

# 计算机操作系统 原理与方法

刘腾红 编著

中国财政经济出版社

# 计算机操作系统

## 原理与方法

刘 腾 红 编著

中国财政经济出版社

## 内 容 简 介

操作系统是计算机系统中十分重要的系统软件。本书主要从计算机资源管理的角度,系统地、全面地、准确地、通俗地阐述操作系统的概念、原理和方法。全书由八章组成,包括引论、中断系统和用户界面、进程及处理机管理、存贮管理、设备管理、文件管理、作业管理和分布式系统。并把现今两个具有实用性、代表性的操作系统 MS-DOS 和 UNIX 系统的结构、功能和实现技术融合到各章中进行剖析。每章后面都附有习题。

本书可作为高等院校计算机应用专业的教材,也可作为从事计算机工作的科技人员的参考书。

### 图书在版编目 (CIP)

计算机操作系统原理与方法/刘腾红编著. -北京:中国财政经济出版社, 1998.1

ISBN 7-5005-3295-4

I. 计… II. 刘… III. 操作系统-基本知识 IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 03613 号

中国财政经济出版社出版

(版权所有 翻印必究)

社址:北京东城大佛寺东街 8 号 邮政编码:100010

涿州市新华印刷厂印刷 各地新华书店经销

787×1092 毫米 16 开 19 印张 451 000 字

1998 年 3 月第 1 版 1998 年 3 月北京第 1 次印刷

印数:1-2 050 定价:25.00 元

ISBN 7-5005-3295-4/F·3255

(图书出现印装问题,本社负责调换)

# 前 言

操作系统是计算机系统中十分重要的系统软件。它有效地统管计算机的所有资源，合理地组织计算机的工作流程，以提高资源的利用率，并为用户提供强有力的使用功能和灵活方便的使用环境。用户使用计算机，首先就要与操作系统打交道，可以说，当今计算机系统，离开了操作系统将一事无成。操作系统由于它在计算机系统中所处的地位决定了它的重要性。

随着计算机科学的不断发展，计算机应用范围越来越广泛，人们对操作系统的要求越来越高，对这门学科的研究也不断深入，新的产品也不断问世，新的概念也不断引入。尽管目前国内外有关操作系统原理、结构和方法等方面的书籍较多，但始终不能满足读者的需求。

本书是为高等院校的计算机应用专业教学而编写的。对于计算机应用专业的学生，学习操作系统，不是为了去设计操作系统，而是了解操作系统的概念、原理，实现技术和具体操作系统的使用，为今后从事应用系统的开发打下坚实的理论基础。

计算机操作系统具有内容庞杂、涉及面广、概念抽象、实践性强等特点。它涉及到计算机科学中硬、软件的多方面知识。因此，要求读者在学习本书之前，一定要有计算机原理、数据结构及至少一门程序设计语言等方面的知识。考虑到计算机应用专业的特点，我们在组织材料上，力争做到系统性、准确性、通俗性、实用性，注重理论与实践的结合。并把培养读者分析问题、解决问题、实际动手和软件开发能力作为出发点。

基于此，本书主要从计算机资源管理的角度来阐述操作系统的概念、原理和方法，重点介绍进程和处理机管理、存贮管理、设备管理、文件管理和作业管理，并把现今两个具有实用性、代表性的操作系统 MS-DOS 和 UNIX 系统的结构、功能和实现技术融合到每章中进行剖析，并用一章的篇幅介绍操作系统的新发展，即分布式操作系统。全书由八章组成，每章后面都附有习题。

本书由中南财经大学信息管理系刘腾红主笔，李光新编写了第六章中第七、八两节和章节后面的习题。

本书的编写得到了中南财经大学信息管理系的领导和教师们的大力支持和帮助。冯发石同志审阅了初稿，并提出了许多宝贵的意见。在此，一并表示衷心地谢意！

由于作者水平有限，本书中错误在所难免，恳请各位同行和读者们赐教。

作 者

一九九八年元月于武昌

# 目 录

第一章 引 论	( 1 )
§ 1. 1 什么是操作系统	( 1 )
§ 1. 2 操作系统的功能	( 4 )
§ 1. 3 操作系统的发展	( 5 )
§ 1. 4 操作系统的类型	( 9 )
§ 1. 5 操作系统的特性及性能指标	( 14 )
§ 1. 6 典型的操作系统简介	( 15 )
习题一	( 20 )
第二章 中断系统和用户界面	( 22 )
§ 2. 1 中断及其有关概念	( 22 )
§ 2. 2 中断处理的一般过程	( 25 )
§ 2. 3 MS-DOS 中断调用	( 29 )
§ 2. 4 操作系统的用户界面	( 37 )
习题二	( 42 )
第三章 进程及处理机管理	( 44 )
§ 3. 1 进程及其有关概念	( 44 )
§ 3. 2 进程管理	( 48 )
§ 3. 3 进程的同步与互斥	( 60 )
§ 3. 4 进程通讯	( 72 )
§ 3. 5 死锁	( 77 )
§ 3. 6 UNIX 系统的进程管理	( 84 )
习题三	( 89 )
第四章 存贮管理	( 93 )
§ 4. 1 概述	( 93 )
§ 4. 2 简单的存贮管理	( 98 )
§ 4. 3 分页存贮管理	( 109 )
§ 4. 4 请求分页存贮管理	( 117 )
§ 4. 5 分段存贮管理	( 124 )
§ 4. 6 段页式存贮管理	( 133 )
§ 4. 7 MS-DOS 的内存分配	( 136 )
§ 4. 8 UNIX 系统的存贮分配	( 139 )
习题四	( 143 )
第五章 设备管理	( 146 )
§ 5. 1 引言	( 146 )
§ 5. 2 通道技术	( 148 )

