



教育部高职高专规划教材
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai

操作系统原理与 Windows NT 系统

沈祥玖 主编
沈祥玖 李作纬 徐延峰 编著

16.86

高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS



教育部高职高专规划教材

操作系统原理与Windows NT系统

沈祥玖 主编

沈祥玖 李作纬 徐延峰 编著

高等教育出版社

内容提要

本书是教育部高职高专规划教材,全书共8章,主要包括:操作系统引论、文件管理、进程管理、存储管理、设备管理、作业管理、Unix和Linux操作系统简介。本教材以典型的Windows NT为范例,讲述基本概念以及操作系统的实际应用,避免了传统教材以设计操作系统为出发点、理论讲述过于深奥、结合具体的操作系统过少的缺点,内容丰富、通俗易懂。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校及本科院校举办的二级职业技术学院的计算机和相关专业教材,也可用作计算机培训班教材或供自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统原理与 Windows NT 系统 / 沈祥玖主编. —北京: 高等教育出版社, 2001 (2002 重印)
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-04-009946-2

I. 操… II. 沈… III. 计算机网络-操作系统
(软件), Windows NT - 高等学校: 技术学校 - 教材
IV. TP316.86

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 26479 号

操作系统原理与 Windows NT 系统
沈祥玖 主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京民族印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 17.25
字 数 390 000

版 次 2001 年 9 月第 1 版
印 次 2002 年 9 月第 3 次印刷
定 价 19.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来，在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下，各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看，具有高职高专教育特色的教材极其匮乏，不少院校尚在借用本科或中专教材，教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此，1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》（以下简称《基本要求》）和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》（以下简称《培养规格》），通过推荐、招标及遴选，组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师，成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍，并在有关出版社的积极配合下，推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种，用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间，在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上，充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验，解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题；然后再用2~3年的时间，在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上，通过研究、改革和建设，推出一大批教育部高职高专教育教材，从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求，充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的，适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司
2000年4月3日

前 言

操作系统原理是高职高专计算机专业的必修课，而适合于高职高专特点的操作系统原理教材比较少，特别是结合当代实际应用且理论联系实际的教材更少。传统的操作系统教材以设计操作系统为出发点，理论讲述过于深奥，结合具体的操作系统过少，不适合于高职高专的培养目标。

本教材以高职高专的学生为读者对象，基本理论以够用为度，以典型的 Windows NT 为实例，讲述操作系统的基本原理、基本概念以及操作系统的实际应用，通过该课程的学习，使学生不仅掌握操作系统的基本理论，通过上机实验和实习加深对基本理论和基本概念的理解，并且能够使用具体的操作系统。本书通过精心组织编排，前五章的前一部分讲述操作系统的基本原理、基本概念，后一部分讲述 Windows NT 的具体技术实现，前后呼应，互为补充。本书的基本结构为：第 1 章操作系统引论，第 2 章文件系统管理，第 3 章进程管理，第 4 章存储管理，第 5 章设备管理，第 6 章作业管理，第 7 章 UNIX 操作系统简介，第 8 章 Linux 操作系统简介。全书参考学时 70 学时左右，各学校可根据具体学时组织教学。

本书第 1、2 章由沈祥玖编写，第 3、6、7、8 章及附录由徐延峰编写，第 4、5 章由李作纬编写。全书由沈祥玖统编定稿，尹涛副教授审阅了全部书稿，并提出了不少宝贵建议。高等教育出版社的李琰编辑对本书的出版给予了大力支持和鼓励。在此一并致以热忱的谢意。

由于编者水平有限，本书可能还有不足之处，希望读者提出宝贵意见。

沈祥玖

2000 年 10 月 27 日于济南

目 录

第 1 章 操作系统引论	1
1.1 操作系统概述	1
1.1.1 什么是操作系统	1
1.1.2 操作系统的地位	1
1.1.3 操作系统的功能	2
1.2 操作系统分类	4
1.2.1 批处理系统	4
1.2.2 分时系统	5
1.2.3 实时系统	6
1.2.4 网络操作系统	7
1.2.5 通用操作系统	7
1.3 微机操作系统的形成和发展	8
1.3.1 MS-DOS 操作系统	8
1.3.2 微机多任务操作系统	8
1.3.3 Windows 操作系统	9
1.3.4 UNIX/XENIX 操作系统	10
1.4 Windows NT 简介	11
1.4.1 Windows NT 的发展	11
1.4.2 Windows NT 的特点	12
1.5 Windows NT 模块结构	17
1.5.1 Windows NT 结构纵览	17
1.5.2 用户模式与内核模式的比较	18
1.5.3 NT 结构部件	18
1.6 NT Executive 的重要组件	25
1.6.1 对象管理器 (Object Manager)	25
1.6.2 进程管理器 (Process Manager)	25
1.6.3 虚拟内存管理器 (Virtual Memory Manager)	26
1.6.4 本地过程调用功能 (Local Procedure Call Facility)	26
1.6.5 安全参考监视器 (Security Reference Monitor)	26
1.6.6 I/O 管理器 (I/O Manager)	27
本章小结	27
习题一	27

