（第三版）

操作系统基础

屠 祁 屠立德 等 编著

清华大学出版社
http://www.tup.tsinghua.edu.cn

操作系统基础

（第三版）

屠祁　屠立德　等　编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

本书是一本全面详尽地介绍 Windows NT 和近代 UNIX，并以该系统作为范例的教科书。本书也是一本力求把现代操作系统的典型特征——多线程、微内核、SMP 多处理器系统、分布式系统、客户/服务器模式与经典的操作系统原理紧密结合的教科书。

本书共分 6 部分(14 章)。第 1 部分介绍操作系统的基本概念和运行环境。第 2 部分分别以一章讨论进程和多线程机制以及并行性。第 3 部分主要讨论以 SMP 多处理器调度为中心的处理器管理与死锁。第 4 部分讨论存储管理技术，着重研究了内核主存管理和虚拟存储技术新发展。第 5 部分是设备和文件管理，着重介绍了流和虚拟(多重)文件系统机制。第 6 部分探讨了分布式计算机系统、微内核、操作系统结构和范例。本书作为计算机专业教材，内容丰富，通俗易懂，便于自学。可作为大专院校计算机专业以及研究生的教科书和参考书，也可作为电视大学的教材。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统基础/屠祁等编著. —北京：清华大学出版社，2000
ISBN 7-302-03943-7

Ⅰ. 操… Ⅱ. 屠… Ⅲ. 操作系统(软件)—教材 Ⅳ. IP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 32998 号

出版者：清华大学出版社(北京清华大学学研大厦，邮编 100084)
印刷者：北京昌平环球印刷厂
发行者：新华书店总店北京发行所
开　本：787×1092 1/16　**印张**：22.5　**字数**：537 千字
版　次：2000 年 9 月第 3 版　2000 年 9 月第 1 次印刷
书　号：ISBN 7-302-03943-7/TP・2305
印　数：0001～8000
定　价：25.50 元

前　言

首先我们衷心感谢广大读者的厚爱和支持，本书出版十几年来，已印刷二十多次，发行数十万册。广大读者把他们积累的经验和体会无私地贡献给我们，为本书的改进和提高作出了贡献，在此我们向广大读者表示深深的敬意和感谢。

在世纪之交、千禧年之际，我们迎接着新世纪的到来，更期待着我国信息产业的巨大发展。还记得今年仲夏之时，我国计算机界人士一致强烈呼吁"必须迅速发展我国自己的操作系统，它是我国信息产业的坚实基础"。此时，我们修订出版本书第三版，就是本着为推动和发展我国操作系统事业尽我们微薄之力。因此本书宗旨是：致力于经典的操作系统基本原理和概念的深入研讨和阐述；着眼于现代操作系统最新技术的发展和应用。

这次修订的第三版围绕经典操作系统基本原理和概念为框架和基线，以密切反映现代操作系统技术的新发展和新特征为重点。因为几十年来操作系统经历着日新月异的变化，尽管现代操作系统以多线程、微内核、SMP 多处理器系统、客户/服务器模式和分布式、网络系统为特征，但操作系统的基本原理和概念不但没有什么变化，而且更趋成熟，它依然是操作系统课程的基本骨架。但是操作系统在骨架未变的基础上确实有着惊人的变化。那就是：

多线程机制：它已构成了现代操作系统最主要的活动实体。不讲解多线程机制就等于失去操作系统的灵魂。所以本书抽出一章专门介绍多线程，并把多线程概念有机地融合在全书之中，贯穿全书各个章节。

微内核与客户/服务器模式：这两者看似两个不同的概念，但它们一起共同地反映了现代操作系统结构设计的主要趋势。对操作系统的安全性、灵活性、可扩充性等带来强烈而深远的影响。在操作系统课程中不可不加以仔细深入的研究。本书既在专门章节中加以研讨，更将其融合并贯穿全书始终。

多处理器系统：已被广泛使用于工作站和服务器之中，计算机从业人员不可不熟悉它，尤其是对称多处理器(SMP)系统更被广泛使用。本书用专门一章来研究多处理器系统及其调度算法，这也是本次修订的一个重要方面。

分布式系统：它不但是当前发展热点，而且被各团体、单位广为使用，本书也以专门章节对其进行研讨。

对第二版中的许多章节我们也引入了许多新的内容，例如增加了内核主存管理、多重页表和反向页表、流的机制、虚拟或多重文件系统框架等等，可以说每个章节均有较大改动。

本书对国内读者熟悉的P.V操作的名称决定在本书中放弃不用，改为Wait和Signal操作。其原因是这两个操作在程序语言中往往不用P.V这种称呼，在国外教科书中也早已不用P.V名称。本书中的这种改变，也许会在一开始使教师和读者感到不便，但从长远来说是有好处的。

本书目录中画有"*"号部分，授课教师可以根据教学计划进行变动。但作者以为本书中许多内容也许是"新"的，但在一二年内，这些内容将会是计算机中普遍应该了解掌握的内容，作者鼓励读者通过自学（课内学时有限）来掌握它。本书内容阐述深入浅出，适合自学。

本书中以现代操作系统的典型系统Windows NT和近代UNIX这两个系统作为全书的范例。对于近代UNIX系统如Mach、Solaris、SVR4等，是将它们中的先进技术和机制分散到各章中作为该章的典型范例来使用，以收到与全书内容紧密结合的效果，便于读者领会、理解和加深该章所述的内容。而Windows NT则作为一个完整的系统范例自成一章，便于读者从系统整体角度来认识和理解一个操作系统。建议读者在阅读各章时也参考Windows NT的相关内容。