§ 5. 3 缓冲技术	(154)
§ 5. 4 设备的基本知识	(156)
§ 5. 5 设备的分配与去配	(162)
§ 5. 6 设备驱动程序	(170)
§ 5. 7 I/O 进程	(172)
§ 5. 8 UNIX 系统的设备管理	(174)
习题五	(180)
<b>第六章 文件系统</b>	<b>(182)</b>
§ 6. 1 文件系统的概念	(182)
§ 6. 2 文件结构和存取方法	(185)
§ 6. 3 文件存贮空间管理	(195)
§ 6. 4 文件目录	(200)
§ 6. 5 文件的保护	(206)
§ 6. 6 文件的使用	(214)
§ 6. 7 MS-DOS 的文件系统	(220)
§ 6. 8 UNIX 的文件系统	(225)
习题六	(233)
<b>第七章 作业管理</b>	<b>(235)</b>
§ 7. 1 作业管理的基本概念	(235)
§ 7. 2 作业的输出输入	(236)
§ 7. 3 作业调度	(241)
§ 7. 4 作业控制	(247)
§ 7. 5 作业和进程的关系	(258)
习题七	(261)
<b>第八章 分布式系统</b>	<b>(263)</b>
§ 8. 1 概述	(263)
§ 8. 2 通信软件	(272)
§ 8. 3 文件系统	(279)
§ 8. 4 并发控制	(280)
§ 8. 5 Novell Netware 网络操作系统	(289)
习题八	(294)

# 第一章 引 论

现今计算机硬件的结构越来越复杂，功能也越来越强，计算机软件也越来越丰富。靠什么来控制计算机？在用户和计算机之间起接口作用的是什么？这就是本书所要讲的操作系统。本章主要阐述什么是操作系统，操作系统的功能，操作系统的发展，操作系统的类型及主要性能指标，并阐述几种典型的操作系统，以使读者对操作系统有一个初步的了解。

## § 1. 1 什么是操作系统

### 一、计算机系统

计算机系统是一个复杂的系统。一个完整的计算机系统由硬件系统和软件系统两部分组成。硬件系统是组成计算机的各种元件、部件和设备的总称；软件系统是指机器运行所需的各种程序及其有关的文档资料。硬件是整个计算机的物质基础，没有硬件系统就谈不上计算机。但是只有硬件系统，而没有配套的软件系统，计算机系统就无法工作。通常，我们把不配置软件的计算机称为裸机。计算机的软件系统是建立在硬件系统基础之上的。只有将硬件系统和软件系统有机地结合起来，才能充分发挥计算机的作用，完成计算机所应承担的任务。我们把配置了软件的计算机称为虚拟计算机。

从功能上讲，可以把整个计算机系统划分为四个层次：机器层、操作系统层、系统层和应用层，如图 1-1 所示。这四个层次表现为一种单向服务关系，即：外层软件必须以事先约定好的方式使用内层软件或硬件提供的服务，这种约定称为界面。下面简要地看一看各层次的特点。

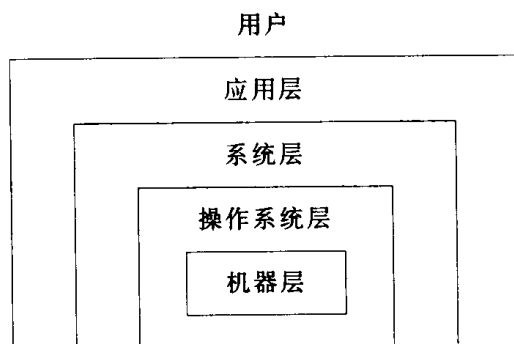


图 1-1 计算机系统的四个层次

#### 1. 机器层

机器层是指裸机（硬件），即无任何软件的机器设备本身。它对外界面由机器指令系统组成，机器指令系统与硬件的组织结构密切相关。操作系统及其外层软件通过执行各种机器指令访问和控制各种硬件资源。



迄今为止，计算机硬件的组织结构仍采用冯·诺依曼（Von Neumann）的基本原理，即“存贮程序控制”原理。它一般归纳为五类部件组成：控制器、运算器、存贮器、输入设备和输出设备。人们通常把控制器和运算器做在一起，称为中央处理机（简称 CPU—Central Processing Unit）。把输入设备和输出设备统称为输入/输出设备（即：I/O 设备）。

传统的计算机硬件系统是以 CPU 为中心的组织结构。这种组织结构的主要缺点是浪费大量的 CPU 时间。这是由于 CPU 的速度快，而相对来说 I/O 设备速度慢，这就使得速度不匹配。现代无论大、中、小型计算机，还是微机系统的硬件都是以主存为中心的组织结构。这种组织结构的优点是能使 CPU 与 I/O 设备充分并行地工作，以便大大提高各种硬件资源的利用率。

