

高等学校计算机专业教材

GAODENG XUEXIAO JISUANJI ZHUANYE JIAOCAI

# 计算机操作系统

● 郁红英 冯庚豹 编著



GAODENG XUEXIAO JISUANJI ZHUANYE JIAOCAI  
GAODENG XUEXIAO JISUANJI ZHUANYE JIAOCAI  
GAODENG XUEXIAO JISUANJI ZHUANYE JIAOCAI

人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

高等学校计算机专业教材

# 计算机操作系统

郁红英 冯庚豹 编著

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

计算机操作系统/郁红英, 冯庚豹编著. —北京: 人民邮电出版社, 2004.4

高等学校计算机专业教材

ISBN 7-115-11915-5

I.计... II.①郁...②冯... 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 (2004) 第 022846 号

## 内 容 提 要

本书介绍计算机系统中的一个重要的系统软件——操作系统 (OS)。全书分两部分, 共 8 章。第一部分介绍操作系统的基本原理, 共 5 章。第 1 章概述操作系统的形成、类型、特征和功能等; 第 2 章阐述进程和线程的基本概念、同步和通信、调度和死锁; 第 3 章为存储管理和虚拟存储器; 第 4 章介绍 I/O 设备管理、磁盘存储器管理及缓存管理; 第 5 章为文件系统。在第一部分的介绍中, 以目前流行的 Windows2000 操作系统作为一个实例, 与操作系统基本原理的介绍同步进行, 即在介绍操作系统各个组成部分的基本原理的过程中, 同时阐述 Windows2000 操作系统是如何实现该部分功能的。第二部分提高篇, 共 3 章, 第 6 章对 Linux 源代码进行分析; 第 7 章介绍分布式操作系统; 第 8 章讨论操作系统的安全问题。

本书可作为计算机应用专业、管理信息系统专业及其他计算相关专业本科生和研究生的教科书, 也可作为计算机科技人员学习操作系统的参考书。

高等学校计算机专业教材

## 计算机操作系统

- ◆ 编 著 郁红英 冯庚豹
- ◆ 责任编辑 赵鹏飞
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
读者热线: 010-67194042  
北京汉魂图文设计有限公司制作  
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷  
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 26.5  
字数: 643 千字 2004 年 4 月第 1 版  
印数: 1—5 000 册 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11915-5/TP · 3747

定价: 34.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

## 前 言

计算机操作系统是计算机系统必须配置的软件，在计算机软件中起着举足轻重的作用，也是计算机及其相关专业的教学中最重要的环节之一。这套教材的出版，希望为计算机及其相关专业的师生提供新的教材选择。本人具有多年计算机操作系统方面的教学经验，教材的草稿在讲课中多次使用。

本书分为两部分，共 8 章。第一部分为基本篇，共 5 章，第 1 章概述了操作系统的形成与发展，操作系统的特征、功能和类型，并介绍了 Windows2000 的结构和特点；第 2 章阐述了进程和线程的基本概念、同步和通信、调度和死锁，同时穿插介绍了这些功能在 Windows2000 系统中是如何实现的；第 3 章主要讲述存储管理和虚拟存储器，本章的最后介绍 Windows2000 系统的内存管理；第 4 章介绍 I/O 设备管理、Windows2000 的 I/O 系统、磁盘存储器管理、缓存管理及 Windows2000 的高速缓存管理；第 5 章为文件管理，介绍了文件的组织与存储、目录、文件系统的可靠性、保护机制及 Windows2000 的文件系统。第二部分为提高篇，共 3 章，第 6 章对 Linux 源代码进行了分析，适合于在了解操作系统基本原理之后，希望进一步研究操作系统内部实现细节的读者；第 7 章主要介绍了分布式系统中的互斥、死锁、负载分配及分布式文件系统；第 8 章讨论了操作系统的安全问题，主要内容有操作系统的安全机制和安全评测准则，分布式系统的安全性及 Linux 和 Windows2000/XP 操作系统的安全。

本书第一部分基本篇，阐述操作系统的基本原理，是计算机及其相关专业本科生必需掌握的内容。该部分的参考教学时数为 60 学时，上机实习 20 学时。第二部分提高篇，介绍现代操作系统发展中新的研究领域，适合本科高年级及研究生学习使用。该部分参考教学时数为 40 学时，上机实习 10 学时。希望本书能做到易教、易学，朴实、实用，为培养信息化建设人才做出应有的贡献。

