

计算机组成原理与系统结构

第一章 概论

<http://jpkc.hdu.edu.cn/computer/zcyl/dzkjdx/>



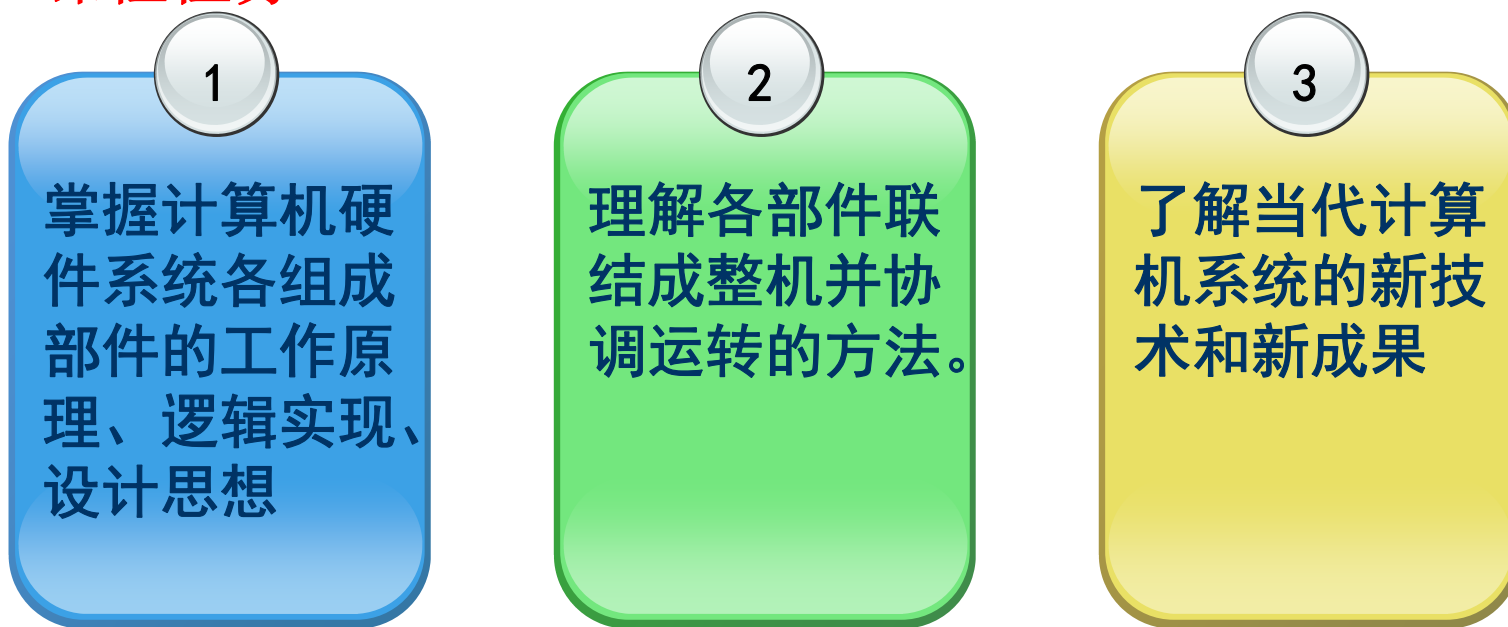


计算机组成原理与系统结构

1. 课程目的:

- 掌握计算机的工作原理, 深刻理解程序在计算机硬件上被执行的过程。

2. 课程任务:



核心: 计算机工作的过程就是循环往复地取指令、分析指令、执行指令的过程。



第一章 概 论

1.1

计算机系统的发展与应用

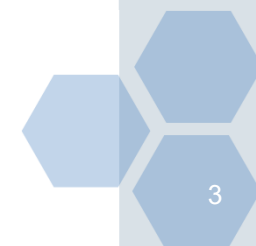
1.2

计算机的分类与性能指标

1.3

计算机系统的基本组成

本章小结





1.1 计算机系统的发展与应用



计算机的产生



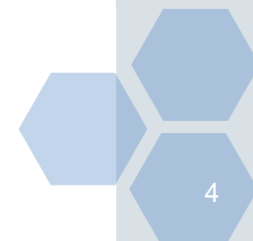
计算机的发展



微型计算机的发展

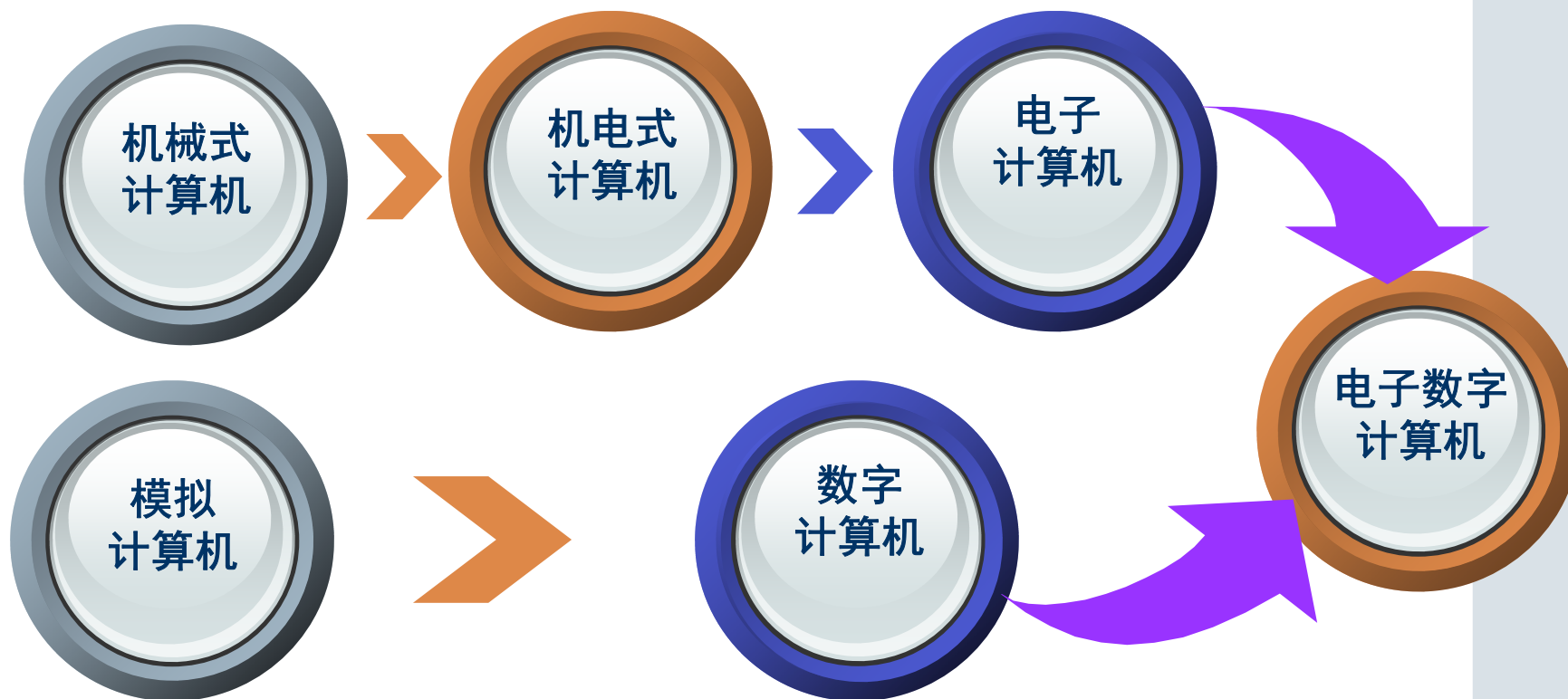


计算机的应用



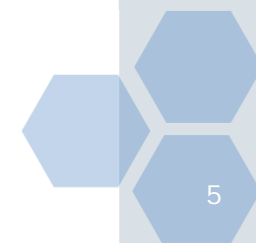


一、计算机的产生



❖ 第一台**电子数字计算机**：ENIAC（1946）

❖ 电子数字计算机特点：高速、高精度





二、计算机的发展

第一代 电子管计算机

- 1946年 ENIAC
- 1955年 ENIAC正式退役

第二代 晶体管计算机

1955年，贝尔实验室研制出世界上第一台全晶体管计算机TRADIC
TRADIC，装有800只晶体管，100瓦功率，占地有15英尺

第三代 集成电路计算机

- “摩尔定律”
- 1964年，IBM360成功开发出6个型号的大、中、小型电脑和44种新式的配套设备，都是系列兼容机，成为第三代计算机标志性产品
- DEC公司1965年制造的PDP-8型集成电路计算机，被公认为第一台标准小型机

第四代大规模与超大规模集成电路计算机

1971年，英特尔公司4004
1972年，8008



三、微型计算机的发展

1. 第一代8008微处理器

1974年，霍夫小组，以8008为基础 → 8位微处理器芯片8080 → 约4800个晶体管 → 每秒执行29万条指令。

2. 第二代微处理器

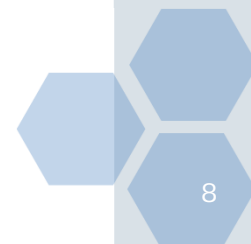
- 1976年，Zilog公司的费根 → 8位微处理器Z-80
- 其运算速度是第一代的10~15倍，指令系统比较完善，已经有了典型的计算机体系结构以及中断、DMA功能。支持它们的语言有汇编、BASIC、FORTRAN和PL/M等，后期还开始配备CP/M操作系统



三、微型计算机的发展

1. 第三代微处理器

- 1978年→ 16位的微处理器Intel8086 → 29000个晶体管→数据总线16位（字长） →地址总线20位
- 1979年→ 8位（准16位）的微处理器Intel8088
- 1983年→ IBM公司推出带有硬盘的IBMPC/XT机
- 16位的Z8000和MC68000
- 1982 → 16位处理器80286 →晶体管达13万个→数据总线16位→地址总线24位→有两种工作模式：实地址模式和虚地址保护模式。
- 80286 → IBM PC/AT微机
- 同档次的有Motorola的68010。

