

第1章 计算机基础知识

第1节 计算机概述

- 一、计算机的基本组成和工作原理
- 二、有关术语
- 三、微型计算机概述

第2节 计算机中数的表示和编码(自学)

- 一、N进制数
- 二、二进制数和十六进制数运算
- 三、计算机内数的表示
- 四、二进制编码

第1节 计算机概述

- 一、计算机的基本组成和工作原理
- 二、有关术语
- 三、微型计算机概述

一、计算机的基本组成和工作原理

1946年 ENIAC



2012年



台式电脑



笔记本电脑

平板电脑



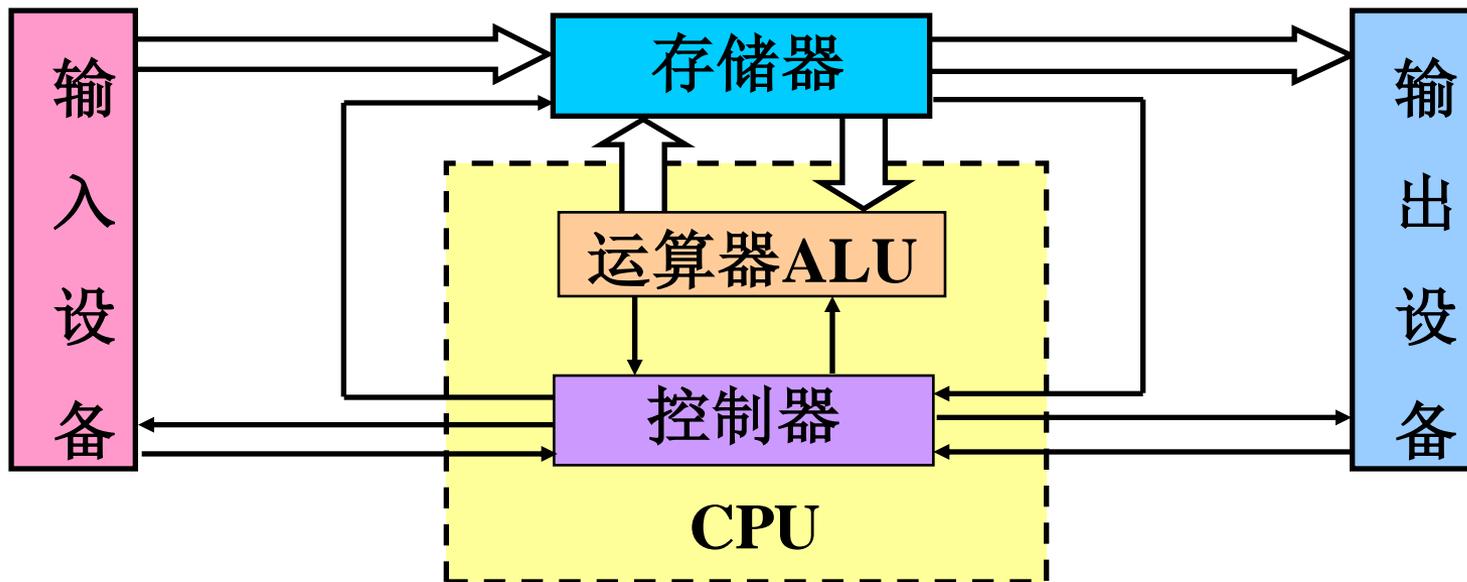
智能手机



按性能可分为：巨型机、大型机、小型机、工作站、微型计算机

▲ 现代计算机的结构基础：存储程序控制结构

1945年，美籍匈牙利裔数学家John Von Neumann提出，诺依曼计算机



诺依曼计算机结构示意图

工作原理可概述为：

“**存储程序**” + “**程序控制**”

要点：

1. 以二进制表示数据和指令(程序)
2. 先将程序存入存储器中，再由控制器自动读取并执行

二、有关术语

1. 位 (**bit**)
2. 字节 (**Byte**)
3. 字和字长 (**Word**)
4. 指令、指令系统和程序

(**Instruction, Instruction Set, Program**)

5. 寄存器 (**Register**)
6. 译码器(**Decoder**)

1. 位 (bit)