本书的第 2~8 章由郁红英编写，第 1 章由冯庚豹编写，全书由郁红英统一定稿。由于编者水平有限，错误与不妥之处定然难免，恳请读者批评指正。

作 者  
2004 年 3 月

# 目 录

## 第一部分 基 本 篇

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第 1 章 操作系统引论 .....            | 2  |
| 1.1 计算机系统 .....               | 2  |
| 1.1.1 计算机的出现 .....            | 2  |
| 1.1.2 计算机的发展 .....            | 4  |
| 1.2 操作系统的形成和发展 .....          | 5  |
| 1.2.1 操作系统的形成和发展 .....        | 5  |
| 1.2.2 从操作系统的形成和发展中得到的启示 ..... | 10 |
| 1.2.3 计算机的结构与操作系统的关系 .....    | 11 |
| 1.3 操作系统的特征 .....             | 12 |
| 1.3.1 并发性 .....               | 12 |
| 1.3.2 共享性 .....               | 12 |
| 1.3.3 虚拟性 .....               | 13 |
| 1.3.4 不确定性 .....              | 13 |
| 1.4 操作系统的功能 .....             | 13 |
| 1.4.1 处理机管理 .....             | 13 |
| 1.4.2 存储管理 .....              | 14 |
| 1.4.3 设备管理 .....              | 15 |
| 1.4.4 信息资源管理 .....            | 16 |
| 1.5 操作系统的基本类型 .....           | 17 |
| 1.5.1 批处理操作系统 .....           | 17 |
| 1.5.2 分时操作系统 .....            | 20 |
| 1.5.3 实时操作系统 .....            | 22 |
| 1.6 发展中的操作系统 .....            | 24 |
| 1.6.1 微机操作系统 .....            | 24 |
| 1.6.2 多处理机操作系统 .....          | 37 |
| 1.6.3 网络操作系统 .....            | 38 |
| 1.6.4 分布式操作系统 .....           | 40 |
| 1.7 研究操作系统的几种观点 .....         | 42 |
| 1.7.1 资源管理的观点 .....           | 42 |
| 1.7.2 用户的观点 (扩展机器的观点) .....   | 42 |
| 1.8 Windows 2000 的结构和特点 ..... | 43 |
| 1.8.1 Windows 2000 的特点 .....  | 44 |

|              |                                          |           |
|--------------|------------------------------------------|-----------|
| 1.8.2        | Windows 2000 的结构 .....                   | 45        |
| 1.9          | 要点及小结 .....                              | 47        |
| <b>第 2 章</b> | <b>进程管理 .....</b>                        | <b>50</b> |
| 2.1          | 程序的执行 .....                              | 50        |
| 2.1.1        | 程序的顺序执行 .....                            | 50        |
| 2.1.2        | 程序的并发执行 .....                            | 51        |
| 2.1.3        | Bernstein 条件 .....                       | 52        |
| 2.2          | 进程的描述和进程的状态 .....                        | 53        |
| 2.2.1        | 进程的定义与描述 .....                           | 53        |
| 2.2.2        | 进程的状态及转换 .....                           | 54        |
| 2.2.3        | 进程控制块 (Process Control Block, PCB) ..... | 58        |
| 2.3          | 进程控制 .....                               | 61        |
| 2.3.1        | 内核和原语的概念 .....                           | 61        |
| 2.3.2        | 进程的创建与撤消 .....                           | 62        |
| 2.3.3        | 进程的阻塞与唤醒 .....                           | 64        |
| 2.3.4        | 进程的挂起与激活 .....                           | 65        |
| 2.4          | 线程的概念 .....                              | 66        |
| 2.4.1        | 线程的引入 .....                              | 66        |
| 2.4.2        | 线程与进程的比较 .....                           | 67        |
| 2.4.3        | 线程的实现 .....                              | 69        |
| 2.4.4        | Windows 2000 的进程和线程 .....                | 74        |
| 2.5          | 进程的互斥与同步 .....                           | 78        |
| 2.5.1        | 并发的原理 .....                              | 78        |
| 2.5.2        | 临界资源与临界区 .....                           | 80        |
| 2.5.3        | 进程互斥的软件方法 .....                          | 81        |
| 2.5.4        | 信号量与 PV 操作 .....                         | 85        |
| 2.5.5        | 经典进程同步问题 .....                           | 90        |
| 2.5.6        | 管程 .....                                 | 96        |
| 2.5.7        | Windows 2000 的互斥与同步 .....                | 99        |
| 2.6          | 进程通信 .....                               | 100       |
| 2.6.1        | 进程通信的类型 .....                            | 101       |
| 2.6.2        | 消息传递系统的实现 .....                          | 103       |
| 2.6.3        | Windows 2000 的进程通信 .....                 | 105       |
| 2.7          | 死锁 .....                                 | 107       |
| 2.7.1        | 死锁原理 .....                               | 107       |
| 2.7.2        | 死锁的条件 .....                              | 111       |
| 2.7.3        | 死锁的预防 .....                              | 112       |
| 2.7.4        | 死锁的避免 .....                              | 113       |

