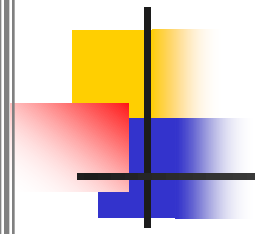


第一章 操作系统引论

1.1 操作系统的目标和作用

1.2 操作系统的发展过程

1.3 操作系统的基本特性

1.4 操作系统的主要功能

1.5 操作系统运行环境

1.6 实用操作系统介绍

1.7 操作系统的结构设计

问题1：下列哪些是操作系统？

极品飞车　DOS　Linux　一个C语言源程序　Windows 7　Turbo-C　VB　Solaris　UNIX　TASM　Word2016　Visual Studio

目前常用操作系统

- 微软：Windows系列（以前MS-DOS）
- UNIX：Solaris，AIX，HP UX，SVR4，BSD
- 自由软件：Linux，freeBSD，Minix
- IBM：AIX，OS/2，OS/400，PC DOS,…
- 其他：Mac，IOS，Android，HarmonyOS,…

问题2：你用过的操作系统能做什么？

- 提供各种命令（字符和图形界面）
- 提供多任务、多用户环境
  （可以编辑文档的同时玩纸牌游戏）
- 启动、结束用户程序（双击图标）
- 系统调用（用户程序中调用系统功能）
  （**X86 cpu架构中使用INT指令实现**）

问题3：你知道操作系统不能做什么？

- 不做天气预报
- 不做房屋设计
- 不是编译程序

总之，操作系统不直接解决最终具体应用问题，也不负责编译源程序...

结 论

操作系统为你解决所有

“硬件相关、应用无关”

的工作，其目标是提供一个

“方便、效率、安全”

的环境。

1.1 操作系统的目标与作用

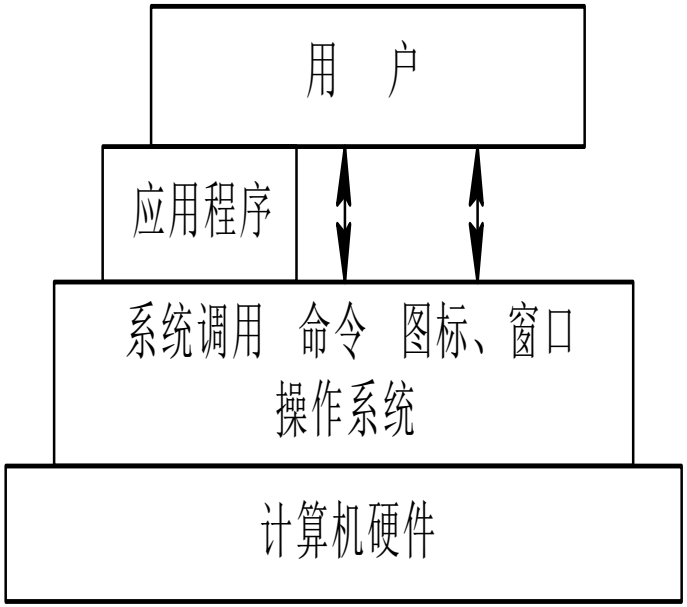
1.1.1 操作系统的定义

操作系统是负责计算机系统的全部系统资源的分配、调度和管理，通过为用户提供简单、直观、灵活的接口，方便用户使用计算机，并合理有效地组织计算机工作流程的一种系统软件。

