

计算机系列教材



# 计算机操作系统原理

主编 温静



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

计算机系列教材

---

# 计算机操作系统原理

主 编 温 静

副主编 高翠芬 高 霞

参 编 姬朝阳



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统原理/温静主编. —武汉:武汉大学出版社,2014.7  
计算机系列教材

ISBN 978-7-307-13718-9

I. 计… II. 温… III. 操作系统—教材 IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 150025 号

责任编辑:刘 阳      责任校对:鄢春梅      版式设计:马 佳

---

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:荆州市鸿盛印务有限公司

开本:787×1092 1/16      印张:27      字数:688千字 插页:1

版次:2014年7月第1版      2014年7月第1次印刷

ISBN 978-7-307-13718-9      定价:55.00元

---

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。



# 前 言



操作系统是计算机系统中最重要系统软件，它负责管理计算机系统硬件资源和软件资源，并为用户提供方便友好界面。随着互联网技术广泛应用和普及，我国高等院校和IT界对操作系统关心和重视达到了前所未有的程度，掌握计算机操作系统原理是大数据时代构建现代化信息大厦核心和基础。

操作系统原理课程是计算机专业一门重要专业基础课，并从2009年开始纳入计算机专业硕士研究生的统考课程。该课程的特点是概念多、内容抽象、理论性及综合性较强。

本书主要围绕操作系统五大功能展开论述，在内容安排上，不但重视理论讲解，而且为避免大量理论知识太过枯燥及空洞，本书在最后一章分别介绍了具有代表性三大类操作系统——网络操作系统、分布式操作系统及嵌入式操作系统原理及应用。

考虑到操作系统原理作为硕士研究生的入学考试科目，本书在内容编排上特地针对考试范围进行了精心组织编排。根据作者多年教学经验，对于一些难以理解知识点，均安排了相应例题，由浅入深地进行剖析，使学生能够从简单实例入手，比较容易地掌握操作系统内部工作原理。另外，为了帮助读者检验和加深对内容理解，在每一章都配置了大量题型丰富练习题。

本书内容共分12章，第1章至第8章为必讲内容，涵盖了操作系统的概念及五大功能；第9章至第12章可作为参考阅读资料，亦可根据课时进行灵活处理。

本书第1章至第9章由温静编写，第10、11章由高翠芬、姬朝阳编写，第12章由高霞编写。全书由温静统一编排定稿。

在本书编写过程中，王化文教授给予了大力支持及鼓励，赵荆松老师对本书编写提供了大量帮助和校正，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正，特此为谢。

编 者

2014年6月



## 目 录



<b>第 1 章 操作系统概述</b> .....	1
1.1 操作系统的定义 .....	1
1.1.1 计算机系统 .....	1
1.1.2 操作系统的定义和目标 .....	2
1.2 操作系统的形成和发展 .....	4
1.2.1 人工操作阶段 .....	4
1.2.2 批处理 .....	5
1.2.3 多道程序设计与操作系统的形成 .....	7
1.3 操作系统的类型 .....	9
1.3.1 批处理操作系统 .....	9
1.3.2 分时操作系统 .....	11
1.3.3 实时操作系统 .....	12
1.3.4 微机操作系统 .....	13
1.3.5 网络操作系统 .....	15
1.3.6 分布式操作系统 .....	16
1.3.7 嵌入式操作系统 .....	17
1.4 操作系统的功能 .....	17
1.4.1 用户接口 .....	18
1.4.2 文件管理 .....	19
1.4.3 存储管理 .....	20
1.4.4 处理机管理 .....	21
1.4.5 设备管理 .....	22
1.5 操作系统的特性 .....	23
1.5.1 并发性 .....	23
1.5.2 共享性 .....	24
1.5.3 虚拟性 .....	24
1.5.4 异步性 .....	25
1.6 操作系统的结构设计 .....	25
1.6.1 传统的操作系统结构 .....	25
1.6.2 微内核操作系统结构 .....	28
1.7 现代主流操作系统 .....	29
1.7.1 Windows 操作系统 .....	30
1.7.2 UNIX 操作系统 .....	31



