

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



操作系统原理实用教程

李 俭

张明辉

解晨光

邱泽国

主审

徐宏伟

副主编

清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

操作系统原理实用教程

李 俭 王 鑫 主 编
张明辉 邱泽国 徐宏伟 副主编
解晨光 主 审

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书采用通俗的语言和实例,全面阐述了操作系统的基本概念、原理、方法及实现,既注重对操作系统经典内容的论述,又介绍了操作系统的实用成果及发展趋势。全书共分6章,分别介绍操作系统的基本概念、进程的概念和相关处理机制、死锁的概念与分析、内存管理、设备管理和文件管理,并通过一个Linux操作系统实例对操作系统的四大功能进行了分析。各章末除了丰富的习题,还提供Windows 2003和Linux操作系统的相关实训内容,方便学生更好地理解操作系统原理知识。

本书可作为高等院校(特别是应用型本科)计算机及相关专业的教材,也可作为自学考试的教材和计算机专业技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

操作系统原理实用教程/李俭,王鑫主编. —北京:清华大学出版社,2011.4

(21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-24487-5

I. ①操… II. ①李… ②王… 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(2011)第003741号

责任编辑:付弘宇

责任校对:焦丽丽

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954,jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20.25 字 数:492千字

版 次:2011年4月第1版 印 次:2011年4月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.50元

产品编号:040645-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

- (1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。
- (2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。
- (3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。
- (4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。
- (5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。
- (6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与计算机应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

清华大学出版社经过二十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail:weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

计算机操作系统管理计算机系统所有的软件和硬件资源,同时为用户提供一个方便、安全、可靠的工作环境。操作系统课程是计算机专业学生的必修课程,掌握并理解计算机系统的基本原理和方法,对计算机专业的学生和技术人员来说是非常必要的。

目前,各高校都注重培养应用型计算机人才。要让学生在以后的工作中不断自我提升业务水平,作为计算机专业基础课之一的操作系统必须要承担起搭建良好专业基础的工作。单纯的操作系统原理知识已经不能很好地为学生服务,只有把实际应用的操作系统融入其中,才能让学生真正地领会操作系统的精髓。另外,据调查,我国的 Linux 人才仍然处于严重短缺状态,必须把 Linux 操作系统与操作系统原理结合起来,让学生熟练使用 Linux 以适应社会需要。本书正是在这种迎合社会需求的基础上,以培养应用型计算机人才为目的进行策划的。

由于操作系统在计算机系统中所处的特殊地位,以及它具有的抽象性及理论深度,使得这门课程并不是那么容易真正学懂弄通。很多初学者会感到这门课程理论性太强、概念原理太多,不容易记住,更不易掌握,特别是在本科操作系统课程中,选择合适的实验内容是一个普遍的难题。作者参考了国内外近几年出版的教材和文献,并根据操作系统开发工作对操作系统教学的要求,注意到当前我国计算机教育、研究与开发、应用的现实情况,参考 2011 年计算机专业考研操作系统大纲,结合多年操作系统课程教学经验编写了本书,其技术内容具有较强的先进性及实用性。

本书采用通俗的语言和实例,全面阐述了操作系统的基本概念、原理、方法及实训,既注重对操作系统经典内容的论述,又注意介绍操作系统的实用成果及发展趋势。本书内容共分 6 章,第 1 章介绍操作系统的基本概念、功能、操作系统的发展史及现代典型操作系统;第 2 章介绍进程的概念、进程描述、进程控制、进程的同步与互斥、进程通信及线程、进程调度,死锁的概念与产生的原因,以及解决死锁的方法;第 3 章介绍操作系统对内存的管理方法,主要介绍各种内存管理与分配方法的思想、数据结构、重定位及实现原理;第 4 章介绍操作系统对设备的管理方法,主要介绍对设备的控制、分配、缓冲区的管理等,并对其他一些主要的 I/O 技术进行了简单介绍;第 5 章介绍操作系统对文件的管理,重点介绍文件的逻辑结构、物理结构及文件系统的构成;第 6 章从操作系统的四大功能角度对 Linux 操作系统实例进行了分析。全书内容在介绍原理的基础上,注重理论与实践相结合。本书为各章提供了习题,并从第 2 章开始为每章原理提供了 Windows 2003 和 Linux 操作系统的相关实训内容,方便学生更好地理解操作系统原理知识。

