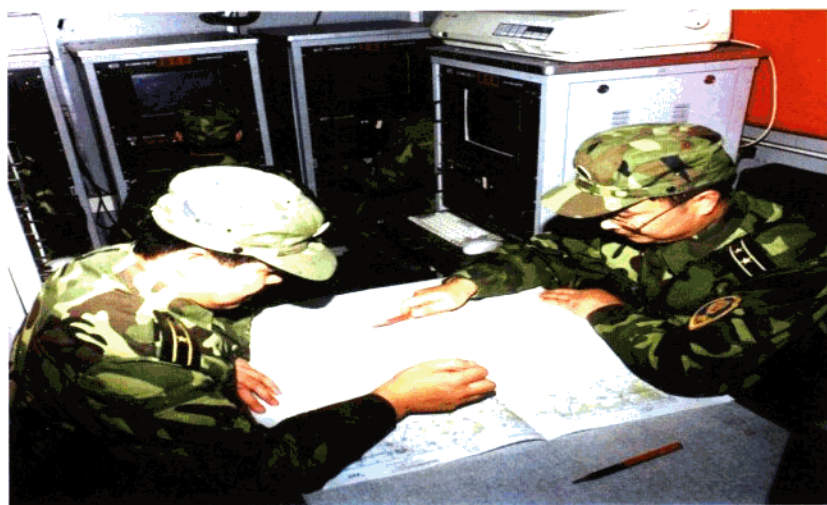


JUNDUIYUANXIAOZHUIZIDONGHUAZHUANYETONGBIANXILIEJIAOCAI

军队院校指挥自动化专业统编系列教材

计算机软件基础

中国人民解放军总参谋部 通信部
军训部



解放军出版社

内 容 提 要

本书从操作系统、数据库、数据库前端开发工具三个方面论述了计算机软件。其中操作系统以 Unix 和 MS-DOS 为例加以介绍。数据库以 Oracle 为例,而数据库前端开发工具为 Powerbuilder。

全书共分三个部分计 14 章。第 1 章至第 9 章为操作系统的内容,其中第 1 章至第 7 章为集中式操作系统、第 8 章为网络操作系统、第 9 章为分布式操作系统。本书第 10 章至第 12 章为数据库的内容,其中第 10 章为数据库的基本概念、第 11 章为 Oracle 数据库概述、第 12 章为 SQL 语言。本书第 13 章、14 章介绍了 Powerbuilder 的内容,其中第 13 章为 Powerbuilder 的基础、第 14 章为 Powerbuilder 应用程序的开发。

全书内容丰富、层次分明、概念准确、逻辑性强且叙述深入浅出。适合作为指挥自动化专业或计算机专业本科生的教材,此外略去第 6 章、第 7 章、第 9 章和第 10 章的部分内容亦可作为该类专业大专生教材。

军队院校指挥自动化专业统编系列教材

编审委员会

(以姓氏笔画为序)

主 任：杨千里

副 主 任：王永刚 张天林 邵军力 顾苏力

常务副主任：邵军力(兼)

委 员：卜淮原 王敏政 刘作良 刘晓明

许锦洲 李长生 吴乐华 赵世祥

姜岱源 戴 浩

办公室主任：杨海平

《计算机软件基础》编写组成员

主 编：孙乐昌

主 审：江光杰

编 者：孙乐昌 梁亚声 汪永益

出版说明

全军指挥自动化专业系统教材是由总参通信部指挥自动化局、训练局和总参军训部院校教育局(原院校三局)组织编写的。全套教材分大专和本科两个层次,主要供全军指挥自动化专业大专和本科教学使用,也可作为相关专业的大专、本科和研究生教学的参考书。

世界正进入信息时代,以信息技术为核心的新技术革命的飞速发展,极其深刻地影响着军事领域的变革。近几年来发生在海湾和波黑地区的局部战争表明 21 世纪战争的主要形式将是信息战。为适应这一军事发展的潮流,世界各主要国家都把军队指挥自动化系统建设及其建设人才的培养作为军队发展战略的重点。

