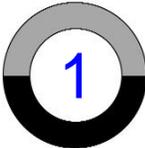


第  章

操作系统概述

第 1 章

操作系统概述

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、政治和文化产生了深刻的影响。

在众多的软件系统中有一类非常重要的软件，它为我们建立更加丰富的应用环境奠定了重要的基础，这就是操作系统。

1.1 计算机系统概观

1.1.1 计算机的发展与分类

1. 计算机的过去和未来

自从1946年世界上第一台电子数字计算机问世以来，计算机的发展大致经历了四代的变化。

1) 第一代，电子管计算机（1946~1957）。这一代计算机的运算速度约为每秒几千次至几万次，体积大，成本高，可靠性低。在此期间，开始形成计算机的基本体系，确定了程序设计的基本方法，数据处理器开始得到应用。支撑软件是机器语言和汇编语言。

2) 第二代，晶体管计算机（1958~1964）。这一代计算机的运算速度提高到每秒几十万次至几十万次，可靠性提高，体积缩小，成本降低。在此期间，工业控制机开始得到应用。支撑软件是算法语言和管理程序。

3) 第三代，集成电路计算机（1965~1970）。这一代计算机的运算速度是每秒几十万次至几百万次，可靠性进一步提高，体积进一步缩小，成本进一步下降。在此期间形成机种多样化、生产系列化和使用系统化的趋势。小型计算机开始出现。支撑软件是操作系统。

4) 第四代，大规模集成电路计算机（1971~至今）。这一代计算机的运算速度提高到每秒几百万次、几千万次至每秒几千亿次甚至更高，可靠性更进一步提高，体积更进一步缩小，成本更进一步降低。

5) 第五代，可能是智能计算机。智能计算机现正在研究之中，其运算速度将有极大提高。支撑软件将是新一代操作系统与智能软件。

2. 计算机分类

电子计算机分数字和模拟两类。通常所说的计算机均指数字计算机，其运算处理的数据是用离散数字量表示的。历史上的模拟机和数字机相比较，其速度快，与物理设备接口简单；但精度

低，使用困难，稳定性和可靠性差，价格昂贵。因此，模拟机已趋于被淘汰，仅在要求响应速度快但精度低的场合尚有应用。把二者优点巧妙结合而构成的混合型计算机，尚有一定的生命力。

1.1.2 计算机系统

计算机系统就是按人的要求接收和存储信息，自动进行数据处理和计算，并输出结果信息的机器系统。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、光和机械等原理构成的各种物理设备的有机组合，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。

1. 计算机系统的特点

计算机系统的特点是能进行精确、快速的计算和判断，通用性好，使用容易，能联成网络。下面分别说明计算机系统的特点。

- 1) 计算：一切复杂的计算，几乎都可用计算机通过算术运算和逻辑运算来实现。
- 2) 判断：计算机有判别和选择的能力，因此可用于管理、控制、决策和推理等领域。
- 3) 存储：计算机能存储巨量信息。
- 4) 精确：只要字长足够，计算精度在理论上不受限制。
- 5) 快速：计算机依次操作所需时间已小到以纳秒计算。
- 6) 通用：计算机是可编程的，不同程序可实现不同的应用。
- 7) 易用：丰富的高性能软件及智能化的人机接口，大大方便了使用。
- 8) 联网：多个计算机系统能超越地理界限，借助通信网络，共享远程信息与软件资源。

2. 计算机系统的组成

现代计算机是一个十分复杂的硬件和软件结合而成的整体。

图1-1是一般的计算机系统的层次结构。内核是硬件系统，它是进行信息处理的实际物理装置。最外层是使用计算机的人，即用户。人与硬件系统之间的接口界面是软件系统，它大致可分为系统软件、支撑软件和应用软件三层。

(1) 计算机的硬件

计算机硬件是指计算机系统中由电子、机械、电气、光学和磁学等元器件组成的各种部件和设备。这些部件和设备依据计算机系统结构的要求构成一个有机整体，称为计算机硬件系统。硬件系统是计算机系统快速、可靠和自动工作的基础。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，它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、主存储器、控制器、输入输出设备和辅助存储器等功能部件组成。

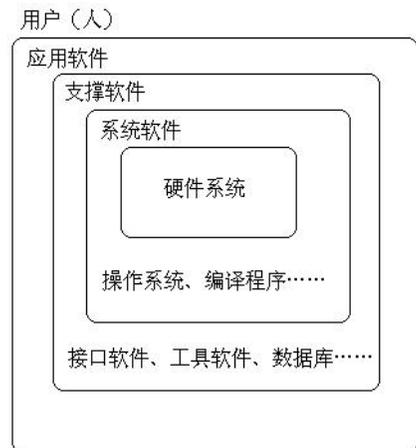


图1-1 计算机系统组成

1) 运算器：它的主要功能是对数据进行算术运算和逻辑运算。操作时，运算器从主存储器取得运算数据，经过指令指定的运算处理，所得运算结果或留在运算器内以备下次运算时使用，或写入主存储器。整个运算过程是在控制器控制下自动进行的。

2) 主存储器：主要功能是存储二进制信息。主存储器与运算器、控制器等快速部件直接交换信息。从主存储器中应能快速读出信息，并送到其他功能部件中去，或将其他功能部件处理过的信息快速写入主存储器。

3) 控制器：控制器的主要功能是按照机器代码程序的要求，控制计算机各功能部件协调一致地动作，即从主存储器取出程序中的指令，对该指令进行分析和解释，并向其他功能部件发出执行该指令所需要的各种时序控制信号。然后再从主存储器取出下一条指令执行，如此连续运行下去，直到程序执行完为止。计算机自动工作的过程就是逐条执行程序指令的过程。控制器与运算器一起构成中央处理器；中央处理器与主存储器一起构成处理器。

4) 输入设备：它的主要功能是将用户信息（数据、程序等）变换为计算机能识别和处理的信息形式。输入设备种类很多，如键盘、鼠标、软磁盘机等。它们的工作特点是将各种信息，在某种介质上以二进制编码形式来表现。载有信息的介质通过相应的输入设备，将信息变换为电信号被计算机接收，并存入存储器。字符、文字、图像、影像、音响、语音等信息，都可以通过相关的输入设备，输入计算机存储、加工和处理。

5) 输出设备：它们的工作特点与输入设备正好相反，主要是将计算机中二进制信息变换为用户所需要并能识别的信息形式。输出设备种类很多，如打印机、绘图仪、显示器等。输出的信息形式多为十进制数字、字符、图形和表格等，也经常以多媒体信息形式出现，如影像、动画和语音等。

6) 辅助存储器（外存储器）：它的主要功能是存储主存储器难以容纳，但又为程序执行所需要的大量信息。它的特点是存储容量很大，存储成本很低，但存取速度较慢。它不能直接与中央处理器交换信息。辅助存储器一般为磁带机、磁盘机和光盘机等。

7) 转换设备：转换设备也是一类输入输出设备，其功能主要是在实时控制系统或过程控制系统中，将模拟量变换为相应的数字量，输入到计算机中；或者将计算机中数字量变换为相应的模拟量，输出到测试或控制对象中。

8) 输入-输出控制系统：它的主要功能是控制输入、输出设备的工作过程。具体功能是：向输入、输出设备发送动作命令；控制输入输出数据的传送；检测输入输出设备状态等。输入-输出控制系统包括控制输入-输出操作的通道、输入-输出处理器和输入-输出设备控制器等。

9) 电源和场地设备：计算机电源和计算机通风散热等工作环境保障系统等，也是计算机不可缺少的组成部分。此外还有为用户上机做准备工作的一些数据准备设备。

当代计算机硬件性能正向微型化、智能化方向发展。多机系统、分布式处理、计算机网络、计算机智能化以及片上系统（System on Chip）等，是计算机硬件结构的重要发展方向。计算机硬件与软件日益紧密结合已成为明显趋势。

(2) 计算机的软件

软件是计算机系统上的程序和有关的文件的集合。程序是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。程序必须装入机器内部才能工作。程序作为一种具有逻辑结构的信息，精确而完整地描述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才能体现。记载上述信息和完成计算任务的实体就是硬件。

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，即必须编程序和软件。用户主要是通过软件与计算机进行交往。软件是计算机系统中的指挥者，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工作流程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。在设计计算机系统时，必须通盘考虑软件与硬件的结构、用户的要求以及软件的要求。

按照应用和虚拟机的观点，软件可分为系统软件、支撑软件和应用软件三类。

1) 系统软件：居于计算机系统中最靠近硬件的一层，如编译程序和操作系统等，它与具体的应用领域无关。其他软件一般都通过系统软件发挥作用。编译程序把程序人员用高级语言书写的程序翻译成与之等价的、可执行的机器语言程序。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：支援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中所占的比重很大，远远超过硬件。因此，支撑软件的研究具有重要意义。当然，编译程序、操作系统等系统软件也可算作支撑软件。在 20 世纪 70 年代中期和后期发展起来的软件支撑环境，可看成为现代支撑软件的代表，主要包括环境数据库、各种接口软件和工具组。三者形成支撑软件的整体，协同支援其他软件的编制。

3) 应用软件：特定应用领域专用的软件。

3. 计算机组织

计算机的运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备等主要功能部件相互连接和相互作用，借以实现机器指令级的各种功能和特性。可以把运算器、存储器、控制器、输入输出设备看成是一台计算机的逻辑组成中最基本的功能部件。现代计算机的物理组成要比这个逻辑组成复杂得多，实际上每种功能部件可能不止一个，有些分布于全机，有些相互结合在一起。