第 2 章 文件管理系统	29
2.1 概述	29
2.1.1 文件和文件系统.....	29
2.1.2 文件的分类.....	30
2.2 文件的结构及存取方法	31
2.2.1 文件的逻辑结构.....	31
2.2.2 文件的物理结构.....	32
2.2.3 文件的存取方法.....	34
2.2.4 文件存储空间管理.....	35
2.3 文件目录	36
2.3.1 单级和二级目录.....	36
2.3.2 文件目录检索.....	38
2.4 文件的使用	40
2.4.1 文件操作的系统调用.....	40
2.4.2 文件共享、保护和保密.....	42
2.5 Windows NT 文件系统.....	44
2.5.1 使用文件系统.....	45
2.5.2 长文件名.....	47
2.5.3 文件命名的注意事项.....	47
2.5.4 可恢复的文件系统.....	48
2.5.5 转化为 NTFS 分区.....	49
2.5.6 NTFS 文件压缩.....	50
2.5.7 支持可移动介质.....	50
2.6 磁盘管理员	50
2.6.1 启动磁盘管理员程序.....	51
2.6.2 配置磁盘管理员程序.....	51
2.6.3 改变显示.....	51
2.6.4 使用分区.....	52
2.6.5 创建分区.....	52
2.6.6 格式化分区.....	53
2.6.7 标记激活分区.....	54
2.6.8 创建扩展分区.....	54
2.6.9 创建逻辑分区.....	54
2.6.10 删除分区.....	54
2.6.11 分区特性.....	55
2.7 磁盘卷	55

2.8 使用镜像分区	56
2.9 使用条块组	56
2.9.1 带有奇偶校验的磁盘条块化	57
2.9.2 重建条块组	58
2.10 保存磁盘配置信息	58
2.11 DOS 文件管理的特点	58
本章小结	60
习题二	61
第 3 章 进程管理	62
3.1 进程的概念	62
3.1.1 进程概念的引入	62
3.1.2 进程的概念	64
3.1.3 进程状态	65
3.1.4 进程实体	67
3.2 进程的控制	69
3.3 进程调度	70
3.4 进程通信	73
3.3.1 进程的互斥与同步	73
3.4.2 加锁与开锁	74
3.4.3 信号量上的 P, V 操作	76
3.4.4 消息通信	80
3.5 死 锁	82
3.5.1 死锁的产生	83
3.5.2 死锁的解决方法	85
3.6 Windows NT 进程的相关概念	86
3.6.1 NT 的基元成分——对象、进程和线程	86
3.6.2 NT 的内核	95
3.7 NT 的线程调度	95
3.7.1 NT 调度概述	95
3.7.2 优先级	96
3.7.3 时间片	97
3.7.4 描述表切换	98
3.7.5 线程状态及调度	99
3.7.6 调整线程调度	101
3.7.7 对称多处理机系统上的线程调度	103
3.8 中断和异常处理	105

3.8.1 中断调度.....	106
3.8.2 异常调度.....	108
3.8.3 系统服务调度.....	109
3.9 NT 的同步与互斥机制.....	109
3.10 进程通信——本地过程调用 (LPC)	115
本章小结	116
习题三	117
第 4 章 存储管理.....	119
4.1 存储管理的目的和功能	119
4.1.1 内存的分配和管理	119
4.1.2 内存空间的共享	120
4.1.3 存储保护	120
4.1.4 存储扩充	120
4.2 覆盖和交换技术	120
4.2.1 覆盖技术	120
4.2.2 交换技术	122
4.3 虚拟存储技术	122
4.3.1 虚拟存储器的基本概念	122
4.3.2 虚拟存储器建立的主要问题	123
4.4 缓冲存储器	123
4.4.1 缓冲存储器的结构	124
4.4.2 缓冲存储器的工作原理	125
4.5 存储管理机制	126
4.5.1 分区存储管理	126
4.5.2 分页存储管理	129
4.5.3 分段存储管理	135
4.5.4 段页式存储管理	141
4.6 Windows NT 的内存管理	143
4.6.1 内存管理器的结构和功能	144
4.6.2 地址空间分布	147
4.6.3 地址变换	149
4.6.4 页面错误处理	154
4.6.5 页面调度策略和工作集	156
4.6.6 页块数据库	159
本章小结	164
习题四	165

