

# 单片机基础实验

宋强

**13601284832, 62785521**

**[songqiang@tsinghua.edu.cn](mailto:songqiang@tsinghua.edu.cn)**

**清华大学西主楼2区102**



# 单片机与嵌入式系统

## 计算机按应用分类

### ❖ 通用计算机系统：“非嵌入式应用”

满足海量高速数值计算，主要用于信息处理，能独立使用的计算机系统。

如：个人计算机，工作站等。

技术要求是**高速、海量**的数值计算；

技术发展方向是**总线速度的提升，存储容量的扩大**。



### ❖ 嵌入式计算机系统：“嵌入式应用”

作为其它系统组成部分、以嵌入的形式“隐藏”在各种装置，产品和系统中，实现嵌入式应用的计算机称为嵌入式计算机系统，简称嵌入式系统(**Embedded System**)。





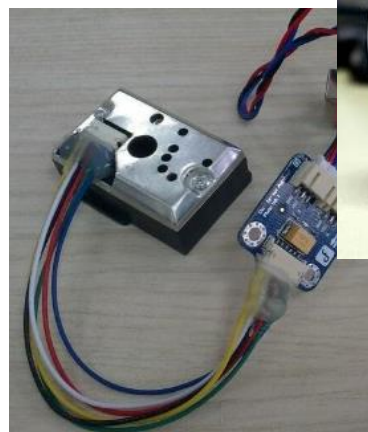
将Phone变成心电图仪



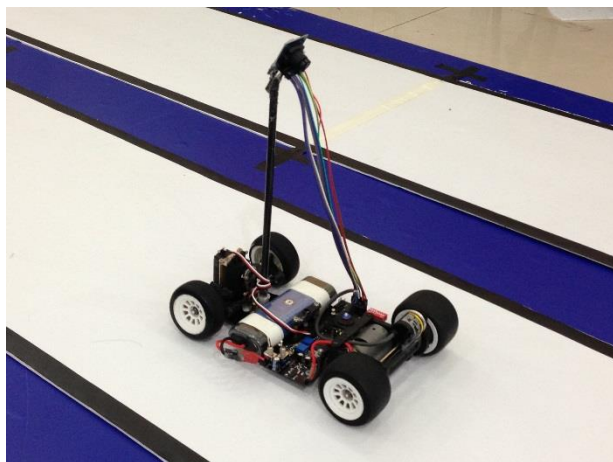
智能电子秤



红外测距仪



空气质量监测仪



智能车



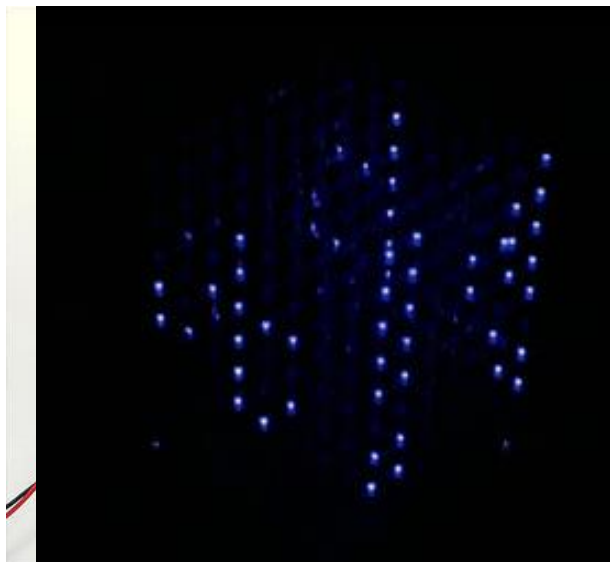
机器人



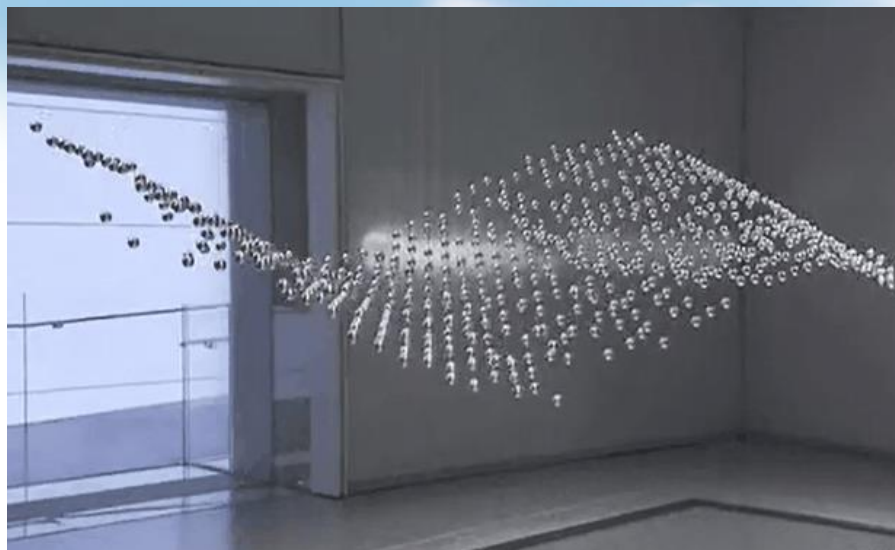
平衡小车



四轴飞行器



光立方



艺术设计



可穿戴设备





机器人



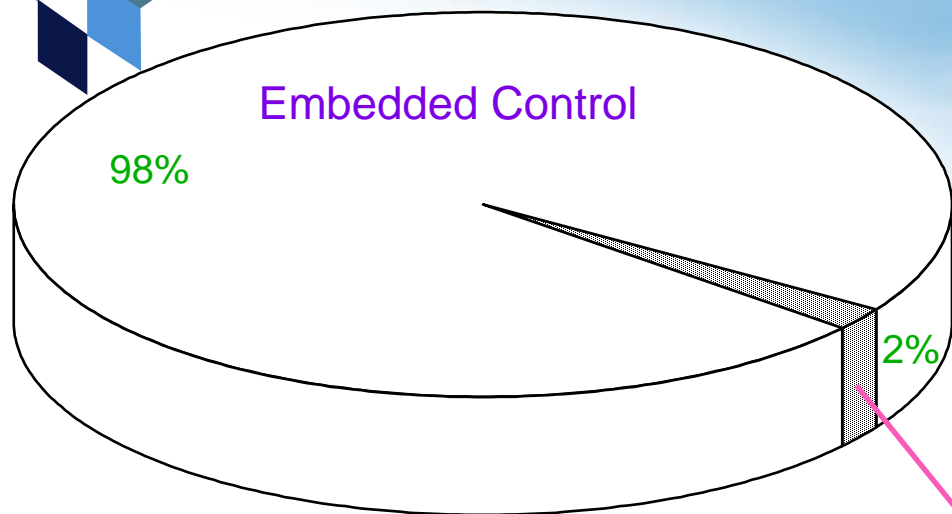
电力控制装置



无人驾驶

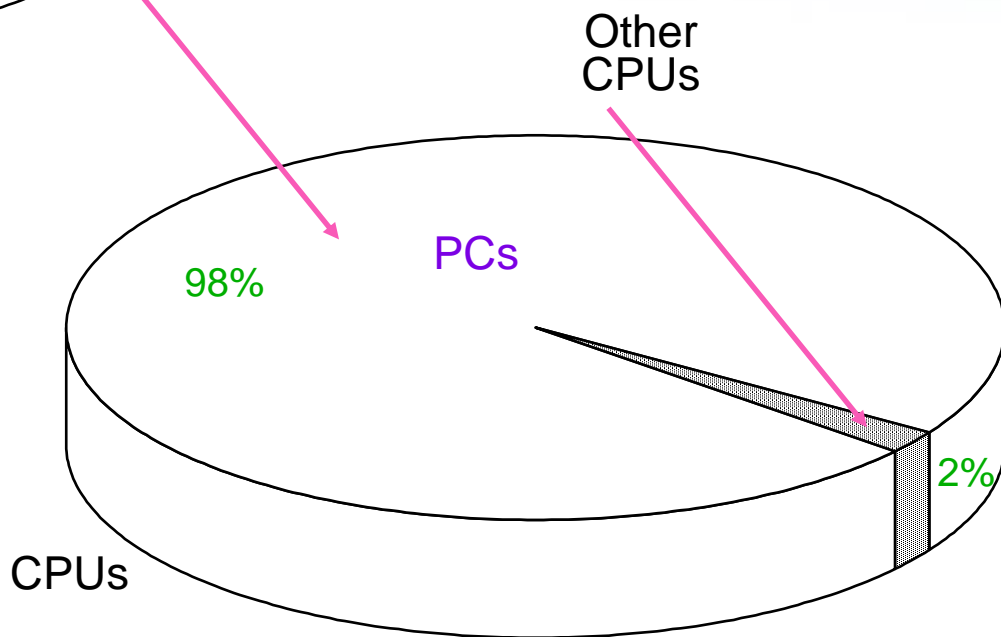


# 微处理器应用



All  
Microprocessors

❖ 绝大多数微处理器用于嵌入式场合



CPUs



# 单片机的主要应用领域

## ❖ 工业控制

- 电机控制、物理量的检测与处理、机器人、过程控制、智能传感器、数据传送等。

## ❖ 仪器仪表

- 智能仪器仪表、医疗器械、色谱仪、示波器等。

## ❖ 家用电子电器设备

- 电子字典、游戏机、录像机、电冰箱、洗衣机、照相机、空调、防盗控制等。

## ❖ 通信

- 调制解调器、程控电话交换机、遥控、手机等。

## ❖ 导航控制

- 鱼雷制导控制、智能武器装置、导弹控制、航天导航系统等。

## ❖ 数据处理

- 图形终端、复印机、硬盘驱动器、磁带机、打印机、打字机等。

## ❖ 汽车电子

- 点火控制、变速控制、防滑刹车、排气控制、导航、节能控制、冷气控制、报警等





# 课程目的



- 云** 多元数据融合，全栈智能  
资源弹性管理 | 数据智能 | AI
- 管** 有线/无线全场景，联接随需  
可靠联接 | 软件定义网络 | 5G
- 边** 边缘智能，云边协同  
硬件平台化 | 软件APP化 | 边缘AI
- 端** 自发现，自组网，全面感知  
即插即用 | 拓扑识别 | 统一信息模型

