

全国高职高专计算机类专业规划教材

操作系统 (第二版)

CAOZUO XITONG

赵 敬 编著

COMPUTER
TECHNOLOGY

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

全国高职高专计算机类专业规划教材

操作系统

(第二版)

赵 敬 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

操作系统课程是计算机及相关专业的一门主干课程,主要研究操作系统的基本原理和实现方法,是计算机专业学生知识结构中必不可少的重要组成部分。

本书介绍了操作系统的概念、基本原理和核心功能。全书以 UNIX 为主线进行讲解,并对 Solaris、Linux、Windows 等操作系统进行穿插分析和介绍。全书共分 9 章:第 1~2 章介绍了操作系统的基本概念、特征、功能、结构,以及操作系统的服务和设计等;第 3~4 章详细阐述了进程和线程的基本概念、同步与通信、调度与死锁;第 5 章介绍了各种存储管理方式;第 6~7 章介绍设备管理和文件管理;第 8 章对操作系统的保护与安全进行了详细分析与介绍;第 9 章介绍了网络操作系统、分布式操作系统与嵌入式实时操作系统。每章安排有适量的习题,部分章节还安排了实训。

本书体系结构清晰,内容深入浅出、循序渐进,适合作为高职高专院校计算机及相关专业操作系统原理课程的教材,也可供有关技术人员自学或参考。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统 / 赵敬编著. —2 版. —北京:中国铁道出版社, 2012. 3

全国高职高专计算机类专业规划教材

ISBN 978-7-113-14123-3

I. ①操… II. ①赵… III. ①操作系统—高等职业教育—教材 IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 003116 号

书 名: 操作系统(第二版)

作 者: 赵 敬 编著

策 划: 秦绪好 王春霞

读者热线: 400-668-0820

责任编辑: 秦绪好

编辑助理: 赵 迎

封面设计: 白 雪

责任校对: 汤淑梅

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

版 次: 2007 年 8 月第 1 版 2012 年 3 月第 2 版 2012 年 3 月第 3 次印刷

开 本: 787mm×1 092mm 1/16 印张: 17.75 字数: 441 千

印 数: 5 001~8 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-14123-3

定 价: 33.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 63549504

本书出版4年来,受到了许多同仁的关注,令我倍受鼓舞。操作系统的应用、教学与实践都在不断开拓和进步之中,不少专家、教师、学生针对本书提出了许多建议和希望。因此,根据本书在教学实践中的经验和反馈,有必要在第一版的基础上予以完善和提升,并适当增加一些内容。

本书主要在以下方面进行了修订:在保持原教材体系的基础上,在相关章节穿插介绍了 Solaris、Linux 等操作系统的功能实现;部分章节的实训由 Windows XP 操作系统调整为主流版本 Windows 7 操作系统;增加了安全操作系统的设计与实现;专门介绍了嵌入式实时操作系统。教师可根据教学要求对内容进行选讲,读者也可以按需求选阅。另外,本书仍旧本着“深入浅出、循序渐进”的原则,力求做到内容丰富、结构严谨、概念清晰、取舍得当,完全保持了第一版的特点和风格。

全书以 UNIX 为主线进行实例讲解,并对 Solaris、Linux、Windows 等操作系统进行穿插分析和介绍。全书共有9章:第1~2章介绍了操作系统的基本概念、特征、功能、结构及操作系统的服务和设计等;第3~4章详细阐述了进程和线程的基本概念、同步与通信、调度与死锁;第5章介绍了各种存储管理方式;第6~7章介绍设备管理和文件管理;第8章对操作系统的保护与安全进行了详细分析与介绍;第9章介绍了网络操作系统、分布式操作系统与嵌入式实时操作系统。每章安排有适量的习题,部分章节还安排了实训。标有星号的章节为选学内容。

本书引用了参考文献所列出的国内外著作的一些内容,并从互联网上查阅和下载了大量文献资料,从中获取了许多信息和前沿成果,而且经常能领略到大师的思维方式和著者独具匠心的视角,在此向各位作者致以衷心的感谢和深深的敬意。同时,对本书第一版的合作者表示感谢,对中国铁道出版社的编辑深表谢意,感谢他们的无私帮助。在本书的编写过程中,戚文静、刘学、李新华、朱红祥、赵晓峰、王永泉、赵小敏、付振华等老师认真阅读了书稿,并提出了许多建设性意见,贺佳、乔三帮我完成了书稿的文字录入工作,对他们表示深深的谢意。

读者的鞭策和反馈是我持续前进的动力,也是促进操作系统的应用与研究不断更新的压力。在此,衷心希望本书能一如既往地得到读者的关心和关注,欢迎大家批评指正。

赵 敬

2012年1月

操作系统是最重要的计算机系统软件，同时也是最活跃的学科之一，其发展极为迅速。如果让用户去使用一台没有配置操作系统的现代计算机，那是难以想象的。操作系统控制了计算机系统的所有软硬件资源，是计算机系统的灵魂和核心。除此之外，它还为用户使用计算机提供一个方便灵活、安全可靠的工作环境。因此，学习并掌握计算机操作系统的基本原理，不仅对计算机专业的学生 and 研究人员是必要的，而且对一般计算机应用人员也是非常有益的。

