

21世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

操作系统

CAOZUO XITONG

罗宇 主编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

操作系统

罗 宇 主编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内容简介

操作系统作为核心的系统软件,负责控制和管理整个系统的资源并组织用户高效协调使用这些资源。本书阐述了操作系统的基本工作原理以及设计方法,以多道程序技术为基础,以 Unix 系统设计思想为主线,介绍各类操作系统设计公共的内容。在最后一章中给出了具体操作系统设计实例。本书依次介绍了操作系统结构、操作系统中的进程与处理机管理、存储管理、文件管理和设备管理。对各种并发控制问题展开了讨论,对前沿的并行与分布式系统进行了深入介绍,最后还详细介绍了 Windows 2000 操作系统的结构和实现。全书共分九章。

本书可作为大学计算机专业或计算机应用、通信与电子相关专业的教材和参考书,也可供从事计算机设计、开发、维护和应用的专业人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统/罗宇主编. —北京:北京邮电大学出版社,2004(2008.1重印)

ISBN 978-7-5635-0840-2

I. 操… II. 罗… III. 操作系统—高等学校—教材 IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 034645 号

书 名	操作系统
主 编	罗 宇
责任编辑	陈露晓 付晓霞
出版发行	北京邮电大学出版社
社 址	北京市海淀区西土城路 10 号(100876)
电话传真	010-62282185(发行部) 010-62283578(传真)
电子信箱	ctrd@buptpress.com
经 销	各地新华书店
印 刷	北京忠信诚胶印厂
开 本	787mm×960mm 1/16
印 张	22
字 数	368 千字
版 次	2004 年 5 月第 1 版 2008 年 1 月第 3 次印刷

ISBN 978-7-5635-0840-2

定 价:29.50 元

如有质量问题请与发行部联系

版权所有 侵权必究

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

编委会

主任 陈火旺 中国工程院院士,国防科技大学教授

委员 (以姓氏笔画为序)

文双春 湖南大学计算机与通信学院教授

王命延 南昌大学信息工程学院教授

卢正鼎 华中科技大学计算机科学与技术学院教授

宁洪 国防科技大学计算机学院教授

刘爱民 北京大学信息科学技术学院教授

齐勇 西安交通大学电子与信息工程学院教授

何炎祥 武汉大学计算机学院教授

李仁发 湖南大学计算机与通信学院教授

李志蜀 四川大学计算机学院教授

杨路明 中南大学信息科学与工程学院教授

杨学军 国防科技大学计算机学院教授

杨放春 北京邮电大学计算机科学与技术学院教授

陈志刚 中南大学信息科学与工程学院教授

周立柱 清华大学计算机科学与技术系教授

周兴社 西北工业大学计算机学院教授

周昌乐 厦门大学信息科学与技术学院教授

孟祥旭 山东大学计算机科学与技术学院教授

姜云飞 中山大学信息科学与技术学院教授

赵书城 兰州大学信息科学与工程学院教授

徐晓飞 哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院教授

钱列加 复旦大学信息科学与工程学院教授

蒋昌俊 同济大学电子与信息工程学院教授

戴居丰 天津大学信息学院、软件学院教授

序

自 20 世纪 80 年代以来,高等学校计算机教育发展迅速,计算机教育的内容不断扩展、程度不断加深。特别是近十年来,计算机向高度集成化、网络化和多媒体化发展的速度一日千里;社会信息化不断向纵深发展,各行各业的信息化进程不断加速;计算机应用技术与其他专业的教学、科研工作的结合更加紧密;各学科与以计算机技术为核心的信息技术的融合,促进了计算机学科的发展,各专业对学生的计算机应用能力也有更高和更加具体的要求。

基于近年来计算机学科的发展,以及国家教育部关于计算机基础教学改革的指导思想,我们确立了这套“21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材”的编写思想与编写计划。教材是教学过程中的“一剧之本”,是高校计算机教学的首要问题。该套系列教材编写计划的制定凝聚了编委会和作者的心血,是大家多年来计算机学科教学和研究成果的体现,并得到了陈火旺院士的亲自指导与充分肯定。

