

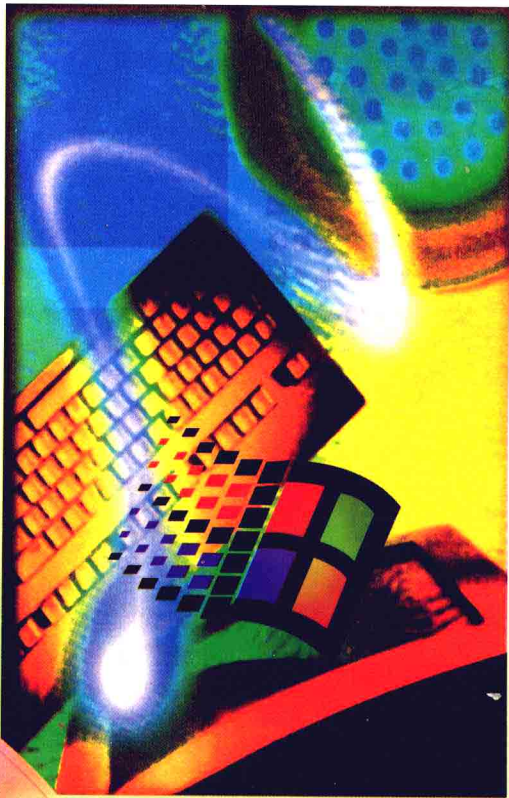
中等专业学校  
电子信息类  
系列教材

DIANZIKEJIDAXUECHUBANSHE

XILIEJIAOCAI

中专计算机

# 计算机 操作系统 教程



刘立军 主编



# DOS Windows



电子科技大学出版社

UESTC PUBLISHING HOUSE

中等专业学校  
电子信息类 系列教材

# 计算机操作系统教程

刘立军 主编

电子科技大学出版社

## 声 明

本书无四川省版权防盗标识，不得销售；版权所有，违者必究，举报有奖。举报电话：(028) 6636481 6241146 3201496

中等专业学校  
电子信息类 系列教材

## 计算机操作系统教程

刘立军 主编

---

出 版：电子科技大学出版社（成都建设北路二段四号 邮编 610054）

责任编辑：吴艳玲

发 行：新华书店经销

印 刷：四川导向印务有限公司

开 本：787×1092 1/16 印张 15.875 字数 386千字

版 次：2000年2月第一版

印 次：2000年9月第二次

书 号：ISBN 7-81065-352-0/TP·227

印 数：4001—7000册

定 价：18.00元

---

## 内 容 提 要

本书以操作系统的基本原理为主线，讲述操作系统的基本概念、原理及实现技术。

本书共八章，第一章操作系统引论，介绍操作系统的形成与发展、特征与功能等；第二章系统讲述进程的概念、进程调度、进程同步与互斥、死锁等；第三章讲述了操作系统的存储管理技术；第四章讲述设备管理；第五章讲述文件管理方法；第六章讲述作业管理与控制；第七章则介绍了操作系统的组成结构；第八章介绍了当今流行的操作系统——Windows NT。

微型机上的操作系统得到了广泛的使用，本书考虑到这些问题，在有关概念及技术的讲述之后，用一节的篇幅介绍常见的微型机操作系统 MS-DOS、Windows 等，并给出实例。

本书可作为中等专业学校及中等职业学校计算机相关专业的操作系统课程教材，也可作为各类计算机培训班的教材。对于从事计算机工作的科技人员来说，也是一本学习操作系统的参考书。

# 前 言

在计算机应用日益深入和广泛的今天，操作系统不仅是高校计算机专业学生的必修课，也成了广大中专和职业学校计算机专业的必修课。目前，很多的中专学校和职业学校都设置有计算机专业，开设了计算机应用基础、程序设计语言等课程。由于几乎所有这类学校实验室的设备都是IBM PC机，教师和学生在使用这些设备的过程中，已积累了相当的使用经验。但是，现在的操作系统教材大多是针对高校的，往往过多地注重理论和大型的操作系统，不适合这些学校使用；另一方面，在实践中积累的经验往往又不够系统化，容易造成理论和实际应用脱节的情况。基于这些原因，我们编写了此书。

