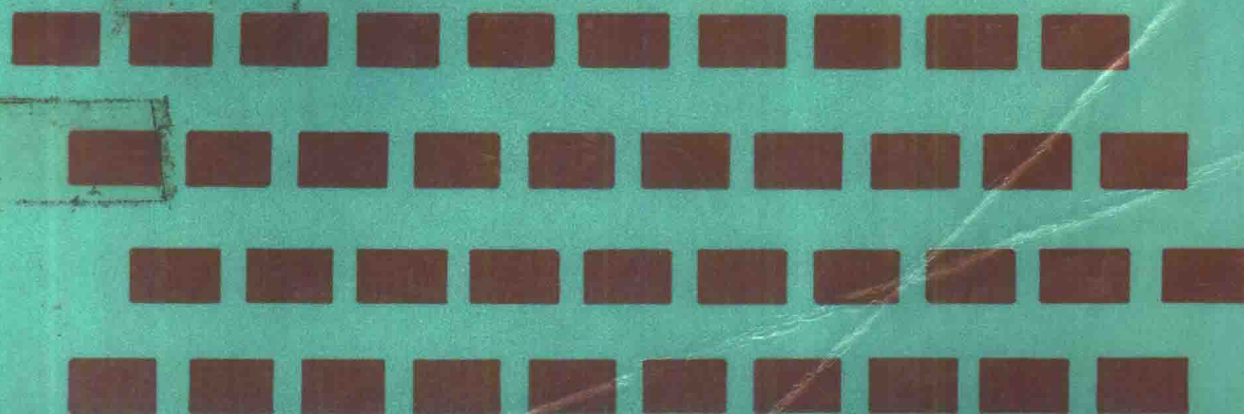
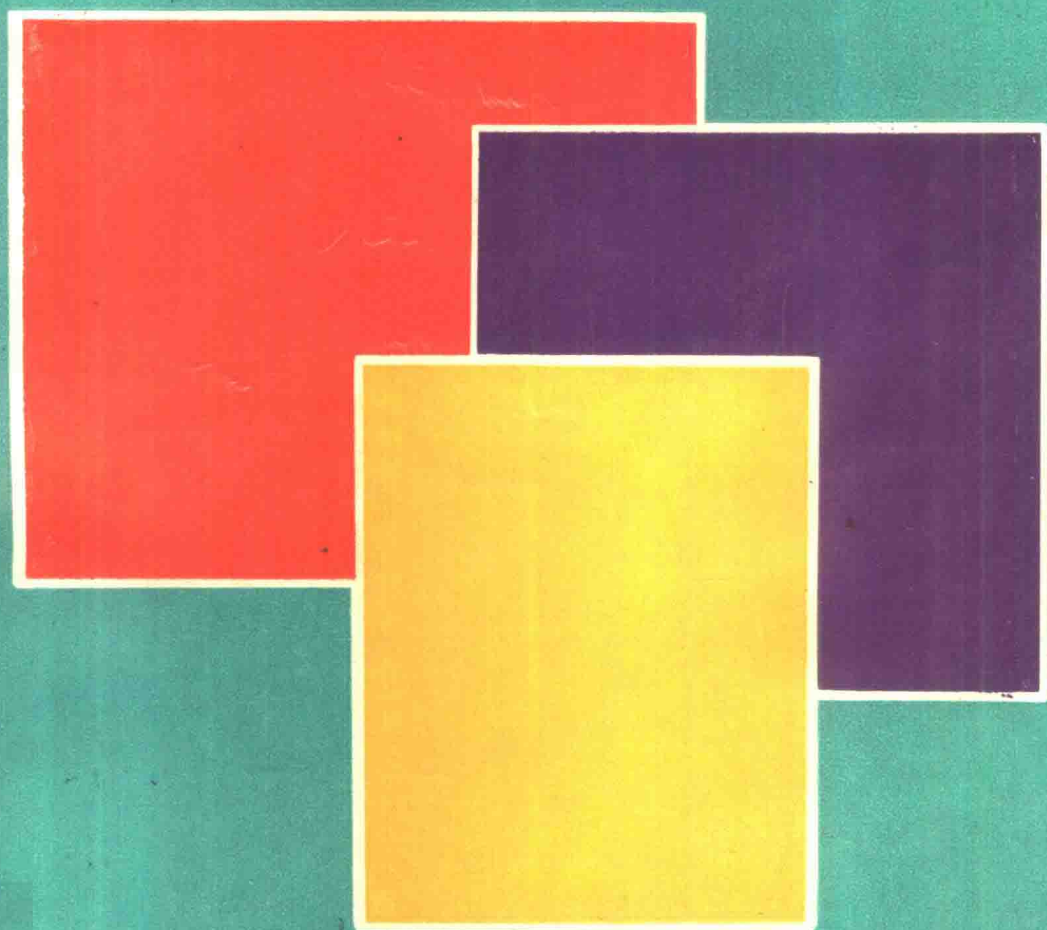