我军从指挥自动化建设起步开始就十分重视指挥自动化建设人才的培养。我军指挥自动化专业设置由来已久,已培养了一大批从事我军指挥自动化系统建设的专门人才,为我军指挥自动化建设作出了重要贡献。为适应我军新时期军事战略方针对指挥自动化建设人才的要求,指挥自动化专业迫切需要进一步深化教学改革,提高教学质量。在专业教改讨论中,大家一致认为,指挥自动化专业急需一套体现指挥自动化专业特点的教材。为此,在上级机关的领导和支持下,编委会综合了各院校多年专业教学的经验,并广泛吸收了各方面对指挥自动化专业人才培养的意见,讨论和拟制了指挥自动化专业知识结构和课程体系。在此基础上,由有关院校推荐长期从事指挥自动化专业教学、科研工作的教师担任教材的主编。参加编写和审核的全体同志,都充分认识到编写这套教材的重要意义,克服时间紧、难度大等困难,使这套教材按预定目标完稿,并陆续出版。

编写这套教材的难点在于：指挥自动化专业是一个知识覆盖面广、知识点新、综合性强的专业；各类院校的指挥自动化专业都各有自己的特点；指挥自动化的理论和技术正在不断发展之中。鉴于此，这套教材的编写宗旨是力求反映指挥自动化专业的知识结构，重在打好公共理论基础，注重培养掌握知识和运用知识的能力。为实现上述宗旨，教师使用教材中，还需联系各院校特点，在内容上酌情取舍和补充。

在这套教材编写中，得到总参通信部和总参军训部领导和机关、各参编单位领导及解放军出版社的翔和支持，在此深表感谢。对各位参编和参审同志的工作精神和作出的贡献表示敬意。

全军指挥自动化教材编审委员会

2000年9月

前 言

根据总参通信部、军训部关于全军指挥自动化专业统编教材编写的分工,我们承担了《计算机软件基础》的编写工作。经由编著者、审稿人以及编委会的共同努力,终于使本书如期与读者见面。

本书共分三大部分合计十四章。其中第一部分共九章讲述计算机操作系统,第二部分共三章讲述数据库管理系统,第三部分共两章讲述数据库前端开发工具。在第一部分中以介绍操作系统的基本原理为主要线索,穿插了常用 MS-DOS,UNIX 以及网络和分布式操作系统的实例,力图使读者在理论和实践上对操作系统有一个完整的学习和认识。本书跟踪计算机的发展,注意融入操作系统的最新技术并对此做了较为详细的叙述。第二部分在讲透数据库管理系统的基本原理和概念的基础上,着重介绍了 ORACLE 关系数据库的应用原理和实用技术以便读者在掌握数据库应用原理的同时,能够使用 ORACLE 数据库系统进行初步应用开发。第三部分介绍一种数据库前端开发工具——POWERBUILDER,通过讲清 POWERBUILDER 前端开发工具的基本要素后,佐以实例,提纲挈领地讲述利用前端开发工具进行数据库应用开发的方法和实用技术。本书希望通过操作系统,数据库,前开发工具三个分层的介绍,使读者通过学习掌握计算机软件基础。

考虑到教学实施和教学时数,一些内容独立成章,如第六章死锁,第七章保护,第十章数据库基本概念等。这些内容在讲授时可灵活掌握。

在本书的编写过程中,编著者参阅了大量最近国内外发表的有关资料,并借鉴了有关内容。这些资料都列入书后的参考文献中。对这些资料的作者,编著者深表感谢。本书送审后,审稿人江光杰副教授、杨心强副教授、奚和平讲师对本书进行了认真的审阅并提出了诸多的宝贵意见,他们的严谨学风和学术水平编著者深为敬佩,对他们给予的指教表示由衷的感谢。

本书编写全过程得到了中国人民解放军理工大学邵军力教授的指导和关心,以及编审会的严格审定。在此谨向上述各位表示衷心地感谢。限于编著者的水平,本书定然存在不少错误和欠妥之处,恳请读者批评指正,我们将不胜感激。

