

# 操作系统

## 考研指导

计算机专业 **考研** 系列教材

曾平 编著



清华大学出版社

计算机专业考研系列教材

---

# 操作系统考研指导

曾平 编著

清华大学出版社

# (京)新登字 158 号

## 内 容 简 介

“操作系统”是计算机专业的一门重要专业基础课程,目前已成为大多数高校计算机及相关专业招收硕士研究生的必考科目之一。

本书作者根据多年的教学经验,针对操作系统课程内容丰富、学习量大、原理和算法十分抽象的特点,用简明的语言帮助读者梳理概念,通过分析典型的例题来突出解题思路,传授解题方法。书中同时精选了一大批近几年的高校考研试题(带“▲”的练习题),并给出详解或参考答案,供读者热身练习,检查学习效果。

全书共分9章,每章的开头给出该章的核心考点和考试频度(“★”号越多,考试频度越高),每章的后面列出了一些“基础要点”,而这些要点往往在考题中以选择题或填空题的形式出现。尽管本书是专为考研读者编写的,但也适合作为计算机及相关专业本科生“操作系统”课程的教材。

**版权所有, 盗版必究。**

**本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售。**

### 图书在版编目(CIP)数据

操作系统考研指导 / 曾平编著. —北京:

清华大学出版社, 2002

(计算机专业考研系列教材)

ISBN 7-302-06179-3

I. 操… II. 曾… III. 操作系统(软件)—研究生—入学考试  
—自学参考资料 IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 105907 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦, 邮编 100084)  
<http://www.tup.com.cn>

印刷者: 北京市耀华印刷有限公司

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18.25 字数: 438 千字

版 次: 2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 0001~6000

书 号: ISBN 7-302-06179-3

定 价: 27.00 元

## 《计算机专业考研系列教材》丛书序

计算机专业是当今最热门也是发展最迅速的学科之一，很多学生为了进一步提高专业水平和应用能力，纷纷报考计算机专业研究生。据统计，近几年报考计算机软件与理论、计算机应用和计算机与通信专业硕士研究生的考生远远超过报考其他专业的考生，其中有相当一部分考生原来所学并非计算机专业，还有很多考生是工作多年的在职人员。为了方便报考者复习计算机专业课程，我们特地组织一批计算机专业教学第一线的教授和副教授（其中大多数编写者多年参与硕士研究生入学专业试卷命题工作）编写了本套丛书。丛书包括：

1. 《C程序设计考研指导》
2. 《数据结构考研指导》
3. 《操作系统考研指导》
4. 《编译原理考研指导》
5. 《计算机组成原理考研指导》
6. 《离散数学考研指导》

**本丛书具有以下特点：**

► **讲述全面而详实**

本丛书全面涵盖各门专业课程的内容。不针对个别学校的命题特点，而是充分地讲授课程中的重点、难点和考点，并通过例题进行扩充与深化，使读者得以全面温习与提高，不留“死角”。

► **阐述简洁明了**

不同于本、专科教材，本丛书旨在使考生花较少的时间温习各门课程的内容，因此，不过多地解释简单的术语，尽可能地高度概括和总结基本概念，使读者将主要精力集中在解题过程中。

► **重点突出解题思路**

本丛书重点介绍解题的方式方法，不仅授人以“鱼”，更授人以“渔”。书中所选的例题和习题大多是计算机专业研究生入学考试试题（题目前标有“▲”号），并配上详解，具有很强的实战性。

### ► 强调内容的综合与提高

一般的教科书，按照内容的先后顺序按部就班地介绍。这种方式有助于初学者学习，但不便于综合复习，而考研题一般都具有很强的综合性，往往一道题涉及一本书中的好几个概念。本丛书打破了普通教材这种局限性，将相关的概念有机地融于一体，从而提高考生的解题能力。

### ► 答疑解惑

本丛书所选择的例题和习题大部分都具有较高的难度，书中不仅给出了答案，而且详细介绍解题思路和解题过程，有助于澄清概念和纠正误区。

尽管目前已有一些考研类参考书，但专门针对考研的系列教材还很少，本丛书希望在这方面作一些探索和尝试，起到抛砖引玉的作用。敬请广大读者和同行不吝赐教。

丛书编委会  
2002年10月

# 前 言

随着全国考研课程的改革,研究生入学考试由原来的5门课程改为政治、外语、基础和专业基础等4门课程,其中不再包含专业课(改为在复试中考试专业课)。作为计算机专业的一门重要的专业基础课程——“操作系统”,在计算机专业研究生入学考试及复试中占有较重要的地位,成为绝大多数高校招收计算机及相关专业硕士研究生的考试科目之一。