|              |                          |            |
|--------------|--------------------------|------------|
| 2.7.5        | 死锁的检测 .....              | 116        |
| 2.7.6        | 死锁的解除 .....              | 118        |
| 2.8          | 处理机调度 .....              | 119        |
| 2.8.1        | 调度的层次 .....              | 119        |
| 2.8.2        | 调度的性能准则 .....            | 120        |
| 2.8.3        | 调度算法 .....               | 122        |
| 2.8.4        | Windows 2000 的线程调度 ..... | 128        |
| 2.9          | 要点及小结 .....              | 133        |
| <b>第 3 章</b> | <b>存储管理 .....</b>        | <b>137</b> |
| 3.1          | 程序的装入和链接 .....           | 137        |
| 3.1.1        | 重定位 .....                | 137        |
| 3.1.2        | 链接 .....                 | 139        |
| 3.2          | 连续分配存储管理方式 .....         | 140        |
| 3.2.1        | 单一连续分区 .....             | 140        |
| 3.2.2        | 固定分区 .....               | 141        |
| 3.2.3        | 可变分区 .....               | 142        |
| 3.2.4        | 动态重定位分区 .....            | 144        |
| 3.3          | 页式存储管理 .....             | 145        |
| 3.3.1        | 页式存储管理的基本原理 .....        | 145        |
| 3.3.2        | 页式存储管理的地址变换机构 .....      | 147        |
| 3.3.3        | 快表 .....                 | 148        |
| 3.3.4        | 多级页表和反置页表 .....          | 148        |
| 3.3.5        | 典型页式操作系统举例 .....         | 150        |
| 3.4          | 请求页式存储管理 .....           | 153        |
| 3.4.1        | 局部性原理和虚拟存储器 .....        | 153        |
| 3.4.2        | 请求页式存储管理的实现 .....        | 154        |
| 3.4.3        | 请求页式存储管理驻留集管理 .....      | 157        |
| 3.4.4        | 请求页式存储管理的调入策略 .....      | 158        |
| 3.4.5        | 请求页式存储管理的页面置换算法 .....    | 159        |
| 3.4.6        | 请求页式存储管理系统的性能 .....      | 161        |
| 3.5          | 段式存储管理 .....             | 163        |
| 3.5.1        | 段式存储管理的基本原理 .....        | 163        |
| 3.5.2        | 请求段式存储管理系统的硬件支持 .....    | 165        |
| 3.5.3        | 段的共享 .....               | 166        |
| 3.6          | 段页式存储管理 .....            | 168        |
| 3.6.1        | 段页式存储管理的基本原理 .....       | 169        |
| 3.6.2        | 段页式存储管理的地址变换 .....       | 169        |
| 3.6.3        | 段页式存储管理系统举例 .....        | 170        |

|              |                                    |            |
|--------------|------------------------------------|------------|
| 3.7          | Windows 2000 的内存管理 .....           | 174        |
| 3.7.1        | 地址空间的布局 .....                      | 174        |
| 3.7.2        | 地址变换机制 .....                       | 176        |
| 3.7.3        | 内存分配 .....                         | 179        |
| 3.7.4        | 页面共享 .....                         | 182        |
| 3.7.5        | 驻留集 .....                          | 182        |
| 3.7.6        | 物理内存管理 .....                       | 184        |
| 3.8          | 要点及小结 .....                        | 187        |
| <b>第 4 章</b> | <b>设备管理 .....</b>                  | <b>191</b> |
| 4.1          | I/O 硬件组成 .....                     | 191        |
| 4.1.1        | I/O 系统结构 .....                     | 191        |
| 4.1.2        | I/O 设备 .....                       | 192        |
| 4.1.3        | 设备控制器 .....                        | 193        |
| 4.1.4        | 设备通道 .....                         | 195        |
| 4.2          | I/O 数据控制方式 .....                   | 197        |
| 4.2.1        | 程序直接控制方式 .....                     | 197        |
| 4.2.2        | 中断控制方式 .....                       | 199        |
| 4.2.3        | DMA 方式 .....                       | 200        |
| 4.2.4        | 通道方式 .....                         | 202        |
| 4.3          | I/O 设备分配 .....                     | 203        |
| 4.3.1        | 设备分配数据结构 .....                     | 203        |
| 4.3.2        | 设备独立性 .....                        | 205        |
| 4.3.3        | 设备分配 .....                         | 205        |
| 4.3.4        | SPOOLing 技术 .....                  | 208        |
| 4.4          | I/O 控制 .....                       | 209        |
| 4.4.1        | I/O 控制程序 .....                     | 210        |
| 4.4.2        | 设备驱动程序 .....                       | 211        |
| 4.4.3        | 中断处理程序 .....                       | 212        |
| 4.5          | Windows 2000 的 I/O 系统 .....        | 215        |
| 4.5.1        | Windows 2000 的 I/O 系统结构 .....      | 215        |
| 4.5.2        | Windows 2000 的 I/O 系统的数据结构 .....   | 216        |
| 4.5.3        | Windows 2000 的 I/O 系统的设备驱动程序 ..... | 219        |
| 4.5.4        | Windows 2000 的 I/O 处理 .....        | 220        |
| 4.6          | 磁盘 .....                           | 220        |
| 4.6.1        | 磁盘性能 .....                         | 221        |
| 4.6.2        | 磁盘调度算法 .....                       | 223        |
| 4.6.3        | 磁盘容错技术 RAID .....                  | 225        |
| 4.6.4        | Windows 2000 的磁盘管理 .....           | 229        |



