

孙钟秀 谢立 费翔林  
衣文国 谭耀铭 编著

AOZUO XITONG YUANLI

# 操作系统原理

人民邮电出版社

# 操作系统原理

孙钟秀 谢立 费翔林  
衣文国 谭耀铭 编著

人民邮电出版社

## 内 容 提 要

本书着重介绍操作系统方面的基本知识。全书除绪言外有七章，前六章较系统地叙述操作系统的主要功能和实现原理，第七章详细介绍了DJS 200/XT1G操作系统。

本书可作为大学计算机有关专业的教学用书，也可以作为计算机专业或有关专业工作人员学习操作系统的参考书。

J5640/02

### 操 作 系 统 原 理

孙钟秀 谢立 费翔林  
衣文国 谭耀铭 编著

人民邮电出版社出版  
北京东长安街27号

河南省邮电印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行  
各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32      1980年10月第一版  
印张：9 24/32页数：156      1983年10月河南第2次印刷  
字数：225千字      印数：8,501—18,500册  
统一书号：15045·总2442—有5186

定 价：0.91元

## 前 言

1973年开始，作者在南京大学计算机科学系（前为计算机专业）讲授操作系统原理课程。经过几年的教学实践并在总结设计研制一个系列机操作系统的基础上编著了本书。它可作为大学计算机科学系学生的教材，也可作为计算机工作者或有关专业的同志学习操作系统的参考书。

操作系统为用户、计算机软件和硬件之间提供接口，它涉及的内容较为广泛。在阅读本书之前，读者应学习过计算机原理、程序设计语言和编译方法。这样，易于掌握书中的要点和顺利阅读有关章节。

全书共有七章。第一至第五章介绍操作系统设计原理的五个基本内容，即处理器管理、存贮管理、文件管理、设备管理和作业管理。每个部分着重介绍基本功能、实现原理和设计方法。本书没有专门列入“资源管理”这样一章，而是把各种资源管理及其调度算法分散在上述各章中。理由是我们认为操作系统的各个部分都有资源管理问题。第六章“结构”的内容，已超出操作系统原理的范畴，它是为操作系统设计研制工作者而编写的。对于象从事计算机硬件的同志可跳过本章。第七章用一个我们设计和研制的操作系统来说明这些原理在实践中的运用，它起着对全书总复习的作用，使读者能对操作系统有一

个全貌的了解。每章后面附有习题，习题难度不一，读者可自行选择。书后附录列出了书中出现的有关操作系统名词的基本概念，供读者参考。

书中注意到把国内外有关操作系统设计方面的新概念、新思想、新方法吸收进来。但由于计算机科学的飞速发展和我们水平的限制，因而肯定还有不足，也难免有谬误之处，望读者指正，不胜感激。

作 者

1979年9月

# 目 录

## 绪 言

- 0·1 操作系统的形成和发展 ..... ( 1 )
- 0·2 操作系统的功能 ..... ( 5 )
- 0·3 操作系统的分类 ..... ( 7 )

## 第一章 处理器管理

- 1·1 中断装置 ..... ( 9 )
- 1·2 中断事件的处理 ..... ( 17 )
- 1·3 多道程序 ..... ( 25 )

## 第二章 存贮管理

- 2·1 基本概念 ..... ( 34 )
- 2·2 界地址存贮管理 ..... ( 36 )
- 2·3 页式存贮管理 ..... ( 44 )
- 2·4 段页式存贮管理 ..... ( 54 )

## 第三章 文件管理

- 3·1 文件和文件系统 ..... ( 62 )
- 3·2 文件的结构 ..... ( 73 )
- 3·3 文件的使用 ..... ( 103 )
- 3·4 文件的共享 ..... ( 107 )

## 第四章 设备管理

- 4·1 设备管理的功能 ..... ( 110 )

4.2 外部设备的中断处理 .....	( 111 )
4.3 外部设备的驱动 .....	( 117 )
4.4 外部设备的分配 .....	( 127 )
4.5 虚拟设备 .....	( 132 )

## 第五章 作业管理

5.1 作业和作业的控制方式 .....	( 140 )
5.2 作业控制语言 .....	( 149 )
5.3 终端命令 .....	( 172 )
5.4 作业调度 .....	( 186 )

## 第六章 结 构

6.1 进 程 .....	( 189 )
6.2 进程同步 .....	( 193 )
6.3 死 锁 .....	( 213 )
6.4 系统的构造 .....	( 223 )

