



普通高等教育“十二五”规划教材

操作系统

主编 李冬梅 黄樱 胡荣

普通高等教育“十二五”规划教材

操作系统

主编 李冬梅 黄 樱 胡 荣

 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

镇 江

内 容 提 要

操作系统是计算机系统的核心和灵魂,是计算机系统必不可少的组成部分,因而操作系统课程成为计算机相关专业的必修课,也是计算机应用从业人员必备的专业知识。本书以浅显易懂的语言、丰富的实例与图示系统,全面地介绍了操作系统的概念、功能、特点和精髓。

本书共 8 章,主要介绍了操作系统的基本概念、处理器管理、存储器管理、设备管理、文件管理、网络和分布式操作系统、Linux 操作系统、操作系统的安全与保护等内容。本书可作为普通高等院校、高职院校计算机专业或相关专业操作系统课程的教材,也可供有关科技人员自学或参考。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统 / 李冬梅, 黄樱, 胡荣主编. -- 镇江: 江苏大学出版社, 2013. 8
ISBN 978-7-81130-473-2

I. ①操… II. ①李… ②黄… ③胡… III. ①操作系统—高等学校—教材 IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 205693 号

操作系统

Caozuo Xitong

主 编 / 李冬梅 黄 樱 胡 荣

责任编辑 / 吴昌兴 徐 婷

出版发行 / 江苏大学出版社

地 址 / 江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话 / 0511-84446464(传真)

网 址 / <http://press.ujs.edu.cn>

排 版 / 北京金企鹅文化发展中心

印 刷 / 北京忠信印刷有限责任公司

经 销 / 江苏省新华书店

开 本 / 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 / 21

字 数 / 485 千字

版 次 / 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978-7-81130-473-2

定 价 / 39.80 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话: 0511-84440882)



进入 21 世纪以来,我国的高等学校和 IT 界,对操作系统的关心和重视程度是前所未有的,因为人们普遍认识到,计算机操作系统是整个 IT 领域中的重要基础。要构建现代化的、稳固而又可靠的信息技术大厦,不掌握计算机操作系统原理是不行的。

目前,国内普通高等教育和高等职业教育发展势头迅猛,计算机专业学生需要比较系统地学习计算机的有关知识,而操作系统是计算机的核心和灵魂,操作系统软件的设计对整个计算机的功能和性能起着至关重要的作用,是所有计算机专业的必修课程。

对于学习操作系统的学生来讲,不仅要理解这门课程中的概念和原理,更重要的是要了解在真正的操作系统中是如何实现这些原理的。为了达到这一目的,我们编写了这本教材,希望通过这种将概念阐释和实际操作系统相结合的方式,使大家更系统、直观、深刻地理解操作系统,并学以致用。

本教材在编写时充分吸取了国内外教材的成功经验,并结合了目前国内普通高校和高职院校学生的实际情况,以及作者多年的教学实践和经验,力求做到内容新颖、结构清晰、概念清楚、语言通俗。本书立足于培养学生的实际应用能力,易教易学,并充分体现最新的技术与教学成果。

本教材共分 8 章,第 1 章是操作系统概述,第 2 章是处理器管理,第 3 章是存储器管理,第 4 章是设备管理,第 5 章是文件管理,第 6 章是网络和分布式操作系统,第 7 章是 Linux 操作系统,第 8 章是操作系统的安全与保护。

本书每章都配备有适当的习题,帮助学生消化并掌握操作系统的知识。在本教材学习基础上,进一步学习 UNIX 等实用操作系统将会收到更好的效果。

本书由南阳理工学院计算机与信息工程学院李冬梅、湖南工学院黄樱、湖南工学院胡荣任主编,周口师范学院乔蕊、周口师范学院胡海芝、内蒙古集宁师范学院马晓娟、湖南省邵阳县工业职业技术学校艾志平、河南建筑职业学院郭一帆、新乡职业技术学院程勇兵任副主编。具体编写分工如下:李冬梅编写第 7、8 章、黄樱和胡荣编写第 1、6 章,乔蕊和胡海芝编写第 3、5 章、马晓娟和艾志平编写第 4 章、郭一帆编写第 2 章第 4、5、6、7、8 节,程勇兵编写第 2 章第 1、2、3 节。

本书可以作为高等院校的教材,也可以作为计算机爱好者学习操作系统的入门参考。由于编者水平有限,错误与不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正,以便我们改进、完善计算机操作系统的教学体系,谢谢!

