



21世纪高职高专规划教材·

计算机系列

计算机操作系统 及实验教程

刘欣怡

宫明明 编著

杨振辉



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社

<http://press.bjtu.edu.cn>



计算机操作系统 及实验教程

第2版



清华大学出版社
Tsinghua University Press

21 世纪高职高专规划教材·计算机系列

计算机操作系统及实验教程

刘欣怡 宫明明 杨振辉 编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

操作系统是计算机系统配置的必不可少的基本系统软件。操作系统不仅是计算机有关专业的必修课程,也是一般从事计算机应用的人员所必备的知识。

本书是编著者在高校讲授操作系统原理多年来教学科研实践经验的总结。全书共分7章,包括操作系统的基本概念、作业管理、进程管理、存储管理、设备管理、文件管理、Windows操作系统的特点及使用。

本书适合作为高职高专计算机相关专业教材,也可作为各类大专院校师生的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统及实验教程/刘欣怡,宫明明,杨振辉编著. — 北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2005.11

(21世纪高职高专规划教材·计算机系列)

ISBN 7-81082-646-8

I. 计… II. ①刘… ②宫… ③杨… III. 操作系统-高等学校:技术学校-教材
IV. TP316

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第123582号

责任编辑:高振宇 特邀编辑:杨章玉

出 版 者:清 华 大 学 出 版 社 邮 编:100084 电 话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮 编:100044 电 话:010-51686414

印 刷 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印 张:16.75 字 数:406千字

版 次:2006年1月第1版 2006年1月第1次印刷

书 号:ISBN 7-81082-646-8/TP·245

印 数:1~5 000册 定 价:28.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@center.bjtu.edu.cn。

前 言

计算机操作系统是计算机系统配置的最重要的软件，是现代计算机系统中不可缺少的基本系统软件，在整个计算机系统软件中处于中心地位。

现在如果要用用户去使用一台没有配置操作系统的现代计算机，那是难以想像的。操作系统控制和管理整个计算机系统中多种硬件、软件资源，并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。操作系统设计得好坏直接决定计算机系统的性能和计算机用户使用计算机的方便程度。计算机操作系统不仅是计算机有关专业的必修课程，也是一般从事计算机应用的人员所必备的知识。

本书是编著者在高校讲授操作系统原理和从事计算机相关领域的科学研究多年来教学和科研的实践经验的总结，在编写此书的过程中也参阅了不少有关操作系统的著作和教材。本书努力做到概念引出自然、内涵与外延适中，深入浅出、寓深奥于浅显，在内容取舍、文字描述、习题选择方面力求面向实践、重在应用。本书特别适合作为高职高专计算机相关专业教材，同时也可作为各类大专院校师生的参考书。考虑到使用本教材的读者参加全国计算机四级等级考试和计算机软件水平考试的需要，各章内容及习题都参考了有关要求编写。为帮助读者学习，作者还编写了与本书配套的《计算机操作系统习题解析》一书，对各章全部习题均作了详细解答。

本书共7章，内容涵盖了操作系统原理的基本内容，并将操作系统的基本原理与实践相结合：

- 第1章介绍操作系统的基本概念；
- 第2章介绍作业管理；
- 第3章介绍进程管理；
- 第4章介绍存储管理；
- 第5章介绍设备管理；
- 第6章介绍文件管理；
- 第7章介绍 Windows 操作系统的特点及使用。

本课程参考教学学时为54学时，其中实验16学时（用于第7章中的如何使用 Windows XP）。前期课程为C语言程序设计、数据结构、微机原理，后继课程为数据库理论、网络操作系统等。

本书由刘欣怡负责策划、统稿与定稿。第1～3章由刘欣怡编写，第4～6章由宫明明编写，第7章由杨振辉编写。

北京交通大学出版社的孙秀翠老师及本书编辑高振宇老师，都为本书的成稿付出了大量的心血，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，时间仓促，错误与不妥之处在所难免，恳请读者与专家批评指正。