本书是作者针对操作系统课程内容丰富,学习量大,其原理和算法十分抽象的特点,在总结长期教学经验的基础上编写的。全书分为9章,第1章为概论,介绍操作系统的定义、功能及特点;第2章为进程描述与控制,介绍进程的定义,进程的状态及转换;第3章为进程同步与通信,介绍进程同步与通信的各种方法;第4章为调度与死锁,介绍进程调度算法及死锁;第5章为作业管理与用户接口,介绍作业调度及用户接口;第6章为存储管理,介绍存储器的各种管理方法;第7章为设备管理,介绍与设备管理相关的问题;第8章为文件管理,介绍文件结构及文件存储空间的管理;第9章为UNIX操作系统,介绍UNIX操作系统的设计思想及原理。每章的开头给出了该章的核心考点和考试频度,其中5个“★”号表示考试频度最大。

除了介绍操作系统的基本内容外,各章中还给出一些“基础要点”,列出了本章或本节中包含的一些最重要的概念,这些概念往往在考题中以选择题或填空题的形式出现。书中还收集了近几年来大量的高校操作系统考研试题(这些题目前加有“▲”号),并给出了详解或参考答案。

尽管本书是专为考研的读者编写的,但也适合于作为计算机及相关专业本科生“操作系统”课程的教材。

由于水平所限,尽管编者不遗余力,仍可能存在错误和不足之处,敬请读者批评指正。

作 者

2002年11月

# 目 录

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>第1章 概论</b>      | <b>1</b>  |
| 1.1 计算机系统概述        | 1         |
| 1.2 操作系统的形成和发展     | 2         |
| 1.2.1 手工操作阶段       | 2         |
| 1.2.2 脱机输入输出技术     | 3         |
| 1.2.3 批处理技术        | 3         |
| 1.2.4 多道程序设计技术     | 4         |
| 1.2.5 操作系统的形成      | 5         |
| 1.3 操作系统的基本类型      | 5         |
| 1.3.1 批处理操作系统      | 5         |
| 1.3.2 分时操作系统       | 6         |
| 1.3.3 实时操作系统       | 7         |
| 1.3.4 其他操作系统       | 8         |
| 1.4 操作系统的特征和功能     | 9         |
| 1.4.1 操作系统的特征      | 9         |
| 1.4.2 操作系统的功能      | 10        |
| 1.5 研究操作系统的几种观点    | 11        |
| 1.6 本章基础要点         | 12        |
| 1.7 练习题及参考答案       | 13        |
| <b>第2章 进程描述与控制</b> | <b>17</b> |
| 2.1 进程的引入          | 17        |
| 2.1.1 前趋图          | 17        |
| 2.1.2 程序的顺序执行      | 17        |
| 2.1.3 程序的并发执行      | 18        |
| 2.1.4 程序并发执行的条件    | 19        |
| 2.2 进程的定义及描述       | 19        |
| 2.2.1 进程的定义        | 20        |
| 2.2.2 进程的特征        | 20        |
| 2.2.3 进程和程序的关系     | 20        |
| 2.2.4 进程控制块        | 20        |
| 2.3 进程的状态          | 21        |
| 2.3.1 进程的三种基本状态    | 21        |
| 2.3.2 进程的创建状态和退出状态 | 22        |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 2.3.3 进程的挂起状态 .....      | 23        |
| 2.4 进程的控制 .....          | 24        |
| 2.4.1 进程的创建 .....        | 24        |
| 2.4.2 进程的撤消 .....        | 25        |
| 2.4.3 进程的阻塞与唤醒 .....     | 25        |
| 2.4.4 进程的挂起与激活 .....     | 26        |
| 2.5 线程 .....             | 26        |
| 2.5.1 线程的概念 .....        | 26        |
| 2.5.2 线程与进程的比较 .....     | 28        |
| 2.6 本章基础要点 .....         | 28        |
| 2.7 练习题及参考答案 .....       | 29        |
| <b>第3章 进程同步与通信 .....</b> | <b>33</b> |
| 3.1 基本概念 .....           | 33        |
| 3.1.1 临界资源与临界区 .....     | 33        |
| 3.1.2 互斥的概念与要求 .....     | 35        |
| 3.1.3 同步的概念与实现机制 .....   | 35        |
| 3.2 互斥的实现方法 .....        | 35        |
| 3.2.1 软件方法 .....         | 36        |
| 3.2.2 硬件方法 .....         | 38        |
| 3.3 信号量 .....            | 41        |
| 3.3.1 信号量及同步原语 .....     | 41        |
| 3.3.2 利用信号量实现进程互斥 .....  | 42        |
| 3.3.3 利用信号量描述前趋关系 .....  | 42        |
| 3.3.4 经典进程同步问题 .....     | 44        |
| 3.4 管程 .....             | 48        |
| 3.4.1 管程的定义 .....        | 48        |
| 3.4.2 用管程实现同步 .....      | 49        |
| 3.5 进程通信 .....           | 51        |
| 3.5.1 进程通信的类型 .....      | 51        |
| 3.5.2 消息传递系统 .....       | 51        |
| 3.6 本章基础要点 .....         | 54        |
| 3.7 练习题及参考答案 .....       | 55        |
| <b>第4章 调度与死锁 .....</b>   | <b>68</b> |
| 4.1 调度的层次 .....          | 68        |
| 4.1.1 作业调度 .....         | 68        |
| 4.1.2 进程调度 .....         | 69        |
| 4.1.3 中级调度 .....         | 69        |
