



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21世纪高等院校计算机专业规划教材



操作系统

(第三版)

刘振鹏 王 煜 张 明 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

TP316/446=2

2010



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21 世纪高等院校计算机专业规划教材

操作系统

(第三版)

刘振鹏 王 煜 张 明 编著
何 操 陆全华 谢晓伟 李苗在 参编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在《操作系统(第二版)》的基础上修订而成的。与第二版相比,第三版在结构、内容上都作了调整、修改和增删。

全书内容包括:操作系统的形成、类型、结构和功能,用户接口和作业管理,进程与进程管理,进程的同步与通信,存储器管理,文件管理,设备管理以及网络与分布式系统等。本书以Linux操作系统为例,具体分析了当代操作系统的设计思想和实现技术。

本书内容丰富,结构清晰,突出基础,注重应用,强调理论与实践的结合,适合作为高等院校计算机及相关专业的教材,也可供计算机爱好者自学使用。另外,本书对于从事计算机应用和开发的技术人员也具有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统/刘振鹏,王煜,张明编著. --3版. --
北京:中国铁道出版社,2010.1

21世纪高等院校计算机专业规划教材

ISBN 978-7-113-10968-4

I. ①操… II. ①刘… ②王… ③张… III. ①操作系
统一高等学校—教材 IV. ①TP316

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第006331号

书 名:操作系统(第三版)

作 者:刘振鹏 王 煜 张 明 编著

策划编辑:秦绪好 孟 欣

责任编辑:孟 欣

编辑部电话:(010) 63560056

编辑助理:巨 凤

封面设计:付 巍

封面制作:白 雪

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码:100054)

印 刷:河北省遵化市胶印厂

版 次:2003年9月第1版 2007年8月第2版 2010年7月第3版 2010年7月第14次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:20.5 字数:500千

印 数:4 000册

书 号:ISBN 978-7-113-10968-4

定 价:32.00元

版权所有 侵权必究

本书封面贴有中国铁道出版社激光防伪标签,无标签者不得销售

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社计算机图书批销部联系调换。

第一版前言

FOREWORD >>>

操作系统是计算机系统中不可缺少的基本系统软件，主要用来管理和控制计算机系统的软、硬件资源，提高其利用率，并为用户提供一个方便、灵活、安全、可靠地使用计算机的工作平台。计算机操作系统不仅是计算机有关专业的核心课程，也是从事计算机应用开发人员的必须常握的基础知识。

本书是作者在近年来讲授《操作系统》课程的教学实践和科学研究的基础上，参考了国内外出版的各种操作系统教材的基础上编写的一本讲述计算机操作系统原理的教科书。本书以先进性、简明性和实用性为编写的指导原则，以操作系统的基本原理为主线，系统地讲述了操作系统的基本概念、原理和实现技术，并且以 Linux 操作系统为示例，展现了当代操作系统的本质和特点，是一本既注重基本原理，又结合实际的教科书。考虑到学习和发展操作系统的需要，对于近年来国际上操作系统等领域中的新发展，也以一定的篇幅加以简单介绍。操作系统是一门实践性非常强的学科，必须对实践和应用给予必要的重视。为此，从强调应用、注重实践出发，本书以 Linux 操作系统为示例，具体分析了当代操作系统的设计思想和实现技术。