计算机系统结构作为从程序设计者角度所看到的计算机属性，在计算机系统的层次结构中处于机器语言级；而计算机组织作为计算机系统结构的逻辑实现和物理实现，其任务就是围绕提高性能价格比的目标，实现计算机在机器指令级的功能和特性。研究和建立各功能不同的部件的相互连接和相互作用，完成各个功能部件内部的逻辑设计等是逻辑实现的内容；把逻辑设计深化到元件、器件级，则是物理实现的内容。

4. 存储程序原理

计算机的许多重要特性，如快速性、通用性、准确性、逻辑性等，均来源于计算机最主要的结构原理，即存储程序原理。它是了解计算机组织的关键。根据存储程序的原理构造的计算机称为存储程序计算机，又称冯·诺依曼型计算机。

存储程序原理的基本点是指令驱动，即程序由指令组成，并和数据一起存放在计算机存储器中。机器一经启动，就能按照程序指定的逻辑顺序把指令从存储器中读出来逐条执行，自动完成由程序所描述的处理工作。这是计算机与一切手算工具的根本区别。

1.2 操作系统的概念

按照一般的研究规律，我们先来建立一个线条比较明快的操作系统图景。

1.2.1 操作系统的地位

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。操作系统对硬件功能进行扩充，并统一管理和支持各种软件的运行。

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，它不仅是硬件与所有其他软件之间的接口，而且任何数字电子计算机都必须在其硬件平台上加载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，其他系统软件如各类编译系统、程序库和运行支持环境才得以取得运行条件。没有操作系统，任何应用软件都无法运行。

1.2.2 操作系统的定义

什么是操作系统呢？这里给出操作系统的定义。

操作系统是计算机系统中的一个系统软件，它是这样一些程序模块的集合：它们能有效地组织和管理计算机系统硬件及软件资源，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，使得用户能够灵活、方便和有效地使用计算机，使整个计算机系统能高效地运行。

操作系统主要有两方面重要的作用。

1) 操作系统要管理系统中的各种资源，包括硬件及软件资源。

在计算机系统中，所有硬件部件（如 CPU、存储器和输入输出设备等）均称作硬件资源；而程序和数据等信息称作软件资源。因此，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。特别是在多用户和多道程序的系统中，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。

在这里，操作系统管理的含义是多层次的，操作系统对每一种资源的管理都必须进行以下几项工作：

- 监视这种资源。该资源有多少（How much），资源的状态如何（How），它们都在哪里（Where），谁在使用（Who's），可供分配的又有多少（Who's free），资源的使用历史（When）等内容都是监视的含义。
- 实施某种资源分配策略，以决定谁有权限可获得这种资源，何时可获得，可获得多少，如何退回资源等。
- 分配这种资源。按照已决定的资源分配策略，对符合条件的申请者分配这种资源，并进行相应的管理事务处理。
- 回收这种资源。在使用者放弃这种资源之后，对该种资源进行处理，如果是可重复使用的资源，则进行回收、整理，以备再次使用。

2) 操作系统要为用户提供的良好的界面。

一般来说,使用操作系统的用户有两类:一类是最终用户;另一类是系统用户。最终用户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,所有的计算机设备是否正常,只要不影响他们的使用,他们则一律不去关心,而后面这些问题则是系统用户所关心的。

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两类:一类是命令行界面,如 Unix和MS-DOS;另一类则是图形化的操作系统界面,典型的图形化的操作系统界面是 MS Windows。

1.2.3 操作系统的特征

操作系统作为一种系统软件,有着与其他一些软件所不同的特征,下面将分别叙述它的特征。

1. 并发性

所谓程序并发性是指在计算机系统中同时存在有多个程序,从宏观上看,这些程序是同时向前推进的。

在单CPU环境下,这些并发执行的程序是交替在CPU上运行的。程序的并发性具体体现在如下两个方面:用户程序与用户程序之间并发执行;用户程序与操作系统程序之间并发执行。

在多处理器的系统中,多个程序的并发特征,就不仅在宏观上是并发的,而且在微观(即在处理器一级)上也是并发的。

而在分布式系统中,多个计算机的并存使程序的并发特征得到更充分的体现。

应该注意的是,不论是什么计算环境,我们所指的并发都是在一个操作系统的统一指挥下的并发。比如,在两个独立的操作系统控制下的机器,它们的程序也在并行运行,但这种情况并不是我们在这里所叙述的并发性。

2. 共享性

所谓资源共享性是指操作系统程序与多个用户程序共用系统中的各种资源。这种共享是在操作系统控制下实现的。

3. 随机性

操作系统的运行是在一个随机的环境中进行的,也就是说人们不能对于所运行的程序的行为以及硬件设备的情况做任何的假定。一个设备可能在任何时候向处理器发出中断请求。我们也无法知道运行着的程序会在什么时候做什么事情,因而一般来说我们无法确切地知道操作系统正处于什么样的状态之中,这就是随机性的含义。但是,这并不是说操作系统不可以很好地控制资源的使用和程序的运行,而是强调了操作系统的设计与实现要充分考虑各种可能性,以便稳定、可靠、安全和高效地达到程序并发和资源共享的目的。

1.3 操作系统的功能

操作系统具有以下几项重要的功能。

1. 进程管理

进程管理主要是对处理器进行管理。CPU是计算机系统中最宝贵的硬件资源。为了提高CPU的利用率，操作系统采用了多道程序技术。当一个程序因等待某一条件而不能运行下去时，就把处理器占用权转交给另一个可运行程序。或者，当出现了一个比当前运行的程序更重要的可运行的程序时，后者应能抢占CPU。为了描述多道程序的并发执行，就要引入进程的概念。通过进程管理协调多道程序之间的关系，解决对处理器实施分配调度策略、进行分配和进行回收等问题，以使CPU资源得到最充分的利用。

正是由于操作系统对处理器管理策略的不同，其提供的作业处理方式也就不同，从而呈现在用户面前的就是具有不同性质的操作系统，例如批处理方式、分时处理方式和实时处理方式等。

2. 存储管理

存储管理主要管理内存资源。

随着存储芯片的集成度不断地提高、价格不断地下降，一般而言，内存整体的价格已经不再昂贵了。不过受CPU寻址能力以及物理安装空间的限制，单台机器的内存容量也还是有一定限度的。

当多个程序共享有限的内存资源时，会有一些问题需要解决，比如，如何为它们分配内存空间，同时，使用户存放在内存中的程序和数据彼此隔离、互不侵扰，又能保证在一定条件下共享等问题，都是存储管理的范围。

当内存不够用时，存储管理必须解决内存的扩充问题，即将内存和外存结合起来管理，为用户提供一个容量比实际内存大得多的虚拟存储器。操作系统的这一部分功能与硬件存储器的组织结构密切相关。

3. 文件管理

系统中的信息资源（如程序和数据）是以文件的形式存放在外存储器（如磁盘、光盘和磁带）上的，需要时再把它们装入内存。文件管理的任务是有效地支持文件的存储、检索和修改等操作，解决文件的共享、保密和保护问题，以使用户方便、安全地访问文件。操作系统一般都提供很强的文件系统。

4. 作业管理

操作系统应该向用户提供使用它自己的手段，这就是操作系统的作业管理功能。按照用户观点，操作系统是用户与计算机系统之间的接口。因此，作业管理的任务是为用户提供一个使用系统的良好环境，使用户能有效地组织自己的工作流，并使整个系统能高效地运行。

5. 设备管理

操作系统应该向用户提供设备管理。设备管理是指对计算机系统中所有输入输出设备（外部设备）的管理。设备管理不仅涵盖了进行实际I/O操作的设备，还涵盖了诸如设备控制器、通道等输入输出支持设备。

除了上述功能之外，操作系统还要具备中断处理、错误处理等功能。操作系统的各功能之间并非是完全独立的，它们之间存在着相互依赖的关系。

1.4 操作系统简史

如同任何其他事物一样，操作系统也有它的诞生、成长和发展的过程。为了更清楚地把握操

作系统的实质，了解操作系统的发展是很有必要的，因为操作系统的许多基本概念都是在操作系统的发展过程中出现并逐步得到发展和成熟的。了解操作系统发展的历史，有助于我们更深刻地认识操作系统基本概念的内含意义。

下面我们来看一看操作系统的发展历程。

我们已经知道，计算机的发展经历了第一代电子管时代（1946~1957），第二代晶体管时代（1958~1964），第三代集成电路时代（1965~1970），以及第四代大规模集成电路时代（1971~至今）等阶段。我们将随着历史的线索介绍操作系统的发展历程。

1. 手工操作——操作系统的史前“文明”

由于二次大战对武器装备设计的需要，美国、英国和德国等国家在二战时期陆续开始了对电子数字计算机的研究工作。

早期的电子数字计算机是由成千上万个电子管和许多开关装置组成的庞然大物。

在这个阶段，程序设计全部采用机器语言，通过在一些插板上的硬连线来控制其基本功能，没有程序设计语言（甚至没有汇编语言），更谈不上操作系统。

到了20世纪50年代早期，出现了穿孔卡片，可以将程序写在卡片上，然后读入计算机而不用插板，但计算过程依然如旧。

在一个程序员上机期间，整台计算机连同附属设备全被其占用。程序员兼职操作员，效率低下。其特点是手工操作、独占方式。后来人们开发了汇编语言及其汇编编译程序，以及其他一些控制外设的程序，但这些改进仍属于这一阶段。