第 5 章 设备管理	166
5.1 设备管理概述.....	166
5.1.1 设备的分类.....	166
5.1.2 设备管理的目标和功能.....	167
5.2 I/O 控制方式.....	168
5.2.1 查询方式.....	169
5.2.2 中断方式.....	169
5.2.3 直接内存存取方式.....	170
5.2.4 通道方式.....	170
5.3 缓冲技术.....	172
5.4 设备分配.....	174
5.4.1 设备分配策略.....	174
5.4.2 设备分配程序.....	177
5.5 Windows NT 的 I/O 系统.....	182
5.5.1 I/O 系统的结构.....	183
5.5.2 设备驱动程序.....	186
5.5.3 I/O 系统的数据结构.....	191
5.5.4 I/O 请求处理过程.....	194
本章小结.....	201
习题五.....	201
第 6 章 作业管理	203
6.1 作业的概念.....	203
6.2 作业调度.....	203
6.2.1 作业的状态及其转换.....	204
6.2.2 作业调度.....	205
6.3 用户与操作系统的接口.....	206
6.3.1 系统调用.....	207
6.3.2 作业级的用户接口.....	208
6.4 作业控制.....	209
6.4.1 脱机控制方式.....	210
6.4.2 联机控制方式.....	211
本章小结.....	211
习题六.....	212
第 7 章 UNIX 系统简介	213
7.1 UNIX 操作系统概述.....	213

7.2 系统结构	214
7.3 文件系统	215
7.3.1 UNIX 文件系统概述	215
7.3.2 文件目录结构和文件（路径）名	216
7.3.3 与文件有关的系统调用	217
7.4 进程管理	217
7.4.1 进程和进程控制块 PCB	217
7.4.2 进程控制	220
7.5 设备管理	222
7.6 管道 pipe	223
7.7 系统调用	224
7.8 Shell 语言简介	224
本章小结	228
习题七	228
第 8 章 Linux 系统简介	229
8.1 Linux 概述	229
8.1.1 Linux 的发展	229
8.1.2 Linux 的特性	230
8.2 Linux 文件系统	232
8.2.1 概述	232
8.2.2 EXT2 文件系统	233
8.2.3 Linux 的虚拟文件系统	235
8.3 Linux 内存管理	236
8.4 Linux 中的进程管理	237
8.4.1 Linux 的进程控制块	237
8.4.2 Linux 中的进程调度	238
8.4.3 Linux 中的进程控制	239
8.4.4 Linux 进程通信	239
8.5 Linux 中的设备管理	241
8.5.1 概述	241
8.5.2 Linux 中的设备驱动程序	242
8.6 Linux 的 Shell 简介	243
8.6.1 了解 Linux 的 Shell	243
8.6.2 Shell 的一般用法	243
8.6.3 Shell 编程	246
本章小结	247

习题八	247
附录 概念、术语解释	249
参考文献	262

第 1 章 操作系统引论

1.1 操作系统概述

1.1.1 什么是操作系统

现代计算机系统是一个相当复杂的系统，即使相当普及的个人电脑也是如此。我们都知 道，一个计算机系统由系统硬件、系统软件组成，系统硬件包括中央处理器（CPU）、内部存储器、输入/输出设备等；系统软件包括操作系统、各种语言处理程序、系统实用程序等。一台没有任何软件支持的计算机称之为裸机，用户直接使用裸机来编制和运行程序几乎是不可能的。必须有系统软件的支持，计算机系统才能为用户程序提供一个良好的编制与运行环境。因此，实际呈现在用户面前的计算机系统已是经过若干层次软件改造的计算机。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、有效地利用资源并增强整个计算机的处理能力。

正如图 1-1-1 所示，可把整个计算机系统，按功能上划分为四个层次，即硬件、操作系统、系统实用软件和应用软件。这四个层次表现为一种单向服务关系，即外层可以使用内层提供的服务，反之则不行。