1.7.3 Linux 操作系统	32
本章小结	36
习题 1	36
<b>第 2 章 操作系统运行环境及用户界面</b>	<b>39</b>
2.1 操作系统的安装与引导	39
2.1.1 选择操作系统的原则	39
2.1.2 安装操作系统的注意事项	41
2.1.3 操作系统的引导过程	42
2.2 操作系统的运行环境	43
2.2.1 系统工作框架	43
2.2.2 中央处理机(CPU)	44
2.2.3 中断机制	45
2.2.4 I/O 技术	46
2.2.5 时钟	46
2.3 用户工作环境	47
2.4 操作系统与用户的接口	47
2.4.1 用户接口的定义	47
2.4.2 用户接口的类型	48
2.5 系统功能调用	49
2.5.1 系统功能调用的定义	50
2.5.2 系统功能调用的类型	50
2.5.3 系统功能调用的实现	50
本章小结	51
习题 2	52
<b>第 3 章 进程管理</b>	<b>54</b>
3.1 程序执行方式	54
3.1.1 程序的顺序执行	54
3.1.2 前趋图	56
3.1.3 程序的并发执行	56
3.2 进程的基本概念	59
3.2.1 进程的定义	59
3.2.2 进程的特征	59
3.2.3 进程与程序的区别	60
3.2.4 进程的状态	61
3.2.5 进程控制块	65
3.3 进程控制	68
3.3.1 进程的创建	69
3.3.2 进程的撤销	70



3.3.3	进程的阻塞与唤醒 .....	71
3.3.4	进程的挂起与激活 .....	72
3.4	进程互斥 .....	73
3.4.1	进程竞争与合作 .....	73
3.4.2	进程互斥的概念 .....	74
3.4.3	信号量机制 .....	77
3.4.4	用信号量机制实现进程互斥 .....	78
3.5	进程同步 .....	80
3.5.1	进程同步的概念 .....	80
3.5.2	用信号量机制实现进程同步 .....	82
3.5.3	经典的进程同步问题 .....	85
3.6	进程通信 .....	90
3.6.1	进程通信的类型 .....	91
3.6.2	消息传递通信机制 .....	91
3.6.3	管道通信机制 .....	96
3.6.4	共享内存通信机制 .....	96
3.7	线程 .....	98
3.7.1	线程的引入 .....	98
3.7.2	线程的基本概念 .....	99
3.7.3	线程的属性与状态 .....	101
3.7.4	线程间的同步与通信 .....	102
3.7.5	线程的实现 .....	103
	本章小结 .....	105
	习题3 .....	107
<b>第4章</b>	<b>文件管理 .....</b>	<b>112</b>
4.1	文件与文件系统 .....	112
4.1.1	文件的概念 .....	112
4.1.2	文件的类型 .....	114
4.1.3	文件的操作 .....	115
4.1.4	文件系统的概念和功能 .....	116
4.2	文件的逻辑结构 .....	118
4.2.1	文件逻辑结构的类型 .....	118
4.2.2	记录的成组与分解 .....	119
4.2.3	文件的组织和存取 .....	121
4.3	外存分配方式 .....	125
4.3.1	连续分配 .....	125
4.3.2	链接分配 .....	126
4.3.3	索引分配 .....	127
4.3.4	文件分配表 FAT .....	130



4.3.5 文件的存取方式与存储结构之间的关系 .....	133
4.4 文件存储空间的管理 .....	134
4.4.1 文件存储空间的分配方法 .....	134
4.4.2 文件存储空间的管理方法 .....	135
4.5 文件目录管理 .....	138
4.5.1 文件目录的内容 .....	138
4.5.2 文件目录结构 .....	139
4.5.3 目录查询技术 .....	143
4.6 文件共享与保护 .....	144
4.6.1 文件共享 .....	144
4.6.2 文件保护 .....	146
本章小结 .....	148
习题4 .....	149
<b>第5章 存储管理</b> .....	<b>152</b>
5.1 存储管理概述 .....	152
5.1.1 存储体系 .....	152
5.1.2 逻辑地址与物理地址 .....	154
5.1.3 程序的链接 .....	155
5.1.4 程序的装入 .....	155
5.1.5 内存的共享和保护 .....	158
5.1.6 存储管理方式的分类 .....	159
5.2 连续分配存储管理 .....	160
5.2.1 单一连续分配 .....	160
5.2.2 固定分区分配 .....	161
5.2.3 可变分区分配 .....	162
5.2.4 伙伴系统 .....	167
5.2.5 内存不足的存储管理技术 .....	168
5.3 基本分页存储管理 .....	172
5.3.1 分页存储管理的基本思想 .....	172
5.3.2 地址变换机构 .....	174
5.3.3 两级和多级页表 .....	177
5.4 基本分段存储管理 .....	179
5.4.1 分段存储管理的基本思想 .....	179
5.4.2 信息共享 .....	181
5.4.3 分段和分页的比较 .....	183
5.4.4 段页式存储管理 .....	184
5.5 虚拟存储器的基本概念 .....	186
5.5.1 虚拟存储器的引入 .....	186
5.5.2 虚拟存储器的实现方法 .....	188