## 2. 操作系统层

计算机软件通常分为系统软件和应用软件两部分。操作系统是基本的系统软件，它密切地依赖于计算机硬件，直接管理计算机系统中的各种硬件资源和软件资源，其主要部分驻留在主存中，称为操作系统的核心或内核（Kernel）。

操作系统的对内界面是：管理和控制各种硬件资源（包括 CPU、内存和外设）；对外界面是：为用户提供方便服务的一组软件程序集合。这里讲的“用户”，是指除操作系统以外的所有系统软件、应用软件及计算机使用者等，它是一个广义的概念。因此，人们说操作系统是用户与计算机间的界面（或接口）。

## 3. 系统层

系统层是指除操作系统以外的所有系统软件。它们在操作系统的控制下为应用层软件及最终用户加工自己的程序和数据提供各种服务。它们通常驻留在外存上，仅当需要运行这些程序时，才把它们装入内存。这些软件通常由计算机系统的销售者提供，并随机器和操作系统一同出售。

这些系统软件主要有：汇编程序（Assembler）、编译程序（Compiler）、编辑程序（Editor）、调试程序（Debugging）、系统维护程序（Maintenance Program）、数据库管理系统（Data Base Management System—DBMS）和数据通讯程序（Data Communication Program）等。

汇编程序是将用某种汇编语言编写的源程序翻译成机器能够直接识别和执行的机器语言目标程序的程序。汇编语言是一种面向机器的低级程序设计语言，它执行效率高，但可移植性差。

编译程序是将某种计算机高级程序设计语言编写的源程序翻译成机器能够直接识别和执行的程序。对于高级程序设计语言的翻译现有两种方式：一种是解释方式；一种是翻译方式。前者不产生目标程序，它是边解释边执行。后者需生成目标程序，再运行目标程序，产生最后结果。目前，高级程序设计语言有几百种，流行或广泛使用的有几十种，如 BASIC、ALGOL、FORTRAN、COBOL、PASCAL、PL/1、PROLOG、LISP、C、Java 等。

编辑程序是用户编制源程序或某种文本文件的方便工具。它一般有行编辑、全屏幕编辑、窗口编辑等几种形式。用户可利用编辑程序建立各种文件，并可随时进行修改，如插入、删除、更新等，还可进行查找、显示或打印等操作。例如：CCED、WORDSTAR、WPS、WORD 等都是现今流行的编辑程序。



调试程序又称排错程序，它可以帮助用户调试自己编制的程序，找出程序中的逻辑错误，大大缩短用户调试程序的周期。

系统维护程序是指计算机系统在执行过程中需要不断地维护的有关程序。例如，当系统管理员要改变系统的硬件配置时，就必须为新的环境而改变操作系统的核心程序。当系统出现某种故障时，提供的一些恢复手段等。

数据库管理系统是对数据库进行管理和控制的一组软件。数据库已成为管理信息系统(MIS)的核心。数据库管理系统一般包括数据库定义、数据库管理、数据库建立与维护、数据通信等功能。它通常由数据描述语言(Data Description Language - DDL)、数据操纵语言(Data Manipulation Language - DML)和数据库管理例行程序(Routine)三部分组成。

数据通讯程序是为管理和控制计算机间进行通讯而设计的程序。它主要用于计算机网络中。用于计算机间的数据传输，处理数据传输过程中的编码、发送、接收、解码等一系列工作。

#### 4. 应用层

应用层是指一些直接为用户服务和使用的应用程序，用户程序和服务程序等，它可由用户或专门的软件公司编制。例如，办公自动化系统、事务处理系统及各种应用软件包和程序库等。由此，它是为了解决某些具体、实际的问题而开发和研制的各种程序。

## 二、操作系统在计算机系统中的地位

从图 1-1 中可以看出，操作系统在计算机系统中的地位是十分重要的。操作系统虽属于系统软件，但它是最基本的、最核心的系统软件。操作系统有效地统管计算机的所有资源(包括硬件资源和软件资源)，合理地组织计算机的整个工作流程，以提高资源的利用率，并为用户提供强有力的使用功能和灵活方便的使用环境。

所以我们说，操作系统是现代计算机系统中不可缺少的关键部分。正如人不能没有大脑一样，而具有一定规模的计算机系统也绝不能缺少操作系统。目前，几乎每台较完善的计算机都配有操作系统，如微机上通用的操作系统 MS-DOS、OS/2 等，中小型机广泛使用的 UNIX 操作系统，IBM 系统机上使用的 CMS 和 MVS 系统等。计算机系统越复杂，操作系统就愈显得重要。特别是在软硬件结合日趋紧密的今天，操作系统扮演着极为重要的角色。可以这样说，对于使用计算机的所有用户来说，几乎一刻也离不开操作系统，没有操作系统，计算机几乎无法工作。当今你如果不了解操作系统，你就不可能使用计算机系统来完成你所需求的工作。