编 者
2006.1

目 录

第1章 操作系统的基本概念	(1)
1.1 什么是操作系统	(1)
1.2 为何需要操作系统	(2)
1.2.1 操作系统的发展史	(2)
1.2.2 操作系统的作用	(9)
1.2.3 操作系统的类型	(9)
1.2.4 操作系统的特征	(11)
1.3 操作系统的功能	(11)
1.3.1 进程管理	(11)
1.3.2 存储管理	(12)
1.3.3 设备管理	(12)
1.3.4 文件管理	(12)
1.3.5 作业管理	(12)
1.4 操作系统的逻辑结构	(13)
1.4.1 操作系统对象	(13)
1.4.2 对对象操纵和管理的软件集合	(13)
1.4.3 用户接口	(14)
1.5 研究操作系统的观点	(14)
1.5.1 资源管理观点	(14)
1.5.2 进程观点	(14)
1.5.3 虚机器观点	(15)
1.6 操作系统的硬件环境	(15)
1.6.1 特权指令与处理机状态	(15)
1.6.2 中断机构	(16)
1.6.3 定时装置	(19)
1.6.4 通道	(19)
1.6.5 地址映射机构	(19)
1.6.6 存储保护设施	(19)
1.7 小结	(20)
习题	(20)

第2章 作业管理	(28)
2.1 操作系统与用户的接口	(28)
2.1.1 程序级接口	(28)
2.1.2 作业级接口	(29)
2.2 作业管理概述	(30)
2.2.1 作业、作业步、作业流	(30)
2.2.2 作业管理的任务	(31)
2.3 批处理方式下的作业管理	(32)
2.3.1 作业构成	(32)
2.3.2 作业控制块 JCB	(33)
2.3.3 作业进入系统和作业建立	(33)
2.3.4 作业状态及其转换	(33)
2.3.5 作业调度及调度算法	(34)
2.3.6 作业控制	(38)
2.3.7 作业完成	(38)
2.4 小结	(38)
习题	(39)
第3章 进程管理	(45)
3.1 引言	(45)
3.1.1 程序的顺序执行	(45)
3.1.2 多道程序系统中程序执行环境的变化	(46)
3.1.3 程序的并发执行	(46)
3.2 进程	(47)
3.2.1 进程的概念	(47)
3.2.2 线程的概念	(48)
3.2.3 进程的特性	(48)
3.2.4 进程的状态及其状态转换	(49)
3.2.5 进程控制块	(50)
3.2.6 进程间的相互作用	(51)
3.3 进程间的通信	(51)
3.3.1 进程的同步与互斥	(51)
3.3.2 进程的通信	(55)
3.4 进程控制	(56)
3.4.1 创建原语	(56)
3.4.2 撤销原语	(57)
3.4.3 阻塞原语	(57)
3.4.4 唤醒原语	(57)
3.5 进程调度	(58)

3.5.1 进程调度的主要功能	(58)
3.5.2 进程调度的时机	(58)
3.5.3 进程调度算法	(58)
3.6 死锁	(61)
3.6.1 死锁概述	(61)
3.6.2 死锁的处理	(63)
3.7 小结	(71)
习题	(72)
第4章 存储管理	(88)
4.1 概述	(88)
4.1.1 存储分配	(89)
4.1.2 地址映射	(89)
4.1.3 存储保护	(91)
4.1.4 内存扩充	(92)
4.2 单道环境下的存储管理	(93)
4.3 分区存储管理	(94)
4.3.1 固定分区法	(94)
4.3.2 可变分区法	(95)
4.4 纯分页存储管理	(98)
4.4.1 基本原理	(98)
4.4.2 实现方法	(99)
4.4.3 快表	(100)
4.4.4 存储保护	(101)
4.4.5 优点与缺点	(101)
4.5 纯段式存储管理	(102)
4.5.1 纯段式存储管理的基本思想	(102)
4.5.2 实现方法	(102)
4.5.3 段的共享与保护	(104)
4.5.4 段式与页式存储管理的区别	(105)
4.6 虚拟存储管理	(105)
4.6.1 虚拟存储技术的引入及原理	(105)
4.6.2 虚拟页式存储管理	(106)
4.6.3 虚拟段式存储管理	(110)
4.7 段页式存储管理	(112)
4.7.1 基本思想	(112)
4.7.2 实现方法	(113)
4.8 虚拟存储管理的性能分析	(114)
4.8.1 颠簸的原因	(115)