2. 监督程序（早期批处理）——操作系统的雏形

20世纪50年代晶体管的发明极大地改变了整个状况。计算机比较可靠，厂商可以成批地生产并卖给用户，用户可以指望计算机长时间运行，完成一些有用的工作。FORTRAN高级语言于1954年提出，1956年正式设计完成。ALGOL高级语言于1958年引入。COBOL高级语言于1959年引入。此时，设计人员、生产人员、操作人员、程序人员和维护人员之间第一次有了明确的分工。

这些计算机安装在专门空调房间里，有专业人员操作。要运行一个作业（job，即一个或一组程序），程序员首先将程序写在纸上（用高级语言或汇编语言），然后穿孔成卡片。再将卡片盒带到输入室，交给操作员。图1-2是作业卡片的示意图。

计算机运行完当前作业后，其计算结果从打印机上输出，操作员到打印机上撕下运算结果并送到输出室。然后，操作员从已送到输入室的卡片盒中读入另一个作业。如果需要FORTRAN编译器，操作员还要从文件柜中把它取出来读入计算机。许多机时被操作员在机房里走来走去的过程浪费掉了。

由于处理器速度提高，造成手工操作的设备输入/输出信息与计算机计算速度不匹配。因此，人们设计了监督程序（或管理程序）来实现作业的自动转换处理。这期间，每道作业由程序提供一组在某种介质上准备好的作业信息（文件）。它们是用作业控制语言书写的作业说明书以及相应的程序和数据。作业说明书等由程序员提交给系统操作员。而操作员将作业“成批”地输入到计算机中，由监督程序识别一个作业，进行处理后再取下一个作业。这种自动定序的处理方式称

为“批处理”方式（如图1-3所示）。而且，由于是串行执行作业，因此称为单道批处理。

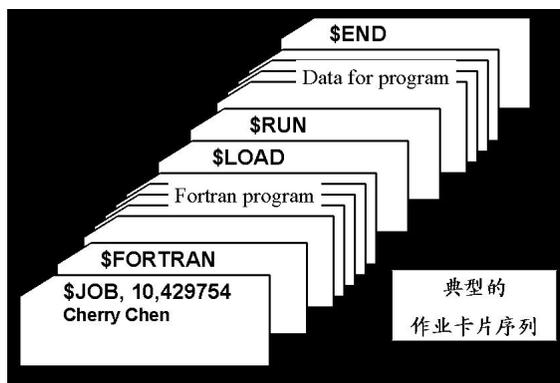


图1-2 作业卡片示意图

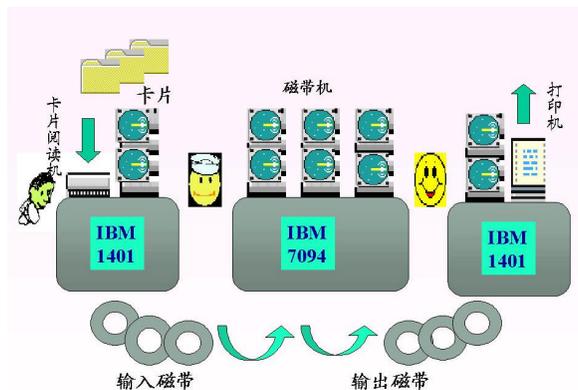


图1-3 批处理操作系统示意图

3. 多道批处理——现代意义上的操作系统的出现

在第二代计算机后期，特别是计算机进入第三代以后，系统软件有了很大发展，它的作用也日益显著。与此同时，硬件也有了很大发展，特别是主存容量增大，又出现了大容量的辅助存储器——磁盘以及代替CPU来管理设备的通道。这一切使得计算机体系结构发生了很大变化。由以中央处理器为中心的结构改变为以主存为中心。而通道使得输入/输出操作与CPU操作并行处理成为可能。软件系统也随之相应变化，实现了在硬件提供的并行处理之上的多道程序设计（见图1-4）。

所谓多道是指它允许多个程序同时存在于主存之中，由中央处理器以切换方式为之服务，使得多个程序可以同时执行。计算机资源不再是“串行”地被一个个用户独占，而可以同时为几个

用户共享，从而极大地提高了系统在单位时间内处理作业的能力。这时，管理程序已迅速地发展成为—个重要的软件分支——操作系统。

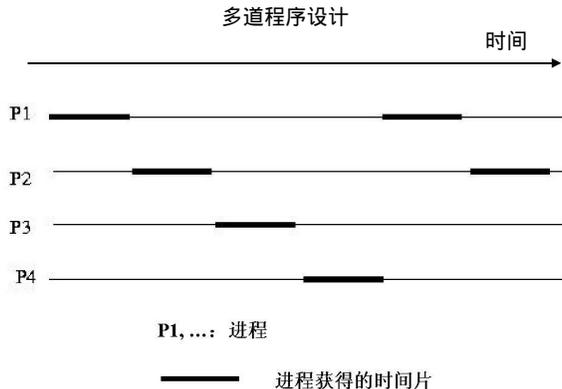


图1-4 多道程序设计

这一代典型的操作系统是 FORTRAN 监控系统 (FORTRAN Monitor System, FMS) 和 IBMSYS (IBM 为 7094 机配备的操作系统)。这些操作系统由监控程序、特权指令、存储保护和简单的批处理构成。

4. 分时与实时系统出现——操作系统步入实用化

第三代计算机系统很适于大型科学计算和繁忙的商务数据处理，但其实质上仍旧是批处理系统。从提交一个作业到取回运算结果往往长达数小时。更有甚者，一个逗号的误用就会导致编译失败，而可能浪费程序员半天时间。

对提高效率的需求导致了分时系统 (Compatible Time Sharing System, CTSS) 的出现。所谓分时系统是指多个用户通过终端设备与计算机交互作用来运行自己的作业，并且共享一个计算机系统而互不干扰，就好像每个用户都拥有一台计算机。

在分时系统中，由于调试程序的用户常常只发出简短的命令，而很少有长的费时命令，因此计算机能够为许多用户提供交互式快速的服务，同时在 CPU 空闲时还能在后台运行大的作业。

5. 用高级语言书写的可移植操作系统——UNIX 革命

20 世纪 60 年代末，贝尔实验室的 Ken Thompson 和 Dennis M. Ritchie 设计了一个新操作系统，命名为 UNIX，随后，整个 UNIX 用 C 语言全部重新写成。自此，UNIX 诞生了。

UNIX 是现代操作系统的代表。UNIX 运行时的安全性、可靠性以及强大的计算能力使其赢得广大用户的信赖。

UNIX 出色的设计思想与实现技术在理论界有着广泛而深入的影响。它在产业界同样掀起了一场革命，许多重要的软件公司相继推出了自己的 UNIX 版本。最早的是 AT&T 和加州大学伯克利分校的发行版本，它们逐渐形成了两种 UNIX 的风格和规范，前者为 System V 而后者成为了 4.3BSD。此后的诸多版本均在很多方面力求兼容这两种规范，并给出一些“特色”，但这些“特色”导致了 UNIX 的移植困难。于是在产业界出现了几种可移植操作系统标准，包括 POSIX、

SVID、XPG等规范，这些标准的出现进一步推动了 UNIX的发展。

6. 面向各种用户群的通用操作系统——大众化的趋势

20世纪70年代末期，由于市场对于个人计算机操作系统的需求，出现了微软公司的 MS-DOS 操作系统。MS-DOS操作系统具有性能优良的文件系统，但它受到 Intel x86体系结构的限制，并缺乏以硬件为基础的存储保护机制，因此它仍属于单用户单任务操作系统。

1984年，装配有交互式图形功能的操作系统的苹果 Macintosh计算机取得了巨大成功。1992年4月，微软推出了有交互式图形功能的操作系统 Windows 3.1。1993年5月，微软发表Windows NT，它具备了安全性和稳定性，主要是针对网络和服务器市场。Windows 95在1995年8月正式登台亮相，这是第一个不要求使用者先安装 MS-DOS的Windows版本。从此，Windows 9x便取代Windows 3.x以及MS-DOS操作系统，成为个人计算机平台的主流操作系统。

20世纪90年代，Internet的出现迅速改变着社会的面貌。国际上操作系统的研究活动也随之发生深刻的变化。

1991年，Linus Torvalds在Internet上发了一则消息，说用户可以自由下载他开发的 Linux操作系统版本。逐渐地，Linux从一个人的产品，变成了通过 Internet而普及的一个操作系统。Linux实际上是具有自由版权的UNIX类操作系统的代表。

7. 当代操作系统的两大发展方向——宏观应用与微观应用

在当代，操作系统的发展正在呈现更加迅猛的发展态势。从规模上看，操作系统向着大型和微型的两个不同的方向发展着。大型系统的典型是分布式操作系统和机群操作系统。而微型系统的典型则是嵌入式操作系统。

分布式操作系统和机群操作系统是为适应计算平台向异构、网络化演变而出现的。分布式系统是由多个连接的处理资源组成的计算系统，它们在整个系统的控制下可合作执行一个共同任务，最少依赖于集中的程序、数据或硬件。这些资源可以是物理上相邻的，也可以是在地理上分散的。机群操作系统适用于由多台计算机构成的集群。