当然，对于一些计算机用户来讲，只需掌握有关操作系统的部分命令使用即可。而对计算机应用专业的学生和从事计算机科学研究的专业人员，熟悉操作系统的概念，了解操作系统的原理和方法是至关重要的。

## 三、操作系统的定义

对于操作系统，至今尚无严格的定义，大都是用描述来定义。下面我们先从不同角度来对待操作系统。

1. 从功能角度，即从操作系统所具有的功能来看，操作系统是一个计算机资源管理

系统，负责对计算机的全部硬、软件资源进行分配、控制、调度和回收。

2. 从用户角度，即从用户使用来看，操作系统是一台比裸机功能更强、服务质量更高，用户使用更方便是灵活的虚拟机，即操作系统是用户和计算机之间的界面（或接口）。用户通过它来使用计算机。

3. 从管理者角度，即从机器管理者控制来看，操作系统是计算机工作流程的自动而高效的组织者，计算机硬软资源合理而协调的管理者，可减少管理者的干预，从而提高计算机的使用价值。

4. 从软件角度，即从软件范围静态地看，操作系统是一种系统软件，是由控制和管理系统运转的程序和数据结构等内容构成的。

由此，我们给出操作系统的定义如下：

操作系统是管理和控制计算机硬软资源，合理地组织计算机的工作流程，方便用户使用计算机系统的软件。

操作系统追求的主要目标有两点：一是方便用户使用计算机，一个好的操作系统应提供给用户一个清晰、简洁、易于使用的用户界面；二是提高资源的利用率，尽可能使计算机中的各种资源得到充分地利用。

## § 1. 2 操作系统的功能

操作系统的主要任务是控制、管理计算机的整个资源，这些资源包括 CPU、存储器、外部设备和信息。由此，操作系统具有处理机管理、存贮管理、设备管理和文件管理等功能，同时，为了合理地组织计算机的工作流程和方便用户使用计算机，还提供了作业管理的功能。

### 一、处理机管理

处理机管理主要是组织和协调用户对处理机的争夺使用，管理和控制用户任务，以最大限度提高处理机的利用率。当多个用户程序请求处理服务时，如果一个运行程序因等待某一条件（如等待输入输出完成），而不能运行下去时，就要把处理机转交给另一个可运行的程序，以便充分利用处理机的能力，或者出现了一个可运行的程序比当前正占有处理机的程序更重要时，则要从运行程序那里把处理机抢过来，以便合理地为所有用户服务。

CPU 是计算机中最重要的资源，没有它，任何处理工作都不可能进行。在处理机管理中，我们最关心的是它的运行时间。现代的计算机，CPU 的速度越来越快，每一秒钟可运行几百万、几千万、甚至几亿、几十亿条指令，因此它的时间相当宝贵。处理机管理就是提出调度策略和给出调度算法，使每个用户都能满意，同时又能充分地利用 CPU。

### 二、存贮管理

存贮管理主要是内存管理，也包括内外存交换信息的管理，配合硬件做地址转换和存贮保护的工作，进行存贮空间的分配和去配。

内存对于计算机系统来说，是一种价格昂贵而数量不足的资源。只有当程序在内存时，它才有可能到处理机上执行。而且，用户的程序和数据都保存在外存，只有当运行或

处理时，才能部分调入内存，不需要时，则调出去。

当多个用户程序共用一个计算机系统时，它们往往要共用计算机的内存贮器，如何把各个用户的程序和数据隔离而互不干扰，又能共享一些程序和数据，这就需要进行存贮空间分配和存贮保护。

存贮管理是用户与内存的接口。

### 三、设备管理

设备管理主要是管理各类外部设备，包括分配、启动和故障处理等，合理地控制 I/O 的操作过程，实现虚拟设备，最大程度地实现 CPU 与设备，设备与设备之间的并行工作。

这里的设备是指除 CPU 和内存以外的各种设备，如磁盘、磁带、打印机、终端等等。它们的种类繁多，物理性能各不相同，并且经常发展变化。一般用户很难直接使用。操作系统的设备管理是用户与外设的接口，用户只需通过一定的命令来使用某个设备，并在多道程序环境下提高设备的利用率。

### 四、文件管理

文件管理也称信息管理，主要负责文件信息的存取和管理，包括文件的建立、撤消、组织、读写、修改、移动、复制及控制访问等。

在计算机系统中，存储的信息是大量的，而且是各种各样的。系统本身有许多程序，用户又有很多程序和数据，它们都是用文件的形式来组织的。大部分文件平常都存放在外存上。因此，文件管理是用户与外存的接口。对于任何文件，都要方便用户使用，便于存取，而且还要保证文件的安全，还要有利于提高系统的效率和资源的利用率等。

### 五、作业管理

作业管理是用户与操作系统的接口。它负责对作业的执行情况进行系统管理，包括作业的组织，作业的输入输出，作业调度和作业控制等。

在操作系统中，把用户在一次算题过程中要求计算机系统所做的一系列工作的集合称为作业。作业管理中提供一个作业控制语言供用户书写作业说明书，同时还为操作员和终端用户提供与系统对话的命令语言，并根据不同系统要求，制定各种相应的作业调度策略，使用户能够方便地运行自己的作业，以便提高整个系统的运行效率。