## 第七章 实 例

7.1 概 述 .....	( 231 )
7.2 进 程 .....	( 232 )
7.3 系统配置 .....	( 243 )
7.4 内 核 .....	( 245 )
7.5 长存进程 .....	( 263 )
7.6 内存管理 .....	( 269 )
7.7 设备管理 .....	( 277 )
7.8 文件管理 .....	( 285 )
7.9 作业管理 .....	( 293 )
7.10 委托进程 .....	( 297 )

## 附录 名词解释

# 绪 言

## 0·1 操作系统的形成和发展

操作系统是随着计算机的发展而形成和发展的。这个过程大体可以分成四个阶段：

### 0·1·1 手工操作阶段

第一代的计算机速度较低，外部设备较少；它只有很简单的一些软件，如符号语言，汇编语言以及一些例行程序等。那时操作系统还没有出现，操作员是通过控制台的开关来进行操作的。在这种手工操作方式下，用户是一个个“串行”地上机算题的。当一个用户在算题时，计算机的全部资源（包括处理器、内存、外部设备、例行程序等）都归他支配。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进行控制。这种“亮灯显示，开关控制”的原始方式对于第一代计算机还是适应的。但是，随着第二代计算机的出现，这种方式就很不适合了。首先，人工操作只能作一些简单的控制。对于规模比第一代计算机大得多的第二代计算机，只允许一些简单的控制是不能满足需要的。其次，人工操作速度慢，对于速度较快的第二代计算机来说，这样做降低了计算机的效率。例如在一台第一代的计算机上花了一个小时计算了一个问题。在计算过程中，人工操作可能花去了3分钟，仅占全部时间的5%。但是，当计算机的速度提高了10倍以后，这个问题



可能只要计算 6 分钟；而人工操作如果仍需 3 分钟，就占了全部时间的 50%！第三，对于资源较多的第二代计算机，许多小的计算问题无需使用系统的全部资源。“独占全机”的做法浪费很大。所以，随着第二代计算机的诞生，不久就出现了管理程序——初级的操作系统。

### 0·1·2 管理程序阶段

五十年代末，计算机发展进入了第二代。不仅计算机的速度有了很大的提高，而且存贮容量也有了很大的增长。这就给软件的发展奠定了物质基础。在这期间，先后出现了 FORTRAN 和 ALGOL 等程序设计语言。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。

有了管理程序以后，操作员只要通过控制台打字机打入控制命令就可以操纵计算机。操作员打入的命令是由管理程序来识别和执行的。这样一来，不仅操作速度快，而且操作员可以方便地进行一些较为复杂的控制。当计算机运行中发生一些问题时，管理程序就控制计算机从控制台打字机上输出信息向操作员报告。这种输出信息不仅比“亮灯显示”所表达的更为丰富，而且操作员也易于理解。总之，有了管理程序后，用这种半自动方式来控制计算机不仅提高了效率而且还方便了使用。

管理程序不仅协助操作员操纵计算机，而且还管理计算机的内部资源。在管理程序的控制下，用户程序总是通过管理程序去启动外部设备的。启动外部设备的许多具体工作都是管理程序来做的。这样，用户就无需了解控制外部设备的许多细节，特别当外部设备发生故障时，管理程序将负责进行处理而不要用户费心。此外，管理程序还提供了文件系统，用户可以按文件名字而不是物理地址来存取信息。这不仅方便灵活而且

安全可靠。

特别值得注意的是，在管理程序控制下，允许几道程序同时被接受进入计算机并行地执行，即所谓多道程序设计。计算机的资源不再是“串行”地被一个个用户独占，而是可以同时为几个用户共享。采用了多道程序设计技术以后，计算机的效率有了很大的提高。据统计，处理器的利用率可以提高一倍以上。

### 0·1·3 操作系统阶段

到了第二代计算机的后期，特别进入第三代以后，软件有了很大的发展，它的作用也日益显著。功能简单的管理程序已经不能适应，进一步发展和扩大它的功能是很必要的了。同时第三代计算机内存容量和外存（特别是磁盘）的容量也很大，这就给发展管理程序准备好了物质条件。在这一期间，管理程序迅速地发展成为软件的一个重要分支——操作系统。