本书共分 7 章。第 1 章为操作系统引论，介绍了操作系统的概念和操作系统的形成和发展、操作系统的类型和功能，并从多个角度介绍了研究操作系统的观点。另外还介绍了操作系统的硬件环境。第 2 章为作业管理，介绍了作业管理的基本概念和功能、批处理作业管理和交互式作业管理以及系统调用的概念和处理过程。第 3 章为进程管理，介绍了进程的基本概念、进程调度，并讨论了死锁问题，在这一章中还引入了能进一步提高程序并发执行程度的多线程概念。第 4 章为存储管理，介绍了存储器管理的基本概念和功能，详尽讨论了存储器管理的机制和算法，并讨论了虚拟存储器的实现机制，对虚拟存储器的性能进行了分析。第 5 章为文件管理，介绍了文件管理的基本概念和功能，详尽讨论了文件系统的实现以及文件系统的可靠性和安全性，并对文件系统的性能问题进行了分析。第 6 章为设备管理，介绍了设备管理的基本概念和功能，讨论了设备管理的有关技术和处理过程。第 7 章为网络与分布式处理，介绍了网络服务器、进程迁移等内容，并对分布式进程管理和死锁问题进行了讨论。为了便于学习和掌握操作系统的基本知识，本书在每一章的后面还附有一定数量的习题。

本书作者提供了教材的电子讲义和书中部分习题的答案，有需要者可与中国铁道出版社计算机图书中心联系。

本书的第 1、3 章由刘振鹏编写，第 2、5 章由王煜编写，第 4、6 章由张明编写，第 7 章由李亚平编写，最后由刘振鹏、李亚平统稿，陈贤淑、陈晓娟、廖康良等同志参与了本书的编排工作。

本书在写作过程中，得到了许多专家的大力支持，参考了大量的文献资料，在此表示诚挚的谢意。

限于作者的水平有限，书中难免由不足之处，恳请读者予以指正。

编 者

2003 年 8 月

第二版前言

◀◀◀ FOREWORD

操作系统是现代计算机系统中必不可少的基本系统软件,也是计算机专业的必修课程和从事计算机应用技术人员必须掌握的基础知识。本书是编者在多年教学和科研的基础上对《操作系统》第一版修改而成的。

《操作系统》第一版出版于2003年,距今已有4年。编者在这4年中,通过进一步在第一线的教学实践,积累了大量的经验。在本次再版中,我们根据积累的经验以及反复推敲论证,对原书从结构到内容做了调整、修改和增删,对出现的一些错误进行了修正,更加着重于突出重点内容。原书的第3章“进程管理”过于庞大,再版中把第3章分解为“进程与进程管理”和“进程同步与通信”两章。再版后的《操作系统》保持了原书的风格,以先进性、简明性和实用性为编写的指导原则,系统地讲述了操作系统的基本概念、原理和实现技术。本书被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

再版的《操作系统》共分8章。第1章仍为操作系统引论,介绍操作系统的概念和操作系统的形成与发展、操作系统的类型和功能,研究操作系统的观点以及操作系统的硬件环境,并删除了一些与后边章节重复的内容;第2章为用户接口和作业管理,重点介绍了操作系统的用户接口,并对操作系统作业管理的概念和功能以及批处理作业、交互式作业的不同管理方式进行了分析;第3、4章详细介绍了进程和线程的基本概念、进程控制、进程调度、同步和通信以及死锁,修改、增加了一些进程同步问题的算法,补充了一些例题;第5章为存储器管理,介绍了存储器管理的概念和功能,增加了程序的链接方法、多级页表实现以及分页虚拟存储管理中主存分配策略和分配算法等内容;第6章为文件管理,介绍了文件管理的基本概念和功能,增加了FAT大小的计算方法、目录的Hash查找方法和磁盘容错技术的实现方法;第7章为设备管理,介绍了设备管理的基本概念和内容,并对原有内容进行了调整,使其具有更好的逻辑性;第8章为网络与分布式系统,增加了分布式进程管理和处理机管理的内容,并对原有内容进行了扩充。

教材的第1、8章由刘振鹏编写修订,第2、6、7章由王煜编写修订,第3、4、5章由张明编写修订,最后由刘振鹏统稿。

本书在写作和再版过程中,得到了许多专家和众多院校操作系统任课教师的大力支持和帮助,他们提出了许多中肯的意见和诚挚的建议,对本书的再版起了很大的指导作用。在此,编者向他们表示衷心的感谢。正是他们的认可和支持,使得本书入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