目 录

第一章 导论	(1)
1.1 什么是操作系统	(1)
1.2 操作系统的产生与发展	(1)
1.3 操作系统的分类	(4)
1.4 操作系统中的基本概念	(8)
1.5 操作系统的结构.....	(11)
小结	(15)
习题	(16)
第二章 进程	(17)
2.1 引言.....	(17)
2.2 进程的控制.....	(21)
2.3 进程同步.....	(25)
2.4 典型的进程同步问题.....	(36)
2.5 进程通信.....	(42)
2.6 进程调度.....	(48)
小结	(53)
习题	(54)
第三章 存贮管理	(55)
3.1 无交换和分页的存贮管理.....	(55)
3.2 交换.....	(60)
3.3 虚拟内存.....	(66)
3.4 分页系统中的设计问题.....	(76)
小结	(80)
习题	(80)
第四章 文件系统	(81)
4.1 文件.....	(81)
4.2 目录.....	(90)
4.3 文件系统的设计.....	(94)
小结.....	(107)
习题.....	(107)
第五章 输入/输出	(108)
5.1 输入/输出设备原理.....	(108)
5.2 I/O 软件原理	(112)
5.3 磁盘	(116)

5.4 时钟	(120)
5.5 终端	(123)
小结	(129)
习题	(129)
第六章 死锁	(131)
6.1 死锁问题	(131)
6.2 死锁的必要条件	(133)
6.3 死锁的预防	(134)
6.4 死锁的避免和银行家算法	(135)
6.5 死锁检测	(139)
6.6 死锁的恢复	(144)
6.7 解决死锁的综合途径	(145)
小结	(146)
习题	(146)
第七章 保护	(148)
7.1 保护的目地	(148)
7.2 机构和策略	(148)
7.3 保护区	(149)
7.4 访问矩阵	(150)
7.5 访问矩阵的实现	(150)
7.6 动态保护结构	(153)
7.7 废除权限 (Revocation)	(156)
7.8 现有的保护系统	(157)
7.9 利用程序设计语言实现保护	(158)
7.10 保护存在的问题	(161)
7.11 安全性 (Security)	(162)
小结	(163)
习题	(163)
第八章 网络操作系统的结构和服务	(164)
8.1 计算机网络基础知识	(164)
8.2 网络体系结构及网络协议	(169)
8.3 计算机的工作模式	(172)
8.4 网络操作系统的构成	(173)
8.5 电子邮件服务	(175)
8.6 文件传送和远程文件访问	(180)
8.7 打印服务	(183)
8.8 WWW 和浏览服务	(183)
8.9 域名解析服务	(185)
8.10 网络管理	(186)

小结.....	(190)
习题.....	(190)
第九章 分布式操作系统.....	(192)
9.1 概述	(192)
9.2 进程迁移	(194)
9.3 进程通信	(198)
9.4 分布式资源管理	(206)
9.5 分布式操作系统的结构	(222)
小结.....	(224)
习题.....	(224)
第十章 数据库基本概念.....	(226)
10.1 数据库简史.....	(226)
10.2 信息、数据和数据处理.....	(226)
10.3 数据库和数据库系统.....	(228)
10.4 数据库管理系统.....	(230)
10.5 数据模型.....	(232)
10.6 关系的定义和性质.....	(236)
10.7 关系代数.....	(238)
10.8 函数依赖.....	(242)
10.9 关系规范化.....	(244)
小结.....	(251)
习题.....	(251)
第十一章 Oracle 数据库概述	(254)
11.1 有关 Oracle 的基本概念	(254)
11.2 Oracle 数据库系统结构	(256)
11.3 数据库管理.....	(262)
11.4 数据库的备份与恢复.....	(274)
小结.....	(278)
习题.....	(278)
第十二章 SQL 语言	(280)
12.1 SQL * PLUS 简介	(280)
12.2 SQL * PLUS 初步	(290)
12.3 数据定义命令.....	(291)
12.4 数据操纵命令.....	(300)
12.5 事务控制命令.....	(333)
小结.....	(336)
习题.....	(336)
第十三章 PowerBuilder 基础	(341)
13.1 PowerBuilder 简介	(341)

13.2 应用对象.....	(345)
13.3 连接与定义数据库.....	(356)
13.4 编程语言.....	(369)
小结.....	(382)
习题.....	(383)
第十四章 PowerBuilder 应用程序的开发	(384)
14.1 窗口与菜单.....	(384)
14.2 控件.....	(397)
14.3 数据窗口对象.....	(412)
14.4 运用数据窗口控件.....	(432)
14.5 运行调试及创建可执行文件.....	(445)
小结.....	(451)
习题	(452)

第一章 导 论

没有“软件”，计算机是无用的。只有在计算机中配置了软件以后，它才可能存储、处理和传递信息，从而实现其日益广泛的用途。

计算机中的软件，大体上可以分为两大类。一类是系统程序，另一类是应用程序。系统程序主要用于对计算机自身加以管理，并为用户使用计算机提供方便。应用程序用来解决用户的特定问题。