操作系统实现了对计算机操作的自动化。在操作系统控制下，用户不再需要进入机房去算题。他只要用系统提供的“作业控制语言”写出他的算题要求——作业说明书，然后将作业说明书和相应的程序、数据一起输入到计算机里。操作系统将根据作业说明书来控制计算机进行计算工作。操作员（或用户）不再需要对一个个的算题作具体的控制，而只要将一批批的算题汇同它们的作业说明书一起“成批”地输入到计算机里，然后由操作系统来逐个选择并按说明书来处理。这种全自动化的操作方式称为批处理方式，它不仅方便了操作员，而且还提高了效率。

在操作系统控制下，系统的资源管理水平又提高了一步。例如操作系统提供了预输入和缓输出功能（又称“斯普林”

SPOOLING)。在一个算题开始计算前，就利用处理器的空闲时间，将它计算时所需从纸带或其它设备上输入的数据预先输入至磁盘内存放。这样在它计算时不再需要访问速度缓慢的纸带输入机，而只要访问速度快得多的磁盘。同样，它计算出来的结果也不直接从行式打印机等外部设备上输出，而是先输出至磁盘上缓冲存放一下。到算题结束后，操作系统利用处理器的空闲时间从行式打印机或其它设备上成批地输出。采用了预输入和缓输出的方法后，计算机系统的效率又有了进一步的提高。

在第二代计算机的发展中，出现了分时系统。所谓分时系统是指由一个计算机系统和分散在各地通过通信线和计算机联接的终端设备一起组成的一个系统。终端设备是一个可以和通信线路联接的输入输出设备。用户从终端向计算机系统输入命令或其它数据，计算机系统把回答或计算结果从终端上输出告诉用户。对这样的一个分时系统来说操作系统是不可缺少的。它配置的分时操作系统将控制各个终端，调度处理器和其它系统资源来为终端用户服务，使每个终端用户都感到计算机随时都可响应为他服务。

#### 0.1.4 进一步发展

随着计算机网络和微处理机组成的多机系统的出现和发展，近几年来又发展了网络操作系统和分布式操作系统。此外，随着实时系统的发展，实时操作系统也有很大的发展。

随着操作系统的功能不断扩大，应用日益广泛，就要求总结已有的系统，开展理论研究工作，迅速提高水平，以适应新的发展。首先引起人们注意研究的问题是操作系统的结构问题。应该怎样构成操作系统使它更有效更可靠。近几年来，引

入了进程概念，开展了进程同步问题的许多研究以及关于操作系统正确性验证问题的许多研究。另一个值得注意的问题是研究可以用来编制操作系统程序的系统程序设计语言。有了这个工具，将使操作系统可以用高级程序设计语言来编写程序。这对缩短研制周期，提高可靠性等都有很深远的意义。此外，一些具体问题，如存贮器的管理、处理器的调度也有许多研究工作。

从操作系统的形成和发展过程可以看到，操作系统是随着计算机的硬件的发展和应用的日益广泛而发展的。但它也决不是消极地按硬件发展而发展，它的发展反过来又对计算机系统构筑以及程序设计语言发生很大的影响。今天，操作系统原理已成为从事计算机科学和工程方面工作的人员所不可缺少的一门基础知识。

## 0·2 操作系统的功能

操作系统的主要作用是提高效率、方便用户、减少错误。有了操作系统以后，计算机系统的资源能较为有效地被利用，因此整个系统的效率提高了。有了操作系统以后，用户或操作员无需了解许多有关硬件的细节，这样的机器使用起来方便多了。有了操作系统以后，可以自动地处理许多硬件故障和软件错误，特别还可以防止用户编制程序中所产生的一些错误，例如避免将信息错误地写入别人的磁带上，因此，错误减少了。

操作系统和硬件计算机（称为裸机）一起组成了一个效率更高，使用更方便，更可靠的“虚拟机”。在这个虚拟机的基础上建立了各种程序设计语言的编译程序和其它软件。操作员所“接触”的也是这个虚拟机。所以，操作系统可以看成是扩

充裸机功能的一层软件。操作系统所扩充的功能，即它所具有的功能，主要如下：

### 0·2·1 处理器管理

处理器管理的第一部分工作是处理中断事件。硬件的处理器只能发现中断事件并产生中断，但不能处理。配置了操作系统后，就能对各种中断事件进行处理。这是最基本的功能之一。一般管理程序也都具备这种功能。

处理器管理的第二部分工作是处理器的调度。处理器可能是一个也可能是多个，操作系统可能是为批量处理配置的，也可能是为分时处理配置的，还可能为实时处理配置的。各种不同情况，应采用不同的调度策略。