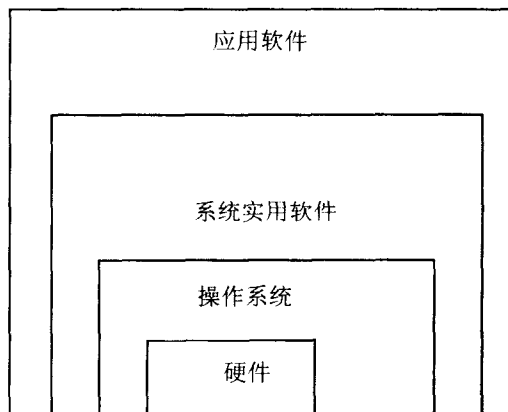


图 1-1-1 计算机系统的层次关系

1.1.2 操作系统的地位

系统硬件是计算机系统的基础，操作系统及其他软件最终还是要以机器指令来访问和控制各种硬件资源。硬件系统的组织结构也在不断地改进。目前大、中、小型计算机经常采用的一种硬件系统组织方式是以内存为中心，CPU 和 I/O 系统充分地并行工作，并且通

过这个双端口的内存相互通讯。I/O 通道是一台专用的 I/O 处理器，它接收 CPU 的委托，独立地执行自己的通道程序，以字节多路通道、成组多路通道和选择通道分别控制低速、中速和高速外围设备的工作。I/O 通道使 CPU 摆脱了对各种 I/O 设备的繁杂控制，而且还可使各种外围设备之间并行工作。即这种大、中、小型计算机系统是以 CPU 和 I/O 系统之间以及各 I/O 设备之间尽可能地并行工作来组织硬件系统，以换取更高的性能/价格比。

微型计算机系统普遍采用总线结构，以便能灵活扩充且方便维护。CPU 通过系统总线（含地址、数据和控制信息）与存储器、I/O 接口相连，各种外围设备通过 I/O 接口挂接到系统总线上。例如，IBM PC 和 PC/XT 微型计算机使用的标准 PC 总线（62 引脚）支持 8 位数据传输和 20 位地址，IBM PC/AT 微型计算机使用的扩展 PC 总线（62+36 引脚）支持 16 位数据传输和 24 位地址。在 IBM PC 系统微机中，是将接口控制卡（适配器卡）插入机箱内的“I/O 扩展槽”与系统总线连接，I/O 扩展槽也称为 I/O 通道，但它实际上只是系统总线的延伸。

在计算机系统的层次结构中，包围着系统硬件的一层就是操作系统（Operating System，简称为 OS）。它是最基本的系统软件，控制和管理着系统硬件（处理器、内存和外围设备），向上层的实用程序和用户应用程序提供一个屏蔽硬件工作细节的良好使用环境。正是操作系统把一个裸机变成了一个可“操作”的、方便灵活的计算机系统。另一方面，计算机中的程序、数据大多以文件形式存放在外存储器中，从而构成文件系统，接受操作系统的管理。所以，尽管操作系统处于系统软件的最低层，但却是其他所有软件的管理者。我们看到，操作系统层在计算机系统层次结构中是特殊的、极为重要的一层，它不仅接受硬件层提供的服务并向上层的系统实用软件层、应用软件层提供服务，而且还管理着全系统的硬件和软件资源。

系统实用软件层由一组系统实用程序（utility）组成，如语言编译程序（compiler）、文本编辑程序（text editor）、调试程序（debugging utility）、连接程序（linker）和系统维护程序（maintenance program）等。系统实用程序的功能是为应用软件以及用户加工自己的程序和数据提供服务，并为管理员对系统进行日常维护提供手段。例如：Microsoft 32 位 Windows 操作系统的基础是 32 位内核，由内核进行系统调度和内存管理。另外由于 32 位操作系统支持 32 位设备驱动器，因此操作系统和设备间的通讯就更为迅速。32 位 Windows 操作系统的许多其他特性来源于它对 Win32 API 的支持。这个 API 集合只能由 32 位内核系统支持，如 Windows NT 和 Windows 95/98 方能完全实现。使用 Win32 API 的好处是支持长文件名，可安装 32 位文件系统，并能更好地管理系统资源。

应用软件层中的各类软件很多，如数据库管理系统、办公自动化系统、事务处理系统等等。

1.1.3 操作系统的功能

前面我们从计算机系统的层次结构的观点，讨论了操作系统这个最基本的系统软件与系统硬件以及上层的系统实用软件、应用软件的关系。现在再从资源管理的观点，进一步看看操作系统应具备哪些功能。