感谢编者的多位同事和学生,朱亮、杨文柱副教授对本书的内容提出了很多修改意见,赵鹏远、苗秀芬、王硕、张寿华、薛林雁等在使用本书的过程中指出了书中的一些错误,使得本书更加完善。

感谢中国铁道出版社的各位编辑和图书推广人员,他们为本书能够以较高的质量完成和在更多院校使用做出了巨大贡献。

限于编者水平有限,书中难免还有不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007年2月

第三版前言

FOREWORD >>>

操作系统是计算机系统中必不可少的系统软件之一,它出现于20世纪50年代末,至今已有50多年。操作系统是计算机课程体系中很重要的一门专业核心基础原理课程。操作系统的研发能力也能够体现计算机软件发展的水平。因此,一本适用的操作系统教材十分重要。

本书是根据编者在多年教学和科研的基础上撰写的。《操作系统》第一版出版于2003年,第二版出版于2007年,入选为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。编者在使用本书的这几年中,通过在第一线的教学实践,积累了大量的经验,并收集了使用本书的众多教师和学生的反馈意见。经过反复推敲、论证,编者对原书内容做了调整,修改和增删了一些内容,更加着重于突出重点内容。

本书是关于操作系统的基本概念、基本方法、设计原理和实现的教材,其目的在于可以系统、全面地讲解操作系统的概念、原理和实现。

修订后的《操作系统(第三版)》仍分8章,并在每章之后添加了小结。本书的内容包括:

第1章操作系统引论,介绍操作系统的概念和操作系统的形成与发展、操作系统的类型和功能,研究操作系统的观点以及操作系统的硬件环境,并增加了嵌入式操作系统和操作系统结构设计模式的介绍。

第2章用户接口和作业管理,重点介绍了操作系统的用户接口,并对操作系统作业管理的概念和功能以及批处理作业的管理方式进行了分析,删除了交互式作业管理的有关内容。

第3、4章详细介绍了进程和线程的基本概念、进程控制、进程调度、同步和通信以及死锁,修改、完善并增加了一些进程同步问题的算法,补充了一些例题和死锁的检测算法。

第5章存储器管理,介绍了存储器管理的概念和功能,增加了工作集和抖动等内容。

第6章文件管理,介绍了文件管理的基本概念和功能,增加了NTFS文件系统的实现介绍,删除了文件的成组和解组的内容。

第7章设备管理,介绍了设备管理的基本概念和内容,并对原有内容进行了调整,使其具有更好的逻辑性。

第8章网络与分布式系统,介绍了网络操作系统和分布式操作系统的一些知识。

《操作系统(第三版)》保持了原书的一贯风格,以先进性、简明性和理论与实践并重为编写的指导原则,系统地讲述了操作系统的基本概念、原理和实现技术,并以Linux操作系统为例,具体分析了当代操作系统的设计思想和实现技术。

本次教材修订中,王煜编写了第2、3、4、6章,张明编写了第5、7章,何操、陆全华、谢晓峰编写了第1章,李苗在编写了第8章,最后由刘振鹏统稿。

本书在写作和两次再版过程中,得到了许多专家和众多院校操作系统任课教师的大力支持和帮助,他们提出了许多中肯的意见和诚挚的建议,编者向他们表示衷心的感谢。感谢中国铁道出版社的各位编辑和图书推广人员,他们为本书高质量的出版以及被更多院校选用做出了巨大贡献。