- 指计算机能表示的最基本最小的单位
- 在计算机中采用二进制表示数据和指令，故：
位就是一个二进制位，有两种状态，“0”和“1”

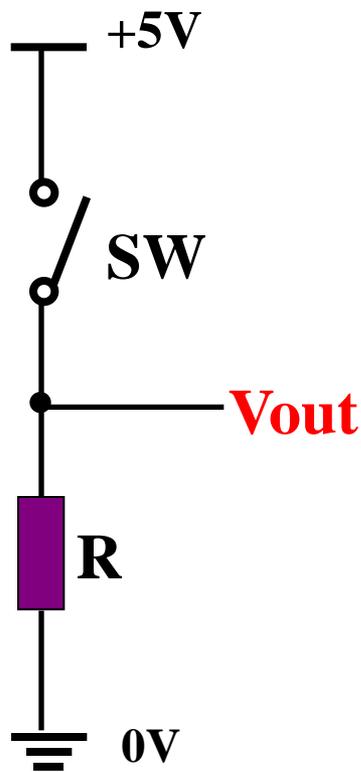
2. 字节 (Byte)

- 相邻的8位二进制数称为一个字节 **1 Byte = 8 bit**

如： 1100 0011

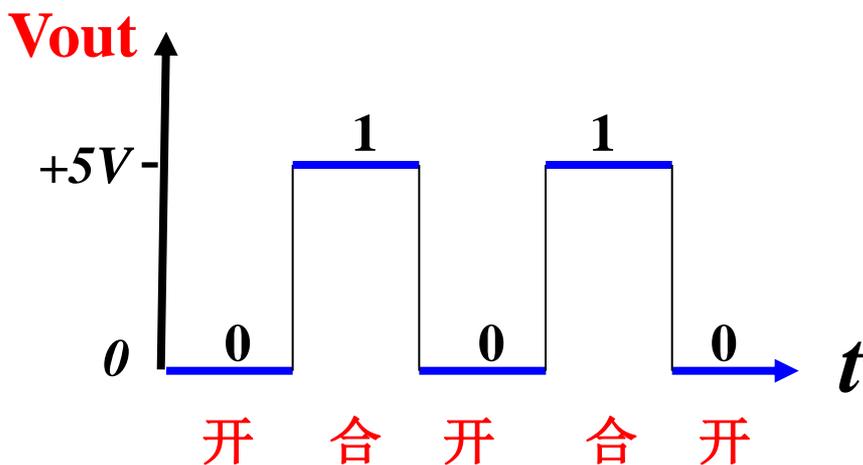
0101 0111

产生1位二进制数字的简单电路

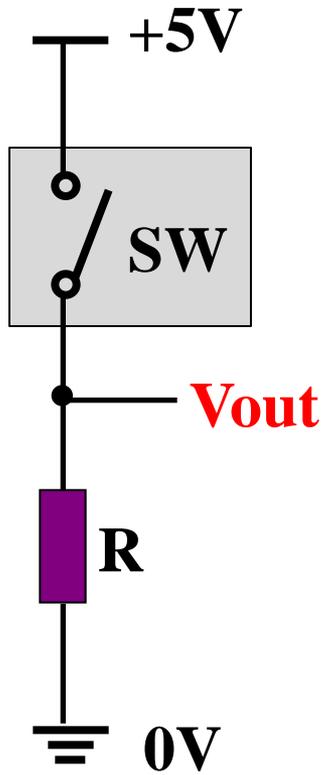


开关断开时, **Vout**输出 **0V**

开关闭合时, **Vout**输出 **+5V**



信号**Vout**的取值只有**0V**和**+5V**这两个数值,
可分别用二进制的**0**和**1**表示



在实际电路中，
用于完成图中开关作用的基本器件很多，
从早期的**电子管**，
到后来的**晶体管**（半导体二极管、三极管）等。
电路规模由**分立元件电路**、**集成电路**、
大规模集成电路、以及**超大规模集成电路**等。
计算机的发展按照所使用的基本器件和电路规模
的不同划分为不同的四个阶段