在系统程序中，最重要的要属操作系统（Operation System）。在现代计算机系统中，操作系统已经成为一个必不可少的关键组成部分。任何一个计算机系统可以不配置某些其它应用程序，硬件的配置也各不相同，但决不可以没有操作系统。那么，什么是操作系统呢？让我们来回答这一问题。

1.1 什么是操作系统

我们知道，一个现代计算机系统是由一个或多个处理机、一定数量的内存、以及时钟、终端、磁盘、网络接口和其它的一些输入/输出设备所组成。所有这些成份构成了一个复杂的系统。用户若要控制这些成份，直接利用它们编程，无疑是件十分艰难的工作。而且把构成复杂系统的各个部分直接交给用户进行控制亦不安全且效率不高。为此，有必要把复杂的计算机硬件与用户相隔离开，在最基本的硬件外设置一层软件，这层软件负责管理计算机系统的各个部分，并向用户提供原计算机硬件所不直接具有的一些“新功能”，从而方便用户使用计算机系统，并提高计算机使用效率。

我们把以提高效率、方便使用计算机并对计算机系统进行管理的这层软件称之为操作系统。

操作系统从应用的角度看，它是在物理计算机基础上扩充出的“逻辑计算机”，这个逻辑机器更容易被用户理解，更方便用户使用。

操作系统从系统的角度看，它是资源管理者，它有效地管理计算机系统硬件资源（其中包括处理机、内存、网络接口、终端以及输入/输出设备）和软件资源（即计算机系统中存储的信息），使这些资源更安全、更有效地得到利用。

1.2 操作系统的产生与发展

计算机软件是伴随着计算机硬件的发展及其日益广泛的应用而逐步地丰富和完善起来的。而软件的发展，又大大地促进了硬件的进步和不断革新。与硬件极为密切的操作系统，尤为如此。

1.2.1 手工操作阶段

第一代计算机速度较低，外围设备较少，因而，编制和运行一个程序也比较简单。程序员往往直接使用机器语言来设计程序。编制的“目标程序”被穿孔在卡片（或纸带）上，并用一个引导程序装入主存储器。程序员通过控制台开关来调试和操作运行的程序。整个计算机都是被一个程序员所占有。

手工操作方式的主要特点是：用户独占计算机，一台计算机的全部资源只能由一个用户独占，用户上机算题是一个个‘串行地’进行的；CPU 等待人工操作。当用户进行装带（卡）、卸带（卡）等人工操作时，CPU 是空闲的。

随着计算机的发展，方便用户使用计算机软件——原始汇编系统产生了。在这样的系统中，二进制操作码被助记码所代替，程序按一个固定格式的汇编语言书写。程序员（或系统程序员）预先编制一个汇编解释程序，它把汇编语言书写的‘源程序’解释成计算机能直接执行的机器语言。因而，在这样的计算机系统中，首先要把这个汇编解释程序和源程序都穿在卡片或纸带上，然后再装入和执行。为了让程序员能通过开关来控制程序的装入和运行，特设计了一个解释开关命令的程序。此外，为了方便用户，还配置了一些控制外围设备的程序，供用户调用。这些控制程序可以看成是原始的操作系统。

手工操作方式对第一代计算机还是适应的。但是，随着第二代计算机的出现，这种方式就很不适合了。首先，手工操作只能作一些简单的控制，但是，对于规模比第一代计算机大得多的第二代计算机，只作一些简单的控制已不能满足需要。其次，手工操作要求用户熟悉机器的很多细节，既带来了麻烦，又增加了出错机会。第三，手工操作速度慢，对于速度较快的第二代计算机来说，这样做会降低计算机的效率。例如，在一台第一代计算机上花一个小时计算的问题。在计算过程中，人工操作可能花了三分钟，仅占全部时间的 5%。但是，当计算机的速度提高了十倍以后，同样一个问题可能只要计算六分钟，而人工操作如果仍需三分钟，就占了全部时间的 50%。最后，对于规模较大，设备配置较多的第二代计算机，许多小型的计算问题无需使用系统的全部功能，独占全机的做法不能充分利用系统资源。所以，随着第二代计算机的诞生，不久就出现了批处理管理程序——初级的操作系统。