限于编者水平有限,书中难免还有不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2010年5月

目 录

CONTENTS >>>

第 1 章 引论	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	3
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 操作系统的形成	5
1.2.2 操作系统的进一步发展	12
1.2.3 推动操作系统发展的主要动力	17
1.3 研究操作系统的几种观点	18
1.3.1 软件的观点	18
1.3.2 计算机系统资源管理的观点	18
1.3.3 进程的观点	19
1.3.4 用户与计算机硬件系统之间接口的观点	19
1.3.5 虚机器观点	20
1.3.6 服务提供者观点	20
1.4 操作系统的功能与特征	21
1.4.1 操作系统的功能	21
1.4.2 操作系统的特征	26
1.5 操作系统结构设计	27
1.5.1 传统的操作系统结构	27
1.5.2 现代的操作系统结构	29
1.6 操作系统的硬件环境	31
1.6.1 中央处理机	31
1.6.2 存储系统	34
1.6.3 缓冲技术	36
1.6.4 中断技术	37
1.6.5 时钟	43
小结	44
习题	45
第 2 章 用户接口和作业管理	46
2.1 概述	46
2.1.1 作业的基本概念	46
2.1.2 用户接口	47

2.2	命令接口	48
2.2.1	联机命令接口	48
2.2.2	脱机命令接口	50
2.3	系统调用	51
2.3.1	系统调用的概念	51
2.3.2	系统调用的处理过程	52
2.4	作业管理	53
2.4.1	作业控制块和作业表	53
2.4.2	作业的建立	54
2.4.3	批处理作业的调度	55
2.4.4	作业的执行	58
2.4.5	作业的终止与撤销	58
2.4.6	作业状态	59
	小结	60
	习题	60
第3章	进程与进程管理	62
3.1	进程的引入	62
3.1.1	前趋图的定义	62
3.1.2	程序顺序执行	63
3.1.3	程序并发执行	63
3.1.4	多道程序设计	65
3.2	进程	66
3.2.1	进程的概念	66
3.2.2	进程的基本状态及其转换	67
3.2.3	进程控制块	70
3.2.4	进程控制	72
3.3	进程调度	77
3.3.1	调度的基本概念	77
3.3.2	进程调度算法	78
3.3.3	进程调度的时机和过程	82
3.4	线程的基本概念	83
3.4.1	线程的引入	83
3.4.2	线程的定义和属性	84
3.4.3	线程与进程的比较	85
3.4.4	线程的实现机制	86
3.5	Linux 的进程与进程管理	87
3.5.1	Linux 的进程结构与进程控制	87
3.5.2	Linux 的核心进程调度	88

小结	94
习题	95
第 4 章 进程同步与通信	97
4.1 进程间的相互作用	97
4.1.1 进程间的联系	97
4.1.2 利用软件方法解决进程互斥问题	99
4.1.3 利用硬件方法解决进程互斥问题	102
4.1.4 信号量机制	103
4.1.5 经典进程同步问题	107
4.1.6 管程机制	115
4.2 进程通信	121
4.2.1 进程通信的类型	121
4.2.2 直接通信和间接通信	123
4.2.3 消息缓冲队列通信机制	124
4.3 死锁	125
4.3.1 产生死锁的原因和必要条件	126
4.3.2 预防死锁	129
4.3.3 避免死锁	130
4.3.4 检测死锁	134
4.3.5 解除死锁	136
4.4 Linux 进程间通信	136
4.4.1 Linux 进程通信的基本概念	136
4.4.2 Linux 消息队列	139
4.4.3 Linux 的信号量	142
4.4.4 共享内存	144
4.4.5 Linux 系统调用与进程通信	146
4.4.6 进程通信信号	146
小结	147
习题	148
第 5 章 存储器管理	151
5.1 概述	151
5.1.1 存储体系	151
5.1.2 存储管理的目的	151
5.1.3 存储管理的任务	152
5.1.4 程序的链接和装入	153
5.1.5 存储管理方式的分类	155

