

全国高职高专规划教材

操作系统

Operating Systems

吴庆菊 主 编
王宝军 副主编



科学出版社
www.sciencep.com



全国高职高专规划教材

操作系统

吴庆菊 主 编
王宝军 副主编

科学出版社

北 京

内 容 提 要

操作系统是最重要的一种软件。作为操作系统一门课程,它是计算机及其相关专业的必修课,为了适应高职教育的发展和跟上计算机技术的潮流,结合高职高专教育的特点,编写了本教材。

全书共7章,以 Windows 98、Linux 为例,逐步深入到操作系统的理论知识。在介绍了操作系统概念的基础上,分别介绍了进程管理、作业管理、存储器管理、文件系统、设备管理,并介绍了 Windows 系列操作系统和 Linux 操作系统的发展以及 UNIX 操作系统。同时附有 Windows 98、Linux 的实验。

本书内容全面、选材适当、结构合理。既可作为高等职业院校计算机专业的教材,也可作为相关专业师生和科技工作者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统/吴庆菊主编. —北京:科学出版社,2003

(全国高职高专规划教材)

ISBN 7-03-012093-0

I. 操... II. 吴... III. 操作系统—高等学校:技术学校—教材

IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 073768 号

策划编辑:李振格 / 责任编辑:丁 波

责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华平面设计部

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年8月第 一 版 开本:787 × 1092 1/16

2004年1月第二次印刷 印张:13 1/4

印数:4 001 — 7 000 字数:298 000

定价:20.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

全国高职高专规划教材编委会名单

主 任 俞瑞钊

副主任 陈庆章 周必水 刘加海

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 雷 王筱慧 方 程 方锦明 卢菊洪 代绍庆

吕何新 朱 炜 刘向荣 江爱民 江锦祥 孙光弟

李天真 李永平 李良财 李明钧 李益明 余根墀

汪志达 沈凤池 沈安衢 张 元 张学辉 张锦祥

张德发 陈月波 陈晓燕 邵应珍 范剑波 欧阳江林

周国民 周建阳 赵小明 胡海影 秦学礼 徐文杰

凌 彦 曹哲新 戚海燕 龚祥国 章剑林 蒋黎红

董方武 鲁俊生 谢 川 谢晓飞 楼 丰 楼程伟

鞠洪尧

秘书长 熊盛新

本书编写人员名单

主 编 吴庆菊

副主编 王宝军

撰稿人 吴庆菊 王宝军 赵 方 万年红 张定俊 邵龙斌
朱旭萍

前 言

操作系统是计算机的核心软件，是计算机及其相关专业的必修课程；是所有计算机系统都必须配备的软件。其主要功能是管理计算机中的软硬件资源，使其得到充分的利用。

全书共七章，第1章给出操作系统的定义、类型、发展过程及操作系统特征；第2章引入进程的概念，介绍进程状态及其转换，进程控制、通信以及死锁问题；第3章引入作业的概念，介绍作业管理的功能，对交互式作业和批处理作业的提交方式作进一步的分析，介绍作业调度及 Linux 和 Windows 98 中的作业概念。第4章明确存储管理的职能是对主存储器中的用户区域进行管理，介绍不同的管理方式下如何实现存储保护、地址转换，主存空间的分配和回收、虚拟存储器的实现原理和方法。第5章介绍文件及文件系统的基本概念，文件系统如何对文件进行组织、存取和保护，包括文件的逻辑结构、物理结构、目录管理、存储空间管理，以及对文件的各种操作、文件的共享、安全与控制问题。第6章对计算机的外设有一个明确的划分，介绍了种类繁多的外围设备，明确设备管理的目标和功能，介绍了设备驱动程序的概念以及设备管理中所涉及到的一些重要技术如中断技术、缓冲技术和 SPOOLing 技术。第7章介绍了实用操作系统 Windows 系列和 Linux 操作系统的发展历程；并对 Unix 操作系统作了较详细的介绍。