4.8.2 工作集模型	(115)
4.8.3 缺页率反馈模型	(115)
4.9 小结	(115)
习题	(116)
第5章 设备管理	(128)
5.1 设备管理概述	(128)
5.1.1 设备的分类	(128)
5.1.2 设备管理的目标和功能	(129)
5.2 数据输入输出控制方式	(129)
5.2.1 程序直接控制方式	(130)
5.2.2 中断控制方式	(131)
5.2.3 DMA 方式	(133)
5.2.4 通道控制方式	(134)
5.3 缓冲技术	(137)
5.3.1 缓冲技术的引入	(137)
5.3.2 缓冲区设置	(138)
5.3.3 缓冲的种类	(138)
5.3.4 缓冲池的管理	(138)
5.4 设备分配	(140)
5.4.1 设备管理的基本数据结构	(140)
5.4.2 设备分配策略	(141)
5.4.3 设备独立性	(145)
5.5 设备处理	(145)
5.5.1 设备驱动	(145)
5.5.2 中断处理	(145)
5.6 磁盘调度	(146)
5.6.1 磁盘结构	(146)
5.6.2 磁盘调度算法	(146)
5.7 小结	(148)
习题	(148)
第6章 文件管理	(156)
6.1 文件与文件系统	(156)
6.1.1 文件的概念	(156)
6.1.2 文件的分类	(156)
6.1.3 文件系统	(157)
6.2 文件结构和存取方式	(158)
6.2.1 文件的逻辑结构	(158)

6.2.2	存取方式	(159)
6.2.3	文件的存储设备	(159)
6.2.4	文件的物理结构	(160)
6.2.5	文件存储设备、文件物理结构与存取方式的关系	(162)
6.3	文件目录	(162)
6.3.1	文件控制块 FCB	(162)
6.3.2	文件目录与目录文件	(163)
6.3.3	文件目录结构	(163)
6.3.4	当前目录	(165)
6.4	文件存储空间的管理	(165)
6.5	文件存取控制	(167)
6.5.1	文件的共享	(167)
6.5.2	文件的保护和保密	(168)
6.6	文件的使用	(169)
6.7	文件系统的安全性	(170)
6.8	小结	(171)
	习题	(172)

第7章	Windows 操作系统的特点及使用	(184)
7.1	Windows 概述	(184)
7.1.1	早期 Windows	(184)
7.1.2	Windows 2000	(185)
7.1.3	Windows XP	(185)
7.2	Windows 操作系统的进程管理	(186)
7.2.1	Windows 操作系统中的进程管理	(186)
7.2.2	Windows 操作系统的线程	(186)
7.2.3	Windows 操作系统的进程互斥和同步	(186)
7.3	Windows 操作系统的存储管理	(187)
7.3.1	地址空间的布局	(187)
7.3.2	用户内存空间分配方式	(187)
7.3.3	系统内存分配	(187)
7.4	Windows 操作系统的文件系统	(187)
7.4.1	FAT 文件系统	(188)
7.4.2	FAT 32 文件系统	(188)
7.4.3	NTFS 文件系统	(188)
7.4.4	Windows 2000 文件服务	(188)
7.5	Windows 操作系统的 I/O 设备管理	(188)
7.5.1	Windows 操作系统的 I/O 处理	(188)
7.5.2	Windows 操作系统的设备驱动程序	(189)

7.6 Windows XP 操作系统.....	(190)
7.6.1 XP 是什么	(190)
7.6.2 Windows XP 的版本.....	(190)
7.6.3 硬件要求	(190)
7.6.4 安装方式	(191)
7.6.5 如何安装 Windows XP	(191)
7.6.6 如何使用 Windows XP	(192)
7.7 小结	(257)
习题	(257)
参考文献	(258)

第 1 章

操作系统的基本概念

计算机发展到今天，从个人计算机到巨型计算机系统，毫无例外都配置一种或多种操作系统。如果让用户去使用一台没有操作系统的计算机，那将是难以想像的。那么，什么是操作系统，为何需要操作系统，操作系统在计算机系统中具有什么地位，它应有什么样的功能，等等，这些内容将在本章学习。