|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 4.7 缓冲管理 .....                      | 231        |
| 4.7.1 缓冲 .....                      | 232        |
| 4.7.2 磁盘高速缓存 .....                  | 236        |
| 4.7.3 提高磁盘 I/O 速度的其他方法 .....        | 237        |
| 4.8 Windows 2000 的高速缓存管理 .....      | 238        |
| 4.8.1 Windows 2000 高速缓存的结构特点 .....  | 239        |
| 4.8.2 Windows 2000 高速缓存的结构与大小 ..... | 239        |
| 4.8.3 Windows 2000 高速缓存支持的操作 .....  | 240        |
| 4.9 要点及小结 .....                     | 242        |
| <b>第 5 章 文件管理 .....</b>             | <b>244</b> |
| 5.1 文件及文件系统 .....                   | 244        |
| 5.1.1 文件的概念 .....                   | 244        |
| 5.1.2 文件类型 .....                    | 245        |
| 5.1.3 文件的属性 .....                   | 246        |
| 5.1.4 文件的操作 .....                   | 246        |
| 5.1.5 文件系统 .....                    | 247        |
| 5.2 文件组织与存储 .....                   | 249        |
| 5.2.1 文件的逻辑结构 .....                 | 249        |
| 5.2.2 文件的物理结构 .....                 | 252        |
| 5.2.3 文件空闲存储空间的管理 .....             | 256        |
| 5.3 目录 .....                        | 259        |
| 5.3.1 文件控制块和索引节点 .....              | 260        |
| 5.3.2 单级目录 .....                    | 261        |
| 5.3.3 两级目录 .....                    | 262        |
| 5.3.4 树形目录 .....                    | 263        |
| 5.3.5 目录的查询 .....                   | 266        |
| 5.3.6 文件的共享 .....                   | 267        |
| 5.4 文件系统的可靠性 .....                  | 270        |
| 5.4.1 坏块管理 .....                    | 270        |
| 5.4.2 备份 .....                      | 270        |
| 5.4.3 文件系统一致性问题 .....               | 271        |
| 5.4.4 数据一致性控制 .....                 | 273        |
| 5.5 保护机制 .....                      | 274        |
| 5.5.1 保护域 .....                     | 274        |
| 5.5.2 保护矩阵的实现 .....                 | 275        |
| 5.5.3 分级安全管理 .....                  | 277        |
| 5.6 Windows 2000 的文件系统 .....        | 279        |
| 5.6.1 Windows 2000 文件系统概述 .....     | 279        |

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 5.6.2 | NTFS 卷及其结构        | 282 |
| 5.6.3 | NTFS 可恢复性、可靠性和安全性 | 286 |
| 5.7   | 要点及小结             | 288 |

## 第二部分 提高篇

|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 第 6 章 | Linux 操作系统源代码分析 | 292 |
| 6.1   | Linux 内核        | 292 |
| 6.1.1 | 内核设计目标          | 292 |
| 6.1.2 | 微内核与单内核         | 293 |
| 6.1.3 | Linux 内核类型      | 294 |
| 6.2   | 系统初始化           | 294 |
| 6.2.1 | 初始化系统           | 295 |
| 6.2.2 | 操作系统的初始化        | 295 |
| 6.2.3 | init 进程         | 296 |
| 6.3   | 进程              | 297 |
| 6.3.1 | Linux 中的进程      | 297 |
| 6.3.2 | 进程的创建与撤消        | 299 |
| 6.3.3 | 进程调度            | 300 |
| 6.4   | 进程通信            | 301 |
| 6.4.1 | 管道              | 301 |
| 6.4.2 | 信号              | 303 |
| 6.4.3 | 消息队列            | 304 |
| 6.4.4 | 信号量             | 307 |
| 6.4.5 | 共享内存            | 309 |
| 6.5   | 内存管理            | 310 |
| 6.5.1 | 虚拟内存管理          | 310 |
| 6.5.2 | 进程的内存组织         | 311 |
| 6.5.3 | 分页              | 312 |
| 6.5.4 | 交换设备            | 313 |
| 6.5.5 | 缓存和刷新机制         | 313 |
| 6.6   | 设备驱动            | 315 |
| 6.6.1 | Linux 的设备管理     | 315 |
| 6.6.2 | 中断              | 316 |
| 6.6.3 | 字符设备驱动程序        | 317 |
| 6.6.4 | 块设备驱动程序         | 318 |
| 6.6.5 | 网络设备驱动程序        | 319 |
| 6.7   | 虚拟文件系统          | 320 |
| 6.7.1 | VFS 主要数据结构      | 321 |

