〔美〕H·M·DEITEL 著

胡承镐 颜 昕 罗永武 王 彬 译

操作系统基础

北京科学技术出版社

操作系统基础

[美] H·M·Deitel 著

胡承镐 颜昕 罗永武 王彬 译

北京科学技术出版社

内 容 简 介

本书是美国电气和电子工程师学会推荐的大学最新的操作系统教材．内容除包括第一代操作系统的存储管理、处理机管理、设备管理和文件管理外，又增加了新的研究成果：并发程序设计和并发程序设计语言、安全性和信息保护、网络和分布式系统、以及系统性能分析和评价．还包括UNIX、VAX/VMS、CP/M、MVS，VM等实例研究．本书内容十分丰富，附有大量图表、习题、英汉术语表、参考文献以及附录等．本书具有论述严密，详细全面、深入浅出的显著特点．

本书可作为大学计算机专业以及训练班的教材，也可作为计算机工作者的参考书，对有志于提高计算机知识的广大读者也是一本适宜的自学读物．

操 作 系 统 基 础

[美] H·M·Deitel 著

胡承镐 颜昕 罗永武 王彬 译

●

北京科学技术出版社出版

（北京西直门外南路19号）

北京市新华书店发行 各地新华书店经售

北京通县马驹桥印刷厂印刷

●

787×1092 毫米 16开本 27.75 印张 675,000 字

1986年9月第一版 1986年9月第一次印刷

印数1—2,300册

统一书号15274·033 定价4.85元

译者序

操作系统始终是计算机科学和工程的一个重要研究领域。七十年代初，操作系统的研究处于初期阶段，当时国外出版了一些操作系统的教科书，介绍了那时期操作系统领域的研究成果和技术水平。从七十年代初到八十年代初，操作系统的研究又取得了长足的进步。八十年代初国外又出版了一些新的操作系统教科书，总结了这一阶段的研究成果，有的作者称它们为第二代的操作系统教科书。H.M.Deitel写的“An Introduction to Operating System”就是其中最新的一本。本书就是按该书1984年修订版译出的。

书中既包括了第一代操作系统教科书的主要内容：存储管理、处理机管理、设备管理和文件管理，又增加了七十年代中期以来比较成熟的研究成果：并发程序设计和并发程序设计语言、安全性和信息保护、网络和分布式系统、系统性能分析和评价。本书的实例研究中，包括了七十年代中期以来的一些有重要影响的操作系统：UNIX、VAX/VMS、CP/M、MVS、VM。这些实例研究包括了从个人计算机用的操作系统到大型多处理机系统所用的操作系统。

本书基本原理部分介绍了操作系统的工作原理和理论。本书的实例研究部分，用五章篇幅详细地介绍了五个典型的现代操作系统的工作原理和特点，使读者读完基本原理部分以后，有机会了解一些现代的实用的操作系统。本书篇幅较大，有三百幅图表、504道习题、577条参考文献的目录和1700条英汉对照的专业术语。本书的特点是论述严密、详细全面，把复杂的操作系统原理讲得深入浅出，内容相当丰富。本书不但适合大学本科生和研究生以及训练班作为教材，还可以作为计算机工作者的参考书，而且适合具有一定的计算机硬件和软件知识的各专业的工作人员作为自学使用。

在美国电气和电子工程师学会(IEEE)关于计算机科学和工程的课程设置——83教程中，把本书原文第一版列为操作系统课程的最新课本和教学参考书。

本书由北京电子计算机学院胡承镐、颜昕、王彬、经贸部计算中心罗永武等同志译出。序言：第一、二、十二、十三、二十一章由胡承镐译出，第三、四、五、六、十四、十五、十九章由颜昕译出，第十、十一、十六、十七、二十二章和附录由罗永武译出，第七、八、九、十八、二十章由王彬译出。胡承镐和颜昕校阅了全书。