操作系统向微型化方向发展的典型是嵌入式操作系统。在当代，嵌入式操作系统正在得到越来越广泛的应用。

1.5 操作系统分类

根据操作系统在用户界面的使用环境和功能特征的不同，操作系统一般可分为三种基本类型，即批处理系统、分时系统和实时系统。随着计算机体系结构的发展，又出现了许多种操作系统，它们是嵌入式操作系统、个人操作系统、网络操作系统和分布式操作系统。

1. 批处理操作系统

批处理（Batch Processing）操作系统的工作方式是：用户将作业交给系统操作员，系统操作员将许多用户的作业组成一批作业，之后输入到计算机中，在系统中形成一个自动转接的连续的作业流，然后启动操作系统，系统自动、依次执行每个作业。最后由操作员将作业结果交给用户。

批处理操作系统的特点是：多道和成批处理。因为用户自己不能干预自己作业的运行，一旦

发现错误不能及时改正，从而延长了软件开发时间，所以这种操作系统只适用于成熟的程序。

批处理操作系统的优点是：作业流程自动化、效率高、吞吐率高。缺点是：无交互手段、调试程序困难。

2. 分时操作系统

分时（Time Sharing）操作系统的工作方式是：一台主机连接了若干个终端，每个终端有一个用户在使用。用户交互式地向系统提出命令请求，系统接受每个用户的命令，采用时间片轮转方式处理服务请求，并通过交互方式在终端上向用户显示结果。用户根据上步结果发出下道命令。

分时操作系统将CPU的时间划分成若干个片段，称为时间片。操作系统以时间片为单位，轮流为每个终端用户服务。每个用户轮流使用一个时间片而使每个用户并不感到有别的用户存在。

分时系统具有多路性、交互性、“独占”性和及时性的特征。多路性是指，同时有多个用户使用一台计算机，宏观上看是多个人同时使用一个CPU，微观上是多个人在不同时刻轮流使用CPU。交互性是指，用户根据系统响应结果进一步提出新请求（用户直接干预每一步）。“独占”性是指，用户感觉不到计算机为其他人服务，就像整个系统为他所独占。及时性指，系统对用户提出的请求及时响应。

常见的通用操作系统是分时系统与批处理系统的结合。其原则是：分时优先，批处理在后。“前台”响应需频繁交互的作业，如终端的要求；“后台”处理时间性要求不强的作业。

3. 实时操作系统

实时操作系统（Real Time Operating System, RTOS）是指使计算机能及时响应外部事件的请求，在规定的严格时间内完成对该事件的处理，并控制所有实时设备和实时任务协调一致地工作的操作系统。实时操作系统主要追求的目标是：对外部请求在严格时间范围内做出反应，有高可靠性和完整性。

4. 嵌入式操作系统

嵌入式操作系统（Embedded Operating System）是运行在嵌入式系统环境中，对整个嵌入式系统以及它所操作、控制的各种部件装置等资源进行统一协调、调度、指挥和控制的系统软件。

5. 个人计算机操作系统

个人计算机操作系统是一种单用户多任务的操作系统。个人计算机操作系统主要供个人使用，功能强、价格便宜，可以在几乎任何地方安装使用。它能满足一般人操作、学习、游戏等方面的需求。个人计算机操作系统的主要特点是计算机在某一时间内为单个用户服务；采用图形界面人机交互的工作方式，界面友好；使用方便，用户无需专门学习，也能熟练操作机器。

6. 网络操作系统

网络操作系统是基于计算机网络的，是在各种计算机操作系统上按网络体系结构协议标准开发的软件，包括网络管理、通信、安全、资源共享和各种网络应用。其目标是相互通信及资源共享。

7. 分布式操作系统

大量的计算机通过网络被连结在一起，可以获得极高的运算能力及广泛的数据共享。这种系统被称作分布式系统（Distributed System）。

分布式操作系统的特征是：统一性，即它是一个统一的操作系统；共享性，即所有的分布式系统中的资源是共享的；透明性，其含义是用户并不知道分布式系统是运行在多台计算机上，在用户眼里整个分布式系统像是一台计算机，对用户来讲是透明的；自治性，即处于分布式系统的多个主机都处于平等地位。

分布式系统的优点是它的分布式。分布式系统可以以较低的成本获得较高的运算性能。分布式系统的另一个优势是它的可靠性。由于有多个 CPU 系统，因此当一个 CPU 系统发生故障时，整个系统仍旧能够工作。对于高可靠的环境，如核电站等，分布式系统是有其用武之地的。

机群（cluster）是分布式系统的一种，一个机群通常由一群处理器密集构成。机群操作系统是分布式操作系统的一个新品种，有了机群操作系统，可以用低成本的微型计算机和以太网设备等产品，构造出性能相当于超级计算机运算性能的机群。

网络操作系统与分布式操作系统在概念上的主要区别是：网络操作系统可以构架于不同的操作系统之上，也就是说它可以在不同的本机操作系统上，通过网络协议实现网络资源的统一配置，在大范围内构成网络操作系统。在网络操作系统中并不要求对网络资源进行透明的访问，即需要显式地指明资源位置与类型，对本地资源和异地资源访问区别对待。

分布式比较强调单一性，它是由一种操作系统构架的。在这种操作系统中，网络的概念在应用层被淡化了。所有资源（本地的资源和异地的资源）都用同一方式管理与访问，用户不必关心资源在哪里，或者资源是怎样存储的。

1.6 研究操作系统的几种观点

在机器语言一级的计算机体系结构，大多数是很原始的。在这一级的程序设计，尤其是为 I/O 进行的程序设计，显得十分笨拙。一般的程序员不愿意陷入这一硬件细节的泥潭中去。相反，他们希望处理一种简单而又高级的抽象。例如，对磁盘的抽象：磁盘是一个文件卷，它有一批命名的文件，文件可以打开供存取之用，然后可以读写，最后关闭它们。这样，程序员无需关心磁盘上数据的物理位置、各磁道的区段号码、扇区之间的间隙、控制器返回的状态和错误字段、甚至驱动器的电机是否启动、启动延迟时间大小等硬件细节。

能够向程序员隐蔽硬件的真象，对可供读写的文件实行“按名存取”，并做巧妙而简捷的处理的系统自然是操作系统。另外操作系统还能隐蔽关于中断、计时和存储器管理等的杂务。因此，操作系统向用户提供了一个与硬件等价，但比硬件更易于进行程序设计的扩展的机器（有时也称为虚拟机器）。

1. 软件的观点

从软件的观点来看，操作系统有其作为软件的外在特性和内在特性。

所谓外在特性是指，操作系统是一种软件，它的外部表现形式，即它的操作命令定义集和它的界面，完全确定了操作系统这个软件的使用方式。比如，操作系统的各种命令、各种系统调用及其语法定义等。我们需要从操作系统的使用界面上，即从操作系统的各种命令、系统调用及其语法定义等方面，学习和研究操作系统，只有这样才能从外部特征上把握住每一个操作系统的性能。

所谓内在特性是指，操作系统是一种软件，它具有一般软件的结构特点，然而这种软件不是一般的应用软件，它具有一般软件所不具备的特殊结构。因此，我们学习和研究操作系统时就需要研讨其结构上的特点，从而更好地把握住它的内部结构特点。比如，操作系统是直接同硬件打交道的，那么就要研究同硬件交互的软件是怎么组成的，每个组成部分的功能作用和各部分之间的关系等，换言之，即要研究其内部算法。

2. 资源管理的观点

一个计算机系统包含的硬件、软件资源可以分成以下几部分：处理器（CPU）、存储器（内存和外存或称主存和辅存）、外部设备和信息（文件）。现代的计算机系统都支持多个用户、多道作业共享，那么，面对众多的程序争夺处理器、存储器、设备和共享软件资源，如何协调这些资源，并有条不紊地进行分配呢？操作系统就是负责登记谁在使用什么样的资源，系统中还有哪些资源空闲，当前响应谁对资源的要求，以及收回哪些不再使用的资源等。操作系统要提供一些机制去协调程序间的竞争与同步，要提供一些机制对资源进行合理使用，要对资源施加保护，并采取虚拟技术来“扩充”资源等。总之操作系统是一个资源的管理者。

3. 进程的观点

这种观点把操作系统看作是由若干个可以同时独立运行的程序和一个对这些程序进行协调的核心所组成。这些同时运行的程序称为进程；每个进程都完成某一特定任务（如控制用户作业的运行、处理某个设备的输入/输出……）。而操作系统的核心则控制和协调这些进程的运行，解决进程之间的通信；它从系统各部分可以并行工作为出发点，考虑管理任务的分割和相互之间的关系，通过进程之间的通信来解决共享资源时所带来的竞争问题。通常，进程可以分为用户进程和系统进程两大类，由这两类进程在核心控制下的协调运行来完成用户的作业要求。

4. 虚机器观点

从服务用户的机器扩充的观点来看，操作系统为用户使用计算机提供了许多服务功能和良好的工作环境。用户不再直接使用硬件机器（称为裸机），而是通过操作系统来控制和使用计算机，从而把计算机扩充为功能更强、使用更加方便的计算机系统（称为虚拟计算机）。操作系统的全部功能，如系统调用、命令、作业控制语言等，被称为操作系统虚机器。