本书第1章由赵方编写、第2章由王宝军编写、第3章由万年红编写、第4章由吴庆菊编写、第5章由张定俊编写、第6章由邵龙斌编写、第7章由朱旭萍编写，邵龙斌编写了所有实验，实验中涉及到的程序全部调试通过。全书由吴庆菊负责统稿。

由于编者的水平有限，加之时间仓促，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2003 年 6 月

目 录

第1章 计算机操作系统概述.....	1
1.1 操作系统概述.....	1
1.1.1 操作系统的几种观点.....	1
1.1.2 操作系统的定义.....	2
1.1.3 操作系统在计算机系统中的地位.....	2
1.2 操作系统发展历程.....	3
1.2.1 手工操作阶段.....	3
1.2.2 批量处理阶段.....	3
1.2.3 执行系统阶段.....	4
1.2.4 操作系统的形成阶段.....	5
1.3 操作系统分类.....	6
1.3.1 多道批量处理系统.....	6
1.3.2 分时系统.....	7
1.3.3 实时系统.....	8
1.3.4 网络操作系统.....	9
1.3.5 分布式操作系统.....	9
1.4 操作系统的功能和特征.....	10
1.4.1 操作系统的功能.....	10
1.4.2 操作系统的新特征.....	10
习题.....	11
第2章 进程管理.....	13
2.1 进程的概念及描述.....	13
2.1.1 进程的引入.....	13
2.1.2 进程的定义.....	16
2.1.3 进程的描述.....	17
2.1.4 进程状态及其转换.....	19
2.2 进程控制.....	20
2.2.1 原语.....	21
2.2.2 进程控制原语.....	21
2.2.3 进程调度算法.....	25
2.3 进程的互斥与同步.....	28
2.3.1 互斥与同步的概念.....	28

2.3.2	信号量机制.....	31
2.3.3	进程互斥的实现.....	33
2.3.4	进程同步的实现.....	35
2.3.5	同步与互斥的混合问题举例.....	39
2.4	进程通信.....	41
2.4.1	电子邮件.....	41
2.4.2	对话.....	42
2.4.3	管道文件.....	43
2.5	死锁.....	43
2.5.1	死锁的形成与死锁的定义.....	44
2.5.2	产生死锁的必要条件.....	47
2.5.3	排除死锁的方法.....	47
2.6	进程的实例.....	51
2.6.1	Linux 系统中的进程.....	52
2.6.2	Windows 98 系统中的进程.....	57
	小结.....	60
	习题.....	60
第 3 章	作业管理.....	64
3.1	作业与作业步.....	64
3.2	用户界面.....	64
3.2.1	操作系统是用户和计算机之间的接口.....	64
3.2.2	系统调用的实现.....	65
3.2.3	用户界面.....	66
3.3	交互式作业与批处理作业.....	66
3.4	作业调度.....	67
3.5	作业的实例.....	70
	小结.....	72
第 4 章	存储管理.....	75
4.1	实用系统中的存储管理.....	75
4.1.1	MS-DOS 存储管理.....	75
4.1.2	Windows 98 存储管理.....	76
4.2	存储管理概述.....	76
4.2.1	基本概念.....	76
4.2.2	存储管理功能.....	77
4.2.3	地址重定位.....	77
4.3	存储器的连续分配方式.....	79
4.3.1	单一连续分配.....	79
4.3.2	固定式分区分配方式.....	79
4.3.3	可变分区分配方式.....	81