在学习操作系统时，理解所有操作系统的设计原理是很重要的，同时还应留意这些原理如何实际运用在真正的操作系统中。本书尽可能系统、清晰、全面、综合地展示当代操作系统的概念、特点、本质和精髓，旨在提供一个操作系统原理的全面剖析，并且在每章后附有小结，同时通过实验和综合课程设计来帮助学生理解当代操作系统。

全书共分八章，每章开始有本章要点，每章的最后一节是本章小结。第1章介绍操作系统的基本概念、功能及操作系统的发展等；第2章与第3章详细阐述了进程和线程的基本概念、同步与通信、调度与死锁；第4章介绍实存管理方式与虚存管理方式；第5章介绍设备管理；第6章介绍文件管理；第7章介绍系统安全性与认证、数据加密和防火墙技术；第8章介绍计算机网络系统、网络操作系统与分布式操作系统。

本书着重于传统操作系统基本概念、基本技术和基本方法的阐述，并注意把操作系统成熟的基本原理与当代具有代表性的具体实例 UNIX 紧密结合。本书在编写过程中力求做到概念清晰、结构合理、内容丰富、取舍得当，全书由浅入深、循序渐进，既有利于学生的知识获取，又有利于学生的能力培养，希望能达到较好的教学效果。

本书由赵敬与栾昌海主编，徐辉增与赵晓峰任副主编。第1章至第6章由中华女子学院山东分院赵敬编写；第7章由东营职业学院徐辉增编写，第8章、各章习题及答案、实验、综合课程设计由中华女子学院山东分院赵晓峰编写。特别感谢山东建筑大学戚文静副教授在百忙中审阅了全书，并提出了许多极为宝贵的意见。本书引用了参考文献中列出的国内外著作的一些内容，谨此向各位作者致以衷心的感谢和深深的敬意。本书在编写过程中，还得到了中国铁道出版社的大力支持与合作，在此表示感谢。

为方便教学，本书配有电子教案，有需要的老师可与出版社联系，免费提供；也可登录编者个人教学网站下载，网站地址为：<http://www.e-zhaojing.com>。

本书虽经编者多次讨论并反复修改，但限于水平，书中难免会有疏漏和不当之处，恳请读者批评指正，并给予谅解。联系电子邮件是：jsj-cwcsb@163.com。

编 者

2007年6月

第 1 章 导论..... 1

- 1.1 操作系统概述..... 1
 - 1.1.1 操作系统的概念..... 2
 - 1.1.2 操作系统的目标..... 2
 - 1.1.3 操作系统的作用..... 3
 - 1.1.4 研究操作系统的
几种观点..... 4
- 1.2 操作系统的发展历史..... 5
 - 1.2.1 推动操作系统发展的
动力..... 5
 - 1.2.2 操作系统的历史演变..... 6
 - 1.2.3 操作系统的主要成就..... 11
 - 1.2.4 现代操作系统类型..... 12
- 1.3 操作系统的特征和功能..... 15
 - 1.3.1 操作系统的特征..... 15
 - 1.3.2 操作系统的功能..... 17
- 1.4 UNIX 操作系统概述..... 18
 - 1.4.1 UNIX 的历史..... 18
 - 1.4.2 UNIX 的特点..... 19
 - 1.4.3 UNIX 的体系结构..... 20
 - 1.4.4 UNIX 的用户界面..... 20
- 小结..... 21
- 实训 1 安装 Windows 7..... 22
- 实训 2 Windows 7 系统管理..... 23
- 本章习题..... 25

第 2 章 操作系统结构..... 27

- 2.1 操作系统服务..... 27
 - 2.1.1 操作系统的用户接口..... 28
 - 2.1.2 操作系统的程序接口..... 29
- 2.2 操作系统的设计与实现..... 32
 - 2.2.1 设计目标..... 32
 - 2.2.2 设计过程..... 32
 - 2.2.3 设计的实现..... 33

- 2.3 操作系统结构概述..... 33
 - 2.3.1 计算机系统组织..... 33
 - 2.3.2 计算机系统体系结构..... 34
 - 2.3.3 常见的操作系统结构..... 35
- 小结..... 38
- 本章习题..... 38

第 3 章 进程管理..... 40

- 3.1 进程的基本概念..... 40
 - 3.1.1 进程的引入..... 40
 - 3.1.2 进程的定义与特征..... 41
 - 3.1.3 进程的状态及其转换..... 42
 - 3.1.4 进程的组成..... 44
 - 3.1.5 进程控制块..... 45
- 3.2 进程控制..... 46
 - 3.2.1 进程的创建..... 47
 - 3.2.2 进程的终止..... 48
 - 3.2.3 进程的阻塞与唤醒..... 48
 - 3.2.4 进程的挂起与激活..... 49
- 3.3 进程同步..... 49
 - 3.3.1 进程同步的基本概念..... 50
 - 3.3.2 进程同步机制..... 51
 - 3.3.3 锁机制..... 52
- 3.4 信号量机制..... 52
 - 3.4.1 信号量机制定义..... 53
 - 3.4.2 信号量机制实现互斥..... 55
 - 3.4.3 信号量机制实现同步..... 56
 - 3.4.4 信号量机制实现
资源分配..... 56
- 3.5 用信号量机制解决经典
进程同步问题..... 58
 - 3.5.1 生产者-消费者问题..... 58
 - 3.5.2 读者-写者问题..... 58
 - 3.5.3 哲学家进餐问题..... 59