The Basis of Software Technique

计算机软件技术基础

赵文庆 编著

复旦大学出版社



(沪)新登字 202 号

责任编辑 林溪波
责任校对 马金宝

计算机软件技术基础

赵文庆 编著

复旦大学出版社出版

(上海国权路 579 号)

新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 14.5 字数 359,000

1993 年 5 月第 1 版 1993 年 5 月第 1 次印刷

印数 1— 5,000

ISBN7-309-01004-3/T·70

定价,12.60元

基本内容

本书介绍计算机软件基础知识。全书共分五章。第一章简要地叙述了计算机系统的基本概念和基本原理。第二章介绍了 UNIX 操作系统的各个功能模块,用户上机的基本知识,以及 B shell 和 C shell 的用法。第三章介绍 UNIX 操作系统的软件开发工具的使用,主要叙述了与文本编辑和字符处理有关的工具,如 vi,ex,sed 和 awk,用于软件维护和管理工具 make 和 SCCS,以及编译器生成程序 lex 和 yacc。第四章讨论 C 语言的重要内容以及程序标准化问题。第五章介绍数据结构的基本内容,包括线性表、树和图的一些基本操作和应用。

本书可作为理工科大学本科生的教学参考书,也可供从事于计算机软件研制和开发工作的科技人员阅读参考。

序 言

从第一块集成电路问世到现在经历了三十余年,它从小规模、中规模发展到上百万个晶体管集成在一块超大规模集成电路芯片上。它是当代高科技的产物,同时又推动高科技的发展。现代计算机的发展离不开集成电路,现在实验室中的一台微机或一台工作站的性能已远远超过占据几个房间的第一代计算机。现代集成电路的发展使得现代航天技术和通信卫星取得辉煌成就;使得高性能的彩色电视机、录像机以及其他现代家用电器进入千家万户;使得大型工程设计能在短时间内完成;使得现代机器人和整条生产线能有条不紊地工作。当今世界上大至国防或国民经济的重大装备,小至家庭中的生活用品已经离不开集成电路。可以说集成电路是二十世纪最大的技术成就之一。

但是要把上百万个晶体管集成在一个芯片,而且要保证无一差错,依靠人工设计是根本不可能的。因此随着集成电路的发展,相应地发展了计算机辅助设计(CAD)方法和技术,它是利用人的智慧和计算机快速计算的结合,使得设计技术可以用算法实现。通过编制程序实现算法,现代集成电路设计的各个阶段和各个环节,例如逻辑和电路模拟、版图设计、版图验证、器件性能模拟、工艺模拟以及测试等等都离不开CAD工具。CAD设计是集成电路技术的一个不可缺少的组成部分。

根据我多年从事集成电路计算机辅助设计(CAD)方面科研和教学的经验,认为计算机软件是必备的基础。不论从事任何一个专业的CAD方面的工作者,除了熟悉本专业的设计和计算方法以外,必须了解和掌握计算机的使用和计算机软件技术的应用。而现代CAD领域的应用软件大多是在计算机工作站及UNIX操作系统环境下开发和应用的。CAD软件的编程大多是使用C语言。因此,作为CAD软件的开发者必须掌握这些技术。

赵文庆同志编著的“计算机软件技术基础”一书,是以多年CAD工作的经验作为基础,为从事CAD软件开发者及有关研究生和大学生学习计算机软件基础提供了一本很好的教材。该书在介绍操作系统基本概念和基本原理之后,重点介绍UNIX操作系统的各个功能模块及有关工具的使用。另外该书还介绍了C语言的基本内容和编程方法。最后在书中介绍编程中所需的数据结构的基本知识。书中所叙述的内容均是作为CAD软件开发者所必备的基本知识和技术。

我认为该书对CAD软件开发者是一本很好的参考书,也可作为有关专业的大学生及研究生的教材或教学参考书。特向读者推荐。

唐璞山

1992年7月

前 言

二十世纪九十年代,科学技术高度发展,计算机的应用已进入社会的各个领域,包括国防、空间技术、教育、国民经济的各个分支,甚至进入了家庭和日常生活。计算机软件技术也随之发展。目前世界各国在计算机软件方面的投资正日益增长,对软件技术人员的需求量也在大幅度增长。

为了适应社会对计算机软件知识的迫切要求,我们开设了“计算机软件基础”这一课程。本书正是在作者1990年和1991年讲授该课程以及先此在1988年讲授“集成电路CAD基础”的基础上编写的。