本书由李俭、王鑫担任主编,张明辉、邱泽国、徐宏伟担任副主编,解晨光担任主审。各章主要编写人员及分工如下:第 1 章、第 3 章由哈尔滨金融学院的李俭编写;第 2 章由哈尔滨金融学院的张明辉编写;第 4 章由黑龙江工程学院的王鑫编写;第 5 章的 5.1~5.7 节由哈尔滨商业大学的邱泽国编写;第 5 章的 5.8~5.9 节及实训和习题由哈尔滨金融学院的王

杨编写;第6章由哈尔滨金融学院的徐宏伟编写。全书由李俭统稿。在本书的编写过程中,哈尔滨金融学院的王梦菊老师在实验和绘图方面做了很多工作,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

本书可作为高校计算机及相关专业的教材,特别是应用型本科计算机专业的操作系统教材,也可作为计算机及应用专业自学考试教材和计算机专业技术人员的参考书。

在本书的编写过程中得到了许多领导和同志的大力支持,参考了大量同行的著作,也感谢清华大学出版社的悉心指导,使本书得以顺利出版。

由于作者水平有限,书中疏漏和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。如有意见或建议,请发送邮件至 jane_star_love@126.com。

本书课件可以从清华大学出版社网站 <http://www.tup.com.cn> 下载,关于本书及课件使用方面的问题,请联系 fuhy@tup.tsinghua.edu.cn。

编 者

2010年10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 操作系统的地位	1
1.1.2 操作系统的作用	2
1.2 操作系统的发展和分类	3
1.2.1 无操作系统的计算机系统	3
1.2.2 批处理系统	5
1.2.3 分时系统	7
1.2.4 实时系统	8
1.2.5 网络操作系统	9
1.2.6 分布式操作系统	10
1.2.7 嵌入式操作系统	10
1.3 现代主流操作系统简介	11
1.3.1 MS-DOS 及 Windows 系列	11
1.3.2 UNIX 大家族	14
1.3.3 自由软件 Linux	16
1.4 操作系统的特征	18
1.4.1 并发性	18
1.4.2 共享性	18
1.4.3 异步性	19
1.4.4 虚拟性	19
1.5 操作系统的功能	19
1.5.1 处理机管理	19
1.5.2 存储器管理	20
1.5.3 设备管理	21
1.5.4 文件管理	22
1.5.5 用户接口	22
1.6 本章小结	23
习题 1	24
第 2 章 进程管理	26
2.1 进程的引入	26

2.1.1	程序的顺序执行	26
2.1.2	程序的并发执行	27
2.1.3	进程	29
2.1.4	进程的状态及其转换	31
2.1.5	进程控制块	32
2.2	进程控制	35
2.2.1	原语	35
2.2.2	进程的创建与撤销	35
2.2.3	进程的阻塞与唤醒	36
2.2.4	进程的挂起与激活	37
2.3	进程同步与互斥	37
2.3.1	临界资源与临界区	38
2.3.2	信号量及 P、V 操作	39
2.3.3	经典的进程同步互斥问题	44
2.3.4	管程	47
2.4	进程通信	50
2.4.1	共享存储	50
2.4.2	消息传递	50
2.4.3	共享文件	53
2.5	进程调度	53
2.5.1	调度的层次	53
2.5.2	调度算法的评价标准	55
2.5.3	调度算法	56
2.6	死锁	59
2.6.1	死锁的概念	59
2.6.2	死锁的预防	60
2.6.3	死锁的避免	61
2.6.4	死锁的检测	66
2.6.5	死锁的解除	67
2.7	线程	67
2.7.1	线程的引入	67
2.7.2	进程与线程的关系	68
2.7.3	线程调度与通信	68
2.8	本章小结	69
实训	.....	69
实验 1:	Windows 2003 的任务与进程管理器	69
实验 2:	Linux 的启动、退出与系统设置	76
实验 3:	Linux 中的进程管理	83
习题 2	.....	88