4.4 存储器的离散分配方式.....	84
4.4.1 分页存储管理.....	84
4.4.2 分段存储管理方式.....	86
4.4.3 段页式存储管理方式.....	88
4.5 虚拟存储器管理.....	90
4.5.1 虚拟存储器.....	90
4.5.2 请求分页存储管理.....	91
4.5.3 请求分段存储管理方式.....	96
4.5.4 Windows 98 虚拟存储技术.....	98
小结.....	99
习题.....	99
第 5 章 文件系统.....	101
5.1 Windows 98 中的文件.....	101
5.2 文件系统概述.....	103
5.2.1 文件与文件系统.....	103
5.2.2 文件系统的功能.....	104
5.3 文件的结构及存取方法.....	104
5.3.1 文件逻辑结构.....	104
5.3.2 文件物理结构.....	105
5.3.3 存取方法.....	106
5.4 文件存储空间的管理.....	107
5.4.1 磁盘组织.....	107
5.4.2 MS-DOS/Windows 98 FAT 磁盘结构.....	108
5.4.3 Windows NT 文件系统 NTFS 磁盘结构.....	110
5.5 文件的目录及目录管理.....	111
5.5.1 目录结构.....	111
5.5.2 目录管理.....	113
5.5.3 Linux 的目录结构特点.....	113
5.6 文件的共享与安全.....	115
5.6.1 文件共享.....	115
5.6.2 文件保护.....	116
小结.....	119
习题.....	120
第 6 章 设备管理.....	122
6.1 设备管理概述.....	122
6.1.1 设备的分类.....	122
6.1.2 设备管理的功能.....	123
6.2 输入 / 输出控制方式.....	124
6.2.1 程序控制方式.....	124

6.2.2 中断控制方式.....	125
6.2.3 DMA 控制方式	126
6.2.4 通道控制方式.....	128
6.3 设备分配.....	128
6.3.1 设备分配策略.....	129
6.3.2 设备分配程序.....	130
6.3.3 SPOOLing 技术.....	132
6.4 缓冲技术.....	133
6.5 磁盘 I/O.....	134
6.5.1 磁盘的结构.....	134
6.5.2 磁盘的容量.....	135
6.5.3 磁盘的访问时间.....	135
6.5.4 磁盘的调度算法.....	136
6.6 设备处理程序.....	137
6.6.1 设备处理程序的功能和处理方式.....	137
6.6.2 设备处理程序的处理过程.....	138
6.6.3 中断技术.....	138
6.7 Linux 系统中的设备管理.....	140
小结.....	143
习题.....	144
第 7 章 操作系统实例分析.....	147
7.1 Windows 操作系统概述.....	147
7.1.1 Windows 操作系统的产生和发展.....	147
7.1.2 Windows 操作系统的特点.....	148
7.1.3 Windows 98 操作系统的文件系统和资源树状结构	150
7.1.4 Windows 2000 操作系统.....	151
7.2 Linux 操作系统概述.....	152
7.2.1 Linux 历史.....	152
7.2.2 Linux 用户.....	152
7.2.3 Linux 的功能.....	153
7.2.4 Linux 的缺陷.....	154
7.2.5 Linux 与其他操作系统性能对比.....	155
7.2.6 网络服务.....	155
7.2.7 中文及窗口环境支持.....	156
7.2.8 红旗服务器 2.0 版本主要特性介绍	156
7.3 UNIX 操作系统.....	156
7.3.1 UNIX 系统基本概念.....	157
7.3.2 UNIX 系统的初步使用.....	162
7.3.3 UNIX 的体系结构及特点.....	164

7.3.4 UNIX 的存储管理.....	165
7.3.5 UNIX 的进程管理.....	168
习题.....	175
第 8 章 实验	177
实验 1 Windows 98 系统性能监视.....	177
实验 2 Linux 下实现进程管理.....	178
实验 3 Windows 98 屏幕命令的实现.....	182
实验 4 Linux 下获取系统当前时钟.....	182
实验 5 Windows 98 的存储管理.....	183
实验 6 Linux 系统的存储管理.....	185
实验 7 磁盘的格式化.....	189
实验 8 Linux 的虚拟文件系统 (VFS)	193
实验 9 注册表的使用.....	194
实验 10 Linux 系统设备管理实例.....	198

第 1 章 计算机操作系统概述

本章要点

本章从资源管理观点、用户观点、进程观点分析操作系统，以使读者能更好的理解操作系统的概念、掌握操作系统的基本功能和基本特征。

本章难点

- 操作系统的概念
- 操作系统的特性
- 操作系统的分类
- 操作系统的功能与特征

1.1 操作系统概述

1.1.1 操作系统的几种观点

不同的人出发点不同，看待操作系统的角度也不同，对于一般用户来说，要求系统提供服务，但不需要了解计算机内部是如何工作的；对系统设计员来说，则要考虑如何设计出合理的系统，能使计算机各个部件正确执行，实现各种系统功能；对于专门研究程序和数据流通的人员来说，则希望能了解系统动态执行的过程。这些不同的观点体现操作系统的不同侧面。这里从进程观点、资源管理观点和用户的观点进行介绍。