本书的内容着重于介绍涉及计算机软件技术的一些基础课题并强调实用性。本书的第一章是前导,介绍计算机操作系统的基本原理。第二章介绍应用广泛且被认为是计算机软件工程环境标准工作平台之一的UNIX操作系统。第三章介绍UNIX操作系统提供的部分软件开发工具,掌握这些工具的使用将有助于提高软件开发的效率和软件的质量。第四章讨论C语言,在本书中并没有从一般程序设计语言的角度来介绍C语言的使用,而是讨论了C语言中比较重要的一些课题。同时讨论了程序标准化的问题。以期引导读者理解和学会编制结构合理、风格良好的程序。第五章介绍数据结构的基础知识,并用C语言来实现各种算法,因为使用合理的数据结构对软件开发是至关重要的。

本书的参考学时约为70学时。第一章和第二章共12学时。第三章可用20学时。第四章可用18学时。第五章可用20学时。配合课堂教学的上机实习很重要,可安排约30小时的上机操作。书中尽量给出实例,并已在HP计算机上经过验证。

编写本书花了大约一年的时间,但是,本书的内容积累是与近年来复旦大学电子工程系CAD研究室的软件研制和开发工作密切相关的,我的同事及历届研究生的工作经验是本书得以完成的基础。1988年我在北京集成电路设计中心工作期间,连永君博士以及云集在那里的全国集成电路CAD领域的好手使我得益非浅。此后我到比利时进修了一年多,鲁汶大学和微电子中心的同行们给我增加了工作经验。在本书的编写过程中,何佩琪同志与我进行了有益的讨论并提供了宝贵的经验。唐璞山教授为本书作序。计算机科学系李宗葛副教授审阅了全稿并提出了修改意见。复旦大学出版社责任编辑林溪波对本书的出版给予了大力支持。为此,谨向各位表示诚挚的谢意。

由于时间仓促,并受本人理论水平和工作经验的限制,书中难免存在不足和谬误之处,敬请读者给予指正。

最后,谨向读者以及配合我授课的复旦大学电子工程系的学生致谢。

作 者

1992年6月

目 录

序 前言

第一章 操作系统	1
1.1 什么是操作系统	1
1.2 操作系统分类	2
1.2.1 实时操作系统.....	2
1.2.2 作业处理操作系统.....	3
1.2.3 其他类型的操作系统.....	5
1.3 操作系统的功能模块.....	5
1.3.1 处理机和进程管理.....	5
1.3.2 存贮管理.....	6
1.3.3 设备管理.....	6
1.3.4 信息管理.....	6
1.3.5 用户接口.....	7
第二章 UNIX 操作系统	9
2.1 UNIX 系统的发展历史和特点.....	9
2.2 UNIX 系统的功能模块.....	10
2.2.1 处理机和进程管理.....	11
2.2.2 存贮管理.....	12
2.2.3 设备管理.....	13
2.2.4 文件系统.....	15
2.2.5 用户接口.....	17
2.3 上机须知.....	18
2.3.1 注册.....	18
2.3.2 查阅用户手册.....	19
2.3.3 shell	20
2.4 B shell	21
2.4.1 shell 命令	21
2.4.2 shell 程序	27
2.5 C shell.....	32
2.5.1 命令史.....	33
2.5.2 假名.....	35
2.5.3 C shell 变量	36
2.5.4 工作目录栈.....	37
2.5.5 隐含文件.....	39
2.5.6 C shell 程序	39

第三章 UNIX 系统的软件开发工具	42
3.1 vi 和 ex	43
3.1.1 输入类命令.....	44
3.1.2 输出类命令.....	44
3.1.3 光标移动命令.....	44
3.1.4 删除命令.....	45
3.1.5 替代命令.....	45
3.1.6 搜索命令.....	46
3.1.7 全局操作命令.....	46
3.1.8 块操作命令.....	47
3.1.9 设置命令.....	49
3.1.10 其他命令.....	49
3.1.11 宏命令.....	49
3.1.12 环境的定义.....	50
3.2 sed	51
3.2.1 地址表达式和匹配字符串.....	52
3.2.2 删除命令.....	52
3.2.3 替代命令.....	52
3.2.4 输入输出命令.....	54
3.2.5 块操作命令.....	54
3.3 awk	55
3.3.1 awk 程序结构.....	56
3.3.2 记录, 字符段和特殊变量.....	56
3.3.3 变量及运算.....	57
3.3.4 模式.....	57
3.3.5 操作.....	58
3.3.6 数组.....	59
3.3.7 内部函数.....	60
3.3.8 控制结构.....	60
3.3.9 实例.....	61
3.4 make	64
3.4.1 make 的功能.....	64
3.4.2 描述文件.....	66
3.4.3 后缀定义和传递规则.....	66
3.4.4 宏定义.....	68
3.4.5 make 命令行.....	68
3.4.6 包含文件.....	69
3.4.7 控制结构.....	70
3.5 SCCS	72
3.5.1 基本术语.....	73
3.5.2 创建原始版本.....	74
3.5.3 取出文件.....	74