编 者
2013 年 8 月



目 录

第 1 章 操作系统概述	1
1.1 操作系统的概念	1
1.1.1 计算机系统	1
1.1.2 什么是操作系统	2
1.1.3 操作系统的目标	4
1.2 操作系统的形成与发展	4
1.2.1 推动操作系统发展的动力	5
1.2.2 操作系统的形成	5
1.2.3 操作系统的进一步发展	11
1.3 操作系统的特征与功能	14
1.3.1 操作系统的特征	14
1.3.2 操作系统的功能	16
1.4 流行操作系统简介	18
1.4.1 DOS 操作系统	18
1.4.2 UNIX 操作系统	19
1.4.3 Linux 操作系统	20
1.4.4 Windows 操作系统	20
本章小结	21
习题 1	21
第 2 章 处理器管理	24
2.1 处理器管理概述	24
2.1.1 处理器管理的功能	24
2.1.2 程序执行	26
2.2 进程的描述	29
2.2.1 进程的概念	29
2.2.2 进程的状态及其转换	30
2.2.3 进程的挂起状态	32
2.3 进程控制	33



2.3.1 进程控制块 PCB	33
2.3.2 进程创建	37
2.3.3 进程撤销	38
2.3.4 进程等待	38
2.3.5 进程唤醒	39
2.4 进程同步机制	40
2.4.1 进程的并发性	40
2.4.2 进程同步的概念	40
2.4.3 进程同步机制应遵循的原则	41
2.4.4 进程同步机制——锁	42
2.4.5 进程同步机制——信号量	43
2.4.6 利用信号量实现进程互斥	44
2.4.7 利用信号量实现进程同步	47
2.4.8 利用信号量实现进程的同步加互斥	49
2.4.9 利用信号量实现进程同步的方法	50
2.5 进程通信	51
2.5.1 共享存储器系统	51
2.5.2 消息传递系统	51
2.5.3 管道通信系统	53
2.6 处理机调度	53
2.6.1 进程调度算法的选取原则	54
2.6.2 常用的进程调度算法	55
2.6.3 作业调度	59
2.7 进程死锁	63
2.7.1 死锁的基本概念	63
2.7.2 死锁预防	65
2.7.3 死锁避免	66
2.7.4 死锁检测与解除	68
2.8 处理器管理新技术	70
2.8.1 线程技术	70
2.8.2 超线程技术	71
2.8.3 双核技术	72
2.8.4 四核技术	73
本章小结	73



习题 2	75
第 3 章 存储器管理	81
3.1 存储器管理概述	81
3.1.1 存储体系	81
3.1.2 存储器管理的主要功能	82
3.1.3 地址变换	83
3.1.4 各种存储管理方式	85
3.2 单一连续分配管理方式	85
3.2.1 基本原理	85
3.2.2 内存空间的分配	86
3.2.3 地址变换与存储保护	86
3.3 分区存储管理方式	87
3.3.1 固定分区存储管理方式	88
3.3.2 可变分区存储管理方式	90
3.3.3 紧凑技术	95
3.4 覆盖技术与对换技术	97
3.4.1 覆盖技术	97
3.4.2 对换技术	98
3.5 分页存储管理方式	99
3.5.1 基本原理	99
3.5.2 页表	100
3.5.3 地址变换	100
3.5.4 对页式存储管理的改进	101
3.6 分段存储管理方式	103
3.6.1 基本原理	103
3.6.2 段表	104
3.6.3 地址变换	104
3.6.4 分页和分段的主要区别	106
3.6.5 段页式存储管理方式	106
3.7 虚拟存储管理方式	108
3.7.1 基本原理	108
3.7.2 分页虚拟存储管理	110
3.8 Windows 操作系统的存储管理	115
3.8.1 内存管理	115



