧扩大。操作系统要充分发挥硬件的性能,其自身也要不断发展,处理数据方式也要发生变化。例如,现在的机器是 64 位,若用以前的 Windows 2000、Windows XP 系统就无法发挥 64 位机器的最大作用。