这套系列教材经过了我们精心的策划和组织,同时在编写过程中,充分考虑了计算机学科的发展与《计算机学科教学计划》中内容和模块的调整,使得整套教材更具科学性和实用性。整套系列教材体系结构按课程设置进行划分。每册教材均涵盖了相应课程教学大纲所要求的内容,既具备学科设置的合理性,又符合计算机学科发展的需要。从结构上遵循教学认知规律,基本上能够满足不同层次院校、不同教学计划的要求。

各册教材的作者均为多年来从事教学、研究的专家和学者,他们有丰富的教学实践经验,所编写的教材结构严谨、内容充实、层次清晰、概念准确、论理充分、理论联系实际、深入浅出、通俗易懂。

教材建设是一项长期艰巨的系统工程,尤其是计算机科学技术发展迅速、内容更新快,为使教材更新能跟上科学技术的发展,我们将密切关注计算机科学技术的发展新动向,以使我们的教材编写在内容上不断推陈出新、体系上不断发展完善,以适应高校计算机教学的需要。

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材编委会

前 言

操作系统是计算机系统中的核心系统软件,它负责控制和管理整个系统的资源并组织用户高效协调使用这些资源,使计算机各部件极大的并行运行。操作系统课程是计算机科学与技术专业的核心课程。随着计算机技术的发展,各类嵌入式系统的广泛应用,其他相关专业也相继把操作系统作为一门重要的必修或选修课程。

本书阐述操作系统的基本工作原理以及设计方法,以多道程序技术为基础,以 Unix 系统设计思想为主线,介绍各类操作系统设计公共的内容,并在最后一章中给出了当前流行的 Windows 2000 操作系统设计实例。

本书作者长期从事计算机操作系统设计开发和教学工作,作者根据 20 多年的教学科研实践积累的经验,参考了国内外近几年出版的教材和文献,并结合科研开发工作对操作系统教学的要求,考虑到当前我国计算机教学、研究与开发、应用的现实情况,编写了本书。本书的内容具有先进性及适用性。本着循序渐进的原则,本书采用了通俗的语言和先进的实例,全面阐述操作系统的基本概念、原理、方法及实例。既注重对操作系统经典内容的论述,又注重介绍操作系统的发展趋势及重要的研究开发成果。全书共分九章,每章之后配有小结及习题,以加深理解。第一章介绍了什么是操作系统及操作系统的形成、发展及现状;第二章介绍了操作系统的结构;第三章介绍了进程管理及线程的基本思想;第四章介绍了并发及死锁;第五章至第七章分别介绍存储管理、设备管理、文件管理;第八章介绍了并行与分布式操作系统;第九章介绍 Windows 2000 操作系统。前七章是操作系统的核心内容。本书适于 42~60 学时的课堂教学。建议在讲完前四章时布置多进程编程等小实验并穿插讲解习题及课程实验内容。

本书由国防科技大学罗宇主编,可作为高等院校计算机及相关专业的教材,也可作为计算机及应用专业自学考试教材,对于具有高级程序设计语言初步知识和对计算机有一定了解的专业人士,亦是较全面的参考书。书中疏漏谬误之处在所难免,恳请专家、读者指正。

编 者
2004 年 4 月

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 什么是操作系统	(1)
1.1.1 计算机系统软件构成	(2)
1.1.2 操作系统作为特殊子程序	(3)
1.1.3 操作系统作为资源管理者	(4)
1.1.4 操作系统以进程方式组织用户使用计算机	(5)
1.2 操作系统的发展历史	(6)
1.2.1 监督程序	(7)
1.2.2 专用操作系统	(11)
1.2.3 多种方式操作系统	(18)
1.2.4 并行与分布式操作系统及其发展	(18)
1.3 主要操作系统介绍	(20)
1.3.1 Windows 系列及 MS-DOS	(20)
1.3.2 UNIX 大家族:SVR4,BSD,Solaris,AIX,HP UX	(24)
1.3.3 自由软件 Linux 和 FreeBSD 等	(29)
习 题	(35)
第二章 操作系统结构	(37)
2.1 中断/异常	(37)
2.1.1 中断/异常分类	(38)
2.1.2 中断的分级	(39)
2.2 中断/异常响应和处理	(41)
2.2.1 中断/异常响应	(42)
2.2.2 中断/异常处理	(44)
2.3 操作系统运行模型	(50)
2.4 系统调用	(54)
2.5 命令语言与窗口用户界面	(58)
2.5.1 命令语言	(59)
2.5.2 图形化的用户界面	(61)