3.8.2 内存查看和虚拟内存设置	116
本章小结	118
习题 3	118
第 4 章 设备管理	122
4.1 设备管理概述	122
4.1.1 设备的分类	122
4.1.2 设备管理的目标和任务	123
4.1.3 设备管理的主要功能	124
4.2 输入输出系统	125
4.2.1 I/O 系统的结构	125
4.2.2 I/O 设备控制器	126
4.2.3 I/O 通道	128
4.2.4 I/O 系统的控制方式	129
4.3 设备分配与回收	132
4.3.1 设备分配中采用的数据结构	132
4.3.2 设备分配应考虑的因素	134
4.3.3 设备分配与回收	135
4.4 设备处理	136
4.4.1 设备驱动程序的功能和特点	137
4.4.2 设备驱动程序的处理过程	138
4.5 设备管理的实现技术	139
4.5.1 缓冲技术	139
4.5.2 中断技术	141
4.5.3 假脱机技术 (SPOOLing)	144
4.6 存储设备的管理	145
4.6.1 存储设备的类型	146
4.6.2 磁盘驱动调度算法	147
4.6.3 USB 设备的管理	149
本章小结	150
习题 4	151
第 5 章 文件管理	155
5.1 文件管理概述	155
5.1.1 文件与文件系统	155
5.1.2 文件的分类	156

5.2 文件结构	157
5.2.1 文件的逻辑结构	158
5.2.2 文件的物理结构	159
5.2.3 文件的存取方法	161
5.3 文件存储空间的分配与管理	162
5.3.1 文件存储空间的分配	162
5.3.2 空闲存储空间的管理	164
5.4 文件目录管理	166
5.4.1 文件目录的基本概念	166
5.4.2 一级目录	168
5.4.3 二级目录	169
5.4.4 多级目录	170
5.5 文件共享与安全	172
5.5.1 文件共享	172
5.5.2 文件安全	173
5.6 文件使用	175
5.6.1 文件操作	175
5.6.2 文件使用的步骤	176
本章小结	177
习题 5	177
第 6 章 网络和分布式操作系统	180
6.1 计算机网络概述	180
6.1.1 计算机网络的组成	180
6.1.2 计算机网络的功能	182
6.1.3 计算机网络的分类	182
6.1.4 计算机网络的拓扑结构	186
6.1.5 网络协议	190
6.2 网络操作系统	192
6.2.1 网络操作系统的功能与构成	192
6.2.2 网络通信技术	195
6.2.3 网络资源共享技术	198
6.2.4 网络操作系统 Windows Server 2008 简介	201
6.3 分布式操作系统	202
6.3.1 分布式系统概述	202



6.3.2 分布式进程通信	203
6.3.3 分布式资源管理	207
6.3.4 分布式进程同步	209
6.3.5 分布式系统中的死锁	215
6.3.6 分布式文件系统	218
6.3.7 分布式进程迁移	224
本章小结	226
习题 6	226
第 7 章 Linux 操作系统	228
7.1 Linux 简介	228
7.1.1 Linux 软件的开发模式	228
7.1.2 Linux 的特点	229
7.1.3 Linux 的版本	230
7.2 Linux 的安装和使用	230
7.2.1 Linux 的安装	230
7.2.2 Linux 的常用命令	232
7.2.3 文本编辑器 vim	247
7.2.4 Shell 编程	250
7.2.5 图形化桌面环境	255
7.3 Linux 系统内核分析	255
7.3.1 Linux 系统内核的体系结构	255
7.3.2 进程管理	256
7.3.3 内存管理	267
7.3.4 设备管理	271
7.3.5 文件系统	275
本章小结	286
习题 7	287
第 8 章 操作系统的安全与保护	288
8.1 安全性的基本概念	288
8.2 操作系统的安全威胁与保护	289
8.2.1 对操作系统安全造成威胁的因素及类型	289
8.2.2 安全操作系统的一般结构	292
8.2.3 Windows Server 2003 的安全性	293
8.2.4 操作系统的保护	303

8.2.5 操作系统的安全保护策略	305
8.3 针对操作系统的网络入侵与防护	307
8.3.1 针对操作系统的网络入侵	307
8.3.2 网络入侵的防护	310
8.3.3 常见入侵检测系统软件介绍	315
8.4 安全审计	317
8.4.1 安全审计的基本概念	317
8.4.2 安全审计系统包含的主要功能和所涉及的共性问题	317
8.4.3 安全审计的程序	318
8.4.4 网络安全审计的主要测试	319
8.4.5 内部安全审计制度的制定	321
8.4.6 审计机制的实现	321
本章小结	321
习题 8	322

第 1 章 操作系统概述

计算机科学与技术发展到今天，从个人计算机到大型计算机，无一例外地都配置了一种或多种操作系统。如果让用户去使用一台没有操作系统的计算机，那将是难以想象的。那么，什么是操作系统（Operating System，OS）呢？本章主要介绍操作系统的概念，操作系统的形成与发展，操作系统的特征与功能，最后介绍几种现代主流操作系统。

1.1 操作系统的概念

1.1.1 计算机系统

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，如图 1-1 所示。它们组成一个统一整体，各个组成部分相互联系、相互作用，共同完成所分配的各项任务。

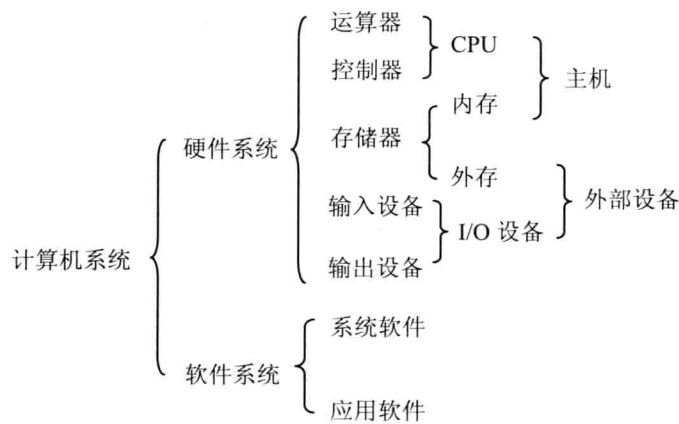


图 1-1 计算机系统的组成

1. 计算机硬件

计算机硬件是指构成计算机系统所必须配置的各种设备，是“看得见，摸得着”

的物理部件，它是组成计算机系统的物质基础。计算机硬件主要由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备组成。

2. 计算机软件

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。计算机软件分为系统软件和应用软件。计算机用户通过应用软件让计算机为自己服务，而应用软件又是通过系统软件来管理和使用计算机硬件的。

系统软件是支持和管理计算机硬件的软件，是服务于硬件的，与具体的应用领域无关，它提供的是一个平台，如编译软件和操作系统等。应用软件是完成用户某项要求的软件，是服务于特定用户的，它满足某一个应用领域的要求。

计算机硬件和计算机软件在计算机系统中是相辅相成、缺一不可的，它们共同组成了计算机系统。计算机硬件是计算机的躯体和基础，计算机软件是计算机的头脑和灵魂，没有软件的计算机和缺少硬件的计算机都不能成为完整的计算机系统。

1.1.2 什么是操作系统

计算机系统是由硬件和软件两部分构成的。操作系统属于软件中的系统软件，是紧挨着硬件的第一层软件，是对硬件功能的首次扩充；其他软件则是建立在操作系统之上的，通过操作系统对硬件功能进行扩充，并在操作系统的统一管理和支持下运行各种软件。操作系统与硬软件的关系如图 1-2 所示。

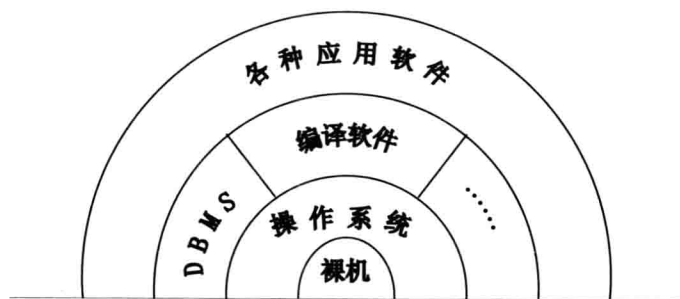


图 1-2 操作系统与计算机软硬件的关系

操作系统是运行在计算机上的最基本的程序。在操作系统的支持下，可以维持计算机上的所有组成部分（如键盘、显示器、内存、硬盘、CPU 及应用软件等）共同工作，还可以控制外围设备（如磁盘驱动和打印机等）。操作系统还提供了一个执行其他应用程序的软件平台，而不管其硬件情况如何。对于大型的分布式系统，操作系统可以控制同时运行的不同程序和用户。此外，操作系统通过各种方式支持计算机和网络的安全性。

因此，操作系统在计算机系统中占据着一个非常重要的地位，它是硬件与所有其他软



件之间的接口,任何计算机——从微型计算机到巨型计算机都必须在其硬件平台上加载相应的操作系统之后,才能构成一个可以协调运转的计算机系统。

只有在操作系统的指挥控制下,各种计算机资源才能被分配给用户使用。也只有在操作系统的支撑下,其他系统软件(如各类编译系统、程序库、运行支持环境)才得以取得运行条件。没有操作系统,任何应用软件都无法运行。可见,操作系统实际上是一个计算机系统中软硬件资源的总指挥部。操作系统的性能高低决定了整体计算机的潜在硬件性能能否发挥出来。