| 4.2 进程调度 .....           | 70        |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 4.2.1 进程调度的功能 .....        | 70         |
| 4.2.2 进程调度的方式 .....        | 70         |
| 4.2.3 进程调度算法 .....         | 71         |
| 4.3 死锁 .....               | 74         |
| 4.3.1 死锁的概念 .....          | 74         |
| 4.3.2 死锁产生的原因和必要条件 .....   | 75         |
| 4.3.3 处理死锁的基本方法 .....      | 77         |
| 4.3.4 死锁的预防 .....          | 78         |
| 4.3.5 死锁的避免 .....          | 79         |
| 4.3.6 死锁的检测和解除 .....       | 83         |
| 4.4 本章基础要点 .....           | 85         |
| 4.5 练习题及参考答案 .....         | 86         |
| <b>第5章 作业管理和用户接口 .....</b> | <b>96</b>  |
| 5.1 用户与操作系统之间的接口 .....     | 96         |
| 5.1.1 命令接口 .....           | 96         |
| 5.1.2 程序接口 .....           | 97         |
| 5.1.3 图形用户接口 .....         | 98         |
| 5.2 作业调度 .....             | 98         |
| 5.2.1 作业的状态及转换 .....       | 98         |
| 5.2.2 作业调度 .....           | 100        |
| 5.2.3 调度性能的衡量 .....        | 101        |
| 5.2.4 常用的作业调度算法 .....      | 102        |
| 5.3 本章基础要点 .....           | 103        |
| 5.4 练习题及参考答案 .....         | 104        |
| <b>第6章 存储管理 .....</b>      | <b>111</b> |
| 6.1 存储管理概述 .....           | 111        |
| 6.1.1 存储管理的功能 .....        | 111        |
| 6.1.2 存储分配的方式 .....        | 112        |
| 6.1.3 重定位 .....            | 112        |
| 6.1.4 虚拟存储器 .....          | 114        |
| 6.2 单一连续分配式存储管理 .....      | 115        |
| 6.3 分区存储管理 .....           | 115        |
| 6.3.1 固定分区 .....           | 116        |
| 6.3.2 动态分区分配 .....         | 116        |
| 6.3.3 分区分配的动态管理 .....      | 119        |
| 6.3.4 分区的存储保护 .....        | 120        |
| 6.4 覆盖与交换 .....            | 121        |
| 6.4.1 覆盖技术 .....           | 122        |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 6.4.2 交换技术.....         | 122        |
| 6.5 分页存储管理 .....        | 123        |
| 6.5.1 分页原理.....         | 123        |
| 6.5.2 页表.....           | 124        |
| 6.5.3 基本地址变换机构.....     | 124        |
| 6.5.4 具有快表的地址变换机构 ..... | 125        |
| 6.6 请求分页存储管理.....       | 126        |
| 6.6.1 请求分页原理.....       | 126        |
| 6.6.2 页表.....           | 126        |
| 6.6.3 缺页中断与地址变换 .....   | 127        |
| 6.6.4 页面调度策略.....       | 127        |
| 6.6.5 页面置换算法.....       | 129        |
| 6.6.6 页的共享与保护 .....     | 132        |
| 6.7 分段与段页式存储管理.....     | 132        |
| 6.7.1 分段存储管理.....       | 133        |
| 6.7.2 段页式存储管理.....      | 135        |
| 6.8 本章基础要点 .....        | 136        |
| 6.9 练习题及参考答案.....       | 137        |
| <b>第7章 设备管理.....</b>    | <b>151</b> |
| 7.1 设备管理概述 .....        | 151        |
| 7.1.1 设备分类.....         | 151        |
| 7.1.2 设备管理的任务和功能.....   | 152        |
| 7.1.3 设备控制器与I/O通道.....  | 153        |
| 7.1.4 I/O系统结构 .....     | 154        |
| 7.2 输入输出(I/O)控制方式 ..... | 156        |
| 7.2.1 程序直接控制方式.....     | 156        |
| 7.2.2 中断控制方式.....       | 156        |
| 7.2.3 DMA控制方式 .....     | 157        |
| 7.2.4 通道控制方式.....       | 157        |
| 7.3 中断技术 .....          | 157        |
| 7.3.1 中断的基本概念.....      | 158        |
| 7.3.2 中断的分类与优先级.....    | 158        |
| 7.3.3 中断处理过程.....       | 159        |
| 7.4 缓冲技术 .....          | 159        |
| 7.4.1 缓冲的引入.....        | 159        |
| 7.4.2 单缓冲.....          | 160        |
| 7.4.3 双缓冲.....          | 161        |
| 7.4.4 循环缓冲.....         | 161        |