2.6 小结	(63)
习题	(64)
第三章 进程与处理机管理	(65)
3.1 进程描述	(66)
3.1.1 进程定义	(67)
3.1.2 进程控制结构	(68)
3.2 进程状态	(71)
3.2.1 进程的创建与结束	(72)
3.2.2 进程状态变化模型	(74)
3.2.3 进程挂起	(77)
3.3 进程控制与调度	(79)
3.3.1 进程执行	(79)
3.3.2 进程调度	(82)
3.3.3 调度算法	(87)
3.4 作业与进程关系	(93)
3.5 线程的引入	(96)
3.6 小结	(99)
习题	(99)
第四章 进程同步与通讯、进程死锁	(102)
4.1 并发实现	(103)
4.1.1 并发编程方法	(103)
4.1.2 并发执行的实现	(104)
4.2 进程的同步与互斥	(106)
4.2.1 同步与临界段问题	(106)
4.2.2 实现临界段问题的硬件方法	(108)
4.2.3 信号量	(111)
4.2.4 进程同步与互斥举例	(115)
4.3 消息传递原理	(122)
4.3.1 消息传递通讯原理	(122)
4.3.2 消息传递通讯示例	(123)
4.4 死锁	(125)
4.4.1 死锁示例	(126)
4.4.2 死锁定义及性质	(129)

4.4.3 死锁防止	(132)
4.4.4 死锁避免	(134)
4.4.5 死锁检测	(138)
4.4.6 死锁恢复	(140)
4.4.7 死锁综合处理	(141)
4.5 小 结	(142)
习 题	(143)
第五章 存储管理	(148)
5.1 连续空间分配	(149)
5.1.1 单道连续分配	(149)
5.1.2 多道固定划分法	(152)
5.1.3 多道连续可变划分法	(155)
5.2 不连续空间分配	(158)
5.2.1 页式管理	(159)
5.2.2 段式管理	(165)
5.2.3 段页式管理	(170)
5.3 虚存管理	(173)
5.3.1 虚存的基本思想	(174)
5.3.2 页式虚存管理实现	(175)
5.3.3 页面替换策略	(178)
5.4 小 结	(187)
习 题	(188)
第六章 设备管理	(192)
6.1 I/O 硬件概念	(192)
6.1.1 常见外部设备的分类	(192)
6.1.2 设备控制器(I/O 部件)	(193)
6.1.3 I/O 控制方式	(196)
6.1.4 I/O 控制方式的发展过程	(200)
6.2 设备 I/O 子系统	(201)
6.2.1 设备的使用方法	(201)
6.2.2 I/O 层次结构	(204)
6.2.3 设备驱动程序	(208)
6.2.4 缓冲技术	(212)

6.3 存储设备	(216)
6.3.1 常见存储外部设备	(216)
6.3.2 磁盘调度	(221)
6.3.3 磁盘阵列	(225)
6.4 小结	(231)
习题	(233)
第七章 文件系统	(234)
7.1 文件结构	(235)
7.1.1 文件概念	(235)
7.1.2 文件的逻辑结构	(235)
7.1.3 文件的物理存储	(237)
7.1.4 文件控制块	(241)
7.2 文件目录结构	(242)
7.2.1 一级目录结构	(243)
7.2.2 二级目录结构	(244)
7.2.3 树型目录结构	(245)
7.2.4 无环图目录结构	(246)
7.3 文件存储器空间布局与管理	(247)
7.4 文件访问系统调用	(250)
7.4.1 传统文件系统调用实现	(251)
7.4.2 Memory-Mapped 文件访问	(254)
7.5 文件保护	(255)
7.5.1 文件访问保护	(255)
7.5.2 文件备份	(257)
7.6 文件系统的基本模型	(258)
7.7 小结	(263)
习题	(264)
第八章 并行与分布式操作系统	(265)
8.1 并行操作系统	(265)
8.1.1 对称多处理	(266)
8.1.2 线程概念	(269)
8.1.3 线程实现	(277)
8.1.4 线程调度	(284)