1.1.2 操作系统的作用

1.用户接口（服务员）

OS处于用户与计算机硬件系统之间，用户通过OS来使用计算机系统。OS是一个系统软件，因而这种接口是软件接口。



方式：(1) 命令方式 (2) 系统调用方式 (3) 图形、窗口方式

2. 系统资源的管理者（管理员）

（1）处理机管理：用于分配和控制处理机；

（2）存储器管理：主要负责内存的分配与回收；

（3）I/O设备管理：负责I/O设备的分配与操纵；

（4）文件管理：负责文件的存取、共享和保护。

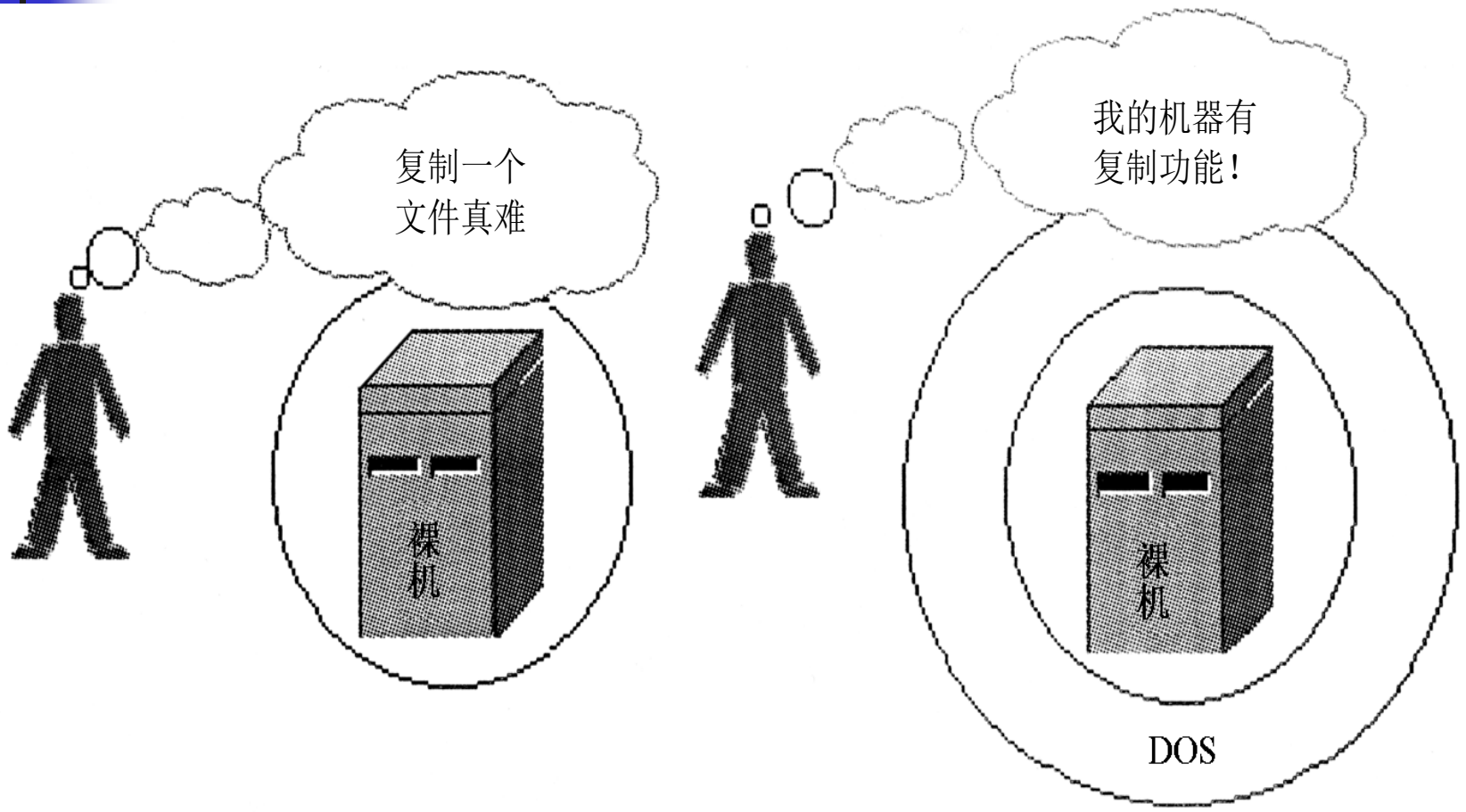
3. 对硬件功能的扩充

在裸机上覆盖上一层I/O设备管理软件，用户便可利用它所提供的I/O命令，来进行数据输入和打印输出。此时用户所看到的机器，将是一台比裸机功能更强、使用更方便的机器。**通常把覆盖了软件的机器称为虚机器（虚拟机）**。