3.5.4	删除文件	75
3.5.5	存入新版本	75
3.5.6	删除版本	76
3.5.7	在 makefile 中使用 SCCS	76
3.5.8	SCCS 命令	78
3.6	lex 和 yacc	78
3.6.1	lex 的源程序结构	79
3.6.2	字符串表达式	79
3.6.3	操作语句	81
3.6.4	定义	82
3.6.5	yacc 的源程序结构	84
3.6.6	说明	85
3.6.7	语法规则	86
3.6.8	lex 和 yacc 的界面函数	88
3.6.9	实例	89
第四章	C 语言及程序标准	94
4.1	基本问题	94
4.1.1	数据类型	94
4.1.2	常数	96
4.1.3	运算符	97
4.1.4	存储类型	93
4.1.5	流程控制	101
4.2	指针	104
4.2.1	指针概念	104
4.2.2	指针和数组	105
4.2.3	指针和字符串	106
4.2.4	指针和存储分配	108
4.2.5	指针和多维数组	110
4.2.6	数组指针	113
4.2.7	多级指针	113
4.2.8	指针应用举例	114
4.3	结构和联合	119
4.3.1	结构的定义	119
4.3.2	结构成员的引用	121
4.3.3	结构应用举例	122
4.3.4	联合	125
4.4	函数	128
4.4.1	函数的定义和调用	128
4.4.2	函数之间的通信	129
4.4.3	指向函数的指针	131
4.4.4	递归	134
4.5	文件操作	134

4.5.1	文件的存取	135
4.5.2	低级输入输出	136
4.5.3	文件的随机存取	139
4.6	C语言和 shell 的通信	140
4.6.1	命令行参数	140
4.6.2	命令行可选项	141
4.6.3	环境变量	144
4.7	程序标准化	145
4.7.1	数据类型和运算符	145
4.7.2	命名规则	145
4.7.3	变量、指针和初始化	146
4.7.4	函数	146
4.7.5	排版	146
4.7.6	注释	148
4.7.7	文件	148
4.7.8	程序的管理	148
第五章	数据结构	150
5.1	基本概念	150
5.1.1	数据结构的定义	150
5.1.2	结点和存储单元	150
5.1.3	数据结构的存储方式	151
5.1.4	数据结构的分类	152
5.1.5	数据结构的基本操作	153
5.2	线性表	153
5.2.1	基本问题	153
5.2.2	查找结点	154
5.2.3	添加结点和删除结点	158
5.2.4	排序	160
5.2.5	两种存储方式的比较	162
5.3	栈和队列	163
5.3.1	栈	163
5.3.2	顺序栈	163
5.3.3	链接栈	165
5.3.4	队列	169
5.3.5	顺序队列	169
5.3.6	环形队列	171
5.3.7	链接队列	172
5.3.8	双向栈	174
5.4	树	174
5.4.1	树的基本概念	174
5.4.2	树的基本操作	175
5.4.3	树的存储形式	175

5.4.4	树的遍历.....	178
5.5	二叉树.....	184
5.5.1	二叉树的链接存贮.....	185
5.5.2	二叉树的遍历.....	185
5.5.3	二叉树的顺序存贮.....	186
5.5.4	任意次树到二叉树的转换.....	188
5.5.5	穿线树.....	191
5.6	图.....	193
5.6.1	定义.....	193
5.6.2	图的基本操作.....	195
5.6.3	图的存贮形式.....	195
5.6.4	图的遍历.....	198
附录 A	ASCII 字符集.....	205
附录 B	UNIX 系统常用命令一览表.....	207
附录 C	UNIX 系统 C 编译程序的用法.....	214
附录 D	C 语言标准库函数.....	215
参考资料	222

第一章 操作系统

1.1 什么是操作系统

计算机系统中,硬件和软件是两大组成部分。在计算机技术高度发展的过程中,硬件和软件的关系日益密切。硬件是指计算机系统中的各种物理资源,如中央处理器(CPU),存储器,外设等等。它们与外部的界面是指令系统。这样不包含任何软件的机器称为裸机。计算机软件通常被分为系统软件和应用软件。

系统软件是计算机系统必须配备的,对各种领域的用户都通用的软件。它包括操作系统、各种程序设计语言的处理程序(编译、链接、解释等)、标准程序库、软件维护程序等。除了操作系统之外的系统软件又称为系统实用程序。

应用软件是针对某些特定应用领域配置的软件。例如:用于计算机辅助设计、计算机辅助教学、工业控制、信息处理、数据处理等用途的软件。它们往往与某些计算机外围设备一起实现某方面的应用。