本书精心组织安排，其结构是：主要以操作系统的基本理论为主线，分章讲述操作系统的五大功能，在有关章的后面专辟一节讲述微机上常见操作系统的实现技术。如第五章讲述文件管理，在论述有关文件管理的基本理论之后，用第六节讲述了DOS、Windows 95、Windows NT等操作系统中的文件管理技术，特别重点介绍了FAT和VFAT文件系统，这些都是大家感兴趣的。另外单独用一章讲述Windows NT操作系统，因为它不仅代表当今操作系统的所有新技术，也是人们使用越来越多的操作系统。每章之后有小结，便于学生抓住重点。为便于学生复习和教师布置作业，每章后面还有若干习题。

本书在编写过程中，蔡蕾同志给予了热情的帮助，并提出了不少中肯的建议。电子科技大学出版社的吴艳玲编辑对本书的出版给予了大力支持和帮助，并提出不少宝贵建议。在此，一并致以诚挚的谢意。

尽管本人竭力想向大家贡献一本理论与实践紧密结合的操作系统新教材，向广大的操作系统爱好者送上一本好的参考书，但是，由于本人水平所限，能否让各位读者满意，还有待广大读者检验，尤其希望得到各级各类中专及职业学校讲授操作系统课程的老师们的热情建议。如有建议，欢迎发送E-mail到：[cdsmlj@990.net](mailto:cdsmlj@990.net)或访问我的网站：<http://cdsmlj.soim.net/>。

# 目 录

第一章 操作系统引论 .....	1
1-1 操作系统概念 .....	1
1-1-1 计算机的硬件组织 .....	1
1-1-2 软件的层次与虚拟机的概念 .....	2
1-1-3 操作系统概念 .....	2
1-2 操作系统的形成和发展 .....	3
1-2-1 人工操作阶段 .....	3
1-2-2 脱机输入输出技术 .....	4
1-2-3 批处理技术 .....	4
1-2-4 多道程序系统 .....	5
1-2-5 通用操作系统 .....	6
1-2-6 操作系统的进一步发展 .....	6
1-3 操作系统分类 .....	7
1-3-1 批处理系统 .....	7
1-3-2 分时系统 .....	8
1-3-3 实时系统 .....	9
1-3-4 微机操作系统 .....	10
1-3-5 网络操作系统 .....	11
1-3-6 分布式操作系统 .....	11
1-3-7 多处理机操作系统 .....	13
1-4 操作系统的功能和特征 .....	13
1-4-1 操作系统的功能 .....	14
1-4-2 操作系统的特征 .....	15
1-5 研究操作系统的几种观点 .....	16
1-5-1 操作系统是计算机资源的管理者 .....	16
1-5-2 用户界面的观点 .....	16
1-5-3 进程管理观点 .....	16
本章小结 .....	17
习题一 .....	18
第二章 进程管理 .....	19
2-1 进程的概念及实体 .....	19
2-1-1 程序的并发执行 .....	19

2-1-2	进程的定义.....	21
2-1-3	进程状态.....	22
2-1-4	进程实体.....	25
2-2	进程的控制和调度.....	27
2-2-1	进程控制.....	27
2-2-2	进程调度.....	28
2-3	进程互斥与同步.....	31
2-3-1	进程的互斥.....	31
2-3-2	进程的同步.....	32
2-3-3	互斥的加锁实现.....	32
2-3-4	信号量和 P、V 操作.....	33
2-3-5	经典进程同步问题.....	37
2-4	进程通信.....	41
2-4-1	消息缓冲机制.....	41
2-4-2	信箱通信.....	43
2-4-3	管道.....	44
2-5	死锁.....	44
2-5-1	什么是死锁.....	44
2-5-2	产生死锁的原因及必要条件.....	44
2-5-3	解决死锁的基本方法.....	47
2-6	DOS 进程管理.....	50
2-6-1	DOS 进程管理的特点.....	50
2-6-2	进程的创建与终止.....	51
	本章小结.....	53
	习题二.....	53
<b>第三章</b>	<b>存储管理.....</b>	<b>55</b>
3-1	引言.....	55
3-1-1	存储管理的目的和主要功能.....	55
3-1-2	存储分配的三种方式.....	56
3-1-3	重定位.....	57
3-1-4	虚拟存储器.....	60
3-2	单道环境下的存储管理——单一连续区分配.....	61
3-2-1	存储器的分配.....	61
3-2-2	存储保护.....	61
3-3	多用户系统存储管理——分区管理.....	63
3-3-1	固定式分区.....	63
3-3-2	可变式分区.....	64
3-3-3	可重定位分区.....	66