由于水平所限，错误和不当之处在所难免，欢迎各位专家和读者指正。来信请寄北京计算机学院软件工程系胡承镐同志。

译　者

1985年3月

前　言

本书主要是为大学计算机科学专业的三、四年级学生和一年级研究生编写的操作系统教材，供一学期教学用。本书包括足够的内容，可作为《ACM课程设置78》中CS6和CS10课程的主要教材。其中第十五章解析模型是高度数学化的；重点计算机科学院校的教师应讲授本章，而对于其他非正规的教学计划，则可以略去本章而无损于课程内容的连贯性。

本书有二十二章，包括五个详尽的实例，约三百幅图、表以及504道习题。每章都列有大量参考文献——参考了577种书籍和论文。每章章末都附有术语节，全书突出地列举了1200多条专业术语。

本书对于八十年代将有重要影响的五个操作系统实例作了深入的讨论，它们是UNIX、VAX/VMS、CP/M、MVS与VM系统。都有各自的特色。作者力图向读者表达这种特色。它们是分别面向操作系统市场的不同需求的。

本书共分八部分；每一部分包括若干章。正文附有精美的插图。每章前面都有内容提要，便于读者以“自顶向下”的方式进入教材内容。

每章末附有重要概念小结以供复习用。而后附有术语节；术语按字母次序编排。每章还包含大量习题，自教材内容的简单复习到依据基本原理的复杂推理，难度不同。参考文献按其内容也分别列在各章之后。

第一部分介绍操作系统的概念、历史、并讨论了硬件、软件和固件。第二章包括了微程序设计的一个实例研究；这对于学习操作系统的学生尤其重要——在未来的设计中，操作系统的大部(在某些实例中甚至全部)将转移到微代码中。第一章的部分内容是根据*N. Weizer*在*Datamation* 1981年元月号上发表的《操作系统的历史》撰写的。这是取得*Datamation*杂志的允许而转载的。

第二部分提出了进程的概念，进程状态转换，中断，上下文转换，操作系统结构，异步机制，互斥，管程和死锁。第三章介绍了各种进程的概念，并讨论了IBM大型处理机的中断结构；这些材料在研究MVS与VM操作系统中具有重要意义。第四章提出了异步的概念，讨论了对共享资源并发访问时所遇到的问题，并提出了解决这些问题的各种互斥技术。包括面向硬件的和面向软件的技术。第五章讨论了管程和如何使用管程来解决并发性的某些经典问题；在本章中讨论了环形缓冲器和读者、写者问题的管程实现。Ada作为美国政府资助开发的语言正在兴起，本章对Ada中的并发程序设计作了介绍。

本章中所介绍的Ada程序片断，大多是根据SIGPLAN NOTICES 1979年六月第十四卷第六期中《*Preliminary Ada Reference Manual*》A部分，以及同期通报中J. D. Ichbiah等所撰《*Rationale for the Design of the Ada programming language*》B部分中的例题编制的(“美国政府对以评价和使用Ada语言为目的而复制本文献者提供免费许可”)。(Ada是美国政府Ada联合项目办公室的注册商标。)

第六章阐述了死锁的概念，在此状态下各进程由于等待永远不会出现的事件而无法前进。在这一章中讨论了死锁研究的主要领域，提出了多种解决死锁和与之相关的无限期延迟问题

的措施。在本章中还包括了应用Dijkstra的银行家算法避免死锁的深入讨论。

第三部分讨论了实存储器与虚拟存储系统的存储管理。第七章追述了实存储系统的发展过程，这是从单用户专用系统直到以不同方式分区的多道程序设计系统。第八、九两章分别阐述了虚拟存储器的组织与管理。第八章提出了虚拟存储的概念，讨论了用块映象技术压缩映象信息，以及分页和分段。并且深入讨论了分页/分段系统的虚拟存储组织和地址变换。第九章讨论了管理虚拟存储系统的各种策略。讨论了调入，放置和置换策略；对请求调入和先行调入策略分别进行了研究。本章着重讨论了页面置换策略、分析了优化原理，随机方法，FIFO、LRU、LFU与NUR策略，然后，介绍了Denning关于程序性能的工作集理论，并分析了工作集页面置换策略。