5.2	连续存储管理方式	156
5.2.1	单一连续分配	156
5.2.2	分区分配	156
5.3	覆盖技术与交换技术	161
5.3.1	覆盖技术	161
5.3.2	交换技术	162
5.4	分页存储管理方式	162
5.4.1	工作原理	163
5.4.2	动态地址变换	164
5.4.3	快表	165
5.4.4	两级和多级页表	166
5.4.5	分配与回收	167
5.5	分段存储管理方式	167
5.5.1	工作原理	168
5.5.2	动态地址变换	168
5.5.3	存储保护	169
5.5.4	分页和分段的主要区别	169
5.6	段页式存储管理方式	169
5.6.1	工作原理	170
5.6.2	地址变换	170
5.7	虚拟存储器	171
5.7.1	概述	171
5.7.2	分页虚拟存储管理	172
5.7.3	分段虚拟存储管理	180
5.8	Linux 的内存管理	182
5.8.1	Linux 存储管理的重要数据结构	182
5.8.2	页表的管理	184
5.8.3	页面分配和回收	184
5.8.4	页面换入	185
5.8.5	换出与丢弃页面	186
5.8.6	页面错误的处理	187
5.8.7	页面 cache	188
5.8.8	Linux 的 swap cache	188
5.8.9	内核 cache 的管理	189
小结		191
习题		192

第 6 章 文件管理.....	194
6.1 概述	194
6.1.1 文件和文件系统.....	194
6.1.2 文件的分类	195
6.2 文件的结构和存取方式.....	196
6.2.1 文件的存取方式.....	196
6.2.2 文件的逻辑结构.....	197
6.2.3 存储介质	198
6.2.4 文件的物理结构.....	201
6.3 文件目录.....	209
6.3.1 文件控制块	210
6.3.2 文件目录结构	210
6.3.3 目录的查找和目录的改进	212
6.4 文件系统的实现	214
6.4.1 打开文件表	214
6.4.2 外存空间管理	215
6.5 文件的使用.....	217
6.5.1 主要操作	217
6.5.2 文件共享	219
6.6 文件系统的安全性和数据一致性	222
6.6.1 防止人为因素造成的文件不安全性	223
6.6.2 防止系统因素或自然因素造成的文件不安全性	225
6.6.3 文件系统的数据一致性	229
6.7 磁盘调度.....	230
6.7.1 磁盘 I/O 时间	231
6.7.2 磁盘的移臂调度.....	231
6.7.3 磁盘的优化分布.....	233
6.8 Linux 的文件系统	234
6.8.1 Linux 文件系统的结构	234
6.8.2 Linux 文件类型	235
6.8.3 Linux 文件系统的目录	235
6.8.4 Linux 文件的查找.....	236
6.8.5 Linux 文件的操作.....	236
6.8.6 Linux 文件的共享.....	239
6.8.7 Linux 文件目录操作	240
6.8.8 Linux 文件的一致性处理	240
6.8.9 Linux EXT2 文件系统.....	241

6.8.10	EXT2 位示图和 I 结点图	242
6.8.11	Linux 高速缓存	243
小结		245
习题		246
第 7 章	设备管理	248
7.1	概述	248
7.1.1	设备的分类	248
7.1.2	设备管理的目标和功能	249
7.2	I/O 硬件特点	250
7.2.1	设备组成	250
7.2.2	设备接口	250
7.2.3	设备控制器	250
7.2.4	通道	251
7.2.5	I/O 控制方式	253
7.2.6	缓冲技术	256
7.3	I/O 软件的组成	259
7.3.1	I/O 软件的目标	259
7.3.2	中断处理程序	259
7.3.3	设备驱动程序	261
7.3.4	独立于设备的软件	262
7.3.5	用户空间的 I/O 软件	264
7.4	设备分配	264
7.4.1	设备分配中的数据结构	265
7.4.2	设备独立性	266
7.4.3	设备分配	267
7.5	虚拟设备	268
7.5.1	Spooling 技术	268
7.5.2	共享打印机	269
7.5.3	Spooling 系统的优缺点	270
7.6	Linux 的 I/O 设备管理	270
7.6.1	Linux 中的设备文件	270
7.6.2	Linux 的设备驱动程序	271
7.6.3	Linux 的中断处理	276
小结		278
习题		278
第 8 章	网络与分布式系统	280
8.1	分布式系统概述	280