安全  
全栈技术安全可控

电力系统“云管边端”的智能配电系统示意图



# 课程目的

“单片机基础实验”课程完成电力系统“云管边端”中“端”的职能，就是负责本地信号、信息的监测、监控，通过通信接口响应上层系统发出的请求。



基于“云管边端”电力背景的计算机系列课程对应图

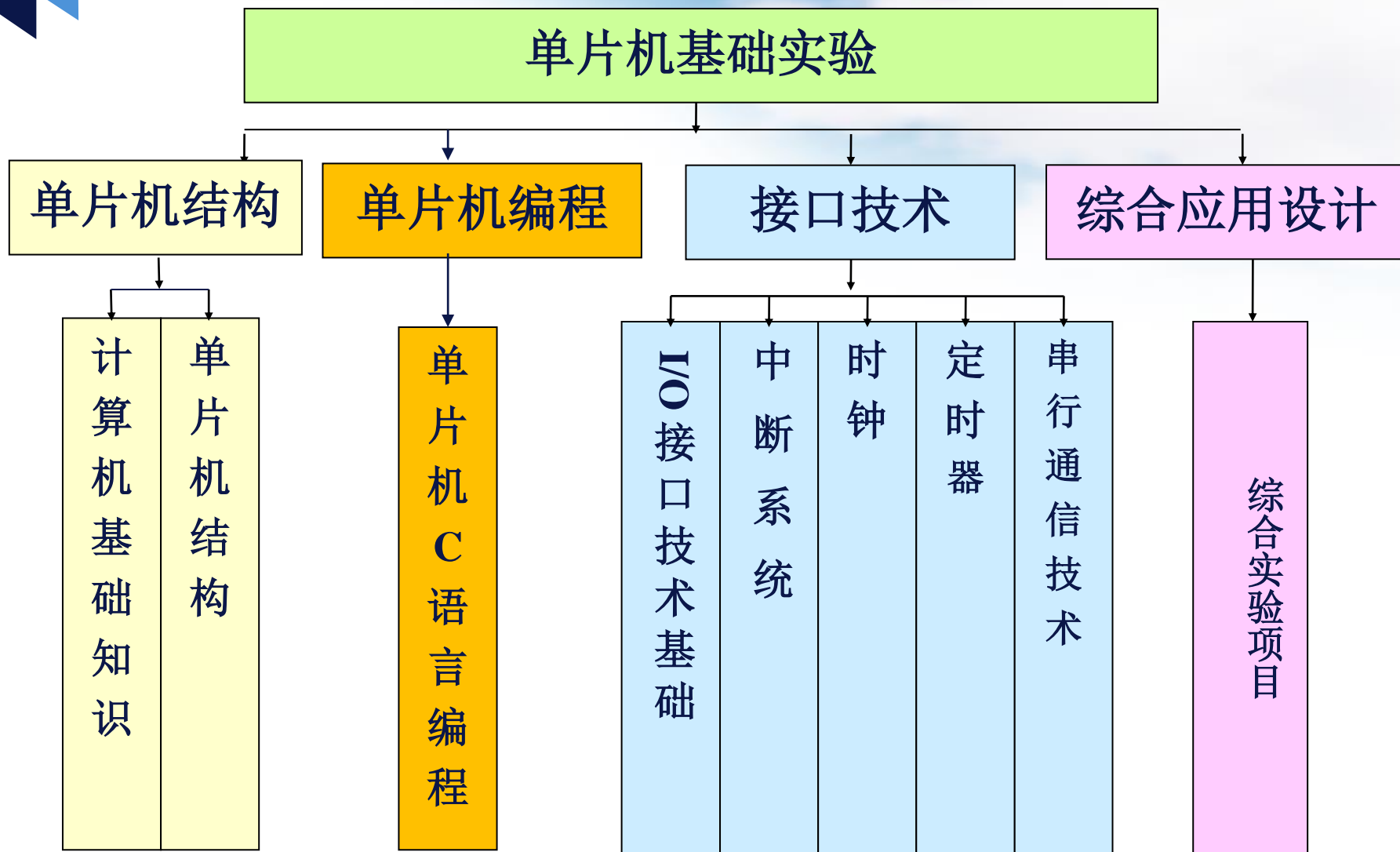


## 课程目的

- 以单片机(也称微控制器)为教学机型和实验平台
- 初步嵌入式系统的软件、硬件开发方法



# 课程内容结构



# 第一章 计算机硬件技术基础知识

宋强

**13601284832, 62785521**

**[songqiang@tsinghua.edu.cn](mailto:songqiang@tsinghua.edu.cn)**

**清华大学西主楼2区102**





# 什么是计算机？ 以下哪些是计算机？





# 第1节 计算机概述

1

冯.诺依曼结构计算机

2

计算机常用术语

3

微型计算机的组成和工作原理



# 计算机的表现形式多种多样



巨型机(神威 太湖之光)



中大型机



台式机



笔记本



智能手机



平板电脑



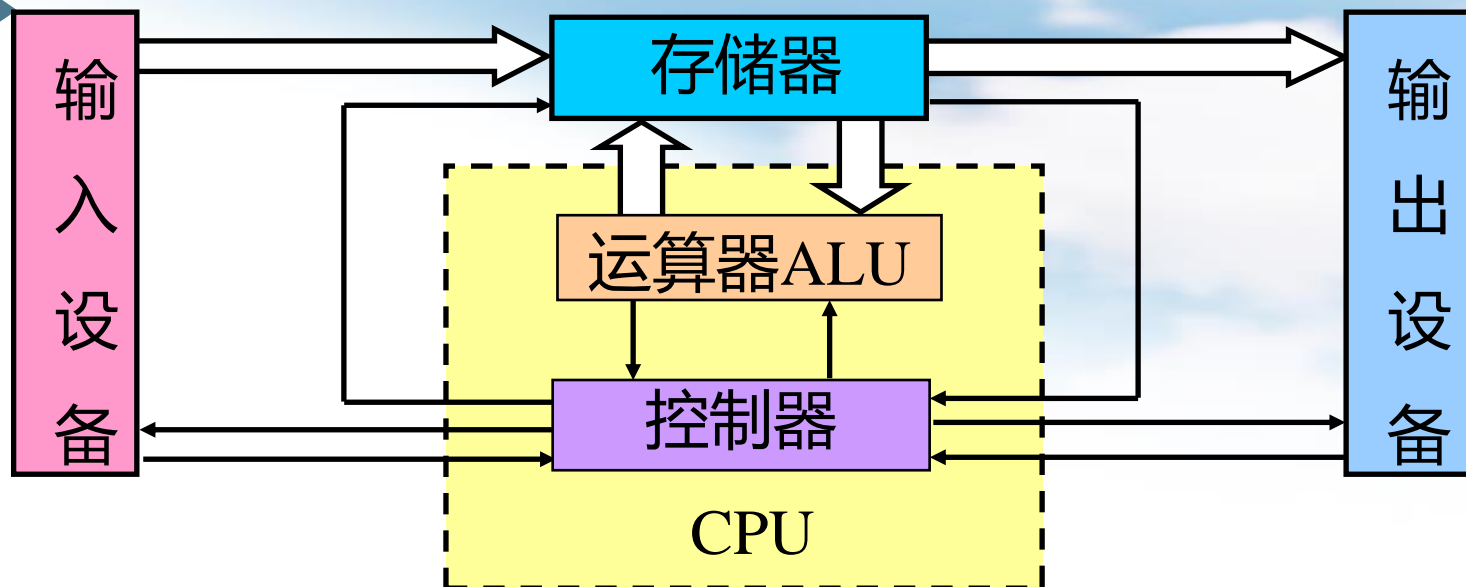
单板机



单片机



# 1. 冯.诺依曼计算机



是什么运算？ ALU (Arithmetic and Logic Unit, 算术逻辑单元)

冯. 诺依曼计算机的工作原理：“存储程序” + “程序控制”

要点：

1. 由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。
2. 数据和程序以二进制代码的形式不加区别地存放在存储器中。（存储程序）
3. 控制器根据存放在存储器中的指令序列（即程序）工作，并由一个程序计数器（PC）控制指令的执行。（程序控制）