虚机器观点从功能分解的角度出发，考虑操作系统的结构，将操作系统分成若干个层次，每一层次完成特写的功能，从而构成一个虚机器，并为上一层次提供支持，构成它的运行环境。通过逐个层次的功能扩充，最终完成操作系统虚机器，从而向用户提供全套的服务，完成用户的作业要求。

5. 服务提供者观点

在操作系统以外，从用户角度看操作系统，则它应能为用户提供比裸机功能更强、服务质量更高、使用户更觉方便灵活的虚拟机器。操作系统能为用户提供一组功能强大的、方便、好用的广义指令（系统调用）。

1.7 Windows操作系统的发展历程

从1983年微软公司宣布 Windows的诞生到现在的 Windows XP，Windows已经走过了将近 18

年的历史。本节介绍Windows操作系统的发展历程以及主要版本的功能特性。

1.7.1 Windows的开发过程

Windows的起源可以追溯到美国 Xerox公司进行的工作。该公司著名的研究机构 Palo Alto Research Center (PARC), 于1981年宣布推出世界上第一个商用的 GUI (图形用户接口) 系统: Star 8010工作站。

当时, Apple Computer公司的创始人之一 Steve Jobs, 在参观Xerox公司的PARC研究中心后, 认识到了图形用户接口的重要性以及广阔的市场前景, 开始着手进行自己的 GUI系统研究开发工作, 并于1983年研制成功第一个GUI系统: Apple Lisa。随后不久, Apple又推出第二个GUI系统 Apple Macintosh, 这是世界上第一个成功的商用GUI系统。

图形界面的优势, 人人可见, 这是未来趋势, 早在1981年, 微软公司内部就制定了发展“界面管理者”的计划。到了1983年5月, 微软公司决定把这一计划命名为 Microsoft Windows。

1983年11月10日, 比尔·盖茨宣布推出 Windows, 但是一直到1985年11月微软公司才正式发布Windows 1.0版。Windows这个产品在微软公司的历史上创造了几个记录: 延迟交货次数最多, 投入开发人员最多, 开发时间最长, 更换主管人员最多。几年之后, Windows也创造了销售成绩最佳的历史记录。

1987年12月, Windows 2.0正式供货。1990年5月22日, 微软推出 Windows 3.0。该版本的Windows的许多功能都比以前大有提高。从此, 在许多独立软件开发者和硬件厂商的支持下, 微软Windows在市场中逐渐开始取代DOS成为操作系统平台的主流软件。

1.7.2 Windows的版本

本节列出Windows的版本发展时间(见表1-1)。

表 1-1

Windows 9X内核系列的发展	Windows NT内核系列的发展
1983年11月: Windows宣布诞生	
1985年11月: Windows 1.0	
1987年4月: Windows 2.0	
1990年5月: Windows 3.0	
1992年4月: Windows 3.1	
1994年2月: Windows 3.11	1993年8月: Windows NT 3.1
1995年8月: Windows 95	1994年9月: Windows NT 3.5
	1995年6月: Windows NT 3.51
	1996年8月: Windows NT 4.0
	1997年9月: Windows NT 5.0 Beta 1
1998年6月: Windows 98	1998年8月: Windows NT 5.0 Beta 2
1999年5月: Windows 98 SE	1999年4月: Windows 2000 Beta 3
1999年11月: Windows Millennium Edition Beta 2	

(续)

Windows 9X内核系列的发展	Windows NT内核系列的发展
2000年9月：Windows Me	2000年2月：Windows 2000 2000年7月：Windows 2000 SP1，Windows Whistler Developer Preview
2001年1月：Windows 9x内核正式宣告停止	2000年10月：Windows Whistler Beta 1 2001年3月：Windows XP Beta 2

1.7.3 Windows 早期版本的技术特点

1. Windows 1.0和Windows 2.0

微软公司在1985年和1987年分别推出的Windows 1.0版和Windows 2.0版是基于Intel x86微处理芯片计算机上的操作系统。但是，由于当时硬件和DOS操作系统的限制，这两个版本并没有取得很大的成功。

2. Windows 3.0

微软公司于1990年5月推出Windows 3.0版。该版本对内存管理、图形界面做了重大改进，使图形界面更加美观，并支持虚拟内存。这个“千呼万唤始出来”的操作系统一经面世便在商业上取得惊人的成功：不到6周，微软售出50万份Windows 3.0拷贝，打破了任何软件产品的6周销售记录，从而一举奠定了微软公司在个人计算机操作系统上的垄断地位。

3. Windows 3.1

微软公司推出的Windows 3.1版对Windows 3.0版做了一些改进，引入了可缩放的TrueType字体技术，还引入了一种新的文件管理程序，改进了系统的可靠性。更重要的是，微软公司增加了对对象链接和嵌入技术（OLE）以及对多媒体技术的支持。

Windows 3.0和Windows 3.1都必须运行于MS-DOS操作系统之上。

4. 早期Windows的成功之处

Windows之所以取得成功，主要在于它具有以下优点：

1) 直观、高效的面向对象的图形用户界面，易学易用。

Windows用户界面和开发环境都是面向对象的。用户采用“选择对象-操作对象”这种方式进行工作。比如要打开一个文档，首先用鼠标或键盘选择该文档图标，然后打开该文档。这种操作方式模拟了现实世界的行为，易于理解、学习和使用。

2) 用户界面统一、友好、美观。

Windows应用软件大多拥有相同的或相似的基本外观，包括窗口、菜单、工具条等。用户只要掌握其中一个软件，就不难学会其他软件，从而降低了用户学习掌握有关软件的门槛。

3) 丰富的设备无关的图形操作。

Windows的图形设备接口（GDI）提供了丰富的图形操作函数，并支持各种输出设备。设备无关的特性意味着在针式打印机上和高分辨率的显示器上都能显示出相同效果的图形。

4) 多任务。

Windows是一个多任务的操作环境，它允许用户同时运行多个应用程序，或在一个程序中同时做几件事情。每个程序在屏幕上占据一块矩形区域，称为窗口。用户可以移动这些窗口，或在不同的应用程序之间进行切换，并可以在程序之间进行手工的和自动的数据交换和通信。

5) 丰富的Windows软件开发工具。

随着Windows的普及，各软件公司纷纷推出新一代可视化开发工具，如 Visual Basic、Visual C++、Borland C++ Builder、Delphi和用于数据库开发的Power Builder、Visual FoxPro等。其中Visual C++目前已成为应用最广泛的高级程序设计语言之一。

6) 面向对象式的程序设计思想。

在Windows的界面设计和软件开发环境中，处处贯穿着面向对象的思想。在 Windows中，Windows程序的执行过程本身就是窗口和其他对象的创建、处理和消亡过程。因此，用面向对象方法来进行Windows程序的设计与开发是极其方便的和自然的。

1.7.4 Windows 95和Windows 98

1. Windows 95

微软公司于1995年推出Windows 95（又名Chicago），它可以独立运行而无需DOS支持。

Windows 95是Windows操作系统发展史上一个重要的作品。Windows 95采用32位处理技术，兼容以前16位的应用程序，在Windows发展史上起到了承前启后的作用。

Windows 95对Windows 3.1版做了许多重大改进。这些改进包括：更加优秀的、面向对象的图形用户界面，全32位的抢先式多任务和多线程，内置的对Internet的支持，更加高级的多媒体支持（声音、图形、影像等），即插即用，32位线性寻址的内存管理和良好的向下兼容性等。

Windows 95其实是16位和32位混合在一起的操作系统，这种操作系统最大的问题就是稳定性较差。

2. Windows 98

1998年6月，微软公司发布Windows 98。Windows 98仍兼容16位的应用程序，是Windows系列产品中最后一个“照顾”16位应用程序的操作系统。

Windows 98有许多Windows 95所不具备的新的特点，下面给予简要的介绍。

(1) Internet Aware

1) Web-Aware 用户界面。使用Web-Aware用户界面，因特网成为用户界面的一部分。

2) 高级的因特网浏览功能。Windows 98提供了容易、迅捷地浏览网络的方法。支持主要的因特网标准，包括：HTML、Java、ActiveX、Java Script、Visual Basic Scripting，以及主要的安全标准。提供动态HTML、just-in-time Java编译器等。

3) 个性化的因特网信息发布。Windows 98为在线通信提供了丰富的工具，包括：OutLook Express、Microsoft Net Meeting等。

4) 拨号网络的改进。拨号网络已经更新。在拨号连入因特网或公司网络时，会产生显著的性能改善。

(2) FAT 32

FAT 32是FAT文件系统的一个改进版本，它允许把超过 2G的硬盘格式化为一个单一驱动器，这使大磁盘上的空间得到更有效的利用，用户平均多得 28%的硬盘空间。

(3) 电源管理的改进

Windows 98提供内置的对先进配置与电源接口(Advanced Configuration and Power Interface, ACPI)的支持。

(4) Win32驱动程序模型(Win32 Driver Model, WDM)

Win32驱动程序模型是一个对 Windows 95和Windows NT全新的、统一的驱动程序模型。WDM使得新设备对于两种操作系统有单一的驱动程序。这允许 Windows 98在增加对新的WDM驱动程序的支持的同时，也保持完整的对传统设备驱动程序的支持。