## § 1.3 操作系统的发展

操作系统的发展是与计算机科学的发展紧密相关的。随着计算机技术的发展和计算机应用的日益广泛，操作系统也逐步得到发展和完善，其功能也由弱到强，在计算机系统中的地位也不断提高，以至或为系统的核心。

操作系统的发展大致经历了四个阶段：手工操作阶段、管理程序阶段、操作系统阶段及分布式系统阶段。

### 一、手工操作阶段

这一阶段是指计算机发展的第一代和第二代初期（五十年代初期），系统仅由硬件和

上机算题的用户组成，这时还未出现操作系统，也称无操作系统阶段。当用户使用一台计算机时，他独占计算机系统的所有资源，并直接使用这些硬件。

第一代计算机初期，计算机的硬件构成比较简单，机器速度较慢，外部设备较少，存贮容量也小，只有一些简单的软件，如符号语言、汇编语言和一些例行程序等。人们利用这样的计算机解题只能采用手工操作方式。操作员通过控制台的开关进行操作，用户是一个换一个地轮流使用计算机。当一个用户算题时，计算机的全部资源（包括处理机、内存、外设、例行程序等）都由他支配，在计算过程中出现问题时，往往是通过指示灯显示出来，然后操作员通过开关控制。当一个用户结束上机工作后，下一个用户开始上机。

当计算机进入第二代后，计算机的速度有了提高，存贮容量也有增大，并出现了FORTRAN、COBOL等高级程序设计语言。若仍用手工操作方式来管理计算机，则手工操作的慢速度与计算机运算的高速度之间的速度不匹配就形成一对矛盾，且矛盾越来越突出。例如，对一台运算速度为1万次/秒的机器，算一个题目用了1小时，而人工操作时间为3分钟，那么人工操作时间与机器有效运行时间之比为1:20；如果计算机的速度提高到60万次/秒，则算同一题目只需1分钟，而人工操作时间仍为3分钟，这样，人工操作时间与机器有效运行时间之比就为3:1。随着计算机速度的提高，这种速度不匹配的矛盾已到了不可容忍的地步。而且，手工操作要求用户对计算机硬件十分熟悉。在早期计算机时代，使用计算机的人员都是熟悉机器的专业人员，使用不方便的矛盾不太突出。而随着计算机的普及，大部分用户都是非专业人员，这样，使用不方便的矛盾就显得突出了。为了解决这些问题，就要设法摆脱手工操作，实现机器的自动化，并提高计算机的使用效率。

## 二、管理程序阶段

第二代计算机的发展，使得计算机的运算速度、存贮容量、外设的品种和数量等方面都有了很大的进展，计算机高级程序设计语言（如FORTRAN、ALGOL等）的出现和应用，也使计算机软件有了新的突破。六十年代初出现了对计算机硬件和软件进行管理和调度的软件——管理程序。

管理程序主要由设备驱动、中断处理等功能模块组成。有了管理程序以后，操作员（或用户）只要通过控制台打字机打入控制命令就可操纵计算机，其命令是由管理程序来识别和执行的。这样，不仅操作速度有提高，而且操作员可以方便地进行一些较复杂的控制，如管理计算机的内部资源，启动外部设备等。

在管理程序的管理之下，操作员或用户是以半自动的方式操作计算机，这不但方便使用，效率也有很大的提高。当计算出现问题的时候，计算机通过控制台打印机打印故障信息，它比灯光显示内容丰富得多，且容易理解；当设备发生故障时，也由管理程序去处理，使用户无须了解设备的细节，大大地减少了用户的负担。

应该看到，管理程序这种半自动方式仍然需要太多的人工干预，而且用户算题都需进入机房，通过控制台打字机控制，并且要熟悉其中的命令，再就是CPU的高速与人工操作的慢速的矛盾仍然存在。由此，当计算机进入第三代后，人们对管理程序进行了扩充，使之发展成为系统软件的一个重要分支——操作系统。

需要指出：管理程序不仅是操作系统的前身，而且在现今操作系统中也是核心部分。

它具有程序精干、规模小、占用内存少等优点。特别是一些特殊应用范围，还是用管理程序来完成的计算机的监控和管理。如，在一些用于控制的计算机系统中，将管理程序封装在 ROM 中，监控机器的运行。

### 三、操作系统阶段

计算机发展到第三代，其运算速度、存取速度都大大提高，内存容量加大，外部设备增多，软件更加丰富，应用日益广泛。尤其是大容量磁盘的出现，给软件系统的发展不仅提出了强烈的要求，也提供了良好的物质条件。操作系统就是在这样的环境下，由管理程序发展而来。

第三代计算机，除电子元件采用中小规模集成电路外，在硬件技术上取得了两个方面的重大进展：一是通道技术的引进，二是中断技术的发展，使得通道具有中断主机工作的能力。所谓通道是专门用于控制输入输出设备且可独立于 CPU 与 CPU 并行工作的处理机，有的称为输入输出处理机。通道相对主机来说，一般速度较慢，价格较便宜。当需要传输数据时，CPU 只要命令通道去完成就行了。当通道完成传输工作后，用中断机构向 CPU 报告完成情况。这样，就可以把原来由 CPU 直接控制的输入输出工作转移给了通道，使得 CPU 主要用来数据处理工作。由此，在操作系统中，出现了多道程序系统、分时系统和实时系统（后面将作叙述）。