实现对计算机资源的抽象

- 裸机：无软件的计算机系统。
- 虚拟机：覆盖了软件的机器，向用户提供一个对硬件操作的抽象模型。

操作系统提供了一台虚拟机



1.1.3 推动操作系统发展的主要动力

1. 不断提高计算机资源利用率
2. 方便用户
3. 器件的不断更新换代
4. 计算机体系结构的不断发展
5. 不断提出的新的应用需求

1.2 操作系统的发展过程

1.2.1 无操作系统的计算机系统

1. 人工操作方式

用卡片穿孔代替程序和数据→卡片输入机→ 输入计算机。

(1) 用户独占全机

(2) CPU等待人工操作

2. 脱机输入/输出(Off-Line I/O)方式

(1) 减少了CPU的空闲时间。

(2) 提高I/O速度。

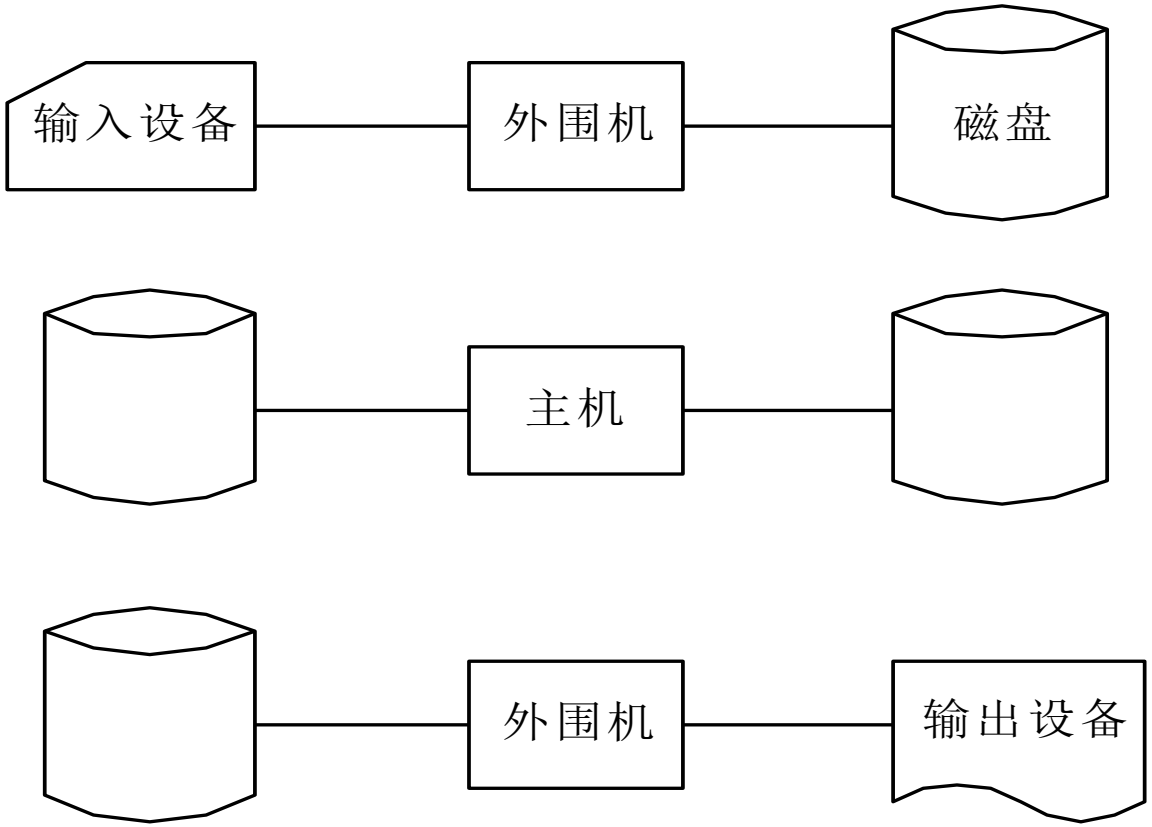


图 1-2 脱机I/O示意图

1.2.2 单道批处理系统

1. 单道批处理系统的处理过程

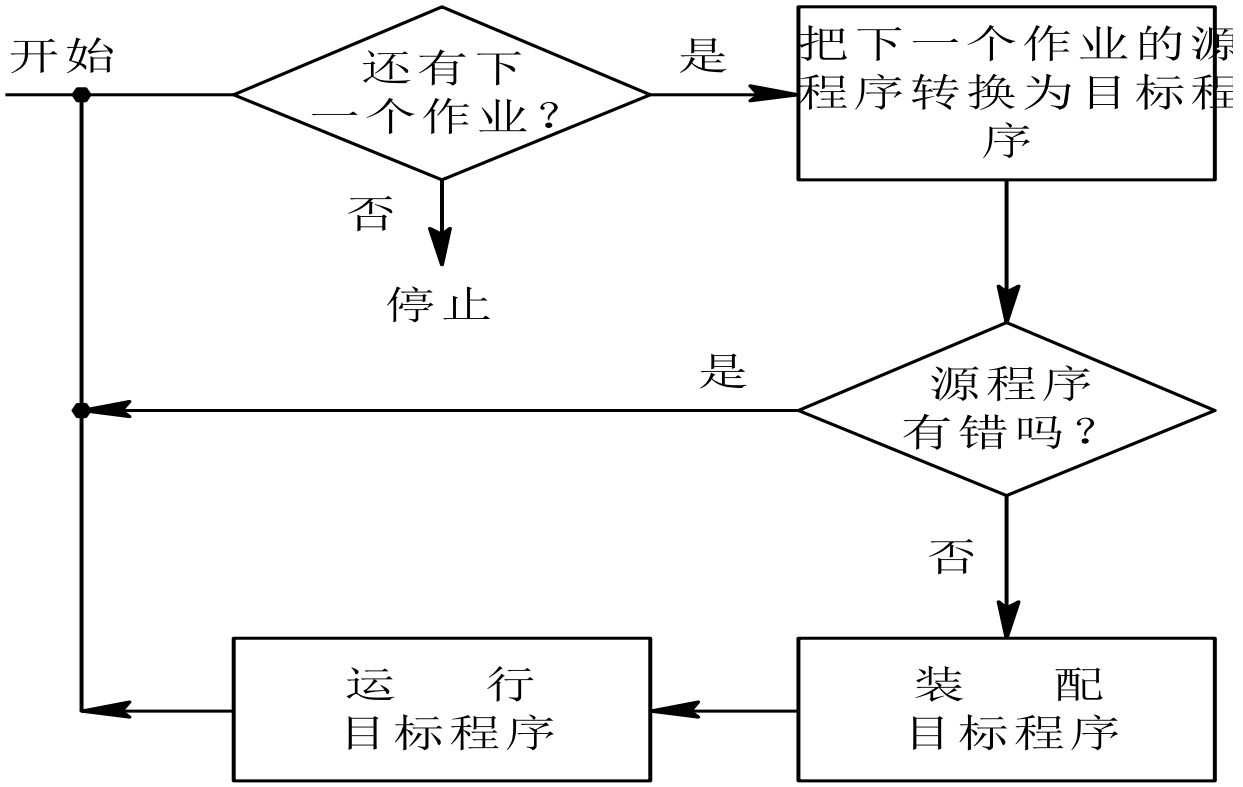


图 1-3 单道批处理系统的处理流程

2. 单道批处理系统的特征

处理过程：

- 作业一个接一个地连续处理
- 旨在提高系统资源利用率和系统吞吐量

缺点：

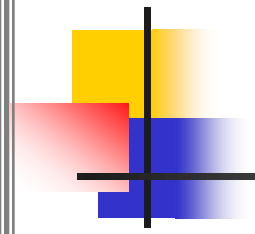
- 系统资源得不到充分的利用

1.2.3 多道批处理系统

1. 多道程序设计的基本概念

为了提高资源的利用率和系统吞吐量，在内存中允许执行多个程序，产生了多道批处理系统(Multiprogrammed Batch Processing System)。