*3.6 管程机制	60	4.4.4 预防死锁	97
3.6.1 管程的基本概念	61	4.5 资源分配图与死锁定理	98
3.6.2 利用管程解决“生产者- 消费者问题”	61	4.5.1 资源分配图	98
3.7 进程通信	62	4.5.2 死锁定理	98
3.7.1 进程通信的类型	63	4.6 避免死锁	99
3.7.2 消息传递通信	63	4.6.1 系统资源的分配状态	100
3.8 线程	66	4.6.2 单种资源的银行家 算法	100
3.8.1 线程的基本概念	67	4.6.3 多种资源的银行家 算法	102
3.8.2 线程间的同步和通信	68	4.7 死锁的检测与恢复	103
3.8.3 线程的实现	69	4.7.1 死锁的检测时机	104
3.9 UNIX 的进程管理	70	4.7.2 死锁的检测方法	104
3.9.1 UNIX 进程描述	70	4.7.3 死锁的解除	105
3.9.2 UNIX 进程状态及其转换	71	4.7.4 处理死锁的综合方法	106
3.9.3 UNIX 进程控制	72	4.8 UNIX 的进程调度	106
3.9.4 UNIX 进程的同步与通信	73	小结	108
小结	74	本章习题	108
实训 3 Windows 7 任务管理器的 进程管理	75	第 5 章 存储器管理	111
本章习题	76	5.1 存储器管理概述	111
第 4 章 处理机调度与死锁	80	5.1.1 存储器的层次	112
4.1 处理机调度的基本概念	80	5.1.2 存储管理的目的	112
4.1.1 处理机调度的层次	80	5.1.3 存储管理的功能	112
4.1.2 调度队列模型	81	5.2 分区存储管理	115
4.1.3 调度性能的评价准则	83	5.2.1 单一连续分区存储 管理	115
4.2 作业调度	84	5.2.2 固定分区存储管理	117
4.2.1 作业的概念	84	5.2.3 可变分区存储管理	119
4.2.2 作业状态及转换	85	5.3 分页式存储管理	125
4.2.3 作业调度	86	5.3.1 分页式存储管理的 基本思想	125
4.2.4 作业调度算法	87	5.3.2 地址转换与存储保护	127
4.3 进程调度	90	5.3.3 内存块的组织与管理	130
4.3.1 进程调度的功能	90	5.3.4 分页式存储管理的 特点与缺点	131
4.3.2 进程调度的时机	90	5.4 分段式存储管理	132
4.3.3 进程调度性能评价	91	5.4.1 分段存储管理方式的 引入	132
4.3.4 进程调度算法	91		
4.4 死锁	95		
4.4.1 产生死锁的原因	95		
4.4.2 产生死锁的必要条件	96		
4.4.3 处理死锁的基本方法	96		

5.4.2 分段存储管理的 基本思想.....	133	6.3 设备的分配与调度算法	168
5.4.3 段的共享	134	6.3.1 管理设备时的 数据结构.....	169
5.4.4 分页与分段的比较	134	6.3.2 独享设备的分配	169
5.4.5 段页式存储管理方式	135	6.3.3 共享磁盘的调度	171
5.5 虚拟存储器的概念	136	6.4 数据传输的方式	176
5.5.1 虚拟存储器的引入	137	6.4.1 程序循环测试方式	176
5.5.2 虚拟存储器的实现	138	6.4.2 中断驱动 I/O 控制方式 ..	177
5.6 请求分页式存储管理.....	139	6.4.3 直接存储器存取 (DMA) 方式.....	179
5.6.1 请求分页式存储管理的 基本思想.....	139	6.4.4 通道方式	180
5.6.2 缺页中断与地址变换	140	6.5 设备管理中的若干技术	181
5.6.3 页面淘汰算法.....	142	6.5.1 I/O 缓冲技术	181
5.6.4 请求分页式存储管理的 优缺点	146	6.5.2 虚拟设备与 Spooling 技术	184
5.7 请求分段式存储管理.....	147	6.6 UNIX 的设备管理	186
5.7.1 请求分段的实现.....	147	6.6.1 字符设备缓冲区管理	186
5.7.2 段的共享与保护.....	149	6.6.2 块设备缓冲区管理	188
5.7.3 请求段页式存储管理	150	小结	190
5.8 UNIX 的存储管理	150	本章习题.....	191
5.8.1 交换	151	第 7 章 文件管理	193
5.8.2 请求分页	152	7.1 文件管理概述	193
5.8.3 换页进程	154	7.1.1 文件系统的引入.....	193
小结	155	7.1.2 文件及其分类.....	194
实训 4 提高 Windows 7 的 内存性能	155	7.1.3 文件系统	196
本章习题.....	156	7.2 文件的结构	199
第 6 章 设备管理.....	159	7.2.1 文件的逻辑结构与 存取方法.....	199
6.1 概述	159	7.2.2 文件的物理结构与 存储设备.....	201
6.1.1 设备管理的 目标和功能.....	160	7.3 文件管理与目录结构.....	204
6.1.2 计算机设备的分类.....	160	7.3.1 文件控制块与 索引结点.....	205
6.1.3 I/O 系统的组成.....	162	7.3.2 文件目录结构.....	206
6.2 I/O 的处理步骤	166	7.3.3 “按名存取”的实现	208
6.2.1 I/O 系统的层次结构	166	7.4 文件存储空间的管理.....	209
6.2.2 I/O 中断处理程序.....	166	7.4.1 位示图法	210
6.2.3 设备驱动程序.....	167	7.4.2 空闲区表法.....	210
6.2.4 I/O 管理程序	167		