操作系统实现了计算机操作的自动化。在操作系统的管理下，系统资源的使用效率得到最大限度的提高，为用户提供了更方便的工作环境。

### 四、分布式操作系统阶段

随着计算机网络的产生，要求网间的通信，由此，出现了网络操作系统或分布式操作系统。分布式操作系统是在网络环境下网络用户与计算机网络之间的接口。

分布式操作系统除了应具有通常操作系统中所应具有的处理机管理、存贮管理、设备管理、文件管理及作业管理五大功能外，还应具备有网络管理模块的功能。

网络管理模块的主要功能是：①提供高效而可靠的网络通信能力；除了支持终端与计算机之间的通信外，还要支持计算机与计算机之间的通信，并提供多个“用户对”之间同时进行通信的能力，即将一条物理链路虚拟为多条虚链路，在异常事件时，还应具有及时进行处理的能力。②提供多种网络服务：为方便用户程序进行数据处理，通常提供的网络服务有：远程作业录入服务，分时系统服务，文件传输服务等。③实现通信控制、安全性、完整性控制等。

在分布式系统中，处理器可以互不相同，有微机、小型机乃至大型通用计算机。这些计算机在分布式系统中称为“节点”（Node）。建立分布式系统主要有四个原因：资源共享、加速计算、提高可靠性和通信。

资源共享是指能把具有不同功能的节点相互连接起来，在某节点上的用户就可以使用另一个节点中的资源。如：节点 A 上的用户可以使用另一节点中的资源。这里的资源包括硬件资源和软件资源，不是所有，至少是部分。

加速计算是指能把一个计算分解成多个能并行处理的子计算，可以把这些子计算分配到多个节点上去并发处理，并且还可均分负载，即当某节点上的作业负荷太重时，可以将

某些作业移到其它的节点上去处理，这样可提高计算速度。

提高可靠性是指某个节点的失效，对整个系统不会产生影响。特别是系统采用冗余技术后，系统可以在某些节点失效的情况下继续工作，并能及时检测出失效的节点，并采取恢复措施恢复这个节点，也可以由其它节点取代失效的节点，当失效节点恢复正常后，可将这个节点自然地连接到系统中来。

通信是指各个节点经通信网络联接起来后，在各个节点上的用户有了相互通信的机会，人们常以邮局为模式来建立这种通信系统，即：电子邮件，邮件信箱等。给网中的每个用户一个邮箱，每个节点唯一命名，用户可以把邮件送到同一节点或不同节点的用户手中。

当然，分布式操作系统还有许多问题有待解决，它的发展将随着计算机网络和通信技术的发展不断完善。本书在第八章对分布式系统作进一步介绍。

## 五、微机操作系统的发展

自 1970 年 PDP-11/20 作为第一台微型计算机进入市场以来，微型计算机得到了发展，对计算机的普及和应用起了巨大的作用。微型计算机从 Intel4004 和 8008 单芯片 8 位机，发展到 M68020、Intel-80386、80486 和 Pentium 等 32 位微处理器的系统。今天，微机已进入办公室，走进家庭。

由于早期微型计算机主要用于单用户情况下，故初期的微机系统只有常驻内存的监督程序。因为微机系统价格十分便宜，所以它们的操作系统设计不像大型计算机的操作系统那样追求充分发挥 CPU 及所有设备的利用率，并且在若干用户之间共享硬件资源。这样在操作系统的设计原则上主要是侧重交互作用的使用方式。

第一代微机系统主要由 8 位单片微处理器组成，其直接寻址范围为 64K 字节，速度也不够快，这时期的微机操作系统主要功能是文件管理，如 CP/M 操作系统。第一代微机操作系统主要有：Zilog 公司为 Z-80 微机配置的 RIO 单用户操作系统，Apple 公司为 Apple II 微机配置的 SOS 单用户操作系统，而 CDOS、RDOS 都是在 CP/M 基础上改写而成的。

随着微型机技术的发展，单片 16 位微处理器 Intel 8086，Z-8000 和 M68000 的出现，使微机进入了新时期。典型的操作系统有 MS-DOS（或称 PC-DOS）、ZMOS、XENIX（UNIX 的扩充版）和 MP/M 等。后来 32 位微机的推出，使微机的应用日益广泛，微机操作系统也有大发展，如 MS-DOS 的高版本更新、OS/2、XENIX、Windows 等操作系统，功能更强，用户使用平台更方便。

中国的办公事务离不开汉字。因此，在 1983 年底，原电子工业部第六研究所正式推出了中西文兼容磁盘操作系统 CCDOS。CCDOS 是在 PC-DOS 的基础上设计、改造的，它具有 PC-DOS 的全部功能，与 PC-DOS 兼容，可以使用 PC-DOS 支持的各种软件，且增加了汉字处理功能。由于 PC-DOS 的版本不断升级。功能不断增加，所以汉字操作系统的设计思想就有了新的变化。即西文操作系统的平台是必须的，在此基础上，加一个处理汉字的外壳，这样，就成为了汉字操作系统环境。如 SPDOS 和 UCDOS 等，这些汉字操作系统都是先要进入 MS-DOS（或 PC-DOS），所有 MS-DOS 的命令在汉字操作系统下都能使用。