引入操作系统的目的有如下两方面：

(1) 操作系统要方便用户使用。一个好的操作系统应给用户使用计算机提供一个良好的界面，使用户不必了解硬件和系统软件的细节就可方便地使用计算机。这里的“用户”是一个广义的概念，不仅包括系统的一般用户、系统管理员，还应包括系统实用软件的设计者。

(2) 操作系统应最大限度地发挥计算机系统资源的使用效率。这里的系统资源既包括 CPU、内存、外围设备等硬件资源，也包括程序和数据等软件资源（亦称信息资源）。应合理地组织计算机的工作流程，使这些硬、软件资源为多个用户所共享。

为了实现上述目标，操作系统通常具备以下五个方面的功能。

1. 进程管理

进程管理主要是对处理器进行管理。CPU 是计算机系统中最宝贵的硬件资源。为了提高它的利用率，采用了多道程序技术。如果一个程序因等待某一条件而不能运行下去时，就把处理器占用权转交给另一个可运行的程序。或者出现了一个比当前运行的程序更重要的可运行的程序时，后者应能抢占 CPU。为了描述多道程序的并发执行，就要引入进程的概念。通过进程管理协调多道程序之间的关系，以使 CPU 资源得到最充分的利用。

2. 存储管理

内存（又称主存）是另一宝贵的硬件资源。虽然 RAM 芯片的集成度不断地提高、价格不断地下降，但因需求量大，内存整体的价格仍较昂贵，而且受 CPU 寻址能力的限制，内存的容量也有限。因此，当多个程序共享有限的内存资源时，如何为它们分配内存空间，使它们既彼此隔离、互不侵扰，又能保证在一定条件下调用，尤其是当内存不够用时，如何把当前未运行的程序及数据及时调出内存，要运行时再从外存调入内存等等，都是存储管理的任务。

3. 设备管理

设备管理是指对计算机系统中除了 CPU 和内存以外的所有输入、输出设备的管理。除了进行实际 I/O 操作的设备外，还包括诸如设备控制器、DMA 控制器、通道等支持设备。外围设备的种类繁多，功能差异很大。设备管理的首要任务是为这些设备提供驱动程序或控制程序，以使用户不必详细了解设备及接口的技术细节，就可方便地对这些设备进行操作。另一任务就是利用中断技术、DMA 技术和通道技术，使外围设备尽可能与 CPU 并行工作，以提高设备的使用效率并提高整个系统的运行速度。

4. 文件管理

程序和数据以文件形式存放在外存储器（如磁盘、光盘、磁带）中，需要时再把它们装入内存。文件包括的范围很广，例如用户作业、源程序、目标程序、初始数据、结果数据等等，而且各种系统软件甚至操作系统本身也是文件。因此，文件是计算机系统中除 CPU、内存、外围设备以外的另一类资源即软件资源。有效的组织、存储、保护文件，以使用户方便、安全地访问它们，是操作系统文件管理的任务。

对上述四种资源的管理，其彼此之间并非是完全独立的，它们之间存在着相互依赖的关系。对每一种资源的管理，操作系统都要做到：记录资源的使用情况；以某种策略分配资源；回收资源。操作系统常借助于一些表、队列等数据结构来实施管理功能。

除了上述四个功能之外，操作系统还应该向用户直接提供使用它自己的手段，这就是操作系统的作业管理功能。

5. 作业管理

所谓作业，就是用户在一次算题过程中，或一次事物处理中，要求计算机系统所做工作的集合。例如，我们用 FORTRAN 语言编制了一个算题程序，那么要经过下列步骤：把源程序读入系统，对源程序进行编译、连接，运行目标程序，打印输出结果。上述每一步骤称为作业步骤，它们的总和完成了一个作业。用户应该如何向系统提交作业，操作系统应该如何组织和调度它们的运行来提高整个系统的运行效率？这就是作业管理的任务。

1.2 操作系统分类

不同的硬件结构，尤其是不同的应用环境，应有不同类型的操作系统，以实现不同的追求目标。通常，将操作系统分成如下三类：

- 批处理系统 (Batch Processing System)
- 分时系统 (Time-sharing System)
- 实时系统 (Real-time System)