7.4.3 空闲链表法	211	8.4.3 基于公开密钥的认证 技术	243
7.5 文件的共享与保护	212	8.5 防火墙技术	244
7.5.1 文件的共享	212	8.5.1 包过滤防火墙	244
7.5.2 文件的保护和保密	213	8.5.2 代理服务技术	245
7.6 UNIX 的文件管理	215	8.5.3 规则检查防火墙	247
7.6.1 UNIX 文件系统概述	215	8.6 安全操作系统的设计与实现	248
7.6.2 文件的物理结构	216	8.6.1 操作系统安全设计 原理	248
7.6.3 索引结点的管理	217	8.6.2 安全策略	249
7.6.4 文件存储空间的管理	218	8.6.3 安全模型	251
7.6.5 目录管理	219	8.6.4 安全体系结构	253
小结	220	小结	255
实训 5 优化 Windows 7 磁盘子系统	220	实训 6 Windows 7 操作系统的 安全机制	255
本章习题	222	本章习题	257
*第 8 章 操作系统的保护与安全	224	*第 9 章 典型操作系统介绍	259
8.1 引言	224	9.1 网络操作系统	259
8.1.1 系统安全性的内容和 性质	225	9.1.1 网络操作系统概述	259
8.1.2 对系统安全威胁的 类型	226	9.1.2 网络操作系统的功能	261
8.1.3 对各类资源的威胁	227	9.1.3 网络操作系统提供的 服务	263
8.1.4 信息技术安全评价 公共准则	229	9.2 分布式操作系统	264
8.2 操作系统的安全机制	231	9.2.1 分布式系统概述	264
8.2.1 标识与鉴别	231	9.2.2 分布式进程通信	265
8.2.2 可信路径	231	9.2.3 分布式资源管理	266
8.2.3 最小特权管理	232	9.2.4 分布式进程同步	267
8.2.4 访问控制	233	9.2.5 分布式系统中的死锁	267
8.2.5 隐蔽通道检测与控制	235	9.2.6 分布式文件系统	268
8.2.6 安全审计	236	9.2.7 分布式进程迁移	269
8.3 数据加密技术	236	9.3 嵌入式实时操作系统	269
8.3.1 数据加密技术概述	236	9.3.1 嵌入式系统的基本 概念	270
8.3.2 数字签名和数字证书	238	9.3.2 嵌入式操作系统	271
8.3.3 网络加密技术	240	9.3.3 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 简介	274
8.4 认证技术	240	小结	275
8.4.1 基于口令的身份认证 技术	240	本章习题	275
8.4.2 基于物理标志的认证 技术	242	参考文献	276

第1章



导 论

引子：刘邦论得天下之道

据《史记·本纪第八·汉高祖》记载：帝置酒洛阳南宫。上曰：“列侯、诸将毋敢隐朕，皆言其情。吾我所以有天下者何？项氏之所以失天下者何？”高起、王陵对曰：“陛下使人攻城略地，因以与之，与天下同其利；项羽不然，有功者害之，贤者疑之，此其所以失天下也。”上曰：“公知其一，未知其二。夫运筹帷幄之中，决胜千里之外，吾不如子房；镇国家，抚百姓，给饷馈，不绝粮道，吾不如萧何；连百万之众，战必胜，攻必取，吾不如韩信。三者皆人杰，吾能用之，此吾所以取天下者也。项羽有一范增而不能用，此所以为我所禽也。”群臣说服。

可见，领袖是指挥群众、发挥群体力量的那个人。一个智慧的领袖或管理者，懂得让自己从日常琐碎的事务性工作中脱身而出，而帅主要精力用于管理、运筹与决策。

计算机系统包括硬件和软件两个部分。操作系统是一个大型的、复杂的系统软件，是配置在计算机硬件上的第一层软件。它是管理计算机硬件的程序，还为应用程序提供基础，并且充当计算机硬件和计算机用户的中介。因此，操作系统使整个计算机系统实现了高效率和自动化，是现代计算机系统最关键、最核心的软件系统。

操作系统完成任务的方式多种多样。大型机的操作系统的设计目的是为了充分优化硬件的使用率，个人计算机的操作系统则是为了能支持从复杂游戏到商业应用的各种事物，而手持计算机的操作系统则是为了给用户提供一个可以与计算机方便地交互并执行程序的环境。因此，有的操作系统是为了方便而设计，有的是为了高效而设计，还有的则是兼而有之。

本章要点：

- 操作系统的基本概念。
- 操作系统的目标和作用。
- 操作系统的发展历史和分类。
- 操作系统的基本特性和功能。
- 研究操作系统的几种观点。

1.1 操作系统概述

计算机系统包括硬件和软件两个部分，操作系统（Operating System，OS）属于系统软件，是扩充硬件功能、提供软件运行环境的一类重要系统软件，它实现了应用软件和硬件设备的

连接,是对计算机系统功能的首次扩充。在计算机系统上配置操作系统的主要目标,与计算机系统的规模和操作系统的运行环境有关。例如,对于配置在大中型计算机系统中的应用系统,有着较高的功能要求;而对应用于实时工业控制环境下的操作系统,则要求其操作系统具有实时性和高可靠性。