3-3-4	多重分区分配.....	67
3-3-5	动态分区的操作和数据结构.....	67
3-3-6	分区的存储保护.....	69
3-4	覆盖和交换.....	70
3-4-1	覆盖(Overlay).....	70
3-4-2	交换技术(Swapping).....	71
3-5	分页存储管理.....	72
3-5-1	纯分页系统.....	72
3-5-2	请求式分页系统.....	76
3-5-3	分页系统的优缺点.....	82
3-6	分段存储管理.....	83
3-6-1	分段地址空间.....	83
3-6-2	实现原理.....	84
3-6-3	段的共享和保护.....	86
3-6-4	分段管理的优缺点.....	88
3-7	段页式存储管理.....	89
3-7-1	实现原理.....	89
3-7-2	管理算法.....	91
3-7-3	段页式系统的优缺点.....	92
3-8	微机操作系统的存储管理.....	92
3-8-1	80x86 系列 CPU 的工作模式.....	92
3-8-2	Windows 95/NT 的内存管理.....	97
3-8-3	DOS 内存地址空间分配及使用.....	99
3-8-4	DOS 的常规内存管理.....	103
	本章小结.....	105
	习题三.....	106
<b>第四章</b>	<b>设备管理.....</b>	<b>108</b>
4-1	概述.....	108
4-1-1	设备的分类.....	108
4-1-2	设备管理的目标和功能.....	109
4-2	数据传送控制方式.....	110
4-2-1	I/O 控制方式.....	110
4-2-2	中断技术.....	113
4-3	缓冲技术.....	115
4-3-1	缓冲的引入.....	115
4-3-2	缓冲的种类.....	116
4-3-3	缓冲池的管理.....	116
4-4	设备分配.....	118



4-4-1	设备分配策略.....	118
4-4-2	设备分配程序.....	121
4-5	设备驱动程序.....	123
4-6	DOS 设备管理.....	123
4-6-1	DOS 的设备管理特点.....	123
4-6-2	字符设备管理.....	125
4-6-3	块设备管理.....	127
4-6-4	硬盘容量大小限制及格式化参数设置.....	134
	本章小结.....	139
	习题四.....	140
<b>第五章</b>	<b>文件管理</b> .....	<b>141</b>
5-1	文件系统的概念.....	141
5-1-1	文件系统的引入.....	141
5-1-2	文件与文件系统的概念.....	142
5-1-3	文件的分类.....	143
5-2	文件结构和存取方法.....	144
5-2-1	文件的逻辑结构.....	144
5-2-2	文件的物理结构.....	145
5-2-3	文件存储设备.....	149
5-2-4	文件的存取方法.....	150
5-3	文件存储空间管理.....	151
5-3-1	空闲文件目录.....	151
5-3-2	空闲块链.....	152
5-3-3	位示图.....	153
5-4	文件目录管理.....	153
5-4-1	文件的组成.....	154
5-4-2	文件目录.....	154
5-5	文件的使用.....	157
5-5-1	文件操作的系统调用.....	158
5-5-2	文件保护和保密.....	159
5-6	微机常用操作系统中的文件管理系统.....	161
5-6-1	DOS 文件管理(FAT)系统.....	161
5-6-2	Windows 95 中的文件管理(VFAT)系统.....	169
5-6-3	Windows NT 中的文件管理(NTFS)系统.....	171
5-6-4	OS/2 中的文件管理(HPFS)系统.....	171
5-6-5	硬盘数据的组织与存储方式.....	171
	本章小结.....	174
	习题五.....	175