### 0·2·2 存贮管理

主要管理内存贮资源，也包括内外存交换信息的管理。操作系统的这一部分功能与硬件存贮器的组织结构密切相关。操作系统的设计者应根据硬件情况和使用需要，采用各种相应的有效调度策略。

### 0·2·3 信息管理

信息管理所做的工作与图书馆工作很类似。主要是从事信息的存贮和检索工作。早期的管理程序仅提供一个简单的文件系统。操作系统一般都提供一个功能较强的文件系统；有些还提供了数据库。

### 0·2·4 设备管理

管理各类外部设备，包括分配、启动和故障处理等。为了

提高效率，还引入了逻辑（虚拟）设备的概念，以实现预输入和缓输出的功能。

### 0.2.5 作业管理

作业管理的第一部分功能是提供了一个“作业控制语言”供用户写作业说明书用。同时还为操作员和终端用户提供了与系统对话的“命令语言”。

作业管理的第二部分功能是作业的调度。根据不同的系统要求，将制定各种相应的调度策略。

## 0.3 操作系统的分类

操作系统按照服务的对象大致可以分成四类：

### 0.3.1 批处理系统

在一般计算中心的计算机所配置的操作系统通常属于这一类。用户将要计算的算题、数据和作业说明书一起交给操作员。操作员将一批算题输入到计算机，然后由操作系统来控制执行。显然，这样可以提高系统的效率；但是，用户不能直接对作业进行控制，因此用户必须事先将作业的控制要求写下来输入给操作系统。当然这不如直接控制那样方便。

### 0.3.2 分时系统

在分时系统中，计算机的用户通过各自的终端共享一个计算机系统。终端用户可以通过终端输入他的程序和数据，并能直接在终端上控制作业的运行，最后从终端得到结果。用户也可以通过终端将作业说明书和程序，数据一起输入给操作系

统，由操作系统控制计算并从终端得到结果。

在实际使用中，通常分时系统也兼有批处理的功能。因为有时，例如夜间，往往终端用户很少，这时系统就利用空余的时间以批处理方式来处理送至机房的那些算题。

### 0.3.3 实时系统

实时就是计算机系统对外部输入的信息能够在规定的实在时间内处理完毕并送出反应。这个实在时间可长可短，主要是根据控制的实际对象来决定。具有这种功能的计算机系统称为实时系统。为实时系统配置的操作系统称为实时操作系统。

实时操作系统和上述两类操作系统有较大的区别。它往往不强调效率，而重视实时性和可靠性。首先系统要保证实时信息的处理能在规定的时间内完成。其次要有一些保证可靠性的措施。

### 0.3.4 网络操作系统

计算机网络是用通信线把多个分布在不同地点的计算机联接起来的一种网络。有了计算机网络以后，用户可以突破地理条件限制，方便地使用远地的计算机。这种将计算机和通信联接在一起的做法，使得计算机的应用提高到一个新阶段。

计算机网络的操作系统比一个计算机的操作系统复杂的多。首先，网络中有许多计算机，而各自有自己的操作系统。网络操作系统要把它们有机地联接起来。其次，网络上信息的传递是通过通信系统的，这和单机的情况也大不相同。第三，网络操作系统还必须考虑安全性和可靠性。总之，网络操作系统的发展为时还不长，它将随着计算机网络的进一步发展而不断前进。

# 第一章 处理器管理

## 1.1 中断装置

第一代的计算机没有处理事故的能力，当事故发生时，只好停机等待人工干预。这样不仅很不方便，而且效率很低。实际上，许多事故是可以处理的。例如，从磁带上读入一组信息，当发生读信息错误时，只要让磁带机回退再重读就可能克服错误。所以，第二代计算机就开始设置了用于处理事故的中断装置，当事故发生时，中断装置引出处理事故的程序来处理。进一步，中断装置不仅可用于处理由于硬件或软件错误所产生的事故，而且还可用来处理某种要求处理的事件。例如，外部设备工作结束时也发出中断请求，向系统报告它已完成任务。

所谓中断是指当发生某个事件（例如电源掉电、定点加法溢出或外部设备传输结束等等）时，为了对这个事件进行处理，中止现行程序的运行而引出处理事件的程序。产生中断的事件称为中断源。发现中断源而产生中断的硬件装置称为中断装置。

### 1.1.1 中断装置的职能

一般说，中断装置主要做以下三件事：

1. 发现中断源，提出中断请求。当中断装置发现多个中断源时，它将根据规定的优先级，先后发出相应的中断请求。