1.2.2 早期批处理阶段

50 年代末 60 年代初，计算机发展进入了第二代，不仅计算机的速度有了很大提高，而且存储容量也有了很大的增长。这就给软件的发展奠定了物质基础。在这期间，先后出现了 FORTRAN 和 ALGOL 等程序设计语言与相应的编译程序以及程序库等。这就促使人们研究如何缩短建立作业和人工操作的时间。为此，人们首先想到的是作业转换的自动化，即出现了对计算机硬件和软件进行管理与调度的软件——管理程序。

管理程序的主要功能是：向用户提供多个共享资源来运行他们的程序；帮助操作员控制用户程序的执行和管理计算机的部分资源。

管理程序为用户提供一套控制命令，并以一定格式穿孔在卡片上，称为控制卡。用户用控制卡来表达对程序进行控制的要求。管理程序通过读入和执行这些控制卡来成批地处理用户的程序，即在一个程序处理完毕后，管理程序再自动启动下一个程序而无需操作员进行干预。

早期的批处理方式又分为联机批处理和脱机批处理两种类型。

(1) 早期联机批处理。这种操作方式的基本思想是：操作员有选择地把若干作业合成一批，管理程序先把这一批作业经输入设备转输到磁带上，然后再按照某种原则逐个地把它们

装入内存运行。其过程为：①对作业进行编译或汇编，②由装配程序把编译后的结果程序和子程序装配成目标程序，并启动运行，③计算完毕，由善后处理程序输出计算结果。

管理程序按照上述步骤逐个地完成一批作业后，再从输入设备上把下一批作业传输到磁带上，并继续重复上述步骤，这样就实现了作业间的自动转接，从而缩短了建立作业和人工操作时间。但是这种联机批处理并没有解决慢速外设与高速主机之间串行工作的矛盾，主机仍要参予作业从输入设备转存磁带或反之的工作。主机的速度在输入或输出过程中，仍然降低到慢速外设的水平。因此，人们又引进了一种脱机批处理方式来解决这一缺陷。

(2) 早期脱机批处理。这种方式的显著特征是增设一台不与主机直接连接的专与外围设备打交道的小卫星机。其作用为：一是把卡片输入机上的作业逐个地传输到输入磁带上，以供主机调入内存运行；二是把主机送入输出磁带中的作业输出结果从打印机上打印出来。这样就使主机与慢速外围设备的串行工作变成了并行，主机仅与较快速的磁带发生关系，从而提高了主机效率。

有了管理程序以后，程序员不必亲自上机操作，而是由专业化的操作员代劳。操作员只要通过控制台打字机打入控制命令就可以操纵计算机。操作员打入的命令由管理程序来识别和执行。这样，不仅操作速度快，而且操作员可以方便地进行一些较为复杂的控制。当计算机运行中发生错误或意外时，管理程序通过计算机从控制台打字机上输出信息向操作员报告。这种输出信息不仅比“亮灯显示”所表达的信息更为丰富，而且操作员也易于理解。总之，用这种半自动方式来控制计算机不仅提高了效率，而且方便了使用。

一般地说，管理程序的主要部分需预先装入计算机，而它的某些例行程序和语言编译程序等可以一起存放在系统磁带上。

管理程序不仅协助操作员操纵计算机，而且还管理计算机的部分资源。在管理程序控制下，用户程序总是通过管理程序去启动外围设备，启动外围设备的诸多具体工作都是管理程序的例行程序来做。这样，用户就无需了解控制外围设备的许多细节，特别，当外围设备发生故障时，管理程序将负责进行处理而不必用户费心。此外，管理程序还提供了文件系统，用户可以按文件名字而不是物理地址来存取信息，这不仅方便灵活，而且安全可靠。

1.2.3 多道程序系统阶段

在早期的批处理系统中，采用的是一次处理一个作业的串行办法，即在内存中仅有一道作业，这样，仍然没有充分利用系统资源。如对那种以计算为主的作业（输入输出量很少的作业），会使得外围设备出现空闲。而对那种以 I/O 为主的作业（计算量很少的作业），又会造成处理机空载。因此，采用了在机器内存中保持有几道程序，允许它们交替运行，当某一道程序等待外围设备传输时，就让另一道程序运行。在此阶段主要解决了系统保护、存贮分配和简单的动态地址翻译等问题，为系统保护奠定了基础。出现了上界和下界寄存器，为动态地址翻译和程序地址空间的保护提供了充分的条件。中断系统亦随之更加完善。在辅助存贮器管理和使用方面出现了文件系统，使得用户可以把它的程序和数据以文件形式长期地或临时地保存在辅助存贮器中。作业控制卡式的作业控制语言亦日益成熟。