## 2. 计算机常用术语

### 一台计算机的主要参数实例



处 理 器

Intel 第七代Core i7 处理器

内 存

DDR4 16G内存

系 统

正版Windows10系统

硬 盘

2T + 256G 固态硬盘

显 卡

2G独立显卡

➤ **64位处理器**是指什么？

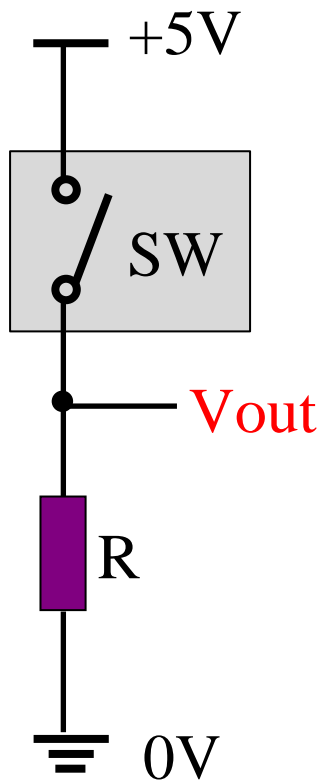
➤ **16G内存**是指什么？

➤ 什么是“程序”？



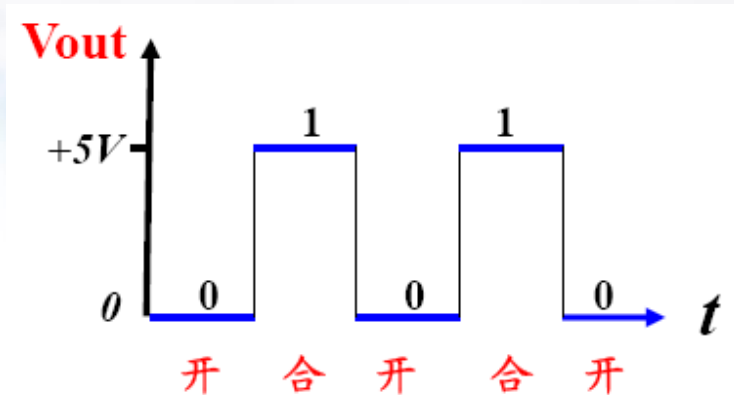


## 产生1位二进制数字的简单电路



$V_{out}=5V$ : 开关合上

$V_{out}=0V$ : 开关断开



实际电路中，完成左图开关功能的基本器件很多。按照基本开关器件类型可以将计算机发展分成四个阶段。



电子管



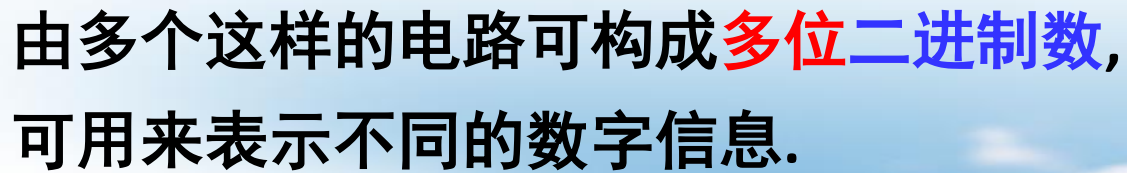
晶体管



集成电路



超大规模集成电路



开关闭合: 1



## 用十六进制表示为

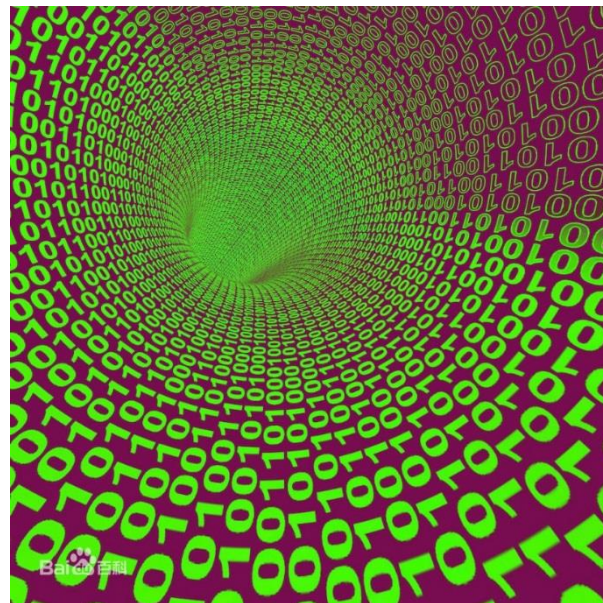
**0 x C 3 H**



## 2.1 位和字节

- 位 (bit) 是计算机所能表示的最小最基本的数据单位，它指的是取值只能为0或1的一个二进制数值位。位作为单位时记作b
- 字节 (byte) 由8个二进制位组成，通常用作计算存储容量的单位。字节作为单位时记作B **1byte=8bit**

- K是kilo的缩写,  $1K=1024=2^{10}$ ;
- M是mega的缩写,  $1M=1024K=2^{20}$ ;
- G是giga的缩写,  $1G=1024M=2^{30}$ ;
- T是tera的缩写,  $1T=1024G=2^{40}$ 。





## 2.2 字和字长

- **字**是CPU内部进行数据处理的基本单位。
- **字长**是每一个字所包含的二进制位数。  
常与CPU内部的寄存器、 运算装置、 总线宽度一致



# ▲字长是衡量CPU工作性能的一个重要参数。

不同类型的CPU有不同的字长。

如：Intel 4004 是 4 位

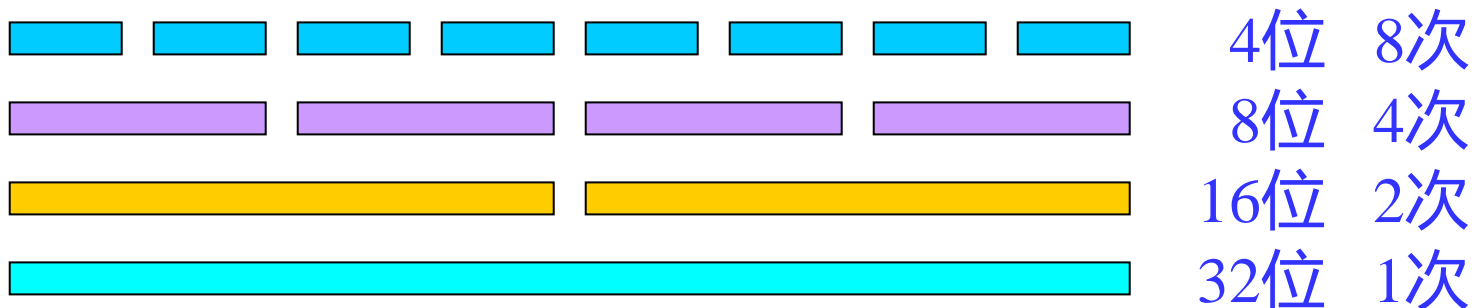
8080 是 8 位

8088/ 8086/80286 是 16 位

80386/80486、Pentium/II/III/4 是 32 位

Pentium D、Core Duo是64位

	1010 1100 0110 0101 1001 1000 0100 0011	被加数
+	1100 0011 1100 0011 0001 0101 0101 1000	加数
进位	1      1 1111 1      111      1      1	
<hr/>		
	0111 0000 0010 1000 1010 1101 1001 1011	和







把一个**字**定为**16 位**

1 Word = 2 Byte

一个**双字**定为**32位**

1 Double Word = 2 Word = 4 Byte

位 1 或 0

1位

1 Bit

字节 1100 0011

8位

1 Byte=8 Bit

字 1100 0011 0011 1100  
高字节 低字节

16位

1 Word=2 Byte

双字 1100 0011 0011 1100 1100 0011 0011 1100  
高字 低字

32位 1 Double Word=2 Word

编号顺序:

从低位开始, 从右至左依次为0, 1, 2, .....

字节

7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	1	0	0	0	1	0

← 编号

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

数据**D**ata

A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0

地址**A**ddress



## 2.3 指令、指令系统和程序

- 一个CPU能执行什么操作，是工程人员设计和制造好的，是固定的，用户不能改变。
- **指令**是CPU能执行的一个基本操作。
  - 如：取数、加、减、乘、除、存数等
- **指令系统**是CPU能执行的基本操作的合集。
  - 不同的CPU，其指令系统不同。
- **程序**是用户在使用计算机时，为要解决的问题，用一条条指令编写的指令集。