微型计算机的迅速发展，对操作系统的发展提出了新的要求。微型计算机操作系统正在朝着实现多任务、多用户、局部网络、数据库、图形处理、自然语言理解等方面发展，这使得微机操作系统的功能越来越完善，更接近于小型或大型计算机操作系统的性能。

## § 1. 4 操作系统的类型

对操作系统的分类可以从不同的角度出发。例如，我们可以按照计算机硬件的规模将操作系统分为大型机操作系统，小型机操作系统和微型机操作系统。大型计算机性能较强，资源丰富，但价格昂贵，所配置的操作系统以充分发挥资源利用率和系统的吞吐量为其设计的基本出发点，并且追求系统的通用性。微型或小型计算机的资源种类少，管理也相对简单，对资源利用的有效性要求不那么突出，这样其操作系统的功能主要是文件管理和设备管理以及有限的数据库查询。

从操作系统的功能出发进行分类是被广泛采用的操作系统分类法。通常把操作系统分成三大类：多道批处理操作系统（简称多道批处理系统），分时操作系统（简称分时系统）和实时操作系统（简称实时系统）。下面分别予以介绍。

### 一、多道批处理系统

多道批处理系统是多道程序系统与批处理系统的结合。为了弄清多道批处理系统的含义，我们先看一下批处理系统和多道程序系统的概念。

#### 1. 批处理系统

顾名思义，批处理系统就是成批处理一些程序的系统。

批处理分为联机批处理和脱机批处理两种。

##### 1) 联机批处理

在联机批处理中，编制了一个常驻内存的监督程序，用来控制用户作业的运行。

其处理过程为：用户将所需解决的问题组成作业，交给操作员，操作员有选择地把若干作业合成一批，并把一批作业装到输入设备上，然后由监督程序控制送到辅存，再从辅存中将一个一个作业调入内存运行，直到全部作业处理完毕。

在此阶段，用户需用作业控制语言（JCL - Job Control Language）写出其算题要求，JCL 是系统提供给用户书写其程序的“上机说明书”的语言，它由一条条作业控制语句组成，作业控制语句是一种类似汇编指令的语句，用户通过它标识作业并告诉操作系统，如何进行作业的操作，何时调用编译程序以及如何控制作业运行等。

例如：某用户要求编译一段 FORTRAN 程序 A，然后汇编一段程序 B，再把这两个程序连接起来投入运行。用户的作业说明书形式可如下：

```
$ FTN A
$ ASM B
$ LINK A, B, C
$ RUN C
```

监督程序读进 \$ FTN 并解释，调出 FORTRAN 编译程序编译名为 A 的源程序，编译结束后，监督程序解释 \$ ASM，从而汇编名为 B 的源程序，再通过解释 \$ LINK，将 A.



B 连接起来形成 C。最后解释 \$ RUN，便开始运行用户程序 C。当这个用户的作业处理完后；‘监督程序便开始处理下一个用户的作业。待这一批作业都处理完后，系统操作员便将结果交给用户，然后开始处理下一批作业。

联机批处理实现了作业的自动定序，自动过渡。同早期手工操作相比，计算机的使用效率提高了，但是，作业的 I/O 是联机的，即输入时从外存调入内存，输出时又由内存送到有关的输出设备，这都由 CPU 直接控制。随着 CPU 速度的不断提高，高速的 CPU 与慢速的 I/O 设备的矛盾就更加突出，为此，引入了脱机批处理。

## 2) 脱机批处理

脱机批处理系统由主机和卫星机组成，如图 1-2 所示。卫星机又称外围计算机，它不与主机直接连接，只与外部设备打交道。作业通过卫星机输入到磁带上，当主机需要输入作业时，就把输入带从卫星机的磁带上取下，并装入到主机的磁带上。于是，主机可以连续地处理由输入带输入的许多用户作业，并把这些作业的运行结果不断地输出到输出带上。最后，多个用户作业的输出结果再通过卫星机连接的打印机打印出来。

由于这种脱机的批处理方式摆脱了不同用户作业之间的大量手工操作，并使主机与慢速的 I/O 设备并行工作，从而提高了主机的效率。而卫星机只完成输入、输出的简单工作，因而可以采用价格便宜的小型计算机。

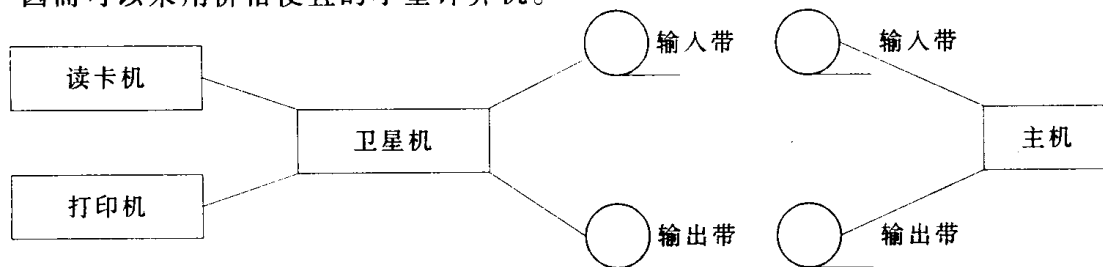


图 1-2 脱机批处理

脱机批处理又带来了一个问题，在实际中，许多用户程序不是一次就完全通过的（这中间可能有语法、词法、语义等错误，有时需多次反复），这就需要的周期较长，因用户不能及时修改。由此，就出现了多道程序系统。