<b>第六章 作业管理</b> .....	176
6-1 基本概念.....	176
6-1-1 作业的定义.....	176
6-1-2 作业组织.....	177
6-2 操作系统与用户的接口.....	178
6-2-1 作业控制.....	178
6-2-2 系统调用.....	181
6-2-3 用户接口的演变.....	183
6-3 作业调度.....	184
6-3-1 作业的状态及其转换.....	184
6-3-2 作业调度程序.....	185
6-3-3 单道批处理系统的调度算法.....	188
6-3-4 多道程序系统的作业调度策略.....	192
6-3-5 对作业调度程序的调用.....	196
本章小结.....	197
习题六.....	198
<b>第七章 操作系统结构</b> .....	199
7-1 操作系统的结构设计.....	199
7-1-1 操作系统设计的目标和原则.....	199
7-1-2 操作系统的设计.....	201
7-2 操作系统的结构.....	202
7-2-1 模块接口法.....	202
7-2-2 层次接口法.....	205
7-2-3 客户/服务器方式.....	208
7-3 操作系统的逻辑结构.....	209
本章小结.....	210
习题七.....	210
<b>第八章 Windows NT 操作系统</b> .....	211
8-1 Windows NT 操作系统概述.....	211
8-1-1 Windows NT 的设计目标.....	211
8-1-2 Windows NT 的系统模型.....	212
8-1-3 Windows NT 的结构.....	213
8-2 Windows NT 中的对象、进程和线程.....	215
8-2-1 对象.....	215
8-2-2 进程.....	217
8-2-3 线程.....	219
8-2-4 对象、进程和线程之间的关系.....	221

8-2-5	进程管理程序.....	222
8-3	内核.....	223
8-3-1	内核调度程序与线程的状态转换.....	223
8-3-2	中断和异常处理.....	225
8-3-3	内核的同步与互斥机制——多处理器间的同步.....	226
8-4	虚拟存储管理.....	227
8-4-1	进程的虚拟地址空间.....	227
8-4-2	Windows NT 虚拟分页的地址变换机构.....	228
8-4-3	页面调度策略和工作集.....	229
8-4-4	页架状态和页架数据库.....	230
8-4-5	共享主存——段对象、视图和映像文件.....	231
8-5	输入输出(I/O)系统.....	232
8-5-1	输入输出(I/O)系统的结构.....	233
8-5-2	统一的驱动程序模型.....	234
8-5-3	异步 I/O 操作和 I/O 请求处理过程.....	234
8-5-4	映像文件 I/O.....	235
8-6	Windows NT 的内装网络.....	235
8-6-1	Windows NT 的内装网络的特色.....	235
8-6-2	Windows NT 网络的体系结构.....	236
8-7	对象管理程序.....	238
8-8	进程通信及本地过程调用(LRC).....	239
8-8-1	线程间的同步.....	239
8-8-2	进程通信——本地过程调用(LPC).....	239
8-9	Windows NT 的安全性.....	240
	本章小结.....	241
	习题八.....	242
	参考文献.....	243

# 第一章 操作系统引论

计算机发展到今天,应用日益普及,不仅广泛应用于科学计算、过程控制和数据处理,而且已渗透到办公、教育、家庭等许多领域。计算机系统由硬件和软件两部分组成。如今的计算机系统无一例外地都配置有一种或多种操作系统。如果让用户直接使用没有操作系统的裸机,那将是难以想象的。不仅不方便,而且将严重降低工作效率和机器的利用率。那么什么是操作系统,以及操作系统在计算机系统中的地位如何,它具有什么样的功能。本章将作简要说明。

## 1-1 操作系统概念

计算机系统由硬件和软件两部分组成。计算机硬件通常是由中央处理机、存储器、输入/输出设备等部件组成,它构成了计算机系统的物质基础。计算机软件包括系统软件和应用软件。系统软件如操作系统、编辑程序、汇编程序、编译程序、连接装配程序、系统实用程序、数据库管理系统等;应用软件是为各种实用目的而开发的程序。