第 3 章 存储器管理	91
3.1 存储体系	91
3.1.1 存储管理的功能	92
3.1.2 存储分配方式	92
3.1.3 存储空间的管理	93
3.1.4 地址重定位	93
3.1.5 存储保护	96
3.2 连续分配存储管理	97
3.2.1 单一连续分配方式	97
3.2.2 分区分配方式	97
3.2.3 紧凑和对换技术	102
3.3 离散分配存储管理	103
3.3.1 分页存储管理方式	103
3.3.2 分段存储管理方式	108
3.3.3 段页式存储管理方式	111
3.4 虚拟存储器	113
3.4.1 程序局部性原理	113
3.4.2 虚拟存储器的概念	114
3.4.3 请求分页存储管理方式	115
3.4.4 页面置换算法	118
3.4.5 请求分段存储管理方式	121
3.5 本章小结	123
实训	123
实验 1: Windows 2003 Server 的系统监视器	123
实验 2: Windows 2003 Server 的存储管理	129
习题 3	133
第 4 章 设备管理	136
4.1 设备管理概述	136
4.1.1 设备的分类	136
4.1.2 设备管理的目标与功能	138
4.2 I/O 系统	139
4.2.1 I/O 系统的硬件组织	139
4.2.2 I/O 系统的软件组织	142
4.2.3 输入/输出控制方式	147
4.3 设备的分配与回收	151
4.3.1 设备分配中的数据结构	151
4.3.2 设备的分配与回收	153

4.4	虚拟技术和缓冲技术	156
4.4.1	SPOOLing 技术	156
4.4.2	缓冲技术的引入	157
4.4.3	单缓冲	158
4.4.4	双缓冲	158
4.4.5	缓冲池	159
4.5	其他 I/O 技术简介	161
4.5.1	USB 技术	161
4.5.2	即插即用技术 PnP(Plug and Play)	162
4.5.3	缓存	163
4.6	I/O 磁盘调度	167
4.6.1	磁盘传输性能	167
4.6.2	磁盘调度算法	169
4.7	RAID 技术	172
4.7.1	RAID 基本原理	172
4.7.2	RAID 配置等级	173
4.8	本章小结	176
	实训	177
	实验 1: Windows 2003 的设备管理	177
	实验 2: Windows 2003 Server 的注册表管理	183
	实验 3: Linux 的设备管理	188
	习题 4	194
第 5 章	文件管理	196
5.1	文件系统概述	196
5.1.1	文件和文件系统	196
5.1.2	文件类型	198
5.2	文件的逻辑结构	200
5.2.1	文件的逻辑结构简介	200
5.2.2	顺序文件	201
5.2.3	索引文件	202
5.2.4	索引顺序文件	203
5.3	外存分配方式	204
5.3.1	连续分配	204
5.3.2	链接分配	206
5.3.3	索引分配	208
5.4	文件目录管理	210
5.4.1	文件目录的内容	211
5.4.2	目录结构	212

5.4.3	文件目录操作	216
5.4.4	目录查询技术	217
5.5	文件存储空间的管理	218
5.5.1	空闲表法和空闲链表法	218
5.5.2	位示图法	219
5.5.3	成组链接法	220
5.6	文件操作和文件的存取控制	222
5.6.1	文件操作	222
5.6.2	文件的存取控制	224
5.7	文件的共享与安全	226
5.7.1	文件的共享	226
5.7.2	文件系统的安全	230
5.8	文件系统性能的改善	232
5.9	本章小结	235
	实训	235
	实验 1: Windows 2003 Server 磁盘文件系统的管理与维护	235
	实验 2: Linux 的文件管理	244
	习题 5	251
第 6 章	Linux 操作系统实例分析	253
6.1	Linux 的基本结构	253
6.1.1	Linux 的体系结构	253
6.1.2	Linux 内核源代码组织结构	254
6.2	Linux 的进程管理	255
6.2.1	Linux 的进程和线程管理	256
6.2.2	Linux 的进程调度	257
6.2.3	Linux 进程间的通信	259
6.3	Linux 的存储管理	263
6.3.1	Linux 虚拟内存的抽象模型	263
6.3.2	Linux 的高速缓存	265
6.3.3	管理内存空间的数据结构	266
6.3.4	内存区的分配和页面淘汰策略	267
6.4	Linux 的文件管理	270
6.4.1	Linux 文件系统的构成	270
6.4.2	EXT2 对磁盘的组织	272
6.4.3	EXT2 文件的物理结构	275
6.4.4	EXT3 文件系统	275
6.4.5	虚拟文件系统	277
6.5	Linux 的设备管理	279