1. 用户观点

操作系统就是用户和计算机之间的接口，也就是说，用户通过操作系统使用计算机。从用户的角度来看操作系统，用户要求计算机能提供各种服务，使其感到方便好用，计算机实现这些功能过程由操作系统负责组织。操作系统为用户提供两种接口：程序级接口和作业控制级接口。

① 程序级接口，由一组系统调用命令组成。用户在编辑程序时使用系统调用命令调用操作系统提供的子功能。

② 作业控制级接口，即键盘命令和作业控制语言。在联机工作时，用户使用键盘命令，通过控制台或终端打入命令，向系统提出各种要求；在脱机工作时，利用作业控制语言来控制作业的运行。

2. 资源管理观点

操作系统的资源管理观点的实质是把操作系统看成是计算机系统的资源管理程序。在计算机系统中有两类资源：硬件资源和软件资源。按其作用来说，计算机系统也可分为四大类资源，即处理机、存储器、外部设备和信息。这四类资源构成了操作系统本身和用户作业赖以活动的物质基础和工作环境。它们的使用方法和管理策略决定了整个操作系统的规模、类型、功能和实现。基于这一观点，就可以把操作系统看成是由一组资源管理程序所组成的。对于上述四类资源，可以把操作系统划分成处理机管理、存储管理、设备管理和信息管理（即文件系统）四大部分，并分别进行分析研究。由此可以用资源管理的观点组织操作系统的有关内容，为用户提供一种简单、有效的资源使用法，充分发挥资源的利用率。

3. 进程观点

多道程序出现后，同一时间在系统中存在多个并发程序，这些程序独立运行，但它们在推进过程中又存在相互的制约关系，进程的引进就是为了描述这些并发程序之间的动态执行过程。操作系统的作用是对进程进行管理，如创建进程、运行进程、撤销进程以及进程通信的管理等。

1.1.2 操作系统的定义

通过上面分析可知，可以从不同的角度出发看待操作系统，因此关于操作系统，至今尚无严格、统一的定义。对操作系统的定义有各种说法。

首先从计算机系统的构成说起，一个计算机系统由两部分构成：系统硬件和系统软件。系统硬件是构成计算机系统时必须配置的全部设备，它为形成和组织一个计算机系统提供了控制机构。系统软件是一个计算机系统必须配置的程序和数据的集合，它是专为计算机系统所配置的，诸如各种程序设计语言的处理程序、标准程序库和系统维护程序，最主要的系统软件自然是操作系统。

由此可见，操作系统本身是系统软件的一部分，其物质基础是系统硬件。系统软件和系统硬件称为计算机系统资源，而操作系统是管理系统资源的机构，使得这些资源得到有效利用。

作为系统软件的操作系统，应为用户提供他们用户界面和所需的各种服务，使其成为用户和计算机之间的接口，用户通过操作系统方便简单地操作计算机。对此，要求操作系统能合理地组织计算机系统的工作流程，优化系统功能的实现，以便提高系统的处理能力。

因此，操作系统是直接对计算机系统的硬件和软件资源进行控制和管理，合理地组织计算机工作流程以及方便用户操作的程序集合。

1.1.3 操作系统在计算机系统中的地位

操作系统是计算机系统中配置的一个重要系统软件，一个计算机系统可以看成是硬件和软件按层次结构组成的系统，如图 1.2 所示，该系统由三层组成。其中每一层代表一组功能并提供相应的接口。所谓接口，就是掩盖层内功能实现的细节，向外部提供的使用约定。

