



南京大学
NANJING UNIVERSITY

计算机与操作系统

第一讲 计算机系统概述

南京大学软件学院



南京大学
NANJING UNIVERSITY

教学材料

- * 操作系统教程(第五版)
费翔林、骆斌, 高等教育出版社, 2014
- * 鼓励部分学有余力的同学自行阅
MINIX, LINUX, UNIX内核分析书籍
- * 课程电子讲稿



课程学习目标

- * 明确计算机操作系统的作用与功能
- * 掌握操作系统实现的基本原理与方法
 - * 在微观上，掌握设计实现各个操作系统模块的方法、策略与算法
 - * 在宏观上，掌握操作系统的结构和设计实现方法，进一步了解大型软件系统的结构和设计实现方法
- * 掌握并发程序设计的基本方法



操作系统课程的教学原则

- * 用系统的观点、全局的观点、整体的观点来看待操作系统的实现
- * 理解软硬件协同解决问题的方法
- * 理解分而治之、分层实现在复杂软件系统实现中的重要作用
- * 用工程师的立场来看待操作系统的实现
- * 理解文化在操作系统实现中的重要作用



本主题教学目标

1. 了解计算机硬件与操作技术的发展
2. 掌握多道程序设计的概念
3. 掌握计算机系统的组成
4. 了解计算机体系结构与计算机总线、处理器、存储器、I/O设备以及I/O控制方式
5. 掌握计算机系统的层次结构



第一讲 计算机系统概述

1.1 计算机硬件与操作技术的发展

1.2 计算机系统的组成

1.3 计算机系统的层次结构



1.1 计算机硬件与操作技术的发展

1.1.1 第一代计算机与手工操作阶段

1.1.2 第二代计算机与简单批处理阶段

1.1.3 多道程序设计

1.1.4 第三代计算机与操作系统

1.1.5 计算机硬件与操作系统的新进展



计算机硬件的性能进展

* 摩尔定律

Generation	Approximate Dates	Technology	Typical Speed (operations per second)
1	1946-1957	Vacuum tube	40,000
2	1958-1964	Transistor	200,000
3	1965-1971	Small and medium scale integration	1,000,000
4	1972-1977	Large scale integration	10,000,000
5	1978-1991	Very large scale integration	100,000,000
6	1991-	Ultra large scale integration	1,000,000,000



1.1.1 第一代计算机—手工操作阶段

- * 1946年，世界上第一台电子数字计算机 **ENIAC** 由 **美国宾夕法尼亚大学莫尔电工学院** 制造，用于计算弹道
- * 电子管计算机
- * 无操作系统，串行执行程序
- * 操作方式：开关表示，按钮控制，亮灯显示



计算机的手工操作方式

* 开关表示，按钮控制，亮灯显示

开关置内存地址，按'装入地址'按钮

开关置机器指令，按'装入数据'按钮

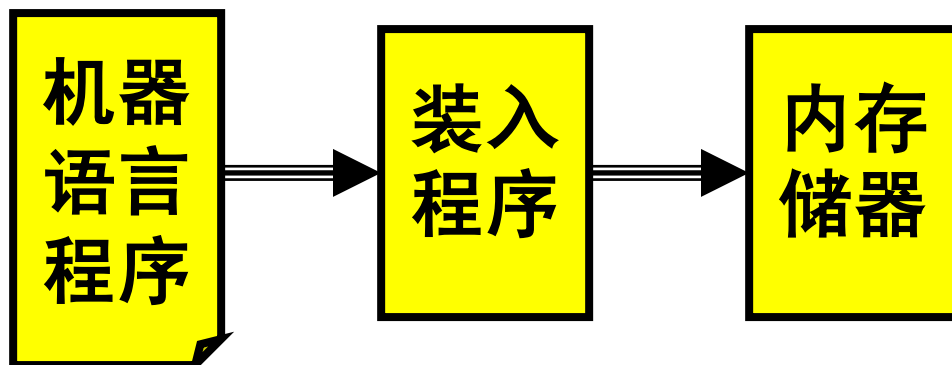
开关置程序始址，按'运行'按钮



装入程序的引进

* 装入程序(Loader)

- * 自动化执行程序装入，必要时进行地址转换
- * 通常存放在ROM中





IO Routine 的出现

- * 在每一种外围设备上进行输入输出时涉及一系列繁琐细节，但每次的输入输出程序有很大共性
- * 输入输出例程：处理输入输出的通用子程序，用于屏蔽输入输出细节，方便应用程序设计者使用
- * 驻留内存：独立于应用程序的内存区



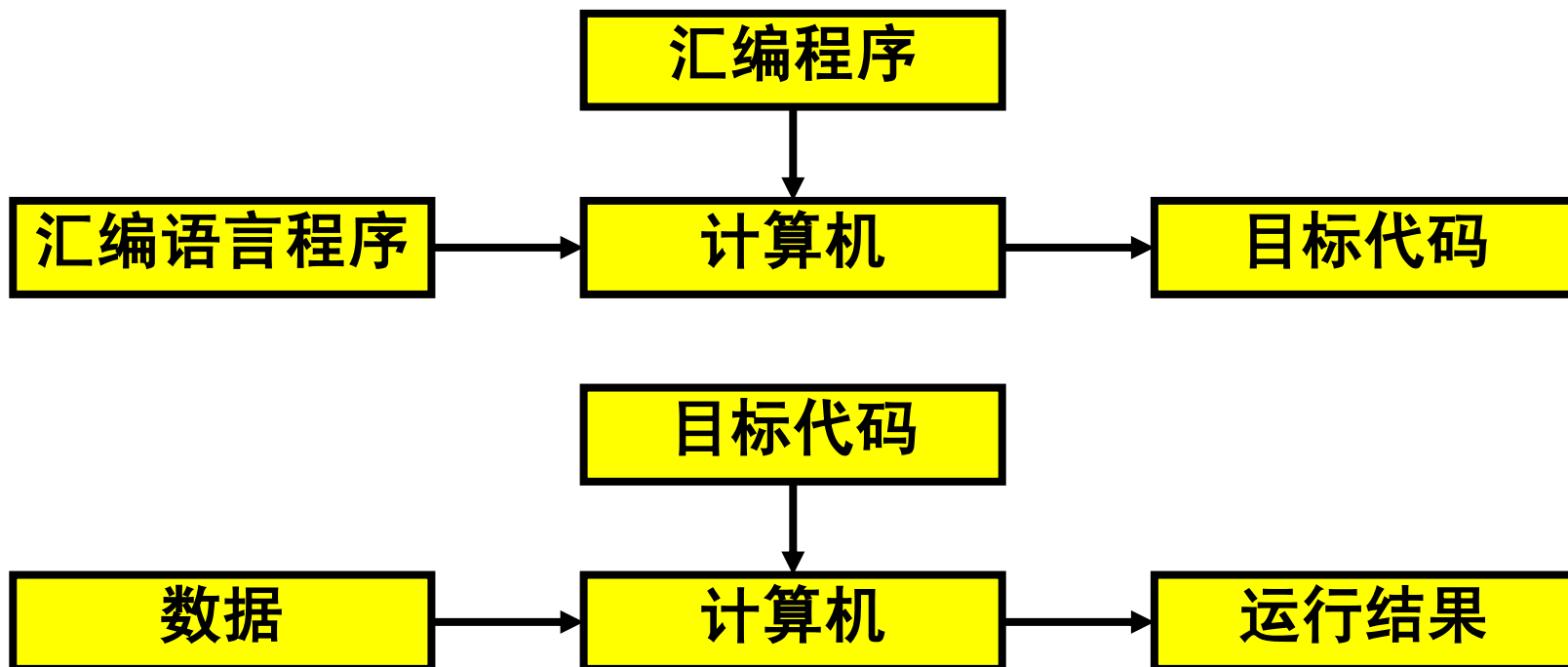
汇编语言的出现

- * 汇编语言：机器语言的符号化
- * 汇编语言源程序：汇编语句的序列
- * **汇编程序**：第一个出现的计算机系统软件，用于把汇编语言源程序汇编成目标代码程序
- * **高级语言编译器**出现：FORTRAN/COBOL
- * 库程序与Linker的出现



引入汇编语言后的计算机控制

* 汇编过程和程序执行





南京大学

NANJING UNIVERSITY

1.1.2 第二代计算机——简单批处理阶段

- * 第二代计算机，晶体管技术的出现
- * 1954年，美国贝尔实验室研制成功第一台晶体管计算机TRADIC，装有800个晶体管
- * 1956年，肖克莱、巴丁、布拉顿三人，因发明晶体管同时荣获诺贝尔物理学奖
- * 处理器性能呈数量级提高
- * 手工操作的低效率问题日益突出



简单批处理系统

* 脱机批处理系统

- * 第一代计算机从纸带或卡片机成批输入作业到磁带
- * 第二代计算机从磁带成批的执行作业，并把输出结果保存到磁带
- * 第一代计算机成批的输出作业结果到打印机

* 联机批处理系统

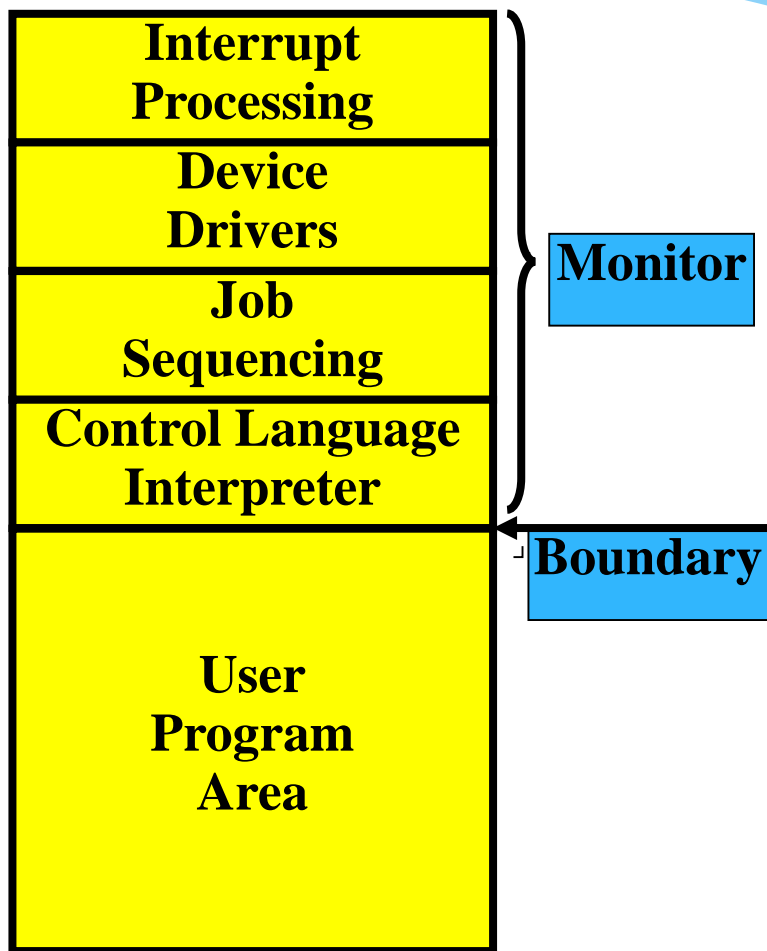


简单批处理系统的操作特征

- * 成批控制程序的执行与输入输出
- * 作业控制语言、作业控制卡、作业说明书
- * 操作员与程序员的分离
- * 资源管理程序和磁带文件系统的引入



管理程序



- * 成批执行作业
- * 控制程序执行
- * 程序运行完毕后返回管理程序
- * 管理程序常驻内存



管理程序的硬件要求

- * Memory protection**

- * do not allow the memory area containing the monitor to be altered**

- * Timer**

- * prevents a job from monopolizing the system**

- * Privileged instructions**

- * Certain instructions are designated privileged and can be executed only by the monitor**

- * interrupts**



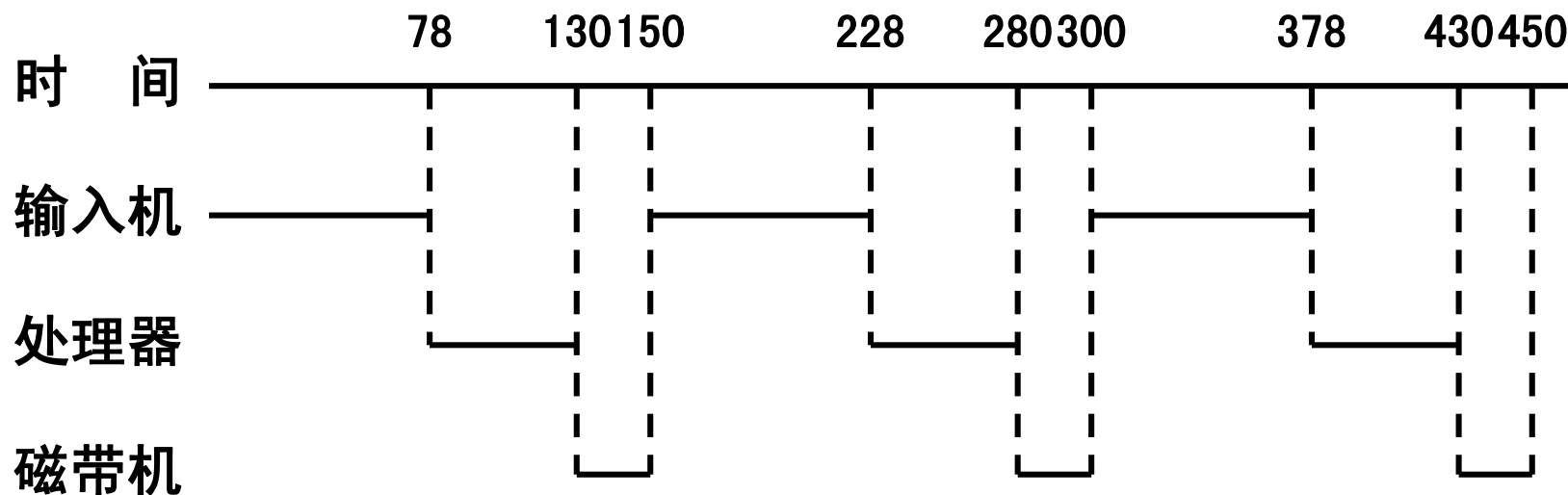
1.1.3 多道程序设计

- 1958年，美国德州仪器发明集成电路(IC)，将三种电子元件集成到一片小小的硅片上，更多的元件集成到单一的半导体芯片上，计算机变得更小，功耗更低，速度更快
- * 计算机硬件性能继续呈数量级提高，**CPU速度与I/O速度不匹配**的矛盾日益突出
- * 只有让多道程序同时进入内存争抢CPU运行才能够使得CPU和外围设备充分并行，从而提高计算机系统的使用效率



Multi-programming

单道算题工作

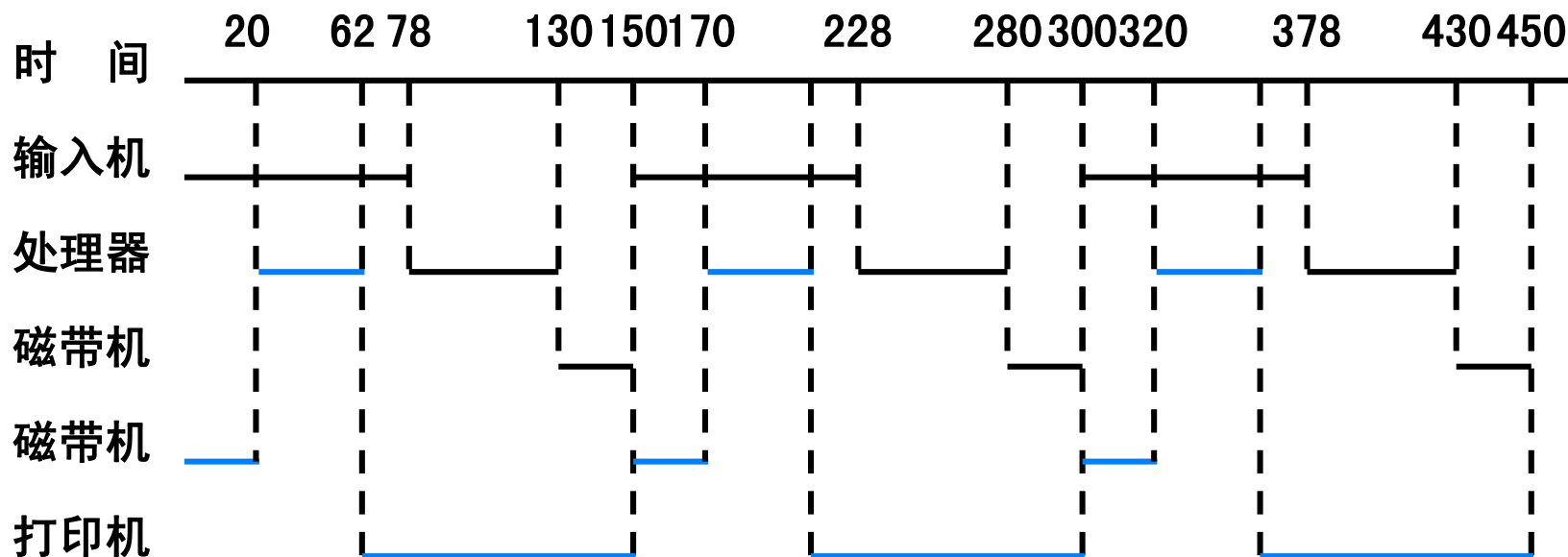


处理器利用率： $52 / (78 + 52 + 20) \approx 35\%$



Multi-programming ...

* 两道程序同时工作



处理器利用率: $(52+42) / (78+52+20) \approx 63\%$



Multi-programming ...

甲、乙两道程序

- * 独占计算机单道运行时均需1小时，其中占用CPU时间18分钟，CPU利用率为30%
- * 按多道程序设计方法同时运行，CPU利用率达50%，由于要提供36分钟的CPU时间，大约要运行72分钟。考虑到OS调度开销，实际花费的时间可能还要长些，如80分钟
- * 就处理两道作业而言，提高效率33%
- * 就单道作业而言，延长执行时间20分钟，即延长了33%的时间



多道程序设计及特点

- * 多道程序设计是指让多个程序同时进入计算机的主存储器进行计算
- * 多道程序设计的特点
 - * CPU与外部设备充分并行
 - * 外部设备之间充分并行
 - * 发挥CPU的使用效率
 - * 提高单位时间的算题量



南京大學
NANJING UNIVERSITY

多道程序系统的实现

- * 处理器的管理和调度
- * 主存储器的管理和调度
- * 其他资源的管理和调度



多道程序系统的实现要点

- * 如何使用资源：调用操作系统提供的服务例程(如何陷入操作系统)
- * 如何复用CPU：调度程序(在CPU空闲时让其他程序运行)
- * 如何使CPU与I/O设备充分并行：通道(一种独立控制设备进行I/O的专用处理器)
- * 如何让正在运行的程序让出CPU：中断(中断正在执行的程序，让操作系统处理突发事件)



1.1.4 操作系统的形成

- * 通过程序来控制内存中多道程序的执行在理论上是可行的
 - * 调度程序：引入调度功能
 - * 程序切换和中断：占有CPU运行的程序可以被打断，且在以后适当时候能够被恢复运行
 - * 资源分配与保护
- * **效率**是导致管理程序不能全自动控制计算机系统运行的根本原因
- * **磁盘**的出现：操作系统出现的基础



操作系统的正式确立

- * 批处理操作系统的出现
- * 操作系统的形成给资源管理和操作自动化带来了革命性的变化:
 - * 实现了计算机操作过程的自动化
 - * 资源管理水平有了很大提高
 - * 提供虚存管理功能
 - * 支持批处理操作与分时操作
 - * 文件管理功能有改进, 数据库系统出现
 - * 多道程序设计趋于完善



分时操作与分时操作系统

- * 多个联机用户通过终端(键盘/显示器)基于多道程序设计同时直接使用一台计算机进行独立计算
- * 处理器等资源按照时间片轮转被各个用户分享
- * 分时操作系统的特性：同时性、独立性、及时性、交互性
- * 分时OS和批处理OS的区别：目标不同、适应作业的性质不同、资源使用率不同、作业控制方式不同



南京大学

NANJING UNIVERSITY

1.1.5 计算机硬件与操作系统的进一步发展

- * 伴随硬盘和集成电路计算机的出现，操作系统技术在1960年代迅猛发展并趋于成熟
- * 计算机硬件历经大规模集成电路、超大规模集成电路、特大规模集成电路，按照摩尔定律快速发展
- * 从1980年代开始，计算机与操作系统向微型化、并行化、网络化、嵌入式、移动化方向发展



南京大学

NANJING UNIVERSITY

1.2 计算机系统的组成

1.2.1 计算机体系结构与总线

1.2.2 处理器

1.2.3 存储器

1.2.4 外围设备

1.1.5 计算机软件



计算机系统的组成

- * 计算机硬件

- * 处理器

- * 内存存储器

- * 外围设备：输入设备、输出设备、存储设备、网络设备

- * 计算机软件

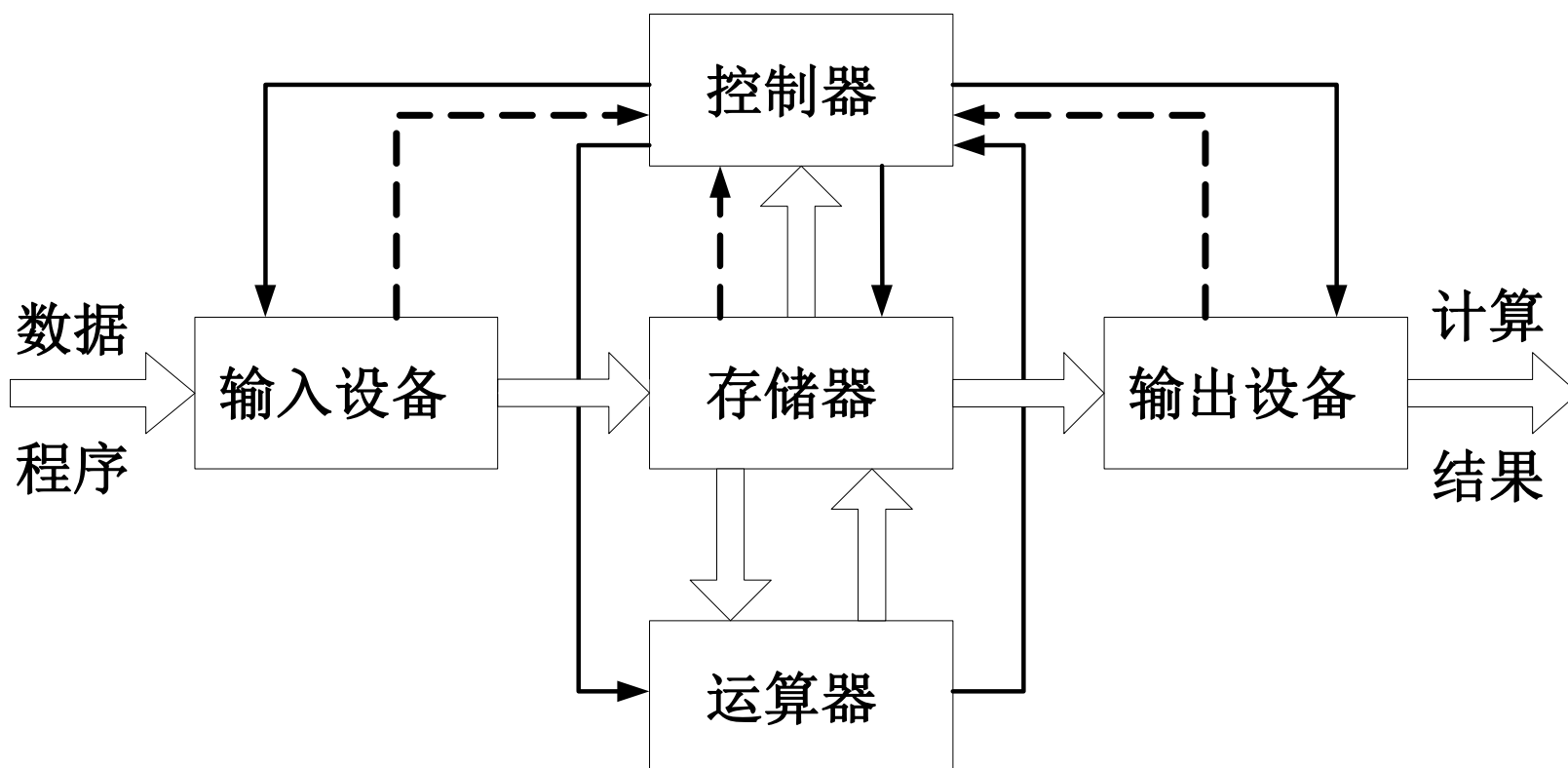
- * 系统软件：操作系统、语言处理程序、数据库管理系统、支撑软件

- * 应用软件



1.2.1 计算机体系结构与总线

* 主流结构：冯诺依曼结构





计算机总线

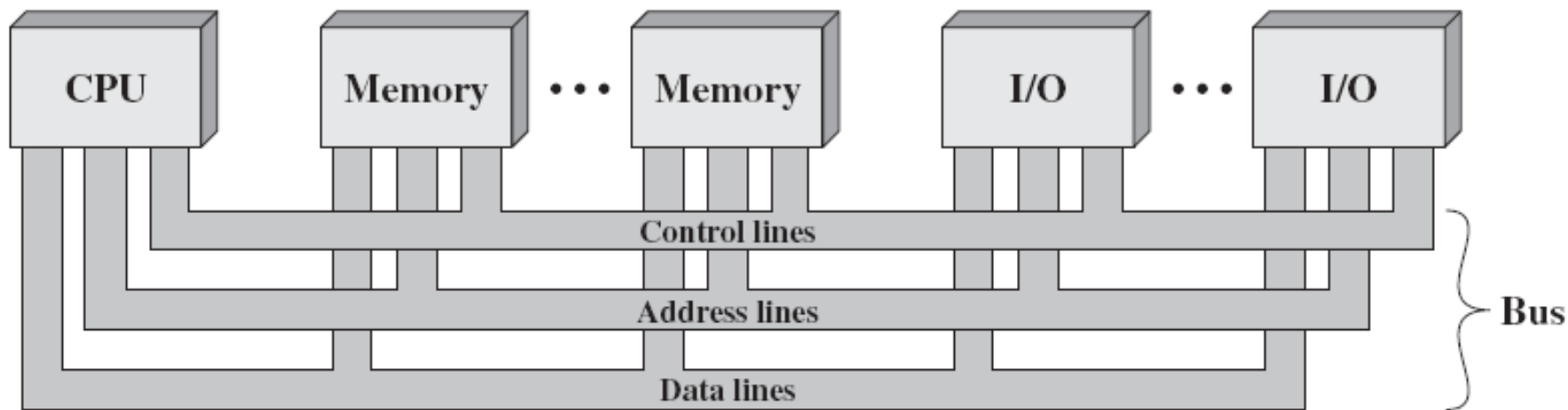
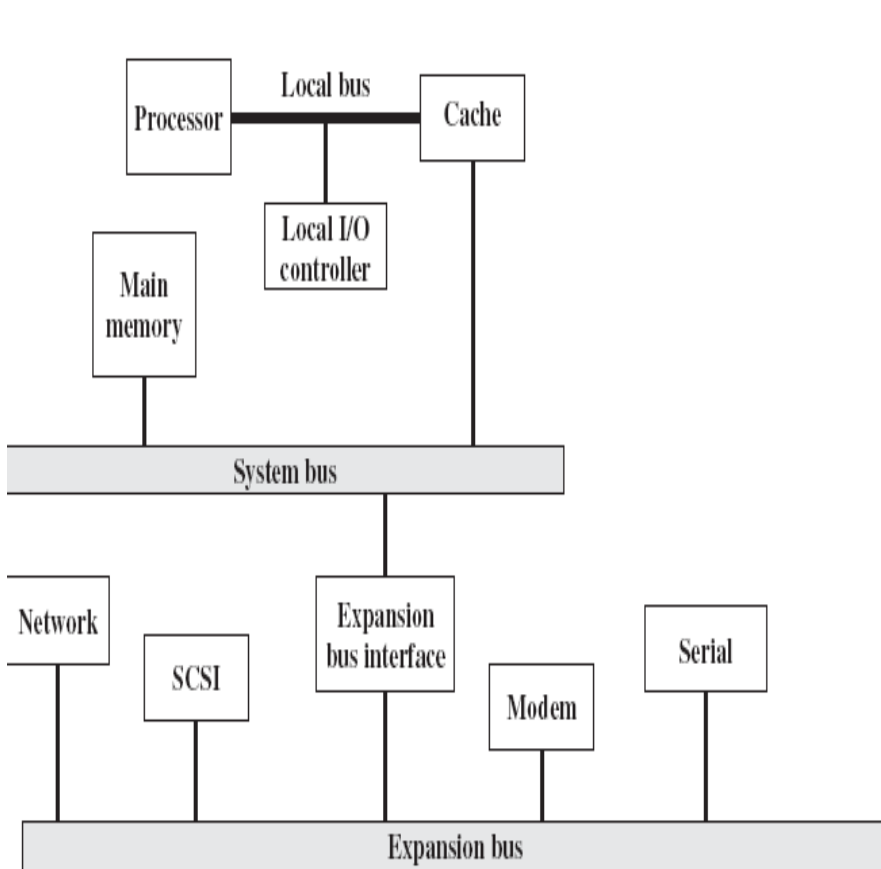


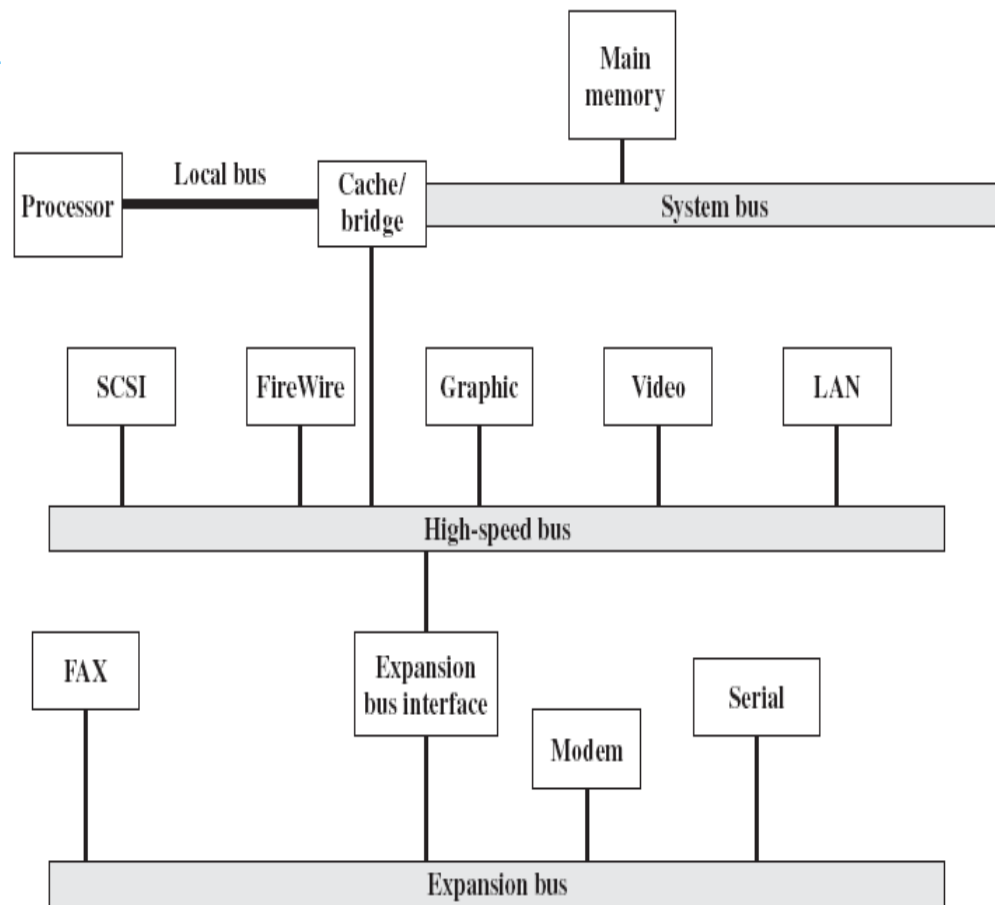
Figure 3.16 Bus Interconnection Scheme



传统与高性能的总线结构



(a) Traditional bus architecture

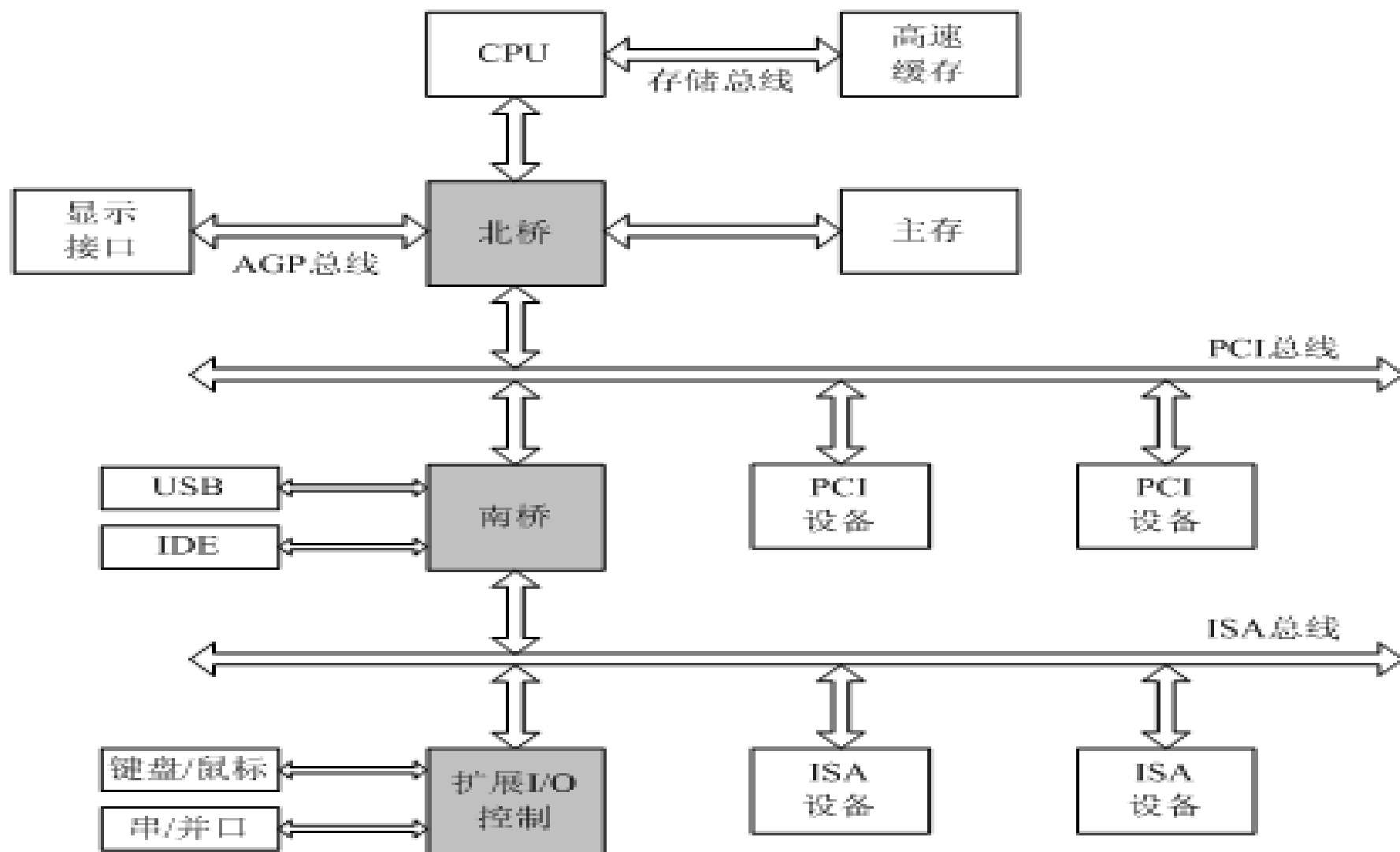


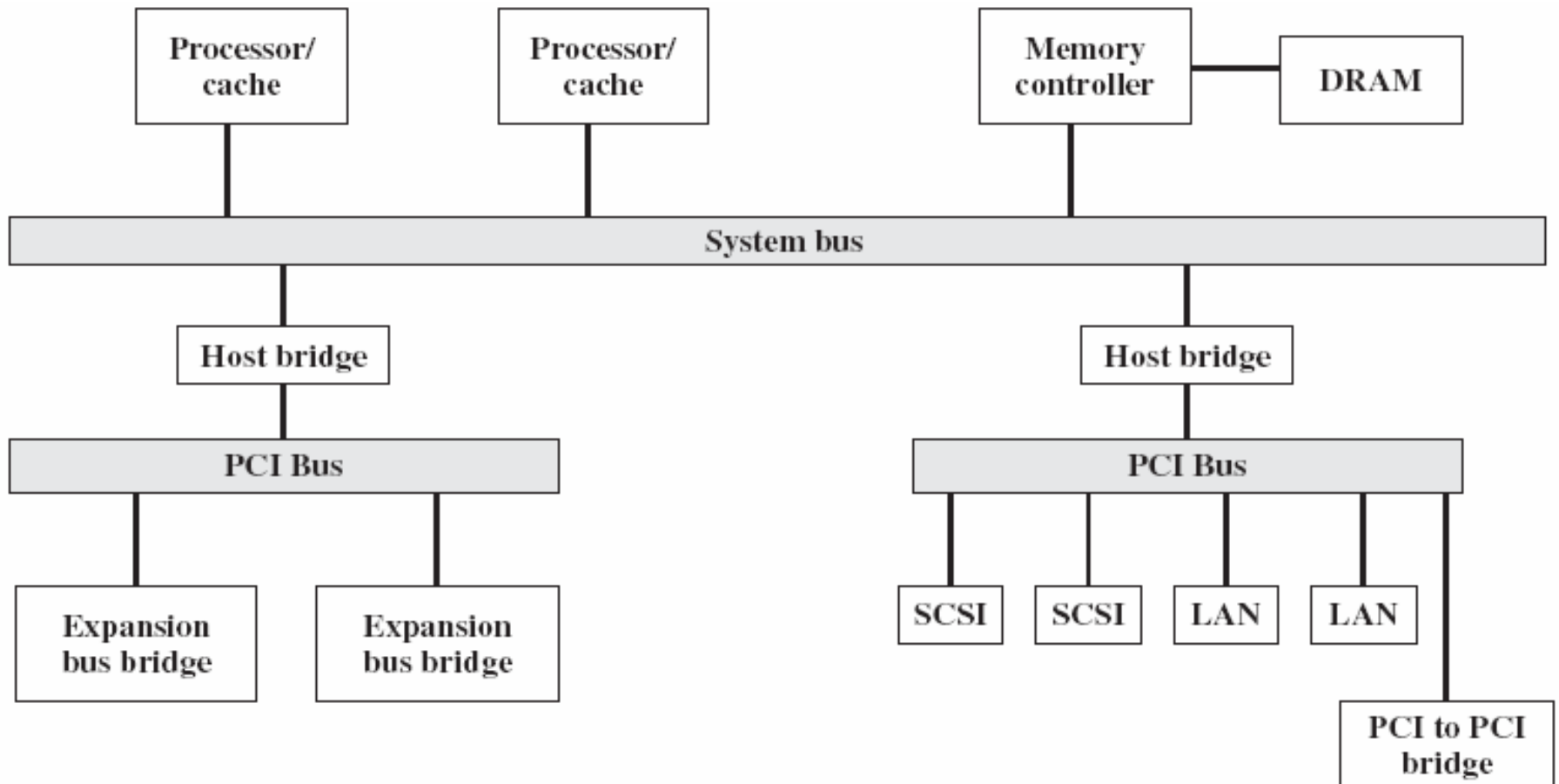
(b) High-performance architecture

Figure 3.18 Example Bus Configurations



实例：南桥与北桥





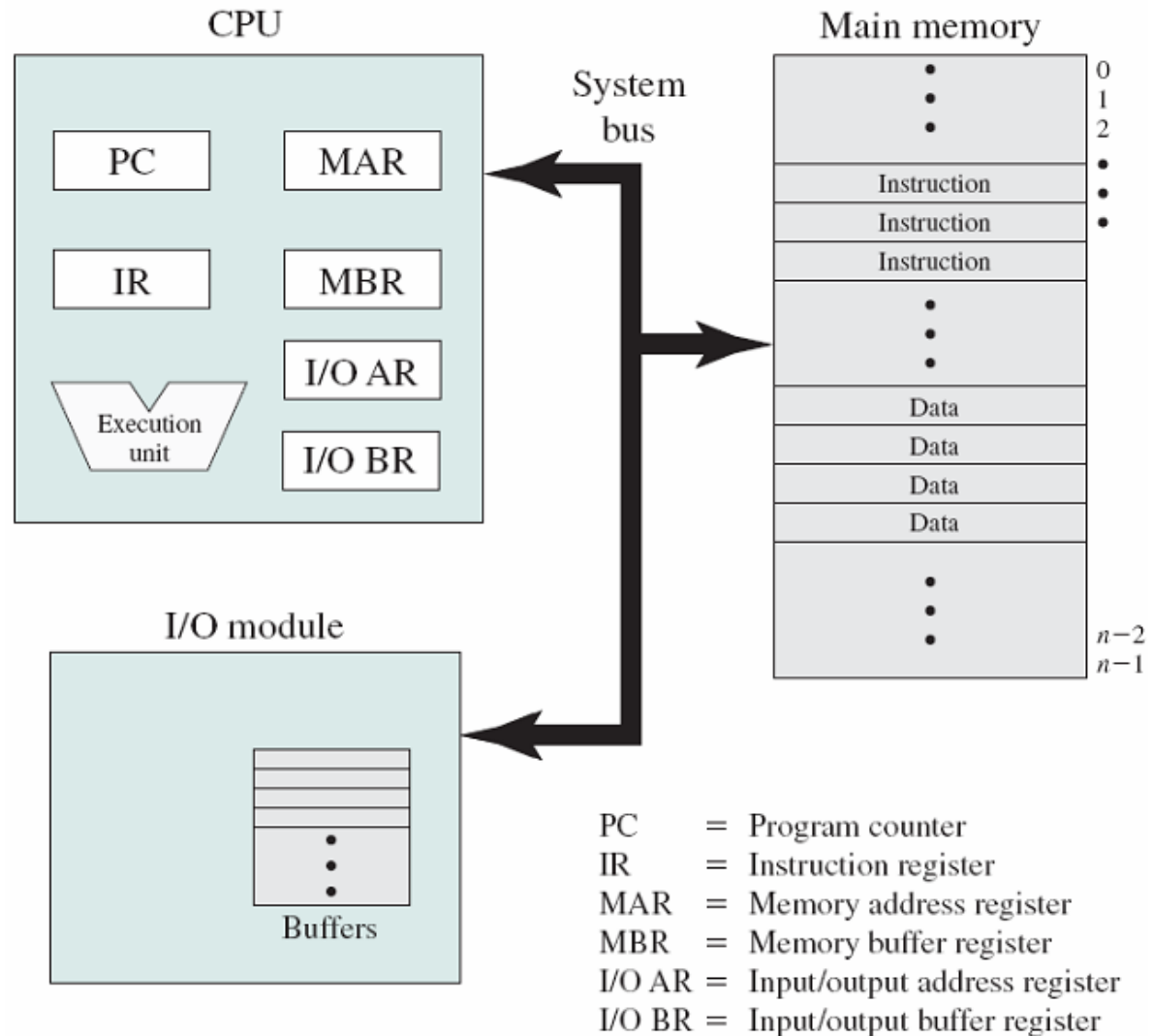
(b) Typical server system

Figure 3.22 Example PCI Configurations



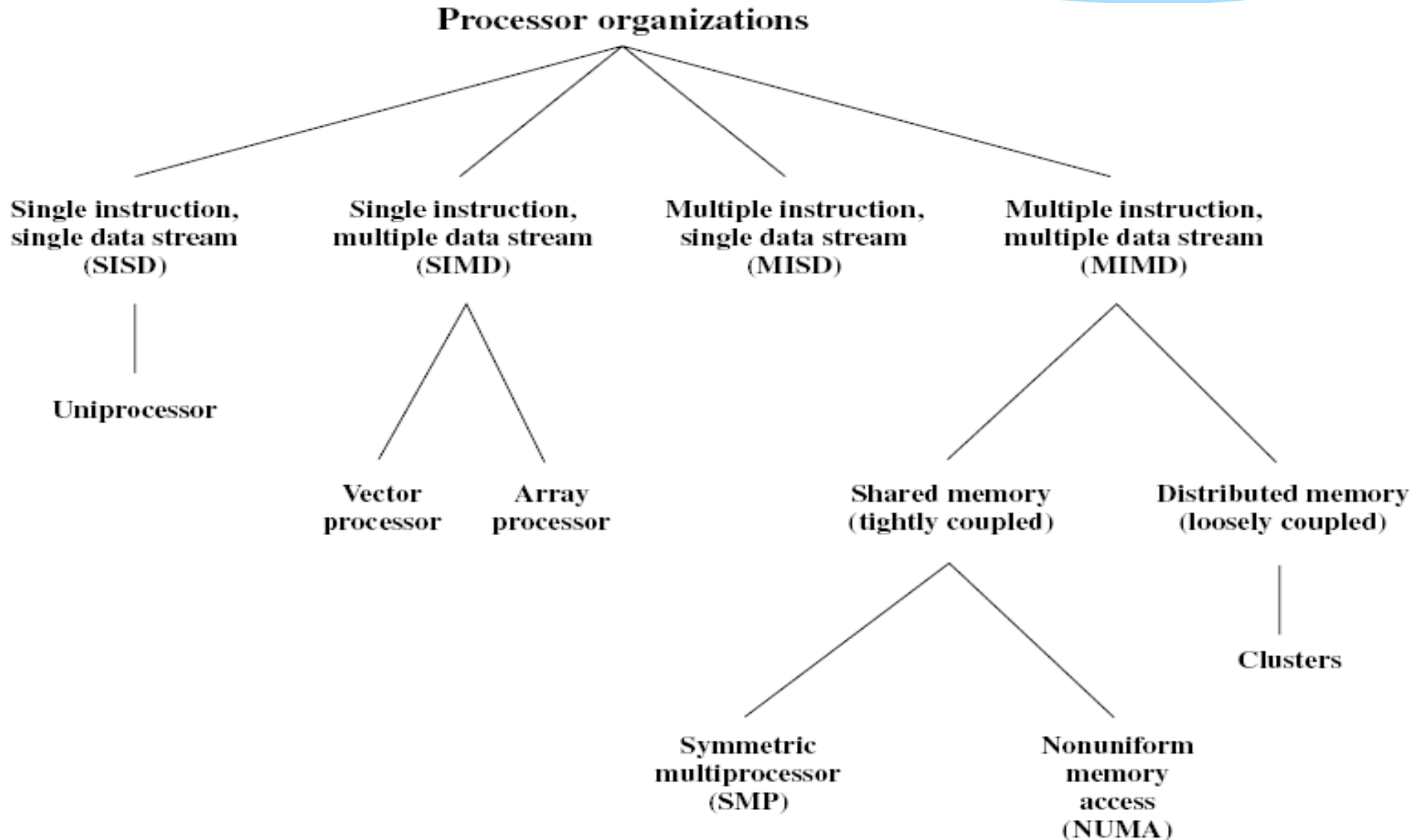
1.2.2 处理器

- 处理器
- 寄存器
- 特权指令
- 处理器模式



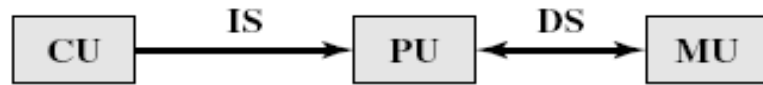


并行处理器的体系结构

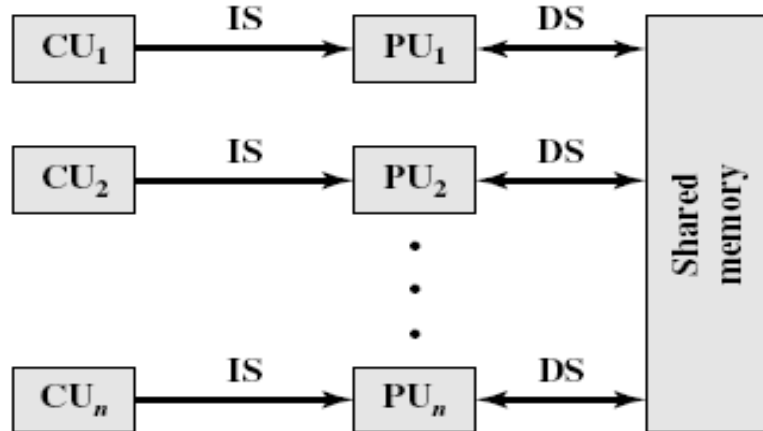




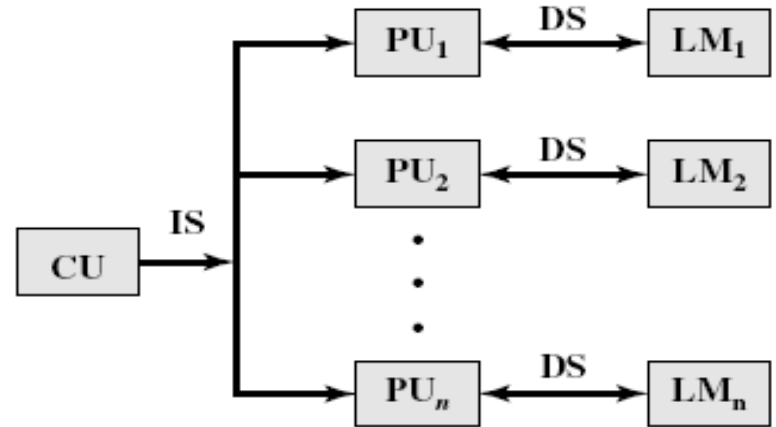
并行处理器的体系结构



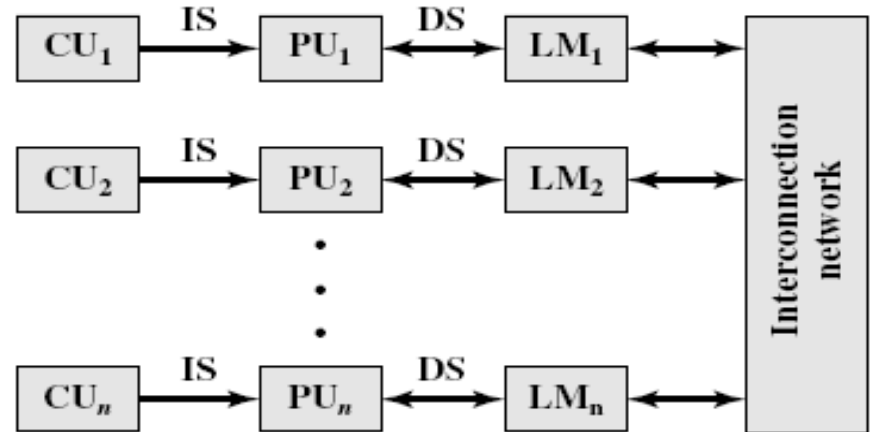
(a) SISD



(c) MIMD (with shared memory)



(b) SIMD (with distributed memory)



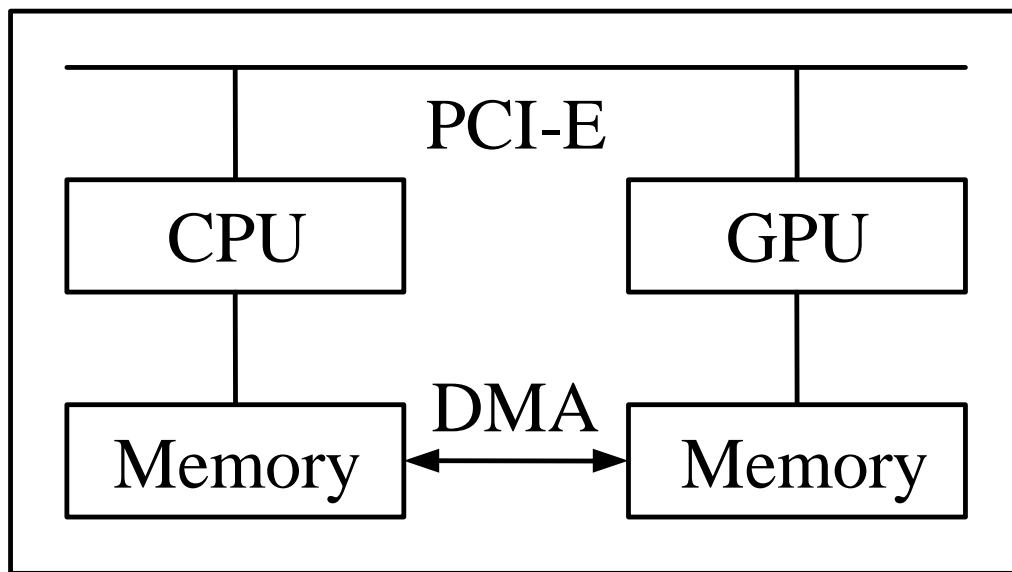
(d) MIMD (with distributed memory)

CU = Control unit	SISD = Single instruction,
IS = Instruction stream	= single data stream
PU = Processing unit	SIMD = Single instruction,
DS = Data stream	= multiple data stream
MU = Memory unit	MIMD = Multiple instruction,
LM = Local memory	= multiple data stream



南京大学
NANJING UNIVERSITY

实例：CPU-GPU联合设计

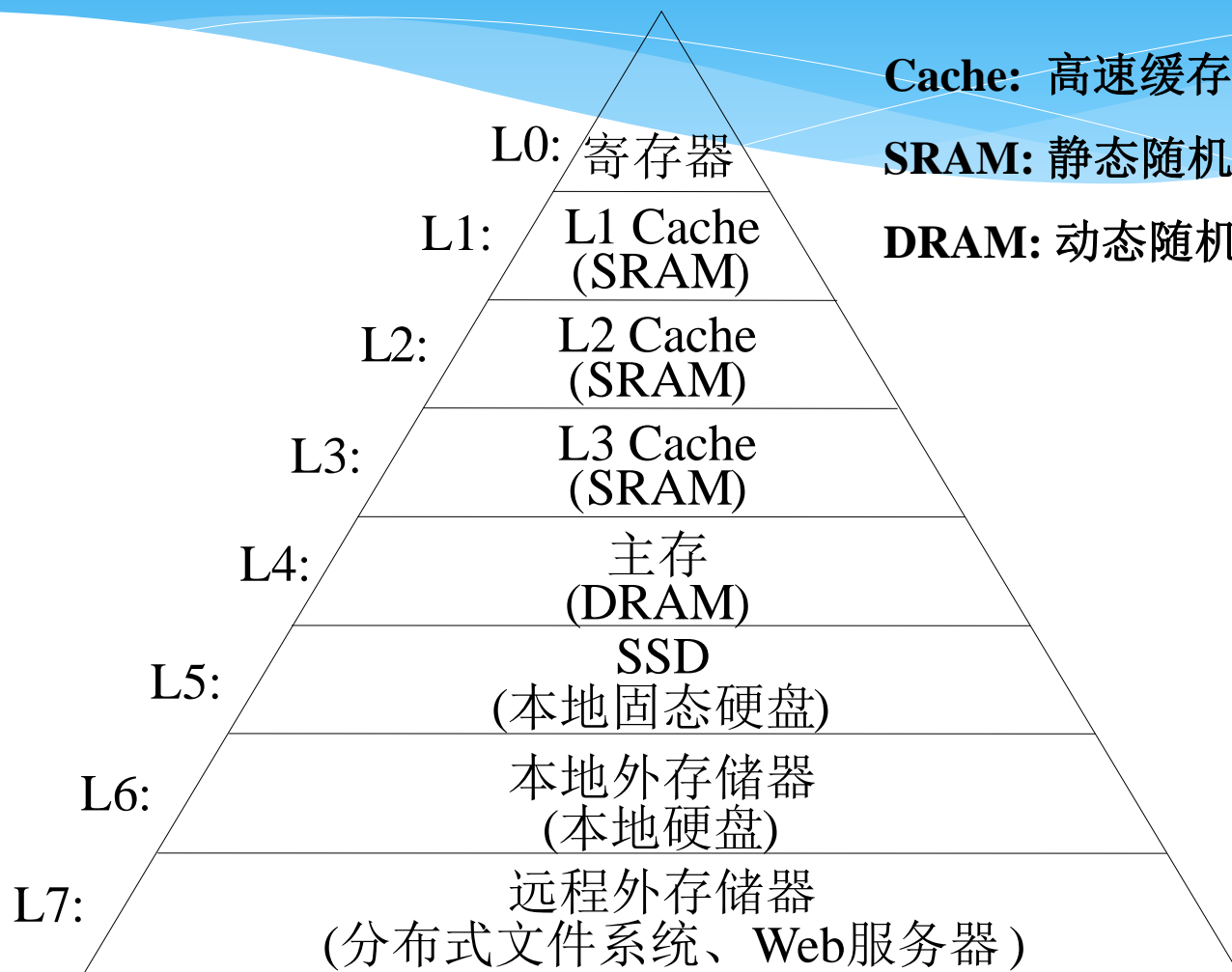




1.2.3 存储器

容量更小、
速度更快、
价格更高
(单位字节)

容量更大、
速度更慢、
价格更低
(单位字节)





主存储器的Cache

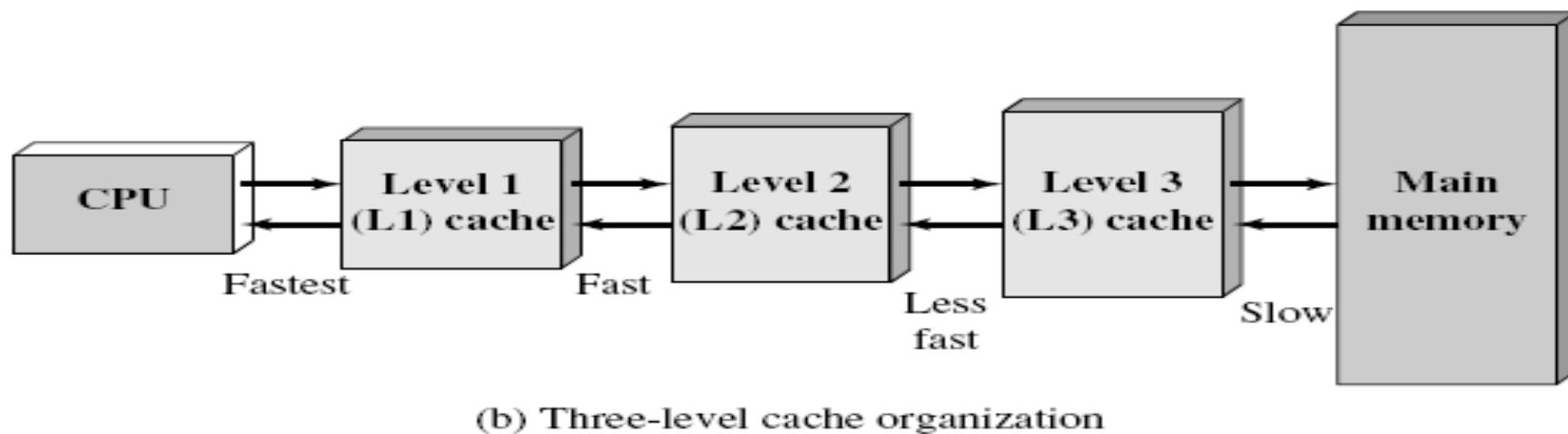
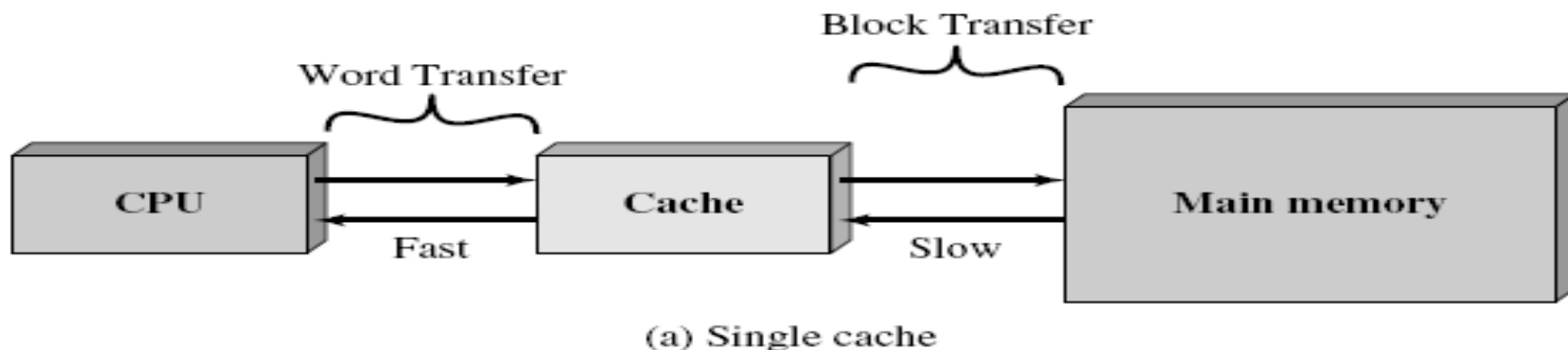


Figure 4.3 Cache and Main Memory



1.2.4 外围设备

* 设备类型

- * 字符型设备
- * 块存储设备
- * 网络设备

* 设备控制方式

- * 轮询方式(程序直接控制方式)
- * 中断驱动方式
- * DMA方式
- * 通道方式



1.2.5 计算机软件

- * 系统软件

- * 操作系统

- * 语言处理程序

- 汇编程序、编译程序，解释程序

- * 数据库管理系统与专用文件系统

- * 支撑软件

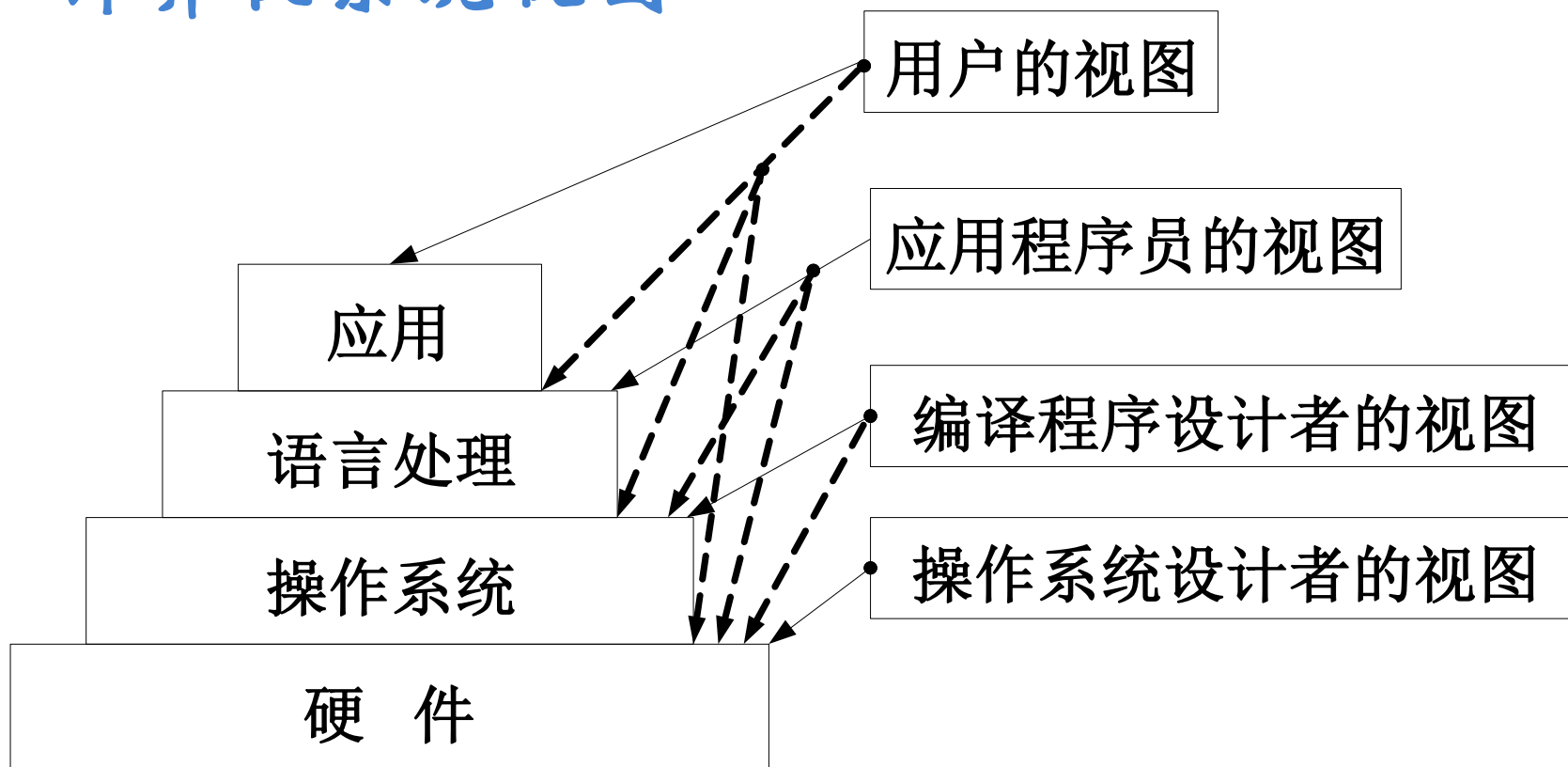
- Linker, Debugger, Editor, ...

- * 应用软件



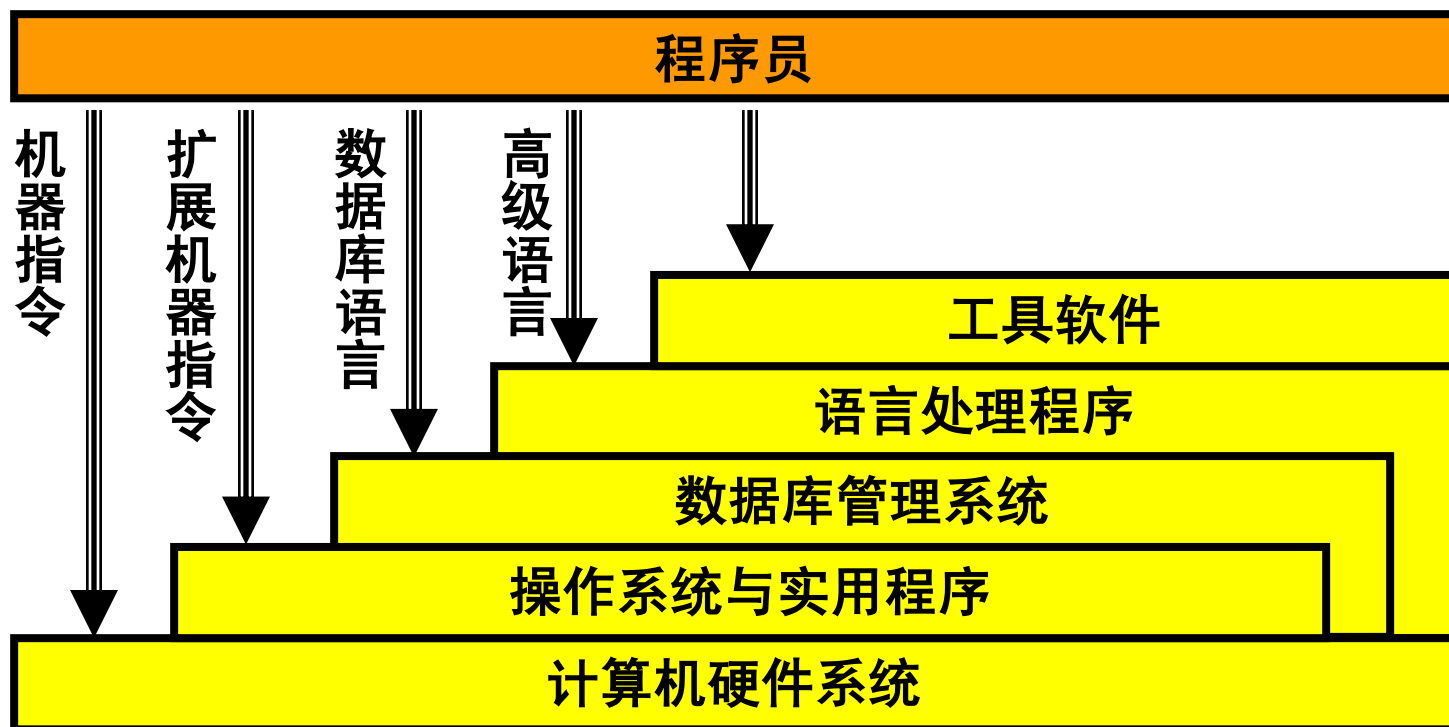
1.3 计算机系统的层次结构

* 计算机系统视图





程序员的视图





软件开发的不同层次

- * 计算机硬件系统：机器语言
- * 操作系统之资源管理：机器语言+广义指令（扩充了硬件资源管理）
- * 操作系统之文件系统：机器语言+系统调用（扩充了信息资源管理）
- * 数据库管理系统：+数据库语言（扩充了功能更强的信息资源管理）
- * 语言处理程序：面向问题的语言



计算机程序的执行过程