6.5.1	Linux 设备管理概述	279
6.5.2	Linux 中的设备驱动	281
6.5.3	设备管理实例	282
6.6	Linux 的 Shell	283
6.6.1	Shell 的工作原理	284
6.6.2	Shell 的种类	285
6.6.3	Bash Shell 的命令	285
6.6.4	Bash Shell 编程	290
6.7	Linux 的安全机制	293
6.7.1	标识与鉴别	294
6.7.2	存取控制	294
6.7.3	审计与加密	295
6.7.4	网络安全	296
6.7.5	备份与恢复	297
6.8	本章小结	297
实训	.....	298
实验 1: Windows 2003 的用户管理	.....	298
实验 2: Linux 的用户管理	.....	301
习题 6	.....	306
参考文献	.....	307

计算机系统由硬件和软件两部分组成,操作系统(Operating System, OS)是计算机系统最重要的系统软件,它是配置在计算机硬件上的第一层软件,是对硬件系统的首次扩充,是整个计算机系统的控制中心。在现代计算机系统中,如果不安装操作系统,很难想象如何使用计算机。操作系统不仅将裸机改造成为功能强、服务质量高、使用方便灵活、运行安全可靠的虚拟机来为用户提供良好的使用环境,而且采用有效的方法来组织多个用户共享计算机系统中的各种资源,最大限度地提高系统资源的利用率。

本章重点讲述以下几方面内容。

- (1) 操作系统的概念。
- (2) 操作系统的发展。
- (3) 操作系统的特征。
- (4) 操作系统的功能。

1.1 操作系统的概念

操作系统是配置在计算机硬件平台上的第一层软件,是一组系统软件。在计算机系统中,处理器、内存、磁盘、终端等硬件资源通过主板连接构成了看得见摸得着的计算机硬件系统。为了使这些硬件资源高效地、尽可能并行地供用户程序使用,同时,为了给用户提供使用这些硬件的通用方法,必须为计算机配备操作系统。操作系统的工作就是管理计算机的硬件资源和软件资源,并组织用户尽可能方便地使用这些资源。操作系统是软硬件资源的控制中心,它以尽量合理有效的方法组织用户共享计算机的各种资源。

1.1.1 操作系统的地位

计算机系统可以看作是由硬件和软件按层次结构组成的系统,如图 1-1 所示。硬件系统是指构成计算机系统所必需的硬件设备,是计算机本身和用户作业的基础。

只有硬件系统而没有软件系统的计算机称为裸机。用户直接使用裸机不仅不方便,而且系统效率也会严重降低。软件系统是为计算机系统配置的程序和数据的集合。软件系统又有系统软件和应用软件之分。应用软件是为解决某

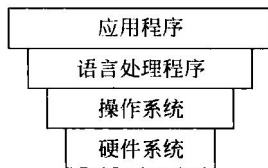


图 1-1 计算机系统层次结构

一具体问题而开发的软件,它涉及计算机应用的各个领域,如各种管理软件、文字处理软件等;系统软件是专门为计算机系统所配置的,如操作系统、各种语言处理程序等。操作系统是以硬件为基础的系统软件,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,并提供相应的接口,其他各层软件都是在操作系统的基础上开发的。语言处理程序包括各种程序设计语言的编译程序及动态调试程序等,语言处理程序是操作系统层的扩充,而应用程序是语言处理程序层的进一步扩充。在应用程序层用户可以使用各种程序设计语言,在操作系统的支持下,编写并运行满足用户需要的各种应用程序。由此可见操作系统是计算机系统中最重要系统软件。

1.1.2 操作系统的作用

如何看待一个操作系统,从不同的角度出发有不同的观点。从一般的观点看,可以把操作系统看作是用户与计算机硬件系统之间的接口;从资源管理观点看,则可以把操作系统视为计算机系统资源的管理者。