第四部分是涉及处理机管理的，特别是处理机调度和多重处理的成果。第十章着重在调度策略；讨论了高级、中级和低级调度，调度目标与标准，优先数调度，静态与动态优先数，挣得的优先数与购得的优先数的对比，以及截止时间调度。介绍了FIFO，RR，SJF，SRT与HRN等各种调度算法。本章最后对多级反馈队列机制进行了透彻的分析。第十一章解释了多重处理，它是作为提高性能和可靠性的措施提出的。考察了并行性的开拓；循环分配，树高降低以及“决不等待”规则等技术都进行了讨论。分析了各种多处理机硬件组织和操作系统组织。这些材料与第十六章关于网络的内容有密切联系。

第五部分讨论辅助存储器管理。第十二章讨论磁盘调度；阐述了移动头磁盘存储器的操作，提出了磁盘调度的必要性，介绍了几种常用的磁盘调度策略，其中有FCFS，SSTF，SCAN，N步SCAN，C—SCAN，Eschenbach模式与旋转优化。并检验了可能影响磁盘调度效果的某些系统考虑。

第十三章讨论了文件与数据库管理系统。讨论了文件系统的功能与操作；数据的分层结构；组块与缓冲技术；顺序，索引顺序，直接，与分区文件组织；排队与基本访问方法；分级文件系统结构；连续与非连续分配；连接分配，文件映象，文件描述词，访问控制；后备与恢复。本章强调了数据库系统的重要性，特别是从操作系统的意义上来考虑；讨论了数据库系统的优点，数据独立性，数据库语言，数据库管理员，分布式数据库，以及数据字典的概念。最后讨论了层次、网状与关系数据库这三种模型。

第六部分讨论了计算机系统的性能问题。第十四章考虑了性能的量度，监视与评价问题。本章讨论了指令耗时法，指令混合，核心程序，解析模型，基准程序，综合程序，模拟，以及性能监视。考察了瓶颈的查出与消除，分析了正，负反馈机制，本章收集了大量习题，其中不少可以作为学期习题，特别是对于面向模拟的课程。

第十五章提出了解析模型的数学处理；讨论了排队模型与马尔可夫过程。本章可以略去而无损于全书的连贯性，但对于具有微积分学，概率论和统计学基础的学生，作者极力地推荐本章。本章中的排队论部分讨论了源，到达，泊松到达，服务时间，队列容量，多服务台，排队规则，交通强度，服务台利用率，平稳状态和过渡状态的解，以及Little的结果等概念。研究了两个实例：分析了一个M/M/1排队系统，和一个M/M/c排队系统。本章中在马尔可夫过程一节着重讨论生灭模型的特例；给出了一个分析磁盘子系统性能的相当详尽的实例研究。

第七部分讨论了计算机网络与安全问题。第十六章网络操作系统讨论了各种网络类型，包括资源共享网络，分布式计算网络，和远程通信网络。深入讨论了包交换；包括ISO，OSI

分层体系结构，X2.5标准，以及数据报(datagram)和虚电路模型。研究了网络操作系统以及服务于它们的必要的原操作——用户通信，作业迁移，数据迁移，和控制原语。讨论了常用的网络组织，其中包括星形、环形和网状拓扑。讨论了安全性、保密性、加密和鉴定等概念；这些内容是在十七章中进一步深入讨论的基础。还深入讨论了本地网络；阐明了CSMA/CD技术，标记传送，以及报文槽。并讨论了Ethernet的操作。本章最后以数字设备公司的DECnet与其DNA(数字网络体系结构)的实例研究作为结束。本实例着重研究主(major)网络操作系统所提供的功能与能力，特别是文件处理和进程间通信的功能与能力。