本书要介绍的是计算机系统上的系统软件,以及其中的一些软件工具。

不论是系统软件(除操作系统以外)还是应用软件都必须在操作系统的管理和支持下运行。除了早期的计算机外,具有一定规模的现代计算机都配有一个或几个操作系统,而且操作系统的性能在很大程度上决定了计算机系统工作的优劣。在计算机系统上配置操作系统,首先是将裸机改造成一台功能更强、服务质量更高、用户使用起来更加灵活方便、更加安全可靠的虚机器,其次是利用操作系统的功能,充分合理地使用计算机系统包含的各种软件、硬件资源,提高整个系统的使用效率和经济效率。

简单地说,操作系统是计算机系统和用户之间的界面。用户要使用计算机,必须学会与操作系统打交道。本章的目的旨在使读者在了解操作系统原理的基础上,通过学习操作系统和某些系统实用程序(在很多情况下,我们把它们合在一起称为操作系统)的使用来了解计算机的各种功能。

对一个用户来说,他面对的是计算机的各种硬件资源和软件资源。软件资源就是上面提到的操作系统、系统实用程序和他有关的领域中的应用资源。他将通过与操作系统打交道来使用各种计算机资源,如图 1.1 所示。

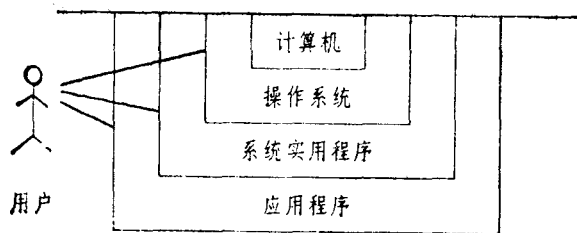


图 1.1 计算机资源与用户的关系

对于计算机系统来说,它将面对的是各种领域中的用户。因而,从计算机系统管理人员的观点来说,引入操作系统的目的是为了合理地组织计算机的工作流程,分配计算机资源为用户享用,以便更好地发挥计算机的效率。

1.2 操作系统分类

根据不同的观点,对操作系统可以有不同的分类法。在本节中将讨论从功能出发的分类。并将操作系统分成实时操作系统和作业处理操作系统两大类。

1.2.1 实时操作系统

实时操作系统(Real Time Operating System) 简称为实时系统。所谓“实时”,就是“立即”或“及时”的响应。实时系统的含义是指系统能够及时响应随机发生的外部事件,随时采集现场信息,加以分析处理,并在限定的时间内完成对外部事件的处理。目前有三种比较典型的实时系统:过程控制系统(Process Control System)、信息查询系统(File Interrogation System) 和事务处理系统(Transaction Processing System)。

(一) 过程控制系统

过程控制系统主要应用于工业过程控制(例如炼钢)、军事预警(例如导弹控制) 和太空技术等。

该系统的特点是与被控制过程的变化速度相比,系统的反应速度足够快;工作安全可靠,并在某些软件或硬件发生故障的情况下不妨碍正常工作;极少需要人工干预,即使干预,其操作也很简单方便。

1991年1月,海湾战争爆发。美国的“爱国者”导弹成功地拦截并摧毁了伊拉克的“飞毛腿”导弹,引起了全世界的瞩目。“爱国者”地空导弹系统便是一个实时系统的例子。当伊拉克的“飞毛腿”导弹发射后几秒钟,预警飞机、地面雷达和侦察卫星上的计算机都证实了“飞毛腿”导弹发射无疑,并算出了发射地点,及时将数据传送给“爱国者”导弹系统。当指挥控制中心的计算机算出了“飞毛腿”导弹的飞行速度、方向和弹着区域,并制订出“爱国者”导弹的拦截弹道,仅有的两名指挥人员按下了控制台上的发射钮。“爱国者”导弹根据自身制导系统和地面指挥中心发来的修正指令,直向“飞毛腿”导弹飞去。当测出两颗导弹相距20m时,引爆所携的45g炸药,在两弹相碰的一瞬间,引爆了“飞毛腿”导弹携带的1000kg炸药。从“飞毛腿”导弹发射到在高空被摧毁,前后历时5 min 35 s。

(二) 信息查询系统

信息查询系统通常配有大型文件系统或数据库,事先存有经过合理组织的大量数据。它要能及时响应用户的查询要求,迅速给出答复。这样的应用例子有情报检索,库存查询和电话问讯业务等。

(三) 事务处理系统

事务处理系统类似于信息查询系统,事先备有大量的信息和数据。它将根据用户的申请,及时地将系统中文件或数据库中的信息进行更新。例如银行业务处理系统、订票业务处理系统等。这样的系统要求提供一定的保密措施,并能进行并发处理,以及相当高的可靠性。

综上所述,实时系统有以下特点:

1. 及时性强

不同的实时系统对及时响应的速度有不同的要求，但必须根据应用的要求而确定。

2. 高可靠性

可靠性对实时系统极为重要，因此，实时系统往往提供容错管理能力。一些重要的实时系统还采用双机系统。

3. 简单的交互能力

实时系统大多是专用系统，其交互功能要求不高，仅提供一些简单的操作命令，并限制操作时不能修改现有的程序。

1.2.2 作业处理操作系统

作业处理操作系统又可简称为作业处理系统，它以作业为处理对象，合理地安排若干个作业在计算机系统中运行。除了对作业吞吐量有所要求外，没有严格的时间响应限制。作业处理系统从用户与系统的关系上，可以分为批处理系统和分时系统。

(一) 批处理系统

除了早期的系统，目前使用的批处理系统是指多个用户向系统提交若干作业。这些作业形成一系列后备的作业流。系统根据一定的调配原则，将作业逐个调入内存运行，根据作业的具体要求，合理分配硬件资源，即 CPU，输入输出设备等。

作业从进入系统到退出系统，大致可分成四个阶段，即提交、后备、运行和完成，如图 1.2 所示。

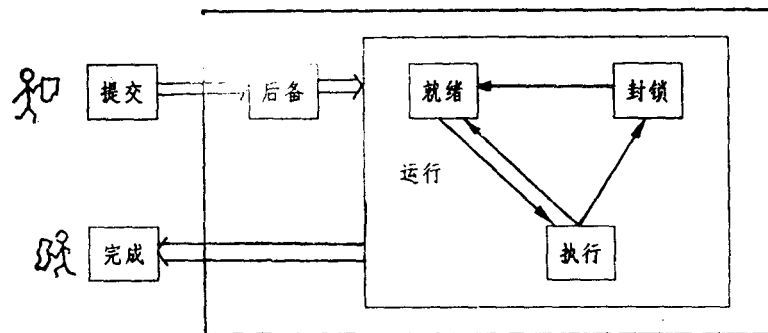


图 1.2 作业处理系统作业的状态转换

1. 提交

用户准备好作业程序、数据以及说明如何运行该作业的操作说明书，然后将它们提交给系统。

2. 后备

对每个提交作业，系统将它们存在磁盘的某些盘区中等待运行。这些作业称为后备作业。因为允许有多个作业处于后备阶段，所以系统中就有了后备作业流。

3. 运行

系统挑选若干个后备作业，将它们送入内存，这时作业就处于运行阶段。在系统中，最核心的硬件资源是中央处理器 CPU。显然，在任一时刻，只能有一个作业能够占有 CPU，令

其进行作业所需要的运算和操作。因而，操作系统运行阶段的作业可以处于三种状态中的一种。

(1) 就绪状态

如果一个作业要运算或操作的数据都已准备好，必要的输入输出操作已经完成，该作业将处于就绪状态，等待适当的时机去占有 CPU。

(2) 执行状态

每当 CPU 空闲时，系统就会根据一定的调度原则，从若干个就绪作业中，选出一个，送到 CPU 去执行。而处于执行状态的作业，也会因某种原因让出 CPU。例如，作业要使用其他的硬件资源而暂时放弃 CPU，从而转入封锁状态；或者因系统本身获得更重要的中断申请，因此将作业转到就绪状态。

(3) 封锁状态

作业由于本身对硬件资源的其他需求而暂时不使用 CPU，则将处于封锁状态。但不是说这些作业此时是无所事事的，而可能是在使用其他资源，一旦使用完毕，系统就将其转为就绪状态，但不等于它可以立刻占有 CPU，而是要等待 CPU 的空闲和系统的下次调用。

如此，各个在运行阶段的作业，将在以上三种状态中转换，因而从宏观上说，各个作业都在运行。

4. 完成

当作业对系统的所有要求都完成后，系统令作业退出，等待用户来取走所得到的结果。

批处理系统追求的是计算机资源的高利用率、大吞吐量和作业流程的自动化。从它的这些特点来看，它极力希望用户放弃对作业运行的控制权，于是就剥夺了用户与系统之间的交互能力。也就是说，每当用户向系统提交了作业，在得到最后结果之前，他只能作壁上观。即使用户要中止作业、修改程序或数据，也只能望机兴叹。而且，如果作业在运行过程中发生意外，用户也无法进行干预。由于批处理系统的这一不足之处，从而促使了分时系统的研究和发展。

(二) 分时系统

分时系统提供了多个用户同时分享计算机资源的环境。在若干台终端设备上，用户各自用交互的方式使用计算机；编辑程序和数据，运行和调试作业等。分时系统的工作过程如下：

每个用户使用终端向系统发出命令，提交一个或多个作业请求运行；系统执行命令，运行作业，并将执行结果显示给用户。然后系统和用户不断地处于这种请求和执行的过程。在系统执行命令过程中，用户可以用交互的方式向其输入数据或获得输出，或者对其进行干预，例如暂停或中止运行等。