1. 人机交互的观点——操作系统是用户与计算机硬件系统之间的接口

操作系统作为用户与计算机硬件之间的接口的含义是:操作系统处于用户与计算机硬件系统之间,用户通过操作系统来使用计算机系统。或者说,用户在操作系统的帮助下,能够方便、快捷、安全、可靠地操纵计算机硬件和运行自己的程序。可以通过三种方式使用计算机。

(1) 命令方式。这是指由操作系统提供了一组联机命令,用户可以通过键盘输入有关命令来使用计算机。

(2) 系统调用方式。系统调用就是在程序中,用户请求操作系统为自己服务的手段或方法。用户可以在自己的应用程序中,通过调用操作系统提供的一组系统调用来操纵计算机。

(3) 图形、窗口方式。用户通过屏幕上的窗口或图标,来操纵计算机系统和运行自己的程序。

2. 资源管理的观点——操作系统作为计算机资源的管理者

在一个计算机系统中,通常都含有各种各样的硬件和软件资源。归纳起来可将资源分为四类:处理器、存储器、I/O设备以及数据和程序。相应地,操作系统的主要功能也正是针对这四类资源进行有效的管理,即处理机管理、存储器管理、设备管理和文件管理。可见操作系统是计算机系统资源的管理者。

3. 虚拟机的观点——操作系统用作扩充计算机

对于一台完全无软件的计算机系统,即使其功能再强,也必定是难于使用的。如果在裸机上覆盖上一层I/O设备管理软件,便可以利用它提供的I/O命令来进行数据输入和打印输出等操作。此时用户所看到的计算机,将是一台比裸机功能更强、使用更方便的计算机。通常把覆盖了软件的计算机称为扩充机或虚拟机。如果又在第一层软件上再覆盖上一层文件管理软件,则可利用该软件提供的文件存取命令来进行文件的存取。每当人们在计算机

系统上覆盖上一层软件后,系统功能便增强一级。由于操作系统自身包含了若干层次,因此当在裸机上覆盖上操作系统后,便可获得一台功能显著增强、使用极为方便的多层扩充计算机或多层虚拟计算机。

因此,作为在硬件之上的第一层软件的操作系统是一组程序和数据的集合,它能控制和管理计算机系统的所有资源,并合理地进行调度,为用户使用计算机提供方便。据此,可以把操作系统定义为: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,并为用户使用计算机提供方便的程序和数据的集合。

1.2 操作系统的发展和分类

计算机从1946年问世至今,已有半个多世纪的发展历程。最初的计算机由于运算速度慢、存储容量小、仅用于数值计算等,其操作方式基本上采用手工操作方式。随着计算机技术的发展,在20世纪50年代中期出现了第一个简单的批处理操作系统,到20世纪60年代中期产生了多道程序批处理操作系统,不久又出现了基于多道程序的分时系统。自20世纪80年代以来,出现了微型计算机、多处理机和计算机网络技术,同时也就形成了微机操作系统、多处理机操作系统、网络操作系统。也就是说,操作系统的发展过程就是各类操作系统形成的过程。随着通信技术的发展以及大型数据管理系统、远程处理系统和计算机网络的成熟与推广,操作系统的研究开始向并行计算与分布式方向发展。

1.2.1 无操作系统的计算机系统

1. 人工操作方式

从第一台计算机诞生至20世纪50年代中期的计算机,属于第一代计算机,这时还未出现操作系统。这时的计算机操作是由用户采用人工操作方式直接使用计算机硬件系统。即用户一个接一个地轮流使用计算机。每个用户的工作过程大致是将事先已穿孔的纸带或卡片装入纸带机或卡片输入机,再启动输入机将程序和数据输入计算机存储器,然后利用控制台开关启动计算机来运行程序。计算结束后,用户取走打印出来的结果,并卸下纸带或卡片,这时才能让下一用户使用计算机。在这个过程中,需要人工装卸纸带或卡片、人工控制程序运行。工作操作速度相对计算机的运行速度而言是很慢的,因此使用计算机完成某一工作的整个过程中,手工操作时间占了很大比例,而计算机运行时间所占比例较小,这就形成了明显的人机矛盾,致使计算机资源利用率很低,从而使计算机工作效率很低。