(5) 多种加强功能

比较重要的加强功能有：

1) Microsoft系统信息工具4.1。这个工具由一系列ActiveX控件组成，每一个控件负责收集并在Microsoft System Information Utility的恰当位置中显示一个特定种类的系统信息。

2)注册表检查专家(Registry Checker)。注册表检查专家是一个发现并解决注册表问题，定期备份注册表的程序。

3)自动忽略驱动程序代理(Automatic Skip Driver Agent, ASDA)。自动忽略驱动程序代理识别出那些已知的会造成Windows 98停止响应的、潜在危险的故障，标记它们，以便在随后的开机中忽略它们。

4)系统配置工具(System Configuration Utility)。图形化系统配置工具允许用户通过使用复选框来解决问题，允许用户创建和恢复备份配置文件。

5)分布式的部件对象模型(Distributed Component Object Model, DCOM)。部件对象模型允许软件开发者创建部件应用程序。

6)Active Movie。Active Movie是一种针对Windows的新的媒体传输体系，它在提供高品质的视频播放的同时，还展示了一组用于建立多媒体应用程序与工具的接口。Active Movie支持流行的媒体类型的播放，包括：MPEG音频、WAV音频、MPEG视频、AVI视频和Apple Quiet Time视频。

7)对新一代硬件的支持(Support for New Generation of Hardware)。Windows 98的一个主要目的就是为用户可以使用一批最近几年在计算机硬件方面的创新提供完全的支持，包括：Universal Serial BUS(USB)、IEEE 1394、Accelerated Graphics Port(AGP)、Advanced Configuration and Power Interface(ACPI)和DVD。

8)实现计算机和辅助设备的强大功能。Windows 98操作系统提供了对外围设备的内置支持，不但支持普通外围设备，而且还支持新一代的外围设备，例如操纵杆、游戏面板、数码相机、扫描仪、声卡、电视调谐卡等。

1.7.5 Windows NT操作系统的技术特点

本节简要的介绍Windows NT操作系统的技术特点。

1. Windows NT的设计

Windows NT开发小组于1989年成立的时候，任务十分明确：开发设计一种个人计算机操作系统，满足现在和将来PC平台上计算机操作系统的需要。其设计目标是：

(1) 鲁棒性

操作系统必须主动地保护自身免受内部异常和外部有意或无意破坏的影响，并且必须对软件和硬件的错误做出可预测的响应。系统的结构和编码实现必须直截了当，接口和行为描述必须规范。

(2) 可扩展性和可维护性

Windows NT的开发必须面向未来。Windows NT的升级应该能够满足初始设备制造厂家(OEM)和微软公司的未来需求。NT系统必须具有可维护性，即对于NT支持的应用程序接口(API)集，NT必须能适应其改变和增加，而不是要求API使用标志或其他设备来剧烈改变它们的功能。

(3) 可移植性

系统只需做很小的再编码就可工作于不同的计算机平台。

(4) 高性能

为获得高性能并进而得到系统的灵活性，在系统的设计中必须采用一些好的算法和数据结构。

(5) 兼容POSIX并满足美国政府的C2安全标准

POSIX标准要求操作系统供应商采用UNIX风格的接口，这样应用程序就易于从一个系统搬到另一个系统。美国政府的安全规定要求操作系统具有一定的安全保护措施，诸如帐号检查、系统接入检测、各用户资源分配和资源保护等。系统设计中包含这些特性后，Windows NT就可应用于政府部门。

2. Windows NT系统功能

整个Windows NT系统的设计包括一个功能强大的执行模块，它运行于特权(或核心)处理器模式下。系统设计还提供系统服务、内部处理和一套称为受保护的子系统的非特权服务器。这些子系统运行于执行模块外的非特权(或用户)模式下。值得注意的是，执行模块提供进入系统的唯一入口，任何其他损坏安全或破坏系统的可能入口都是不存在的。

一个受保护的子系统可以作为一个常规(本地)进程运行于用户模式下。与应用程序相比，子系统也可以有一些扩展的权力，但是它不能看成是执行模块的一部分。因此，子系统不能越过系统安全结构或使用其他方式对系统造成破坏。子系统使用高性能的本地过程调用(Local Procedure Call, LPC)与它们的客户机进行通信，或互相之间进行通信。

NT执行模块包括一套用于系统服务的组成部分：对象管理器(Object Manager)、系统安全监控器(Security Reference Monitor)和进程管理器(Process Manager)等。这些模块的主要功能是从发出请求的子系统或应用程序中选定一个已经存在的线程(thread)。首先它判断要处理的线程是否有效，然后执行这个线程并把线程的控制权交回发出请求的程序。

(1) 可维护性和可扩展性

为满足Windows NT可维护性和可扩展性的要求，采取了以下措施：

1) 将系统设计得十分简洁,并提供可扩展的编程文档。在整个系统设计中都使用了通用的编程标准,程序编码就像文档一样直截了当,使得后续的编程开发人员能够完成系统设计中的任何一块小的工作。

2) 由于使用子系统来实现系统的主要部分,因此 Windows NT能隔离并控制所依赖的系统环境。例如,POSIX标准的变化只会影响一个系统组成部分,即 POSIX子系统,进程结构的设计、内存管理和同步原语等都不会受到影响。

3) Windows NT设计适应了需求的改变和增长。子系统可以在不对基本系统产生影响的情况下增加系统的功能。可以在不修改 Windows NT执行模块的情况下,加入新的子系统。

4) 最重要的是所有子系统经过编码实现后,都能利用 Windows NT的安全特性。

5) 在 Windows NT 4.0里,许多 Win32的图形用户界面(GUI)子系统,如窗口管理器(Window Manager)、图形设备界面(GDI)和相关的图形驱动程序等,都从运行于 csrss.exe子系统进程里的一段代码移到核心模式设备驱动程序(win32k.sys)。控制台、系统关闭和硬件错误处理等部分仍然保留在用户模式下。这种改变大大提高了系统性能,同时降低了内存需要,对应用程序开发人员没有丝毫影响。

(2) 内置鲁棒性

Windows NT通过如下几点达到鲁棒性的设计目标。

1) 系统的核心模式部分输出定义精确的 API,通常没有模式参数或其他不可思议的标志。因此,API实现简单、测试容易和归档方便。

2) 系统主要组成部分(如 Win32、OS/2和POSIX)都被分割成独立的子系统,使每个子系统设计简单良好。每个子系统要实现的只是其 API集合需要的某些特性。

3) 在设计中广泛使用基于帧的异常控制器(异常控制器与一段特定子程序或某个子程序的一部分相联系),这使得 Windows NT和其子系统能以一种可靠有效的方式捕捉编程错误、滤除坏的或无法寻址的参量。

4) 由于操作系统划分成核心模式系统服务和子系统,因此系统通过参量有效性的判断能更加有效地防止运行不良的应用程序破坏操作系统。

(3) Windows NT 参量的有效性

为了使 Windows NT达到鲁棒性的目标,必须保证:不可能通过传递一个无效的参量值、传递一个调用者不能修改的指向内存的指针、或在执行线程的同时剧烈改变或删除参量占用的内存的方法来造成系统崩溃或对系统产生损害。

1.7.6 Windows Embedded家族

本节向读者简短地介绍 Windows Embedded家族的产品系列。

Windows Embedded操作系统产品家族

Microsoft Windows Embedded操作系统产品家族由三种操作系统组成。

(1) Windows CE 3.0

Windows CE 3.0是一种针对小容量、移动式、智能化、32位、连接设备的模块化实时嵌入式

操作系统。

(2) Windows NT Embedded 4.0

Windows NT Embedded 4.0是一种针对基于PC体系结构解决方案的全功能嵌入式操作系统。Windows NT Embedded 4.0操作系统采用PC体系结构，并继承了Windows NT 4.0的全部服务与功能，可用于快速建立功能强的嵌入式系统。

(3) 带有Server Appliance Kit的Windows 2000

使用带有Server Appliance Kit的Windows 2000，可以快捷地建立具有Windows 2000功能的专用服务器。

1.7.7 Windows 2000

本节介绍Windows 2000操作系统的简要功能特点。

1. 产品系列

从笔记本电脑到高端服务器，Windows 2000平台是下一代PC的商务操作系统。该平台建立于NT技术之上，具有强可靠性，高可用时间，它通过简化系统管理降低了操作耗费，是一种适合从最小的移动设备到最大的电子商务服务器新硬件的操作系统。

Windows 2000系列包括以下产品：

- Windows 2000 Professional。
- Windows 2000 Server。
- Windows 2000 Advanced Server。
- Windows 2000 Datacenter Server。

2. Windows 2000 Professional介绍

Windows 2000 Professional是Windows NT Workstation新版本的新名称。

Windows 2000 Professional继承了Windows NT的技术，提供了高层次的安全性、稳定性和系统性能。同时，它帮助用户更加容易地使用计算机、安装和配置系统以及浏览Internet等。而对于系统管理员而言，Windows 2000 Professional是一套更具有可管理性的桌面系统。

Windows 2000 Professional具有以下特点：

- 1) 友好的Windows，使用、安装、配置系统和浏览Internet都很容易。
- 2) 以Windows NT Workstation的技术为基础，采用标准化的安全技术，具有工业级的可靠性和更高的性能。
- 3) 继承了Windows 98特性，让移动用户也能够方便地工作，并且广泛支持新一代的硬件设备。
- 4) 更具有可管理性，这意味着更低的总体拥有成本。