本章学习目标如下：

1. 了解操作系统的基本类型；
2. 掌握操作系统的功能；
3. 理解操作系统的组成；
4. 了解操作系统的接口。

1.1 什么是操作系统

计算机系统由硬件和软件两部分组成，通常把未配置任何软件的计算机称为裸机，实际呈现在用户面前的计算机系统，是经过若干层软件改造的系统，而操作系统位于各种软件的最底层，它与硬件软件的关系如图 1.1 所示。

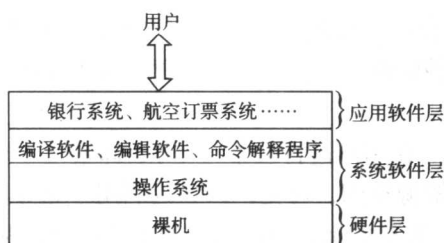


图 1.1 操作系统的地位

由图 1.1 中可看出，操作系统是与计算机硬件关系最为密切的系统软件，它是硬件的第一层软件扩充，是其他软件运行的基础；它是一些程序模块的集合——用于管理和控制计算机系统中的硬件和软件资源，合理地组织计算机工作流程，有效地利用这些资源为用户提供一种功能强、使用方便的工作环境，从而在计算机与其用户之间起到接口的作用；它是现代计算机系统中必不可少的最重要的系统软件。

1.2 为何需要操作系统

操作系统并不是与计算机硬件一起诞生的，它是在人们使用计算机的过程中，为了提高资源利用率和增强计算机系统性能的需求，伴随着计算机技术本身及其应用的日益发展，而逐步地形成和完善起来的。

1.2.1 操作系统的发展史

1. 手工操作（无操作系统）

从1946年第一台计算机诞生到20世纪50年代中期，还未出现操作系统，这时计算机的工作采用的是手工操作方式。其过程如图1.2所示。

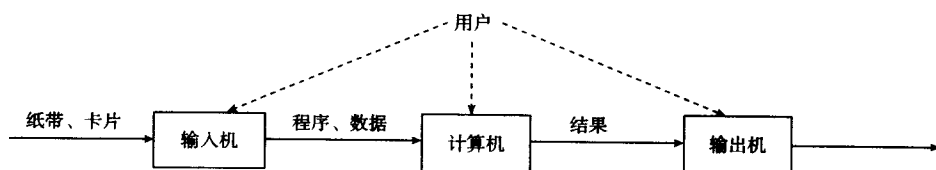


图 1.2 手工操作计算机

从图1.2可以看出，程序员将对应于程序和数据的已穿孔的纸带（或卡片）装入输入机，然后启动输入机把程序和数据输入计算机内存，接着通过控制台开关启动程序针对数据运行；计算完毕，打印机输出计算结果；用户取走结果并卸下纸带（或卡片）后，才让下一个用户上机。

这种手工操作方式有如下两个特点。

（1）用户独占全机。一台计算机被一个上机用户独占，系统中的全部资源由他一人支配：他可以较方便地使用各种资源，不会出现因资源已被其他用户占用而等待的现象，但资源的利用率低。

（2）CPU 等待手工操作。在用户进行装带（卡）、卸带（卡）、操作控制台开关等手工操作时，CPU 这一最重要的资源空闲，可见，CPU 的利用不充分。

20世纪50年代后期，计算机的运行速度有了很大的提高，从每秒几千几万次发展到每秒几十万次甚至上百万次。这时，手工操作的慢速度和计算机的高速度之间就形成了尖锐矛盾：手工操作方式已严重损害了系统资源的利用率，此即所谓人机矛盾。此矛盾可使资源利用率降为百分之几，甚至更低，显然已到了人们不能容忍的地步。唯一的解决办法，就是摆脱人的手工操作，实现作业的自动过渡。这样就出现了成批处理。