这种人工方式有以下三个方面的缺点。

(1) 用户独占全机。此时,用户既是程序员又是操作员,计算机及其全部资源只能由上机用户独占,资源利用率低。例如,打印机在装卸卡片和计算过程中被闲置。

(2) CPU等待人工操作。当用户进行程序装入或结果输出等人工操作时,CPU及内存等资源处于空闲,严重降低了计算机资源的利用率。

(3) CPU和I/O设备串行工作。所有设备均由主机来控制,主机向设备发送命令后,设备开始工作,而此时主机处于等待状态;当主机工作时,I/O设备处于等待主机命令的状

态,即 CPU 和 I/O 设备不能同时进行工作。

可见人工操作严重地降低了计算机资源的利用率,此即所谓的人机矛盾。随着 CPU 速度的迅速提高而 I/O 设备的速度却提高缓慢,也使 CPU 与 I/O 设备之间速度不匹配的矛盾更加突出。为此产生了脱机输入/输出技术。

2. 脱机输入/输出方式

为了解决人机矛盾及 CPU 与 I/O 设备之间串行工作和速度不匹配的问题,20 世纪

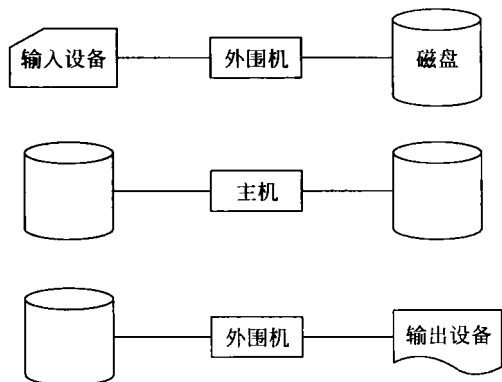


图 1-2 脱机输入/输出方式

50 年代末出现了脱机输入/输出技术。该技术是指事先将装有用户程序和数据的纸带装入纸带输入机,在一台外围机的控制下,把纸带上的数据输入到磁带上。当 CPU 需要这些程序和数据时,再从磁带上高速地调入内存。类似地,当 CPU 需要输出时,可由 CPU 直接高速地把数据从内存送到磁带上,然后在另一台外围机的控制下,将磁带上的结果通过相应的输出设备输出。脱机输入/输出方式如图 1-2 所示。

由于程序和数据的输入和输出都是在外围机的控制下完成的,或者说,它们是在脱离主机的情况下进行的,所以称为脱机输入/输出方式;相反,如果程序和数据的输入和输出是在主机的直接控制下完成的,就称为联机输入/输出方式。

现在来比较一下人工操作方式和脱机输入/输出方式。假设有 A 和 B 两个用户要使用计算机,他们在不同的方式下使用计算机时,等待的时间完全不同,具体情况如图 1-3 所示。可见,在脱机输入/输出方式下,在较短的时间内完成了用户 A 和 B 的工作。

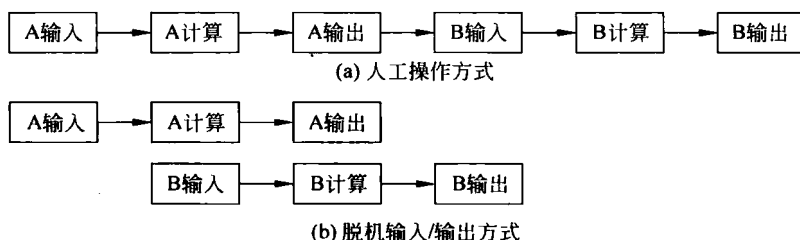


图 1-3 人工操作方式和脱机输入/输出方式的比较

脱机输入/输出方式主要有以下优点。

(1) 减少了 CPU 的空闲时间。输入设备和输出设备都是在脱离主机的情况下进行工作的,不占用主机时间,从而有效地减少了 CPU 的空闲时间,缓和了人机矛盾。

(2) 提高了 I/O 速度。当 CPU 在运行程序的过程中需要数据时,是直接从高速的存储设备上将数据调入内存的,而不是从低速的 I/O 设备上输入,从而大大缓和了 CPU 和 I/O 设备速度不匹配的矛盾,进一步地减少了 CPU 的空闲时间。