到了第二代计算机后期，特别是进入第三代以后，软件有了很大的发展，它的作用也日益显著。同时，硬件也有了很大的发展，特别是主存储器容量的增加和大容量辅助存储器——磁盘的出现，给发展更先进的管理程序准备好了物质条件。还有，计算机应用的日益广泛和深入，也要求进一步发展和扩大功能简单的管理程序，这样，管理程序就迅速地发展成为一

个重要的软件分支——操作系统。

1.2.4 操作系统的形成和发展

手工操作是一种联机操作方式，批量处理却是一种脱机操作方式，后者否定并取代了前者。多道程序系统继承并发展了批量处理，使得作业操作过程更加自动化，从而进入了更高级的脱机操作阶段。而分时系统是一台计算机挂上若干台联机终端（如电传打字机、显示终端等），用户通过自己的联机终端以问答方式控制和干预他的程序，使之能顺利地运行完毕。而系统则将处理机时间划分为小的时间间隔（通常称为时间片），轮流地分给每个联机终端上的作业。因此每个终端上的用户的每次请求都能得到快速响应，结果使每个用户感到好象只有他自己在使用计算机。不难看出，分时系统是一种更高级的联机操作方式。

多道和分时系统的出现，标志着操作系统的正式形成。六十年代中期，由于固体组件代替了分离元件，使计算机的性能和可靠性有了极大的提高，其造价亦大幅度的下降。从而使计算机的应用迅速地普及到社会生产和生活的各种行业、各个领域和部门。这样促使计算机软件也随之得到了飞速的发展。

随后，不仅多道和分时系统更加完善，而且又相继出现了实时系统、远程批量处理系统和各种计算机网络系统。

在操作系统控制下，计算机系统对资源的管理水平又提高了一步，例如，操作系统提供了预输入和缓输出功能（又称 Spooling 系统，Simultaneous Peripheral Operation On Line）。在算题开始前，利用处理器的空闲时间，将它计算时所需要的程序和数据从卡片或其它输入设备上预先输入到磁盘上存放。这样，在它执行计算时，不再需要访问卡片机等慢速输入设备，而只要访问速度快得多的磁盘。同样，对于计算的结果，不是直接送到行式打印机等外围设备上输出，而是先输出至磁盘上缓冲存放。操作系统利用处理器的间歇空闲时间再从行式打印机等设备上成批地输出。采用了预输入和缓输出的方法之后，计算机系统的效率又有了进一步提高。

最先投入使用的操作系统是批处理多道系统。它允许多个程序成批地输入到计算机中并实现多道程序同时运行。这样，这些程序可以充分地共享系统资源，从而极大地提高了在单位时间内处理程序的能力。

从计算小型作业的考虑出发，出现了分时操作系统（又称分时系统）。在一个分时系统中，多个用户可以通过终端设备同时与系统进行一系列交往。用户在终端设备上可以直接输入，调试和运行自己的程序，并且直接获得结果。

随着大规模集成电路技术的发展，微型计算机迅速地发展起来。从 20 世纪 70 年代中期开始，出现了微型机操作系统。1976 年，美国 Digital Research 软件公司研制了微型机操作系统 CP/M。它短小、精致和适应性强。此后，微型机操作系统经历了：单用户、单道作业的操作系统；多用户、多道作业和分时系统；网络操作系统。

1.3 操作系统的分类

操作系统分类有多种方法，最常用的分类方法是按照功能进行分类。据此，操作系统大致可以分成以下六类：

- 单用户操作系统。

- 批处理操作系统。
- 实时操作系统。
- 分时操作系统。
- 网络操作系统。
- 分布式操作系统。

其它分类方法还有：按硬件系统的大小；按系统的属性和用户的属性等。例如，按硬件系统的大小可分为微型机操作系统和大型机操作系统。

1.3.1 单用户操作系统

单用户操作系统的主要特征是在一个计算机系统内一次只能支持运行一个用户程序。早期的微型机操作系统多属于这样的系统，例如，CP/M，MS-DOS 等。

1.3.2 批处理操作系统

在一般计算中心（或数据中心）的计算机上所配置的操作系统通常属于这一类，用户把要计算的问题、数据和作业说明书一起交给操作员，操作员将一批算题输入到计算机，然后由操作系统来控制执行。通常，采用这种批量化处理作业技术的操作系统称为批处理操作系统。