第十七章是论述计算机安全性及其在操作系统中的重要性。本章讨论了安全性要求，对安全性作总体研究的必要性，外部安全性，操作安全性，监督，威胁监视，放大(amplification)，口令保护，审查，访问控制，安全性核心，硬件安全性，以及持久生存(survivable)系统。本章接着对以权限为基础，面向客体的系统作了详细的讨论，这些系统今天已经作为提供更高安全性的系统的措施而受到密切的注视。IBM系统/38的面向客体的系统作为实例在本章进行研究。讨论了密码术；展示了一个密码保密系统；对密码分析，公开键系统，数字签名以及DES与RSA模式进行了说明；列出了密码术的各种应用。美国政府公布的DES标准文件作为附录附在书后。对操作系统的穿透问题作了深入讨论；对总系统功能缺陷和总操作系统侵入进行了分类。最后还举出了一个成功地穿透现存操作系统的实例。

第八部分提出了对五个重要的操作系统的深入的实例研究，它们是UNIX系统，VAX/VMS，CP/M，MVS和VM。前七部分中所讨论的是一般原理；实例研究中讨论实际操作系统的实现。

第十八章讨论贝尔实验室开发的UNIX操作系统。UNIX系统称得起是一个时代的珍品。起初它是由两个人为自己使用而开发的。现在已经在全世界的大学和工业环境中广泛使用。为个人计算机研制的版本正方兴未艾；有些热心家相信UNIX最终将取代CP/M而成为个人计算机实际上的标准操作系统(这一论点在第二十章进一步探讨)。实例研究中包括了对有趣的UNIX输入/输出系统和来源于UNIX的管道与过滤器概念的讨论。在UNIX系统的实例研究中，还包括了对于Microsoft的XENIX系统的实例研究——为16位微型计算机研制的一个UNIX版本。Microsoft为IBM个人计算机提供了一个类XENIX系统。

第十九章讨论了数字设备公司的最高层操作系统VAX/VMS。VAX将DEC的成功的PDP—11系列16位体系结构扩展到今天流行的32位虚拟存储系统的领域。实例研究着重于存储管理，进程调度，输入/输出，记录管理服务，进程间通信，以及进程同步。VAX很典型地说明了当前小型计算机制造商，致力于生产能与大型主机系统抗衡的系统所获得的成绩。VAX实例研究的主要部分是根据以下两种文献：《计算机程序设计与体系结构：VAX—11》，作者H.M.Levy与R.H.Eckhouse，Jr.，Digital Press，1980年出版，以及《VAX—11软件手册》，Digital Equipment Corporation，1981年出版。作者在此对允许引用这些资料表示感谢。

第二十章讨论Digital Research的微型计算机CP/M操作系统。最初是为早期个人计算机的8位芯片研制的，例如Radio Shack的TRS—80 Model 1。CP/M经过相当大的扩充以后进入了16位领域的竞争——它在16位IBM个人计算机上以CP/M—86的名义出现。这一实例研究讨论了PL/M，可移植性，表格驱动系统，内存分配，逻辑到物理设备映象，控制台命令处理程序(CCP)，基本输入/输出系统(BIOS)，基本磁盘操作系统(BDOS)以及文件系统。本章包

括了实例研究中的两个实例研究：一个是MP/M，以CP/M为基础的多用户分时系统，另一个是CP/NET，以CP/M与MP/M为基础的微型机网络系统。

第二十一章讨论了IBM的最高层操作系统MVS，它是为甚大型处理机设计的。本章回顾了自系统/360宣布以来IBM操作系统的发展史；回顾了IBM硬件体系结构的重要特性。而后，深入考察了MVS的许多方面——MVS功能，管理程序，主调度程序，作业调入子系统，系统管理(设施)，系统活动测量设施，分时选择，数据管理，实存储器管理程序，辅助存储器管理程序，虚拟存储管理程序，系统资源管理程序，存储器组织，资源控制，封锁，排队(Enqueue)，保留(Reserve)，任务，服务请求，多重处理，性能以及监视系统活动。