没有任何软件支持的计算机称为裸机,它仅仅是计算机系统的物质基础,而用户实际使用的计算机系统往往是经过若干软件改造的计算机。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

#### 1. 微型计算机的典型组织

微型计算机也同一般计算机系统一样,由三个主要部分组成:处理机、存储器和输入输出(又称I/O)设备。微型计算机是以总线为纽带来构成计算机系统。微处理机和存储器,存储器和输入输出设备,以及微处理机和输入输出设备之间都经过总线来交换信息。无论哪个设备,如果需要使用总线与另一设备交换信息时,就必须先请求总线使用权,在获得总线使用权后才能进行通信。在通信双方使用总线期间,其他设备不能插入总线操作,这是其特点之一。其次,数据流的路线也有其特点,这主要表现在微处理机与输入输出设备交换数据时的两种不同的路线:当微处理机与慢速的输入输出设备(如打印机或终端等设备)交换数据时是不经过存储器的,而是直接从(或向)输入输出设备接口(控制器)中的数据寄存器中读(或写)。当微处理机与高速的输入输出设备(如磁盘)交换数据时,这些输入输出设备在控制器控制下首先将数据(通常是一组数据)送往存储区(或从存储区取数据),也就是说微处理机与高速输入输出设备交换数据时,必须经由存储器。这样两种不同的数据交换路线是由微型计算机的组织结构所决定的。

## 2. 大型、小型计算机的硬件组织

小型到大型的计算机系统多由中央处理机、通道(又称输入输出处理机)、存储器和输入输出设备组成。通常这类计算机都是非总线结构。存储器成为这类计算机组成中的中心部分。无论中央处理机, 还是诸多的输入输出处理机都与存储器相连, 这些处理机执行的程序和数据都存放在存储器中, 并从存储器中取出指令来执行。中央处理机需要从(或向)输入输出设备(不管是高速设备还是低速设备)交换数据时, 它命令输入输出处理机(通道)来负责进行管理和控制。数据传输的路线都需经过存储器、通道, 也就是说中央处理机不能直接从输入输出设备中取(或存)数据, 因为它们之间没有直接的数据线相连。

### 1-1-2 软件的层次与虚拟机的概念

一个计算机系统除了硬件部分以外还有许多的软件, 这些软件通常可分为两大类, 即系统软件和应用软件。系统软件用于计算机的管理、维护、控制和运行, 以及对运行的程序进行翻译、装入等服务工作。系统软件本身又可分为三部分, 即操作系统、语言处理系统和常用的程序库。语言处理系统包括各种语言的编译程序、解释程序和汇编程序。程序库的种类很多, 通常包括库管理程序、连接编辑程序、连接装配程序、诊断排错程序等。应用软件是指那些为了某一类应用需要而设计的程序, 或用户为解决某个问题而编制的程序。

计算机系统中的硬件和软件以及软件的各部分之间是怎样的一种关系呢? 或者说是怎样组织的呢? 它们的关系是层次结构的关系。计算机的硬件通常称为裸机, 一个裸机的功能即使很强, 但它往往是不方便于用户使用的, 功能上相对来说也是有局限性的。而软件是在硬件基础上对硬件的性能加以扩充和完善。举例来说, 用户想要在裸机上运行他的程序时, 他就必须用机器语言来编写程序。用户要在裸机上输入一个数据, 他就要自己编写上千条指令的输入输出程序, 这显然都使用户感到十分不便。再者如果我们给一个只有定点运算功能的裸机配上浮点运算的软件, 则计算机就具有了浮点运算的功能, 这就是用软件来扩充和完善硬件功能。至于软件之间的关系也是这样, 一部分软件的运行要以另一部分软件的存在并为其提供一定的运行条件作为基础, 而新添加的软件可以看作是在原来那部分软件基础上的扩充与完善。因此一个裸机在每加上了一层软件后, 就变成了一个功能更强的机器, 我们通常把这“新的更强功能的机器”称之为“虚拟机”。图1-1中表示了计算机的硬件和各类软件之间的层次关系, 由图1-1可以看出, 操作系统是紧挨着硬件层的第一层软件, 它对硬件进行首次扩充。操作系统同时又是其他软件的运行基础。