5.5.3 虚拟存储器的特征 .....	189
5.6 请求分页存储管理 .....	190
5.6.1 请求分页存储管理的硬件支持 .....	190
5.6.2 页面分配策略 .....	193
5.6.3 页面置换策略 .....	194
5.6.4 页面调入策略 .....	195
5.6.5 页面置换算法 .....	195
5.7 请求分段存储管理 .....	201
5.7.1 请求分段存储管理的硬件支持 .....	202
5.7.2 段的共享与保护 .....	203
本章小结 .....	205
习题 5 .....	206
<b>第 6 章 处理机调度 .....</b>	<b>210</b>
6.1 处理机的多级调度 .....	210
6.1.1 调度的层次 .....	210
6.1.2 调度模型 .....	211
6.2 作业调度 .....	214
6.2.1 作业的状态及其转换 .....	214
6.2.2 作业控制块 .....	215
6.2.3 作业与进程的关系 .....	216
6.2.4 作业调度的功能 .....	216
6.2.5 作业调度的目标与性能衡量 .....	217
6.3 进程调度 .....	219
6.3.1 进程调度的功能 .....	220
6.3.2 进程调度的时机 .....	220
6.3.3 进程调度的方式 .....	221
6.4 常用的调度算法 .....	221
6.4.1 先来先服务调度算法 .....	221
6.4.2 短作业(进程)优先调度算法 .....	222
6.4.3 最短剩余时间优先调度算法 .....	223
6.4.4 高响应比优先调度算法 .....	224
6.4.5 优先级调度算法 .....	225
6.4.6 时间片轮转调度算法 .....	226
6.4.7 多级反馈队列调度算法 .....	228
6.5 实时调度 .....	230
6.5.1 实现实时调度的基本条件 .....	230
6.5.2 实时调度算法的分类 .....	231
6.5.3 常见的几种实时调度算法 .....	233
本章小结 .....	239



习题 6 .....	240
<b>第 7 章 死锁</b> .....	<b>243</b>
7.1 死锁的基本概念 .....	243
7.1.1 死锁的定义 .....	243
7.1.2 产生死锁的原因 .....	244
7.1.3 产生死锁的条件 .....	249
7.1.4 处理死锁的基本方法 .....	249
7.2 死锁的预防 .....	250
7.2.1 互斥 .....	250
7.2.2 请求和保持 .....	250
7.2.3 不剥夺 .....	251
7.2.4 环路等待 .....	251
7.3 死锁的避免 .....	252
7.3.1 安全状态与不安全状态 .....	252
7.3.2 利用银行家算法避免死锁 .....	254
7.4 死锁的检测与解除 .....	258
7.4.1 死锁的检测 .....	258
7.4.2 死锁的解除 .....	261
7.5 死锁综合处理 .....	262
本章小结 .....	262
习题 7 .....	263
<b>第 8 章 设备管理</b> .....	<b>266</b>
8.1 I/O 系统概述 .....	266
8.1.1 I/O 设备 .....	266
8.1.2 设备控制器 .....	268
8.1.3 I/O 通道 .....	269
8.2 I/O 控制方式 .....	272
8.2.1 程序 I/O 控制方式 .....	272
8.2.2 中断驱动 I/O 控制方式 .....	273
8.2.3 DMA 控制方式 .....	274
8.2.4 I/O 通道控制方式 .....	276
8.3 缓冲技术 .....	277
8.3.1 缓冲的引入 .....	277
8.3.2 单缓冲和双缓冲 .....	278
8.3.3 循环缓冲 .....	279
8.3.4 缓冲池 .....	281
8.4 设备分配 .....	282
8.4.1 设备分配的数据结构 .....	282