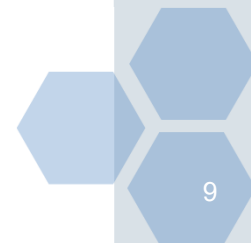




三、微型计算机的发展

1. 第四代微处理器

- 1985 → 32位微处理器芯片80386 → 27.5万个晶体管 → 32位数据线和32位地址线 → 有3种工作模式：实地址模式、虚地址保护模式和虚拟8086模式。
- 同期的微处理器还有Motorola的MC68020等
- 1989年 → 高性能32位微处理器80486 → 120万个晶体管 → 包含了一个80386体系结构的主处理器、一个与80387兼容的数字协处理器和一个8KB的高速缓冲存储器（Cache） → 采用了RISC（精简指令系统计算机）技术

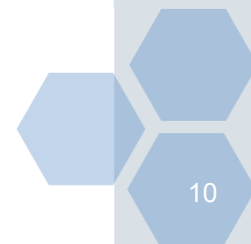




三、微型计算机的发展

1. 第五代微处理器

- 1993年→ 32位微处理器Pentium（奔腾，P5） → 320万个晶体管 → 具有5级超标量结构、64位数据线和32位地址线 → 仍采用CISC和RISC相结合的技术。
- 同期的第五代微处理器还有IBM、Apple和Motorola三家联盟的PowerPC（RISC微处理器）以及AMD公司的K5和Cyrilix公司的M1。

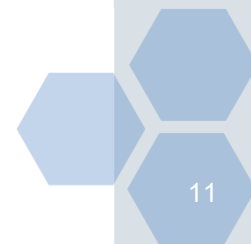




三、微型计算机的发展

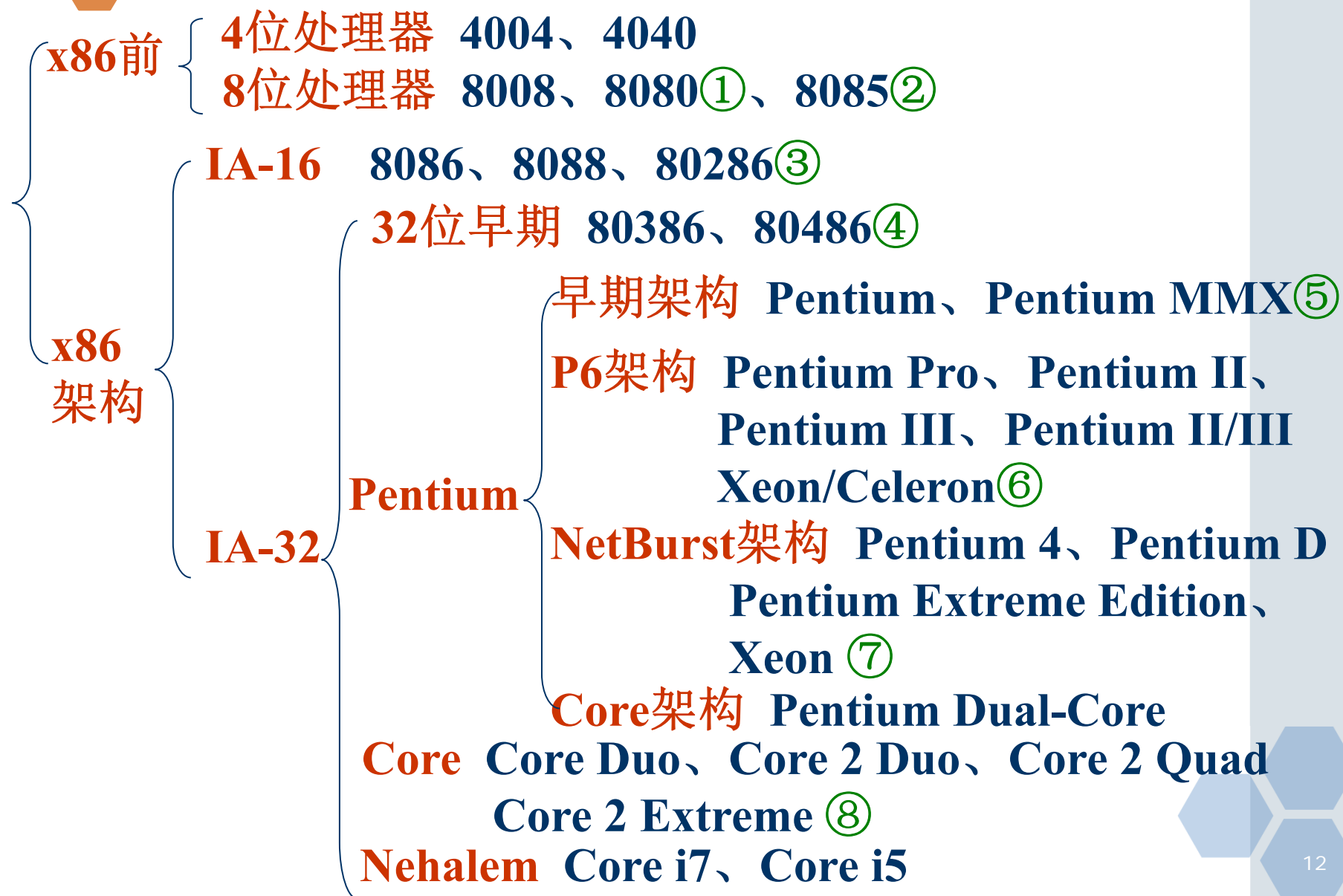
1. 第六代微处理器

- 1995年 → Pentium Pro (高能奔腾, P6) → 550万个晶体管 → 具有64位数据线和36位地址线 → 物理地址空间64GB, 虚拟存储空间64TB → 动态执行技术 → 256KB的二级高速缓存封装到芯片内。
- 1997年 → Pentium II → 750万个晶体管 → 多媒体MMX技术 → 32KB的L1 Cache, 512KB的L2Cache
- 1999年 → Pentium III → 950万到2800万个晶体管 → 增加了70条SEE (Stream SIMD Extention, 数据流SIMD扩展) 指令,
- 同期第六代微处理器还有AMD公司的K7。
- 2000年 → Pentium 4





Intel微处理器家族发展概述

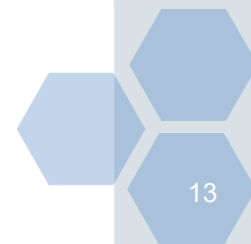




三、微型计算机的发展

目前，通用微处理器的方向发展（4点）：

- 进一步提高电路的复杂度来提高处理器的性能。
采用传统的指令级并行方法加速单线程应用，采用更多功能部件、多级**Cache**、更宽的超标量。
- 通过**线程/进程级并行性**来提高处理器的性能。如多处理器、多线程处理器等。





三、微型计算机的发展

目前，通用微处理器的方向发展：

- 将存储器集成到处理器芯片内来提高其性能。这样可使访存延时减少**5~10**倍以上，存储器带宽可增加**50~100**倍。
- 发展嵌入式处理器。嵌入式处理器实现高性能的途径与通用处理器不同，大多针对专门的应用领域来专门设计以满足高性能、低成本和低功耗的要求。





四、计算机的应用

1. 科学计算领域

2. 工业应用领域

- 实时控制
- **CAD/CAM**
- 企业管理
- 辅助决策

3. 商业应用领域

- 电子银行
- 电子商务

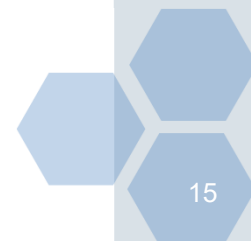
1. 教育应用领域

- 远程教学
- 模拟教学
- 多媒体教学
- 数字图书馆

2. 生活应用领域

- 数字社区
- 信息服务

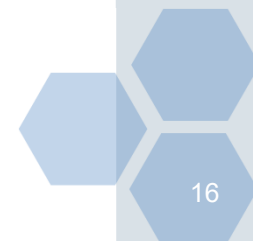
3. 人工智能领域





1.2 计算机的分类和性能指标

- 一 按计算机系统结构分类
- 二 按计算机的用途分类
- 三 按计算机的使用方式分类
- 四 按照计算机的规模分类
- 五 按计算机的性能指标分类

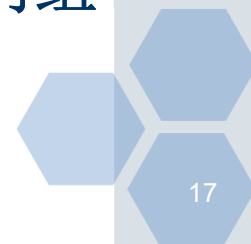




一、按计算机的系统结构分类

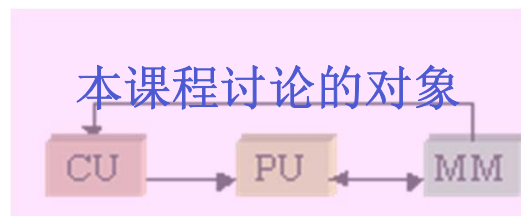
Michael Flynn分类法:

- 计算机在执行程序过程中，有**2**种信息在流动：
 - ①一种是**计算机指令**，它从存储器流入控制器，并变成整个计算机系统的控制信号。
 - ②另一种是**数据**，从输入设备流入存储器，再流入执行部件如运算器，运算结果流入存储器或输出设备。
- Flynn称前一种信息为“**指令流**”，后一种信息为“**数据流**”。因此，根据指令流与数据流的不同组合，计算机系统结构分为以下**4**类。

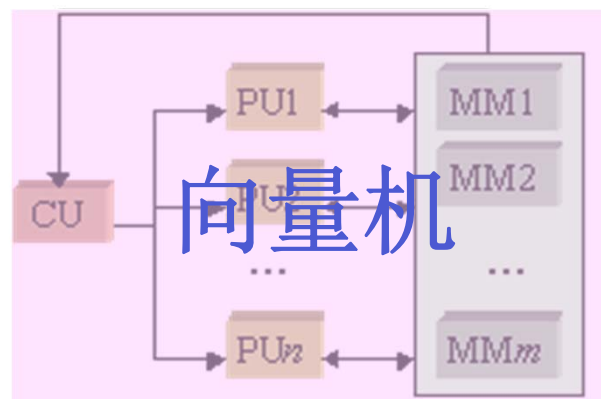




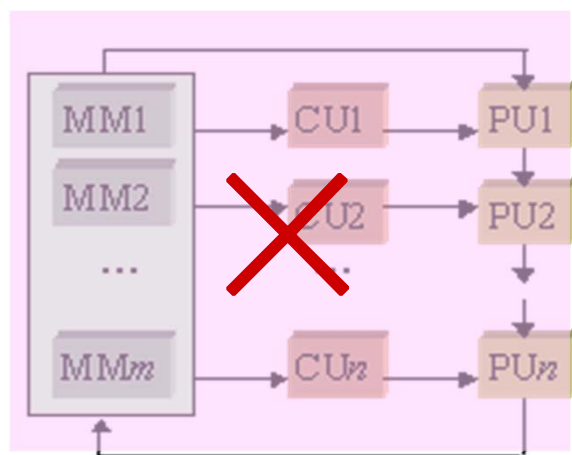
一、按计算机的系统结构分类



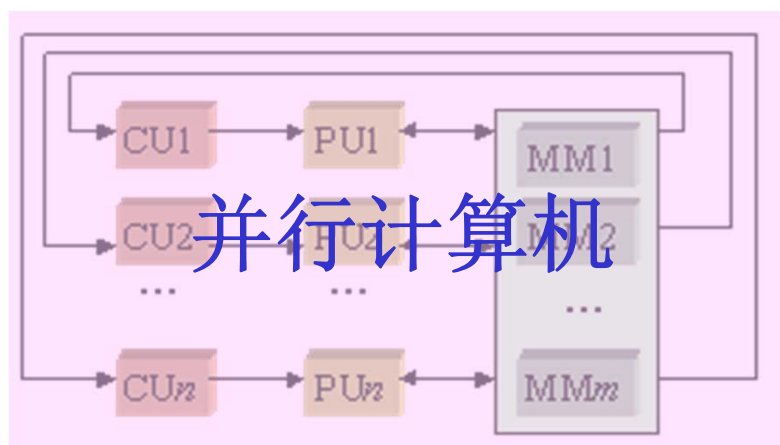
(a) SISD 结构



(b) SIMD 结构



(c) MISD 结构



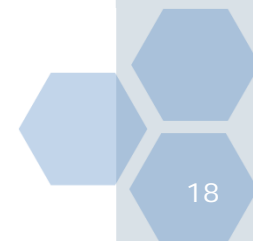
(d) MIMD 结构



CU: 控制部件

PU: 处理部件

MM: 存储部件





二、按计算机的用途分类

1. 通用计算机

- 通用计算机是指为**解决各种问题**，具有**较强的通用性**而设计的计算机。该机适用于一般的科学计算、学术研究、工程设计和数据处理等**广泛用途**，这类机器本身有较大的适用面。

2. 专用计算机

- 专用计算机是指为适应**某种特殊应用**而设计的计算机，具有运行**效率高、速度快、精度高等特点**。一般用在过程控制中，如智能仪表、飞机的自动控制、导弹的导航系统等。





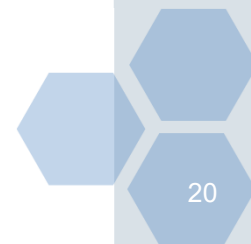
三、按计算机的使用方式分类

1. 桌上型计算机

- 桌上型计算机包括**PC**机、工作站和笔记本型计算机，为用户提供良好的计算性能和较低成本的工作环境。
桌上型计算机是成本低、应用广的计算机类型

2. 服务器型计算机

- 服务器型计算机是指在网络环境或具有客户—服务器结构的分布式计算环境中，为客户请求提供服务的节点计算机。

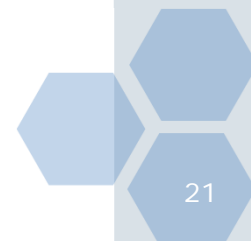




三、按计算机的使用方式分类

3. 嵌入式计算机

- 嵌入式计算机是将计算机作为一个部件，成为某个设备的一部分，嵌入式计算机成本更低，用途更广。它的结构一般是面向特定应用。不同的嵌入式应用有不同的要求，需要根据不同的应用进行专门的开发设计。





四、按计算机的规模分类

1. 巨型计算机

- 运算速度快、存储容量大，价格相当昂贵，主要用于复杂、尖端的科学研究领域，特别是军事科学计算。

2. 大/中型计算机

- 通用性能好、外部设备负载能力强、处理速度快。它有完善的指令系统，丰富的外部设备和功能齐全的软件系统，并允许多个用户同时使用。主要用于科学计算、数据处理或做网络服务器。



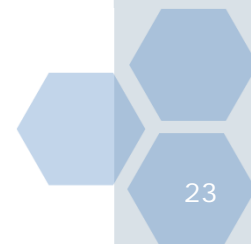
四、按计算机的规模分类

1. 小型计算机

- 具有规模较小、结构简单、成本较低、操作简单、易于维护、与外部设备连接容易等特点。

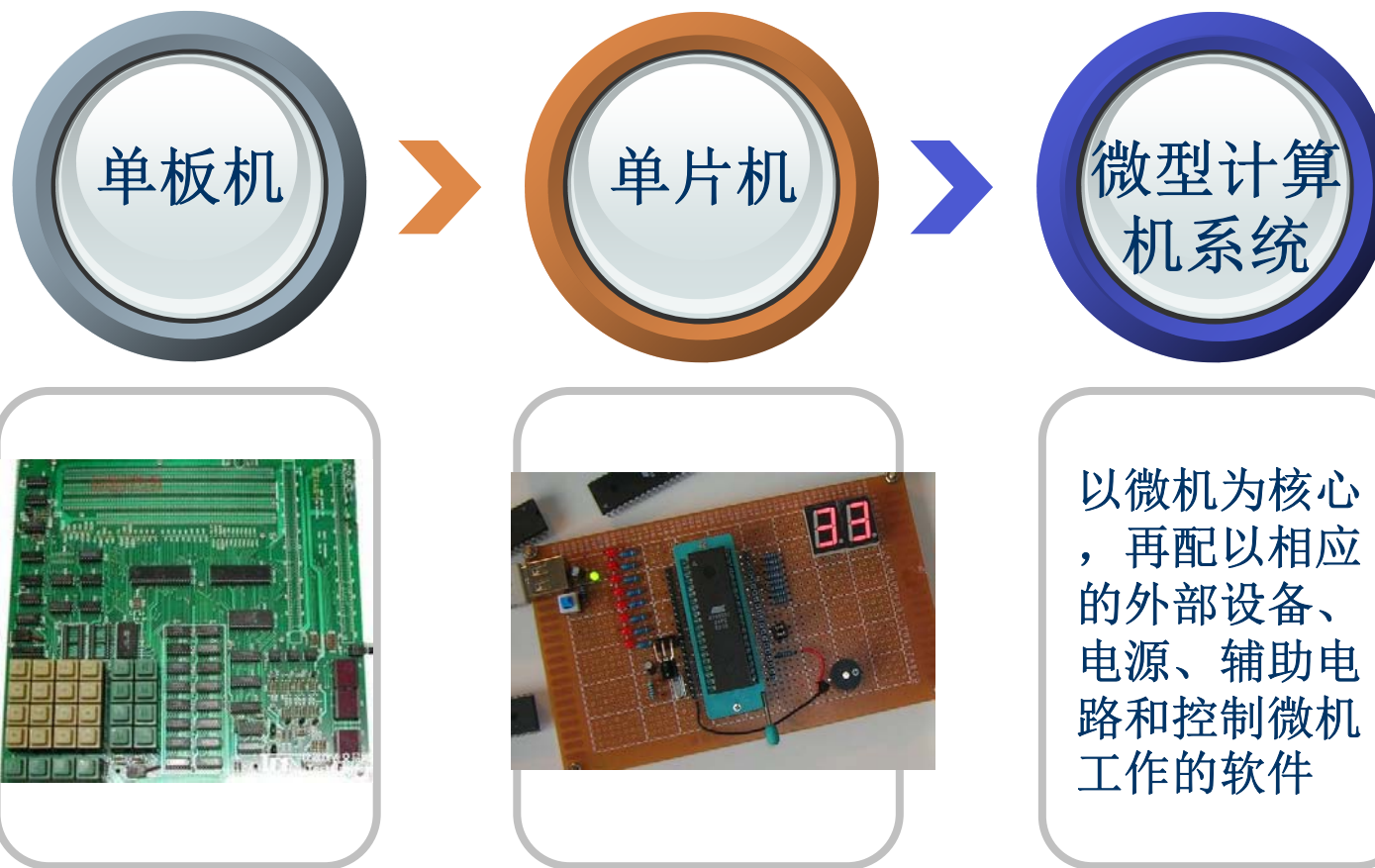
2. 微型计算机：简称微机

- 以运算器和控制器为核心，加上由大规模集成电路制作的存储器、输入/输出接口和系统总线，构成了体积小、结构紧凑、价格低但又具有一定功能的计算机。





四、按计算机的规模分类



❖ 目前，微型计算机与工作站、小型计算机乃至中、大型机之间的界限已经愈来愈模糊。





五、计算机的性能指标分类

1. **机器字长**: **CPU一次**能处理的数据位数。字长越长, 数的表示范围就越大, 精度也越高, 但相应的硬件成本也越高。
2. **存储容量**
 - 存储容量=存储单元个数×存储字长
 - 单位: 字节 1字节 (B) =8位
 - 度量: $1K=2^{10}$ $1M=2^{20}$ $1G=2^{30}$ $1T=2^{40}$
3. **运算速度**
 - **MIPS** (百万条指令每秒)
 - **CPI** (每条指令所需的周期数)
 - **FLOPS** (每秒浮点运算次数)

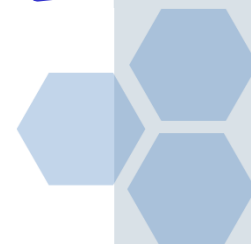




计算机的性能指标分类

1. 可配置的外设
2. 性能价格比
3. 可靠性、可维修性和可用性
 - **MTBF** （平均失效时间）
 - **MTRF** （平均修复时间）
 - 正常工作概率： **$MTBF / (MTBF + MTRF)$**

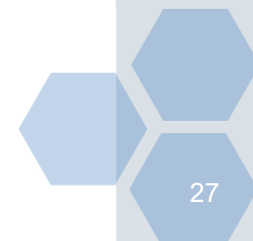
除此之外，评价计算机时还会看它的兼容性，系统的可扩展性，系统对环境的要求，耗电量的大小等





1.3 计算机的基本组成

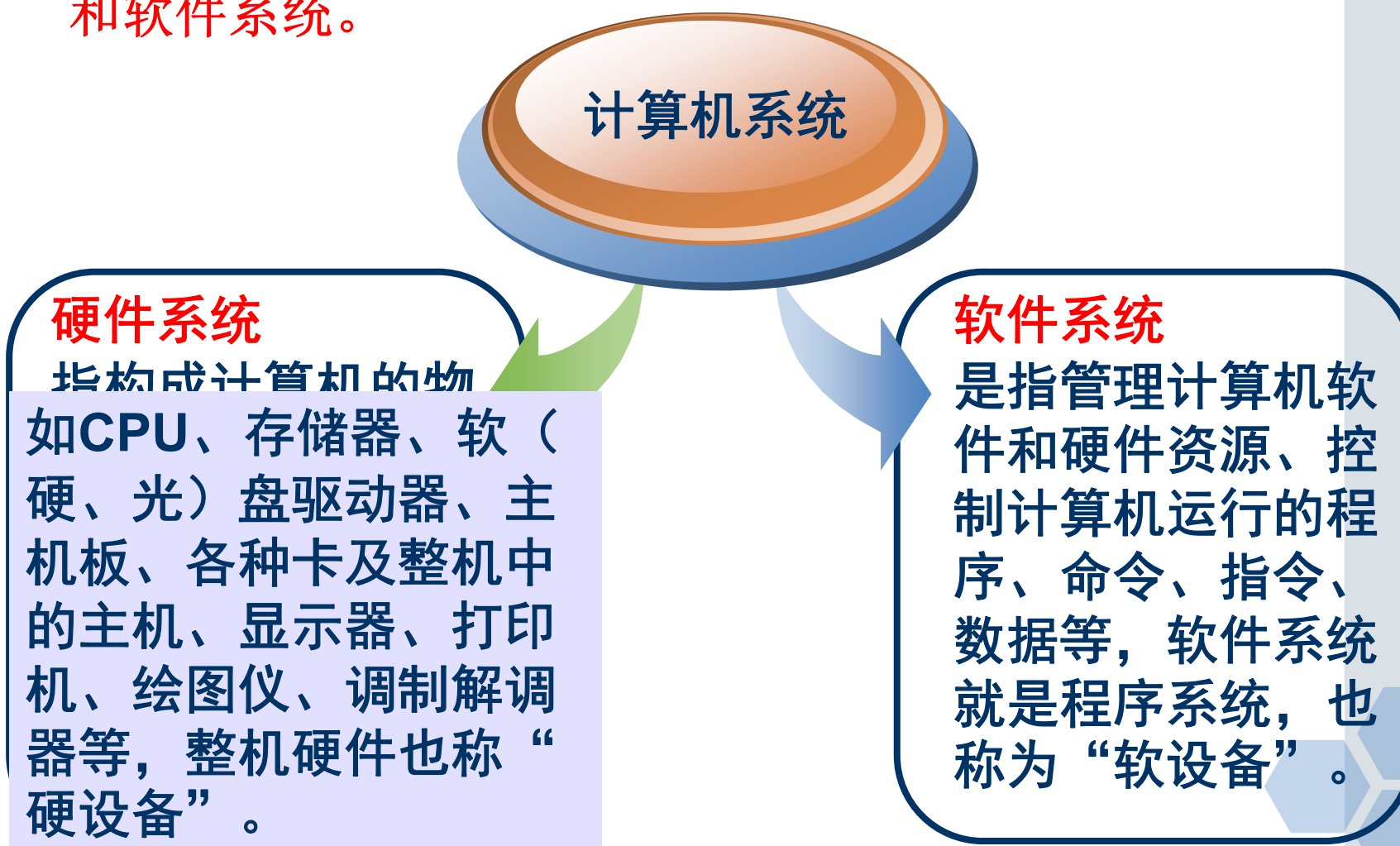
- 一 计算机系统组成
- 二 计算机硬件系统
- 三 计算机软件系统
- 四 计算机系统的层次结构





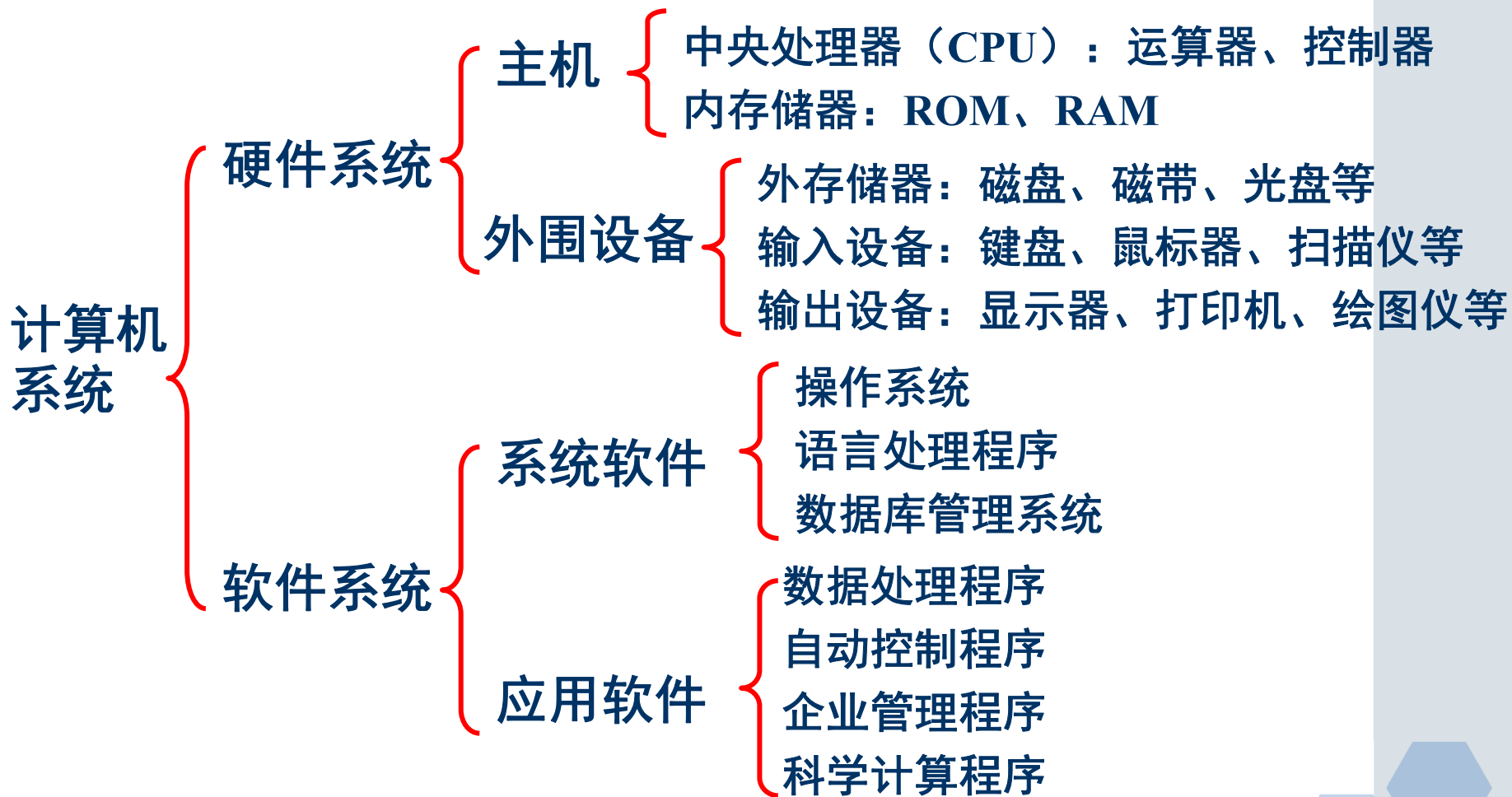
一、计算机系统组成

1. 一个完整的计算机系统，包括两大部分，即硬件系统和软件系统。





一、计算机系统集成

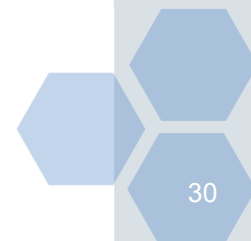




一、计算机系统组成

1. 软件和硬件之间的关系

- 计算机是依靠硬件和软件的协同工作来执行一个具体任务。
- 硬件是计算机系统的物质基础，而软件又是硬件功能的扩充和完善。
- 任何软件都是建立在硬件基础上的，任何软件也离不开硬件的支持。
- 如果没有软件的支持，硬件的功能就不能得到充分的发挥。

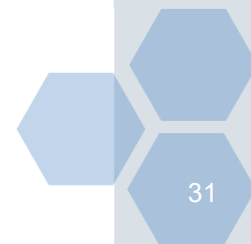




二、计算机硬件系统

1. 冯·诺依曼（Von Neumann）体系结构

- 1946年由美籍匈牙利数学家冯·诺伊曼提出
- 计算机的体系结构发生了许多变化，但冯·诺伊曼提出的二进制、程序存储和程序控制，依然是普遍遵循的原则。

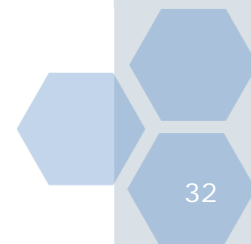




二、计算机硬件系统

1. 冯·诺伊曼的存储程序的计算机设计基本思想是：

- 采用二进制表示数据和指令；指令由操作码和地址码组成。
- 采用存储程序：即把编好的程序和原始数据预先存入计算机主存中，使计算机工作时能连续、自动、高速地从存储器中取出一条条指令并执行，从而自动完成预定的任务；即“存储程序”和“程序控制”（简称存储程序控制）的概念。
- 指令的执行是顺序的，即一般按照指令在存储器中存放的顺序执行，程序分支由转移指令实现。

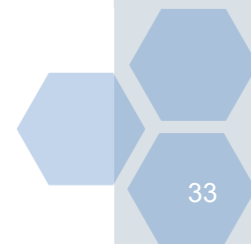




二、计算机硬件系统

1. 冯·诺伊曼的存储程序的计算机设计基本思想是：

- 计算机**硬件系统**由运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备**五大部件**组成，并规定了五大部件的基本功能。
- 计算机以**运算器**为中心，输入输出设备与存储器之间的数据传送通过运算器完成。





二、计算机硬件系统

1. 计算机硬件系统五大部件

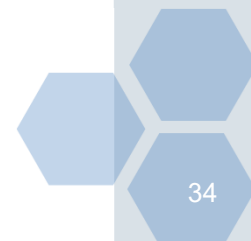
■ 存储器

①功能：存放指令和数据。

②操作：

I. 存储器读操作：从存储器取出数据，又称为读出。

II. 存储器写操作：向存储器存放数据，又称为写入；



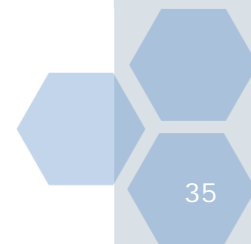


二、计算机硬件系统

■ 存储器

① 概念：

- I. **存储单元**：存储二进制信息的部件，每个单元可以存放**一个字或字节**的信息，存储器就是存储单元的集合。
- II. **单元地址**：存储单元的编号，是区分存储器中不同存储单元的**唯一**标志。



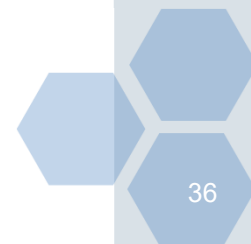


二、计算机硬件系统

1. 计算机硬件系统五大部件

■ 运算器

- ①功能：在控制器控制下，进行算术运算和逻辑运算。
- ②运算器的技术性能高低直接影响着计算机的运算速度和整机性能。



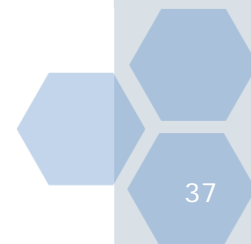


二、计算机硬件系统

1. 计算机硬件系统五大部件

■ 控制器

- ①功能：对当前指令进行译码分析其所需要完成的操作，产生并发送各部件所需要的控制信号，从而使整个计算机自动、协调地工作。
- ②控制器是计算机的控制指挥部件，也是整个计算机的控制中心。





二、计算机硬件系统（五大部件）

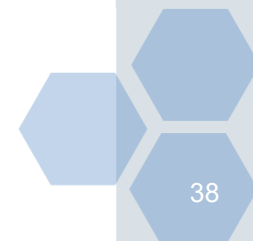
⑩ 计算机硬件系统五大部件

⑩ 输入设备

- 功能：将外界的信息转换为计算机能识别的二进制代码。输入设备是给计算机输入信息的设备。

⑩ 输出设备

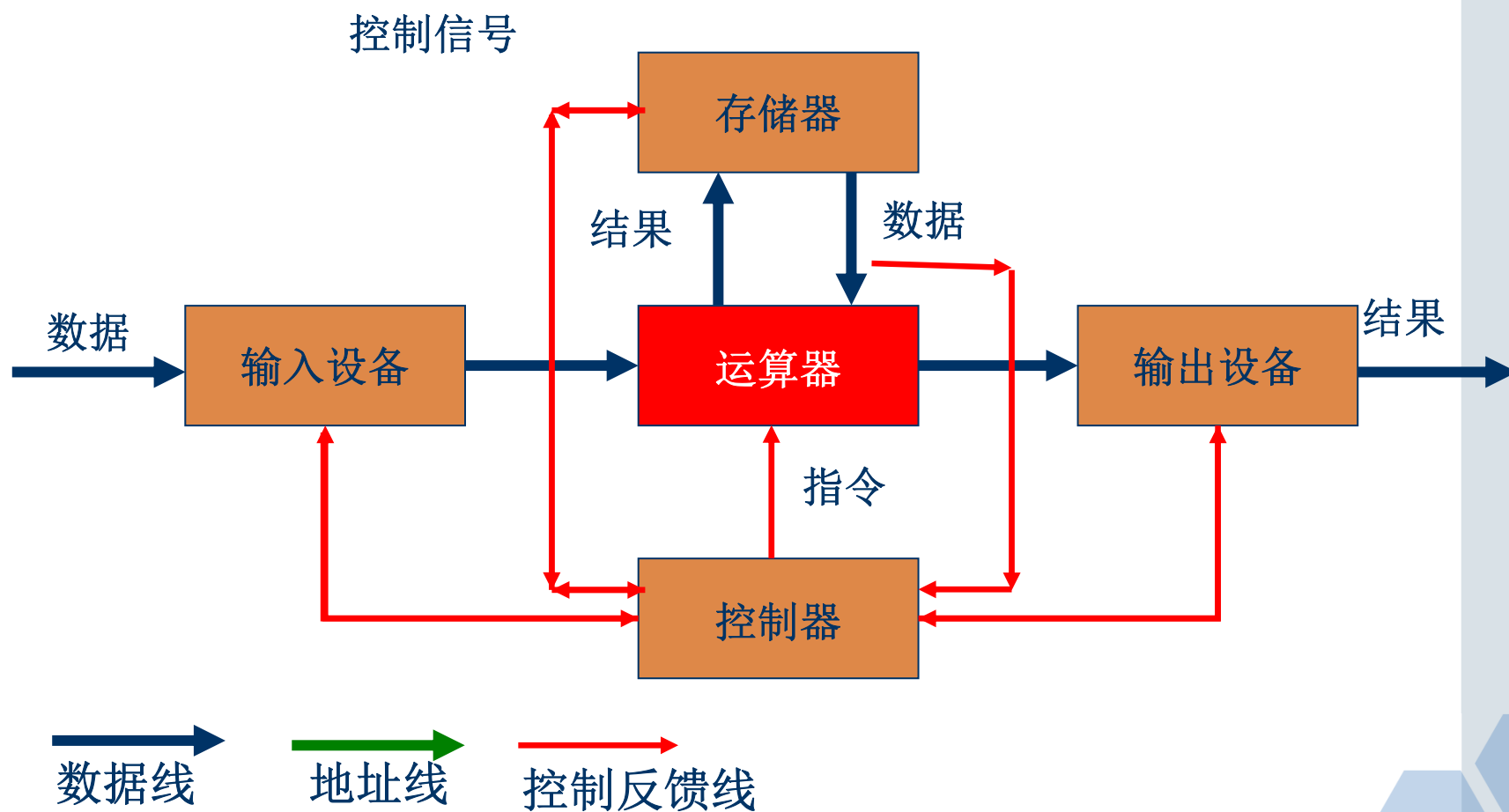
- 功能：将计算机处理结果转换成人们或其他设备所能接收的形式。





二、计算机硬件系统

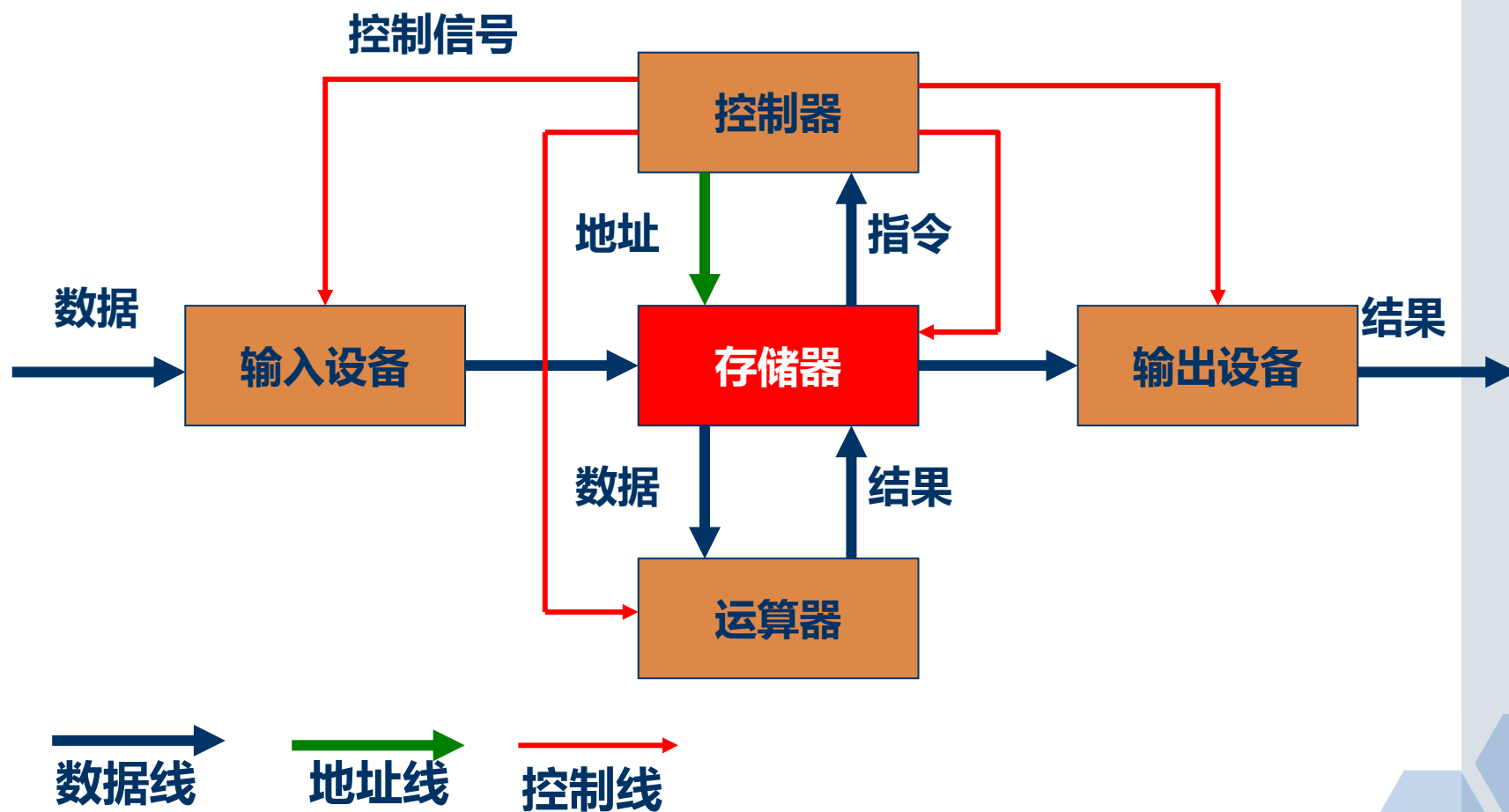
典型的冯.诺依曼计算机结构框图（以**运算器**为中心）





二、计算机硬件系统

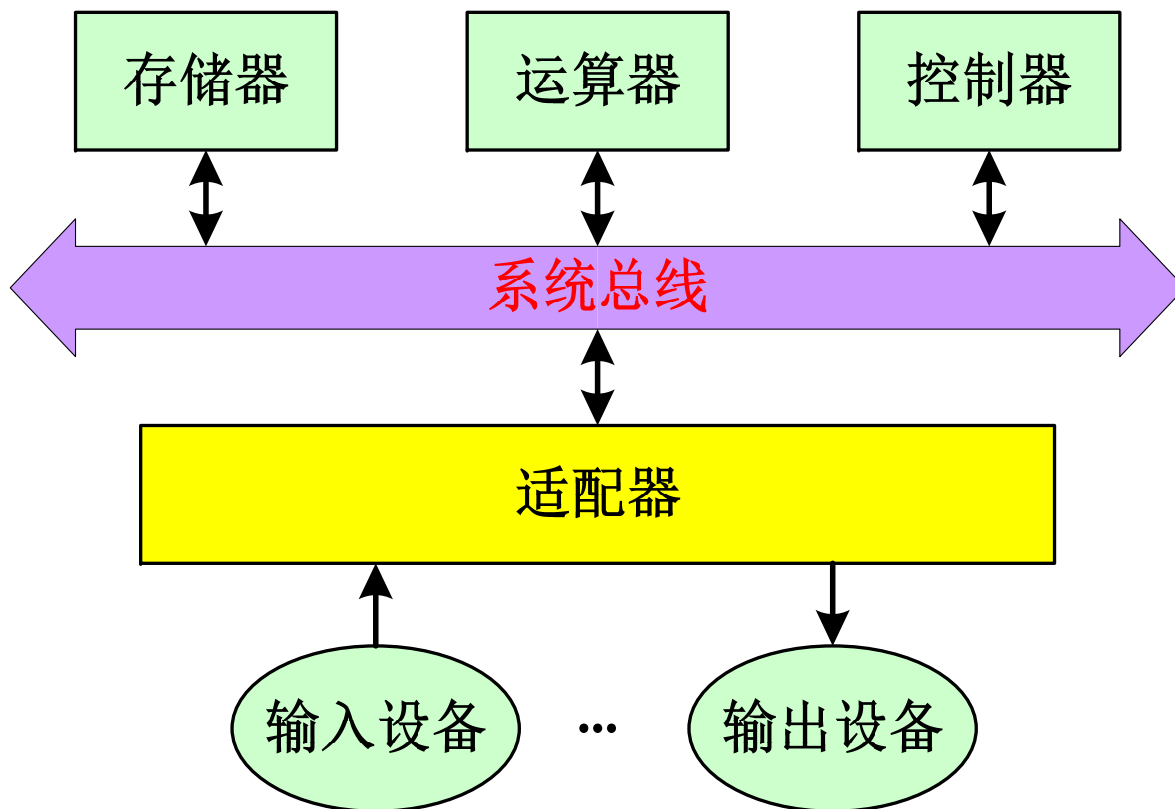
现代计算机结构框图（以**存储器**为中心）





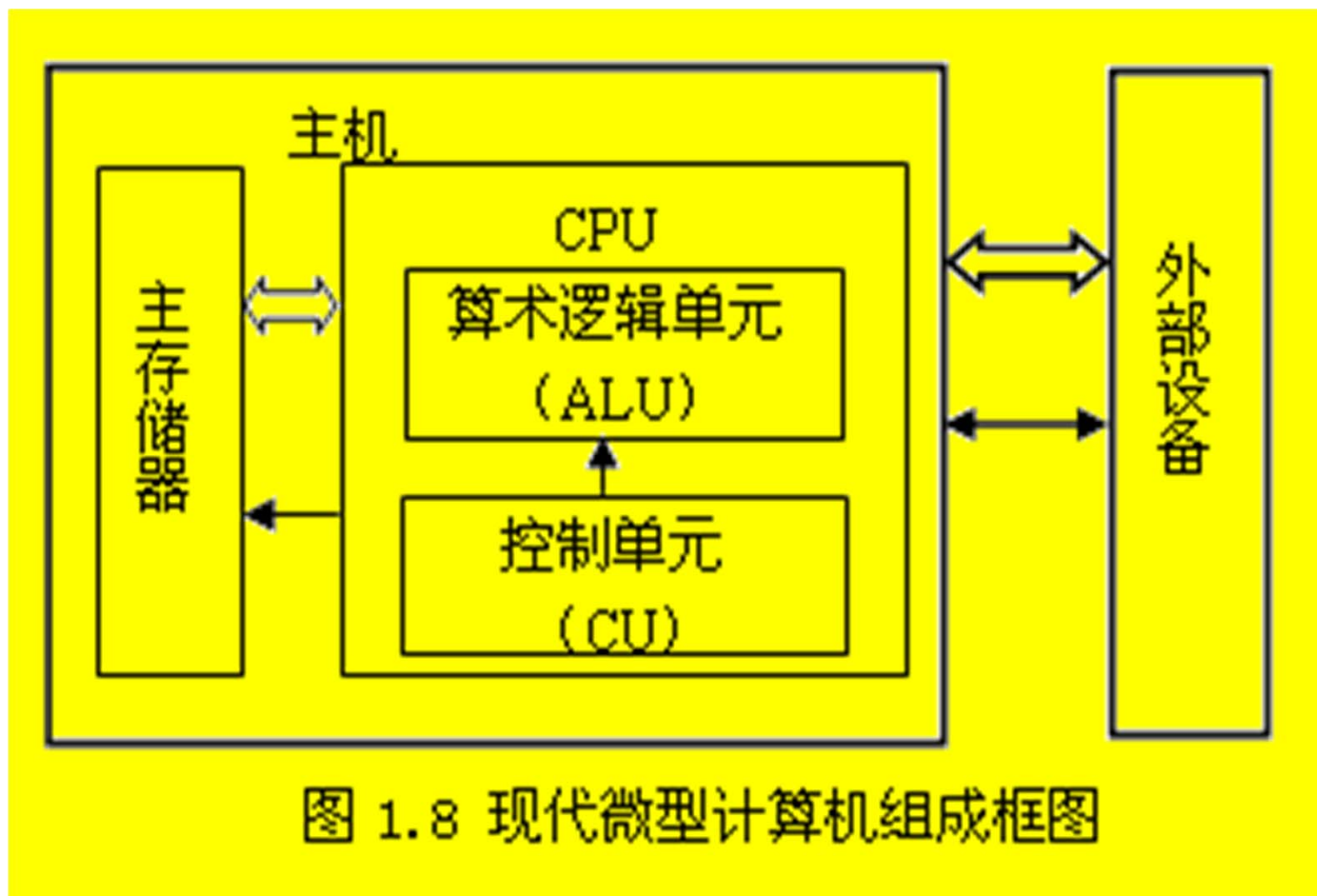
二、计算机硬件系统

系统总线：包括地址总线（**AB**）、数据总线（**DB**）、控制总线（**CB**）





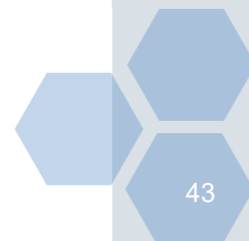
二、计算机硬件系统（五大部件）





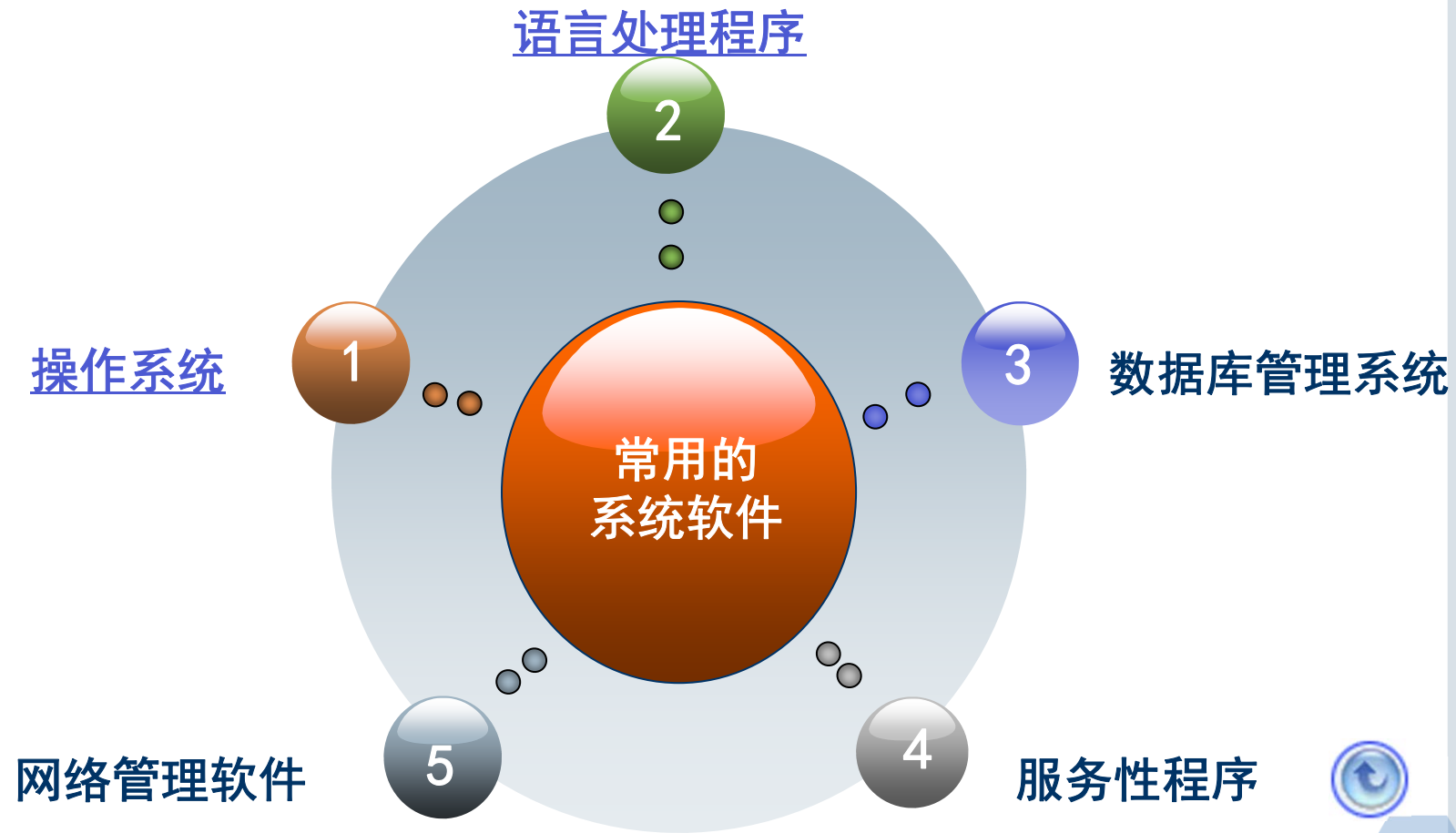
三、计算机软件系统

- **计算机软件：**是指能使计算机工作的**程序**及其运行时所需要的**数据**，还包括与这些程序和数据有关的**文字说明和图表资料**。
- **应用软件：**又称为应用程序，它是用户在各自不同的应用领域根据具体的任务需要所开发编制的各种程序。
- **系统软件：**是指管理、调度、监视和维护计算机系统软硬件资源的程序集合，使系统资源得到合理调度，确保高效率运行。





三、计算机软件系统



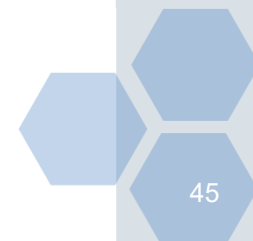


操作系统

1. 操作系统（**Operating System**）的功能：

- 管理计算机系统的各种软、硬件资源，使其被**高效使用**；
- 为计算机系统和用户之间提供接口，为用户**提供方便**。

操作系统是**直接运行在裸机上的最基本的系统软件**，是系统软件的核心，任何其他软件必须在操作系统的支持下才能运行。





计算机语言

程序是用某种计算机程序设计语言按问题的要求编写而成的，是指令的有序集合。

机器语言：由0和1按一定规则排列组成的一个指令集；它是计算机唯一能识别和执行的语言。优点是执行效率高、速度快。

缺点是直观性差，可读性不强。

计算机语言

汇编语言：用助记符来表示机器指令中的操作码和操作数的指令系统。可读性增强，执行速度快，但仍是一种面向机器的语言。

高级语言：一种更接近于人类自然语言和数学语言的语言，用高级语言编写程序可以大大减少编程人员的劳动，因此它也具有较好的可移植性。



三种语言的比较

	机器语言	汇编语言	高级语言
语言构成	代码语言	符号语言	符号语言
与硬件的关联	面向机器	面向机器	面向用户
可在硬件上直接执行	可以	不可以（需要翻译）	不可以（需要翻译）
运行效率	高	高	低
程序可读性	低	较低	高



语言处理程序

功能：将高级语言编写的程序翻译成计算机能识别和执行的二进制机器指令，然后供计算机执行。又称为翻译程序。

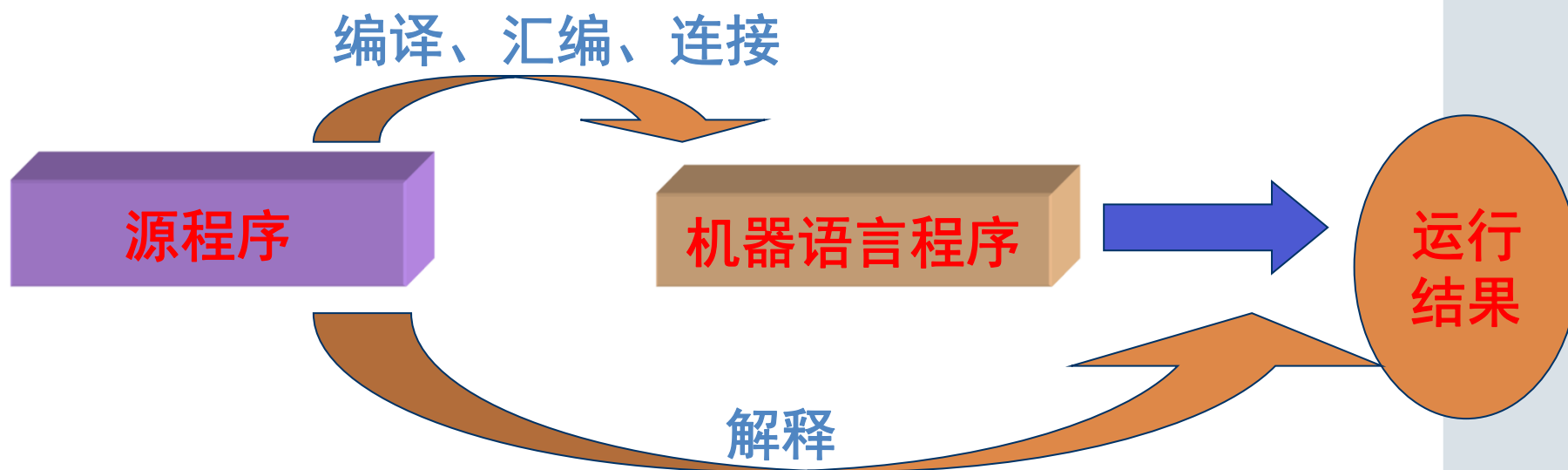
语言处理程序
分为两种

编译程序：将用户编写的高级语言程序（源程序）的全部语句全部翻译成机器语言程序，然后再执行机器语言程序

解释程序：将源程序的一条语句翻译成机器语言程序，并立即执行，接着再翻译源程序的下一条语句并执行，如此重复直至完成源程序的全部翻译任务。它的特点是翻译一次执行一次

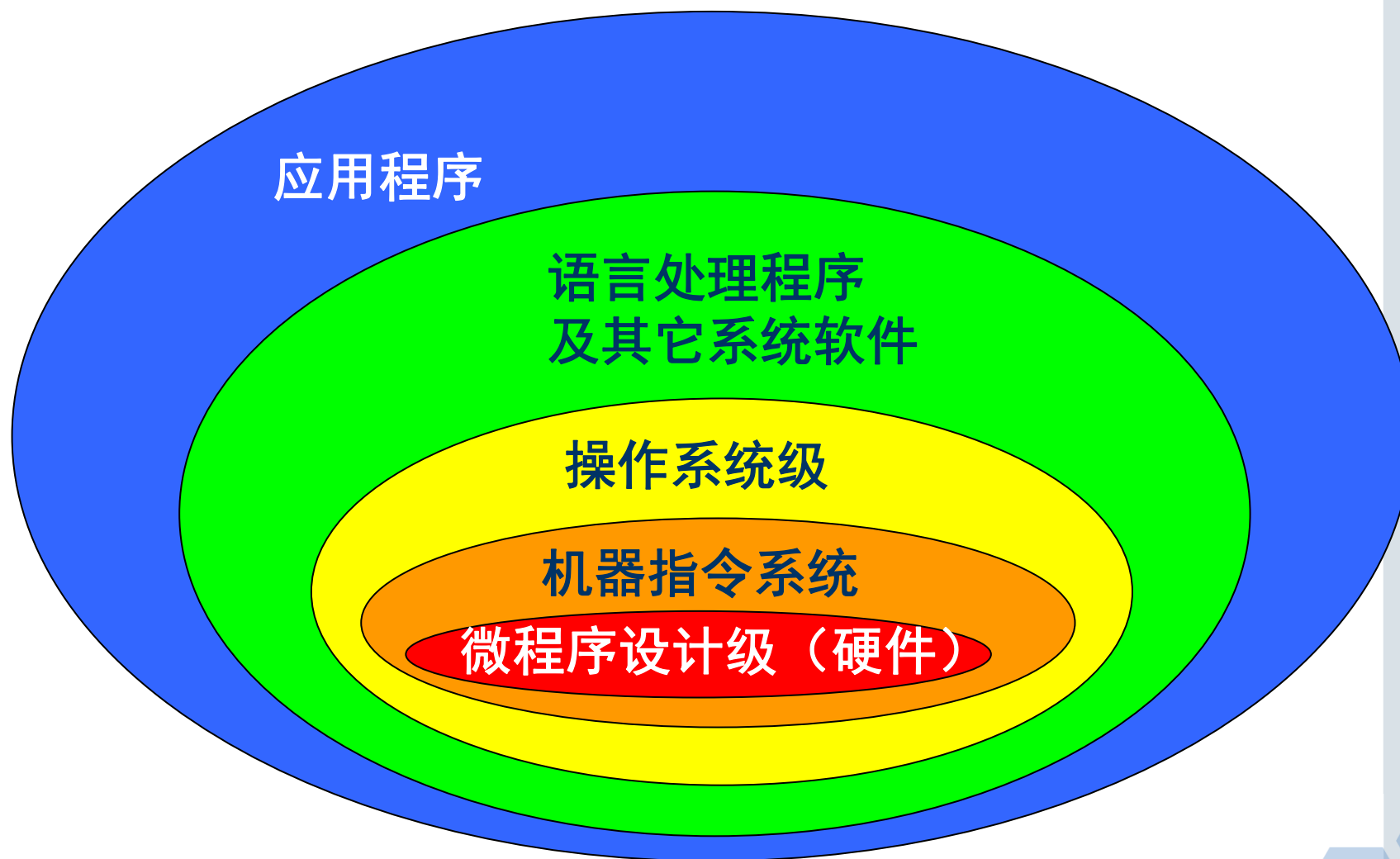


计算机运行程序的过程





四、计算机系统的层次结构





四、计算机系统的层次结构

- **微程序设计级**（硬件层），有**2**种设计方式：
 - 微程序设计方式
 - 硬布线设计方式

- **机器指令系统**：提供计算机硬件可以读懂并可以直接操纵计算机硬件工作的二进制信息。





四、计算机系统的层次结构

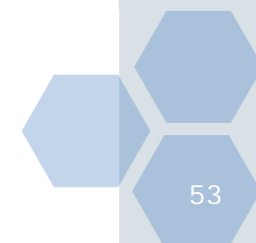
- **操作系统级**：负责管理、统一调度硬件资源，起着支撑其他系统软件和应用软件，使计算机能够自动运行，发挥高效率的作用。
- **语言处理程序及其它系统软件级**
 - 语言处理程序
 - 其它系统软件
- **应用程序级**：针对计算机用户在某一应用领域为某些专门问题而开发的应用软件





本课程讨论的对象:

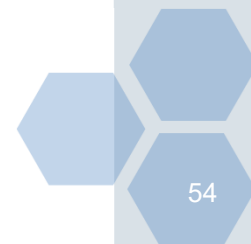
- ❖ 电子数字计算机
- ❖ **SISD**计算机
- ❖ 冯·诺依曼体系结构计算机





本章小结

1. 电子计算机的历史分为以下几个阶段：
2. **1946年～1959年** 第一代，电子管计算机
3. **1956年～1964年** 第二代，晶体管计算机
4. **1964年～1975年** 第三代，中、小规模集成电路计算机
5. **1975年～1990年** 第四代，大规模、超大规模集成电路（**LSI, VLSI**）计算机，第一、第二代微处理器
6. **1990年～至今** 第五代，甚大规模集成电路（**ULSI**）计算机，第三、四、五、六代及多核微处理器





本章小结

1. 计算机的**分类**有多种方法。
2. 决定计算机系统的**性能**有许多因素，其中计算机的硬件性能指标包括机器字长、存储器容量、运算速度和配置外设等。
3. 计算机系统由**硬件系统**和**软件系统**两大部分组成。
冯·诺伊曼 **Von Neumann**) 计算机体系结构。软件系统包括系统软件和应用软件。系统软件以操作系统为核心。
4. 计算机系统的**层次结构**从底层向上层分别为：微程序级（硬件）、机器指令级（与硬件紧密相关）、操作系统级、语言处理程序及其他系统软件、应用软件。计算机组成原理课程所要讨论的主要是最底二层。





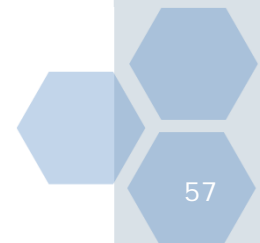
作业

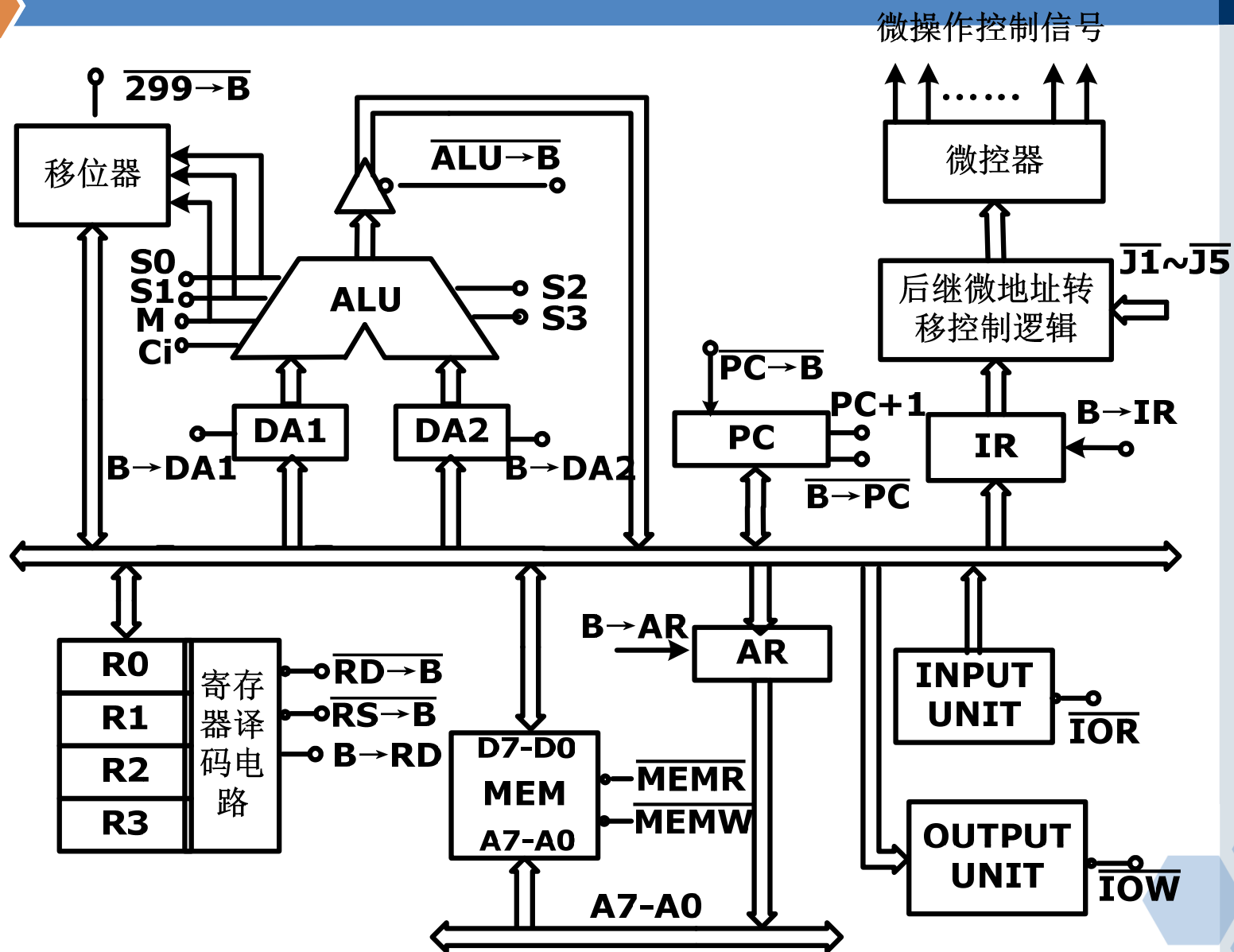
1. 提交一篇思政报告：根据和计算机组成原理相关的事件，谈谈你的想法，**500字以上**
2. 请大家通过网络教学平台提交：针对本次作业，大家直接在网页上作答即可。针对后续的计算和设计题等，可通过拍摄解答过程的照片来进行提交（注意照片方向和答题方向一致）。
3. 注意：两周内提交，超期无法提交





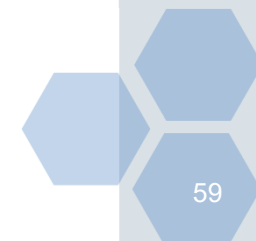
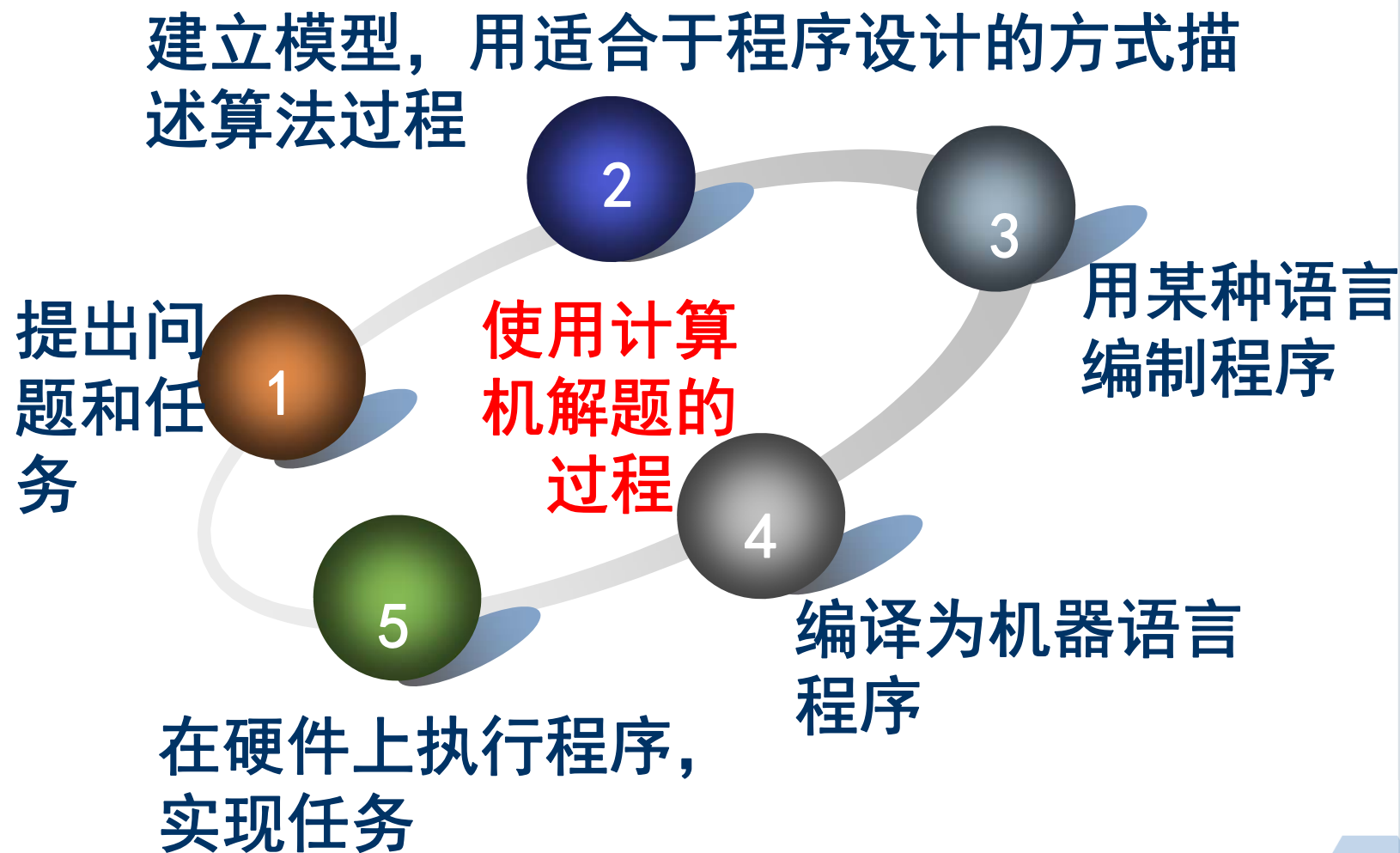
The End!







使用计算机解题的过程





计算机运行程序的过程

C语言程序：

```
Int i, a[100], sum=0;  
For (i=0; i<=99; i++)  
    sum+=a[i];
```

中间代码
生成

汇编语言程序：

```
.data  
a    DD 1, 2, 3...; 100个数据  
sum DD 0  
.code  
    mov cx, 99  
L: add sum, a[cx]  
    Loop L  
    add sum, a[0]
```

编译、链接

汇编、链接

机器语言程序：

10110111

.....

.....

执行

CPU（硬件）