### 1-1-3 操作系统概念

操作系统(Operating System)就是为了填补人与机器之间的鸿沟, 建立用户与计算机之间的接口, 而为计算机配置的一种系统软件。操作系统是裸机上的第一层软件, 它是对硬件系统功能的首次扩充。它在计算机系统中占据特殊重要的地位, 所有其他软件(系统软件 and 大量应用软件)都是建立在操作系统基础上的, 并得到它的支持和取得它的服务。从用户的角度来看, 当计算机配置了操作系统后, 用户不再直接使用计算机系统硬件, 而是利用操作系统所提供的命令和服务操纵计算机。

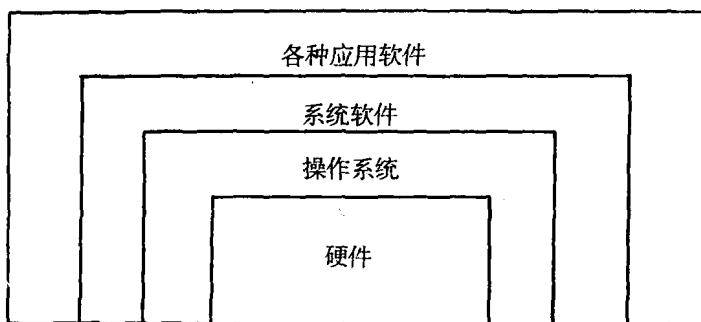


图1-1 操作系统与硬件软件的关系

如图1-1所示，用户使用的计算机系统是经过若干层软件改造过的计算机，由图1-1可以看出，计算机的硬件和软件是一种层次关系。硬件裸机在最里层，它的外面是操作系统，经过操作系统提供的资源管理功能和方便用户的各种服务功能把裸机改造成功能更强、使用更方便的机器，而各种实用程序和应用程序运行在操作系统之上，它们以操作系统为支撑环境，同时又向用户提供各种服务。

所以，配置操作系统的目的有以下几个方面：

1. 提供一个计算机用户与计算机系统之间的接口，使计算机系统更易于使用；
2. 有效地控制和管理计算机系统中的各种硬件和软件资源，使之得到更有效的利用；
3. 合理地组织计算机系统的工作流程，以改善系统性能(如响应时间、系统吞吐量等)。

综上所述，我们可以完整地回答什么是操作系统了，操作系统是直接控制和管理计算机硬件、软件资源的最基本的系统软件，用以方便用户充分、有效地利用这些资源并增强整个计算机的处理能力。

## 1-2 操作系统的形成和发展

操作系统是人们不断地改善计算机系统性能和提高资源利用率的过程中，逐步地形成和发展起来的。

### 1-2-1 人工操作阶段

早期计算机的工作，基本上采用人工操作方式：由操作员将纸带(或卡片)装入纸带输入机，然后启动输入机把程序和数据输入计算机，接着启动程序运行；当程序运行完毕，由用户取走纸带和计算结果后，才让下一个用户上机操作。这种人工操作方式具有以下特点：

1. 用户独占全机。一台计算机为一个用户独占，系统中的全部资源由他一人支配，因此用户可以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，但资源的利用率却非常低。
2. 处理机等待人工操作。用户仅在上机时才能将纸带或卡片装入相应的输入设备，显

然，此时处理机空闲；当计算完成，进行卸带取卡操作时，处理机又空闲。可见，处理机的利用极不充分，在运行小程序时，这种现象更加突出。

人工操作方式严重地损害了资源的利用率，这就是人们常说的人机矛盾。对早期的计算机来说，人机矛盾并不突出，因为计算机速度低，计算所需时间相对较长，手工操作所占比例还不是很大。但随着计算机运算速度的提高、规模的扩大，人机矛盾就变得严重起来，甚至可使资源利用率只能达到百分之几。为了解决这一矛盾，只有摆脱人的手工干预，实现用户作业的自动过渡。于是就出现了批处理系统。