8.2 分布式系统	(290)
8.2.1 分布式系统特点	(291)
8.2.2 几种分布式系统应用模型	(295)
8.2.3 分布式系统实现模型	(300)
8.2.4 分布式操作系统主要研究内容	(302)
8.2.5 分布式系统基础:通讯协议层次简介	(304)
8.3 小 结	(308)
习 题	(309)
第九章 Windows 2000	(311)
9.1 历 史	(311)
9.2 设计目标	(312)
9.3 系统组件	(314)
9.3.1 硬件抽象层	(315)
9.3.2 内核	(315)
9.3.3 执行体	(319)
9.4 环境子系统	(329)
9.4.1 Win32 环境	(331)
9.4.2 MS-DOS 环境	(331)
9.4.3 16 位 Windows 环境	(332)
9.4.4 POSIX 子系统	(332)
9.4.5 OS/2 子系统	(332)
9.4.6 登录和安全子系统	(333)
9.5 文件系统	(333)
9.5.1 内部格式	(333)
9.5.2 恢复	(335)
9.5.3 安全	(336)
9.5.4 压缩	(336)
9.6 小 结	(337)
习 题	(337)
参考文献	(338)

第一章 绪 论

计算机系统在国民经济和人们生活中起着越来越重要的作用。操作系统是计算机系统中不可或缺的系统软件,是系统的控制中心。一方面,操作系统将裸机改造成为功能强、性能高、使用方便灵活、安全可靠的虚拟机,为用户提供使用计算机系统的良好环境;另一方面,操作系统采用合理有效的方法组织多个用户共享计算机的各种资源,最大限度地提高资源的利用率。

自世界上第一台计算机 ENIAC 于 1946 年问世以来,计算机在运算速度、存储容量、元件工艺及系统结构等方面都有了惊人的发展。通常,人们按照计算机元件工艺的演变过程将计算机的发展划分为四个时代:电子管时代;晶体管时代;集成电路时代;大规模集成电路时代。与硬件发展相类似,人们也将操作系统的演变和发展过程划分为四个时代:单道批处理时代;多道批处理、分时、实时系统时代;同时具有多方面功能的多方式系统时代;并行与分布式系统时代。

本章将介绍什么是操作系统及其在计算机系统中的地位 and 作用。并通过阐述操作系统历史的演变过程,使读者对操作系统中基本概念、以及技术的产生和发展之类的问题有一个直观形象的了解,从而使读者对不同类型操作系统的基本特征、今后的发展动向以及对现在流行的操作系统有更深刻的认识。

1.1 什么是操作系统

众所周知,处理机、主存、磁盘、终端、网卡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。为了能使这些硬件资源高效地、尽可能并行地被用户程序使用,为了给用户提供通用的使用这些硬件的方法,我们必须为计算机配备操作系统软件。操作系统的工作就是管理计算机的处理机、主存、外设等硬件资源,提供诸如基于存储设备的文件等的逻辑资源,并组织