1.1.1 操作系统的概念

计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分构成。计算机硬件是指计算机系统中由电子、机械和光电元件等组成的各种物理设备的总称,其逻辑功能是完成信息变换、信息存储、信息传送和信息处理等任务,是完成计算任务的物质基础。按其功能可把硬件划分成五大部分:运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备,其中运算器和控制器通常被称为中央处理机(CPU)。通常把未配置任何软件的计算机称为“裸机”。

计算机软件是指程序及其相关文档的集合,是计算机系统的重要组成部分。按照应用和虚拟机的观点,软件可分为系统软件和应用软件两类,系统软件又分为操作系统与系统应用程序。由图 1-1 可以看出,操作系统是计算机系统的核心,统一管理整个系统的所有资源,并成为用户和计算机的接口。系统应用程序主要包括语言处理程序、连接装配程序、库管理程序、诊断排错程序等各种系统应用程序。应用软件是指为了解决实际问题而研制的那些软件,其功能涉及计算机应用的各个领域,如各种管理软件、用于工程计算的软件包、辅助设计软件等。

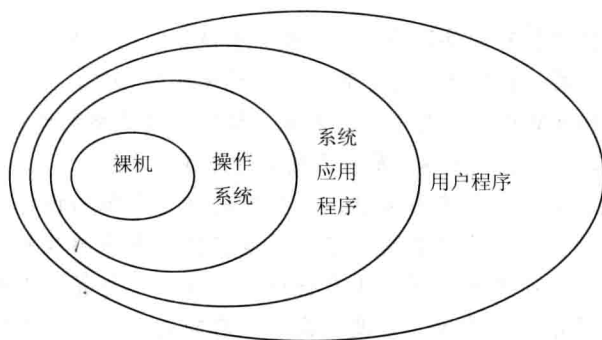


图 1-1 计算机系统的层次结构

操作系统是计算机系统中的一个系统软件,它是这样一些程序模块的集合:它们能有效地组织和管理计算机系统硬件及软件资源,合理地组织计算机工作流程,控制程序的执行,向用户提供各种服务功能,使得用户能够灵活、方便、有效地使用计算机,并使整个计算机系统高效运行。这里,“有效”是指操作系统在管理资源方面要考虑到系统运行效率和资源的利用率,要尽可能地提高处理器的利用率,并尽可能地均衡利用各类资源;“合理”是指操作系统对于不同的用户程序要“公平”,以保证系统不发生“死锁”(Deadlock)和“饥饿”(Starvation)现象;“方便”是指人机界面友好,要体现界面的易用性、易学性和易维护性。

1.1.2 操作系统的目标

计算机发展到今天,从个人机到巨型机,无一例外都配置一种或多种操作系统。操作系

统已经成为现代计算机系统不可分割的重要组成部分，它为人们建立各种各样的应用环境奠定了重要基础。目前，存在着多种类型的操作系统，不同类型的操作系统，其目标各有所侧重。通常操作系统的目标有以下几点。

1. 方便用户使用，扩大计算机功能

操作系统通过提供用户与计算机之间的友善接口来方便用户使用，通过扩充改造硬件设施和提供新的服务来扩大计算机功能。一个未配置操作系统的计算机系统是极难使用的，因为计算机硬件只能识别0和1这样的计算机代码。此时，用户要在计算机上运行自己所编写的程序，就必须用计算机语言书写程序；用户要想输入数据或打印数据，也都必须自己用计算机语言书写相应的输入程序或打印程序。如果在计算机硬件上配置了操作系统，用户便可通过操作系统所提供的各种命令来使用计算机系统。例如，用编译命令可方便地把用户用高级语言书写的程序，翻译成计算机代码，大大地方便了用户，从而使计算机变得易学易用。

2. 管理系统资源，提高系统效率

操作系统有效管理系统中所有软硬件资源，使之得到充分利用，并且合理组织计算机的工作流程，以改进系统性能和提高系统效率。在未配置操作系统的计算机系统中，诸如CPU、I/O设备等各类资源，都会因经常处于空闲状态而得不到充分利用；内存及外存中所存放的数据由于无序而浪费了存储空间。配置了操作系统后，可使CPU和I/O设备由于能保持忙碌状态而得到有效利用，且由于可使内存和外存中存放的数据有序而节省存储空间。此外，操作系统还可以通过合理地组织计算机的工作流程，而进一步改善资源的利用率及提高系统的吞吐量。

3. 构筑开放环境，增强开放性和可扩充性

操作系统遵循有关国际标准来设计和构造，以构筑一个开放环境；支持体系结构(Architecture)的可伸缩性和可扩展性；支持应用程序在不同平台上的可移植性和可互操作性。随着超大规模集成电路(Very Large Scale Intergration, VLSI)技术和计算机技术的迅速发展，计算机硬件和体系结构也随之得到迅速发展，相应的，它们也对操作系统提出了更高的功能和性能要求。此外，网络的发展也对操作系统提出了一系列更新更高的要求。因此，操作系统必须具有很好的可扩充性，才能适应发展的要求。这就是说，操作系统应采用层次化结构，以便于增加新的功能层次和模块，并能修改老的功能层次和模块。