|                        |            |
|------------------------|------------|
| 7.4.5 缓冲池.....         | 161        |
| 7.5 设备分配.....          | 162        |
| 7.5.1 设备分配中的数据结构.....  | 162        |
| 7.5.2 设备分配策略.....      | 163        |
| 7.5.3 设备分配程序.....      | 164        |
| 7.5.4 Spooling系统.....  | 165        |
| 7.6 I/O软件的层次结构.....    | 166        |
| 7.6.1 中断处理程序.....      | 166        |
| 7.6.2 设备驱动程序.....      | 167        |
| 7.6.3 与设备无关的软件.....    | 167        |
| 7.6.4 用户空间的软件.....     | 169        |
| 7.7 本章基础要点.....        | 170        |
| 7.8 练习题及参考答案.....      | 171        |
| <b>第8章 文件管理.....</b>   | <b>175</b> |
| 8.1 文件系统的概念.....       | 175        |
| 8.1.1 文件和文件系统.....     | 175        |
| 8.1.2 文件分类.....        | 176        |
| 8.2 文件结构与存储设备.....     | 177        |
| 8.2.1 文件的逻辑结构.....     | 177        |
| 8.2.2 文件的物理结构.....     | 178        |
| 8.2.3 文件的存取方法.....     | 178        |
| 8.2.4 文件的存储设备.....     | 179        |
| 8.3 文件存储空间的分配与管理.....  | 183        |
| 8.3.1 文件存储空间的分配.....   | 183        |
| 8.3.2 空闲存储空间的管理.....   | 186        |
| 8.4 文件目录管理.....        | 187        |
| 8.4.1 文件目录.....        | 187        |
| 8.4.2 单级目录结构.....      | 188        |
| 8.4.3 二级目录结构.....      | 189        |
| 8.4.4 多级目录结构.....      | 190        |
| 8.5 文件共享及文件管理的安全性..... | 191        |
| 8.5.1 文件共享.....        | 192        |
| 8.5.2 文件保护.....        | 195        |
| 8.5.3 文件的转储和恢复.....    | 198        |
| 8.6 文件的使用.....         | 199        |
| 8.7 本章基础要点.....        | 199        |
| 8.8 练习题及参考答案.....      | 200        |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| <b>第9章 UNIX操作系统 .....</b> | <b>210</b> |
| 9.1 UNIX操作系统概述.....       | 210        |
| 9.1.1 UNIX系统的历史.....      | 210        |
| 9.1.2 UNIX系统的特点.....      | 211        |
| 9.1.3 UNIX系统核心体系结构.....   | 212        |
| 9.2 UNIX的进程描述.....        | 213        |
| 9.2.1 进程描述的数据结构.....      | 213        |
| 9.2.2 进程状态及其转换.....       | 214        |
| 9.2.3 进程上下文.....          | 216        |
| 9.3 进程控制与调度.....          | 218        |
| 9.3.1 进程控制.....           | 218        |
| 9.3.2 进程调度.....           | 220        |
| 9.3.3 进程切换.....           | 222        |
| 9.4 进程的同步与通信.....         | 223        |
| 9.4.1 软中断信号.....          | 223        |
| 9.4.2 管道.....             | 225        |
| 9.4.3 消息.....             | 227        |
| 9.4.4 共享存储区.....          | 230        |
| 9.4.5 信号量.....            | 232        |
| 9.5 存储管理 .....            | 233        |
| 9.5.1 请求调页管理的数据结构.....    | 233        |
| 9.5.2 偷页进程.....           | 235        |
| 9.5.3 请求调页.....           | 237        |
| 9.6 设备管理 .....            | 239        |
| 9.6.1 设备缓冲管理.....         | 239        |
| 9.6.2 核心与设备驱动程序的接口 .....  | 242        |
| 9.6.3 磁盘驱动程序.....         | 244        |
| 9.7 文件管理 .....            | 245        |
| 9.7.1 文件存储空间的管理.....      | 246        |
| 9.7.2 文件的物理结构.....        | 247        |
| 9.7.3 用户文件描述符表和文件表 .....  | 249        |
| 9.8 目录管理 .....            | 250        |
| 9.8.1 索引节点的管理.....        | 250        |
| 9.8.2 构造目录和删除目录.....      | 252        |
| 9.8.3 检索目录.....           | 252        |
| 9.9 文件系统的系统调用.....        | 253        |
| 9.9.1 系统调用open.....       | 253        |
| 9.9.2 系统调用creat.....      | 254        |
| 9.9.3 系统调用close.....      | 255        |