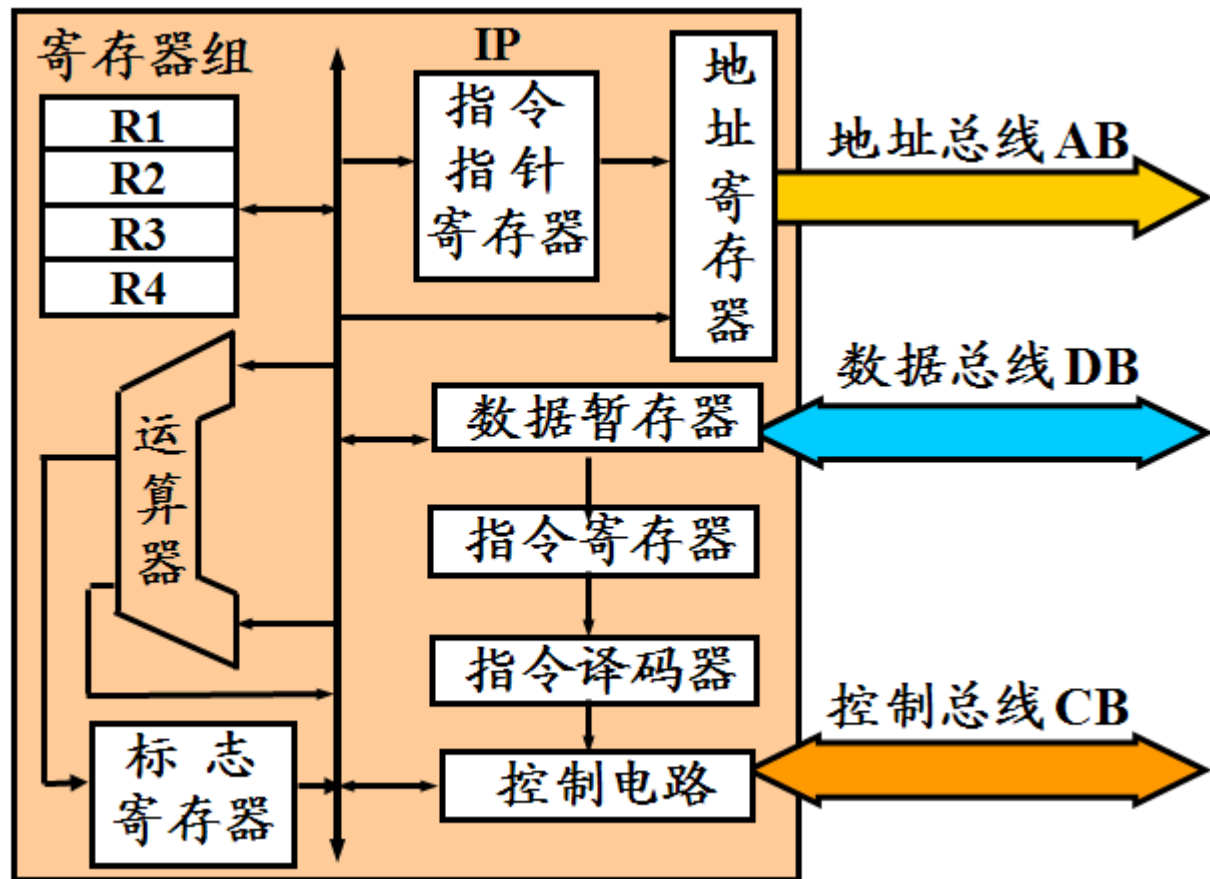


## 2.4 寄存器 (Register)

**寄存器**是用来存放数据和指令的一种基本逻辑部件

根据存放信息的不同，有**指令寄存器**、**数据寄存器**、**地址寄存器**等。

CPU  
结构  
示意图





# 3. 微型计算机的组成和工作原理

## 1. 微型计算机基本结构

总线，CPU，内存，外设和I/O接口

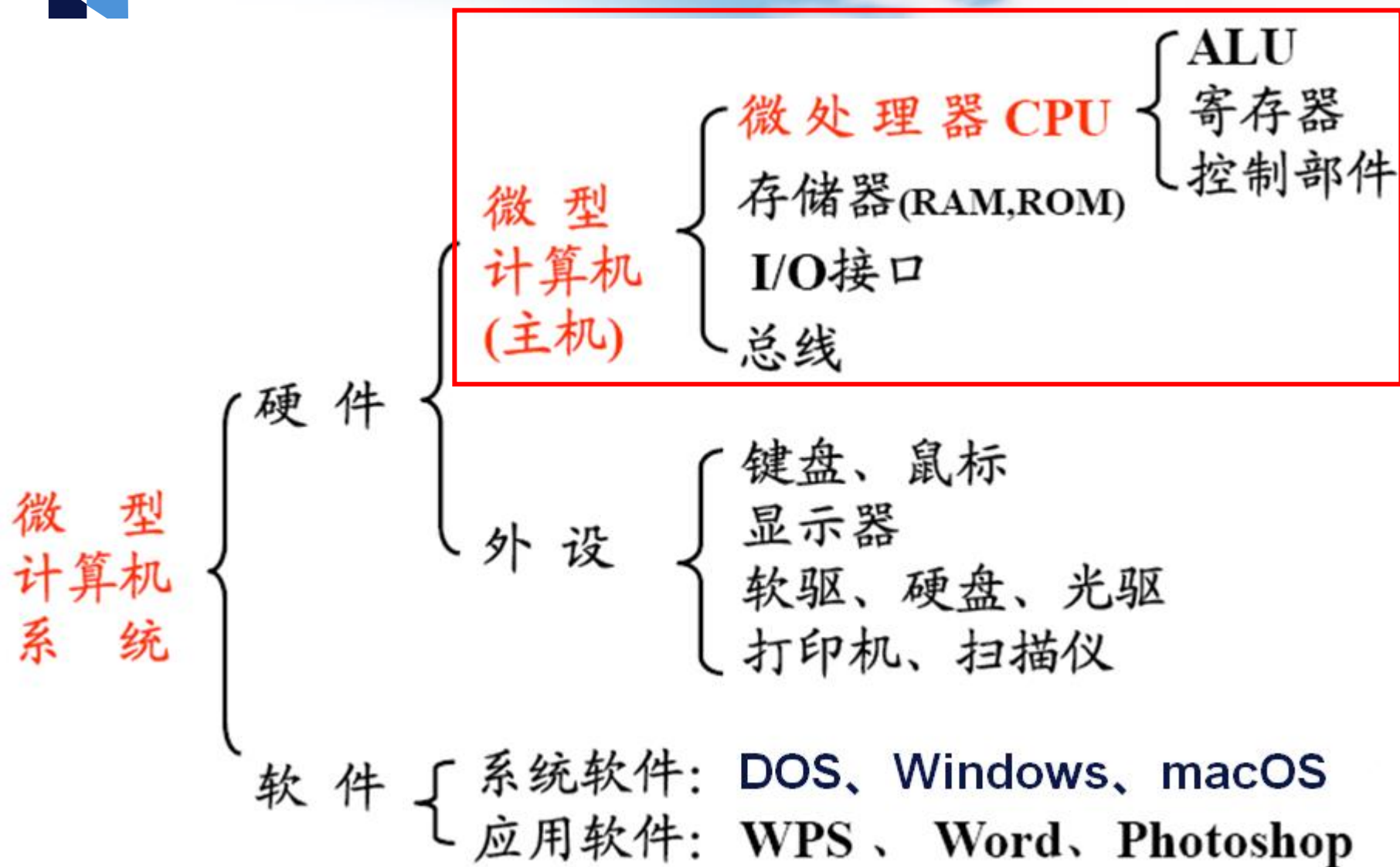
## 2. 微型计算机的工作过程

存储程序+程序控制

一个简单的实例



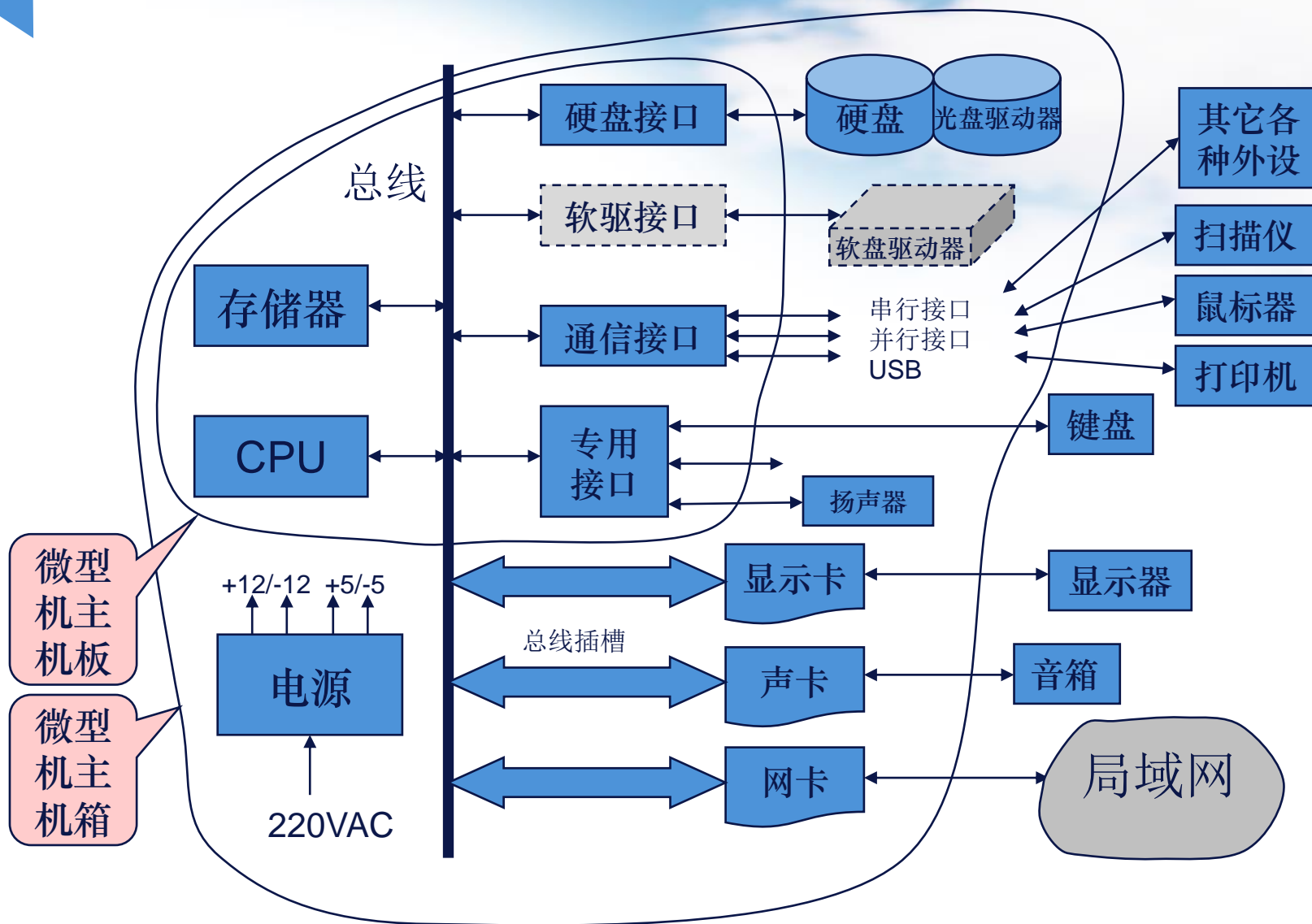