电子管



晶体管



集成电路



超大规模集成电路

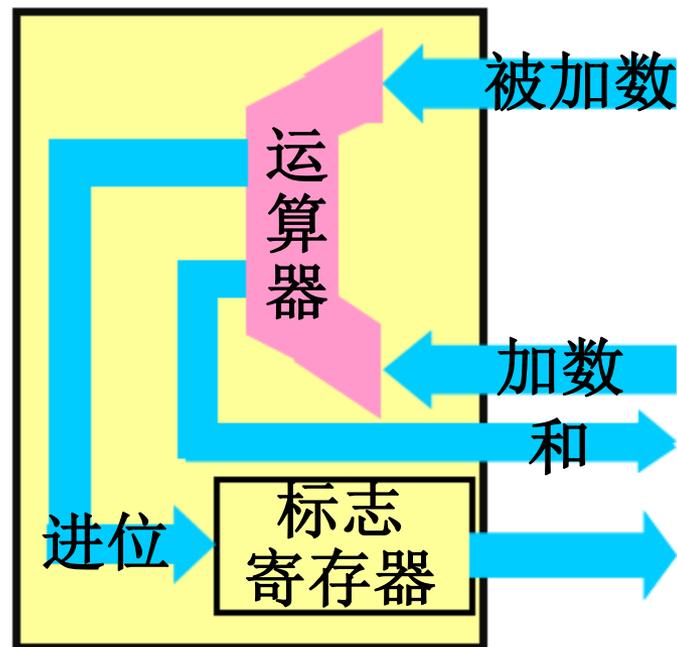
3. 字和字长

- 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

例 某CPU的字长为8位,意味着内含**8位运算器**,则:
参加运算的数及结果均以**8位**表示,
最高位产生的进位或借位在8位运算器中不保存,
而将其保存到标志寄存器中

$$\begin{array}{r} 10110101 \\ + 10001111 \\ \hline \text{进位 } 1 \quad 111111 \\ \hline 01000100 \end{array}$$