---

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 9.9.4 系统调用link和unlink..... | 255 |
| 9.9.5 系统调用read和write.....  | 256 |
| 9.10 本章基础要点.....           | 257 |
| 9.11 练习题及参考答案.....         | 258 |
| 参考文献 .....                 | 278 |

# 第 1 章 概 论

**核心考点：**操作系统的定义，操作系统的特点，操作系统的功能及分类，多道程序设计。  
**考试频度：**★★★

## 1.1 计算机系统概述

一个完整的计算机系统，不论是大型机、小型机还是微型机，都由两大部分组成：计算机硬件和计算机软件。通常计算机硬件是指计算机物理装置本身，它可以是电子的、磁的、机械的、光的元件或装置，或者是由它们组成的计算机部件和计算机本身。计算机软件是指由计算机硬件执行以完成一定任务的程序及其数据。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、编译程序、连接装入程序、数据库管理系统等；应用软件是为各种应用目的而编制的程序。

计算机硬件的基本组成如图1.1所示，通常也称为冯·诺伊曼结构，它由五部分组成：主机部分由运算器、控制器、存储器组成，外设部分由输入设备和输出设备组成。

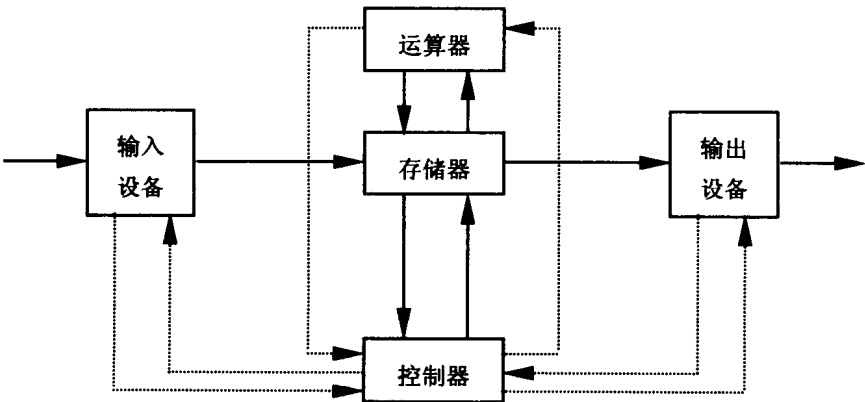


图 1.1 计算机的基本组成



没有配置软件的计算机称为裸机，它仅仅构成了计算机系统的物质基础，而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计算机。图1.2展示了这种情形。