|              |                      |            |
|--------------|----------------------|------------|
| 6.7.2        | VFS 操作数据结构 .....     | 323        |
| 6.7.3        | 文件系统的安装与卸载 .....     | 325        |
| 6.7.4        | 文件系统的系统调用 .....      | 327        |
| 6.7.5        | EXT2 逻辑文件系统 .....    | 328        |
| 6.8          | 要点及小结 .....          | 330        |
| <b>第 7 章</b> | <b>分布式操作系统 .....</b> | <b>331</b> |
| 7.1          | 分布式系统引论 .....        | 331        |
| 7.1.1        | 分布式系统与集中式系统 .....    | 331        |
| 7.1.2        | 分布式系统与独立微机 .....     | 332        |
| 7.1.3        | 分布式系统与网络操作系统 .....   | 333        |
| 7.1.4        | 设计分布式系统的若干问题 .....   | 334        |
| 7.1.5        | 分布式系统的缺点 .....       | 338        |
| 7.2          | 分布式系统的互斥 .....       | 338        |
| 7.2.1        | 集中式算法 .....          | 339        |
| 7.2.2        | 分布式事件排序算法 .....      | 340        |
| 7.2.3        | 令牌环算法 .....          | 342        |
| 7.2.4        | 三种互斥算法比较 .....       | 343        |
| 7.3          | 分布式系统的死锁 .....       | 343        |
| 7.3.1        | 资源分配中的死锁 .....       | 344        |
| 7.3.2        | 消息通信中的死锁 .....       | 347        |
| 7.4          | 分布式系统的负载分配 .....     | 349        |
| 7.4.1        | 负载分配的概念 .....        | 349        |
| 7.4.2        | 调度算法 .....           | 352        |
| 7.4.3        | 协调者选举 .....          | 355        |
| 7.4.4        | 孤儿进程 .....           | 355        |
| 7.5          | 分布式文件系统 .....        | 356        |
| 7.5.1        | 分布式文件服务 .....        | 356        |
| 7.5.2        | 分布式目录服务 .....        | 358        |
| 7.5.3        | 分布式命名服务 .....        | 360        |
| 7.5.4        | 分布式文件共享问题 .....      | 361        |
| 7.5.5        | 分布式文件缓冲区管理 .....     | 362        |
| 7.5.6        | 分布式文件复制 .....        | 364        |
| 7.6          | 要点及小结 .....          | 365        |
| <b>第 8 章</b> | <b>操作系统安全 .....</b>  | <b>366</b> |
| 8.1          | 操作系统安全概述 .....       | 366        |
| 8.1.1        | 操作系统的脆弱性 .....       | 366        |
| 8.1.2        | 安全操作系统的重要性 .....     | 368        |

|                                        |                                            |     |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|-----|
| 8.2                                    | 操作系统的安全机制 .....                            | 368 |
| 8.2.1                                  | 硬件安全机制 .....                               | 369 |
| 8.2.2                                  | 软件安全机制 .....                               | 372 |
| 8.3                                    | 操作系统安全评测 .....                             | 377 |
| 8.3.1                                  | 操作系统安全评测方法 .....                           | 377 |
| 8.3.2                                  | 国内外计算机系统安全评测准则 .....                       | 378 |
| 8.3.3                                  | 美国国防部可信计算机系统评测准则 .....                     | 379 |
| 8.3.4                                  | 中国计算机信息系统安全保护等级划分准则 .....                  | 381 |
| 8.4                                    | 分布式操作系统安全 .....                            | 382 |
| 8.4.1                                  | 加密和数据签名 .....                              | 382 |
| 8.4.2                                  | 身份认证 .....                                 | 384 |
| 8.4.3                                  | 防火墙 .....                                  | 386 |
| 8.5                                    | Linux 操作系统安全性 .....                        | 387 |
| 8.5.1                                  | 标识与鉴别 .....                                | 387 |
| 8.5.2                                  | 存取控制 .....                                 | 388 |
| 8.5.3                                  | 审计与加密 .....                                | 388 |
| 8.5.4                                  | 网络安全 .....                                 | 389 |
| 8.5.5                                  | 备份和恢复 .....                                | 390 |
| 8.6                                    | Windows 2000/XP 操作系统安全 .....               | 391 |
| 8.6.1                                  | Windows 2000/XP 安全模型 .....                 | 391 |
| 8.6.2                                  | Windows 2000/XP 的注册表、文件系统及系统的激活和授权机制 ..... | 395 |
| 8.7                                    | 要点及小结 .....                                | 397 |
| 上机实习 .....                             |                                            | 398 |
| 一、线程的创建和撤消 .....                       |                                            | 398 |
| 二、线程同步 .....                           |                                            | 400 |
| 三、管道的使用 .....                          |                                            | 406 |
| 四、用户态线程库的建立 .....                      |                                            | 409 |
| 五、Windows 2000 与 Linux 进程通信工具的比较 ..... |                                            | 410 |
| 参考文献 .....                             |                                            | 411 |