8.1.1	分布式系统的概念	280
8.1.2	通信结构	281
8.1.3	开放式系统互连通信结构	284
8.2	网络服务器	288
8.2.1	服务器的结构	289
8.2.2	磁盘和文件服务器	290
8.2.3	文件高速缓冲存储器的一致性问题	290
8.2.4	打印机服务器	291
8.2.5	调制解调器服务器	292
8.3	分布式进程管理	292
8.3.1	分布式进程的状态及其转换	292
8.3.2	处理机管理	293
8.4	进程迁移	294
8.4.1	进程迁移机制	295
8.4.2	迁移处理	296
8.5	分布式进程通信	297
8.5.1	信息传送机制	297
8.5.2	远程过程调用	298
8.5.3	确定分布式系统的全局状态	300
8.6	分布式进程同步与互斥	303
8.6.1	事件定序法	303
8.6.2	分布式互斥	304
8.6.3	分布式算法	306
8.7	分布式进程死锁问题	309
8.7.1	资源分配中的死锁	309
8.7.2	消息通信中的死锁	311
小结		312
习题		313
参考文献		314

第 1 章 | 引 论

操作系统是配置在计算机硬件上的第一层软件，是对硬件系统的第一次扩充。操作系统在计算机系统中占据着重要的地位，其他所有的软件，如汇编程序、编译程序、数据库管理系统等系统软件以及大量的应用软件，都依赖于操作系统的支持，都取得它的服务。

1.1 操作系统的概念

随着计算机技术的迅速发展，以软件为核心的信息产业对人类经济、政治、文化产生了深远的影响。信息化水平的高低，已经成为衡量一个国家综合国力的重要标志。信息的收集、处理和服务是信息产业的核心内容，它们都离不开软件。在信息技术中，微电子是基础，计算机及通信设施是载体，而软件是核心。软件是计算机的灵魂，没有软件就没有计算机应用，也就没有信息化。信息社会需要众多的软件系统，因此，对于软件的研究和开发，就变得极其重要。在众多的软件系统中有一类非常重要的软件，为建立更加丰富的应用环境奠定了重要基础，它就是操作系统。

1.1.1 计算机系统

计算机系统就是按人的要求接收和存储信息，自动地进行数据处理和计算，并输出结果信息的系统。计算机是人类脑力的延伸和扩充，是现代科学的重大成就之一。

1. 计算机系统组成

计算机系统由硬件（子）系统和软件（子）系统组成。前者是借助电、磁、光、机械等原理构成的各种物理部件的有机组合，是系统赖以工作的实体。后者是各种程序和文件，用于指挥全系统按指定的要求进行工作。自 1946 年第一台电子计算机问世以来，计算机技术在元器件、硬件系统结构、软件系统、应用等方面，均有惊人的进步，已广泛用于科学计算、事务处理和过程控制中，日益深入社会各个领域，对社会的进步产生了深远的影响。

现代计算机不再简单地被认为是一种普通的电子设备，《牛津英语词典（第二版）》中对计算机定义是：“计算机是一种进行计算或者控制那些可以表示为数字或者逻辑形式的操作的设备”。

图 1-1 是一般计算机系统的层次结构：最下面是硬件系统，是进行信息处理

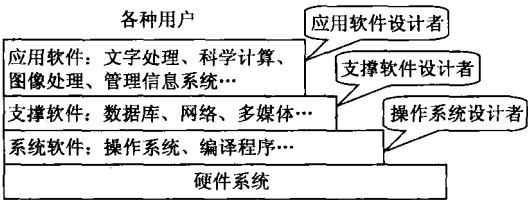


图 1-1 计算机系统的层次结构

的实际物理装置；最上面是使用计算机的人，即各种各样的用户；人与硬件系统之间是软件系统，大致可分为系统软件、支撑软件和应用软件三层。系统软件是最靠近硬件系统的一层，其他软件一般都通过系统软件发挥作用；支撑软件一般用于支持实际应用系统的开发和运行；应用软件则是与特定应用领域相关的软件。