8.4.2	设备分配策略	283
8.4.3	设备独立性	286
8.4.4	独占设备的分配过程	287
8.4.5	SPOOLing 技术	289
8.5	I/O 软件	291
8.5.1	I/O 软件的设计目标和原则	291
8.5.2	中断处理程序	293
8.5.3	设备驱动程序	297
8.5.4	与设备无关的系统软件	299
8.5.5	用户层的 I/O 软件	300
8.6	磁盘存储器的管理	301
8.6.1	磁盘性能概述	301
8.6.2	磁盘调度	303
8.6.3	提高磁盘 I/O 速度的方法	309
8.6.4	廉价磁盘冗余阵列(RAID)	312
	本章小结	314
	习题 8	315
<b>第 9 章 操作系统的安全性</b>		318
9.1	系统安全性概述	318
9.1.1	系统安全性的基本概念	318
9.1.2	系统安全威胁的类型	320
9.1.3	系统安全评测及标准	321
9.2	实现系统安全的策略	324
9.2.1	数据加密技术	324
9.2.2	认证技术	328
9.2.3	访问控制技术	334
9.2.4	计算机病毒	339
	本章小结	346
	习题 9	346
<b>第 10 章 网络操作系统</b>		348
10.1	计算机网络概述	348
10.1.1	计算机网络的拓扑结构	348
10.1.2	计算机广域网络	351
10.1.3	计算机局域网	353
10.1.4	网络互联	354
10.2	网络体系结构	356
10.2.1	网络体系结构的基本概念	356
10.2.2	OSI 七层模式	358



10.2.3	TCP/IP 网络体系结构 .....	359
10.3	网络操作系统概述 .....	360
10.3.1	网络操作系统的基本概念 .....	361
10.3.2	网络操作系统的类型 .....	361
10.3.3	网络操作系统的特征 .....	363
10.3.4	典型的网络操作系统 .....	364
10.4	网络操作系统的工作模式 .....	366
10.4.1	对等(Peer to Peer)式网络模式 .....	366
10.4.2	文件服务器模式 .....	366
10.4.3	客户机/服务器模式 .....	366
	本章小结 .....	368
	习题 10 .....	368
<b>第 11 章</b>	<b>分布式操作系统 .....</b>	<b>370</b>
11.1	分布式系统概述 .....	370
11.1.1	分布式系统的定义 .....	370
11.1.2	分布式系统的特点 .....	371
11.1.3	分布式系统的分类 .....	372
11.1.4	分布式系统的拓扑结构 .....	375
11.2	分布式操作系统概述 .....	379
11.2.1	分布式操作系统的定义 .....	379
11.2.2	分布式操作系统的特点 .....	379
11.2.3	经典的分布式操作系统 .....	381
11.3	分布式操作系统功能 .....	382
11.3.1	分布式资源管理 .....	382
11.3.2	分布式进程管理 .....	384
11.3.3	分布式处理机管理 .....	388
11.3.4	分布式文件系统 .....	389
	本章小结 .....	391
	习题 11 .....	391
<b>第 12 章</b>	<b>嵌入式操作系统 .....</b>	<b>393</b>
12.1	嵌入式系统概述 .....	393
12.1.1	什么是嵌入式系统 .....	393
12.1.2	嵌入式系统的发展 .....	394
12.1.3	嵌入式系统的特点 .....	395
12.1.4	嵌入式系统的组成 .....	395
12.1.5	嵌入式系统的应用领域 .....	398
12.2	嵌入式操作系统的介绍 .....	399
12.2.1	嵌入式操作系统的分类 .....	399

12.2.2 嵌入式操作系统的特点	399
12.2.3 市场上流行的嵌入式操作系统	400
12.3 嵌入式 Linux 操作系统	402
12.3.1 嵌入式 Linux 操作系统特点	402
12.3.2 嵌入式 Linux 主要版本	403
12.4 嵌入式 Linux 操作系统的移植	404
12.4.1 为什么需要移植	404
12.4.2 Linux 内核源代码	405
12.4.3 Linux 内核	409
12.4.4 Linux 内核配置与编译	411
12.4.5 Linux 内核移植	413
本章小结	416
习题 12	416
参考文献	418