1.2.1 批处理系统

批处理系统的设计目标是提高系统资源的使用效率和作业吞吐量（单位时间里处理作业的个数）。

这类操作系统要求用户使用系统提供的作业控制语言，来描述自己对作业运行的控制意图，并将这些控制信息连同自己的程序和数据一起作为一个作业提交给操作员。操作员启动有关程序将一批作业输入到计算机外存，由操作系统去控制、调试各作业的运行并输出结果。由于作业进入计算机系统后，用户不再对作业的运行进行人工干预，从而提高了系统的运行效率。

早期的批处理系统是单道的，一个作业调入内存后要直到正常运行结束或因某种原因运行不下去而中途退出后，系统才去调入下一个作业。作业总是一个接一个地顺序运行，当一个作业运行时它便独占了全机所有资源。显然，尽管这种单道批处理系统减少了作业交接时的机时浪费，但整个系统资源的利用率和运行效率却是很低的。其主要原因是处理器和输入/输出设备的串行工作方式，当作业进行输入/输出操作时处理器在空闲着，等待输入/输出操作的完成，这就浪费了大量的处理器时间。

为提高处理器资源的利用率，应尽可能地使处理器与输入/输出设备并行工作，这样便

相应地出现了多道技术。多道 (multiprogramming) 是指在内存中同时存放若干道用户作业, 允许这些作业在系统中交替地运行。如果这些作业搭配得合理, 就能使处理器与输入/输出设备高度并行工作, 当然, 这还需要中断机构等硬件的支持。多道技术看似简单, 实践起来并不容易, 如何使内存中的多道作业有条不紊地运行, 如何为它们分配资源, 这些问题促成了操作系统的重大进步。将多道技术引入批处理系统, 就成为一个多道批处理系统。现代计算机上的批处理系统, 差不多都是多道批处理系统。其工作流程大致如下: 各用户使用操作系统提供的作业控制语言, 描述作业运行时的控制意图以及对资源的需求, 然后将程序、数据以及这些信息一并交给操作员; 操作员可随时把一批批作业交给系统。在外存中存放后备作业, 系统根据一定的原则从后备作业中选择搭配合理的若干作业调入内存。搭配合理主要是指作业的选择既能充分利用系统各类资源又能满足不同用户的响应时间要求。在内存中的作业按多道方式组织它们的运行。例如, 某个作业因等待输入输出操作的完成而暂时不能继续运行下去时, 系统就使另一作业投入运行。这样, 内存中的多个作业交替运行, 某个作业运行完毕, 系统输出它的运行结果并回收分配给它的资源, 系统再从外存中调入另一个作业。作业不断地流入系统, 形成一个不断的作业流。这样的系统, 系统资源利用率高, 作业吞吐量大。

批处理系统的主要缺点是用户使用不太方便。用户把作业提交给系统后, 无法对作业运行中可能出现的意外情况进行干预, 于是程序中一个很小的错误就可能导致它无法继续运行。这种情况特别不利于程序的调试。

1.2.2 分时系统

一台计算机连接多个终端, 用户通过各自的终端分时地把作业送入计算机, 计算机又通过终端轮流地向各用户报告其作业的运行情况。这种计算机分时轮流地为各终端用户服务并能及时地对用户服务请求予以响应的系统, 就是分时系统。

分时系统的主要优点是它和多个终端用户的交互会话工作方式, 方便了用户使用计算机并可大大加快程序的调试过程。因此, 分时系统设计的主要目标是对用户请求的及时响应, 并在可能条件下尽量提高系统资源的利用率。

分时概念并不陌生。例如, 硬件设计技术中的 I/O 通道与 CPU 分时使用内存; 又如, 多道程序技术中的多道程序分时共享硬、软件资源。分时系统中的分时则不然, 它是把 CPU 的运行时间划分成一个个长短相等 (或基本相等) 的时间片, 并把这些时间片依次轮流地分配给各终端用户程序。系统中的终端数目是有限的, 只要时间片的长短确定得适当, 那么一个终端用户程序从放弃 CPU 到下次再得到 CPU, 只需经过不太长的而且可确定的一段时间 (例如 2~3s)。

多道批处理系统中, 用户无法干预程序的运行, 其中一个原因就是用户不知道系统何时把他的程序投入运行; 分时系统中, 用户程序从微观上看是“走走停停”, 但从宏观上看却总是在“走”, 用户的任何干预总能在 2~3s 时间内得到及时响应。用户的感受好像是一台 CPU 速度变慢的计算机在专门为他服务。

不难看出, 分时系统的基本特征是: