

计算机组成原理

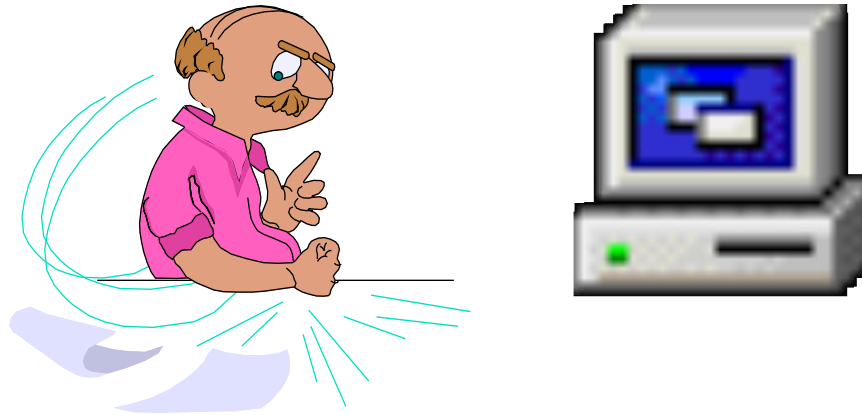
2017年修订(3学时)

西南交通大学信息科学与技术学院

唐慧佳 hjtang@swjtu.edu.cn



第1章 概论



(对“整体”的粗步认识)



第1章 概 论

§ 1.1 计算机系统的组成与工作特点

§ 1.2 计算机系统的层次结构

§ 1.3 计算机硬件系统的组织

§ 1.4 计算机的发展

§ 1.5 计算机的主要性能指标



第1章 概论

本章要点:

1. 计算机系统的概念:
硬件和软件的综合体, 软硬件的逻辑等价
2. 层次结构及虚拟机器概念
3. 诺依曼体制的要点及存储程序控制的含义
4. 计算机硬件的典型组成结构
5. 计算机的主要性能指标



§ 1.1 计算机系统的组成与工作特点

1.1.1 计算机系统的组成

1. 系统组成

一个完整的计算机系统包括：

硬件——各种设备（如 主板，内存...）。



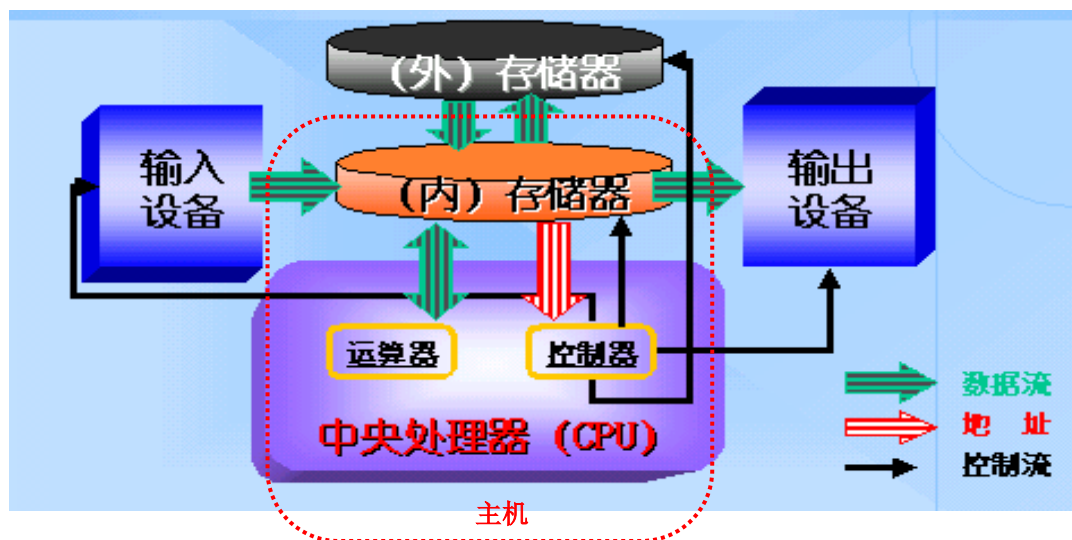
软件——泛指各类程序和文件。



1.1.1 计算机系统的组成

2. 硬件系统的基本组成

由五大部件组成：



注： CPU = 运算器 + 控制器 （中央处理器）

主机 = CPU + 主存储器

外部设备 = 除去主机以外的硬件装置

（如输入设备、输出设备、辅助存储器等）。

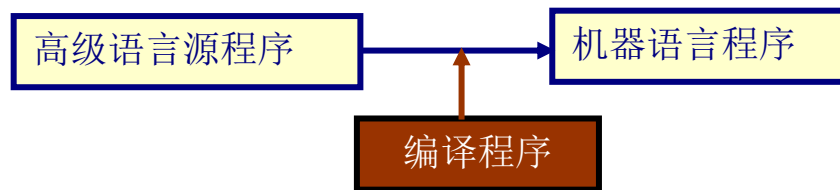
1.1.1 计算机系统的组成

3. 软件的组成

包括系统软件、应用软件。

有人主张把编程、维护程序的文件也归入软件范畴。

系统软件: 为提高计算机系统效率或扩展硬件功能而编制的程序。
如：汇编程序，编译程序，操作系统等。



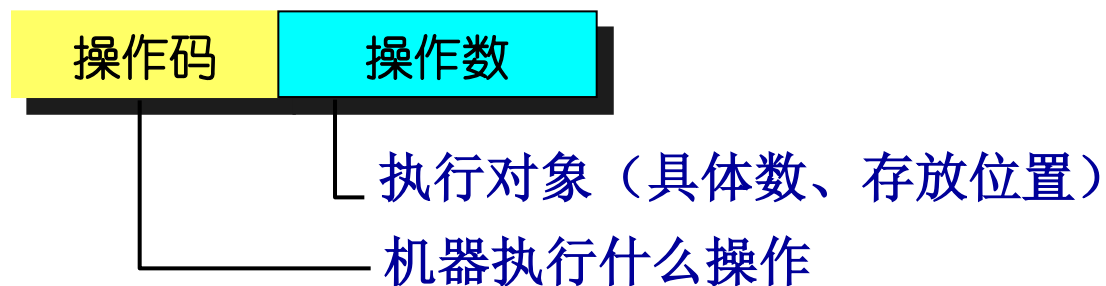
应用软件: 为解决某一特定问题而编制的程序。如工资管理等。

1.1.2 计算机的工作特点

1. 计算机的工作过程

计算机工作的过程即一条一条执行指令的过程。

机器指令格式：



例如：

01101101

00000001

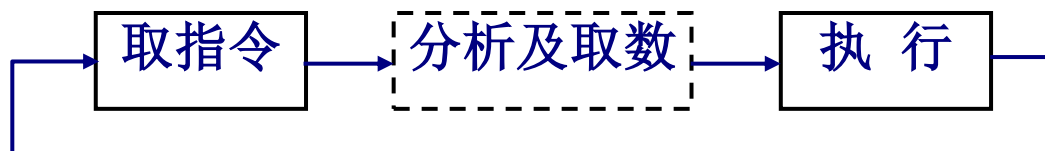
ADD

R0,R1

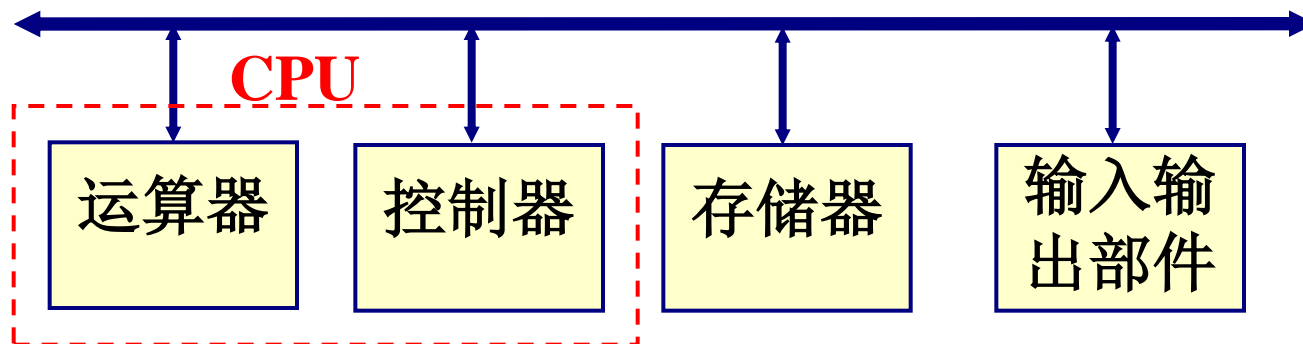
执行指令的基本过程:

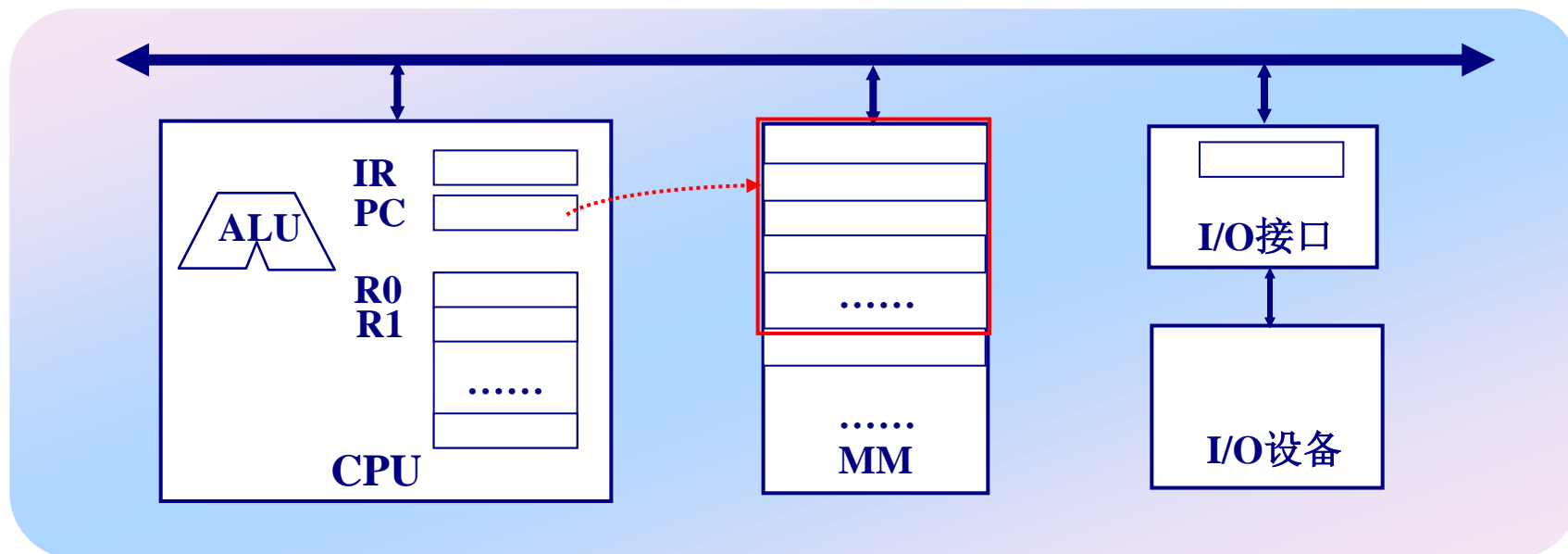


程序运行的基本过程:



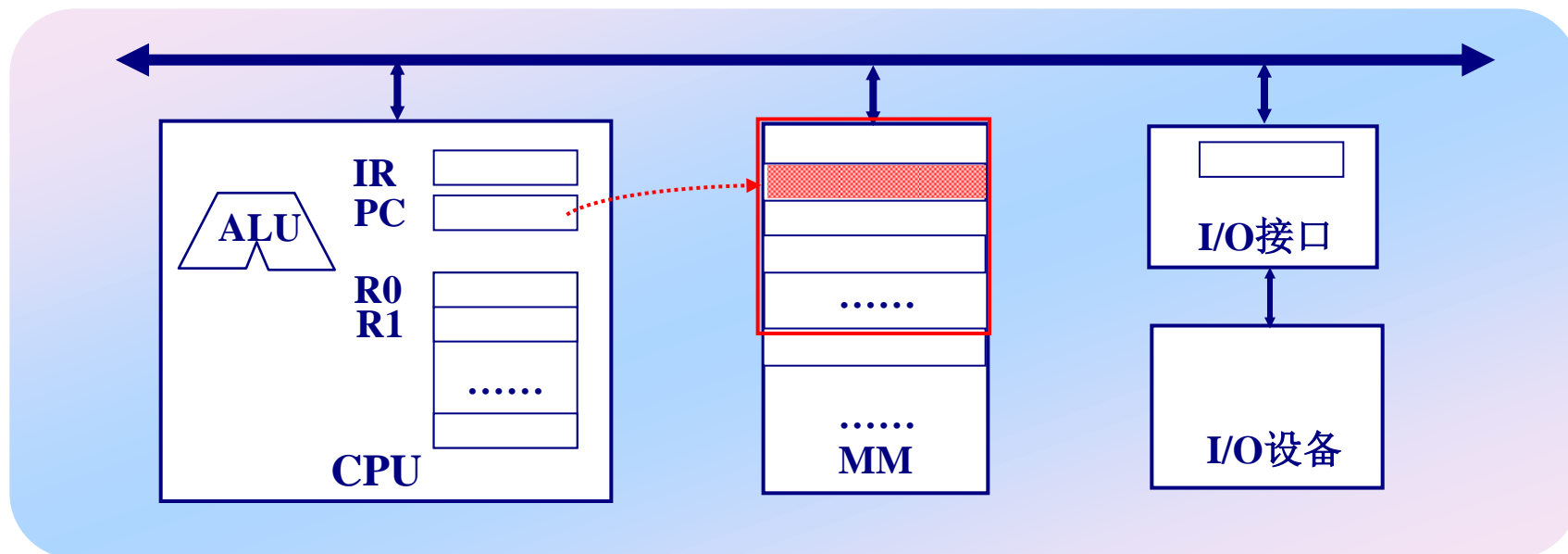
以单总线结构的模型机为例：





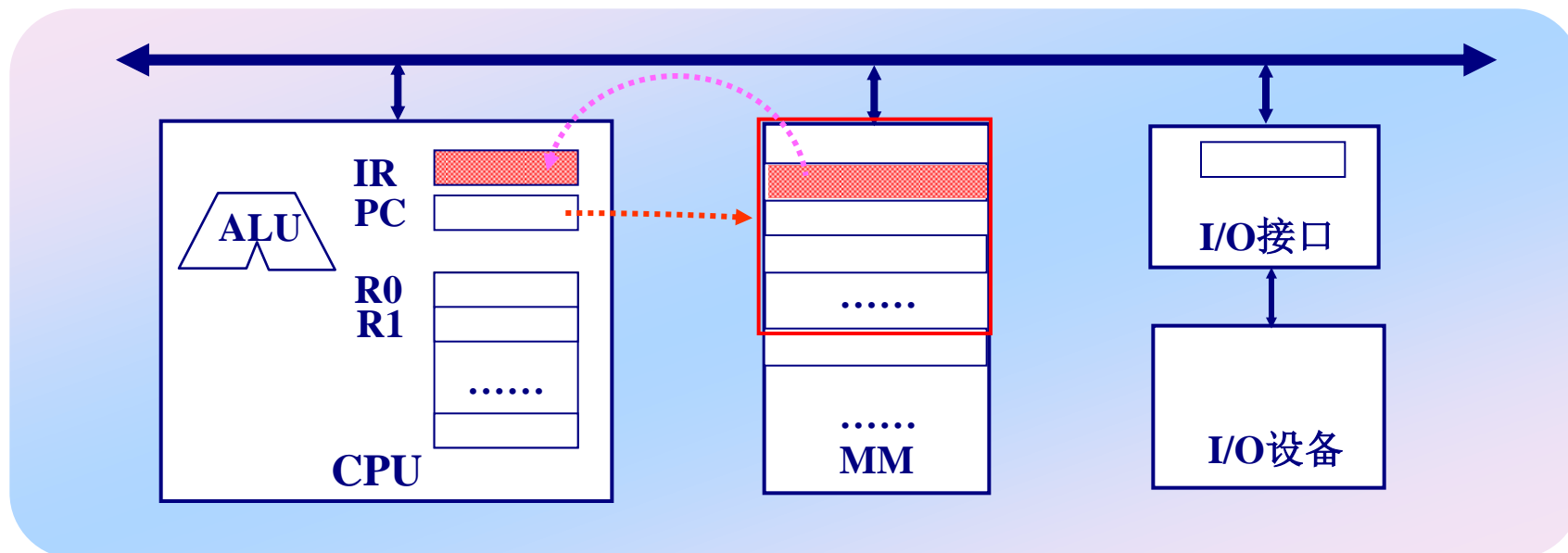
以取指令过程为例，其具体操作包含以下内容：

(1) 控制器以PC中的二进制编码为内存地址，通过系统总线（的地址线）向MM发送地址信息，并且通过系统总线（的控制线）向MM发“读内存”命令；



以取指令过程为例，其具体操作包含以下内容：

(2) MM接到地址信息和“读内存”命令后，按把内存相应单元中的二进制编码（即指令）读到内存的数据缓冲寄存器（MDR）中；同时，PC内容递增，为取下一条指令作准备；



以取指令过程为例，其具体操作包含以下内容：

(3) MM把MDR中的指令通过系统总线（的数据线）传到CPU的指令寄存器（IR）中，为下一步指令译码作准备。

注：上述每项内容可能不止对应一步操作。

2. 冯·诺依曼体制计算机

按存储方式工作的计算机统称为冯·诺依曼体制计算机。

1946年6月由冯·诺依曼等人首次提出。

计算机采取事先编制程序、存储程序、自动连续运行程序的工作方式，称为存储程序方式。



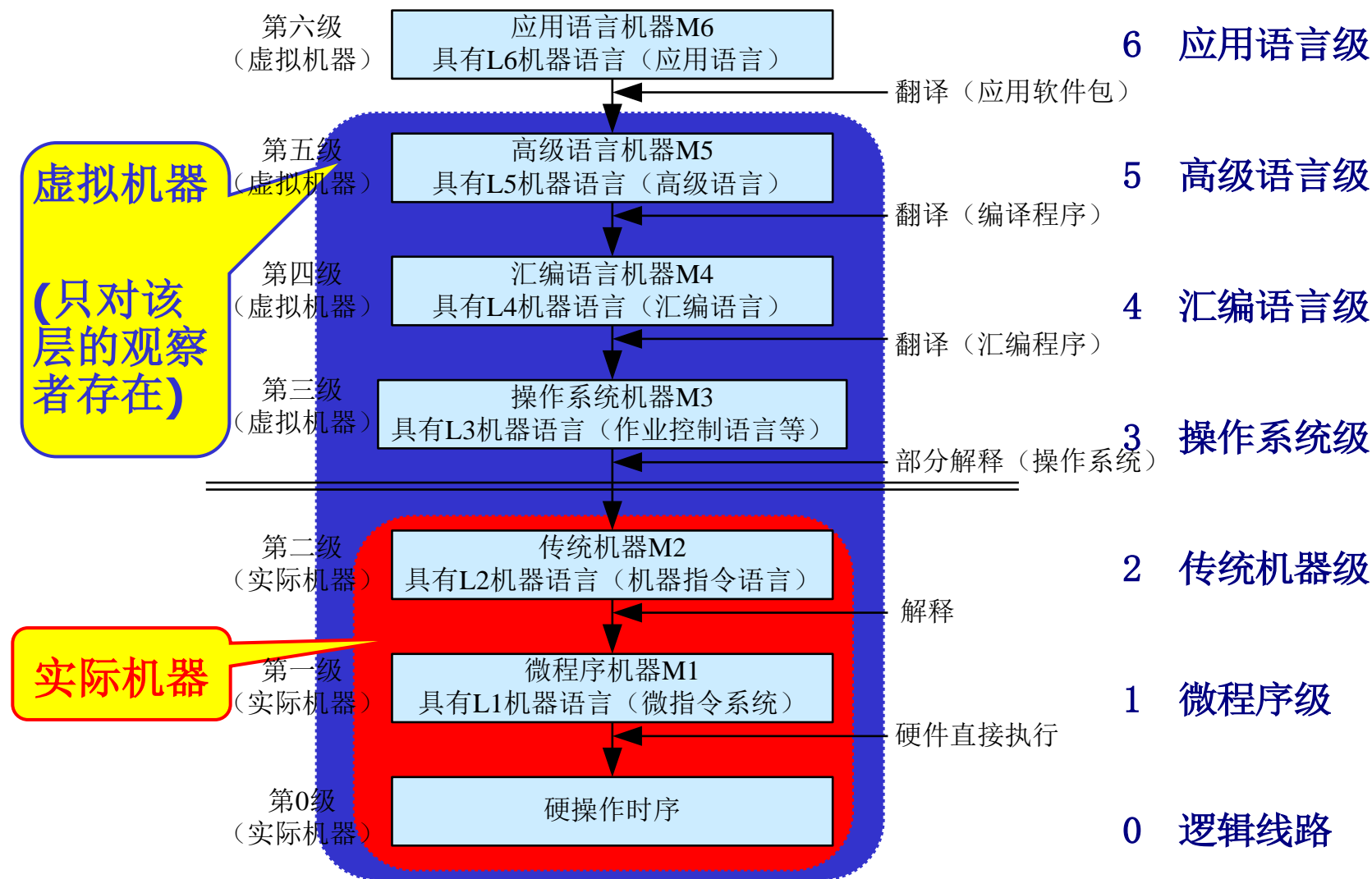
John von Neumann
冯·诺依曼 先生

冯·诺依曼体制的要点：

- (1) 采用二进制代码表示数据和指令
- (2) 采用存储程序工作方式 —— **核心概念**，至今广泛采用。
 - ① 事先编制程序(根据问题找算法编程序)
 - ② 将程序存储于计算机的存储器中
 - ③ 计算机在运行时自动地、连续地从存储器中依次取出指令加以执行。
- (3) 硬件由五大基本部件组成
运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

§ 1.2 计算机系统的层次结构

1.2.1 层次结构模型



§ 1.2 计算机系统的层次结构

1.2.2 硬、软件界面与逻辑上的等价

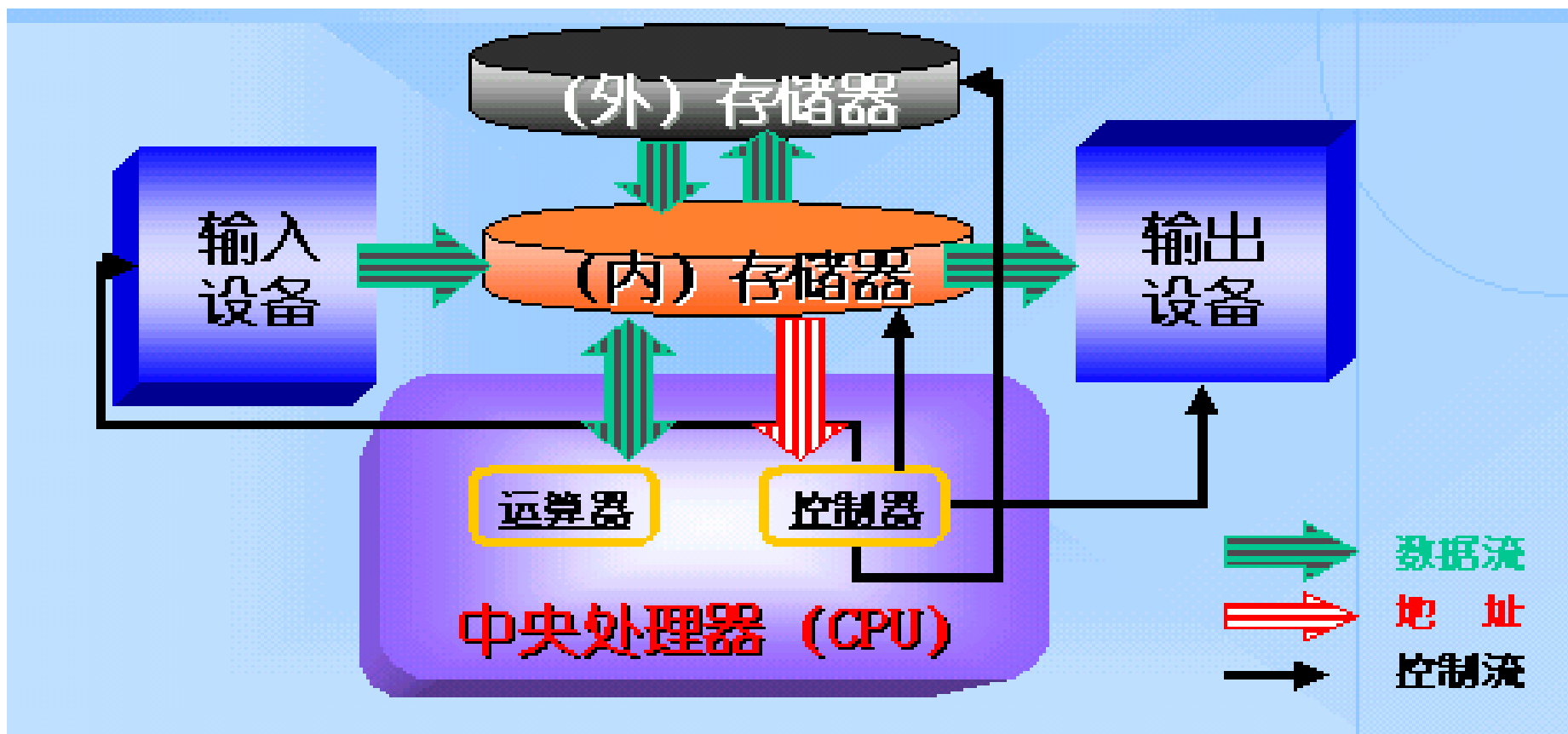
硬件一般只完成最基本的功能，而复杂的功能则通过软件实现。

硬件与软件之间的界面(如功能分配关系)常随技术发展而变化。

有许多功能既可直接由硬件实现，也可在硬件支持下靠软件实现，对用户来说在功能上是等价的。我们称之为**软、硬件在功能上的逻辑等价**。

从设计者角度看，**指令系统是硬件与软件之间的界面**。硬件的基本任务是识别与执行指令代码，而程序最终都要转换成指令序列才能执行。

§ 1.3 计算机硬件系统的组织



§ 1.3 计算机硬件系统的组织

1.3.1 计算机的总线

计算机的操作基本上可归结为信息传送。所以，硬件逻辑结构的关键在于如何实现数据信息的传送，即数据通路结构。

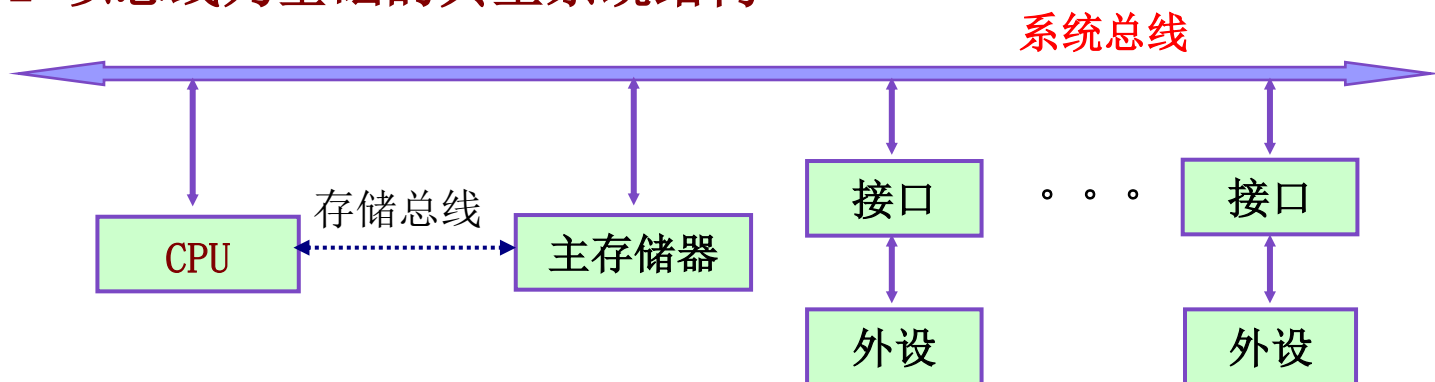
总线——能为系统中多个部件分时共享的一组信息传输线及相关逻辑。

总线的主要特征：分时共享。

分时：某一时刻总线只允许有一个部件向总线发送数据，但允许同一时刻有多个部件接收来自总线的信息。

§ 1.3 计算机硬件系统的组织

1.3.2 以总线为基础的典型系统结构



系统总线可以细分为：

地址总线：用于传输地址信息，比如：CPU发向主存、外设等；

数据总线：双向的多根信号线，用于传输数据信息；

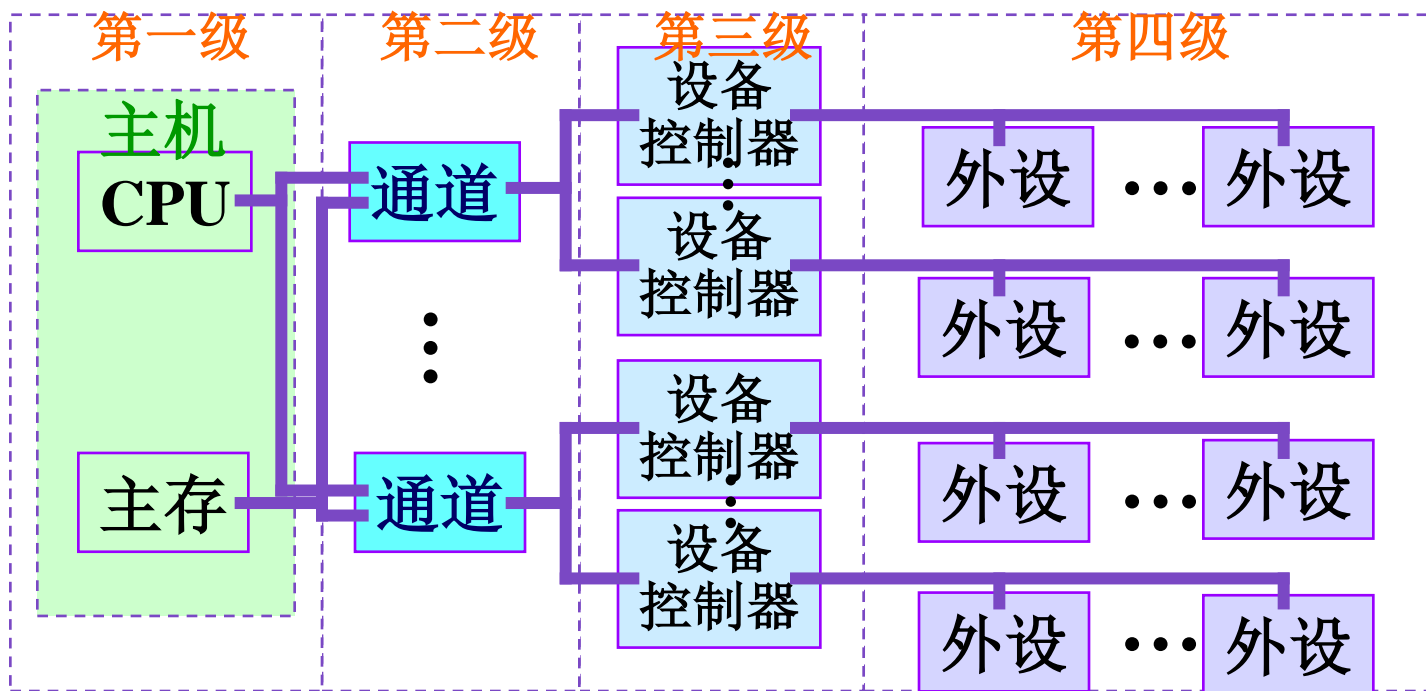
控制总线：传输控制信息，包括CPU送出的控制命令和主存（或外设）返回CPU的反馈信号。

现代流行的微机采用与CPU直接连接的是前端总线，整个系统是多级结构的总线。

§ 1.3 计算机硬件系统的组织

1.3.3 大、中型机的典型结构

在系统连接上分为四级：主机、通道、设备控制器、外部设备。



通道是承担 I/O 操作管理的主要部件，能使 CPU 的数据处理和与外部设备交换信息这两项操作同时进行。

§ 1.4 计算机的发展

1. 第一台电子计算机ENIAC (1946年)

(**E**lectronic **N**umeirical **I**ntegrator **A**nd **C**alculator)



 5000次加法/秒

 体重28吨

 占地170m²

 18800只电子管

 1500个继电器

 功率150KW



§ 1.4 计算机的发展

1. 第一台电子计算机ENIAC (1946年)
(**E**lectronic **N**umeirical **I**ntegrator **A**nd **C**alculator)

电子计算机诞生的基础:

- 1) 电子管的出现;
- 2) 战争的需要

计算机发展的主要动力:

- 1) 微电子学的发展;
- 2) 应用

§ 1.4 计算机的发展

2. 计算机发展的几个阶段

1946—1959 电子管, 软件处于初级阶段, 使用机器/汇编语言; (IAS)

1959—1964 晶体管, 软件开始使用高级语言; (IBM7094, CDC1604)

1964—1975 SSI, MSI, 出现操作系统、MIS, 微型机、系列机

1975—1990 LSI, VLSI, 出现DBMS、网络, 软件产业迅速发展。微机分支

1990— ULSI/ ELSI (甚大/极大规模集成电路), 超标量技术

3. 微型计算机发展的五个阶段

1971—1972 4位和8位微处理器, 2000器件/片。

1973—1977 8位微处理器, 10000器件/片, 微机外设得到发展。

1978—1980 16位微处理器, 30000器件/片, 功能相当于过去小型机。

1981—1995 32位微处理器, 50万器件/片, 相当于过去大中型机。

1996— 32-64位微处理器, 100万器件以上/片, 具有音频、视频处理能力。



§ 1.4 计算机的发展

4. 计算机的发展趋势

“两极”分化——微型化(体积)、巨型化(功能)

微型机：向更微型化、网络化、高性能、多用途方向发展。

巨型机：向更巨型化、超高速、并行处理、智能化方向发展。

是国家科技水平、经济实力、军事威力的象征！

新型计算机：超导计算机、量子计算机、光子计算机、生物计算机、纳米计算机等

§ 1.5 计算机的主要性能指标

1. 机器字长

参与运算的数的基本位数，由加法器、寄存器的位数决定的。

2. 数据通路宽度

数据总线一次所能并行传送信息的位数。

3. 主存容量

主存储器所能存储的全部信息量称为主存容量，通常以字节数来表示存储容量。

$$1\text{Byte} = 8 \text{ bit}$$

$$1\text{KB} = 1024 \text{ B} = 2^{10}\text{B} \quad (\text{B -- Byte, } \text{b -- bit})$$

$$1\text{MB} = 1024\text{KB} = 2^{20}\text{B}, \quad 1\text{GB} = 2^{30}\text{B}, \quad 1\text{TB} = 2^{40}\text{B}, \quad 1\text{PB} = 2^{50}\text{B}$$



4. 运算速度

运算速度与许多因素有关，有不同的的衡量方法

(1) 平均运算速度

按不同类型指令在计算过程中出现的频繁程度进行加权计算。

(2) CPU 时钟频率及每条指令执行所需时钟周期数 CPI

(3) 用 MIPS 和 MFLOPS 作计量单位

MIPS: Million Instructions Per Second
表示每秒执行多少百万条指令。

MFLOPS: Million Floating-point Operations Per Second
表示每秒执行多少百万次浮点运算。

本章要点:

1. 计算机系统的概念:
硬件和软件的综合体, 软硬件的逻辑等价
2. 层次结构及虚拟机器概念
3. 诺依曼体制的要点及存储程序控制的含义
4. 计算机硬件的典型组成结构
5. 计算机的主要性能指标

思考题: P15 1-6



课堂练习

一、选择题

1. 发明的第一台电子数字计算机是_____。
A. ENIAC B. EDVAC C. EDSAC D. UNIVAC
2. 世界上第一台电子数字计算机研制成功的时间是_____。
A. 1946年 B. 1947年 C. 1951年 D. 1952年
3. 多媒体计算机是指_____。
A. 具有多种外部设备的计算机
B. 能与多种电器连接的计算机
C. 能处理多种媒体信息的计算机
D. 借助多种媒体操作的计算机
4. 电子数字计算机工作最重要的特征是_____。
A. 高速度 B. 高精度
C. 存储程序自动控制 D. 记忆力强

课堂练习

一、选择题

5. 计算机中的存储器是记忆设备，它主要用于_____。
- A. 存放软件 B. 存放程序
C. 存放程序和数据 D. 存放微程序
6. CPU处理的数据基本单位为字，一个字的二进制位数为_____。
- A. 8 B. 16 C. 32 D. 与CPU芯片的型号有关
7. bit的意义是_____。
- A. 字 B. 字节 C. 字长 D. 二进制位
8. 1MB = _____。
- A. 1000字节 B. 1024字节 C. 1000*1000字节 D. 1024*1024字节
9. 一个字节的二进制位数为_____。
- A. 2 B. 4 C. 8 D. 16

课堂练习

一、选择题

10. 一个完整的计算机系统包括_____。
- A. 运算器、存储器、控制器 B. 外部设备和主机
C. 主机和实用程序 D. 配套的硬件设备和软件系统
11. 中央处理机（CPU）包括_____。
- A. 运算器 B. 控制器
C. 控制器和运算器 D. 运算器和存储器
12. CPU中控制器的功能是_____。
- A. 进行逻辑运算 B. 进行算术运算
C. 分析指令并发出相应的控制信号 D. 只控制CPU工作
13. 计算机能直接识别的语言是_____。
- A. 汇编语言 B. 自然语言 C. 机器语言 D. 高级语言

课堂练习

一、选择题

14. 微型计算机中运算器的主要功能是_____。
- A. 控制计算机的运行 B. 算术运算和逻辑运算
C. 分析指令并执行 D. 负责存取存储器中的数据
15. 计算机软件系统包括_____。
- A. 程序与数据 B. 系统软件与应用软件
C. 操作系统与语言处理程序 D. 程序、数据与文档
16. 计算机的存储器系统包括_____。
- A. RAM B. ROM
C. 主存储器 D. Cache、主存储器和辅助存储器
17. 微型计算机的发展以_____技术为标志。
- A. 操作系统 B. 微处理器 C. 磁盘 D. 软件
18. 电子计算机技术在约六十年中虽有很大的进步，但至今其运行仍遵循着一位科学家提出的基本原理。这位科学家是_____。
- A. 牛顿 B. 爱因斯坦 C. 爱迪生 D. 冯·诺依曼

课堂练习

二、填空题

1. 计算机系统由_____系统和_____系统构成。
2. 现在主要采用_____结构作为微/小型计算机硬件之间的连接方式
3. 三态门电路比普通门电路多一种_____状态。
4. 计算机系统的层次结构中，位于硬件之外的所有层次统称为_____。

课堂练习

三、判断题

1. 存储程序的基本含义是将编好的程序和原始数据事先存入主存中。
2. 利用大规模集成电路技术把计算机的运算部件和控制部件做在一块集成电路芯片上，这样的一块芯片叫做单片机。
3. 计算机“运算速度”指标的含义是指每秒钟能执行多少条操作系统的命令。

课堂同步练习解答：

一、选择题

AACCB DDDCD CCCBB DBD

二、填空题

1. 硬件，软件
2. 总线
3. 浮空（或高阻）
4. 虚拟机器

三、判断题

1. 对。
2. 错。这样的芯片应成为CPU。
3. 错。应指每秒执行多少条指令或每秒执行多少次浮点运算。