# 第1章 操作系统概述



计算机系统由硬件和软件两部分组成。操作系统(Operating System, OS)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。它在计算机系统中占据了特别重要的地位;而其他的系统软件,如汇编程序、编译程序、数据库管理系统等,以及大量的为了满足用户特定的需求而编写的应用软件,都将依赖于操作系统的支持,取得它的服务。操作系统已成为现代计算机系统(大、中、小及微型机)、多处理机系统、计算机网络、多媒体系统以及嵌入式系统中都必须配置的、最重要的系统软件。

## 1.1 操作系统的定义

众所周知,操作系统是现代计算机系统中一种不可缺少的系统软件。它在计算机用户与计算机硬件之间起着衔接作用。但是,操作系统到底是什么?操作系统要做哪些工作?这些是每个初学者必然会提出的问题。下面将根据操作系统在计算机系统中的地位和作用阐述操作系统的概念。

### 1.1.1 计算机系统

计算机系统是接收用户输入的信息,并按用户要求对信息进行加工和处理,最终输出结果的系统。计算机系统由硬件系统和软件系统组成。硬件系统为计算机系统正常工作提供一个运行环境;软件系统则保证计算机系统按用户指定的要求协调地工作。

硬件系统主要由中央处理机(CPU)、存储器、输入/输出控制系统和各种输入/输出设备组成。中央处理机是对数据进行加工和处理的部件。存储器可分为主存储器和辅助存储器(磁盘、磁带、光盘等),用于存放各种程序和数据。主存(内存)可被中央处理机直接访问。输入/输出设备(如键盘、鼠标、打印机、显示器、语音输入/输出设备、扫描仪等)是计算机与用户之间进行交互的接口部件。输入/输出控制系统控制和管理各种外部设备(包括各种辅助存储器和输入/输出设备)与主存之间的数据传递。

软件系统包括系统软件、支撑软件和应用软件三部分。

系统软件是计算机系统中与硬件结合最紧密的软件,也是计算机系统中必不可少的软件。例如,操作系统、编译系统、数据库管理系统等都是系统软件。操作系统的功能是管理系统所有的硬件和软件资源,并控制和协调程序的正常执行,同时为用户提供一个友好的界面。编译系统的功能是把用高级语言(如PASCAL、C、C++等语言)所编写的源程序翻译成机器能识别的目标程序。

支撑软件是可支持其他软件的开发和维护的软件。例如,数据库、各种接口软件、软件开发工具等都是支撑软件。

应用软件是按特定领域中的某种需要而编写的专用程序。例如,财务管理、人口普查等



专用程序均属应用软件。

系统软件、支撑软件和应用软件并不能截然分开，它们之间的界限并不十分清楚，具体划分时可能出现交叉的情况。例如，操作系统是一种系统软件，但它支持编译系统、数据库等的开发，因而也可看做一种支撑软件。有些软件(如数据库)在某个系统中是系统软件，而在另一系统中就可能成为支撑软件。