那么,什么是操作系统呢?不同计算机使用者的看法可能不同,下面我们从不同角度来讨论操作系统的概念。

1. 用户环境的观点

从用户的角度来看,操作系统是用户与计算机硬件系统之间的接口,用户通过操作系统来使用计算机系统,即用户在操作系统的支持下,能够方便、快捷、安全、可靠地操纵计算机硬件资源,运行自己的程序。

用户可通过以下三种方式使用计算机:其一,直接使用操作系统提供的键盘命令或 Shell 命令语言,如 Linux 操作系统的字符接口;其二,利用鼠标点击窗口中的图标,以执行相应的应用程序,如 Windows 操作系统的图形用户接口;其三,在应用程序中调用操作系统的内部功能模块,即系统调用接口。这些接口和各种应用程序为用户开发和运行应用软件提供了便利的环境和手段。

2. 资源管理的观点

把操作系统看作系统资源的管理者,是目前关于操作系统描述的主要观点。现代计算机系统通常包括各种各样的资源,总体上可分为处理器、存储器、I/O 设备和文件四类,因此,操作系统的功能就是负责对计算机的这些软硬件资源进行控制、调度、分配和回收,协调系统中各程序对资源使用请求的冲突,保证各程序都能顺利运行完成。

3. 虚拟机观点

安装了操作系统的计算机又称虚拟机,一台完全无软件的计算机称为“裸机”,即使其功能再强,也是难于使用的。从这一观点来看,操作系统为用户使用计算机提供了许多服务功能和良好的工作环境,用户不再直接使用“裸机”,而是通过操作系统来控制和使用计算机,从而把计算机扩充为功能更强、使用更加方便的虚拟计算机。

综上所述,我们把操作系统定义如下:操作系统是一组控制和管理计算机硬件和软件资源,合理地组织计算机工作流程,以及方便用户使用的程序的集合。

1.1.3 操作系统的目标

目前，操作系统的种类繁多，不同类型的操作系统其实现目标也不尽相同，但要设计和编制一个操作系统，必须实现以下目标。

1. 方便性

操作系统最终是要为用户服务的，所以，设计操作系统时必须考虑用户能否方便地操作计算机。用户的操作包括直接使用命令来操作计算机，也包括通过设计程序让计算机完成各种任务。

2. 有效性

在未配置操作系统的计算机系统中，诸如 CPU 和 I/O 设备等各类资源都会经常处于空闲状态而得不到充分利用；内存及外存中所存放的数据由于无序而浪费了存储空间。配置了操作系统后，可使 CPU 和 I/O 设备因能保持忙碌状态而得到更有效的利用，且因使内存和外存中存放的数据有序而节省了存储空间。

此外，操作系统要合理地组织计算机的工作流程，提高系统资源的利用率，增加系统的吞吐量，从而使有限的资源完成更多的任务。

3. 可扩充性

随着计算机技术的迅速发展，计算机硬件和体系结构也随之得到迅速发展，它们对操作系统提出了更高的功能和性能要求。因此，操作系统必须具有很好的可扩充性才能适应发展的要求。这就是说，在设计操作系统的体系结构时，要采用合理的结构使其能够不断地扩充和完善。

4. 开放性

操作系统的主要功能是管理计算机硬件，它必须适应和管理不同的硬件。随着计算机硬件技术的发展，不同厂家的新型的、集成化的硬件不断涌现出来。为了使这些硬件产品能够正确、有效地协同工作，就必须实现应用程序的可移植性和互操作性，因而要求计算机系统具有统一的开放环境，其中首先是要求操作系统具有开放性。

1.2 操作系统的形成与发展

操作系统是由于客观的需要而产生的，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



已成为计算机系统中的核心，没有计算机系统是不配置操作系统的。

1.2.1 推动操作系统发展的动力

操作系统的形成迄今已有 50 多年的时间。20 世纪 50 年代中期出现了第一个简单的批处理操作系统。20 世纪 60 年代中期产生了多道程序批处理系统，不久又出现了基于多道程序的分时系统。20 世纪 70 年代出现了微机和局域网络，同时也产生了微机操作系统和网络操作系统，之后又出现了分布式操作系统。在这短短的 50 多年中，操作系统取得如此巨大的进展，其主要动力可以归结为以下 4 个方面。