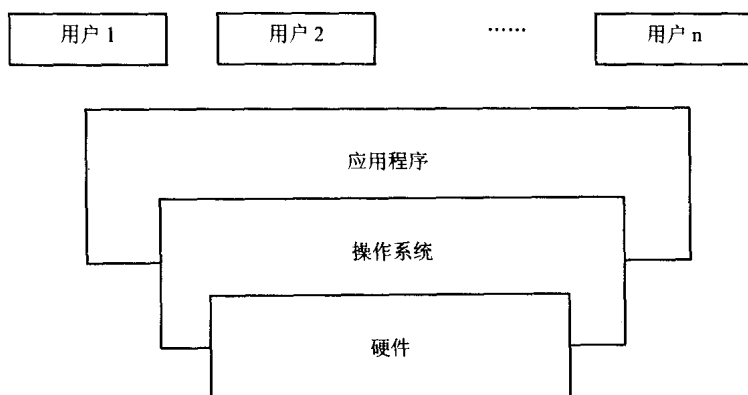


图 1.1 计算机系统的层次结构

硬件层（即裸机）包括一个具有一组指令系统的处理器，可供访问的存储器以及系统的 I/O 结构，它是操作系统设计和工作的基础。

操作系统层是硬件层的第一次扩充，在这一层上实现了操作系统的全部功能，并提供了相应的接口。

1.2 操作系统发展历程

为了帮助读者更好地理解操作系统，我们回顾一下操作系统形成和发展的历史。操作系统是随着计算机的发展而形成并发展起来的，如今离开了操作系统计算机将无法运行。操作系统的发展综合起来可划分为如下四个阶段。

1.2.1 手工操作阶段

在 20 世纪 50 年代末期以前的第一代计算机中，操作系统尚未出现，那时只是手工操作。操作员通过控制台的各种开关来指挥各个部分的运行（如装入卡片或纸带、按电钮和查看存储单元等）。

这种方式有以下两个明显的缺陷。

① 当一个用户开始操作后，全部计算机资源都被他独占，一直到他完成所有操作时才把这些资源转让给下一用户。

② 操作是联机的，输入输出也是联机的，CPU 的执行要等待人工操作完成。

这种操作方式在计算机速度较慢的情况下是允许的。当计算机速度大大提高以后，就暴露出其缺陷，操作时间远远超过了机器运行时间。由此可见，缩短手工操作时间就显得非常必要了。

1.2.2 批量处理阶段

人们首先想到的就是一个作业到另一个作业的过渡，要摆脱人工干预，使其自动进行。批量处理又可分为：

（1）早期的批量处理

为了缩短作业的建立时间，人们研制了监督程序。把很多的用户作业集中到一起，成批地进行处理，构成了作业自动执行序列，当一个作业结束后，利用监督程序来启动下一个作业。

早期的批量处理中操作员把用户提交的若干个作业集中成为一批，并将其各个卡片叠放在读卡机上，由监督程序输入到磁带上，然后自动调度一个作业执行，一个作业完成后，调度下一个作业；该批作业全部完成之后，监督程序又从读卡机上输入另一批作业，保存在磁带上，并按上述步骤重复处理。这样，监督程序不停地处理各个作业，从而实现了作业到作业的自动转换，缩短了作业建立时间和手工操作时间。

(2) 脱机批量处理

在早期批量处理中，作业的输入输出都是联机的。也就是说，作业信息由卡片送到磁带，再由磁带调入内存，以及计算结果在打印机上输出，这些都是由 CPU 来处理的，这种联机输入输出的缺点是速度慢。为此，在批量处理中引进了脱机输入输出技术。除主机外，另设一台卫星机，该机只与外部设备打交道，不与主机直接连接，如图 1.3 所示。读卡机上的作业卡通过卫星机输入到磁带上，而主机只负责从磁带上把作业调入内存，并予以执行。作业完成后，主机负责把结果输出到磁带上，然后再由卫星机把磁带上的信息在打印机上输出。这样一来，输入输出工作脱离了主机，这里的卫星机的工作可以和主机的执行同时进行，这与早期的批量处理系统相比，提高了处理能力。