被加数8位
加数8位
和8位



▲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

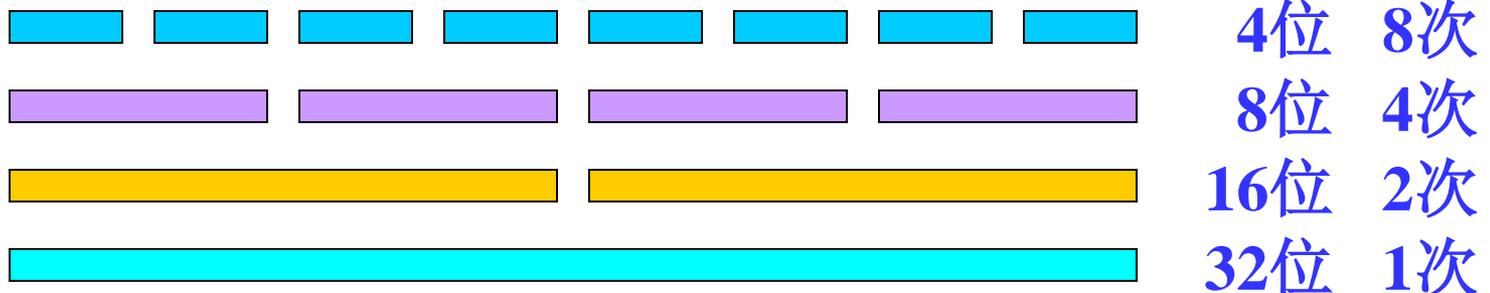
8088/ 8086/80286 是 16 位

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		

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

字节 1100 0011

8位

字 1100 0011 0011 1100

16位

高字节 低字节

双字 1100 0011 0011 1100 1100 0011 0011 1100

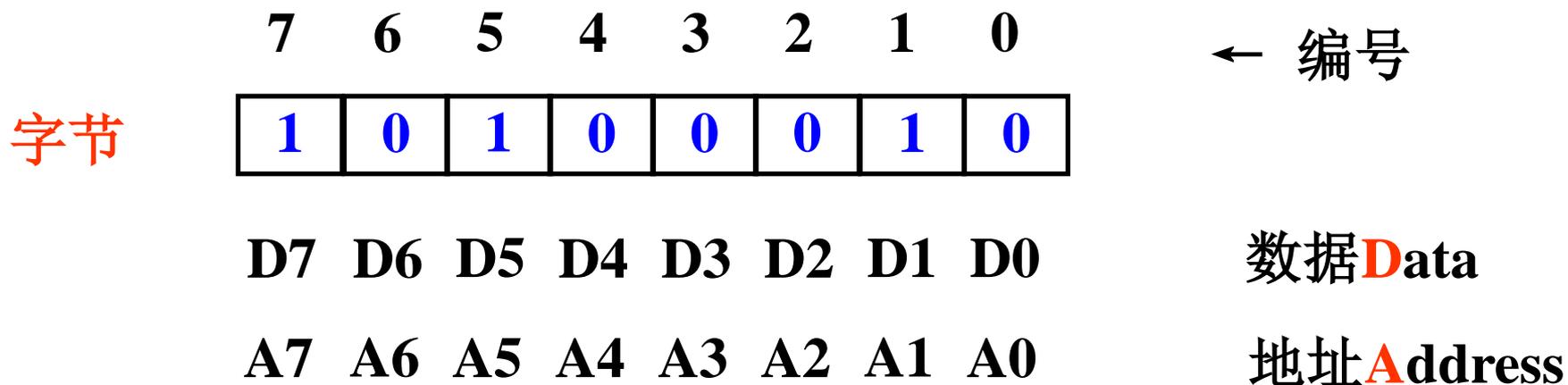
32位

高字

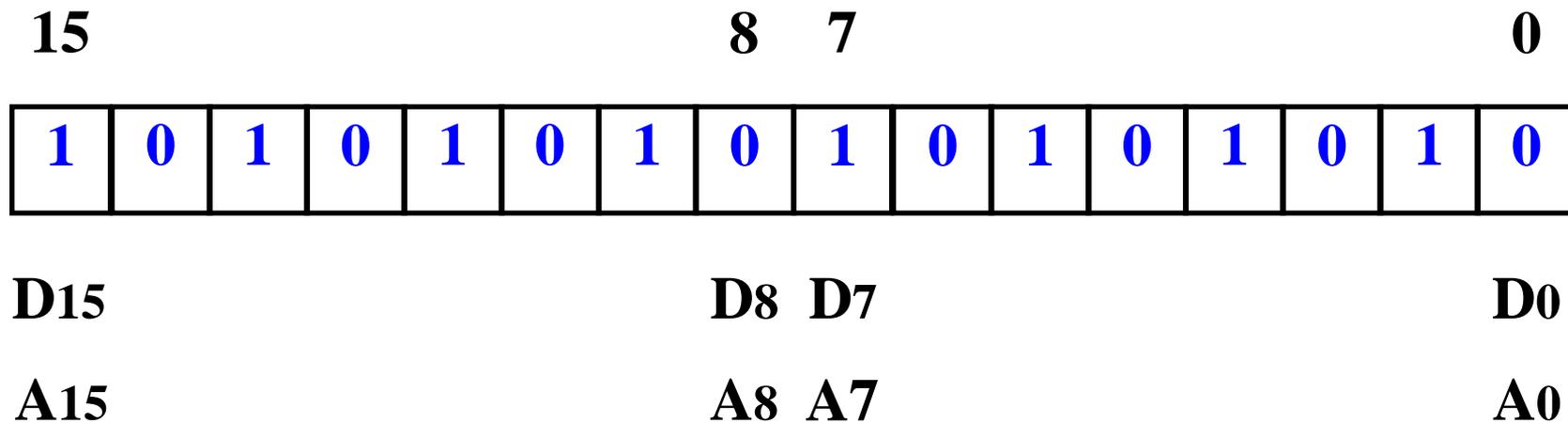
低字

为便于描述，对字节、字和双字中的各位进行编号。

从低位开始，从右到左依次为 0、1、2. . .