批处理操作系统根据一定的策略将要求计算的一批算题程序按一定的组合和次序去执行从而提高系统的效率。

批处理操作系统可分为批处理单道系统和批处理多道系统。

1. 批处理单道系统。批处理单道系统是一种早期的、基本的批处理操作系统，它把程序设计语言、I/O 支持和实用程序组成一个整体来控制和管理作业的运行。单道指的是一次只有一个作业进入计算机系统的主存储器运行，因而它也是一个单用户操作系统。这种系统的主要目标是使整个作业流能自动、顺序地运行，以节省人工操作时间、提高效率。该系统的主要特征如下：

(1) 自动性，一批作业能自动地逐个依次运行，无须人工干预。

(2) 顺序性，各道作业是顺序地进入内存，各道作业完成的顺序与它们进入内存的顺序之间，应当完全相同，亦即先调入内存的作业先完成。

(3) 单道性，内存中仅有一道程序运行，监督程序每次调度一个程序进入内存运行，仅当该程序完成或发生异常情况时，才调入其后继程序运行。

2. 批处理多道系统。第三代计算机为操作系统提供了更充分的硬件支持，特别是磁盘的使用以及诸如系统异步控制、中断、特权与保护等概念加入硬件结构，促进了操作系统的发展。

一般地说，一个批处理多道系统的主要特征有：

(1) 主存管理，允许一个程序在运行期间动态地获得或释放主存；

(2) 共享代码的能力，一些例行子程序可以常驻主存，并为多个程序共享；

(3) 在整个程序的执行期间，把数据、程序和设备连结起来；

(4) 提供作业申请的手段；

(5) 有些控制仍留给操作员来进行，例如，由操作员确定多道程序设计的级别，改变作业的优先级等等；

(6) 有对中央处理器进行优化分配的机制。

多道程序设计技术具有下列优点：

(1) 提高 CPU 的利用率。当内存中仅存放一道程序时，每逢该程序在运行中发出 I/O 请求后，CPU 空闲，尤其是 I/O 设备的低速性，更使 CPU 的利用率显著降低。在引入多道程序设计技术后，由于可同时把若干道程序装入内存，并可使它们交替地执行，这样，当正在运行的程序因 I/O 而暂停执行时，系统可调度另一道程序运行，从而保持了 CPU 处于忙碌状态。

(2) 可提高内存和 I/O 设备利用率。为了能运行较大作业，通常内存都具有较大容量，但由于 80% 以上的作业都属于中小型，因此在单道程序环境下也必定造成内存的浪费。类似地，对于系统中所配置的多种类型的 I/O 设备，在单道程序环境下也不能充分利用。如果允许在内存中装入多道程序，并允许它们并发执行，则无疑会大大提高内存利用率和 I/O 设备的利用率。

(3) 增加系统吞吐量。在保持 CPU、I/O 设备不断忙碌的同时，也必然会大幅度地提高系统的吞吐量，从而降低作业加工所需的费用。

1.3.3 实时操作系统

当计算机用于生产过程的控制时，计算机是控制中心，系统要求能实时采集现场数据，并对所采集的数据进行及时处理，进而自动地控制相应的执行机构。而当计算机用于武器的控制，如火炮的自动控制系统、飞机的自动驾驶系统，以及导弹的制导等系统时。通常要求进行实时控制，这类系统为实时控制系统。

此外，还有对信息进行实时处理的系统，称为实时信息处理系统。该系统由一台或多台主机通过通信线路连接成百上千的远程终端，计算机接收从远程终端发来的服务请求，根据用户提出的问题，对信息进行检索和处理，并在很短的时间内为用户做出正确的回答。典型的实时信息处理系统有：飞机订票系统、情报检索系统等。

我们把实时控制系统和实时信息处理系统称为实时系统。实时系统对于每个特殊事件的处理活动是由一串处理任务来完成，其中每个处理任务必须在严格的时间内完成。其中联机设备并非由操作员来驱动，而是由系统根据外部事件的请求和联机设备当时的状态来确定该联机设备是否对该请求作出响应。