## 2. 多道程序系统

在批处理系统中，无论是联机批处理，还是脱机批处理，作业运行总是要占用一段时间的 CPU，然后作一段时间的 I/O，再占用 CPU，再 I/O 等，这样交替地进行。这是一种单道顺序地处理作业（即串行）的方法，系统效率是不会得到充分提高的。一般会出现以下两种情况：

- 1) 以计算为主的作业（I/O 量少）会使外围设备出现空闲；
- 2) 以 I/O 为主的作业（计算量少）又会造成 CPU 的空载。

多道程序系统的引入就解决了以上的问题。

多道程序是控制多道程序同时运行的程序系统，由它决定在某一时刻运行哪一个作业，或者说，是在计算机内存中同时存放几道相互独立的程序，使它们在管理程序控制之下，相互穿插地运行，即使多道程序在系统内并行工作。

实际上，对于单 CPU 的情形，在某一给定时刻内，真正在 CPU 上执行的也只有一个作业，而其它作业，有的处于等待状态，有的处于挂起状态。多道程序系统的主要特征如

下：

- 1) 多道：即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：内存中的多道程序轮流地或分时地占有 CPU，交替执行。

引入多道程序系统的根本目的是提高 CPU 的利用率，充分发挥系统的并行性，这包括程序之间、设备之间、设备与 CPU 之间等的并行工作。

例如，现有一台 CPU，多台 I/O 设备，有两道程序 A、B，各自的执行情况如图 1—3 所示。若在 60ms 内分别看一看按单道程序方式运行和多道程序方式运行的轨迹及 CPU 的利用率。这里忽略监督程序的切换时间，并假设起始时首先运行程序 A。

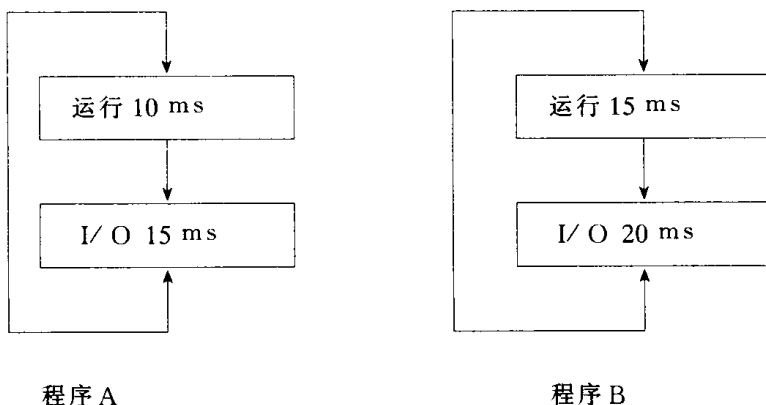


图 1—3 两道程序运行要求

- 1) 若按单道程序方式运行，其运行轨迹如图 1—4 所示。

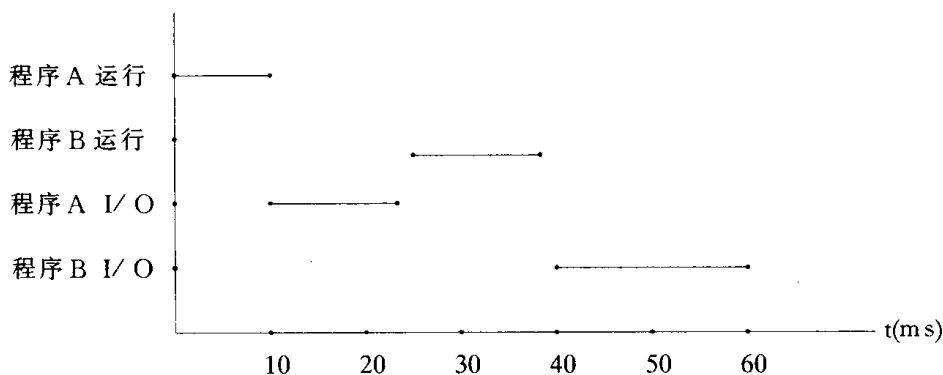


图 1—4 单道程序方式运行轨迹

由此可以得到，在 60ms 内，CPU 的利用率为： $25/60 = 41.7\%$ 。

- 2) 若按多道程序方式运行，其运行轨迹如图 1—5 所示。

由此可以得到，在 60ms 内，CPU 的利用率为： $50/60 = 83.3\%$ 。

### 3. 多道批处理系统

多道批处理系统有两个含义：一是多道，二是批处理。多道是指在计算机内存中同时存放多个作业，它们在操作系统的控制下并发执行，而且在外存中还存放有大量的作业，并组成一个后备作业队列，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