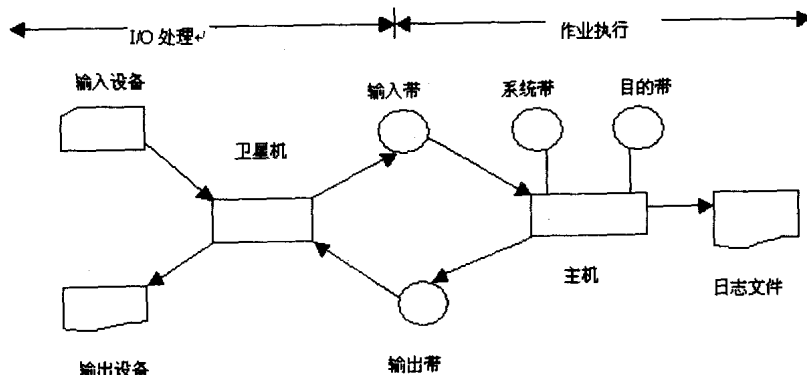


图 1.2 脱机批量处理

1.2.3 执行系统阶段

从 20 世纪 50 年代末期到 60 年代初期，硬件获得了两方面的进展：一是通道的引进，二是中断的出现。

通道是可以与 CPU 并行操作的专门用来控制 I/O 设备的处理机。它一旦被启动，就独立于中央处理机而运行。这样就能做到输入输出操作与主机并行工作。所谓中断，就是在输入输出结束时或硬件发生某种故障时，由相应硬件向主机发出提供中断处理程序和输入输出控制服务 (IOCS)。主机和通道的通信通过主机向通道发出执行指令，通道执行完成后发送中断信号，主机通过响应中断来获取通道执行状态信息。这样就把操作系统的概念从原来简单的监督程序扩大到执行系统。执行系统的程序可分三类：I/O 系统、处理程序和管理程序。

1.2.4 操作系统的形成阶段

执行系统使用不久人们发现：若在机器主存内存放几道用户程序，每当一道程序等待外设传输而暂停时，可让另一道程序使用处理机，从而使 CPU 得到更充分的利用，这就出现了多道程序设计技术。不久，分时系统也相继出现。多道程序和分时系统的出现标志着操作系统的正式形成。

1. 多道程序设计

所谓多道程序设计，是指同时把若干个作业存放在内存中，并且同时处于执行过程中。也就是说，这些作业都处于它们的开始点和结束点之间。如图 1.4 所示，设有两道作业程序 A 与 B 要在同一台处理机上运行，假设序 A 在其执行过程中要进行 I/O 操作，即要求从外设读入数据到主存缓冲区，或者将主缓冲区内的数据写到外设，在 I/O 操作未完成之前，后继程序无法执行。作业程序 A、B 的执行过程是：处理机先执行 A 中的指令，一段时间后 A 要求 I/O 操作，则启动通道完成 A 的请求，同时调度 B 程序运行，当 A 的 I/O 操作完成后，停止 B 的执行，返回 A 继续运行。

从图 1.4 可以看出，多道程序设计充分利用系统的所有资源且尽可能地让它们并行操作。这种技术可把硬件的代价交叉分布在大量并行用户之间而使计算机 CPU 的效率更高。但是，在某一给定时刻，真正在处理机上执行的只有一个作业（若只有一台处理机的话）而其他作业，有的处于“就绪”状态，有的则可能因某种原因（如等待输入输出的完成）而处于“等待”状态。这些作业的运行，完全由操作系统中的控制程序进行管理。

