



河海大学

计算机与信息学院

操作系统 (0601009)

河海大学“课程思政”示范课程

授课教师:	张鹏程、陆佳民
Email:	pchzhang@hhu.edu.cn
QQ:	185319755、1284762490
办公室:	勤学楼4515、4121



课程要求

- 知识准备：计算机组成原理、数据结构、C、汇编等
- 最终成绩：平时成绩 40% + 考试成绩 60%
- 平时成绩：到课率 + 课堂表现 + 习题作业 + 期中
- 答疑时间：邮件为主、QQ为辅、办公室看机会





Rules in the classroom

- Rule #1: 不可迟到，如果迟到从后门悄悄地进
- Rule #2: 上课开始如人数少于80%必点名
- Rule #3: 想吃东西可以，韭菜盒子免带
- Rule #4: 有异议举手发言，切忌私语
- Rule #5: 太无聊就睡觉吧，不准打呼



参考材料

- [操作系统教程（第5版）](#)
- [计算机操作系统 coursera 在线课程](#)
 - 南京大学 骆斌、葛季栋
- [操作系统实用教程（螺旋方法）](#)
- [Unix & Linux大学教程](#)
- [操作系统概念（Operating System Concepts）](#)
- [Advanced Programming in the Unix Environment](#)



ZTE中兴

“卡脖子”事件

- 2018年4月16日，一记重拳向中兴通讯砸下。美国商务部表示，由于中兴通讯违反了曾与美国**达成的和解协议，7年内禁止美国企业向中兴通讯出口任何技术、产品。
- 专家称，美国制裁中兴，是警钟，也是集结号。
“我们需要反思，但也不能让步。集结号已经吹响，国产芯片何时能上战场？”

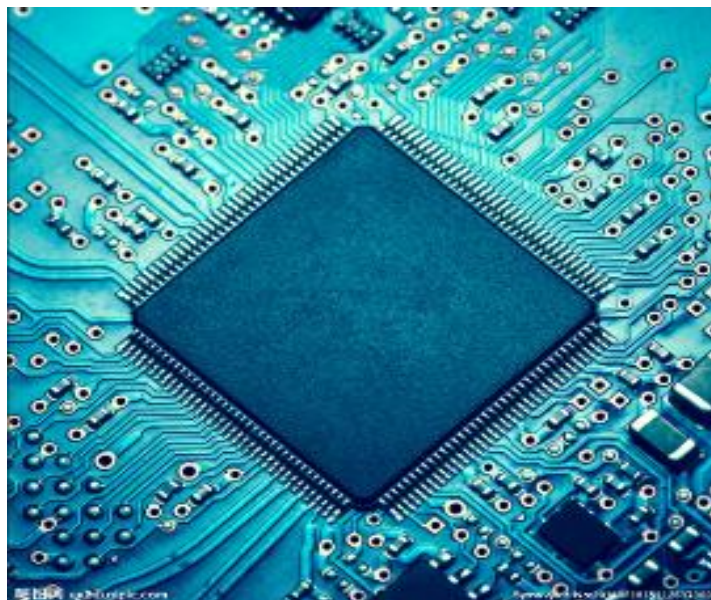


缺“芯”缺在哪？

芯片制造的三步骤：

- 第一，提炼高纯度二氧化硅，做成比纸还薄的晶圆；
- 第二，在晶圆上用激光刻出数十亿条线路，铺满几亿个二极管和三极管；
- 第三，把每片晶圆切割封装好——目前指甲盖大小的芯片里能集成150亿个晶体管。

每一步，都需要极精细操作。





领导人和专家们

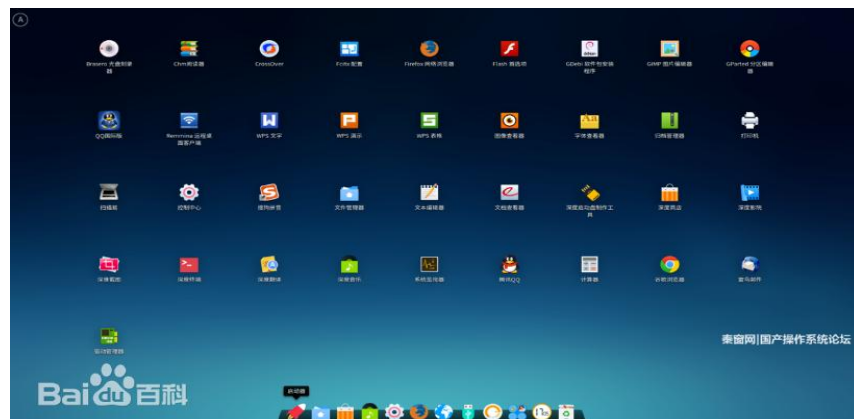
- 习近平总书记在全国网络安全和信息化工作会议上的重要讲话指出，核心技术是国之重器。要下定决心、保持恒心、找准重心，加速推动信息领域核心技术突破
- 中国工程院院士李国杰表示，国家芯片水平从某种程度上反映了国家的整体水平。“从设计、加工到设备配套，芯片产业链漫长，涉及领域广，尤其需要经验的累积。”李国杰坦言，“不是说砸钱下去就能把差距追平。”
- 中科院计算技术研究所研究员包云岗认为，差距的形成和拉大，在一定程度上是由于我国错过了一个时代。上世纪七八十年代，国际芯片产业开始发展并迎来腾飞。“每种芯片发展到今天这样的成熟度，差不多需要万人/年的投入，而且是长期投入。”
- 中科院计算技术研究所研究员、龙芯处理器负责人胡伟武感叹，没想到美国这么快就出了张“大王”。如果禁运发生在五年后，我们或许能应对得更加从容。



操作系统

国产操作系统

- 1. 深度Linux ([Deepin](#))
- 2. 优麒麟 (UbuntuKylin)
- 3. [中标麒麟](#) (NeoKylin) ;
- 4. 威科乐恩Linux (WiOS)
- 5. 起点操作系统 (StartOS 原[雨林木风OS](#)) ;
- 6. [凝思磐石安全操作系统](#);
- 7. 共创Linux;
- 8. [思普操作系统](#);
- 9. 中科方德桌面操作系统
- 10. 普华Linux (I-soft OS) ;
- 11. RT-Thread RTOS
- 12. 中兴新支点操作系统
- 13. 一铭操作系统
- 14. springLinux
- 15. 红旗 linux (redflag linux)





华为任正非

- 任正非先生是一个很有忧患意识的人，早早就担心“断粮”，早在2012年9月，他就说道：“**华为现在做终端操作系统是出于战略的考虑，如果他们突然断了我们的粮食，Android系统不给我用了，Windows Phone 8系统也不给我用了，我们是不是就傻了？**”
- 他还说到：“**同样的，我们在做高端芯片的时候，我并没有反对买美国的高端芯片。我认为要尽可能地用他们的高端芯片，好好的理解它。只有他们的芯片不卖给华为的时候，华为就可以大量用自己的芯片，因为尽管华为的芯片稍微差一点，但能凑合用上去。**”
- 任正非说，“**我们做操作系统，和做高端芯片是一样的道理，主要是让别人允许我们用，而不是断了我们的粮食。断了我们粮食的时候，备份系统要能用得上**”



操作系统

- 希望同学们认真学习计算机科学与技术专业课；
- 精通把握操作系统的基础知识；
- 早日投身和研发国产操作系统并为大众所用。



第一章：操作系统概论



操作系统概观

操作系统形成与发展

操作系统基本服务和用户接口

操作系统结构和运行模型

流行操作系统简介



1.1 操作系统概观

1.1.1 操作系统与计算机系统

1.1.2 操作系统的资源管理技术

1.1.3 操作系统定义和作用

1.1.4 操作系统功能和特性

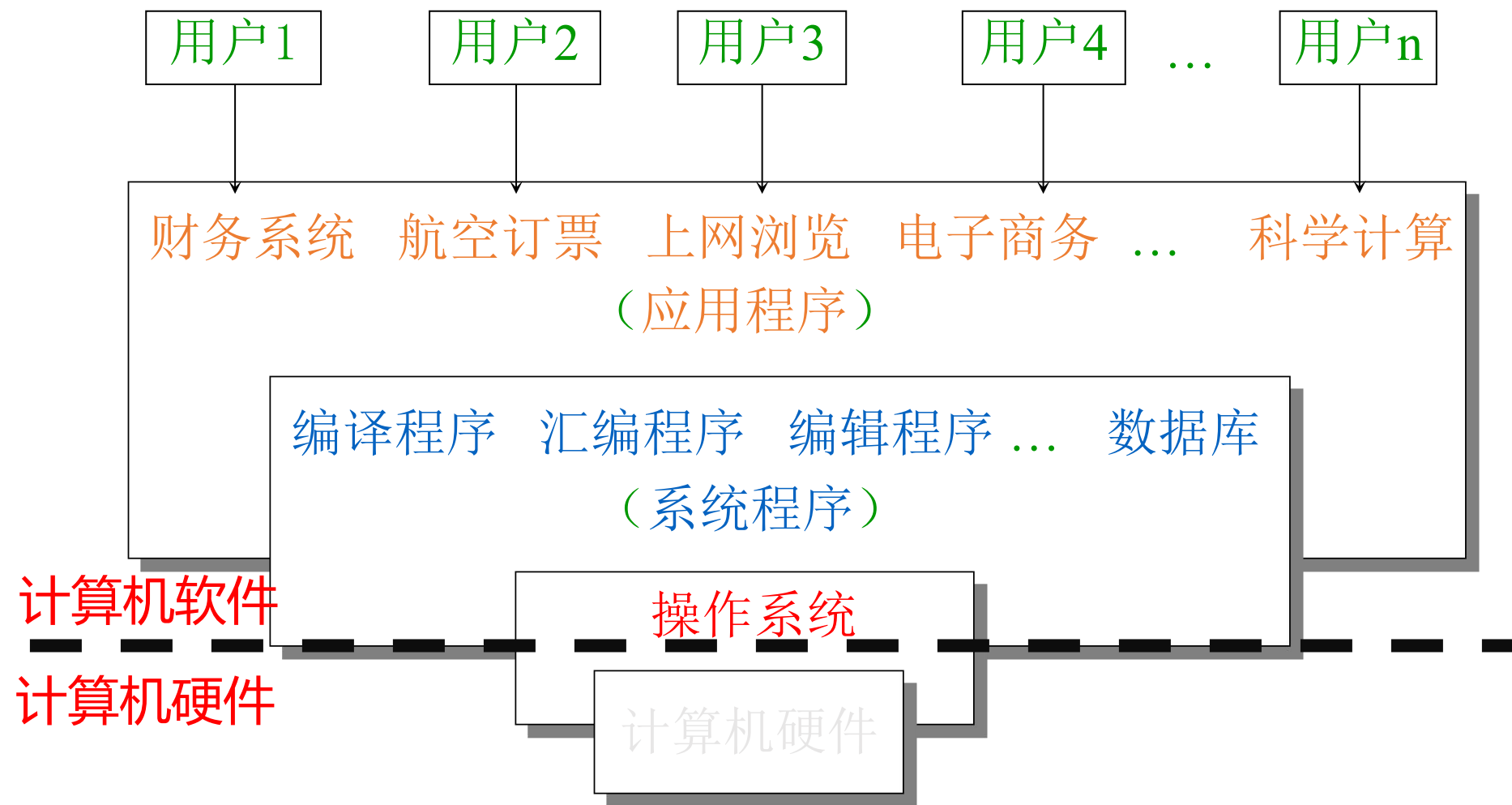


1.1.1 操作系统与计算机系统

- 仔细考察以计算机为核心的信息处理技术系统，我们就必须承认，这样的系统由两大部分组成，服从物理运动规律的机器硬件系统（世界1）和人类的精神活动产品软件（计算机程序软件，它应当而且只能被看作是世界3）。



1.1.1 操作系统与计算机系统

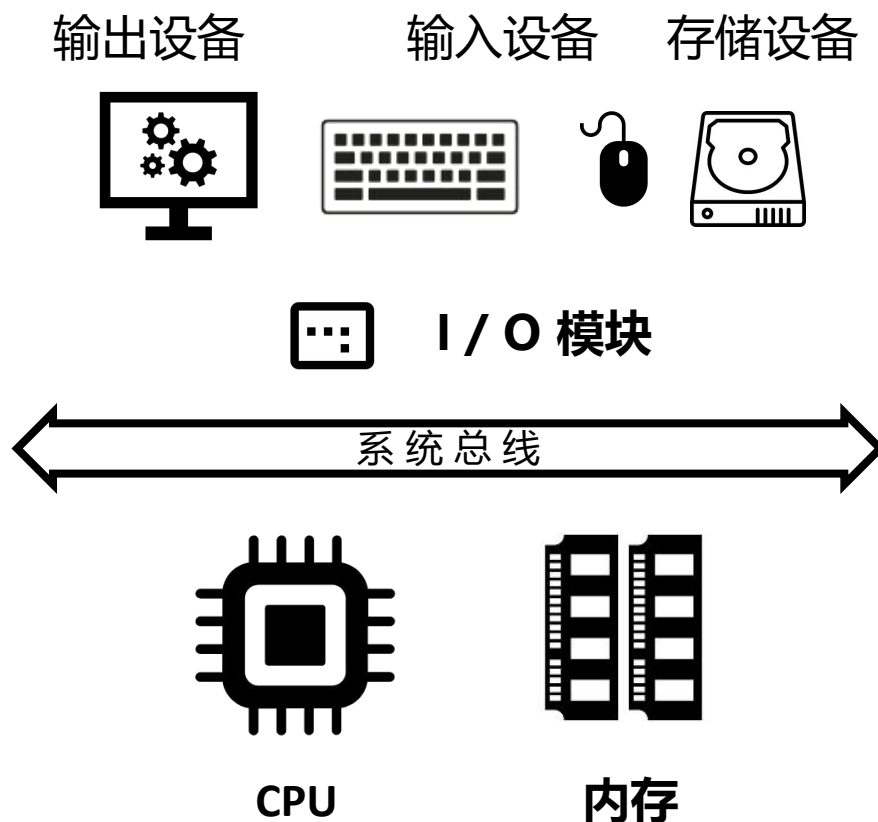




1.1.1 a. 计算机硬件系统

- 计算机硬件系统

- 中央处理器
 - 运算单元
 - 控制单元
- 主存储器
- 外围设备
 - 输入设备
 - 输出设备
 - 存储设备
 - 网络通信设备
- 总线



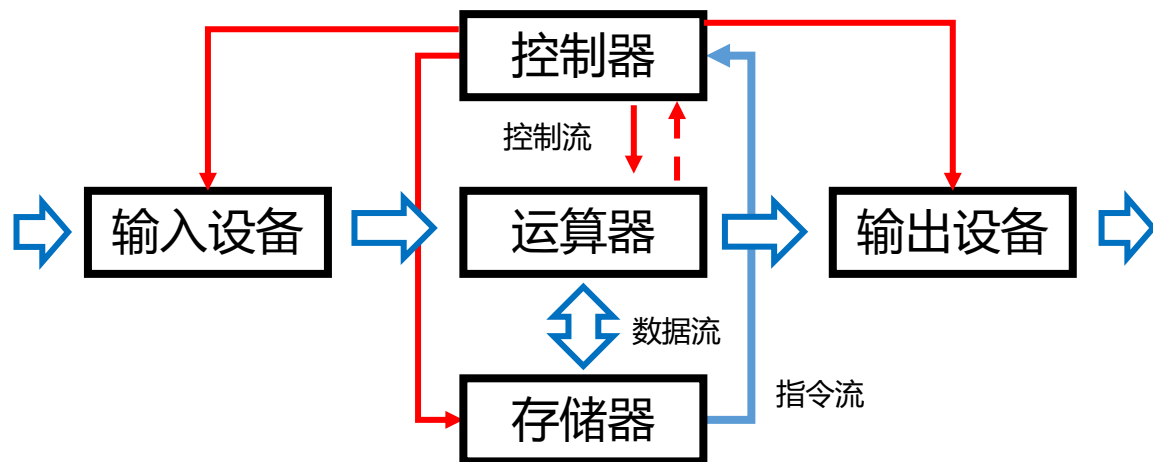


1.1.1 a. 计算机硬件系统

• 存储程序计算机模型



约翰·冯·诺伊曼
(John von Neumann)



• 分离计算单元与存储单元

- 以运算单元为中心，由指令流产生控制流
- 存储程序，程序可以在运行时自我修改，产生数据流
- 主存按照地址访问，是线性编址的空间
- 指令由操作码和地址码组成
- 数据以二进制编码



1.1.1 b. 计算机软件系统

- 软件应用的层次解决示例

- 拿手机听音乐刷微博时，收到了一条双11秒杀团购短信，想要打开日历来设置一条提醒信息；

1. 打开日历的时候不能中断音乐；
2. 日历软件安装在 SD 卡中，需要和其它软件一样打开；
3. 要把秒杀时间从短信中复制到日历中；
4. 正确获取由触屏输入的数据/指令；
5. 输入的提醒事项要存储到 SD 卡中去；



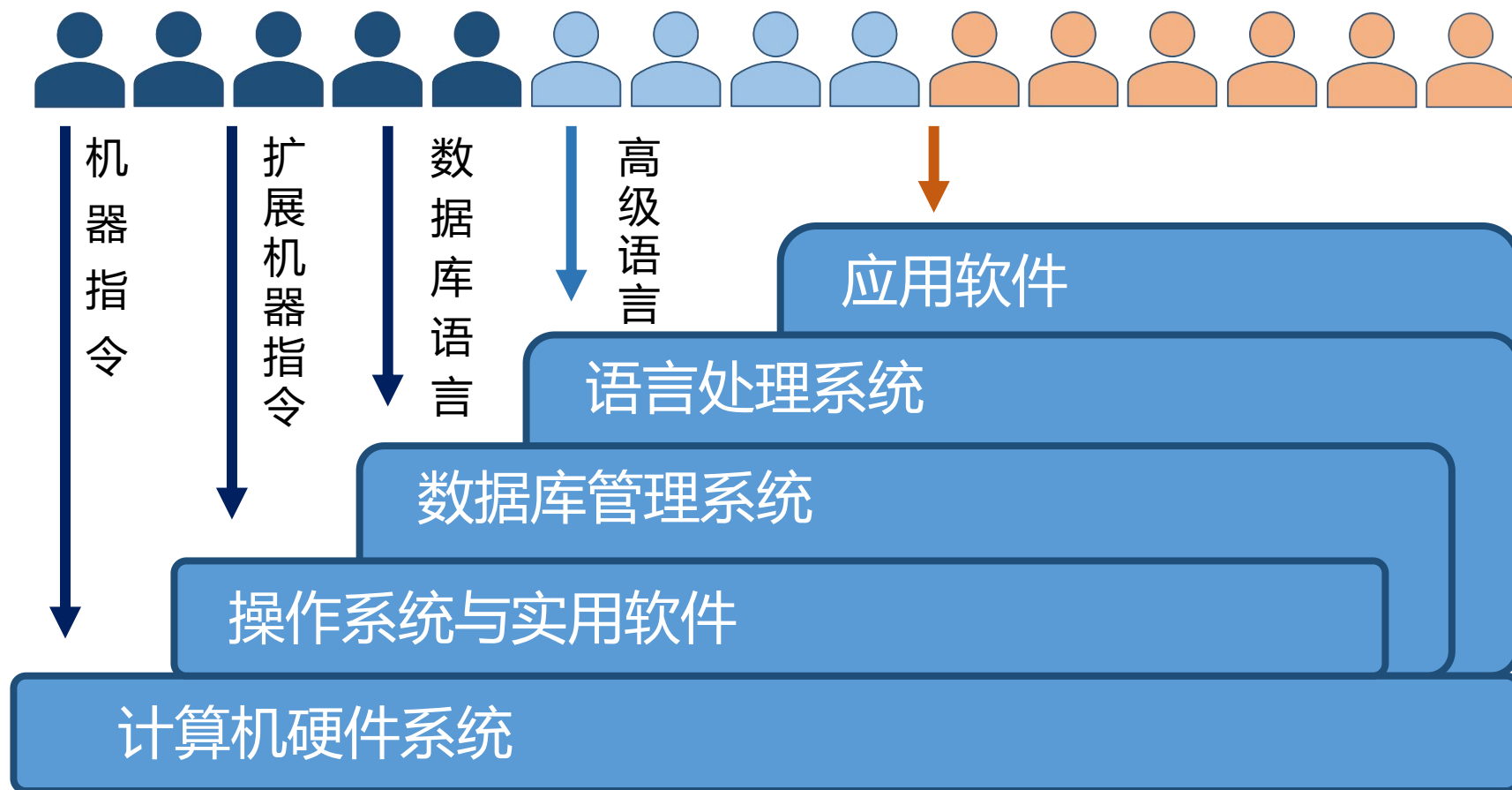
1.1.1 b. 计算机软件系统

1. 日历应用可能是用 Java 写的，或者是 C++，或者是 ...
2. 应用可能安装在不同硬件平台上，华为、苹果、锤子 ...
3. 应用被安装在 SD 卡上，SD 卡的品牌有很多种 ...
4. 应用交互的手段多样，触屏、鼠标、键盘 ...
5. 应用打开时环境多样，听音乐、写论文、模型训练 ...
6. 以及 ?



1.1.1 b. 计算机软件系统

- 计算机软件的分层结构





1.1.1 操作系统与计算机系统

1. 应用程序层

- 解决用户不同的应用问题，应用程序开发者借助程序设计语言来表达应用问题，开发各种应用程序，操作系统和硬件组成了一个运行平台，其他软件都运行在这个平台上

2. 支撑软件层

- 建立在操作系统改造和扩充过的机器上，提供扩展指令集，实现各种语言处理程序、数据库管理系统和其他系统程序。



1.1.1 操作系统与计算机系统

3. 系统软件层

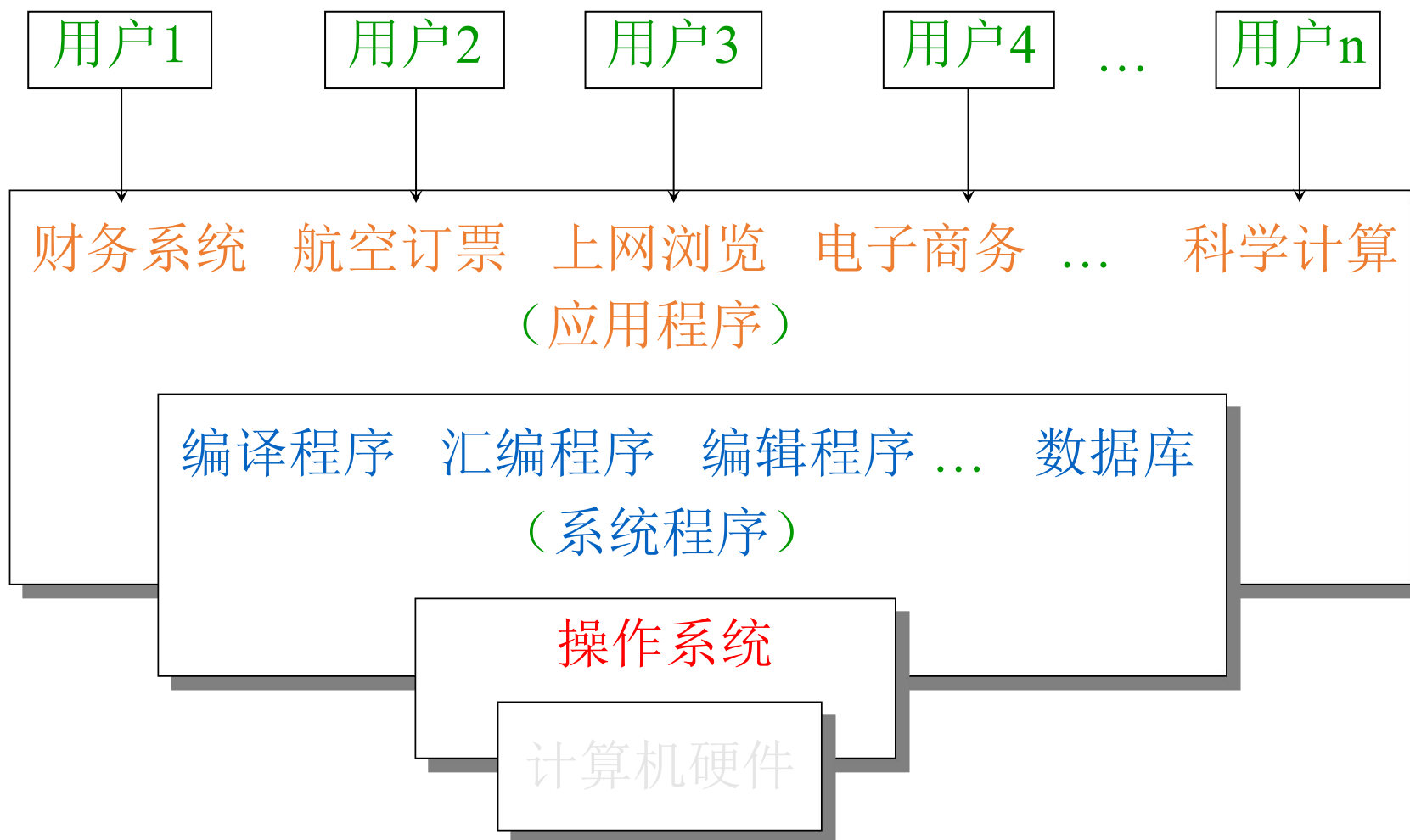
- **最靠近硬件的一层软件**，对硬件作扩充和改造，提供了操作系统接口，为编译程序、编辑程序、数据库系统等的设计者提供有力支撑。操作系统还要做资源的调度和分配，信息的存取和保护，并发活动的协调和控制等许多工作

4. 计算机硬件层

- **操作系统赖以工作的基础**，也是操作系统设计者可以使用的功能和资源



1.1.1 操作系统与计算机系统





1.1.1 b. 计算机软件系统

- **应用软件：**基于用户需求编写、安装的专用程序
- **支撑软件：**实用程序、语言处理程序、数据库管理系统
 - 实用程序：解决基础用户应用，如文本编辑器、画图板等
 - 语言处理程序：把程序代码翻译成可执行机器语言，如 `javac`
 - 数据库管理系统：在软件层面再次对处理程序与数据分离的软件，如 Oracle, MySQL等
- **系统软件：**操作系统
 - 操作系统：管理与控制各类软硬件资源



1.1.1 操作系统与计算机系统

- 操作系统与支撑、应用软件层次的区别：
 - 操作系统有权分配物理硬件资源
 - 其它上层软件只能通过操作系统来使用资源
- 操作系统用于隔离硬件与其它上层软件



1.1.1 操作系统与计算机系统

- 操作系统的主要任务之一就是对资源进行管理
 - 物理资源有限
 - 物理资源在硬件实现上的复杂性

处理器资源

第 2 章

处理器管理

第 3 章

同步、通信
和死锁

内存资源

第 4 章

存储管理

I/O资源

第 5 章

设备管理

数据资源

第 6 章

文件管理

系统安全

第 7 章

操作系统
安全与保护



1.1.1 b. 计算机软件系统

- 软件应用的层次解决示例

- 拿手机听音乐刷微博时，收到了一条双11秒杀团购短信，想要打开日历来设置一条提醒信息；

1. 要把日历的程序从SD卡复制到内存中；（存储管理）
2. 打开日历的时候不能中断音乐；（进程管理）
3. 要把秒杀时间从短信中复制到日历中；（进程通信）
4. 正确获取由触屏输入的数据/指令；（设备管理）
5. 输入的提醒事项要存储到外设中去；（文件系统）



1.1 操作系统概观

1.1.1 操作系统与计算机系统

1.1.2 操作系统的资源管理技术

1.1.3 操作系统定义和作用

1.1.4 操作系统功能和特性



1.1.2 操作系统资源管理技术

- 操作系统扩展物理计算机的功能，使之成为接口好、功能强、效率高、易使用的计算机系统，称为虚拟机
 - 注意和 JVM，VM，容器等概念的区别



1.1.2 资源管理主要技术

- **复用：** 多个进程共享有限的物理资源
- **虚拟：** 把一个物理资源变成多个逻辑对应物

资源有限

- **抽象：** 屏蔽资源复杂性，提高资源易用性

复杂

- 组合使用抽象和虚拟技术



1.1.2-a 资源复用

- 计算机系统的物理资源宝贵并且稀有
 - 系统内有多个进程竞争使用资源
- 资源复用：让众多进程共享有限的物理资源

空分复用

space-
multiplexed
sharing

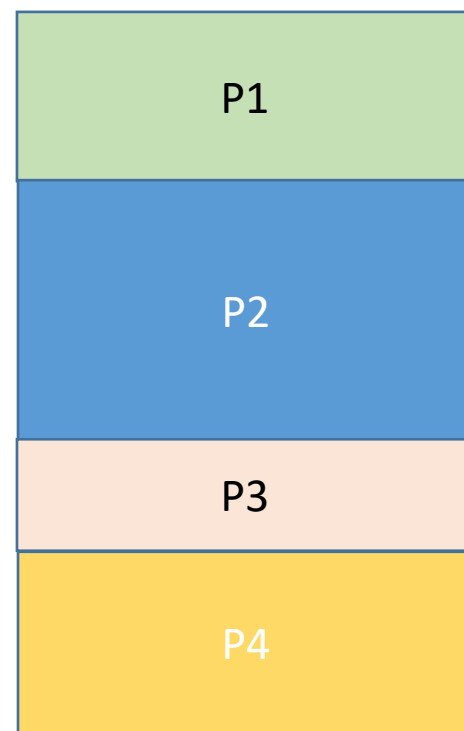
时分复用

time-
multiplexed
sharing



1.1.2-a 空分复用共享

- 资源可以从空间上分割成更小的单元进行使用
 - 内存被划分成不同的单元（第4章）
 - 连续存储管理
 - 分页、分段存储管理
 - 虚拟存储管理
 - 硬盘被划分成不同的区域（第5章）
 - 磁盘分区、柱面、簇、扇区





1.1.2-a 时分复用共享

- 单一进程必须通过独占方式来使用资源
- 不能将资源划分成更多和更小的单位
- 从时间上进行分割，形成时间片，确保在单一时间片内，进程对资源是独占的
 - 处理器：中断、抢占、调度算法、共享过程中的进程通信、同步（第2，3章）
 - 设备I/O：虚拟设备，驱动调度算法（第5章）



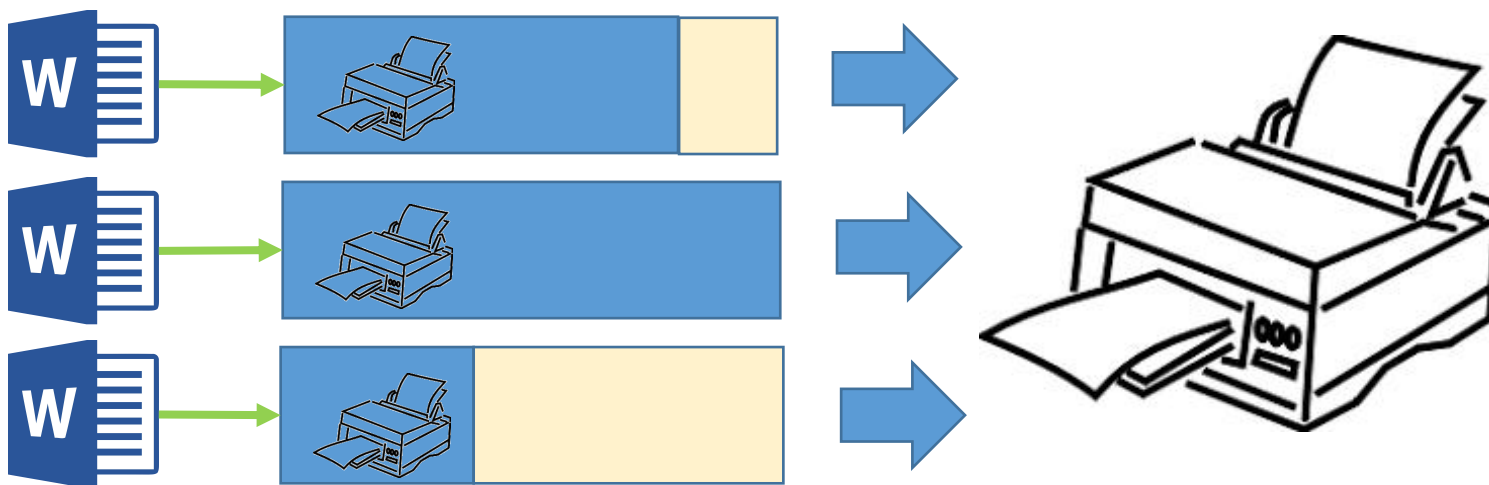
1.1.2-a 资源复用

- 进程能够空分复用主存资源进入主存
- 进程可以时分复用处理器以执行代码
- **多道程序设计：**多个进程共享硬件的技术



1.1.2-b 资源虚拟

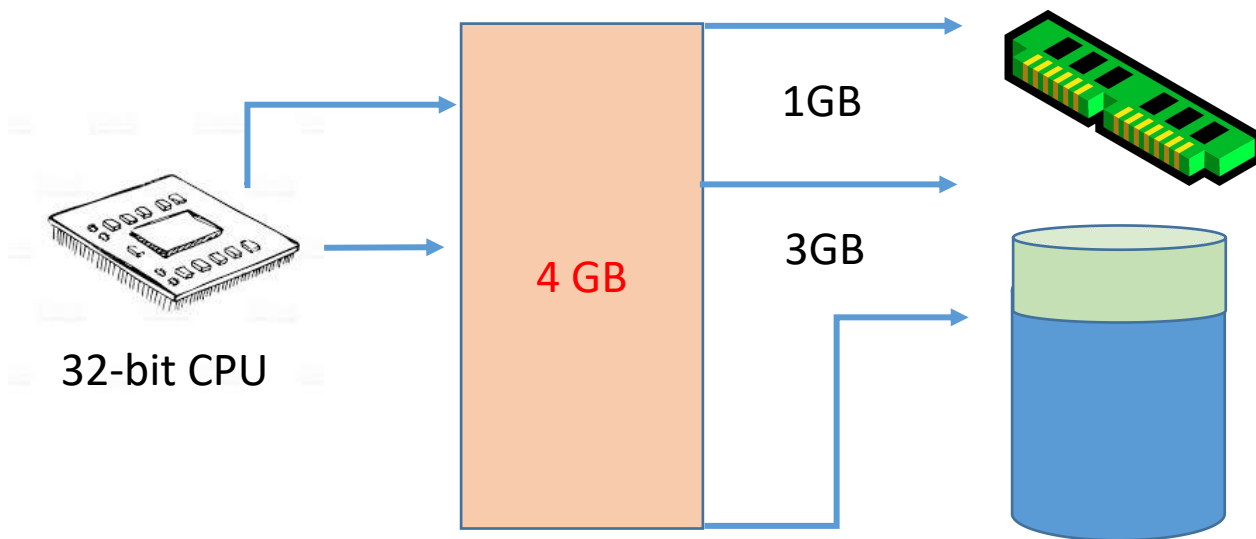
- 对资源进行转化、模拟或整合, 把一个物理资源转变为逻辑上的多个对应物
- 解决某类物理资源数量不足的难题, 为应用程序提供更易于使用、高效的虚拟资源





1.1.2-b 资源虚拟

- 对资源进行转化、模拟或整合, 把一个物理资源转变为逻辑上的多个对应物
- 解决某类物理资源数量不足的难题, 为应用程序提供更易于使用、高效的虚拟资源

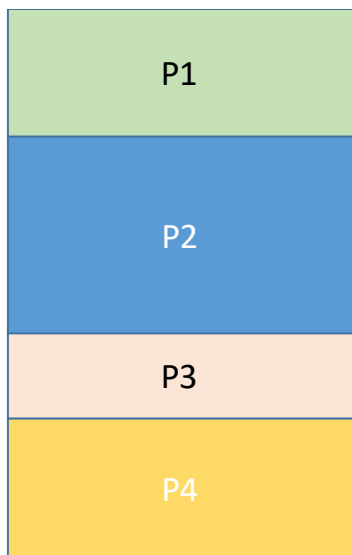




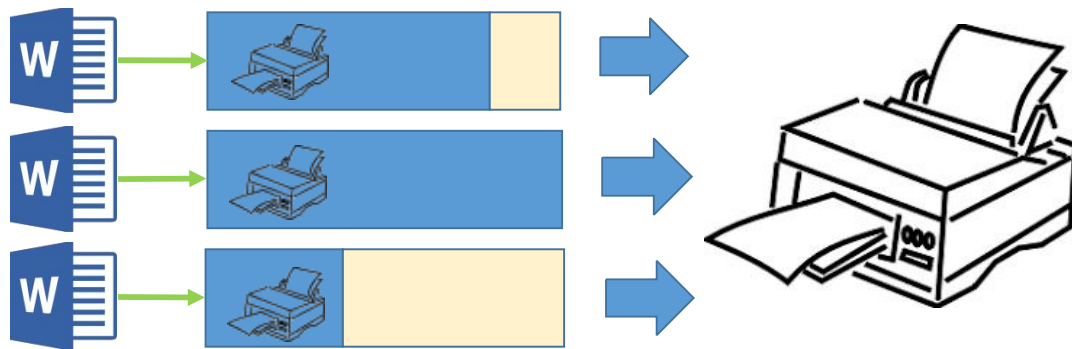
1.1.2-b 资源虚拟

- 虚拟和复用比较

- 复用 **分割实际存在的物理资源**，解决 **有限** 资源利用不充分的问题
- 虚拟 **创建假想的逻辑同类资源**，解决 **有限** 资源不足的问题



复用技术

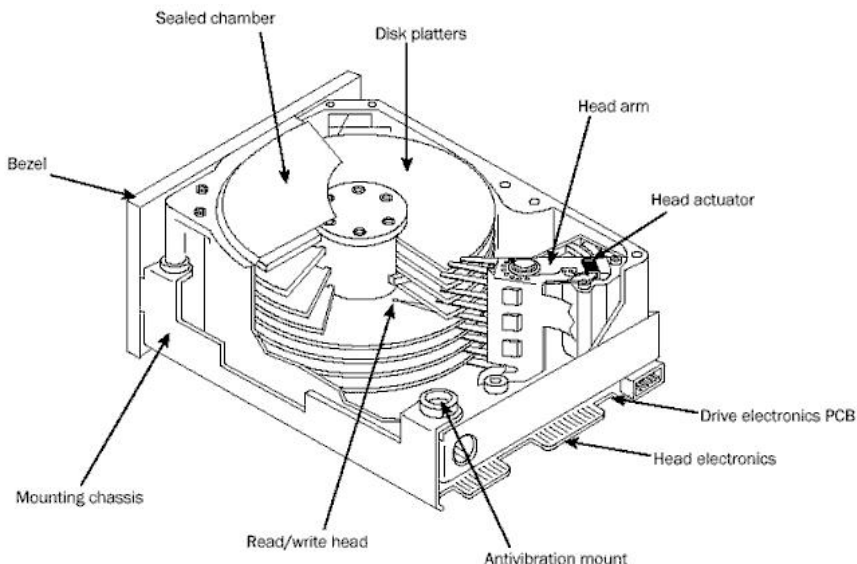


虚拟技术



1.1.2-c 资源抽象

- 用于处理系统的复杂性，重点解决资源的易用性
 - 通过创建软件来屏蔽硬件资源的物理特性和接口细节
 - 简化对硬件资源的操作、控制和使用
 - 不考虑物理细节对资源执行操作

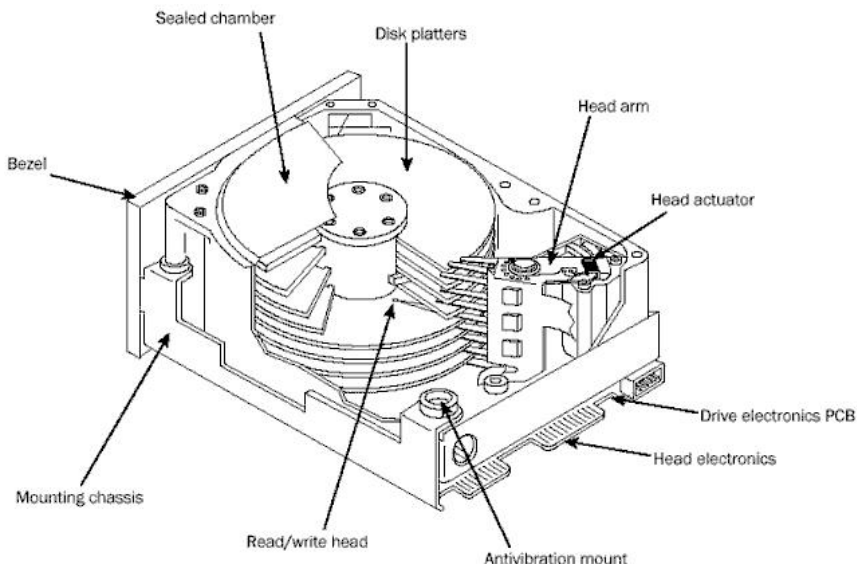


load(block, length, device);
seek(device, track);
out(device, sector);



1.1.2-c 资源抽象

- 用于处理系统的复杂性，重点解决资源的易用性
 - 通过创建软件来屏蔽硬件资源的物理特性和接口细节
 - 简化对硬件资源的操作、控制和使用
 - 不考虑物理细节对资源执行操作

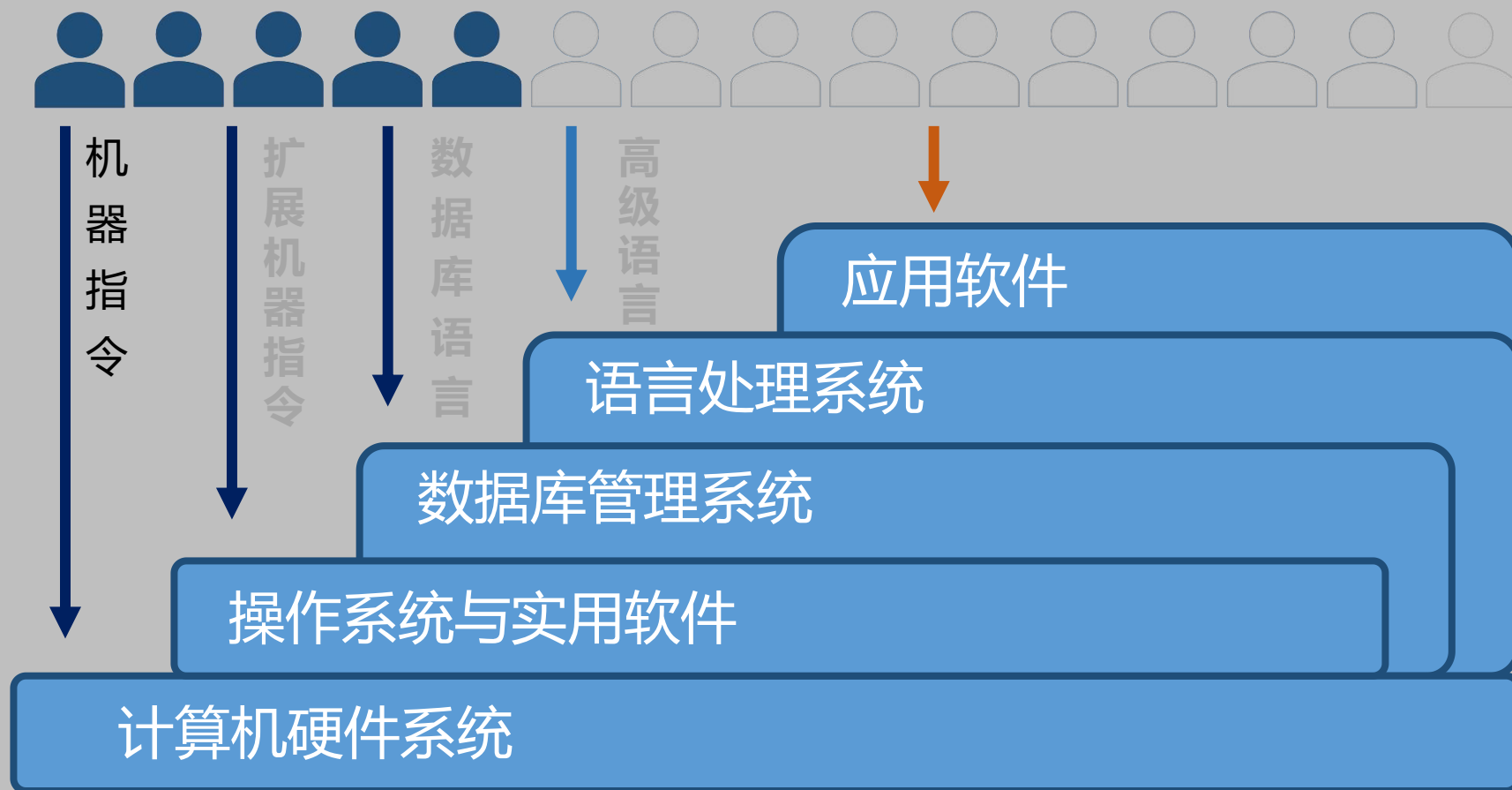


Read (Output)
/
Write (Input)



1.1.1 b. 计算机软件系统

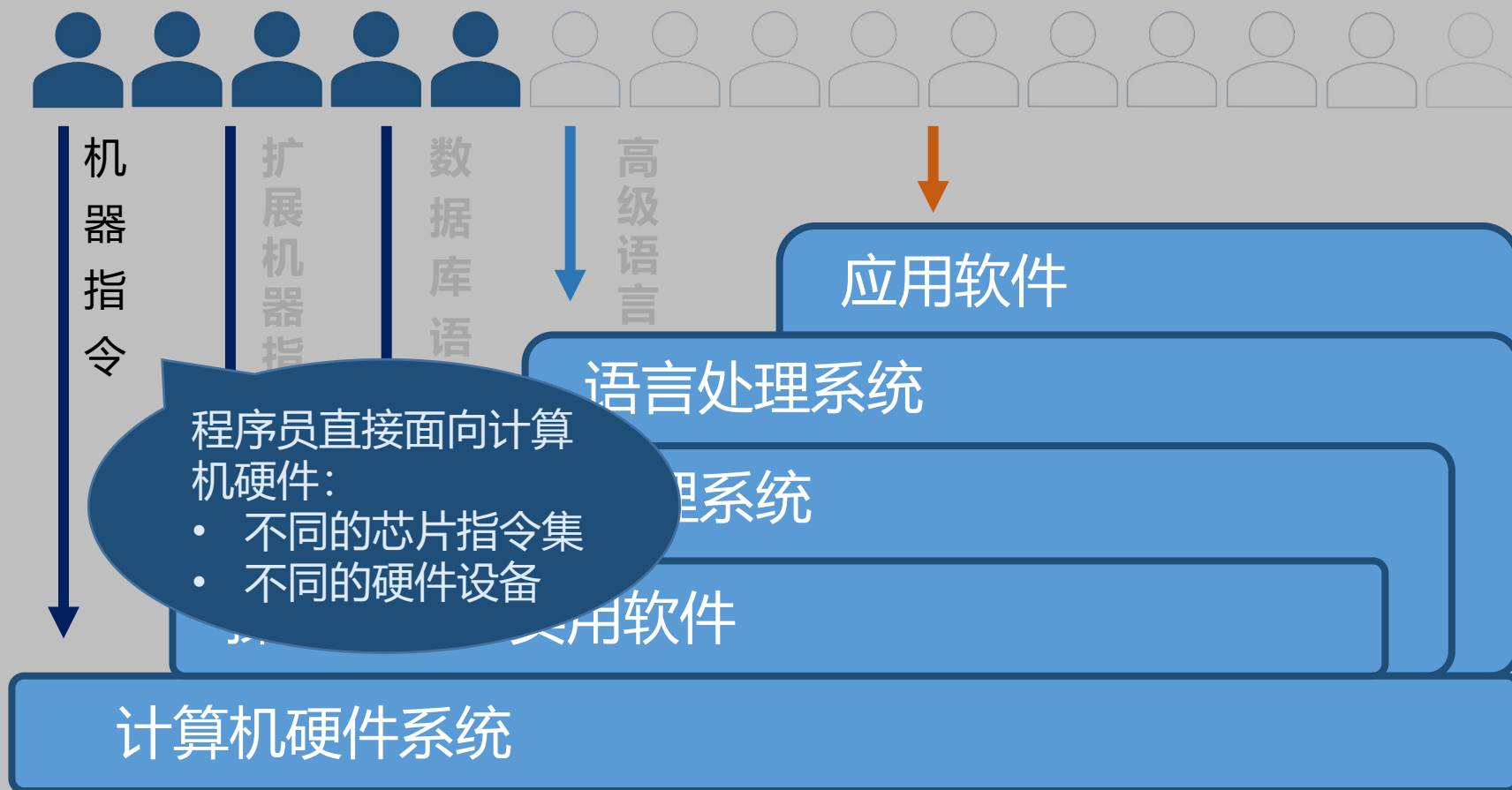
- 计算机软件的分层结构





1.1.1 b. 计算机软件系统

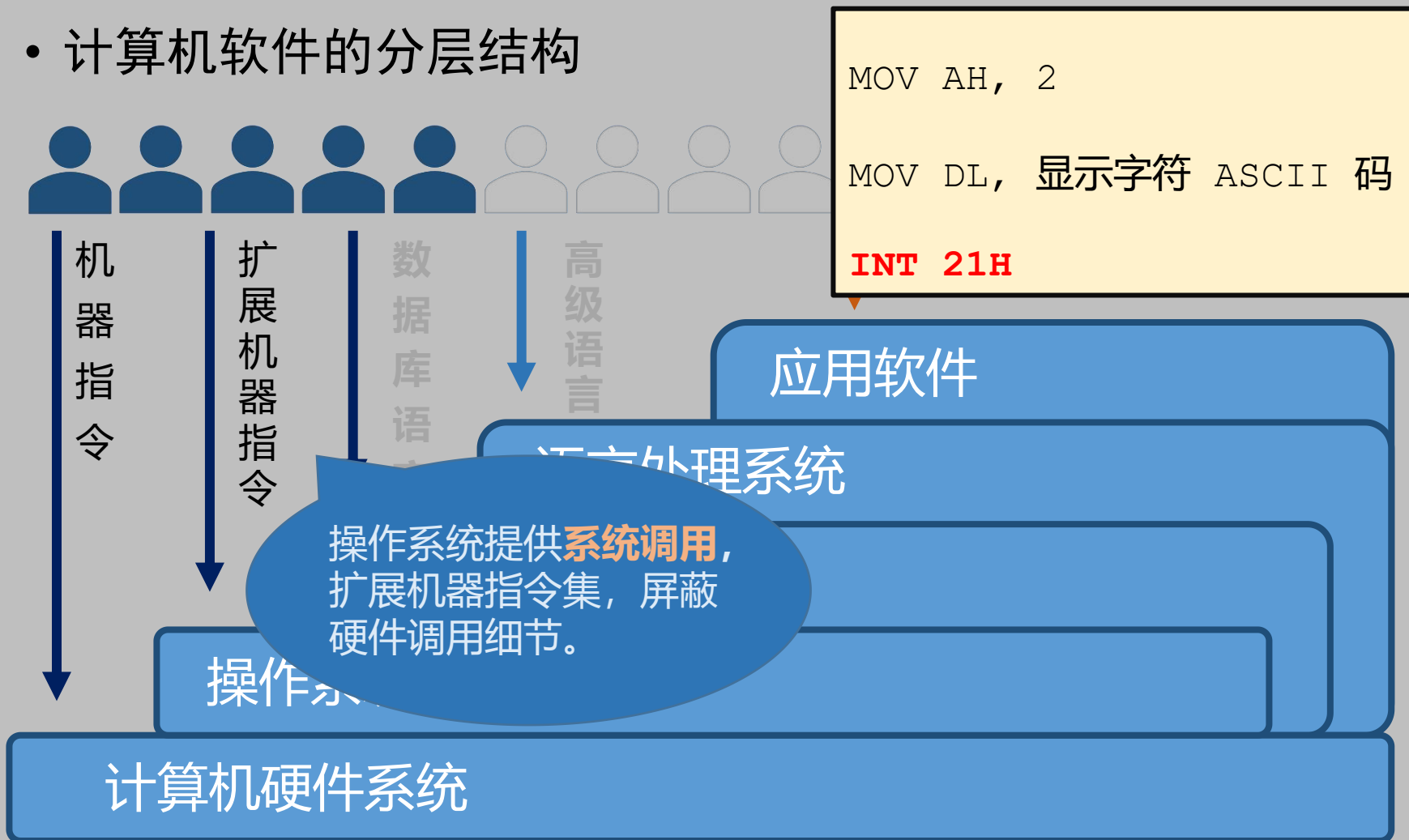
• 计算机软件的分层结构





1.1.1 b. 计算机软件系统

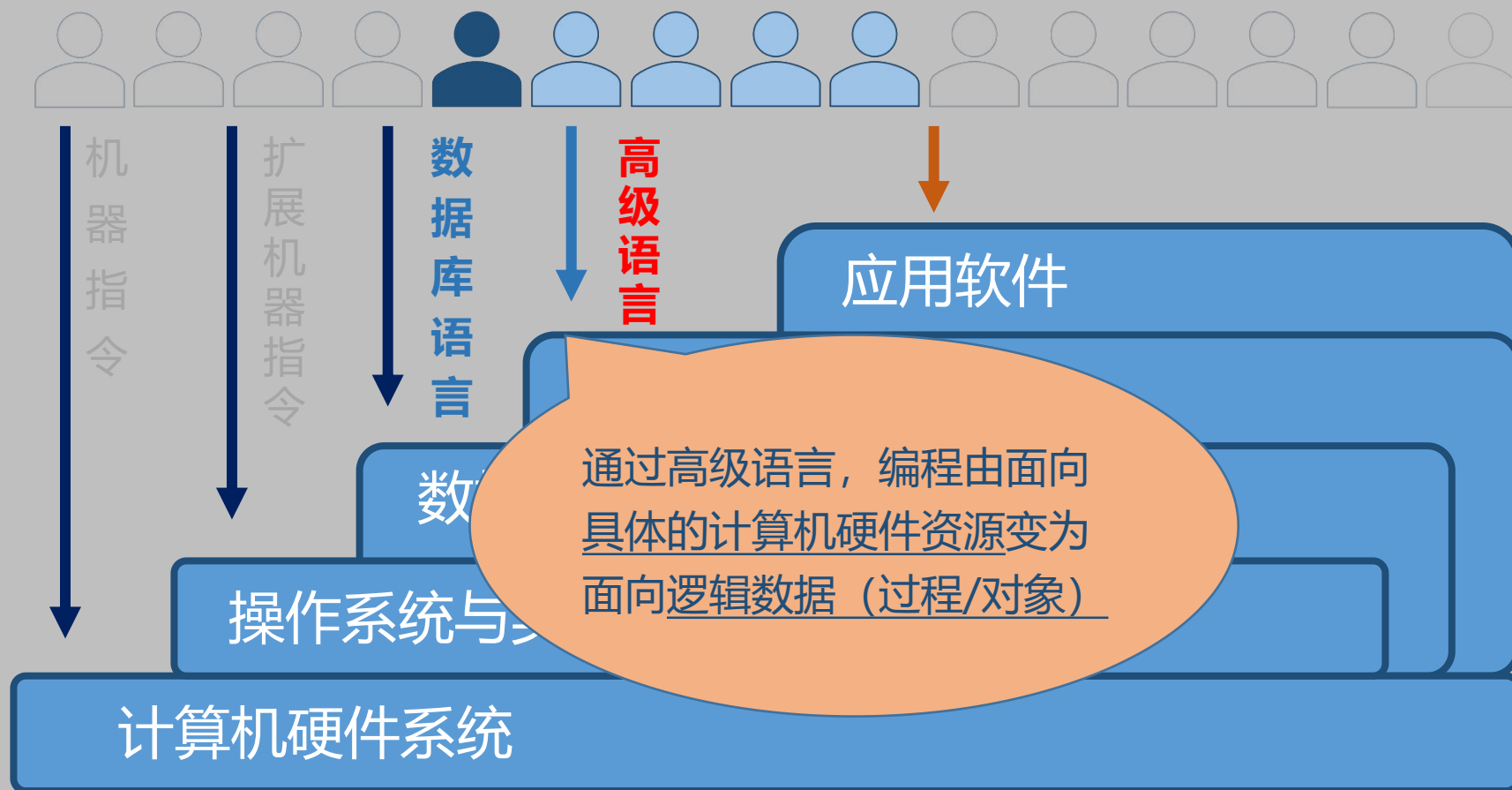
- 计算机软件的分层结构





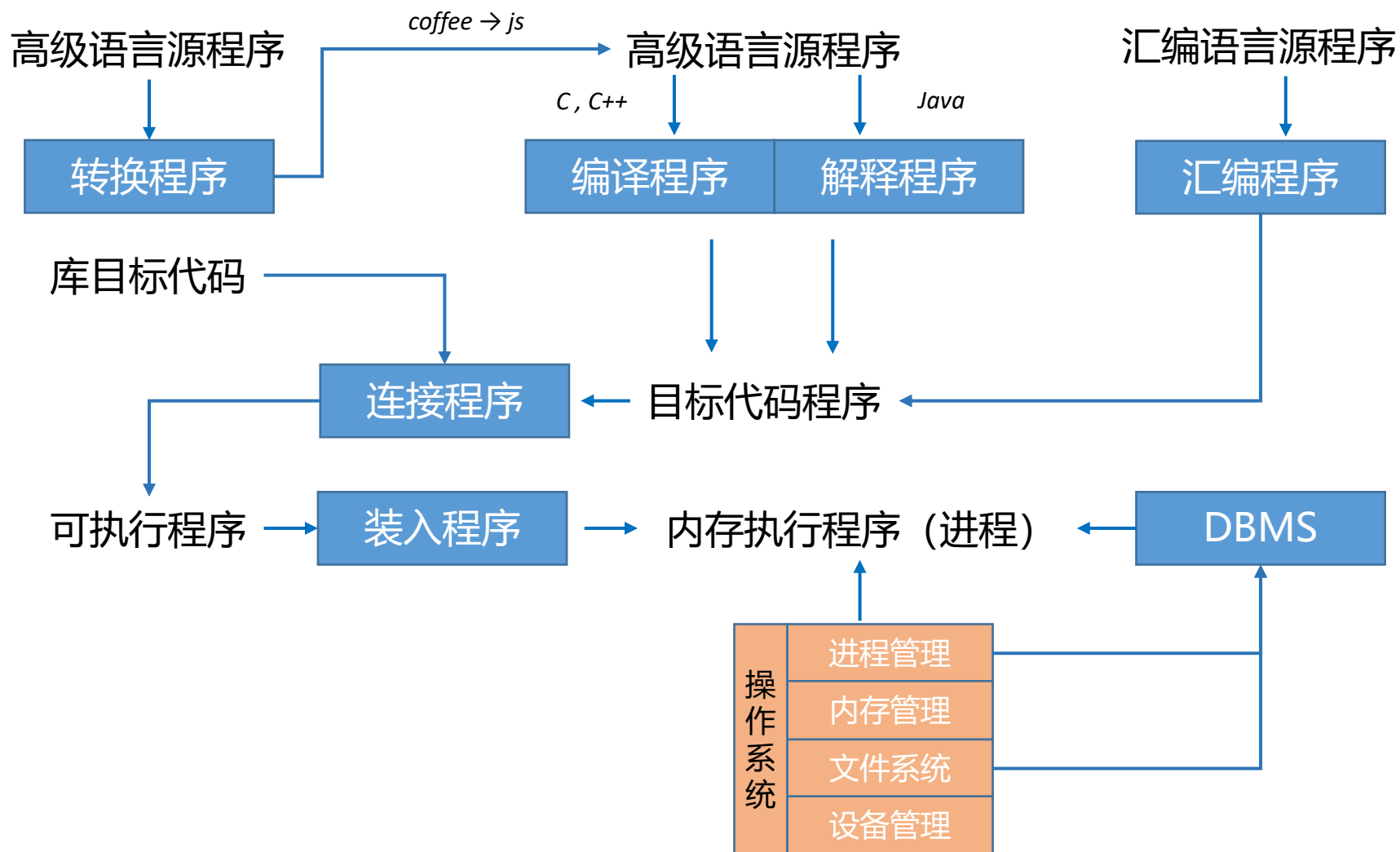
1.1.1 b. 计算机软件系统

- 计算机软件的分层结构





1.1.2-d 程序执行过程





1.1.2 组合资源管理

- 对于某一类资源，往往同时实施抽象和虚化技术

- **打印机**

- 既配置打印函数（利用设备驱动程序，简化操作接口）
- 又实施SPooling技术（虚拟多个设备）

- **显示器**

- 既提供输出函数
- 又使用窗口软件（多个进程，共享一个屏幕）



回顾

- 计算机系统分为哪四层？从上向下看
- 系统软件与支撑、应用软件的区别？
- 冯·诺伊曼体系结构包括哪几个部分？
- 操作系统的主要任务？分为几大任务？
- 操作系统资源管理的主要技术包括？
- 资源复用分为哪两种？试举例说明
- 什么是虚拟化？试举例说明
- 什么是抽象？试举例说明
- 试列举说明组合使用资源管理的例子？



1.1.2 OS的基础抽象

- 计算机系统的物理资源分为：

1. 计算及存储类

- 处理器
- 主存

2. 接口类

- 辅助存储器
- 外部设备



1.1.2 操作系统的基础抽象

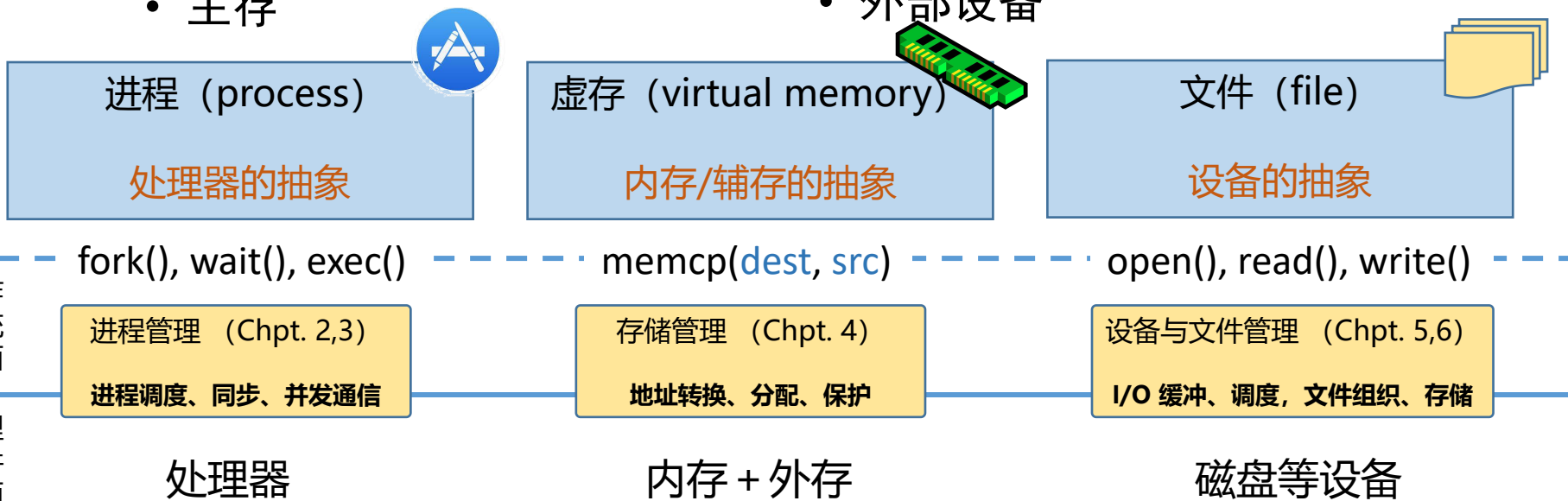
- 计算机系统的物理资源分为：

1. 计算及存储类

- 处理器
- 主存

2. 接口类

- 辅助存储器
- 外部设备





1.1.2 进程抽象

- **进程**：是对于进入主存的**当前运行程序**在处理器上操作的**抽象状态集**
 - 每个进程都是独立执行的单元，需要完全占用处理器
 - 从用户角度看，多个进程在**并发执行**；从操作系统角度看，这些进程时分复用处理器资源，每个进程占据固定长度的时间片
 - 从程序员角度看，可以使用 `fork()`，`wait()` 等**系统调用**，来抽象地使用处理器资源
 - 不必感知通用寄存器、堆栈指针、程序状态字等物理细节



1.1.2 虚存抽象

- **虚存**：每个**进程**在运行时需要独占一个完整的、硕大的寻址空间
 - 物理内存需要被多个进程空分复用，需要抽象成为虚拟主存，通过**地址转换**来实现进程所需**逻辑地址**和**物理地址**之间的映射
 - 物理内存空间有限，需要通过将磁盘扩展成为辅存，将虚拟主存中的部分内容存储在磁盘上，来提供给用户一个完整的寻址空间



1.1.2 文件抽象

- **文件**：将数据字节映射到存储设备的物理块中，形成可命名的逻辑字节流。
 - 用户不需要了解数据的存储位置、传输方法
 - 通过文件系统对文件进行统一管理
 - 除处理器和内存外，磁盘、键鼠、显示器、网络等外部设备都是I/O设备，存在一一对应的设备文件，由操作系统的统一管理

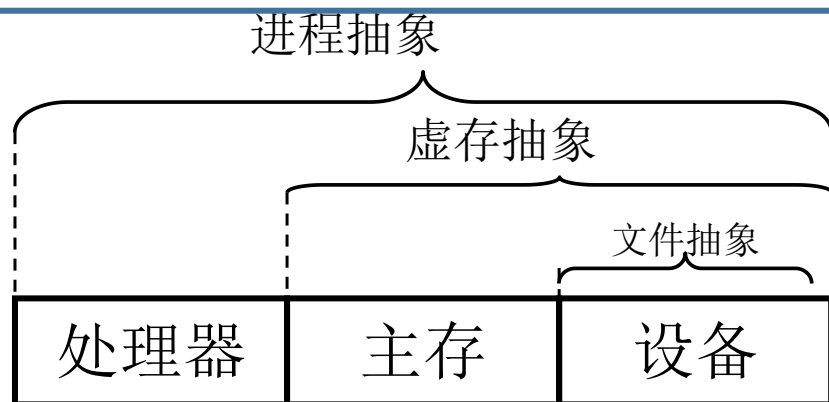


1.1.2 操作系统的基础抽象

- 操作系统担负两项基本任务
 - 防止硬件资源被失控的应用程序滥用
 - 屏蔽复杂的硬件操作细节

基础抽象间存在包含关系

- 进程的执行依赖对存储的抽象
- 虚存的管理又依赖对文件的抽象





1.1.2 其他资源抽象

- 对其他低层硬件资源也进行抽象
 - 中断
 - 时钟
 - 网络接口
- 一些没有特定基础硬件的软件资源也可被抽象
 - 消息
 - 信号量
 - 共享数据结构

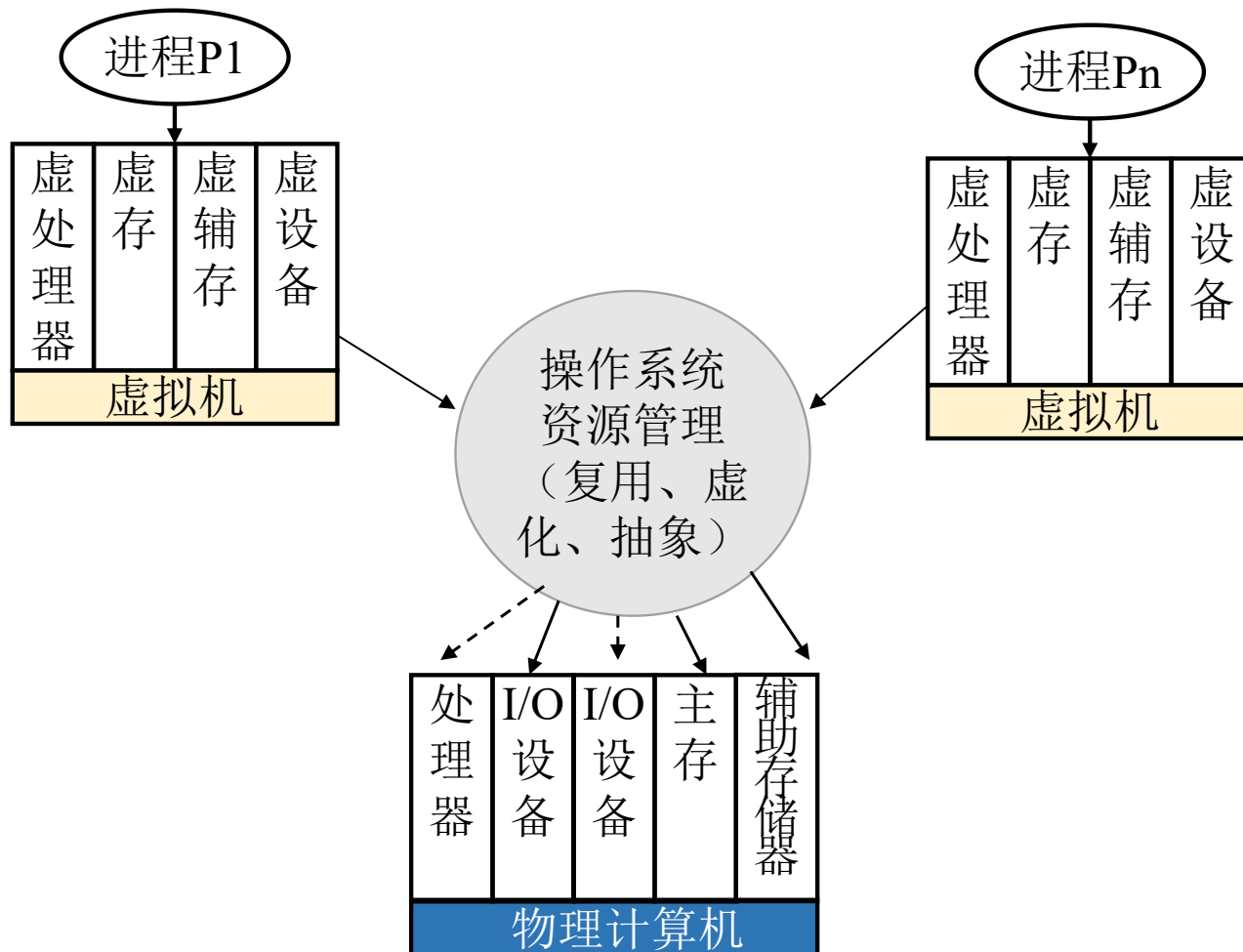


1.1.2 操作系统虚拟机

- 操作系统提供了简单、清晰、易用和高效的虚拟计算机
- 每个进程
 - 利用时分复用共享，可以独占处理器（时间片）
 - 利用虚存管理，获得了完整的内存寻址空间
 - 利用文件系统，实现对外部（虚拟）设备的高效访问
- 所有复杂的硬件处理系统由操作系统屏蔽



1.1.2 操作系统虚拟机





1.1 操作系统概观

1.1.1 操作系统与计算机系统

1.1.2 操作系统的资源管理技术

1.1.3 操作系统定义和作用

1.1.4 操作系统功能和特性



1.1.3 操作系统定义和作用

1. 管理系统资源
2. 控制程序执行
3. 改善人机界面
4. 提供各种（系统调用）服务
5. 合理组织计算机工作流程
6. 为用户方便有效使用计算机提供良好运行环境



1.1.3 操作系统定义和作用

- 可以从 4 种常用观点来看待操作系统的作用
 - 系统实现观点
 - 以计算机物理实体机为基础，按某种结构添加层次或模块
 - 每添加一层，就形成一次新的抽象
 - 每添加一个模块，就增加一点新的系统功能
 - 从而使用户获得较基础硬件更为丰富、强大的软件支持



1.1.3 操作系统定义和作用

- 可以从 4 种常用观点来看待操作系统的作用

- 资源管理观点

- 所有分配给用户使用的各类软硬件设施都是资源
 - 软件资源（程序和**数据**）
 - 硬件资源（**处理器**、**存储器**、**外部设备**）
- 通过对资源进行**复用**、**虚拟**、**抽象**，制定资源分配策略，来满足**多用户**对资源的使用需求
- 方便用户使用，实现资源共享，提高资源利用率和整体系统效率



1.1.3 操作系统定义和作用

- 可以从 4 种常用观点来看待操作系统的作用
 - 进程交互观点
 - 通过引入进程的概念，组织多道程序在计算机上的有序运行
 - 操作系统包含：
 - 多个独立进程，既有系统进程，也有用户进程
 - 一个对诸进程进行控制和协调的内核
 - 内核通过对硬件资源的管理，控制和协调各进程的运行，以及进程之间的同步、通信、死锁等问题



1.1.3 操作系统定义和作用

- 可以从 4 种常用观点来看待操作系统的作用

- 服务用户观点

- 满足用户需求与硬件效率间的差距
 - 基础硬件复杂、只提供基础机器指令集
 - 无法满足多个用户并发执行多个程序的要求
- 提供系统调用，扩展了机器指令集，是一种特殊的公共服务程序
- 提供良好的人机接口，能够高效、方便、安全、可靠地使用



1.1.3 操作系统定义和作用

- 操作系统既是“管理员”，又是“服务员”
 - 对内作为“**管理员**”，做好计算机系统软硬件资源的管理、控制与调度，提高系统效率和资源利用率
 - 对外作为“**服务员**”，是用户和硬件之间的接口和人机界面，为用户提供尽可能友善的运行环境和最佳服务



1.1 操作系统概观

1.1.1 操作系统与计算机系统

1.1.2 操作系统的资源管理技术

1.1.3 操作系统定义和作用

1.1.4 操作系统功能和特性



1.1.4 操作系统功能和特性

五大主要功能：

- 第2、3章：处理器管理
- 第4章：存储管理
- 第5章：设备管理
- 第6章：文件管理
- 网络与通信管理



1.1.4 操作系统功能和特性

- 处理器管理

- **目标**：最大限度提高处理器利用率，通过调度、分配和回收处理器资源，使多道程序能够同时执行
- 对处理器的管理即是对进程和线程的管理和调度
 - 引入**进程**概念，抽象程序执行状态
 - 引入**线程**概念，细化程序执行粒度

- 2.2 处理器中断技术：同步中断，异步中断
- 2.6 处理器调度层次与算法：低级调度（进程）；中级调度（虚存）；高级调度（作业）
- 3.2 进程互斥管理：临界区管理
- 3.3 进程同步管理：信号量和PV操作，经典同步问题
- 3.5 进程通信：信号，管道，共享内存，消息传递
- 3.6 死锁检测与恢复



1.1.4 操作系统功能和特性

- 存储管理

- **目标：**管理内存(和辅存)资源，支撑多道程序运行，提高存储空间利用率。

- 4.1 - 4.4
 - 内存分配与回收：连续空间分配、分页存储管理、分段存储管理
 - 地址转换、存储保护
- 3.5 内存共享
- 4.5 存储扩充：请求分页虚拟存储管理、请求段页式虚拟存储管理



1.1.4 操作系统功能和特性

- 设备管理

- **目标：**完成用户对各种外部设备的I/O请求，加快数据传输速度，发挥设备并行性，提高设备利用率；利用设备驱动程序，屏蔽硬件操作细节，提供简单的设备使用方法。

- 5.1 - 5.2 设备中断机制：发挥设备并行性，提高设备利用率
- 5.3 设备缓冲机制：加快数据传输速度
- 5.4 驱动调度技术：减少多道程序环境下数据平均查找时间
- 5.5 设备分配：维护设备独立性
- 5.6 虚拟设备：实现逻辑设备到物理设备的映射，共享设备驱动调度



1.1.4 操作系统功能和特性

- 文件管理

- **目标：**不同于处理器、存储和设备管理是针对计算机硬件资源的管理，文件管理针对的是信息（数据）资源的管理
- 程序和数据，都是以文件形式存储在外存中

- 6.1 对用户文件和系统文件，实现按名存取
- 6.2 通过文件目录管理，实现文件共享和安全性控制
- 6.3 提供文件逻辑组织和物理组织方法，实现文件数据的高效存取和使用
- 6.4 向用户提供一整套可以方便使用文件的操作和命令
- 6.5 实现文件存储空间管理，实现对不同大小文件的统一管理



1.1.4 操作系统功能和特性

- 在多用户多道程序环境下，操作系统应具备以下特性：
 - 并发性 (concurrency)
 - 共享性 (sharing)
 - 异步性 (asynchronism)



1.1.4 操作系统功能和特性

- 并发性 (concurrency)
 - 并发性：指两个或两个以上的事件或活动在**同一时间间隔内**发生
 - 并行性 (parallelism)：指两个或两个以上事件或活动在**同一时刻**发生
 - 多任务处理系统 (multi-tasking system)：同时存在若干个运行着的程序（包括操作系统程序和用户程序），利用并发性，这些程序交替、穿插地执行



1.1.4 操作系统功能和特性

- 利用系统并发性，可以：
 - 消除系统中部件之间的相互等待，有效地改善系统资源的利用率，改进系统的吞吐量，提高系统效率
 - 使多个I/O设备同时输入输出，使设备I/O与CPU的计算同时进行
- **并发性的实质**：有限个物理CPU在若干道程序之间实现多路复用，在多用户（/进程）间共享以提高资源利用率



1.1.4 操作系统功能和特性

- 并发性导致的系统复杂性：
 - 怎样从一个程序切换到另一个程序
 - 以什么样的策略来选择下一个运行的程序
 - 如何将各个运行的程序隔离开来
 - 怎样让多个运行程序互通消息和协作完成任务
 - 怎样协调多个运行程序对资源的竞争
 - 多个运行程序共享文件数据时，如何保证数据的一致性
- 引入进程概念来实现并发性
 - 进程能清晰刻划操作系统中的并发性，实现并发活动的执行，因此是现代操作系统的一个重要基础



1.1.4 操作系统功能和特性

- 共享性 (sharing)

- 指操作系统中的资源（包括硬件资源和信息资源）可被多个**并发执行的进程**共同使用，而不是被其中某一个程序所独占
- 多道程序环境下，系统并发性必然会产生资源共享的需求
- 共享方式：
 - **透明资源共享**：每个进程独占完整的虚拟机，时分复用处理器，空分复用存储器。需要解决好资源隔离和授权访问的问题。
 - **独占资源共享**：同一时间段内只允许一个程序访问的**临界资源**，需要互斥或同步访问，如打印机、磁盘（写入）等。



1.1.4 操作系统功能和特性

- 并发性和共享性是操作系统两个最基本的特性
 - 资源的共享是因为程序的并发引起的，不允许并发就不存在资源共享问题
 - 若系统不能对资源共享实施有效管理，必然会影响到程序的并发执行，甚至程序无法并发执行
- 需要解决好资源的分配、保护、存取控制等问题。



1.1.4 操作系统功能和特性

- 异步性 (asynchronism)

操作系统需要保证：只要运行环境相同，多次运行同一程序，得到的计算结果完全相同。

- 即随机性、不确定性
- 多道程序环境中，多个进程的并发活动导致随机事件发生
 - 系统中的进程何时执行，又何时暂停？
 - 一个进程在CPU上运行一段时间后，由于等待资源满足或事件发生，被暂停执行，CPU转让给另一个进程执行
 - 怎样的速度向前推进？
 - 进程总共要多少时间执行才能完成？
- 这些都是不可予知的，或者说该进程是以异步方式运行的