1.1.3 操作系统的作用

可以从不同的观点来观察操作系统的作用。从一般用户的观点，可把操作系统看作是用户与计算机硬件系统之间的接口；从资源管理观点上看，则可将操作系统视为计算机系统资源的管理者；从计算机扩充的观点来看，操作系统向用户提供了虚拟机。

1. 操作系统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，用户在操作系统帮助下，能够方便、快捷、安全、可靠地操纵计算机硬件和运行自己的程序。

操作系统可提供给用户三种使用计算机的方式：一是命令方式，这是指由操作系统提供了一组联机命令，用户可通过键盘输入有关命令，来直接操纵计算机系统；二是系统调用

(System Call)方式,操作系统提供了一组系统调用,用户可在自己的应用程序中通过相应的系统调用,来操纵计算机;三是图形、窗口方式,用户通过屏幕上的窗口和图标来操纵计算机系统和运行自己的程序。

2. 操作系统作为计算机系统资源的管理者

在一个计算机系统中,通常都含有各种各样的硬件和软件资源。归纳起来可将资源分为四类:处理器、存储器、I/O设备及信息(数据和程序)。相应的,操作系统的主要功能也正是针对这四类资源进行有效的管理,即:处理机管理,用于分配和控制处理器;存储器管理,主要负责内存的分配与回收;I/O设备管理(Device Management),负责I/O设备的分配与操纵;文件管理,负责文件的存取、共享(Sharing)和保护。可见,操作系统的确是计算机系统资源的管理者。

3. 操作系统用做扩充计算机

对于一台完全无软件的计算机系统(即裸机),即使其功能再强,也必定是难于使用的。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,来进行数据输入和打印输出。此时,用户所看到的计算机,将是一台比裸机功能更强、使用更方便的计算机。通常把覆盖了软件的计算机称为扩充机器或虚拟机。如果在第一层软件上再覆盖一层文件管理软件,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,用户看到的是一台功能更强的虚拟机。如果在文件管理软件上再覆盖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,形成一台功能更强的虚拟机。

由此可知,每当人们在计算机系统上覆盖一层软件后,系统功能便增强一级。由于操作系统自身包含了若干个层次,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拟机。

相关链接:操作系统操控着什么

操作系统是掌控计算机的系统。最原始的计算机并没有操作系统,而是直接由人来掌控,即所谓的单一控制终端、单一操作员模式。随着计算机的功能、资源和复杂性的增长,人已经无法胜任这项工作了。于是就出现了这个专门用于掌控和操纵计算机的软件,将人从日益复杂的任务中解脱出来。另外,确保计算机不发生任何不知情或不同意的东西,不给病毒和入侵者可乘之机,也是操作系统的任务。

因此,操作系统就是掌控计算机上所有事情的软件系统。其功能包括:替用户管理计算机上的软硬件资源;保证计算机资源的公平竞争和使用;防止对计算机资源的非法侵占和使用;保证操作系统自身正常运转。

1.1.4 研究操作系统的几种观点

1. 资源管理观点

操作系统的资源管理观点是将操作系统看成是计算机系统的资源管理程序。计算机系统的软硬件资源按其作用划分为处理机、存储器、外围设备和文件四大类,这四类资源构成了操作系统本身和用户作业赖以活动的物质基础和工作环境。它们的使用方法和策略决定了整个操作系统的规模、类型、功能和实现。基于这一观点,就可以将操作系统看成是由一组资源管理程序所组成的。对应于上述四类资源,可以把操作系统划分成处理机管理、存储

器管理、设备管理和文件管理四大部分，并分别进行分析研究。

2. 进程管理观点

进程管理观点是把操作系统看做是由若干个可以独立运行的程序和一个对这些程序进行协调的核心所组成。这些运行的程序称为进程，每个进程都完成某一特定任务（如控制用户作业的运行、处理某个设备的输入/输出等）；而操作系统的核心则控制和协调这些进程的运行，解决进程之间的通信；它以系统各部分可以并发（Concurrence）工作为出发点，考虑管理任务的分割和相互之间的关系，通过进程之间的通信来解决共享资源时所带来的竞争问题。通常，进程可以分为用户进程和系统进程两大类，由这两类进程在核心控制下的协调运行来完成用户的要求。

3. 用户界面观点

用户对操作系统的内部结构并没有多大的兴趣，他们最关心的是如何利用操作系统提供的服务来有效地使用计算机。因此，操作系统提供了什么样的用户界面成为关键问题。

4. 分层虚拟机观点

从服务用户的计算机扩充的观点来看，操作系统为用户使用计算机提供了许多服务功能和良好的工作环境。用户不再直接使用硬件机器，而是通过操作系统来控制和使用计算机，从而把计算机扩充为功能更强、使用更加方便的计算机系统（称为虚拟计算机）。虚拟机观点从功能分解的角度出发，考虑操作系统的结构，将操作系统分成若干个层次，每一层次完成特定的功能从而构成一个虚机器，并为上一层提供支持，构成它的运行环境，从而向用户提供全套的服务，完成用户的作业要求。

1.2 操作系统的发展历史

任何事物的发展都是有阶段性的。试想一个学徒，一开始什么东西都需要亲自去教他，自己会花不少时间。过一段时间，这个学徒就会干一些活了，那么你就可以腾出精力去做更多的其他事情。其实，操作系统的出现也是类似的。从穿孔机到管理程序再到操作系统，随着操作系统的产生和发展，其功能越来越强大，工作人员的劳动强度也大大减小。