2. 批处理系统

所谓批处理系统，是指加载在计算机上的一个系统软件，在它的控制下，计算机能够自

动地、成批地处理一个或多个用户的作业。此处所指作业包括程序、数据和命令。

1) 联机批处理系统

首先出现的是联机批处理系统，即作业的输入/输出由 CPU 来处理，如图 1.3 所示。

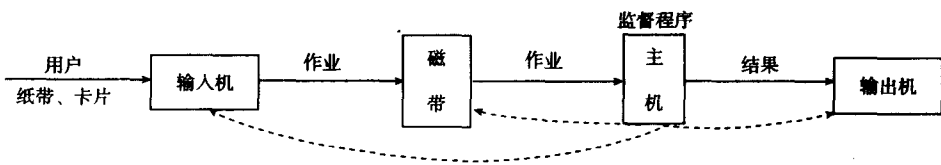


图 1.3 联机批处理系统

主机与输入机之间增加一个存储设备——磁带，在运行于主机上的监督程序的自动控制下，计算机可自动完成：成批地把输入机上的用户作业读入磁带，依次把磁带上的用户作业读入主机内存并执行，最终把计算结果向输出机输出。完成了上一批作业后，监督程序又从输入机上输入另一批作业，保存在磁带上，并按上述步骤重复处理。

这样，监督程序不停地处理各个作业，从而实现了作业到作业的自动转接，减少了作业的建立时间和手工操作时间，有效克服了人机矛盾，提高了计算机的利用率。

但是，在作业输入和结果输出时，主机的高速 CPU 仍处于空闲状态，它在等待慢速的输入/输出设备完成工作：主机处于“忙等”状态。

2) 脱机批处理系统

为克服与缓解高速主机与慢速外设的矛盾，提高 CPU 的利用率，人们又引入了脱机批处理系统，即输入/输出脱离主机控制的批处理系统，如图 1.4 所示。

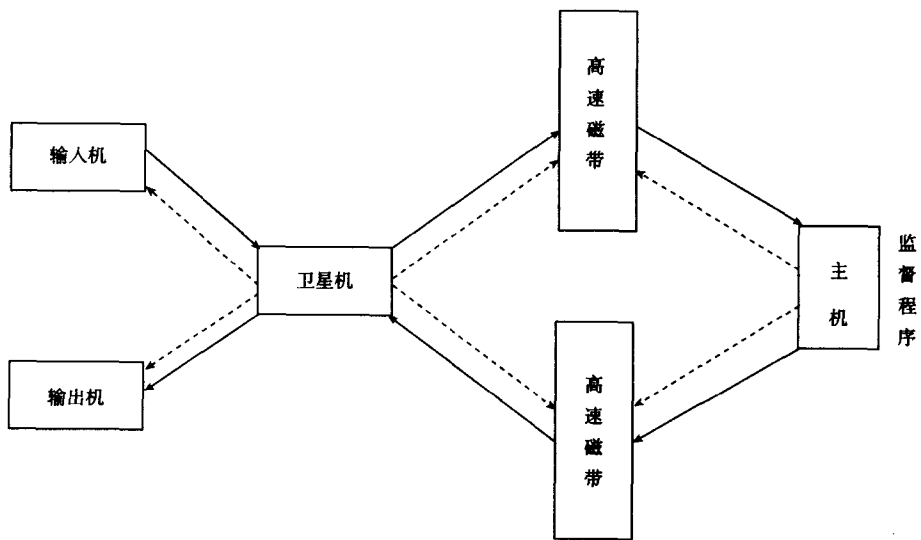


图 1.4 脱机批处理系统

这种方式的显著特征是：增加一台不与主机直接相连而专门用于与输入/输出设备打交道的卫星机。

卫星机的功能如下：

- (1) 从输入机上读取用户作业并放到输入磁带上；
- (2) 从输出磁带上读取执行结果并传给输出机。

这样，主机不是直接与慢速的输入/输出设备打交道，而是与速度相对较快的磁带机发生关系，有效缓解了主机与设备的矛盾。主机与卫星机可并行工作，二者分工明确，可以充分发挥主机的高速计算能力。

脱机批处理系统在 20 世纪 60 年代应用十分广泛，它极大地缓解了人机矛盾及主机与外设的矛盾。IBM-7090/7094 配备的监督程序就是脱机批处理系统，它是现代操作系统的原型。

脱机批处理系统虽然优于手工操作及联机批处理系统，但仍有不足：每次主机内存中仅存放一道作业，每当它运行期间发出输入/输出 (I/O) 请求后，高速的 CPU 便处于等待低速的 I/O 完成状态，致使 CPU 空闲。