2. Windows 2000 Server系列介绍

Windows 2000 Server这个版本以前的名称是Windows NT Server 5.0，它是在Windows NT Server 4.0的基础上开发出来的。

Windows 2000 Server是为服务器开发的多用途操作系统，可为部门工作小组或中小型公司提供文件和打印、应用软件、Web和通信等各种服务。它是一个性能更好、工作更稳定、更容

易管理的平台。

Windows 2000 Server 最重要的改进是，在“活动目录”目录服务技术的基础上建立了一套全面的、分布式的底层服务。它能有效地简化网络用户及资源的管理，并使用户更容易地找到企业网为他们提供的资源。

Windows 2000 Server支持两路对称多处理器（SMP）系统，是适用于中小型企业应用程序的开发、Web服务器、工作组和分支部门的操作系统。

有几种版本的 Windows 2000 Server。其中，Windows 2000 Server用于工作组和部门服务器；Windows 2000 Advanced Server用于应用程序服务器和更强劲的部门服务器；Windows 2000 Datacenter Server用于运行核心业务的数据中心服务器系统。

(1) Windows 2000 Server

Windows 2000 Server特点如下：

1) 全面的Internet和应用软件服务。通过Internet 服务集成，Windows 2000 Server系列使建立并部署电子商务、知识管理和其他商业方式更为容易。

2) 增强的可靠性和可扩展性。与 Windows NT 4.0相比，Windows 2000 Server具有更高水平的整体系统可靠性和规模性。例如，系统已针对 32 位处理器进行了优化，支持高达 64GB的内存，并建立了更强大的系统体系。

3) 强大的端对端管理使成本更低。为降低成本，Windows 2000 Server 为服务器、网络和基于 Windows 的客户系统提供综合的管理服务。

(2) Windows 2000 Advanced Server

这个版本以前的名称是 Windows NT Server 5.0 Enterprise Edition。

Windows 2000 Advanced Server除了具有Windows 2000 Server的所有功能和特性之外，还有一些专为大型的企业级服务器所设计的特性，例如群集、加载平衡和对称多处理器（SMP）支持等。它能够为客户提供一个高可靠性和高扩展性的平台，可承担起运行企业核心业务软件的重任，包括数据库、记录和通告、联机交易处理和企业资源管理（ERP）系统等。

Windows 2000 Advanced Server具有以下特性和功能：

1) 更强的SMP扩展能力。提供更强的对称多处理器支持，支持数可达四路。

2) 群集功能。Windows 2000 Advanced Server的群集功能具有更强大的群集功能。

- 更高的稳定性。可为核心业务提供更高的稳定性，在多种一般错误发生后一分钟内自动重启应用软件。
- 网络负载平衡。为网络服务和应用程序提供高可用性和扩展能力。
- 组件负载平衡。为COM+组件提供高可用性和扩展能力。

3) 高性能排序。Windows 2000 Advanced Server优化了大型数据集的排序功能。

这些功能和特性使Windows 2000 Advanced Server比Windows 2000 Server具有更高的扩展性、互操作性和可管理性，可用于拥有多种操作系统和提供 Internet服务的部门和应用程序服务器。

(3) Windows 2000 Datacenter Server

Windows 2000 Datacenter Server版本，是Microsoft提供的功能最强的服务器操作系统。

Windows 2000 Datacenter Server支持16路对称多处理器系统以及高达 64GB的物理内存。它将群集和负载均衡服务作为标准的特性。另外，它为大型的数据仓库、经济分析、科学和工程模拟、联机交易服务等应用进行了专门的优化。

4. Windows 2000 平台

Windows 2000 Professional和Windows 2000 Server结合起来构成Microsoft Windows 2000平台，形成先进的、基于PC的客户/服务器平台，能够降低总体拥有成本、提供可靠的 7 x 24计算。

1.7.8 Windows XP

Windows XP是一个把消费型操作系统和商业型操作系统融合为统一系统代码的 Windows，它结束了Windows两条腿走路的历史，所以它也是第一个既适合家庭用户，也适合商业用户使用的新型Windows。

截止到2001年6月，微软公司还没有正式公布 Windows XP。下面介绍 Windows XP Home Edition和Windows XP Professional具有的新特性，均基于测试版本。

1. Windows XP Home Edition的新特性

Windows XP Home Edition是一个易于使用的智能化家用操作系统，其特点有：

- 1) 更丰富的通信功能。即时语音、视频和应用程序共享功能可使用户之间的通信交流更为高效。
- 2) 更高的可移动性。笔记本用户可以随时随地访问他们的信息。
- 3) 改进的帮助与支持。用户在遇到困难时能够与其他用户或帮助资源相连接，从而及时获得帮助与支持。
- 4) 简洁的数码影像。Windows XP将会使创建、管理、共享数码影像变得非常轻松。
- 5) 令人激动的音乐和娱乐。Windows XP为发现、下载、个性化、播放高品质的音频和视频内容提供良好的支持。
- 6) 提高家庭网络品质。Windows XP使用户能够轻松地与家人共享信息、设备、网络连接。

2. Windows XP Professional

本节，我们简要地介绍Windows XP Professional版的特点。

(1) 运行新特性

1) 基于新型Windows引擎。Windows XP Professional建立在Windows NT和Windows 2000代码基础之上，采用了 32位计算体系结构和完全受保护的内存模型。这使得 Windows XP Professional成为可靠的操作系统。

2) 系统还原。系统还原特性自动地创建简单的可标识还原点，可以让用户和管理员在不丢失数据的前提下，将计算机还原到以前的状态。系统还原功能不恢复用户的数据或文档文件，因此还原工作不会丢失用户的数据、电子邮件等。

3) 设备驱动程序回滚。当安装了特定类型的新设备驱动程序时，Windows XP Professional将备份以前安装的驱动程序信息，这样如果新的设备驱动程序引起了 Windows XP Professional故障，管理员可以轻松地重新安装以前使用的驱动程序。

4) 增强的设备驱动程序检验器。Windows XP Professional使用Windows 2000的设备驱动程序检验器，可以给设备驱动程序提供功能更强的负载测试。经过测试的设备驱动程序将会是健壮的程序，它可以保证系统最大的稳定性。

5) 减少重启的情况。Windows XP Professional消除了大部分需要最终用户重新启动计算机的情况，用户可以体验到更高级别的系统运行时间。

6) 改良的代码保护。重要的内核数据结构都是只读的，因此驱动程序和应用程序都不会破坏它们。所有的设备驱动程序代码都是只读的，并且是页保护的。恶意的应用程序将不能影响核心操作系统区域。

7) 可伸缩内存和处理器。最大可以支持 4GB RAM和两个对称多处理器。

(2) 防止应用程序错误的手段

1) 并行DLL支持。提供安装多个不同Windows组件版本的机制，并且可以并行运行。这可以让使用一种系统组件版本编写和测试的应用程序继续运行，这样就可以解决“DLL hell”(DLL魔窟)问题。

2) Windows文件保护。保护核心代码不被安装的应用程序覆盖。通过保护系统文件，Windows XP Professional预防了早期Windows版本中最常见的系统失败错误。

3) Windows安装程序。可以帮助用户正确地安装、配置、跟踪、升级和卸载软件程序。可以减小系统的故障时间，提高系统的可靠性。

4) 增强的防病毒功能。为了更好地防止电子邮件病毒攻击，Windows XP Professional缺省情况下不允许执行电子邮件附件中的程序。当然系统管理员可以远程管理(通过组策略)系统，而这个时候就可以允许执行特定的文件类型或应用程序。管理员在保护系统免受电子邮件病毒攻击时，有更高一级的控制权力。

(3) 增强Windows安全性

1) Internet连接防火墙。防火墙客户端可以保护用户不受一般的Internet攻击。

2) 带有多用户支持的加密文件系统(简称EFS)。可以使用任意产生的密钥加密文件。加密和解密过程对用户来说是透明的。在Windows XP Professional中，EFS可以让多个用户访问加密的文档。这是保护不受黑客和数据盗窃的最高级别。

3) IP安全(IPSec)。IPSec是给虚拟专用网(VPN)提供安全性的重要组成部分，它可以让企业在Internet上安全地传输数据。系统管理员可以快速简便地构建虚拟专用网。

4) Kerberos支持。Kerberos是一个Internet标准，适用于包括不同网络的操作系统(例如UNIX)。Windows XP Professional可以给Windows 2000和“Whistler”服务器以及UNIX平台的最终用户提供验证。

5) 智能卡支持。智能卡性能集成到操作系统中，支持智能卡登录到终端服务器会话。智能卡增强了软件验证的解决方案，例如客户端验证、交互登录、代码签名和安全电子邮件。

(4) 简化的管理和部署

1) 增强的应用程序兼容性。数百万个不能运行在Windows 2000 Professional的应用程序将可以运行在Windows XP Professional上。

2) 用户状态移植工具。用户状态移植工具帮助管理员将用户的数据和应用程序 / 操作系统设置从旧的计算机中移植到新的 Windows XP Professional 桌面计算机中。在移植后,可以减少 IT 管理员的恢复工作量,并且还可以减少最终用户的停机时间,因为他们可以继续使用熟悉的操作环境。