用户(如以进程的形式)尽可能方便使用这些资源。操作系统是软硬资源的控制中心,它以尽量合理有效的方法组织单个或多个用户以进程的方式共享计算机的各种资源。

1.1.1 计算机系统软件构成

图 1-1 描述了计算机系统的软件构成。

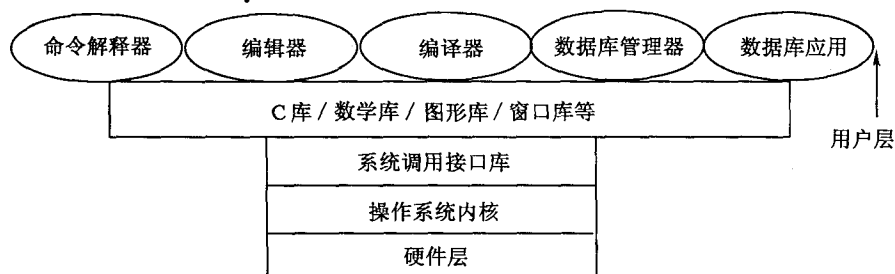


图 1-1 计算机系统中的软件构成

当用户为计算机安装操作系统时,如图 1-1 中的操作系统内核、命令解释器、编辑器、Web 浏览器、编译器、各种库程序、甚至数据库服务器、Web 服务器等都从安装介质拷贝到了计算机系统的磁盘上。广义地说,它们都是操作系统的构成成分,无论是安装 UNIX 系统还是 Windows 系统,命令解释器(窗口界面中对应的程序管理器,如 Windows 的 explorer.exe)是必不可少的一个程序,因为没有它,用户就无法操纵计算机,如输入命令让计算机去执行。在现代操作系统实现中,命令解释器程序没有作为操作系统内核的组成部分,但它在使用计算机过程中是不可缺少的。其他的操作系统内核层之上的程序则是根据把计算机系统定位成服务器或工作站而选择安装的。如果将计算机定位成程序设计用工作站,那么你必须安装编辑器进行程序编辑,安装编译器进行程序编译等。如果把计算机作为一个网络上的 Web 服务器,那么必须安装 Web 服务器程序。无论是用户自编的程序还是数据库应用程序,通常是操作系统安装后开发或安装的。这些操作系统内核层之上的程序,不管是命令解释器还是 Web 服务器或用户自编的程序,都是作为进程来运行的。

如果狭义地看,操作系统只包含图 1-1 中的操作系统内核,那么它是一个非常重要的系统程序,管理着系统中所有公共的资源,并提供了实现程序运行的进程机制。由于操作系统内核工作的重要性、特殊性使其必须在一种特

殊的保护状态下运行,以免受到用户程序的干扰和破坏,它提供了一组称为系统调用的接口供上层程序调用,从而实现了既能满足操作系统内核在特殊的保护状态下运行的要求,又能满足上层程序对系统资源的申请、使用、释放以及进程的创建、结束等诸多功能的要求。

图 1-1 中的各种库程序实际上就是一些可以重用的、共用的用户子程序。它们提供了形形色色的功能。系统提供这些库程序是为了方便用户编程,用户不必为了实现一个较通用的功能再重写上述库程序的代码,而只要引用库程序中的函数即可。库程序可以看作一些通用的、公共的程序集合,其通过利用内核提供的简单的资源管理功能实现复杂的复合功能。由于它位于用户层程序的底层,说明它是在用户状态下执行的、基础的公共程序。这些基础的公共程序之所以不放到操作系统内核中实现是因为它们不涉及到系统公共资源的管理,或是为了减少内核的大小。

1.1.2 操作系统作为特殊子程序

从图 1-1 的计算机系统软件层次图中可以看出,操作系统内核位于计算机硬件之上。操作系统内核为用户层的程序提供了系统调用功能。系统调用可以看成是特殊的公共子程序,是因为这些程序提供了一些可以被任意用户层程序调用的公共的功能,所以用户不需要编写实现这些功能的程序而只要调用操作系统内核提供的相应系统调用即可。但是,要注意到系统调用的特殊性,即系统调用处理程序运行在一种特殊的保护状态下。在这种状态下程序可以执行一些特权指令,可以访问到用户层程序访问不到的存储空间。系统调用之所以具有这样的特殊性是因为系统调用处理程序涉及到共享资源的管理与操作。