### 1-2-2 脱机输入输出技术

随着CPU速度的大幅度提高，CPU和I/O设备之间速度不相称的矛盾也日益突出，于是引入了脱机输入输出技术，获得了较为令人满意的效果。

1. 脱机输入技术。为解决低速输入设备与CPU速度不适应的问题，可将用户程序和数据，在一台外围计算机的控制下，预先从低速输入设备输入到磁带上，当CPU需要这些程序和数据时，再直接从磁带机高速输入到内存，从而大大加快了程序的输入过程，减少了CPU等待输入的时间。

2. 脱机输出技术。当程序运行完毕或告一段落，CPU需要输出时，无须直接把计算结果送至低速输出设备，而是高速输出至磁带上，然后在另一台外围机的控制下，把磁带上的计算结果，由相应的输出设备输出，这样就大大加快了程序的输出过程。

在采用脱机输入输出方式时，由于程序和数据的输入输出都是在外围计算机的控制下完成的，或者说是脱离主机进行的，故称之为脱机输入输出操作；相应的，由主机控制输入输出的方式称为联机输入输出。

### 1-2-3 批处理技术

批处理技术是指计算机系统对一批作业自动进行处理的一种技术。所谓作业是指用户程序及其所需的数据和命令的集合。

在脱机输入输出方式中，事先已把一批作业记录在磁带上，这意味着作业的处理是成批的，且处理顺序已经排定。我们在系统中再配置监督程序，它管理作业的运行(负责装入和运行各种系统处理程序，如汇编程序、编译程序、连接装配程序等，完成作业的自动过渡)。在它的控制下，先把第一个作业传送到内存，并把运行的控制权交给它。当第一个作业处理完后又把控制权交还给监督程序，由监督程序再把第二个作业输入内存。依次对所有作业自动地、一个接一个地处理，直到把所有作业全部处理完毕。这就是最初的批处理技术。可见，批处理技术是在解决人机矛盾和CPU与I/O设备速度不匹配的矛盾的过程中，也就是在提高资源利用率的过程中形成的。

许多成功的批处理系统在50年代末和60年代初出现，典型的操作系统是FMS(Fortran Monitor System，即FORTRAN监督系统)和IBM 7094机上的IBM操作系统IBSYS。执行系统实现了主机、通道和I/O设备的并行操作，提高了系统效率，方便用户对I/O设备的使用。批处理系统和执行系统的普及，发展了标准文件管理系统和外部设备自动调节控制功能。这一时期，程序库变得更加复杂和庞大，随机访问设备开始出现，高级语言也比较成熟和

多样。

但是，这一时期计算机系统运行的特征是单道顺序地处理作业，即用户作业仍然是一道一道作业顺序处理。于是，对于以计算为主的作业，由于输入输出量少，外围设备比较空闲；对于以输入输出量为主的作业，主机又会空闲。这样总的来说，计算机资源利用率依然不高。因此，操作系统的发展又进入了多道程序阶段：多道程序合理搭配交替运行，充分利用资源，提高系统效率。

#### 1-2-4 多道程序系统

前面所说的批处理系统，每次只调用一个用户作业程序进入内存并运行，称为单道运行。图1-2给出了单道程序工作的示例。由于内存中仅存放一道程序，每当该程序发出I/O请求后，CPU便处于等待I/O完成的状态，使得CPU空闲。

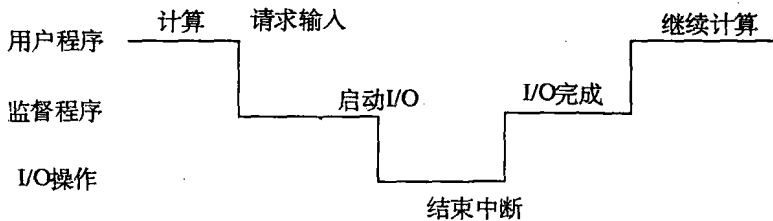


图1-2 单道程序工作示例

为改善CPU的利用率而引入了多道程序设计技术。即同时把几个作业放入内存，并允许它们交替执行，共享系统中的各种硬件、软件资源。当一道程序因I/O请求而暂停执行时，CPU便立即转去执行另一道程序。这样不仅使CPU能得到充分利用，同时还可以改善I/O设备和内存的利用率。这种允许多道程序运行的系统称为多道程序系统。图1-3给出了多道程序工作示例。