## 3.1 微型计算机概述





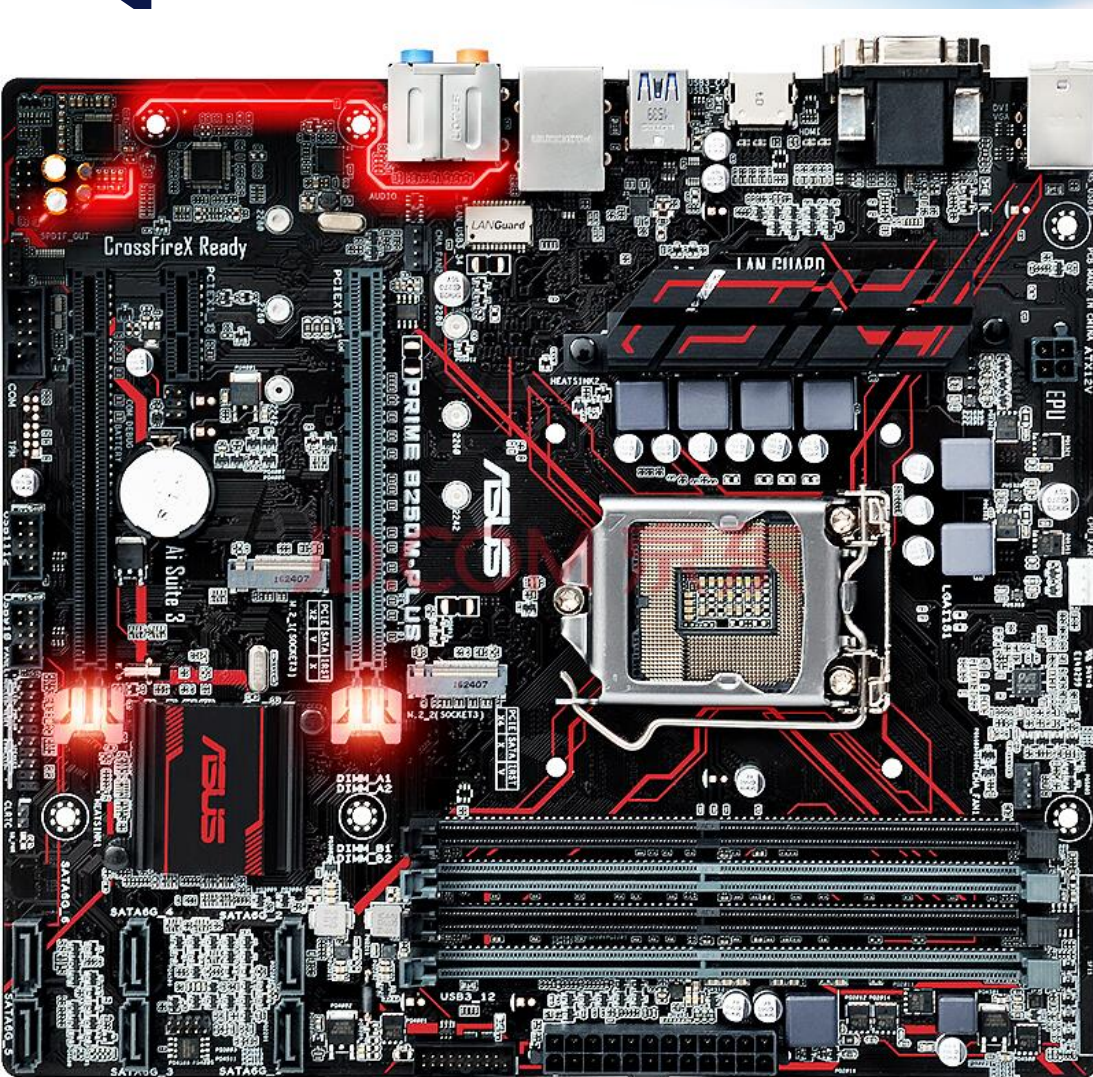


# 一台微型计算机的构成





# PC机的主板例



音频输入/输出 ①

VGA ②

HDMI ③

USB ④

网线接口 ⑤

扩展卡插槽 ⑥

电源插孔 ⑦







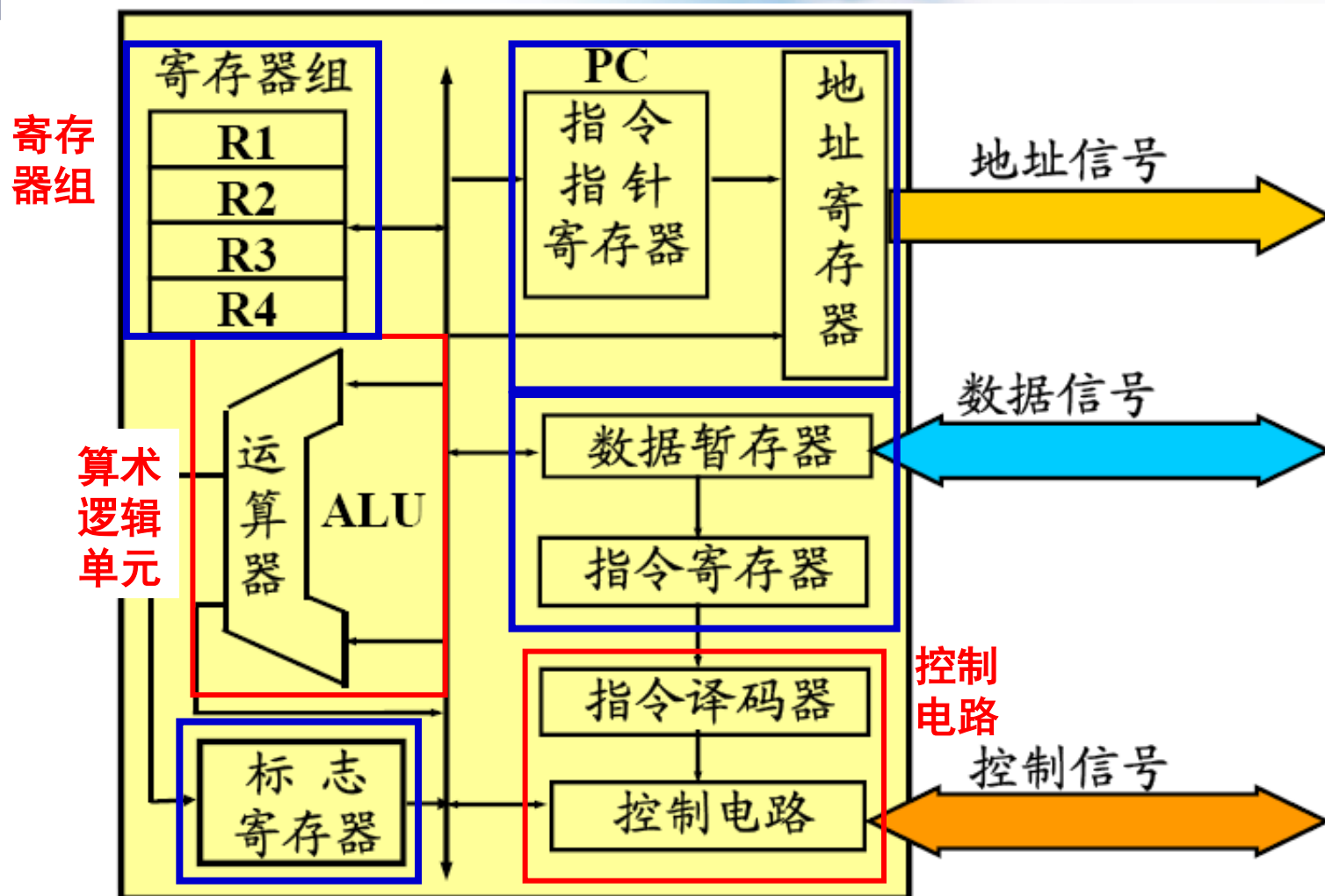
## 3.2 中央处理器（CPU）

- ❖ 计算机的核心部件，=算术逻辑单元（ALU）+控制单元
- ❖ 实际上目前大多数被称为CPU的部件都含有寄存器组，因此严格讲应该叫微处理器（MPU）
- ❖ 用来实现指令的自动装入和自动执行实现计算机本身的自动化





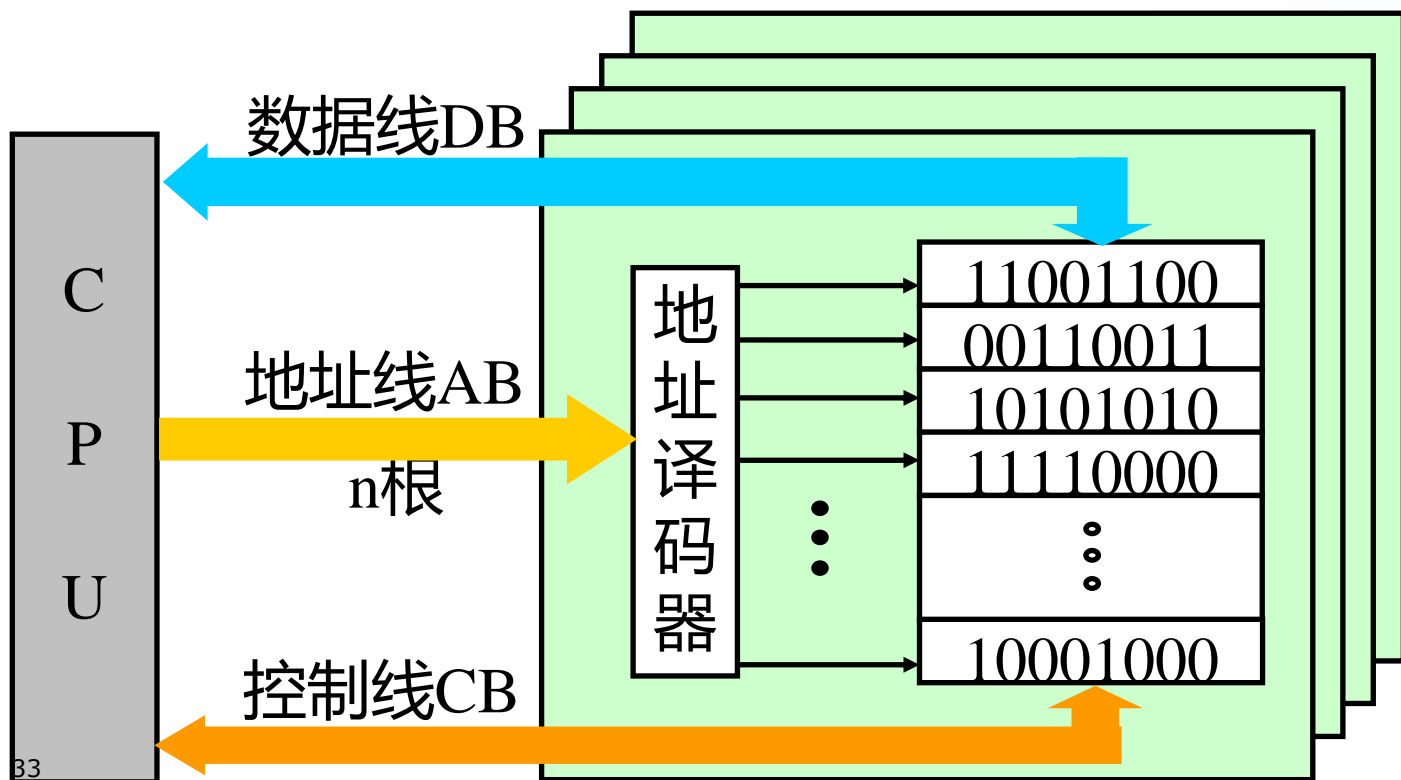
## CPU结构示意图





### 3.3 内存

- ❖ 实现“存储程序和数据”的主要部件
- ❖ 微机中的内存条由若干片半导体存储器组成
- ❖ 每片半导体存储器由地址译码器、内存单元等组成。



内存条



## 内存的基本要素

### ●内存单元：

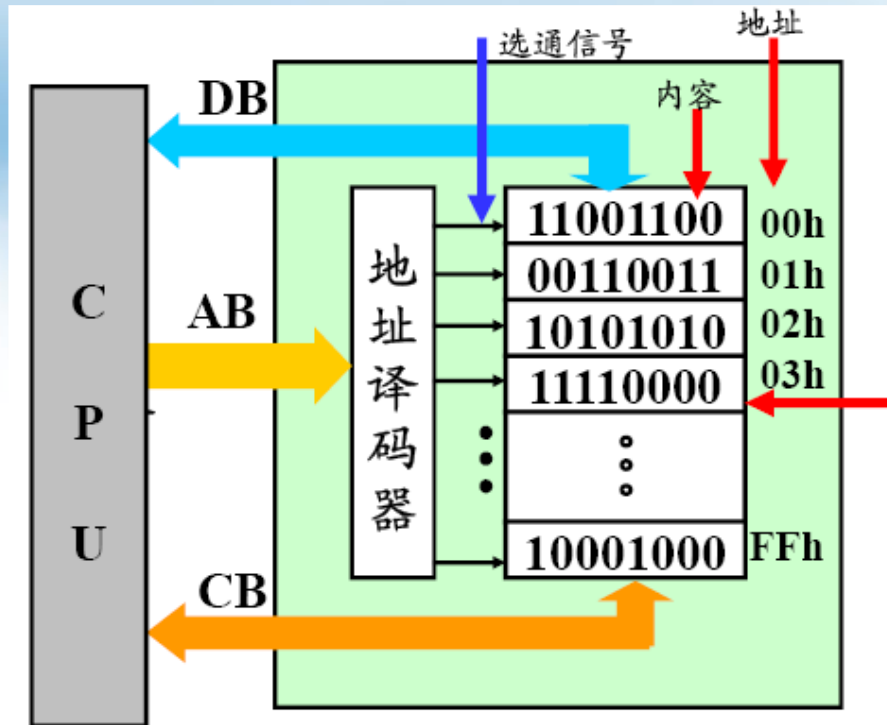
存储信息的基本单元，每片内存芯片中有若干个内存单元，不同内存芯片中内存单元的个数不同。

### ●内存单元地址：

为区分各内存单元，每个内存单元都有唯一的地址，该地址经地址译码后得到相应内存单元的选通信号。

### ●内存单元的内容：

指内存单元所存储的二进制数据。



内存结构示意图

### 类比

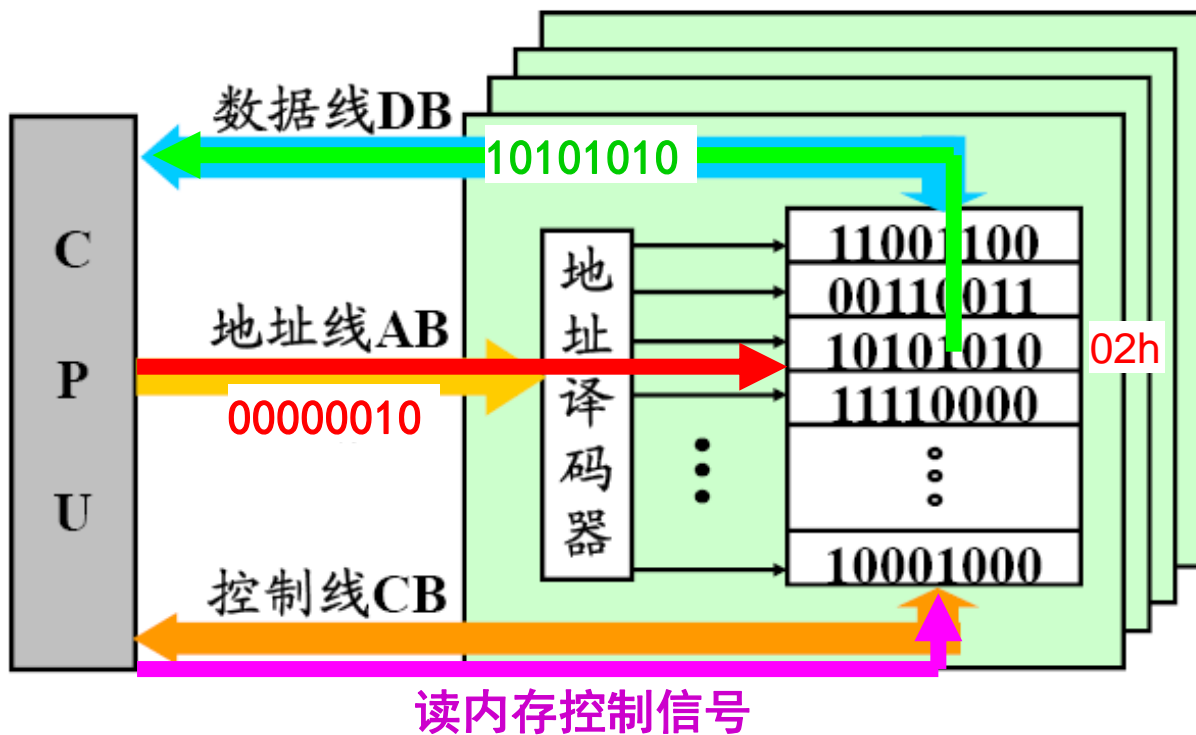
内存——楼房  
内存单元——房间  
内存地址——房间号  
内存内容——房间里的人