操作系统的形成迄今已有 50 余年的时间。在 20 世纪 50 年代中期出现了第一个简单的批处理操作系统，到 20 世纪 60 年代中期产生了多道批处理系统，不久又出现了基于多道程序的分时系统。20 世纪 80 年代至 90 年代是微型机、多处理机和计算机网络大发展的年代，同时也是微机操作系统、多处理机操作系统和网络操作系统的形成和大发展的年代。

1.2.1 推动操作系统发展的动力

操作系统的演变就是对计算机硬件进行粉饰的过程。在出现操作系统后的 50 余年中，操作系统取得了重大的发展，其主要动力可归结为下述四个方面。

1. 不断提高计算机资源利用率

在计算机发展的初期，计算机系统特别昂贵，人们必须千方百计地提高计算机系统中各种资源的利用率，这就成为最初发展的动力，并由此形成了能自动地对一批作业进行处理的批处理系统。

2. 方便用户

当资源利用率不高的问题基本得到解决后,用户在上机、调试程序时的不方便性便成为主要矛盾。于是,人们又想方设法改善用户上机、调试程序时的条件,这又成为继续推动操作系统发展的主要因素。随之便产生了允许进行人机交互的分时系统,或称为多用户系统。

3. 器件的不断更新换代

计算机器件的不断更新,使得计算机的性能不断提高、规模急剧扩大,从而推动了操作系统的功能和性能也迅速增强和提高。例如,当微机由 8 位发展到 16 位,进而又发展到 32 位时,相应的微机操作系统也就由 8 位微机操作系统发展到 16 位,进而又发展到 32 位微机操作系统,此时相应操作系统的功能和性能,也都有显著的增强和提高。

4. 计算机体系结构的不断发展

计算机体系结构的发展,不断推动着操作系统的发展并产生新的操作系统类型。例如,当计算机由单处理机系统发展为多处理机系统(Multiprocessor System)时,相应的,操作系统也就由单处理机操作系统发展为多处理机操作系统。又如,当计算机继续发展而出现了计算机网络后,相应的又有了网络操作系统。

相关链接:推动操作系统进化的最根本原因

人的惰性和永不满足的欲望才是推动操作系统进化的最根本原因。人的惰性表现在对“方便”的永无止境的苛求上,比如傻瓜相机的出现。人的欲望则表现在对一个物质丰富而“省心”、空间舒适而能够“衣来伸手饭来张口”的平台的永无止境的追求和享受上。因此,这些一方面使得计算机的硬件成本不断下降,另一方面其功能和复杂性却日复一日地不断上升。另外,操作系统和攻击者之间的博弈也是影响操作系统发展的重要因素。总有一些人闲来无事,就想利用计算机的缺陷来进行各种损人利己或损人不利己的活动。而随着操作系统防范水平的提高,攻击者也会随之改进他的攻击手段,即所谓“道高一尺,魔高一丈”。如此循环往复,安全与防范攻击使得操作系统不得不永远走在改进和发展的道路上。

1.2.2 操作系统的历史演变

如同任何事物一样,计算机和操作系统也有其诞生、成长和发展的过程。为了更清楚地把握操作系统的实质,了解计算机和操作系统的发展是很有必要的。按照计算机器件工艺的演变可把计算机发展过程分为四个阶段:第一代电子管时代(1946—1957年)、第二代晶体管时代(1958—1964年)、第三代集成电路时代(1965—1970年)、第四代大规模/超大规模集成电路时代(1971年至今)。我们将沿着历史线索介绍操作系统的发展过程。

1. 手工操作——操作系统的史前文明

从第一台计算机诞生到 20 世纪 50 年代中期的计算机,其逻辑部件是电子管,还没有出现操作系统。这时的计算机操作是由用户(即程序员)采用手工操作方式直接使用计算机硬件系统,即先把程序纸带(或卡片)装上输入机;启动输入机把程序和数据送入计算机;通过控制台开关启动程序运行;计算完毕,打印机输出计算结果;用户取走并卸下纸带(或卡片),如图 1-2 所示。



图 1-2 手工操作

这时用户用计算机语言编程，用户既是程序员又是操作员。在这种人工操作方式下，一个用户独占全部计算机资源，并且中央处理机等待人工操作。

可见，人工操作方式严重降低了计算机资源的利用率，这就是所谓的人机矛盾。随着 CPU 速度的提高和系统规模的扩大，人机矛盾变得日趋严重。此外，随着 CPU 速度的迅速提高，CPU 与 I/O 设备之间速度不匹配的矛盾也更加突出。为了缓和矛盾，曾先后出现了通道技术、缓冲技术，但都未能很好地解决上述矛盾。

相关链接：操作系统的诞生

1940 年以前的计算机还不是现代意义上的计算机，是只限于做加减法的“自动机”。这种自动机不支持交互命令输入，也不支持自动程序设计，甚至没有存储程序的概念。因此，也就更谈不上什么计算机工业、计算机研究及计算机用户这些概念。这时的“操作系统”运行在英国人巴贝斯（Babes）想象中的自动机上，被称为“状态机操作系统”。它其实是一种简单的状态转换程序，可根据特定输入和计算机现在的特定状态进行状态转换。