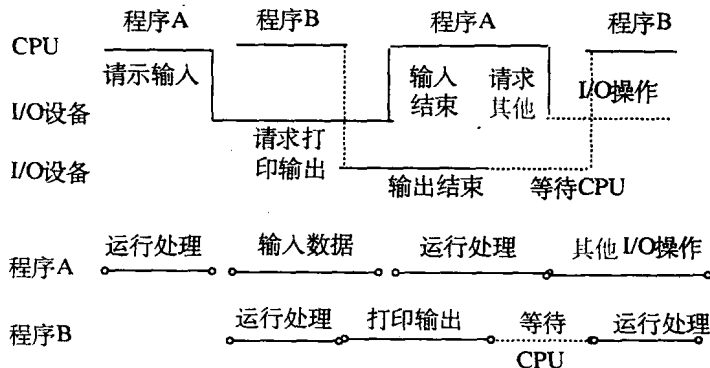


图1-3 多道程序工作示例



在单处理机系统中，多道程序运行的特点是：

(1)多道：计算机内存中同时存放几道相互独立的程序。

(2)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。

(3)微观上串行：实际上，各道程序轮流地用CPU，交替执行。

虽然多道程序技术能提高系统的吞吐量和有效地改善资源利用率，但实现多道程序还需要解决一些问题：

(1)在一个连续的内存空间中，同时驻留了多道程序。应为每道程序分配好内存空间，使它们各得其所，不会相互重叠而丢失信息；又应防止某道程序由于人为的因素或出现异常情况而破坏其他程序。

(2)在单处理机系统中，处理机只有一个，且它为各道程序所共享，这必将引起各道程序对处理机的争夺。系统应协调这些程序对处理机的使用，使各道程序最终都能获得处理机而运行；对于紧急的任务，还应能使之优先获得处理机。

(3)通常，一个系统中的I/O设备数量少于多道程序所要求的数量，这同样会引起各道程序对I/O设备的争用，系统应为各道程序分配I/O设备；此外，I/O设备种类繁多，驱动程序又直接与硬件相关，系统应对它们进行有效的管理，使之既能提高I/O设备的利用率，又能极大地方便用户对设备的使用。

(4)在一个系统中运行的程序，可能具有不同的类型。如有的程序属计算型，需要经过大量的计算后，才要求进行输入输出；而有的程序属I/O型，其计算量小而I/O操作的量却较大。不同程序所要求的资源也有多有少，紧急程度也各不相同。系统应组织好这些程序的运行，以保证系统的吞吐量大、资源利用率高，而又不延误紧急程序的运行。

(5)通常，系统把大量有意义的信息以文件的形式存放在各种存储介质上。为提高存储空间的利用率，加强对信息的检索速度，系统应对它们进行组织和管理；并且为了方便用户，系统应提供存储和检索文件信息的手段。

为解决以上问题，在多道程序系统中，必须设置一组软件，还应提供方便用户使用计算机的软件，这些软件便是操作系统。

### 1-2-5 通用操作系统

从60年代中期，国际上开始研制一些大型的通用操作系统。这些系统试图达到功能齐全、可适应各种应用范围和操作方式变化多端的环境的目标。但是这些系统本身很庞大，不仅付出了巨大的代价，而且由于系统过于复杂和庞大，在解决其可靠性、可维护性和可理解性等方面都遇到了很大的困难。其中UNIX操作系统是一个非常成功的例子，是一个多用户分时交互型的操作系统。它有一个精干的核心，其功能足以与许多大型的操作系统的媲美，在核心层以外可以支持庞大的软件系统，它很快得到应用和推广并不断完善，对现代操作系统有着重大的影响。

### 1-2-6 操作系统的进一步发展

进入80年代，大规模集成电路工艺技术的发展，微处理机的出现和发展，使得计算机