## 对内存的读操作

1. CPU发送地址信号（如02h）至**地址总线**，选中内存单元
2. CPU发出内存读控制信号至**控制总线**
3. 被选中的内存单元将其内容（如AAh）经**数据总线**送入CPU

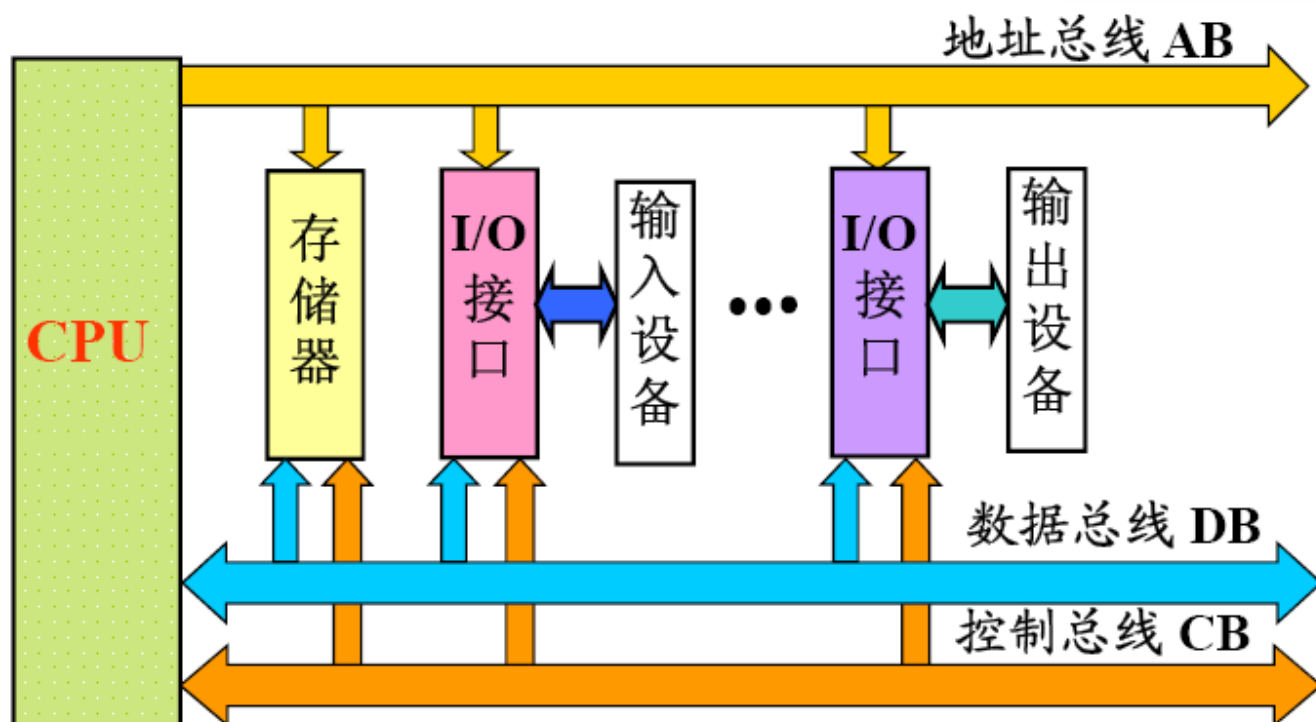




### 3.4 外设和输入/输出接口（I/O接口）

**外设：** 键盘，鼠标，扫描仪，显示器，打印机，读卡器、光驱。  
**工作原理多样：** 机械式，电子式，电磁式

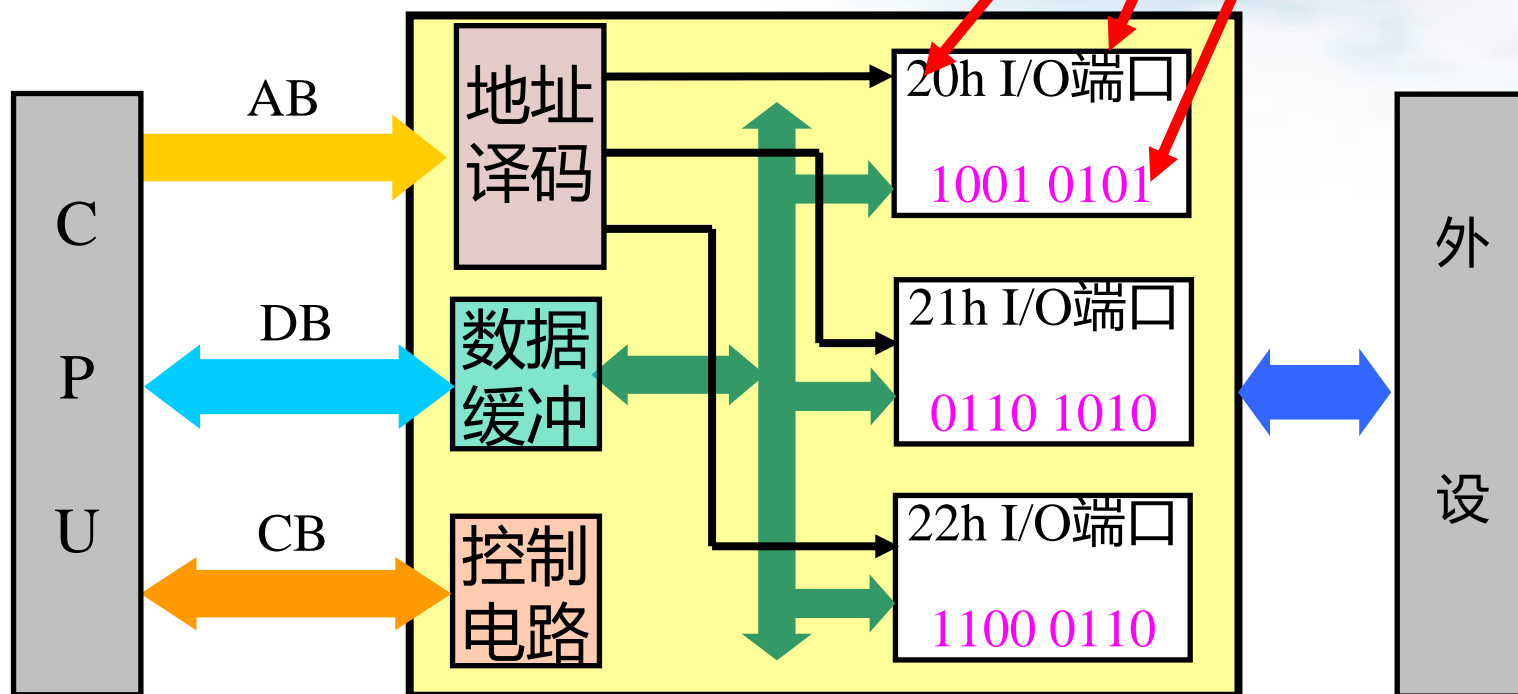
外设的电信号、运行速度与CPU不匹配，不能与CPU直接相连，必须通过“接口电路”作为桥梁与CPU相连，也就是I/O接口。