2. 计算机的硬件

计算机硬件是指计算机系统中由电子、机械和光电元件等组成的各种部件和设备。由这些部件和设备依据计算机系统结构的要求构成的有机整体，称为计算机硬件系统。

硬件系统是计算机系统快速、可靠自动工作的基础。计算机硬件就其逻辑功能来说，主要是完成信息变换、信息存储、信息传送和信息处理等功能，为软件提供具体实现的基础，计算机硬件系统主要由运算器、内存储器、控制器、I/O 控制系统、辅助存储设备等功能部件组成。

3. 计算机的软件

计算机软件是指安装在计算机系统内的程序和有关的文件。程序是对计算任务的处理对象和处理规则的描述；文件是为了便于了解程序所需的资料说明。程序必须装入计算机内部才能工作，文件一般是给人看的，不一定装入计算机。程序作为一种具有逻辑结构的信息，精确而完整地描述了计算任务中的处理对象和处理规则。这一描述还必须通过相应的实体（硬件）才能体现。

软件是用户与硬件之间的接口界面。使用计算机就必须针对待解决的问题拟定算法，用计算机所能识别的语言对有关的数据和算法进行描述，即必须编写程序和软件。用户主要是通过软件与计算机进行交互。软件是计算机系统内的指挥者，它规定计算机系统的工作，包括各项计算任务内部的工作内容和 workflows 以及各项任务之间的调度和协调。软件是计算机系统结构设计的重要依据。为了方便用户，在设计计算机系统时，必须全面考虑软件与硬件的结构以及用户的要求和软件的要求。

按照应用的观点，软件可分为系统软件、支撑软件和应用软件 3 类。

（1）系统软件

系统软件是位于计算机系统内最靠近硬件的一层，其他软件一般都通过系统软件发挥作用。它与具体的应用领域无关，如编译程序和操作系统等。编译程序把程序设计人员用高级语言书写的程序翻译成与之等价的、可执行的低级语言程序；操作系统则负责管理系统的各种资源、控制程序的执行。在任何计算机系统的设计中，系统软件都要优先考虑。

（2）支撑软件

支撑软件即支撑其他软件的编制和维护的软件。随着计算机科学技术的发展，软件的编制和维护代价在整个计算机系统内所占的比重不断增大，远远超过硬件。因此，对支撑软件的研究具有重要意义，其可直接促进软件的发展。当然，编译程序和操作系统等系统软件也可算作支撑软件。20 世纪 70 年代中期和后期发展起来的软件支撑环境可看成是现代支撑软件的代表，主要包括各种接口软件和工具组。三者形成整体，协同支撑其他软件的编制。

（3）应用软件

应用软件即特定应用领域专用的软件，例如字处理程序软件。

系统软件、支撑软件以及应用软件之间既有分工又相结合，是不可分割的整体。

1.1.2 什么是操作系统

1. 操作系统的地位

计算机系统是由硬件和软件两部分构成的。在软件的分类中操作系统属于系统软件，操作系统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其他各种软件。

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，而不仅仅是硬件与所有其他软件之间的接口。任何数字电子计算机，从微机到巨型计算机都必须在其硬件平台上安装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，其他各类软件，如编译系统软件、应用系统软件程序库、运行支持环境，才得以获得运行条件。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硬、软件资源的总指挥部。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。操作系统本身的安全性和可靠程度，在一定程度上决定了整个计算机系统的安全性和可靠性。它是软件技术的核心，是软件的基础运行平台。

2. 操作系统的定义

综上所述，给出操作系统的定义：操作系统是计算机系统上的系统软件，是能有效地组织和管理计算机系统上的硬件和软件资源，合理地组织计算机工作流程，控制程序的执行，并向用户提供各种服务功能，使得用户能够合理、方便、有效地使用计算机，使整个计算机系统能高效运行的一组程序模块的集合。