由作业调度程序按一定的算法选择若干个作业调入内存，使它们共享CPU和系统中的各种资源。

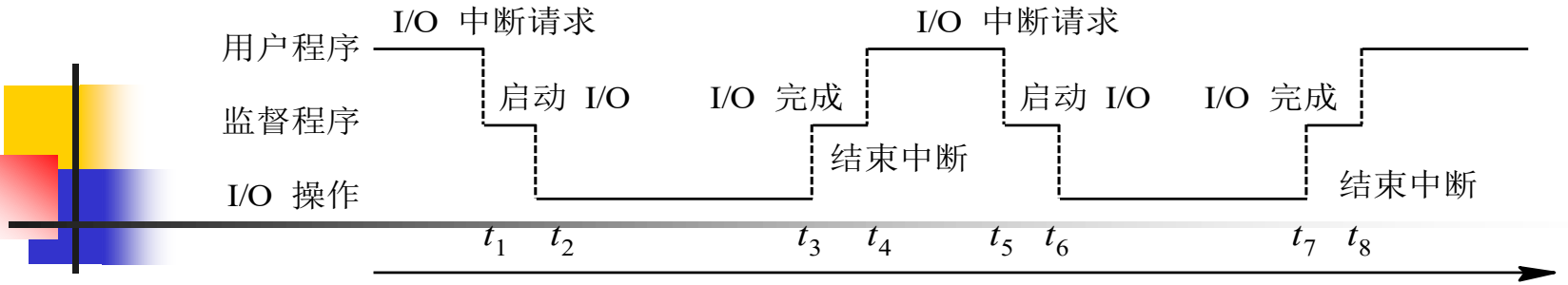


在OS中引入多道程序设计技术可带来以下好处：

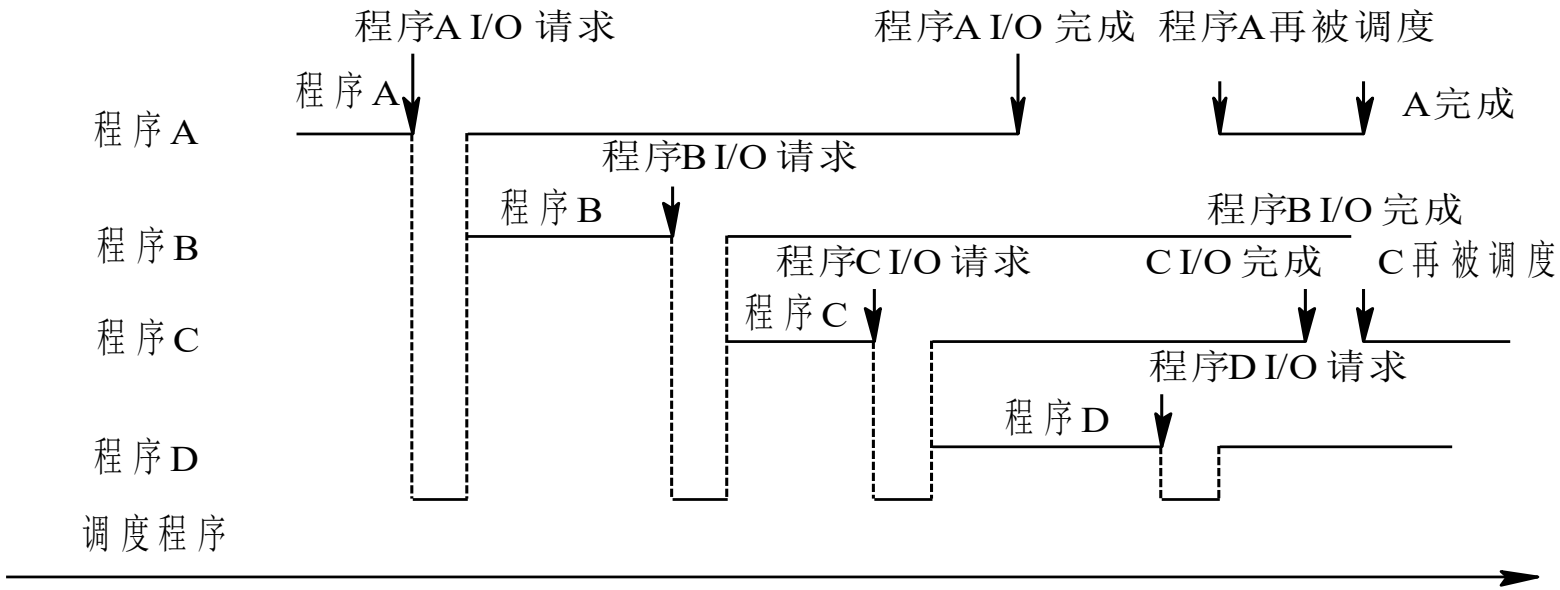
（1）提高CPU的利用率。

（2）可提高内存和I/O设备利用率。

（3）增加系统吞吐量。

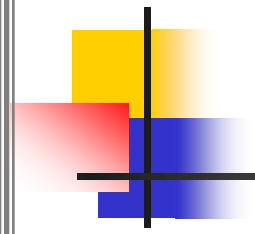


(*a*) 单道程序运行情况



(*b*) 四道程序运行情况

图 1-4 单道和多道程序运行情况



【例】有甲、乙两道程序，其I/O处理各占70%。若单道运行，每个要花60分钟得到结果。若多道运行时，CPU利用率与系统效率各提高多少？

【分析解答】

假定按多道程序设计方法运行，**CPU**的利用率为**51%（1-70%*70%=51%）**，提高了**21%**。 而**CPU**实际用时：**18*2=36(分钟)**

【分析解答】

- 以**CPU**利用率近似为**50%**计算，两个程序运行完约用时**72**分钟。如果再加上系统开销（设为**8**分钟），则共花**80**分钟即可运行完毕。
- 单道运行时，甲、乙依次执行时完需**120**分钟。因而，采用多道程序设计方法后系统效率提高了：
- **(120-80) / 120≈33%**

2. 多道批处理系统的特征

(1) 多道性。

(2) 无序性。

(3) 调度性。

3. 多道批处理系统的优缺点

(1) 资源利用率高。

(2) 系统吞吐量大。

(3) 平均周转时间长。

(4) 无交互能力。

4、多道批处理系统需要解决的问题

1.2.4 分时系统

1. 分时系统的产生：满足用户需要

- 用户需要表现在以下几个方面
  - 人机交互（批处理系统做不到）
  - 共享主机（感觉独占）
- 定义
  - 分时系统：在一台主机上连接了多个带有显示器和键盘的终端，同时允许多个用户共享主机中的资源，每个用户都可通过自己的终端以交互方式使用计算机

所谓分时就是把CPU时间分成一个个的时间片，每个时间片分给一个用户使用，这样将CPU工作时间分别提供给多个用户使用，每个用户依次轮流使用一个时间片。

2. 分时系统实现中的关键问题

最关键的问题是如何使用户能与自己的作业进行交互

- 及时接收（多路卡、命令缓冲区）
- 及时处理
  - 作业直接进入内存
  - 采用轮转运行方式

3. 分时系统的特征

多路性

允许将多台终端同时连接到一台主机，并分时使用。

独立性

感觉用户独占主机。

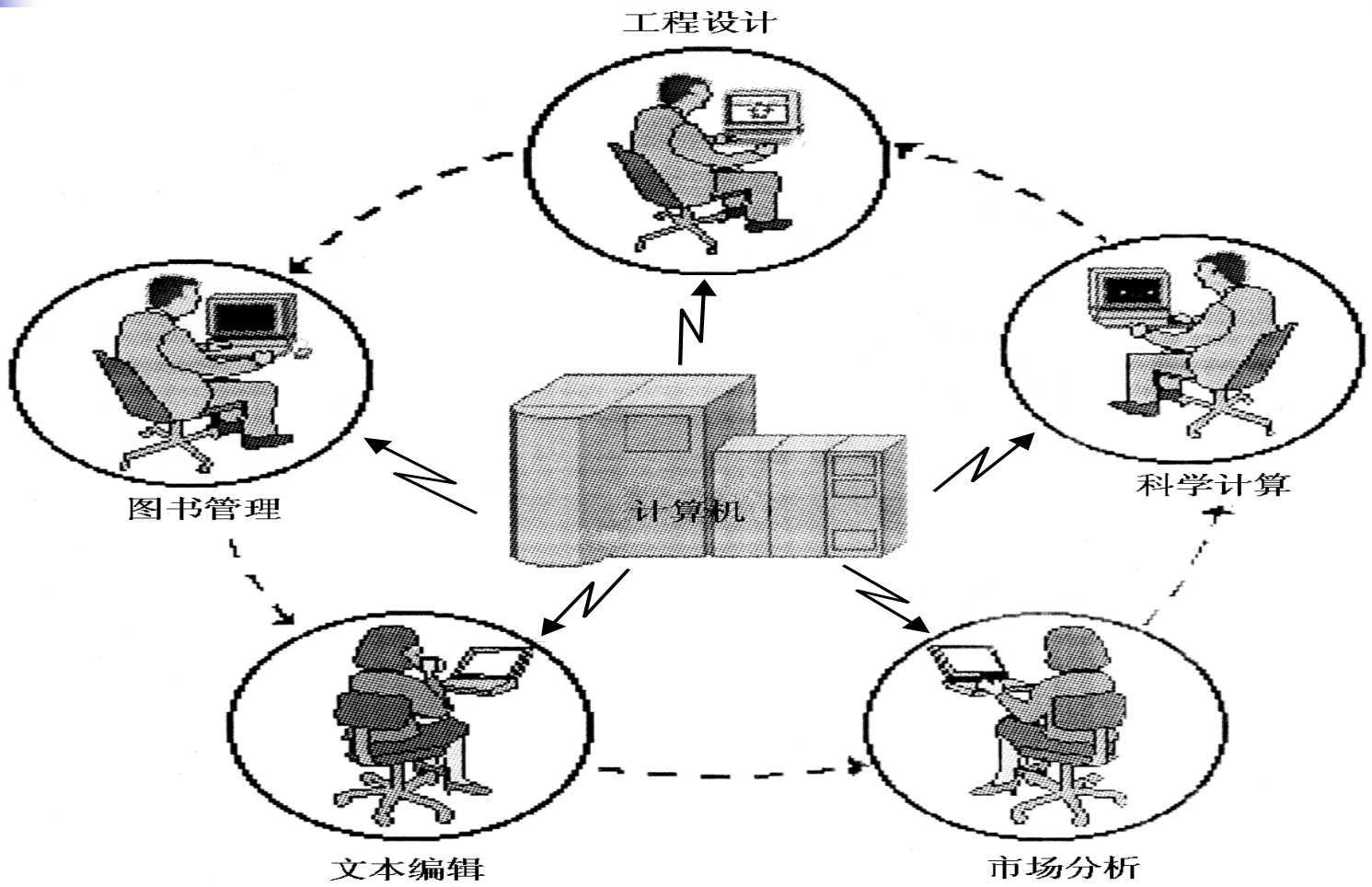
及时性

用户的请求能在很短时间内获得响应（1~3秒）。

交互性

用户可通过终端与系统进行广泛的人机对话。

分时系统工作过程示意图



1.2.5 实时系统

- 所谓“实时”，是指能够及时响应随机发生的外部事件并对事件做出快速处理的一种能力。

- 而“外部事件”，是指与计算机相连接的设备向计算机发出的各种服务请求。

1.2.5 实时系统（续）

实时操作系统是能对来自外部的请求和信号在限定的时间范围内做出及时响应的操作系统。

实时控制:如工业控制、武器的自动控制。

实时信息处理:如证券交易系统、联网订票系统。

1.2.5 实时系统（续）

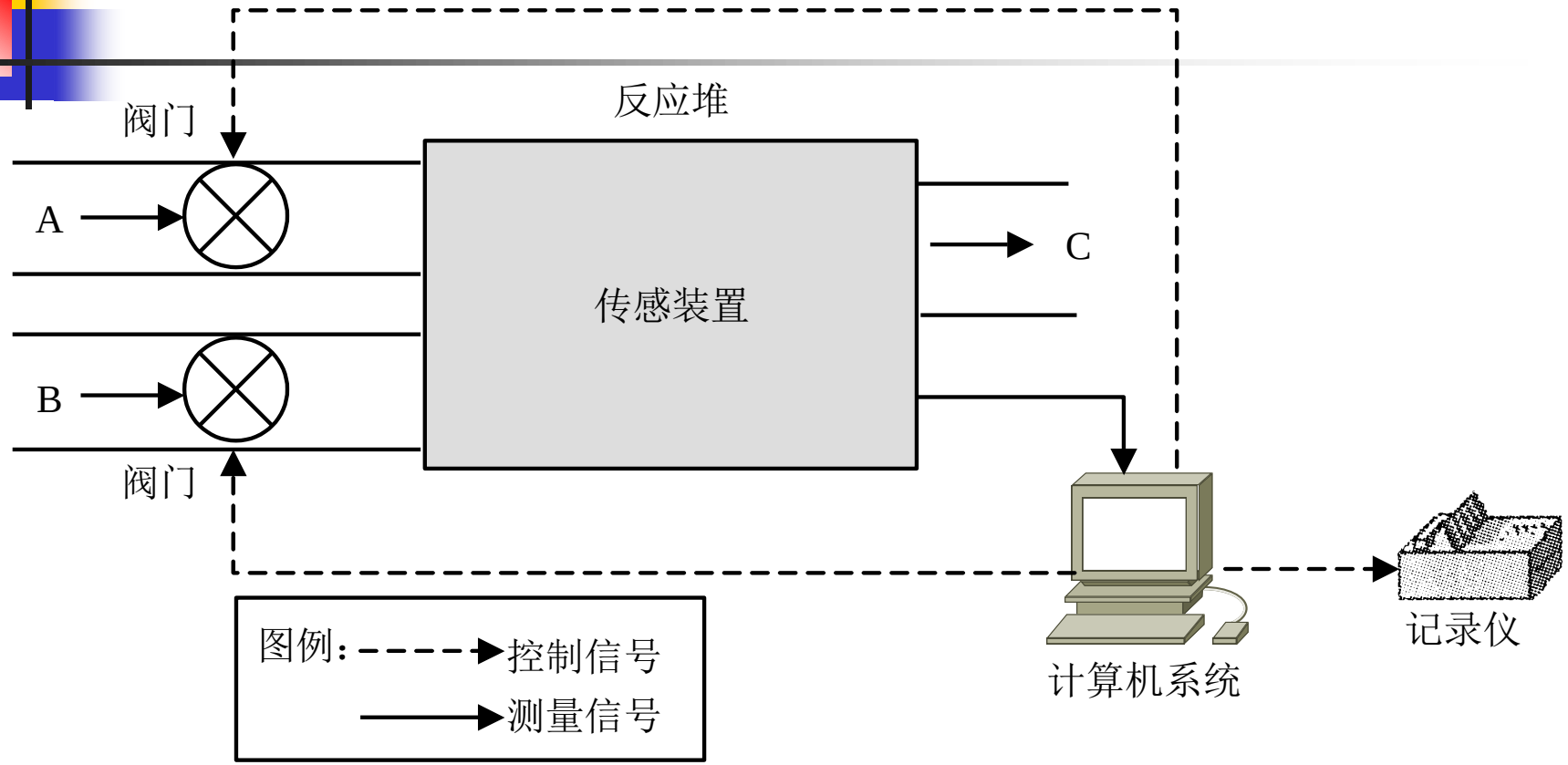
特点：

(1)快速的响应时间；

(2)高可靠性；

(3)有限的交互能力。

批处理、分时、实时系统为操作系统的基本类型，一个实际的操作系统可能兼有三者或其中两者的功能。


反应堆
阀门
A
B
阀门
传感装置
C
计算机系统
记录仪
图例：
控制信号
测量信号

1.2.6 其他操作系统

- PC操作系统
- 网络操作系统
- 分布式操作系统
- 嵌入式操作系统
- 并行操作系统

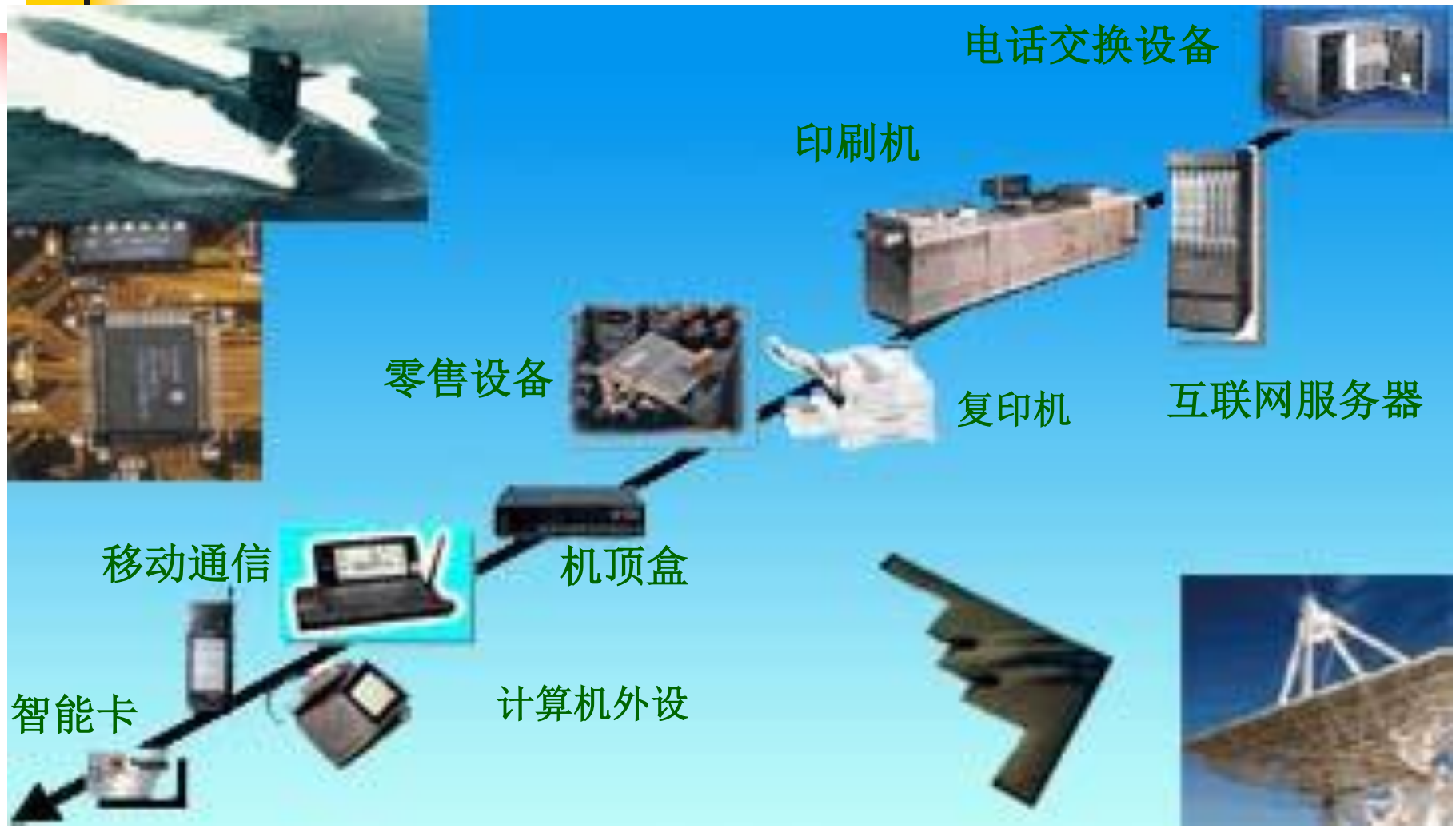
嵌入式系统

- 为了完成某个特定功能而设计的系统，或是有附加机制的系统，或是其他部分的计算机硬件与软件的结合体
- 有实时限制，如响应速度、测量精度、持续时间等

嵌入式OS：用于嵌入式系统的OS

- μC/OS-II、嵌入式Linux、Windows Embedded、VxWorks、Android、iOS等
- 特点：
  - 系统内核小
  - 系统精简
  - 高实时性
  - 具有可配置性

嵌入式操作系统的应用



1.3 操作系统的基本特性

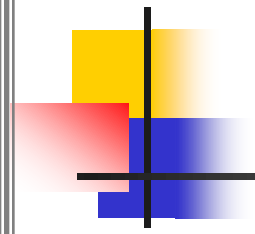
1.3.1 并发性（Concurrence）

- 定义：多个事件在同一个时间间隔内发生。在单CPU系统中，在某一时刻只发生一个事件。

- 并发程序是指在某一时间段内，内存中的多道程序都处于已经启动但尚未完成的状态。在单CPU系统中，任何一个时刻只能有一道程序占用CPU。

与并发相似的两个概念：

- 并行（**parallel**）：是并发的特例，指多个事件在同一时刻发生。并行程序只有在多**CPU**环境下才会出现。
- 串行：在内存中每次只能放一道程序，只有它完全执行完后别的程序才能进入内存执行。



程序的逻辑结构分为CPU处理和I/O处理两部分。

在单CPU系统中，程序并发执行主要通过一个程序的CPU执行部分与另一个程序的I/O处理部分并行实现的。

并发的实质

- 在单CPU系统中，并发的实质是一个物理CPU在若干道程序之间多路复用，并发性是对有限物理资源强制行使多用户共享以提高效率。
- 操作系统中引入一个重要概念—进程，进程清晰刻划操作系统中的并发性，实现并发程序的执行。

1.3.2 共享(Sharing)

1、互斥共享（如对打印机的共享）

2、同时访问（如对文件的共享）

1.3.3 虚拟(Virtual)

虚拟性：指一个物理设备转换为若干个对应的逻辑设备，或者多个物理设备转换成一个逻辑设备。

- 虚拟CPU－将一块物理CPU分配给多个用户（进程）使用时虚拟；
- 虚拟存储器－由内存和外存虚拟，扩大逻辑内存；
- 多窗口或虚拟终端－由显示设备虚拟；

1.3.4 异步性(Asynchronism)

- 在单CPU环境下，每次只允许一个进程执行，其余进程只能等待。

- 由于资源等因素的限制，使进程的执行通常都不是“一气呵成”，而是以“停停走走”的方式运行。

1.4 操作系统的主要功能

1.4.1 处理机管理功能

1.4.2 存储器管理功能

1.4.3 设备管理功能

1.4.4 文件管理功能

1.4.5 用户接口

1.5 操作系统的运行环境

指令：CPU执行　　**执行程序：位于内存**

引导程序：位于固件

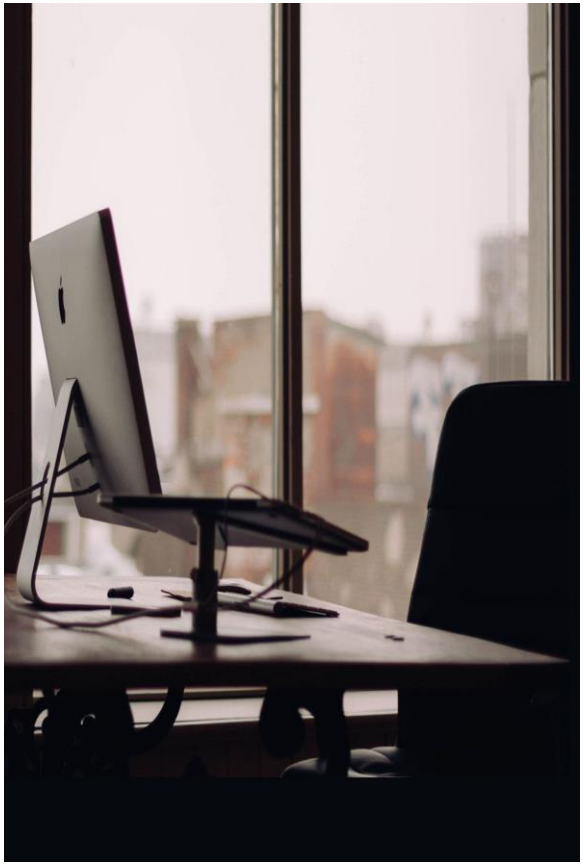
- 定位OS内核并将其加载到内存中。

事件：硬件中断或软件中断引起

程序：位于外存

软件控制硬件的接口与规范：指令集架构（ISA）

两种指令的区别



特权指令：在内核态下运行的指令

- 不仅能访问用户空间，还能访问系统空间。
- 如启动外部设备、设置系统时钟、关中断、切换执行状态、I/O指令。

非特权指令：在用户态下运行的指令

- 应用程序所使用的都是非特权指令。
- 防止应用程序的运行异常对系统造成破坏。
- 仅能访问用户空间。

处理机的双重工作模式

特权指令　内核态（管态）　用户态（目态）　由硬件提供模式位

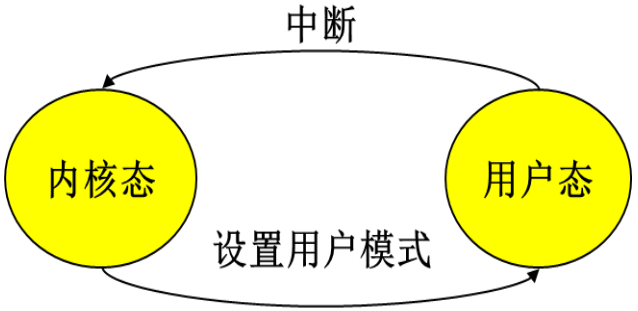
- 如果误用，有可能引起系统崩溃的指令。
- 执行包括特权指令在内的一切指令。
- 不能执行特权指令。
- 提供了区分系统正在运行用户代码或内核代码的能力。
- 系统调用切换运行模式到内核态，并将调用结果返回给用户。