## I/O接口结构

I/O接口内部通常有一个或多个寄存器，用以存放各种信息，称I/O寄存器或I/O端口。与内存单元类似，每个I/O端口有其地址和内容。



I/O接口结构示意图

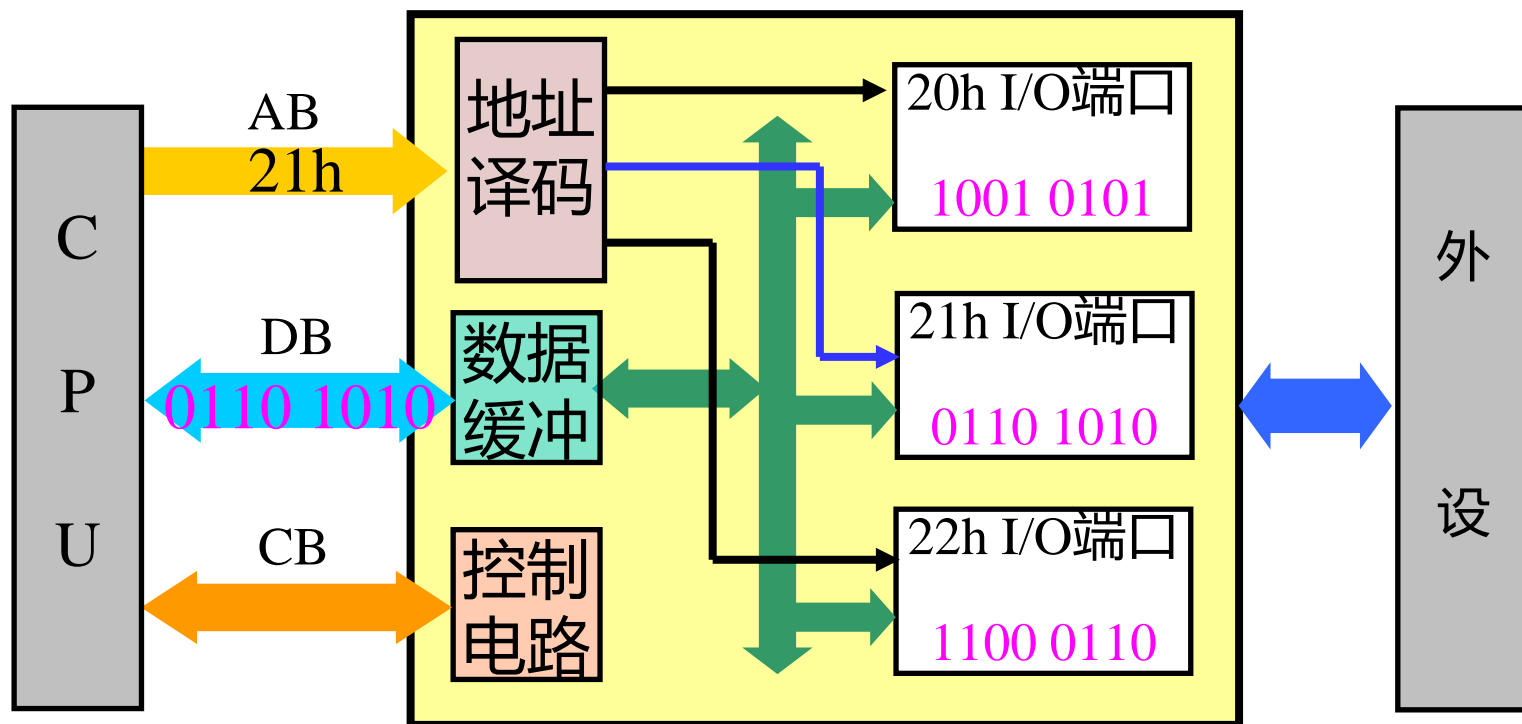
对I/O端口也可进行读/写操作，

CPU通过对I/O端口进行读/写操作，实现对外设的控制。



## 对I/O的读写操作（与内存读写类似）

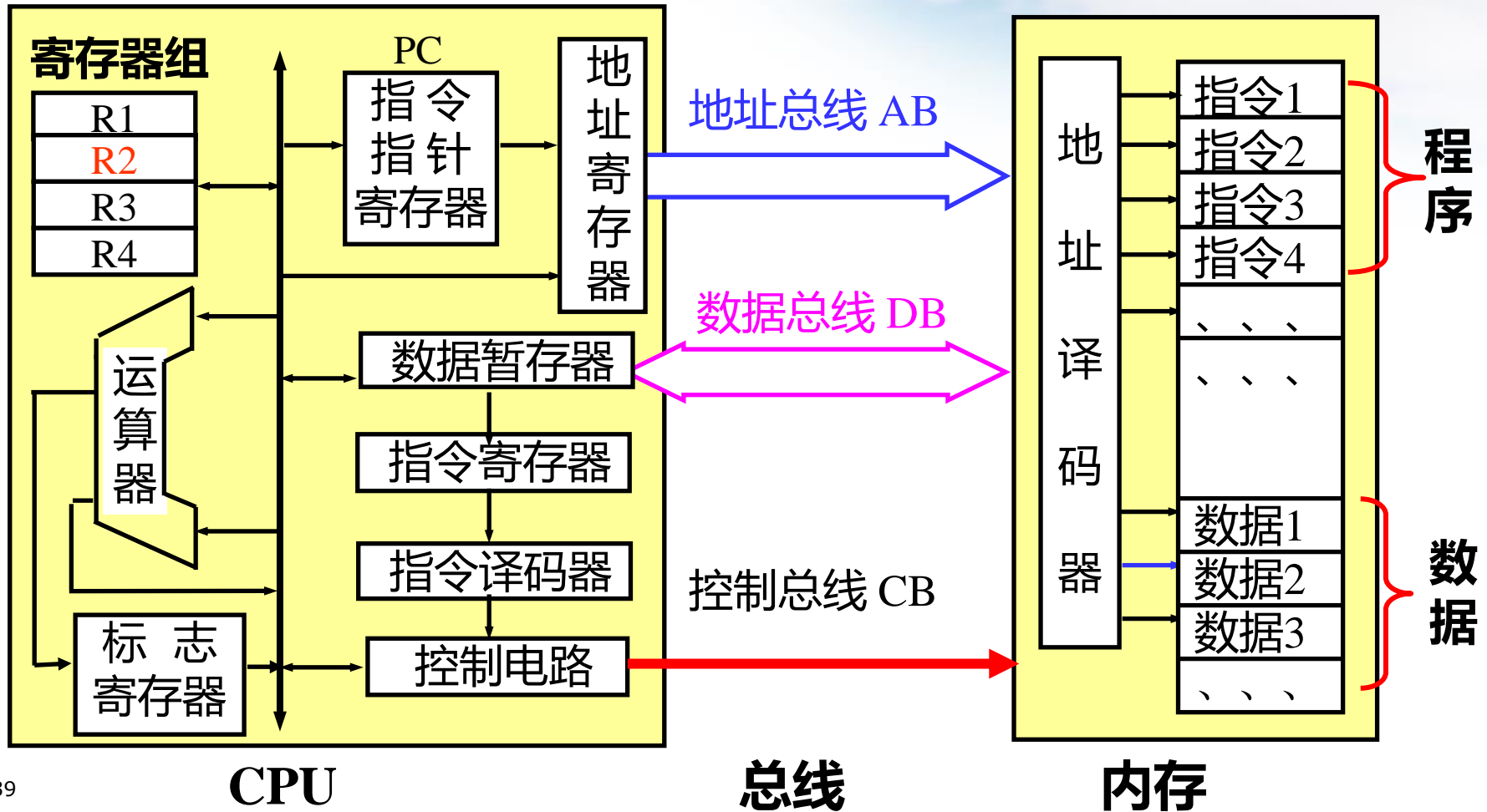
1. CPU发送地址信号至**地址总线**，选中相应的I/O端口
2. **读操作**：CPU发出I/O端口读控制信号至**控制总线**  
被选中的I/O端口将其内容经**数据总线**送入CPU
3. **写操作**：CPU发出I/O端口写控制信号至**控制总线**  
CPU将欲写入的内容经**数据总线**，写入被选中的I/O端口





## 3.5 微型计算机的工作过程

计算机的工作原理：“存储程序” + “程序控制”

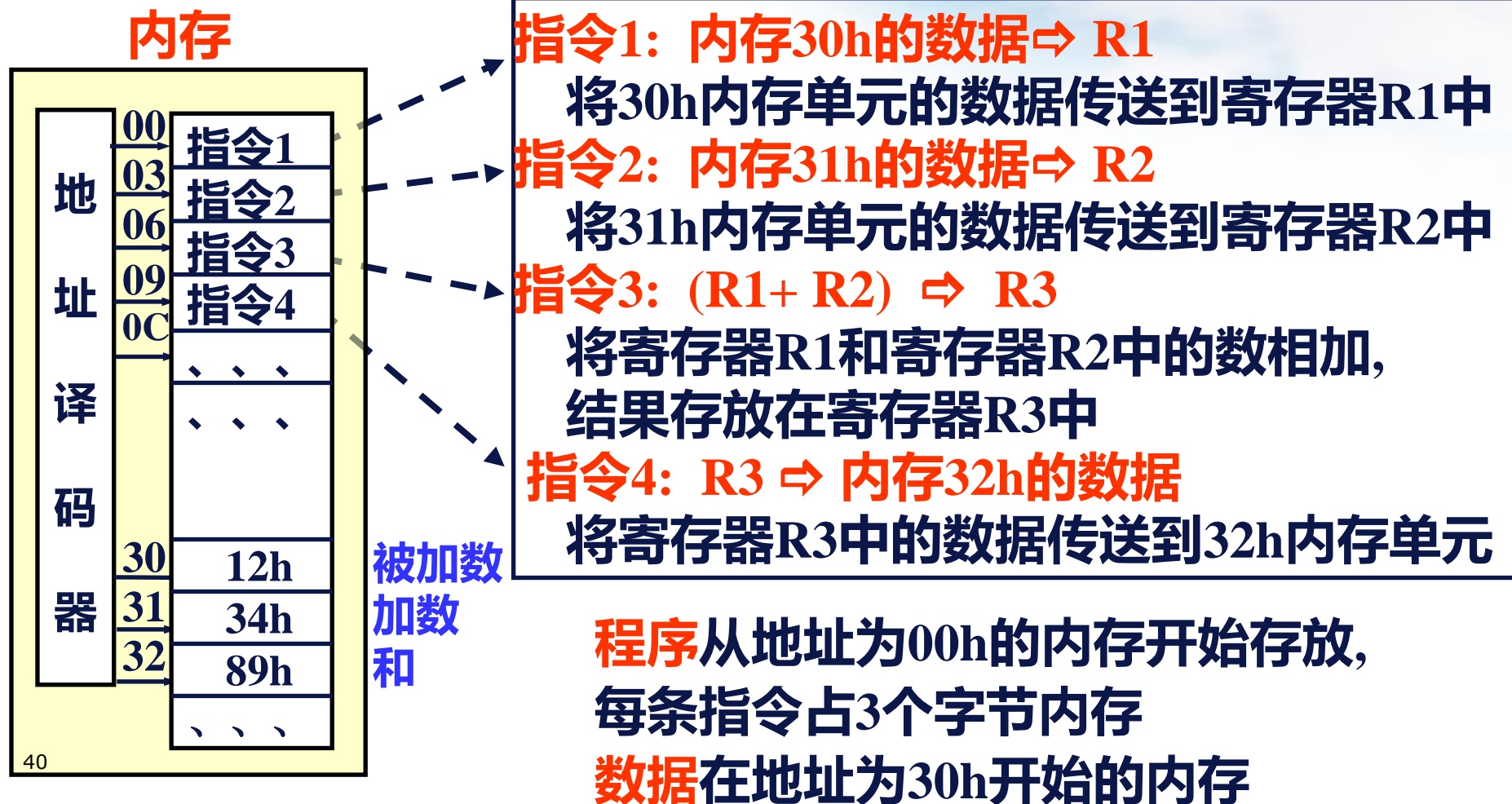




## 微机工作原理实例：

假设内存中存放了由4条指令构成的程序段

程序功能：将内存中的两个数据相加，把结果存放到内存







## 微机工作过程分为两个阶段：

### ❖ 取指令

- 将指令从内存取到CPU中，并对指令进行译码。

### ❖ 执行指令

- 由控制电路发出执行指令所需信号
- 控制CPU执行相应操作：算术运算，逻辑运算，读/写操作