# **第一部分 基本篇**

# 第 1 章 操作系统引论

操作系统始终是计算机科学和计算机工程的重要研究领域。一个新的操作系统往往汇集了计算机发展过程中的重要研究成果和技术。计算机由硬件和软件组成，操作系统是配置在计算机硬件上的第一层软件，是对硬件系统的第一次扩充，可见操作系统是与计算机硬件密不可分的。因此，操作系统不仅体现了计算机软件日益发展的研究成果，也体现了计算机硬件技术发展及计算机系统结构改进的发展成果。

在计算机系统中操作系统占据了特殊重要的地位，操作系统支持其他所有的软件如：汇编程序、编译程序、数据库系统及大量的应用软件，并向这些软件提供服务。操作系统是从大型机到微机都必须配置的软件。

## 1.1 计算机系统

### 1.1.1 计算机的出现

人们在生产、生活、科学实验和社会实践中需要求解许多问题，例如要进行科学计算、数据分析及数据处理等。要求解这些问题首先要分析所研究的对象，提出对问题形式化的定义，然后再给出求解方法的形式化描述。对问题的形式化定义叫做数学模型，而对问题求解的形式化描述称作算法。有了数学模型和算法之后，就要寻求实现算法的工具和设施。我们把一个算法的实现叫做一次计算。显然，计算既与算法有关，又与实现该算法的工具有关。算法和实现算法的工具是密切联系在一起的，二者互相影响、互相促进。

人们在生产、生活和交往中最早需要解决的问题是算术四则运算，开始，人们凭借自己的大脑和手来进行计算，然后发明了算盘，再后来有了计算器。这样，计算的速度和数据量也就越来越大。但是，算盘和计算器只能进行算术四则运算，当人们要求解某一问题时，只有将问题的求解方法归结为算术四则运算问题后，才能用算盘一类的工具进行计算。由此可见算法和计算工具是相互影响的。因为算法是算术四则运算，所以计算工具必须具备加、减、乘、除功能。当遇到一个复杂的算法时，必须也将复杂的算法转换为算术四则运算，才能对问题进行求解。例如，要求解一个微分方程，若计算工具只能进行算术四则运算，那么就只能把微分方程的解法转换为数值解法。

上面所谈的是一种手工计算方法，算盘和计算器是一个手工的计算工具。所谓手工计算方法就是人们按照预先确定的一种计算方案，先输入原始数据，然后再按操作步骤做第一步计算，记下计算结果，再进行第二步计算，直到算出最后的结果，最终把结果记录在纸上。

在整个过程中，一切都要依靠人的操作，无论是输入原始数据、进行运算操作，还是记录中间及最终的结果都是依靠人的操作，所以这一计算过程是手工操作过程。

著名数学家冯·诺依曼（John Neumann）总结了手工操作的规律以及前人研究计算机的经验和教训后，提出了“存储程序式计算机”方案，从而使计算初步实现了自动化。要使计算机能够自动地进行计算，必须使机器知道计算方案，即计算机程序。计算机必须能够理解程序语句的含义并顺序地执行指定的操作，可以及时取得初始数据和中间数据，能够自动地输出计算结果。于是，计算机必须有一个存储器，用来存储程序和数据；有一个运算器，用以执行特定的操作；有一个控制器，以便实现自动操作。此外还要有输入/输出部件，以便输入原始数据和输出计算结果，这就构成了“存储程序式计算机”，或称为冯·诺依曼式计算机。

综上所述，存储程序式计算机由五类部件组成：运算器、控制器、存储器、输入装置和输出装置。在计算机中，人们通常把控制器和运算器做在一起，称为中央控制器或中央控制单元（CPU）。输入装置和输出装置统称为输入/输出（I/O）设备，如图 1-1 所示。现在人们基本上按照这一结构来构造计算机。