- “有效”主要指操作系统在管理资源方面要考虑到系统运行效率和资源的利用率，要尽可能地提高处理机的利用率，让它尽可能少地空转，其他的资源，例如内存、硬盘，则应该在保证访问效能的前提下尽可能地减少浪费的空间等。
- “合理”主要是指操作系统对于不同的用户程序要“公平”，以保证系统不发生“死锁”或“饥饿”的现象。
- “方便”主要是指人机界面方面，包括用户使用界面和程序设计接口两方面的易用性、易学性和易维护性。

操作系统主要有以下两方面的作用：

① 操作系统要管理计算机系统上的各种资源，包括硬件及软件资源。在计算机系统中，所有硬件部件（如中央处理器、存储器、I/O 设备）称做硬件资源；而程序和数据等信息称做软件资源。从微观上看，使用计算机系统就是使用各种硬件资源和软件资源。特别是在多用户、多道程序的系统中，同时有多个程序在运行，这些程序在执行的过程中可能会要求使用系统中的各种资源。操作系统就是资源的管理者和仲裁者，由它负责在各个程序之间调度和分配资源，保证系统中的各种资源得以有效地利用。

② 操作系统要为用户提供良好的界面。一般来说，使用操作系统的用户有两类，一类

是最终用户，他们只关心自己的应用需求是否被满足，而不在意其他情况。至于操作系统的效率是否高，计算机设备是否正常，只要不影响使用，则一律不去关心。例如，用户在使用邮件服务器收发自己的电子邮件时，只注意自己的邮件是否快捷安全地收发，并不在意有多少用户同时使用这台邮件服务器。只要在这台邮件服务器上出现的堵塞、安全问题不影响到邮件的收发，就不会去关心这台邮件服务器的整体状态。但是另一类用户就必须关心整个邮件服务器的工作状态，这就是邮件服务器管理员。这类用户一般称为系统用户，他们必须时刻监视系统的整体运行状态，如空间的使用情况、是否发生通信堵塞、是否有黑客攻击系统等。有时系统用户和最终用户可能是同一个人，例如一位使用 Windows 2000 的用户，他可能正在用 Office 2000 写一份报告，此时他是一位最终用户。一会儿，他想查看一下所使用硬盘上的 D 盘还有多少剩余空间，是否需要删除一些不用的文件以获得更多的自由空间，此时他是一位系统用户。

操作系统必须为最终用户和系统用户这两类用户的各种工作提供良好的界面，以方便用户的工作。典型的操作系统界面有命令行界面，如 UNIX 和 MS-DOS；典型的图形化的操作系统界面——Microsoft Windows。

1.1.3 操作系统的目标

目前，存在着多种类型的操作系统，不同类型的操作系统的目标侧重点不同。操作系统的目标有以下几点：

① 方便性。配置操作系统后可使计算机系统更容易使用。

② 有效性。在未配置操作系统的计算机系统中，例如处理机、I/O 设备等各类资源，都会经常处于空闲状态而得不到正常利用；内存及外存中所存放的数据由于无序而浪费了存储空间。配置完操作系统后，可使处理机和 I/O 设备保持正常工作状态而得到有效的利用，且由于使内存和外存中存放的数据有序而节省了存储空间。此外，操作系统还可以通过合理地组织计算机的工作流程，从而进一步改善系统的资源利用率及增加系统的吞吐量。

③ 可扩充性。随着超大规模集成电路（very large scale integraion, VLSI）技术和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。而操作系统的模块化结构，有利于增加新的功能和修改旧的功能。

④ 开放性。20 世纪 80 年代和 90 年代陆续出现了各种类型的计算机硬件系统。为了使出自不同厂家的计算机及其设备能通过网络加以集成化并能正确、有效地协同工作，实现应用程序的可移植性和互操作性，就要求系统具有统一的开放的环境，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

操作系统的形成迄今已有 50 多年的时间。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系统，不久又出现了基于多道