为改善 CPU 的利用率，人们又引入了多道程序系统。

3. 多道程序系统

1) 多道程序设计技术

所谓多道程序设计技术，就是指允许多个程序同时进入内存并运行。即同时把多个程序放入内存，并允许它们交替在 CPU 中运行，它们共享系统中的各种硬、软件资源。当一道程序因 I/O 请求而暂停运行时，CPU 便立即转去运行另一道程序。

单道程序与多道程序的运行过程如图 1.5 和图 1.6 所示。

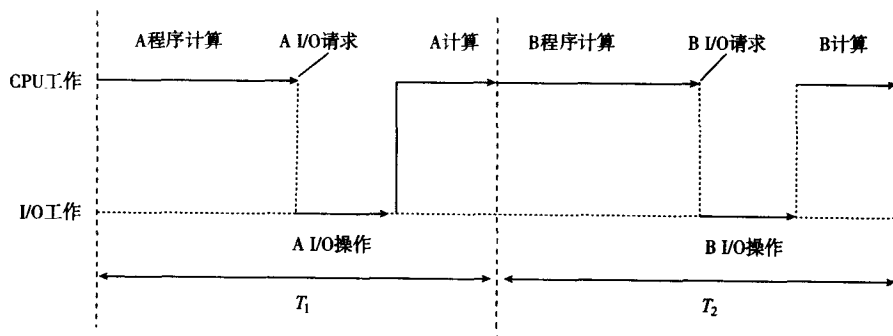


图 1.5 单道程序工作示例

从图 1.5 中可看出，在 A 程序计算时，I/O 空闲，A 程序 I/O 操作时，CPU 空闲（B 程序也是同样）；必须 A 工作完成后，B 才能进入内存中开始工作，两者是串行的，全部完成共需时间为 $T_1 + T_2$ 。

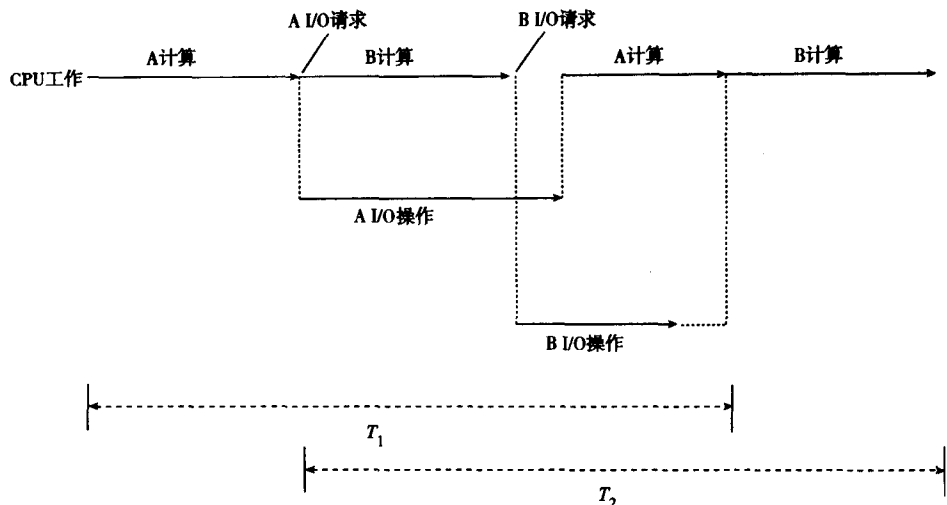


图 1.6 多道程序工作示例

从图 1.6 中可看出，可将 A、B 两道程序同时存放在内存中，它们在系统的控制下，可相互穿插、交替地在 CPU 上运行：当 A 程序因请求 I/O 操作而放弃 CPU 时，B 程序就可占用 CPU 运行，这样 CPU 不再空闲，而正进行 A I/O 操作的 I/O 设备也不空闲，显然，CPU 和 I/O 设备都处于“忙”状态，大大提高了资源的利用率，从而也提高了系统的效率，A、B 全部完成所需时间远远小于 $T_1 + T_2$ 。

显然，采用多道程序设计技术后，不仅使 CPU 得到充分利用，同时还可改善 I/O 设备和内存的利用率，从而提高了整个系统的资源利用率和系统吞吐量（计算机系统单位时间内处理作业（程序）的个数），最终提高了整个系统的效率。