第二十二章在实例研究中讨论了操作系统中最"标新立异"的IBM VM虚拟机操作系统。它使一台计算机系统能同时执行若干个操作系统。这种能力使一个装机单位惊奇地同时运行不同的操作系统，或者运行同一操作系统的不同版本——在一个生产性系统的连续工作中同时测试一个新的版本。VM在网络方面具有独特趣味的分支，这在IBM的九头蛇Hydra概念和Spartacus Computer的袋鼠Kangaroo(1981年8月，Datamation)上得到证实。本章讨论了VM的历史，控制程序(CP)，请求调页，小磁盘，控制台管理，用户特权等级，VM目录，会话监督系统(CMS)，远程假脱机与通信系统，性能考察，虚拟机辅助特性，扩展的控制程序支援特性，性能测量，性能分析，可靠性，可用性，以及可服务性。实例研究最后讨论了为何VM将作为八十年代中期到后期IBM大型处理机操作系统的旗帜出现。

丰富多采的实例研究提供了当代操作系统各种设计与实现思想的对比材料。实例研究概括了从CP/M那样的小型操作系统直到MVS这样的巨型操作系统的整个范围。包括了大型机操作系统MVS与VM，小型计算机操作系统VAX/VMS与UNIX，以及微型计算机操作系统CP/M与XENIX。包括了实存储器系统和虚拟存储系统，实机器系统与虚拟机系统，单用户系统与多用户系统，独立系统，多重处理系统，以及网络系统。

作者荣幸地对在这一领域中作出贡献的许多人士表示感谢，特别是对各章中列举的参考文献的成百位作者表示崇高的谢意；他们优秀的论文和著作提供了如此丰富多采的有趣材料，才使操作系统成为一个无比引人入胜的领域。本书曾经多方面的专家审稿。

本书的缺点和错误在所难免，对于读者的批评指正，深表欢迎。

H.M.D.

1983年8月

目 录

第一部分 概 述

第二部分 进 程 管 理

第三部分 存储管理

第四部分　处 理 机 管 理

第五部分　辅 助 存 储 器 管 理

第七部分 网 络 和 安 全 性

第八部分 实 例 研 究

第二十一章 MVS

第二十二章 VM：虚拟操作系统

第一部分　概述

第一章　导　论

1.1　前　言

只有少数本书的读者能够记起没有操作系统的年代。今天从巨型机到小型个人计算机都已经使用操作系统。对用户说来操作系统比硬件本身更能勾画出计算机的视图。例如在个人计算领域内，CP／M操作系统（见第二十一章）已成为事实上的标准操作系统。一大帮计算机制造商生产硬件来支持CP／M。用户见到的是CRT与键盘这样的硬件组成部分，但功能视图却是CP／M提供的。

在六十年代人们可以定义操作系统为**控制硬件的软件**。但今天有一种把功能自软件向**固件即微代码**（见第二章）转移的明显趋势。这种趋势是如此明显，以致有些系统中在固件上编码的功能很快将超过软件编码的功能。

显然，操作系统必须有更恰当的定义。**我们把操作系统看成是用软件或者固件实现的、使硬件能得到利用的程序。硬件提供了计算能力的原材料，操作系统使这种能力可以被用户方便地利用**。它们也精打细算地管理硬件以达到高效率的目的（见正文第六部分）。

不管我们怎样定义它们，操作系统是计算环境不可分割的部分，每个计算机用户都必须对它们有一定程度的了解。

某些现在流行的操作系统在工作时消耗很大一部分计算机资源。有些用户把这看成是硬件制造商用来推销更多硬件的一种手段。事实上大多数硬件制造商把操作系统看成是不可缺少的妖魔，离开了它们硬件将无人问津。具有比较简单的操作系统、以微处理器为基础的系统和个人计算机的问世，使这种分歧得到缓和。六十年代和七十年初期计算机工业热衷于提供包罗万象的、大规模的、通用的操作系统，而今天零售商也供应比较简单的操作系统，这些系统提供方便的计算环境，以便满足单个用户的特殊需要。

操作系统主要是资源管理程序，而它所管理的主要资源是计算机硬件。在它所提供的许多特征中包括：

- 定义“用户接口”
- 在用户之间分配硬件
- 使用户之间共享数据
- 在用户之间调配资源
- 为输入／输出提供方便
- 错误恢复

操作系统所管理的主要资源如下：

- 处理器
- 存储器
- 输入／输出设备