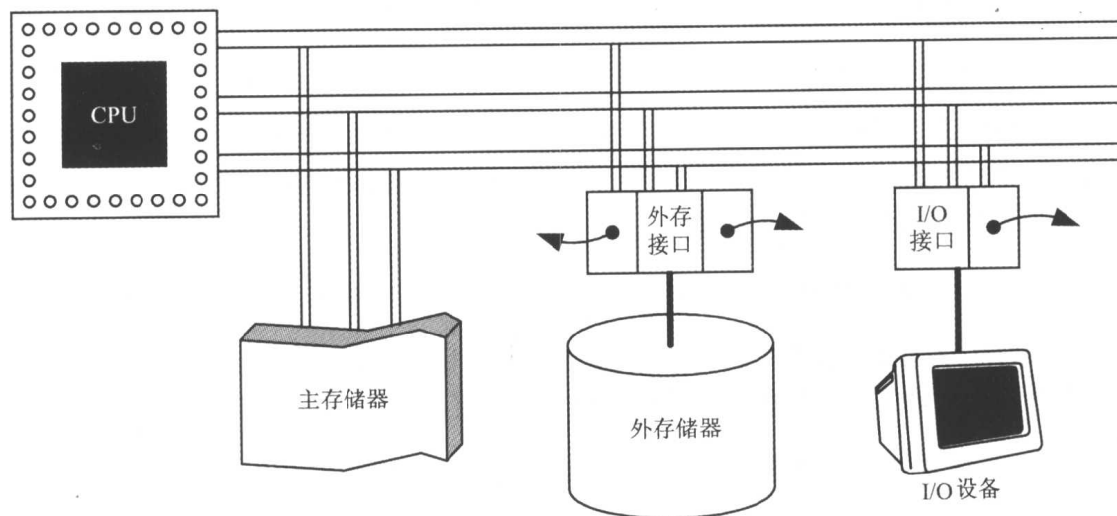


图 1-1 典型的单处理机系统结构

中央控制器是计算机的“大脑”，控制和指挥着计算机系统中其他各个部件的工作，它是一种能解释指令、分析指令和控制操作顺序的设备。在中央处理器中，控制器负责从主存储器提取指令、分析指令的类型。运算器则完成为实现该指令所需进行的操作。中央处理器中还有一个小的高速存储设备，用来存储一些计算过程中产生的暂时的结果和其他一些控制信息，这个高速的存储设备由若干个寄存器组成，其中每一个寄存器都具有其特定的功能，例如其中的一个很重要的寄存器是程序计数器（PC），用它来指向下一条应该执行的指令。

存储器是计算机存储程序和数据部件，是中央处理器能够直接读、写信息的设备。存储器是由随机存储器（RAM）构成的，其中的信息在计算机系统断电或者计算机关机时，信息将会丢失，另外随机存储器的价格也比较贵。因此，计算机系统中还需要配置存取速度比较慢、价格较便宜、容量大得多的辅助存储器，用于保存大量的信息，同时还能保证计算机断电或关机后，计算的结果及其他信息不会丢失。

输入/输出设备用来完成信息传输任务。当某个问题需要用计算机进行处理时，必须将程

序和数据输入到计算机系统中，这些程序和数据是通过输入设备进入计算机的。同样当计算出结果，计算机又需要将结果输出给用户，这一输出结果的功能是由输出设备实现的。

冯·诺依曼计算机是人类历史上第一次实现自动计算的计算机，也是人类历史上第一次出现的作为人脑延伸的智能工具，它的意义是十分深远的。它具有逻辑判断能力和自动连续运算能力。它使用的计算模型是顺序过程的计算模型，其主要特点是：集中顺序过程控制，即控制部件根据程序对整个计算机的活动实行集中过程控制，并根据程序规定的顺序依次执行每一个操作。计算是过程性的，故这种计算机是模拟人的手工计算的产物，即首先要取原始数据，执行一个操作，将中间结果保存起来，然后再取一个数，与中间结果一起又执行一个操作，如此计算下去。在遇到多个可能同时执行的分支时，也是先执行完一个分支，再执行另一个分支，直到计算完毕。由于冯·诺依曼计算机的计算模型是顺序过程计算模型，所以它具备的根本特点是集中顺序过程控制。

### 1.1.2 计算机的发展

从第一台计算机的产生到现在，计算机的发展经历了四代的发展过程。

#### 1. 第一代计算机（1946 年～1958 年）：电子管和插件板

冯·诺依曼建造的第一台计算机是在 20 世纪 40 年代中期，当时的计算机是用真空管构造的。这个巨大的机器，使用了数万个电子管，占用了几个房间的地方，然而其运行速度比我们现在家庭用的个人计算机还要慢。