在系统中处于运行阶段的作业与批处理系统的情况相类似。但最大的区别在于系统将面对多个用户。分时系统将 CPU 时间分割成很短的时间片（一般以 ms 为单位）。对每个作业，限定在一个时间片内执行，在这个时间片结束后，系统发出中断信号，将该作业转入就绪状态，再将下一个时间片分配给另一作业执行。由于处于运行阶段的作业数是有限的，系统便能将 CPU 轮流给各个作业占用。而且用户在终端上工作的速度与 CPU 运行的速度相比要慢得多，造成每个用户都感觉到只有他占用了计算机一样。

分时系统的特点可以用多路性、交互性和独占性来描述。多路性是指很多用户可以同

时使用一台计算机。交互性是指用户可以随时与系统或正在系统中运行的其他的作业进行对话。独占性是指虽然有多个用户同时使用一台计算机,但对每个用户来说,似乎感觉不到别人在也使用这台计算机,好像是他一个人独占一样。

分时系统特点的实现依赖于对 CPU 时间片和用户作业间的合理调度以及硬件的运行速度。比如当用户太多,而硬件速度相对比较慢的话,用户很简单的命令请求无法在预期的短时间内得到响应,则独占性就得不到体现了。

从时间响应来说,分时系统不如实时系统要求那么严格。即使在上述情况下,用户要多等待,除了在感觉上有所不快外,并无其他影响。但与批处理系统相比,用户感觉分时系统是足够友好的。一个设计良好、系统结构配置又比较得当的分时系统能在用户满意的时间内作出响应,因而受到广大用户的欢迎。

1.2.3 其他类型的操作系统

以上是操作系统的基本类型。但现代的计算机系统中,一个实际操作系统往往兼有多种功能。例如,将实时与分时功能混合,根据用户提交作业的类型,将它们设置不同的优先级,如有优先级较高的实时作业,系统将分时作业封锁,不断响应实时作业,直到它完成后,再转为分时服务。VAX-11 系列机上配备的 VMS 操作系统就是一个以分时、实时为主,兼有批处理功能的操作系统。

还有一些操作系统,我们不作介绍,仅在此处提一下,例如适用于个人计算机的操作系统、针对多处理机的操作系统,并行机的操作系统以及基于计算机网络的操作系统等。

1.3 操作系统的功能模块

操作系统要管理计算机系统的硬件资源和软件资源,以便为用户所使用。硬件资源一般指 CPU(中央处理机),存储器(内存和外存)、外部设备等。软件资源是指系统程序和数
据,即操作系统、系统实用程序及应用软件,以及用户的程序和数据,它们都以文件的方式存放在存储器中。操作系统由若干个功能模块有机地联系在一起,协调地进行工作。这些模块是:处理机和进程管理、存储管理、设备管理、信息管理和用户接口。

1.3.1 处理机和进程管理

CPU(处理机)是计算机中关键的资源。我们知道,处于运行阶段的作业,总是先处于就绪状态,等待着给它分配 CPU 时间以便进入执行状态。进程是指一个作业在给定的活动空间和初始环境下,在 CPU 上的执行过程。我们把如何选择一个作业,给它分配内存空间和其他硬件资源后进入运行阶段的就绪状态,称为作业调度。把如何控制一个作业在运行阶段的三个状态间的转换称为进程调度。因而,如何充分发挥资源的利用率,响应时间短,各用户作业等待执行时间最短,是制订相应的作业调度算法和进程调度算法的原则。只是在不同的操作系统中,对以上目标有不同的着重点,从而调度算法也就有所不同。

创建一个进程,首先建立一个数据结构,称为进程控制块(PCB),记录进程的特征,包括进程的名称,所需的资源以及使用资源的情况等等。在运行的不同时刻,不断修改 PCB 中的信息。一旦进程运行结束,作业从系统中退出,所使用的资源被系统回收,相应的 PCB 也

就被撤销了。

1.3.2 存贮管理

存贮管理是对作业从进入就绪状态起到运行结束之间所使用的存贮器（包括内存和外存）进行管理。可以将存贮管理模块的任务分为存贮分配、地址映射和存贮保护三部分。

（一）存贮分配

每当一个作业要进入就绪状态，存贮管理模块就要根据可利用的内存空间与作业所需要的内存两者进行计算，给该作业以相应的内存空间。

一般来说，内存空间总是比较有限的。因而虚拟存贮的技术用来将部分外存贮器作为虚拟的内存贮器，从而使得作业的存贮空间可以扩大许多倍。在提供虚拟存贮的操作系统中，存贮管理模块还要承担内存扩充管理的任务。