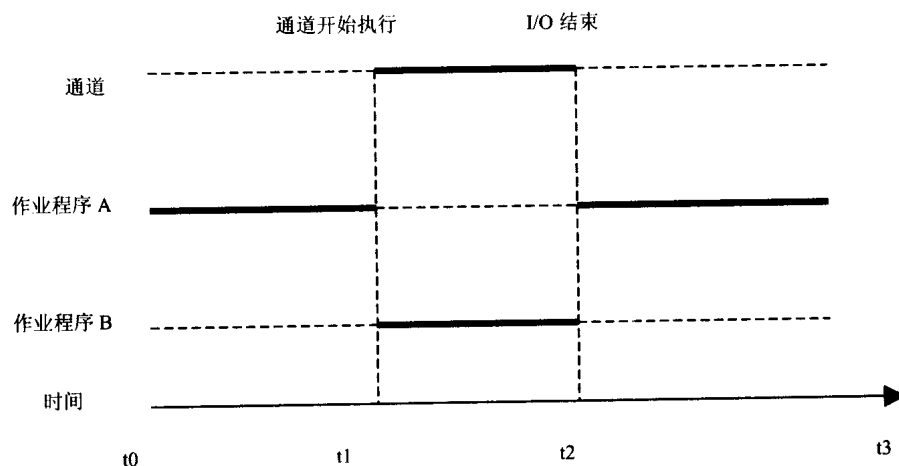


图 1.3 多道程序设计中 CPU 处理时间的分配

2. 分时系统

所谓分时系统，就是在一台计算机上，连接若干个终端，用户通过这些联机终端设备采用交互方式把程序和数据输入到计算机中，并控制程序的执行。系统把处理机时间轮流地分配给各个终端作业，每个作业只运行一段较短的时间。这样，各个用户的每次要求都能得到快速响应。

伴随多道程序和分时系统的出现，在软硬件上又出现了如下进展：

① 存储管理。由于几个作业同时运行，必须有一种可靠的办法防止由于一个作业的错误而破坏了其他作业的正常进行，尤其要防止侵犯系统程序。首先，硬件上提供了一种存储保护功能；其次，几个作业因共享内存，就要有一个存储分配的策略；最后，当实际内存容量不能满足需要时就有个内存扩充问题。这三点都属于存储管理的基本问题。

② 系统保护级。为了防止破坏系统程序，只有存储保护是不够的。于是引进了特权指令和系统保护级的概念。例如，规定用户程序在“目态”下运行，系统程序在“管态”下运行。特权指令只对“管态”开放，如在“目态”下执行特权指令，则发生故障中断。

③ 作业控制语言。在多道程序设计和分时系统出现后，系统对作业的控制进一步加强，作业控制语言又有了进一步的发展，除了作业控制卡外，还出现了作业说明书和操作命令。

④ 文件系统。用户通过终端使用计算机，需要输入大量的程序和数据，为了便于多次使用，用户希望能把这些信息保存起来，这就是产生文件系统的根本原因。

多道程序设计和分时系统的出现，对作业执行的控制功能越来越强大，操作系统初具规模。

从操作系统的形成历程可以看出，操作系统是随着硬件的发展和人类需求的不断增加而发展的。随着 20 世纪 70 年代中后期微机的出现，微机操作系统随即得到蓬勃发展，如常见的 MS-DOS、Windows、Linux 等。由于计算机技术和通信技术高度发展，计算机网络随之发展，因而网络操作系统也应运而生。随后，分布式操作系统、多媒体和智能操作系统等都有了很大的发展。

1.3 操作系统分类

操作系统有各种分类方法，通常按其功能、运行环境来分类，可分为：多道批处理系统、分时系统、实时系统、网络操作系统和分布式操作系统等。

1.3.1 多道批量处理系统

批量处理系统或称为批处理操作系统。它的特点是“批量”处理。它把提高系统的处理能力，即作业的吞吐量作为主要设计目标，同时也兼顾作业的周转时间。所谓周转时间就是从作业提交给计算中心到用户作业完成取得计算结果的这段时间。批量处理系统可分为单道批量系统和多道批量系统两种，单道批量处理系统比较简单，计算机一次只对一个作业进行处理。这里主要介绍多道批量处理系统。

在多道批量处理系统中，用户要上机解题，事先必须准备好自己的作业，包括程序、数据以及作业说明书，然后提交给计算中心。计算中心的操作员并不立即进行输入作业，而是要等到一定时间或作业达到一定数量之后才进行成批输入。计算结果也是成批输出，在作业执行过程中，用户不能介入。实现批量处理的主要输入输出手段是 SPOOLing 系统。

一个作业执行结束后，系统根据当时资源的使用情况以及系统中作业的特点，重新选择一个或一批作业送入主存使其在处理机上执行。

从上述多道批量处理系统来看，它实现了作业流程的自动化，提高了系统效率。但因