#### 2. 第二代计算机（1958 年～1964 年）：晶体管和批处理系统

20 世纪 50 年代晶体管的发明极大地改变了计算机的运行状况，此时的计算机已经很可靠，厂商开始成批地生产和销售。计算机可以长期运行，完成一些有用的工作。

#### 3. 第三代计算机（1964 年～1974 年）：小规模集成电路芯片和多道程序设计

20 世纪 60 年代初期，大多数计算机厂商都有两条完全不同的且不兼容的生产线，一条是基于数值计算的大型的科学用计算机，如 IBM 7094，另一条是基于数据处理的商用计算机，如 IBM1401，用于银行和保险行业，从事磁带数据的归档和打印服务。对厂商来说开发和维护两种完全不同的产品是相当昂贵的。另外用户往往开始需要一台档次较低的小计算机，随着业务的扩大及对计算机的进一步认识，用户又提出需要较高级的大型计算机，而他们在升级计算机的同时，能够保持原有计算机的功能。

IBM 公司试图用 IBM System/360 来解决这一问题，IBM System/360 是一个软件兼容的计算机系列，其低档机与 IBM 1401 相当，高档机又比 IBM 7094 功能强得多。而低档机与高档机只是在价格和性能上有所差异，在软件上是完全兼容的。由于所有 IBM System/360 系列的计算机采用的是一套相同的体系结构和指令系统，所以在一台计算机上编写的程序可以移植到另外一台上运行。而 IBM System/360 设计成既可以进行科学运算，又可以用作商用数据处理，因此可以满足不同用户的要求。在随后的几年中，IBM 公司又先后推出了著名的 IBM 370、IBM 4300、IBM 3080 和 IBM 3090 系列，极大地满足了用户的需求。

IBM System/360 就是第一个采用小规模集成电路的主流机型，与采用分立晶体管的第二



代计算机相比，其性能价格比有了很大提高。当时，IBM System/360 获得了成功。

#### 4. 第四代计算机（1974 年至今）：大规模集成电路

随着大规模集成电路（在每平方厘米的芯片上集成数千个晶体管）的发展，计算机向着微型化、网络化和智能化的方向发展。

## 1.2 操作系统的形成和发展

### 1.2.1 操作系统的形成和发展

操作系统的形成和发展是和计算机发展密不可分的。如前所述，计算机的发展经历了四代，随着每一代计算机性能的不断提高，运行在其上的系统软件——操作系统也从无到有，从简单到复杂，成为一个非常重要的系统软件。

#### 1. 第一代计算机上没有操作系统

在第一台计算机上运行的程序全部使用机器语言写成，程序的执行是靠一些插板上的硬连接来控制的。那时，没有程序设计语言，操作系统更是闻所未闻。使用计算机的方式是程序员提前在机时表上预定一段时间，然后到机房将他的插件板插到计算机里，经过几个小时的计算，程序员才能得到自己的结果。在此期间，上万个电子管不停地工作，程序员常常担心它们会被烧坏。当时，让计算机做的都是一些数值计算问题，例如计算正弦和余弦函数。

20 世纪 50 年代早期出现了穿孔卡片，程序员这时可以将程序写在卡片上，然后通过卡片输入机输入到计算机上，程序员可以不用插件板了。由此可以看出，在第一代计算机上没有操作系统，对计算机的操作完全是人工操作方式，这种人工操作方式有下述两个缺点。

（1）用户完全独占计算机。也就是说，计算机的全部资源只供一个用户使用。

（2）计算机等待人工操作。当用户插卡、卸卡时计算机要等待，CPU 空闲。

可见，在第一代计算机上计算机资源的利用率是非常低的。

#### 2. 第二代计算机有了监控系统

第二代计算机产生后，此时，从事计算机工作的人员开始有了明确的分工，即设计人员、操作人员、维护人员和程序员。

当时的计算机安装在专门的有空调的房间中，由专人操作。程序也不再用机器语言直接书写，出现了汇编语言和 FORTRAN 语言。要运行一个作业（Job，一个作业由一个或多个程序构成），程序员需要将程序写在纸上，然后穿成卡片，再将卡片带到输入室，交给操作员，计算机运行后，其运算结果从打印机上输出，操作员撕下有运行结果的打印纸送到输出室，稍后程序员才能得到运行结果。如果程序需要修改，则要不断地重复以上的步骤。可见当时计算机的效率是很低的，许多机时被操作员在房间里走来走去而浪费掉。

由于当时的计算机非常昂贵，人们很自然地想到了减少机时浪费的问题。采用的方案就是单道批处理系统（Simple Batch System）。其思想是，将所有的作业用一台相对比较便宜的