本书第1、8、13章由屠祁编写，第7、9章由范群英编写，第2、3、5章由屠郑编写，第12、14章由郭茵编写，其余部分由屠立德编写。屠祁与屠立德教授负责全书的审阅、校核和定稿。由于时间仓促以及作者水平所限，错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

作　者

1999年

目　录

第1部分　概　　论

第 3 部分 处理器管理、死锁

第 4 部分 主存储器管理

第 6 部分 分布式计算机系统、操作系统结构和范例

第 1 部分

概 论

第1章 引 论

1.1 系统概述

现在的一个完整的计算机系统，不论是大型机、小型机、甚至微型机，都由两大部分组成：即计算机的硬件部分和计算机的软件部分。通常计算机的硬件部分是指计算机物理装置本身，它可以是电子的、电的、磁的、机械的、光的元件或装置，或者是由它们组成的计算机部件和计算机本体。总而言之，硬件部分是指计算机系统中所有那些“硬的”物理设施，也就是指计算机的各种处理器（如中央处理器，输入输出处理器和包含在该计算机系统中的其他处理器）、存储器、输入输出设备和通信装置。而软件部分是指计算机系统中的所有软件。术语“软件”是相对于硬件而言的，它是指由计算机硬件执行以完成一定任务的所有程序及其数据。计算机的软件部分通常指各种语言的编译程序和解释程序、汇编程序、装入程序、连接编辑程序、连接装入程序、用户应用程序、数据库管理系统、数据通信系统和操作系统。那么计算机系统的各硬件部分是怎样连接和构成一个完整的计算机，各软件部分又是怎样的关系，硬件和软件之间又是怎样的关系呢？

1.1.1 计算机的硬件组织

计算机的基本组成如图 1.1 所示，通常也称为冯·诺伊曼结构，它由五部分组成：主机部分由运算器、控制器、存储器组成，外设部分由输入设备和输出设备组成。原始的诺伊曼机在结构上是以运算器为中心的。随着计算机体系结构的发展，而逐渐演变到现在以存储器系统为中心。

计算机部件之间以总线相联接。所谓总线实际上是一组并行的导线，导线数目和计算机字长相同，数据和指令通过总线传送。图 1.2 是以存储器为中心的双总线结构。

至今为止，计算机的发展已经历了四代。第一代是电子管计算机，第二代晶体管计算机，第三代集成电路计算机，第四代大规模集成电路计算机，目前各国正在发展所谓第五

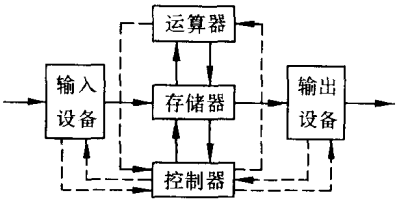

图 1.1　计算机的基本组成

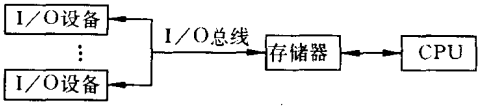

图 1.2　以存储器为中心的双总线结构

代计算机。在这个过程中，计算机性能指标的提高，总是伴随着系统结构的新发展。早期，由于硬件价格过高，设计硬件时，往往把许多工作留给软件去做，这导致了软件的复杂、价格昂贵，以致引起了软件危机。现在硬件已非常便宜，所以计算机结构的发展，在增强功能前提下，更注重其处理效率，因而并行性概念成为推动计算机系统结构发展的重要因素。这包括使原有部件尽可能并行运行。在这方面具有重要意义的进展是通道的出现。通道实际上是一个专用的输入输出 I/O 处理器，由它负责和控制 I/O 设备的工作，从而大大节省了 CPU 机时，提高了 CPU 效率，图 1.3 所示为一个典型的以存储器为中心，具有通道的双总线结构。并行性另一方面努力往往是把一件工作分为若干个相互联系的部分（如把指令的执行工作分解为取指、译码、取数、运算、存结果等），每一部分由专门的处理部件来完成，然后是按流水线原则把各部分的执行并行进行的流水处理器。如果把处理部件进一步发展到处理器，就构成流水线多处理器系统（如把编译过程的扫描、分析、代码生成等部分，都设立专门的处理器，并与执行机器语言的通用处理器相连，就构成了高级语言处理器）。

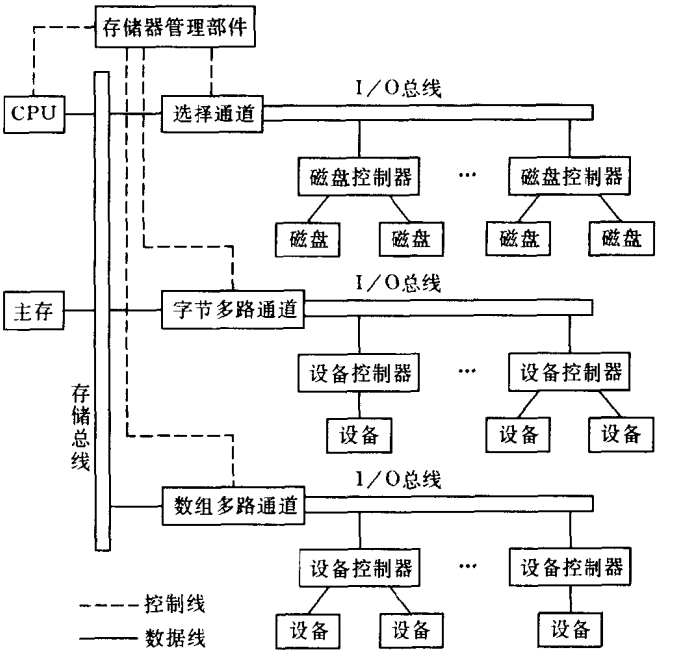

图 1.3　IBM 4300 系统结构