因此，这个阶段是没有操作系统的。如果非要说有，那么，人就是这个时代的操作系统。因为自动机的一切动作都是在人的操控下进行的。

第一台电子计算机 ENIAC 在美国宾夕法尼亚大学诞生之后，人们能够想到的就是要提供一些标准命令供用户使用，以直观地控制这台庞然大物。这些标准命令集合就构成了原始操作系统 SOSC，即单一操作员单一控制终端（Single Operator, Single Console）。

2. 监控程序（早期批处理）——操作系统初具雏形

手工操作阶段有两个致命缺点，一是浪费 CPU 的非常宝贵的时间，二是建立和运行作业慢，并且任何一步错误都将导致该作业从头开始。

所谓作业，即用户一次提交给计算机的一个具有独立性的计算任务。就像经理交给员工一件工作，只谈结果要求即可，也可称之为“任务”、“工作”、“程序”。从计算机系统角度来讲，作业即为计算机系统为用户一次上机算题所要做的全部工作。如果静态地观察一个作业内容，则应由用户程序及其所需要的数据结构、有关命令和说明等构成，如一个 C 语言程序的编写。计算机处理作业分为输入、编译、装配、运行、输出等，其中每一个步骤称为一个作业步。如编译步、装配目标程序步、运行目标程序步等。

如果把一批作业有次序地排列在一起让计算机依次逐个地去完成，使作业一批批地进入系统，经过处理后又一批批退出系统，会形成源源不断的作业流。每一批作业将有专门编制的监督程序（Monitor）自动依次处理。

早期的批处理可分为联机批处理与脱机批处理两种方式。为缩短作业建立和人工操作时间，解决“人机矛盾”，把若干作业合成一批，制成纸带或卡片，通过输入机存入磁带，以后就由监督程序负责把作业依次调入运行。这种从一个作业自动过渡到另一个作业的工作方式，就是所谓早期的批量处理。图 1-3 所示为早期联机批处理模型。

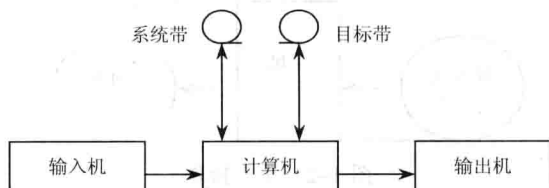


图 1-3 早期联机批处理模型

显然,作业的输入/输出都是联机的。作业信息从纸带输入到磁带,从磁带调入内存运行,以及输出计算结果等工作都是在 CPU 直接控制下进行的。

这种联机批处理方式解决了作业自动转接,从而减少了作业建立和人工操作时间。但是,在作业的输入和执行结果的输出过程中,主机 CPU 仍处在停止等待状态。此时,慢速的输入/输出设备和快速主机之间仍处于串行工作,CPU 的时间仍有很大的浪费。

为解决上述矛盾,引进脱机输入/输出技术。即在主机之外另设一台小型卫星机,用于专门处理输入/输出工作。如图 1-4 所示,主机与卫星机并行工作,二者分工明确,以充分发挥主机的高速度计算能力。

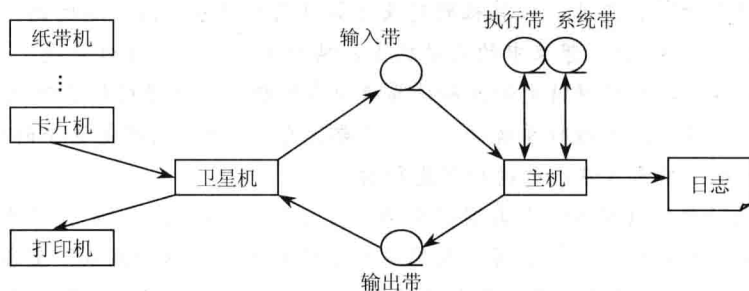


图 1-4 早期脱机批处理模型

相关链接：密歇根大学执行系统 UMES

这个时期,世界上最先进的计算机是 IBM7094。作为礼物,IBM 分别捐赠给密歇根大学(UM)和麻省理工学院(MIT)各一台 IBM7094。但是在捐赠计算机时,IBM 要求这两所学校必须遵守一个协议:平时归学校使用,帆船比赛时必须停下一切计算任务为 IBM 服务。因为帆船比赛需要使用计算机来安排赛程、计算成绩、打印名次等。但是,那时的计算机如果在程序执行过程中停下来,中间结果将无法保留,所以一切计算必须重新开始。因此,密歇根大学的 R.M.Graham、Bruce Arden 和 Bernard Galler 于 1959 年开发出了轰动一时的 MAD/UMES 系统,即密歇根算法译码器和密歇根大学执行系统。MAD 是一种可扩展的程序设计语言,而 UMES 则是一个能够保存中间结果的操作系统。从此,密歇根大学的计算机运行基本就不再受 IBM 帆船比赛所造成的中断的影响了。而 MAD 随后又进一步移植到 Philco、Univac 和 CDC 等计算机上,其很多功能后来被加入到 FORTRAN 语言里。

3. 多道批处理——现代意义上的操作系统的出现

20 世纪 60 年代初期,人们发现如果能在内存中同时存放几道程序,并允许它们交替运行,可以极大地改善上述高速设备(CPU)等待低速设备(I/O)的状况。当一道程序因某种原因而不得不暂停时,系统就马上让另一道作业投入运行,从而使处理机得到充分利用。在这种思想指导下,出现了多道程序设计和多道程序系统。