举例来说,因为 \sqrt{x} 的求值是许多用户程序都要做的工作,就可以把它作为一个公共子程序实现。那么它需要作为系统调用在操作系统内核实现吗?回答是否定的。虽然 \sqrt{x} 需要许多条机器指令来实现。但因为它不涉及到系统的共享资源,它只要对输入变量 x 作操作,因此可以把它作为数学子程序库中的子程序来实现。

对软盘的操作,许多基于 Intel $\times 86$ 的个人计算机都使用 NEC 的 PD765 软盘驱动器(简称软驱),该软驱有 16 条命令,通过对软驱中的设备寄存器置不同的值来实现初始化、移动磁头、读/写数据等功能。其中,最基本的命令是读/写命令,它们需要 13 个参数,如:磁盘块地址、每个磁盘的扇区数、物理介

质中所用的记录模式、扇区间距等。当操作完成时,软驱设备状态寄存器中有一堆状态位,由驱动程序判定是正常完成还是异常结束。在启动读/写命令前还需要判定软驱电机是否已启动,若未启动则还需要先启动。如果让这些操作都交给用户来编程,不仅复杂,而且会重复编程,多个用户使用还会引起混乱。因此操作系统提供给用户一个简单的文件使用界面,即软盘上包含多个文件,每个文件可以按照读/写方式打开,然后进行读/写,最后关闭文件。用户无需知道电机如何启动、如何读写数据,也不需要知道要读写的数据放在软盘上的哪一个扇区,只需要知道读/写哪个文件的哪一段数据,利用这个简单的文件使用界面就可以与软盘进行数据交换。这个文件使用界面由操作系统内核中的系统调用实现,因为软驱不是某个用户的私有资源,软盘上的文件可以供多个用户所访问,涉及到软驱和文件的管理数据都应该受到保护,所以文件使用以操作系统内核系统调用形式实现。

1.1.3 操作系统作为资源管理者

计算机由处理机、主存、外存、终端设备、网络设备等硬件资源所组成。处理机提供了程序执行能力;主存、外存提供了程序和数据的存储能力;终端设备提供了人机交互能力;网络设备提供了机间通讯的能力。如果这样的硬件资源需要高效地被计算机用户使用,就必须有适合每种硬件资源特点的资源分配和使用机制。

为了使硬件资源充分发挥它们的作用,必须允许多用户或者单用户以多进程方式同时使用计算机,以便让不同的资源由不同的进程同时使用,减少资源的闲置时间。例如,当一个用户进程将文件从磁盘往主存缓冲区读时,另一个用户进程可以让自己的程序在处理机上运行。这样,处理机、主存、磁盘同时工作,也就提高了资源利用率。

要让每种资源被多用户进程充分地利用,就需要研究每种资源的特点。对于单处理机来说,它只能执行一个指令流。如果多个用户进程都要使用它,那只有让多个用户进程的程序分时地在处理机上运行,也就是说处理机交替地运行多个用户进程的程序。这意味着操作系统要合理调度多用户进程程序使用处理机。对于存储设备,它是为程序和数据提供存放空间的,只要多个用户进程的程序和数据按照规定的位置存放,它们是可以共存的,操作系统要做的事就是管理存储空间,把适用的空间分配给用户进程的程序和数据,当用户进程要访问这些程序和数据时就能够找到它们。

针对不同资源特点,资源管理包含两种资源共享使用的方法:“时分”和“空分”。时分就是由多个用户进程分时地用该资源,除了上述的处理机外,还有很多其他的资源也必须分时地使用,如外设控制器、网卡等,这些控制部件包含了控制输入输出的逻辑,必须分时地使用。空分都是针对存储资源而言,存储资源的空间可以被多个用户进程共同以分割的方式占用。

在时分共享使用的资源当中,有两种不同的使用方法:

①“独占式共享使用”,这里的共享使用是指多用户进程分时使用,独占则表示某用户进程占用该资源后,执行了对资源的多个操作,使用了一个完整的周期。例如,如果多用户进程使用打印机,那么对打印机的独占式共享使用是指多用户进程一定是分时地共享使用该打印机的,每个用户进程使用打印机时,执行了多条打印指令,打印了一个完整的对象(如完整的文件)。这里每个用户进程要执行多条打印指令,为了不使多条打印指令执行过程中断,用户进程需要在执行打印指令前申请独占该打印机资源,执行完打印指令后释放。

②“分时式共享使用”,这种共享使用是指用户进程占用该资源无需使用一个逻辑上的完整周期。譬如说对处理机的使用,用户进程随时都可以被剥夺 CPU,只要运行现场保存好了,下次该用户进程再次占用 CPU 时就可以继续运行。再如对磁盘的输入输出,当一个用户进程让磁盘执行了一条输入输出请求后,其他用户又可向磁盘发输入输出请求,系统并不要求某个用户的几个输入输出请求之间不能插入其他用户的输入输出请求。

操作系统应针对不同的资源类型,实现不同的资源分配和使用策略。并为资源分配、使用提供相应的系统调用接口。

1.1.4 操作系统以进程方式组织用户使用计算机

用户可使用计算机进行科学计算,数据管理,通讯等。要实现所述的这些功能,必须要由相应的程序实现。用户使用计算机的处理机来执行程序,用程序驱动外部设备来进行数据交换,驱动网络设备来进行通讯。用户的意图必须由程序及程序的输入参数表示出来,为了实现用户意图,必须让实现相应功能的程序执行。为了能让程序执行需要由操作系统给程序及程序数据安排存放空间,为了提高资源利用率,增加并发度,还必须能让多个用户程序能分时占用处理机,要能够让一个程序还没运行完就让另一个程序占用 CPU 运行,就必须保存上一个程序的运行现场。因此必须要对实现各种用户意图的各个程序执行进行描述和控制。

说明程序执行的状态、现场、标识等各种信息,有选择地调度某个程序占用 CPU 运行,这些工作必须由操作系统完成,这也是为了实现程序对 CPU 的分时使用。

操作系统一般用进程来实现程序的执行。进程是指进行当中的程序,也就是指程序针对于某一数据集合的执行过程。操作系统的进程调度程序决定 CPU 在各执行程序间的切换。操作系统为用户提供进程创建和结束等的系统调用功能,使用户能够创建新进程运行新的程序。操作系统在系统初始化后,会为每个可能的系统用户创建第一个用户进程,用户的其他进程则可以由先前生成的用户进程通过“进程创建”系统调用陆续创建,以完成用户的各种使命。

在支持交互使用计算机的系统中用户的第一个进程往往运行命令解释器程序(对于图形窗口终端用户而言,就是具有窗口界面的程序管理器,如 Windows 操作系统的 explorer.exe),这个程序会从终端上获得用户输入的命令(或用户点击执行程序图符的信息)再进行相应的处理,可能会调用操作系统的创建进程系统调用,创建新进程去运行实现命令功能的程序。例如,在 UNIX 操作系统控制的终端上输入

```
$ cp /home/ly/test.c /home/wq/hello.c
```

那么这一行字符串会由用户的命令解释器程序获得,它会创建一个子进程,由子进程去运行 cp 实用程序,由 cp 实用程序创建一个新文件/home/wq/hello.c,并把/home/ly/test.c 文件的内容读出来后,写入 hello.c 中。

1.2 操作系统的发展历史

在计算机刚刚发展的 20 世纪 40 年代,计算机系统仅由硬件和应用软件组成。在这一时期,整个计算机系统是由用户直接控制使用的,所以又称为“手工操作”阶段。当时的计算机不仅速度慢、存储容量小,而且外部设备简单,辅存主要借助磁带(如图 1-2 所示),整个计算机系统由单个用户独占使用。用户使用计算机的大致方法是,将程序和数据以穿孔方式记录在卡片或纸带上,把卡片或纸带装在输入设备上;然后在控制台上形成输入命令,启动设备将信息输入到指定的主存单元;接着在控制台上置启动地址,并启动程序运行;最后在输出设备上取得程序运行的结果。