所有系统中的硬件和软件统称为计算机系统的资源。因此，计算机系统的资源包括两大类：硬件资源和软件资源。如图 1-1 所示的是一个计算机系统的抽象视图。

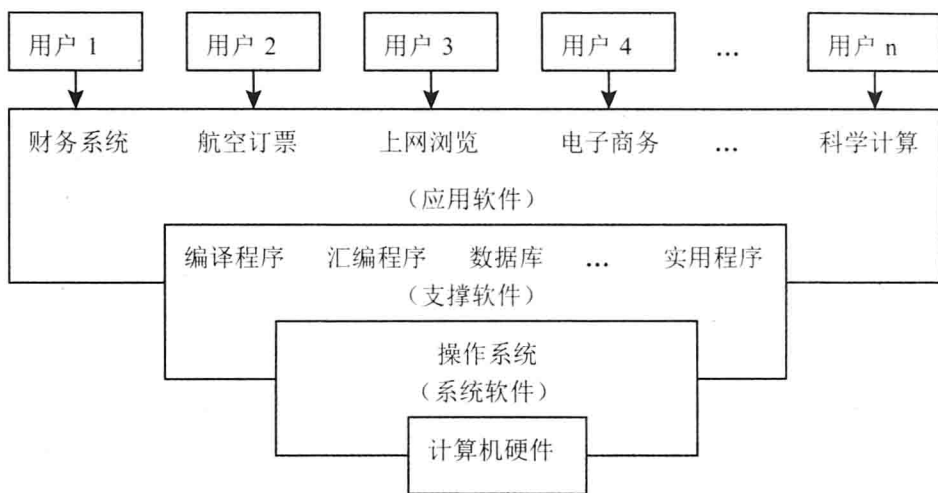


图 1-1 计算机系统的抽象视图

从操作系统的角度来观察，各种不同层次的用户(系统管理员、普通用户、应用程序、其他计算机系统)要利用计算机系统解决的问题可能不相同，但是，任何一个程序在执行前必须首先被装入内存，只有装入内存后才可能被执行，程序的执行要依靠处理机，程序执行中还可能要用到各种外部设备来完成信息的输入和输出，或者调用共享文件和公用模块等。也就是说，任何程序的执行都需要占用计算机系统的资源。然而，在多用户多任务的系统中，系统容纳的用户或任务数比较多，而系统资源又很有限，各用户对资源的请求和使用可能会有冲突。例如，当一个用户正在用打印机输出信息时，另一个用户也要求使用该打印机，如果对用户的这种资源请求不加限制，则将会引起混乱。因此，计算机系统必须具有控制和协调资源分配的能力，并能识别各类不同用户对系统的不同需求，从而有效地控制和管理各类用户，确保各类任务的正常完成。

### 1.1.2 操作系统的定义和目标

操作系统是计算机系统中一个最重要的系统软件。不同用户在使用操作系统时，对这个大型的系统软件的印象也是不一样的。例如，系统管理者认为操作系统是一组命令的集合，它接收输入的命令，并按要求完成指定的功能；程序设计人员认为操作系统是一组功能调用程序的集合，它为程序员编制程序提供了方便；而在普通用户眼中的操作系统则是一个方便用户使用的图形化的界面。因而，至今对操作系统尚未有一个严格的定义。

但从总体出发，一般认为，操作系统是一组控制和管理计算机硬件和软件资源，合理地各类作业进行调度，以及方便用户使用的程序的集合。



针对不同的用户,在不同的应用领域内,操作系统需要提供不同的功能,系统设计时的要求和要达到的目标也不尽相同。但总的来说,在设计一个操作系统时需要达到以下四个目标。

### 1. 有效性

在第一代计算机时代(20世纪50—60年代),由于计算机系统非常昂贵,机器速度很慢,外设种类比较单一,设计和开发一个操作系统最重要的目标无疑是有效性。

那一时期怎样才能更有效地发挥计算机系统的功能是操作系统设计人员所关心和热衷的。有效性主要指如何提高资源的利用率,包括CPU、各种I/O设备及内存等。人们希望在配置了设计优良的操作系统之后,能使这些系统资源都达到充分利用,使得它们随时处于忙碌状态。有效性的另一个方面还体现在提高系统的吞吐能力上。所设计的操作系统希望能通过合理地组织计算机的工作流程,实现成批作业的处理,提高机器在单位时间内所完成的总工作量。

### 2. 方便性

早期的第一代计算机时期是没有操作系统的,那么人们使用机器都采用人工操作的方式。大量的手工操作使得人们对机器的使用变得很不方便。那时的计算机仅限于少数计算机专业人员才能使用,普通用户是无法使用的。因此,为了使得计算机能被普通用户所接受,方便性便成了设计现代操作系统的一个重要目标。配置一个好的操作系统后,它会给用户提供一个良好的接口,使得用户通过这个接口能方便地使用机器,从而使得计算机变得易学易用,推动计算机的发展,使之迅速渗透到千家万户。

方便性和有效性是设计操作系统时最重要的两个目标。在过去的很长一段时间内,由于计算机系统非常昂贵,因而其有效性显得比较重要。但是,近十多年来,随着硬件越来越便宜,在设计配置在微机上的操作系统时,人们似乎更注重如何使用户能更为方便地使用计算机,故在微机操作系统中都配置了受到用户广泛欢迎的图形用户界面,提供了大量的供程序员使用的系统调用。