1. 不断提高计算机资源利用率的需要

在计算机发展的初期，计算机系统特别昂贵，人们必须千方百计地提高计算机系统中各种资源的利用率，这就推动了人们不断发展操作系统的功能，由此产生了批处理系统。它能自动地对一批作业进行处理。

2. 方便用户操作

当资源利用率不高的问题得到基本解决后，用户在上机操作、调试程序时的不方便就成为主要矛盾。于是，人们就想方设法改善用户的上机和调试程序的条件，随之便形成了允许人机交互的分时系统，或称为多用户系统。

3. 硬件的不断更新换代

计算机硬件在不断的更新，从电子管到晶体管，到集成电路，到大规模集成电路，计算机的性能不断提高，从而推动了操作系统的性能和功能的不断改进和完善。

4. 计算机体系结构的不断发展

计算机体系结构的发展也不断地推动着操作系统的发展，并产生了新的操作系统。例如，当计算机由单处理器系统发展为多处理器系统时，操作系统也从单处理器操作系统发展为多处理器操作系统。又如，当计算机网络出现后，随即产生了网络操作系统。

1.2.2 操作系统的形成

操作系统从无到有，从小到大，从弱到强，其发展大致经历了以下几个阶段。

1. 无操作系统

无操作系统的计算机系统，其资源管理和控制由人工负责，它采用两种方式：人工操作方式和脱机输入输出方式。



(1) 人工操作方式

从第一台电子计算机 ENIAC (埃尼阿克) 诞生到 20 世纪 50 年代中期的计算机都没有出现操作系统, 这时计算机资源的管理是由操作员采用人工方式直接控制的。用户既是程序员又是操作员。上机完全是手工操作: 程序员先将事先已穿孔 (对应于程序和数据) 的纸带 (或卡片) 装入纸带输入机 (或卡片输入机), 然后启动输入机将程序和数据输入到计算机中, 接着启动计算机运行。当程序运行完毕, 用户卸下并取走纸带 (或卡片) 后, 才让下一个用户上机。

这种人工操作方式的特点是:

- 用户独占全机。一台计算机的全部资源只能由一个用户独占。
- CPU 等待人工操作。当用户进行装带 (卡)、卸带 (卡) 等人工操作时, CPU 是空闲的。

人工操作方式严重降低了计算机资源的利用率, 此即为所谓的人机矛盾。随着计算机 CPU 速度的提高, 人工操作的低速率与计算机主机运行的快速运算之间速度不匹配的矛盾日趋严重。为了解决上述矛盾, 引入了脱机输入输出方式。

(2) 脱机输入输出方式

为了解决 CPU 和 I/O 设备之间速度不匹配的矛盾, 50 年代末出现了脱机输入输出技术。

脱机输入输出技术是指事先将装有用户程序 and 数据的纸带 (或卡片) 装入纸带 (或卡片) 输入机, 在一台外围机的控制下把纸带 (卡片) 上的数据 (程序) 输入到磁盘 (带) 上。当计算机主机需要这些程序和数据时, 再从磁盘 (带) 上高速地调入主存。类似地, 当计算机主机需要输出时, 可由计算机主机直接高速地把数据从内存送到磁盘 (带) 上, 然后再在另一台外围机的控制下, 将磁盘 (带) 上的结果通过相应的输出设备输出。

简单地讲, 脱机输入输出方式是指程序和数据的输入输出是在外围机的控制下, 而不是在主机的控制下完成的。

脱机输入输出技术减少了计算机主机的空闲等待时间, 提高了 I/O 设备的处理速度。此外, 如果输入输出是在主机的控制下完成的, 则称为联机输入输出。

2. 批处理系统

批处理系统主要采用了批处理技术。批处理技术是计算机系统对一批作业自动进行处理的一种技术。批处理系统有单道批处理系统和多道批处理系统两种形式。

(1) 单道批处理系统

单道批处理系统是 20 世纪 50 年代 General Motors 研究室在 IBM 701 计算机上实现的第一个操作系统。如果把用户在一次解题或一个事务处理过程中要求计算机系统所做的工作的集合称为作业的话, 该系统通常是把一批作业以脱机输入方式输入到磁盘 (带) 上, 并在系统中配上监督程序, 在监督程序的控制下使这批作业能一个接一个地连续处理。