从图1.2中可以看出，计算机的硬件和软件以及软件的各部分之间是一种层次结构的关系。裸机在最下层，它的上面是操作系统，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为功能更强、使用方便的机器，通常称之为虚拟机或扩展机，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，同时又向用户提供完成其工作所需的各种服务。

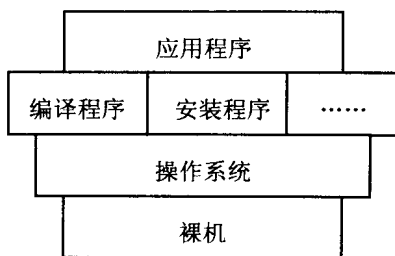


图 1.2 计算机系统的层次关系

操作系统是裸机上的第一层软件，是对硬件功能的首次扩充。引入操作系统的目的是：提供一个计算机用户与计算机硬件系统之间的接口，使计算机系统更易于使用；有效地控制和管理计算机系统内的各种硬件和软件资源，使之得到更有效的利用；合理地组织计算机系统的工作流程，以改善系统性能。

## 1.2 操作系统的形成和发展

为了更好地理解操作系统的基本概念、功能和特点，让我们首先回顾一下操作系统的形成和发展过程。

操作系统是由于客观需要而产生的，它伴随着计算机技术本身及其应用的日益发展而逐渐发展和不断完善。它的功能由弱到强，在计算机系统中的地位不断提高。至今，它已成为计算机系统核心，任何计算机系统都配置了操作系统。与计算机发展过程相对应，与操作系统相关的技术也经历了如下的发展过程：手工操作阶段（无操作系统）、脱机输入输出技术、批处理技术、多道程序设计技术。

### 1.2.1 手工操作阶段

在第一代计算机时期，构成计算机的主要元器件是电子管，计算机运算速度慢（只有几千次/秒），没有操作系统，甚至没有任何软件，人们采用手工操作方式操作计算机。在手工操作方式下，用户一个接一个地轮流使用计算机，每个用户的使用过程大致如下：先将程序纸带（或卡片）装入输入机，然后启动输入机把程序和数据送入计算机，接着通过控制台开关启动程序运行，当程序运行完毕，由用户取走纸带和计算结果。

这种手工操作方式具有用户独占计算机资源、资源利用率低及CPU等待人工操作的特

点。

随着CPU速度的大幅提高,手工操作的慢速与CPU运算的高速之间出现了矛盾,这就是所谓的人机矛盾。另一方面,CPU与I/O设备之间速度不匹配的矛盾也日益突出。为了缓和此矛盾,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,而后来引入的脱机输入输出技术才获得了较为令人满意的效果。

### 1.2.2 脱机输入输出技术

脱机输入输出技术是为了解决CPU与I/O设备之间速度不匹配的矛盾而提出的,它减少了CPU的空闲等待时间,提高了I/O速度。其输入输出方式如图1.3所示。

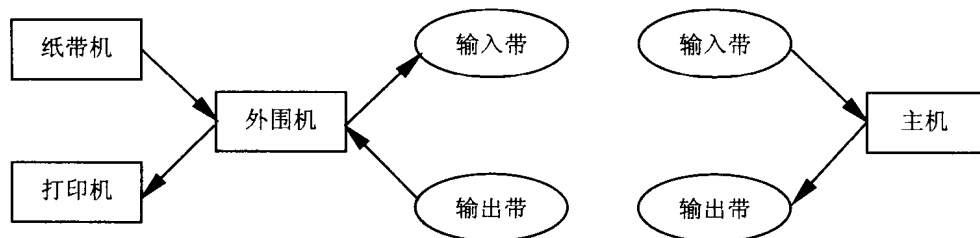


图 1.3 脱机输入输出方式

为解决低速输入设备与CPU速度不匹配的问题,可以将用户程序和数据在一台外围机(又称卫星机)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,从而大大加快了输入的速度,减少了CPU等待输入的时间。这就是脱机输入技术。