（二）地址映射

一个程序在编译和链结后，得到一个称为内存映象的文件。该文件描述了这个程序在运行时所需要的内存大小，其中包括代码和数据区的地址。这些地址称为逻辑地址。一旦将一个作业装入内存，存贮管理模块会把映象文件的首地址（为零）与内存中该作业的首地址（物理地址）相加，从而映象中所有的地址都可转换为物理地址。

对于虚拟存贮，存贮管理模块还要提供一个存贮器管理的功能，在不同的时刻，将对应于内存的虚拟空间（位于外存贮器中）装入内存。

（三）内存保护

内存空间总是被若干个作业所分享，其中包括操作系统本身要常驻在内存中的那一部分。内存保护的任务是对内存空间中已划分出的区域，知道它们各属于哪些作业，并且知道每个作业有权访问的区域。每当作业执行过程中实现了地址映射后，存贮管理模块就要检查一下这个作业是否有权访问这个物理地址。一旦遇到非法访问，就要拒绝访问，并进行出错处理。

1.3.3 设备管理

外部设备包括文件存贮介质，例如磁盘、磁带、光盘等；输入输出设备，例如字符终端，图形终端，各种打印机，绘图仪，显示器等；以及专用的输入输出设备，例如数据采集仪，图像摄入装置，音频输入输出设备等。

设备管理模块的任务是为用户提供方便和统一的界面，并根据作业对设备的申请，合理地分配这些资源，根据设备的性能和作用对设备分类，再用不同的驱动程序去驱动这些设备工作，以提高设备的效率。

1.3.4 信息管理

信息管理主要负责对软件资源的管理。所有的软件资源都以文件的形式存放在存贮介质中，并以文件为单位，在计算机中传递信息。因此，文件被定义为一组相关信息元素的集合。

信息管理模块的任务是：i. 建立文件的存贮和检索，管理文件的空分配。ii. 对用户合适的文件操作的界面，使用户能够方便地对文件进行各种操作，例如创建和删除文

件、读写操作等；iii. 建立文件的共享、保密和保护机制等。因而，信息管理又被称为文件管理或文件系统。

1.3.5 用户接口

用户接口又称为用户界面。用户通过用户接口使用操作系统。良好的用户接口将使用户感觉到操作系统的友好和方便。

用户接口包括操作语言、作业控制语言和系统调用。

(一) 操作语言

操作语言是一种解释性语言，又称为操作命令。用户使用操作命令与操作系统打交道，提出运行各种程序的请求，操作系统及时作出响应。用户要求运行的程序可以是操作系统提供的命令，各种系统实用程序和应用程序，以及用户自编的程序。图 1.3 的框图表示操作命令执行的过程。

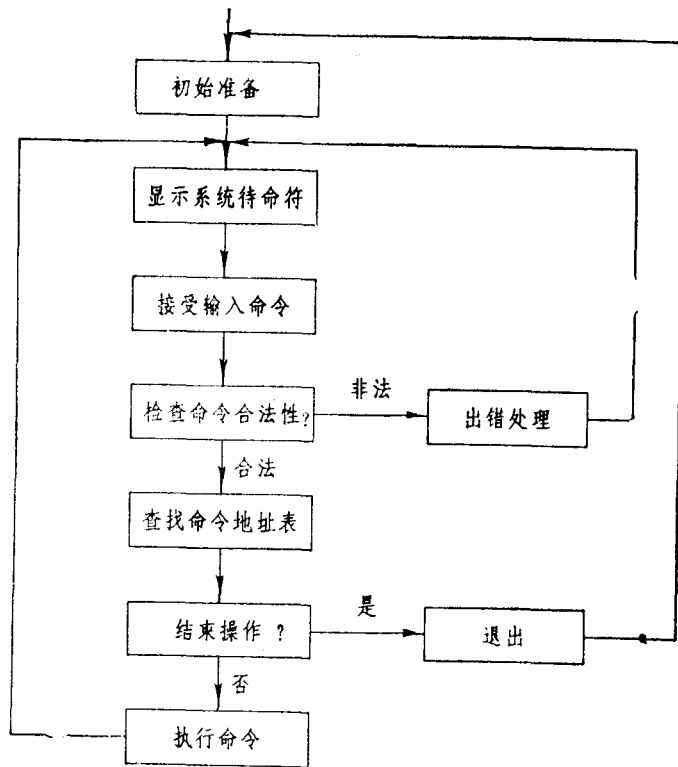


图 1.3 操作命令控制流程

(二) 作业控制语言

作业控制语言应用于批处理操作系统。用户用作业控制语言编写作业控制说明书，说明作业所需的硬件和软件资源、输入输出需求等，并将作业提交给操作系统。此后，操作系统便按作业控制说明书来控制作业的运行。

(三) 系统调用

系统调用是提供一系列可调用的系统函数，用以执行操作系统和系统实用程序的一部