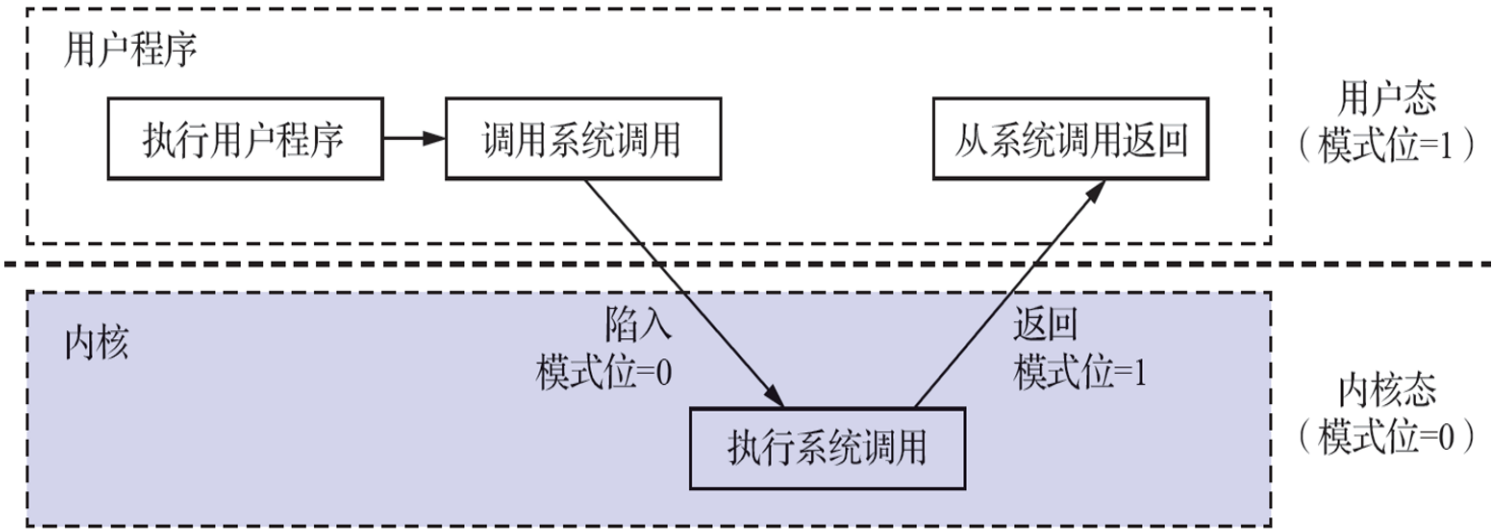
内核态与用户态的转换

状态位(Mode bit) 指示正确的状态：

- 内核态（0），用户态（1）

当中断或错误出现，硬件切换至内核态





操作系统内核

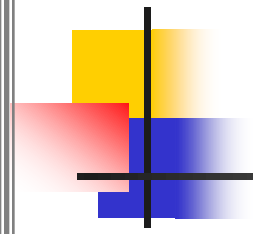
常驻内存，通常与硬件紧密相关

支撑功能

- 中断处理
- 时钟管理
- 原语操作
  - 由若干条指令组成，用于完成一定功能。
  - 原子操作：要么不做，要么全做，不可分割

资源管理功能

- 进程管理、存储器管理、设备管理



1.6 实用操作系统介绍

1.6.1 Windows

1.6.2 UNIX

1.6.3 Linux

1.6.1 WINDOWS

1、客户端:

Windows 1.0/2.0,Windows3.X,（16位）
Windows 95/98/ME(16~32混合内核）
Windows 2000/XP professional（32位）
Windows Vista
Windows 7/8/9/10

1.6.1 WINDOWS（续）

2、服务器：

Windows NT系列

Windows 2000/2003 Server系列

Windows Vista Enterprise系列

Windows 2008 Server

1.6.1 WINDOWS（续）

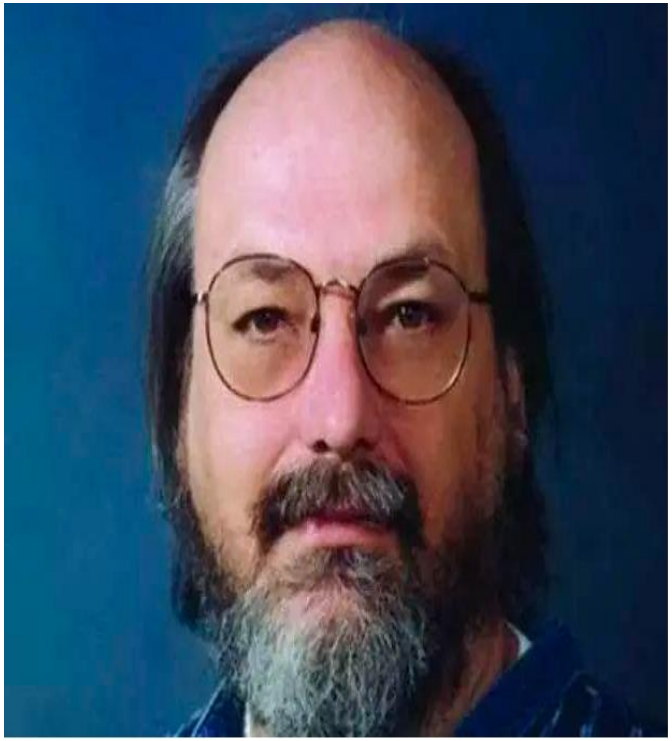
3、嵌入式应用：

Windows CE.NET

Windows XP Embedded

1.6.2 UNIX

- UNIX操作系统是由AT&T公司贝尔实验室的K.Thompson和D.Ritchie于1969年实现的一种分时操作系统。
- 唯一一种能跨越微机到小、中、大型计算机的网络分时操作系统。



K.Thompson（1983年图灵奖获得者）

为了玩游戏，开发了UNIX

1966年，在贝尔实验室，K.Thompson与D.Ritchie（C语言发明人）参与“Multics操作系统”的项目开发。项目失败后，因无法玩自己编写的游戏，K.Thompson花了一个月的时间写了操作系统（UNIX）。

1.6.3 Linux

1、软件的三种模式:

商业软件（Commercial software）

共享软件（Shareware）

自由软件（Freeware或Free software）

自由软件之父：
Richard Stallman

1.6.3 Linux（续）

- 自由软件是指遵循通用公共许可证GPL（General public License）规则，保证有使用上的自由、获得源程序的自由，可以自己修改的自由，可以复制和推广的自由，也可以有收费的自由的一种软件。

- 84年，自由软件的倡导者Richard Stallman组织发起了GNU计划，它的目标是创建一套完全自由的操作系统

1.6.3 Linux（续）

2、自由软件的经典之作

gcc/gcc++编译器、Objective C、FORTRAN77、C 库、BSD email、BIND、Perl、Apache、TCP/IP、IP accounting、HTTP server、Lynx Web、shell，…

Linux内核为GNU工程划上了一个完美句号

Linux之父：Linus Torvalds

其他Free OS

- FreeBSD：
  - 免费UNIX变种，基于4.4BSD
  - 基于Intel x86平台
- Minix：
  - UNIX的克隆
  - 基于Intel x86平台
  - 荷兰阿姆斯特丹Vrije大学国际OS专家 Andrew S. Tanenbaum
- Other:BeOS，QNX，XINU等

1.6.3 Linux（续）

- 国产代表：**Red Flag Linux（红旗Linux）；**
- 国外代表：**Red Hat Linux**

有两个系列：**Fedora ,Enterprise**

3、Linux的未来

- Linux受欢迎的原因：
  - 客观原因：Linux本身成本、性能和可靠性等优势
  - 主观原因：反微软情绪
- 另一种声音：审慎和怀疑
  - 业余爱好者开发
  - 自由软件的技术支持和服务支持
  - Linux结构和功能上的不足
- 优点和优势仍占主导地位：服务器OS市场第二

1.7 操作系统的结构设计

- 简单结构
- 模块化结构
- 分层结构
- 微内核结构
- 外核结构