类似地,当程序运行完毕或告一段落,CPU需要输出时,无需直接把计算结果送至低速输出设备,而是高速地把结果送到磁带上,然后在外围机的控制下,把磁带上的计算结果由相应的输出设备输出。这就是脱机输出技术。

若输入输出操作在主机控制下进行则称之为联机输入输出。

采用脱机输入输出技术后,低速I/O设备上数据的输入输出都在外围机的控制下进行,而CPU只与高速的磁带机打交道,从而有效地减少了CPU等待慢速设备输入输出的时间。

### 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。

早期的计算机系统非常昂贵,为了能充分利用它,应尽量让系统连续运行,以减少空闲时间。为此通常是把一批作业以脱机输入方式输入到磁带上,并在系统中配置监督程序(它管理作业的运行,负责装入和运行各种系统程序来完成作业的自动过渡),在它的控制下,先把磁带上的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调入内存。计算机系统按这种方式对磁带上的作业自动地、一个接一个地进行处理,直至把磁带上的所有作业全部处理完毕,这样便形成了早期的批处理系统。

## 1.2.4 多道程序设计技术

在早期批处理系统中,每次只将一个用户程序调入内存运行,这种作业运行方式称为单道运行,图1.4给出了单道程序的工作情况示例。

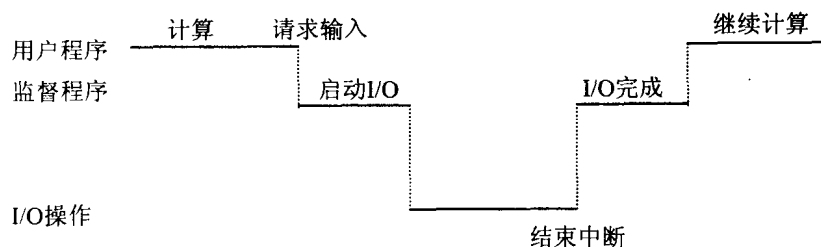


图 1.4 单道程序工作示例

从图1.4中可以看出,每当程序发出I/O请求时,CPU便处于等待I/O完成的状态,致使CPU空闲。为进一步提高CPU的利用率,引入了多道程序设计技术。

多道程序设计技术是“将一个以上的作业存放在主存中,并且同时处于运行状态。这些作业共享处理机、外围设备以及其他资源。”现代计算机系统一般都基于多道程序设计技术。图1.5给出了多道程序的工作情况示例。

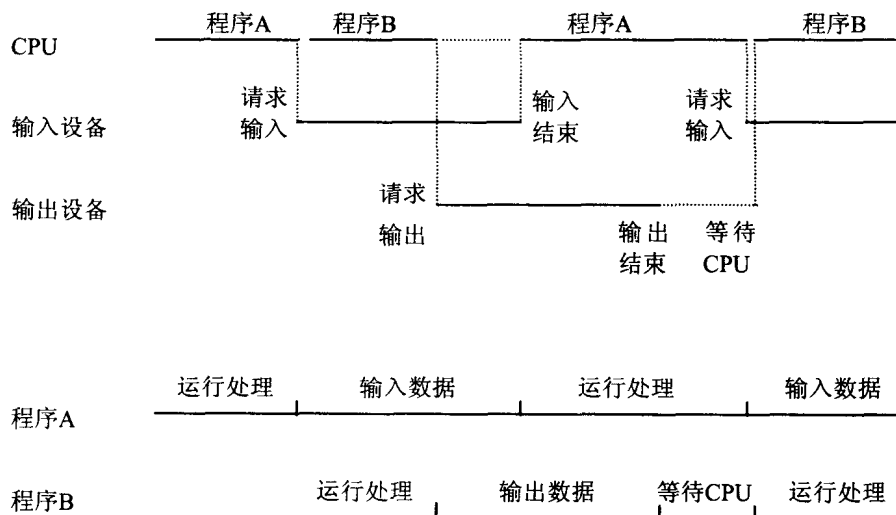


图 1.5 多道程序工作示例

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,内存中的多道程序轮流占有CPU,交替执行。