在单处理机系统中，多道程序运行时的特点如下。

- 多道：计算机内存中同时存放几道相互独立的程序。
- 宏观上并行：同时进入系统的几道程序都处于运行过程中，即它们先后开始了各自的运行，但都未运行完毕。
- 微观上串行：实际上，各道程序轮流地使用 CPU，并交替运行。

多道程序系统的出现，标志着操作系统进入渐趋成熟的阶段，先后出现了作业调度管理、处理机管理、存储器管理、外部设备管理、文件系统管理等功能。

2) 多道批处理系统

20 世纪 60 年代中期，在前述的批处理系统中引入多道程序设计技术后，就形成了多道批处理系统（简称批处理系统），它有如下两个特点。

• 多道：指系统内可同时容纳多个作业。这些作业放在外存中，组成一个后备队列，系统按一定的调度原则每次从后备作业队列中选取一个或多个作业进入内存运行，运行作业结束、退出运行和后备作业进入运行均由系统自动实现，从而在系统中形成一个自动转接的、连续的作业流。

- 成批：在系统运行过程中，不允许用户与其作业发生交互作用，即作业一旦进入系

统, 用户就不能直接干预其作业的运行。

批处理系统追求的目标是提高系统资源利用率和系统吞吐量, 以及作业流程的自动化。但批处理系统有一个重要缺点, 即不提供人机交互能力, 给用户使用计算机带来不便。

手工操作阶段的联机工作方式是用户所欢迎的。那时, 用户独占全机资源, 并且直接控制程序的运行, 可以随时了解程序运行情况。但这种工作方式因用户独占全机而造成资源效率极低。

既能保证计算机效率, 又能方便用户使用计算机, 成为人们一种新的追求目标。20 世纪 60 年代中期, 计算机技术和软件技术的发展使这种追求成为可能。

4. 分时系统

由于 CPU 速度不断提高和采用分时技术, 一台计算机可同时连接多个用户终端, 而每个用户可在自己的终端上联机使用计算机, 好像自己独占机器一样, 如图 1.7 所示。

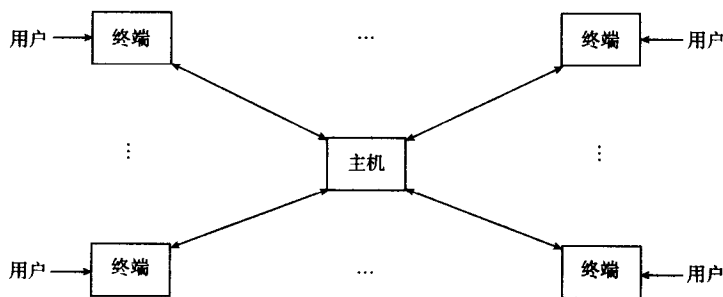


图 1.7 分时系统

所谓分时技术, 就是把处理机的运行时间分成很短的时间片, 按时间片轮流把处理机分配给各联机作业使用。若某个作业在分配给它的时间片内不能完成其计算, 则该作业暂时中断, 把处理机让给另一个作业使用, 等待下一轮时再继续其运行。由于计算机速度很快, 作业运行轮转得很快, 给每个用户的印象是, 好像他独占了一台计算机。而每个用户可以通过自己的终端向系统发出各种操作控制命令, 在人机交互的情况下, 完成作业的运行。

具有上述特征的计算机系统称为分时系统, 它允许多个用户同时联机使用计算机。

分时系统的特点如下。

(1) 多路性。若干个用户同时使用一台计算机。微观上看是各用户轮流使用计算机; 宏观上看是各用户并行工作。

(2) 交互性。用户可根据系统对请求的响应结果, 进一步向系统提出新的请求。这种能使用户与系统进行人机对话的工作方式, 明显地有别于批处理系统, 因而, 分时系统又被称为交互式系统。

(3) 独立性。用户之间可以相互独立操作, 互不干扰。系统保证各用户程序运行的完整性, 不会发生相互混淆或破坏现象。

(4) 及时性。系统可对用户的输入及时作出响应。分时系统性能的主要指标之一是响应时间, 它是指从终端发出命令到系统予以应答所需的时间。

分时系统的主要目标是对用户响应的及时性, 即用户等待每一个命令的处理时间不至于