### 3. 可扩充性

随着计算机技术的迅速发展,使得计算机的速度越来越快,硬件种类越来越多,功能越来越强,体系结构也在发生着日新月异的变化。相应地,这些技术的发展也对计算机上所配置的最重要的系统软件——操作系统提出了更高更新的要求。因此,操作系统必须要有很好的可扩充性,方便适应计算机在硬件、体系结构以及应用发展等方面的需求。在设计开发一个操作系统时,应该设计合理的方便扩充功能的结构,如微内核结构,以便于随时方便地增加新的功能模块,或对旧的功能模块进行修改。

### 4. 开放性

自20世纪80年代以来,由于计算机网络的迅速发展,特别是Internet应用的日益普及,使计算机操作系统的应用环境已由单机封闭环境转向开放的网络环境。

在互联网这样一个大环境中,有来自不同厂家生产的各种硬件设备通过网络加以集成化。这就要求这些设备之间要能够兼容,彼此之间不会发生冲突,还要能够方便地进行移植和通信。这些都要求操作系统要具备开放性。

开放性是指系统能遵循世界标准规范,特别是遵循开放系统互联(Open System Interconnection, OSI)国际标准。凡遵循国际标准所开发的硬件和软件,均能彼此兼容,可方便地实现互联。开放性已成为20世纪90年代以后计算机技术的一个核心问题,也是一个新推出的





系统或软件能否被广泛应用的至关重要的因素。

## 1.2 操作系统的形成和发展

操作系统在现代计算机中起着举足轻重的作用。它是由人们对计算机系统的功能需求而产生，并随着计算机技术的发展和计算机应用的日益广泛而逐渐发展和完善的。最早的第一代计算机时期操作系统还未出现，人们使用计算机都采用人工操作方式；直到 20 世纪 50 年代中期出现了单道批处理操作系统；60 年代中期随着多道程序设计技术的发展，出现了多道批处理系统；不久又出现了分时系统及主要用于工业控制和信息处理的实时操作系统。20 世纪 80 年代至今，伴随着第四代计算机超大规模集成电路的发展，微机操作系统、多处理机操作系统、网络操作系统及分布式操作系统迎来了大发展的年代。

### 1.2.1 人工操作阶段

众所周知，世界上第一台计算机诞生于 1946 年，从 1946 年到 20 世纪 50 年代中期，属于第一代计算机时期。在这一时期，计算机体积庞大，计算速度仅为每秒钟数千次，功耗也非常高。此时的计算机主要由主机、输入输出设备和控制台构成。

人们利用这样的机器来解决问题只能采用人工操作的方式。此时的机器一次只能允许一个用户占用，因此用户在使用计算机时必须轮流使用。一个用户使用计算机的过程是这样的：用户先将程序记载在卡片或纸带上，然后将纸带或卡片装到输入机上，再经手工操作将纸带上的程序和数据输入计算机，接着通过按控制台的开关按钮来启动程序的运行。程序运行结束后，用户取走计算结果，并将卡片或纸带从输入机上卸下来，然后，下一个用户才来使用计算机。

早期的这种人工操作方式的缺点很明显：首先用户独占系统所有资源，这对资源造成了很大的浪费，特别是在早期计算机非常昂贵的情况下，这种浪费是很严重的。在系统资源中，尤其又数 CPU 的浪费最为严重，CPU 有大量的时间在等待人工操作，即便是在早期第一代计算机时代，CPU 的运行速度还很慢的情况下，这种浪费也是应该避免的。

随着计算机的不断发展，计算机的速度、容量、外设的品种和数量等方面都发生了很大的变化，比如，计算机的速度从每秒几千次、几万次发展到每秒几十万次甚至上百万次。可是人工操作的速度不会变，因此，计算机的高速度就与人工操作的慢速度之间形成了一对矛盾，叫做人机矛盾，随着机器的发展，这种人机矛盾越来越尖锐。如表 1-1 所示为人工操作时间与机器有效运行时间之间的关系，由此可见人机矛盾的严重性。

表 1-1 人工操作时间与机器有效运行时间的关系

机器速度	作业在机器上计算所需时间	人工操作时间	操作时间与机器有效运行时间之比
1 万次/秒	1 小时	3 分钟	1 : 20
60 万次/秒	1 分钟	3 分钟	3 : 1

注：通常，把计算机完成用户答题任务所需进行的工作称为一道作业