3) 系统准备工具 (SysPrep)。SysPrep 可以帮助管理员备份计算机配置、系统和应用程序信息。包括操作系统和商务应用程序的系统映像可以用于多个不同的计算机配置。 SysPrep 可以让管理员减少需要维护的操作系统映像数,并且降低配置一般的桌面系统所需要的时间。

4) 组策略。组策略设置可以让管理员以逻辑单元 (例如部门或办公地点) 的形式组织用户和对象,然后给这些逻辑单元分配相同的设置,包括安全、外观和管理选项,这个过程可以简化相应的管理任务。除了 Windows 2000 Professional 提供的策略以外, Windows XP Professional 还提供了数百个新的策略。尽管用户不停地改变办公地点,但是他们仍然可以访问重要的数据,可以维护自己定制的工作环境。

5) RsoP。通过使用 RsoP,管理员就可以有一个强大的、灵活的工具来规划、预览、监视和调试组策略。

6) Microsoft 管理控制台 (MMC)。MMC 为管理工具提供了一个集中管理的、一致的环境。IT 管理员现在可以创建定制的应用程序控制台。

7) 恢复控制台。这是一个命令行式的控制台,通过这个控制台可以启动和终止服务、格式化硬盘、从本地硬盘读取数据、将数据写回本地硬盘以及执行很多其他的管理任务。

8) Windows 管理规范 (WMI)。WMI 为监视和管理系统资源提供标准的基础构架。可以让系统管理员通过编写脚本和使用第三方应用程序来监视和控制系统。

9) 安全模式启动选项。可以让 Windows XP Professional 以最基本的方式启动系统,使用缺省的设置和最小的设备驱动程序。提供一种将系统启动到 GUI 的方法,这样 IT 专业人士可以在这种方式下修复操作系统。

10) 崭新的可视化设计。在保留使用 Windows 2000 核心技术的同时, Windows XP Professional 还提供了一个崭新的可视化设计。在这个操作系统中,统一并且简化了一般的任务,添加了新的可视化界面帮助用户使用计算机。管理员或者最终用户可以选择使用这个更新的用户界面或者选择使用典型的 Windows 2000 单击按钮界面。以更简单的方式提供许多一般的任务,以使用户充分利用 Windows XP Professional。

(5) 革新远程用户工作方式

1) 远程桌面。可以让用户通过任何计算机和网络连接访问他的计算机及它上面的任何程序和数据。通过使用 Microsoft 的远程桌面协议 (RDP), 用户可以用低功率计算机通过任何网络连接访问桌面计算机的所有数据和应用程序。

2) 证书管理器。安全地保存口令信息。可以让用户在第一次输入用户名和口令后,以后由系统自动提供。如果用户没有连接到域,或在没有信任关系的情况下希望访问多个域的资源,通过该功能可以轻松地访问网络资源。

3) 脱机文件和文件夹。当用户断开网络连接时,可以指定需要脱机浏览哪个基于网络的文件

和文件夹。现在可以加密脱机文件夹提供最高级别的安全性。用户在断开网络连接之后，可以使用同样的方法操纵文档。

4) 同步管理器。可以让用户将他们的脱机文件和文件夹与网络上的相应内容进行比较并更新。如果脱机使用文件和文件夹，此功能可以自动将更新信息复制到网络，以确保网络上的信息是最新的。

1.7.9 Windows 2000开发的艰辛与规模

Windows 2000是迄今为止（在Windows XP 尚未推出之时），微软公司历史上最艰巨的开发任务。了解以下Windows 2000开发过程的片段是有意义的。

1. 对话

这里记录了微软公司Windows业务部高级副总裁Brian Valentine 和项目经理Iain McDonald与记者的部分对话。

记者：有多少人参与了Windows 2000的开发？

Valentine：我们核心部门的成员有2500人。不过，微软公司的每一位员工都为Windows 2000做出了贡献。

记者：核心开发部的成员多长时间开一次会？

McDonald：我们有一个会议室，我们称之为“作战室”，这就是项目管理中心。项目的关键人员经常在这里会面，通常是每周7天。根据项目的进展情况有时一天的会晤达3次之多。我们之所以开这么多会议，往往是为了集中兵力研究新出现的重大课题。这样，我们就能够审查我们所取得的进展及所面临的挑战，并让每位成员及时掌握项目现状。

记者：Windows 2000中有哪些因素确保其质量？

Valentine：我们采用几项措施来确保质量。我们观察了该系统的实际运行状态。为此，我们密切观察了公司内部100台服务器的工作状况。我们在公司内部及客户的系统中进行测试，以便发现任何可能出现的错误，并且仔细地对运行状态进行跟踪。我们还进行了强化试验，每个晚上在2000台电脑上运行，模拟二至三年的电脑使用量。然后，我们设法解决所出现的每个问题。我们非常重视一切质量问题，比以往任何时候都重视。

2. 数据

Windows 2000开发过程中产生了一些有趣的数据，列在下面供读者参考。

1) 在硬件支持方面所取得的进步：

- 支持的OEM系统的数量：580。
- 支持的打印机的数量：2000。
- 支持的网络设备的数量：700。
- 支持的调制解调器的数量：4200。
- 支持的扫描器：55。
- 支持的相机：41。

2) 多语言支持功能：

- 全球唯一的二进制。
 - 完全本地化版本：23个。
 - 所支持的国际区域设置：134种。
 - 所配置的所有语言的字体数量：100MB。
- 3) 测试工作量：
- 测试用代码行数：超过1000万行。
 - 测试兼容性的应用软件数量：1000种。
 - 测试中所使用的脚本程序：6500种。
 - 每月备份的数据：88TB。
 - 每晚模拟打印数量：25万页。
 - 测试实验室占地面积：20万平方英尺。
 - 每周“烧”CD：12000盘。
- 4) 网络测试工作量：
- 所处理的DNS查询：8亿次
 - 所处理的WINS查询：2100万次。
 - 所处理的DHCP租赁：1200万个。
 - 所处理的连接管理器请求：超过10亿。
 - 所处理的SNMP PDU：650万个。
 - 采用H323和IP多播举行的远程会议：在145天内举行了11 500次。
- 5) 目录与安全测试工作量：
- 所测试的对象：10M/DC。
 - 目录数据库规模：37GB。
 - 输出的LDAP对象数量：100万个。
 - 单域内所测试的DC数量：130个。
 - Kerberos验证率：400/秒。
 - 目录内的证书数量：536 000个。
- 6) 外协单位：
- 参与Windows 2000快速部署计划（RDP）的公司数量：23家。
 - 89家OEM公司制造了333种“Windows 2000 Ready PCs”。
 - 加入首波计划（First Wave Program）的应用程序数量：300个。
 - 微软公司在客户培训方面的投资数额：4000万美元。

习题

- 1.1 什么是计算机系统？计算机系统是怎样构成的？
- 1.2 了解一个计算机系统的组成，说明其： 硬件组织的基本结构,画出硬件配置图； 主要系统软件和应用软件（若有的话）及它们的作用。

- 1.3 什么是操作系统？请举例说明它在计算机系统中的重要地位。
- 1.4 操作系统要做哪些事？请用一个实际的例子来说明，比如运行“Hello World!”程序。
- 1.5 为什么说“操作系统是控制硬件的软件”的说法不确切？
- 1.6 操作系统的基本特征是什么？说明它们之间的关系。
- 1.7 试从独立性、并发性、交互性和实时性等方面比较批处理系统、分时系统和实时系统。
- 1.8 引入多道程序设计技术的起因和目的是什么？多道程序环境下需要什么样的硬件支持？多道程序系统的特征是什么？
- 1.9 多道程序设计的度是指在任一给定时刻，单个CPU所能支持的进程数目的最大值。讨论要确定一个特定系统的多道程序设计的度必须考虑的因素。可以假定批处理系统中进程数量与作业数量相同。（这些因素中的某些因素在后面章节中会有详细论述。）
- 1.10 描述批处理系统响应一个执行请求需要的时间（称为响应时间）。描述分时系统下的响应时间。什么类型的系统可能有较短的响应时间？为什么？
- 1.11 什么情况下批处理系统是比较好的策略？什么情况下分时系统是比较好的策略？
- 1.12 现有以下应用，请选择合适的操作系统： 航空航天、核研究； 统计局数据中心； 学生上机学习编程； 高炉炉温控制； 民航订票系统； 发送电子邮件。
- 1.13 CPU响应中断时,为什么要交换程序状态字？怎样交换？
- 1.14 有的处理器会在中断发生的时候自动将程序计数器和程序状态字转存到系统堆栈上，请说明这种实现会带来什么好处，同时也会带来哪些不好的地方。
- 1.15 外壳程序（Shell）是不是操作系统的一部分，为什么？
- 1.16 现代操作系统的设计很讲求机制与策略的分离，以使操作系统的结构和实现能够在一定范围内适应不同应用的需要。例如 Solaris的调度器实现了进程调度的基本机制，同时它允许通过核心参数的动态调整实现不同负载下的系统性能平衡，这就是一种机制与策略的分离。请给出一个例子，说明怎样根据调度将机制与策略分开。请构造一种机制，允许父进程控制子进程的调度策略。
- 1.17 选择一个在本章中没有讨论到的现代操作系统，写一篇文章概述该系统如何进行设备管理、文件管理、进程管理和内存管理。不必给出对该操作系统本身的严格分析。本题的目的之一是让读者去查阅技术文献（不要拿另一本教科书作为主要信息来源）。