实时系统是较少有人为干预的监督和控制系统。仅当系统内的计算机识别到了违反系统规定的限制或者计算机本身发生故障时，系统才需要人为干预。人为干预允许重置参数和调整监督设备的任务，用于实时控制的计算机系统要确保在任何时候，甚至在满载时都能及时响应。因此，设计实时操作系统时，首先要考虑响应实时，其次才考虑资源的利用率。

实时系统的软件依赖于应用的性质和实际使用的计算机的类型。然而，对于实时操作系统而言，它的一个基本特征是事件驱动设计，即当接收了某种类型的外部消息后，由系统选择一个程序去执行。

1.3.4 分时操作系统

分时操作系统使计算机为一组终端用户服务，使得每个用户好象独自拥有一台计算机。

分时操作系统的主要目的是对联机用户的服务和响应，它的主要特点为，(1) 同时性，若干个终端用户可同时使用计算机；(2) 独立性，用户彼此独立，互不干扰；(3) 及时性，用户的请求能在较短时间内得到响应；(4) 交互性，用户能进行人一机对话，联机地调试程序，以交互方式工作。

分时操作系统和批处理多道操作系统的第一个差别是它们在设计目标上存在着根本的不同。一个批处理多道程序系统的目标是提高机器效率；而分时操作系统的目标是对用户请求的快速响应。

分时操作系统和批处理多道操作系统的第二个差别表现在提交给系统的作业的性质上。对于要求在几分钟内能从终端上获得结果的短小作业来说，分时系统是最有效的；但是，对于需要较长时间才能完成的大型作业而言，批处理多道操作系统较为有效。

分时操作系统和批处理多道操作系统的第三个差别在于：对于充分使用系统资源而言，批处理多道操作系统是较好的，因为它可以同时接收经过合理安排的各种不同负载的作业，对于要求执行相同功能的作业而言，分时系统是较好的，因为在不同的终端上同时使用同一个功能的例行子程序将减少系统调用它的开销。

1.3.5 网络操作系统

计算机网络是通过通信机构把地理上分散且独立的计算机联接起来的一种网络。有了计算机网络之后，用户可以突破地理条件的限制，方便地使用远地的计算机资源，实现资源共享。

提供网络通信和网络资源共享功能的操作系统称为网络操作系统。网络操作系统具有以下两种工作模式：

(1) 客户/服务器 (Client/Server) 模式，该模式中的站点可分为两类：服务器，它是网络的控制中心，其任务是向客户提供服务。在服务器中包含了大量的服务程序和服务支撑软件；客户，这是用户用于本地处理和访问服务器的站点。在客户中包含了本地处理软件和访问服务器上服务程序的软件接口。C/S 模式具有分布处理和集中控制的特征。

(2) 对等模式 (Peer-to-Peer) 模式，采用这种模式的操作系统的网络，各个站点是对等的。它既可作为客户去访问其它站点，又可作为服务器向其它站点提供服务。在网络中既无服务处理中心，也无控制中心。网络的服务和控制功能分布于各个站点上。该模式具有分布处理及分布控制的特征。

网络操作系统具有如下功能：

(1) 网络通信，这是网络最基本的功能。其任务是在源主机和目标主机之间，实现无差错的数据传输。

(2) 资源管理，对网络中的共享资源（硬件和软件）实施有效的管理、协调用户对共享资源的使用、保证数据的安全性和一致性。

(3) 网络服务，这是在前两个功能的基础上，为了方便用户而直接向用户提供的多种有效服务。如，电子邮件服务；文件传输、存取和管理服务；共享硬盘服务；共享打印服务等。

(4) 网络管理，网络管理最基本的任务是安全管理。这是通过“存取控制”来确保存取数据的安全性；通过“容错技术”来保证系统故障时数据的安全性。此外，还应能对网络性能进行监视，对使用情况进行统计，以便为提高网络性能、进行网络维护和记帐等，提供必要的信息。

(5) 互操作能力，是指连接在服务器上的多种客户机和主机，不仅能与服务器通信，而且还能以透明的方式访问服务器提供的服务；互连网络环境下的互操作，是指不同网络间的客户机不仅能通信，而且也能以透明的方式，访问其它网络中的服务器。

1.3.6 分布式操作系统