字的编号为15 ~ 0



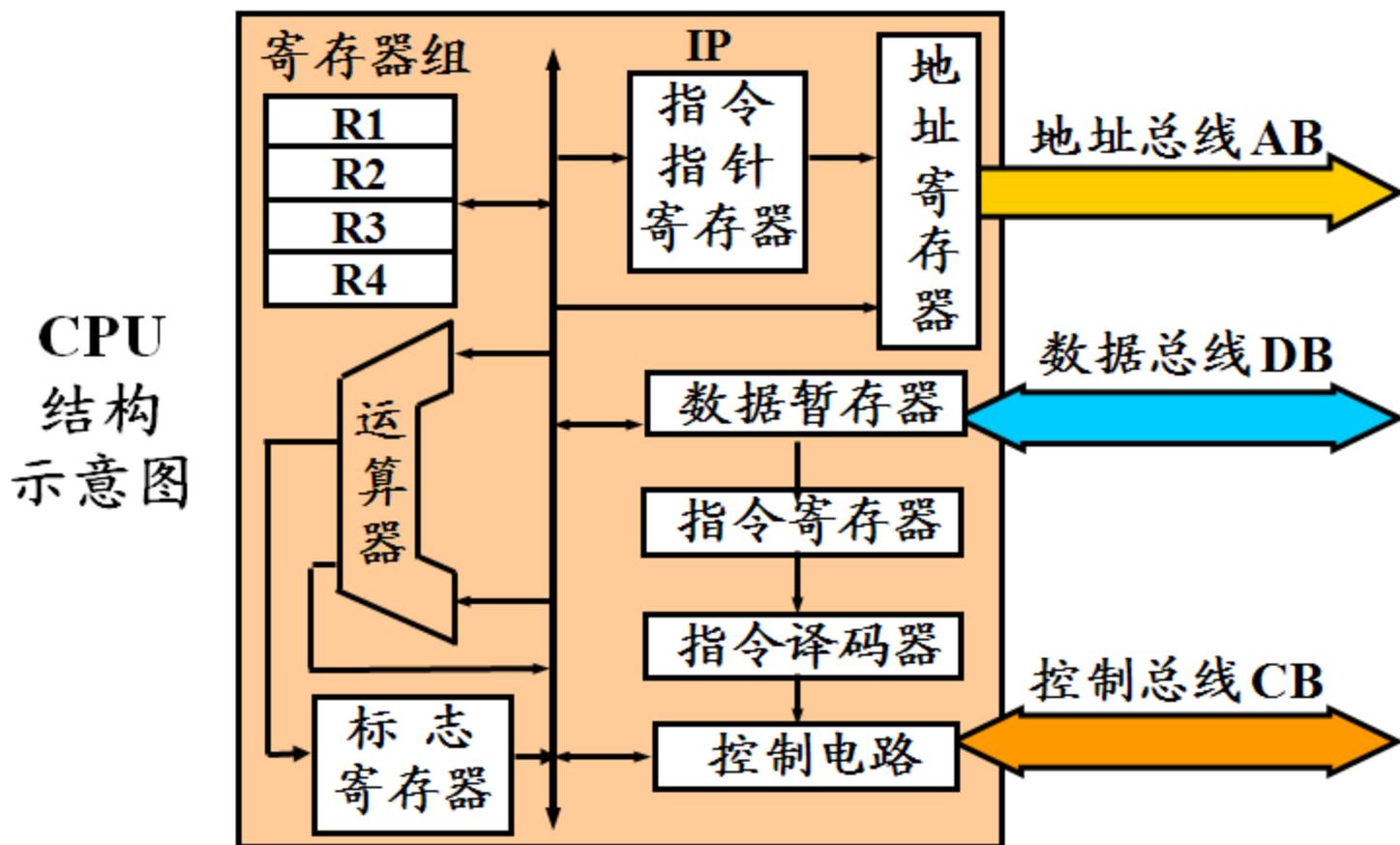
双字的编号依此类推，为31 ~ 0

4. 指令、指令系统和程序(Instruction, Instruction set, Program)

- 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所能执行的全部操作。
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合。

5. 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。



6. 译码器(Decoder)

- 译码器是将输入代码转换成相应输出信号的逻辑电路。

例如：

指令是CPU能执行的一个基本操作；

CPU的设计者对CPU的所有指令进行编码；

用户用编码形式的指令进行编程，程序存放在内存中；

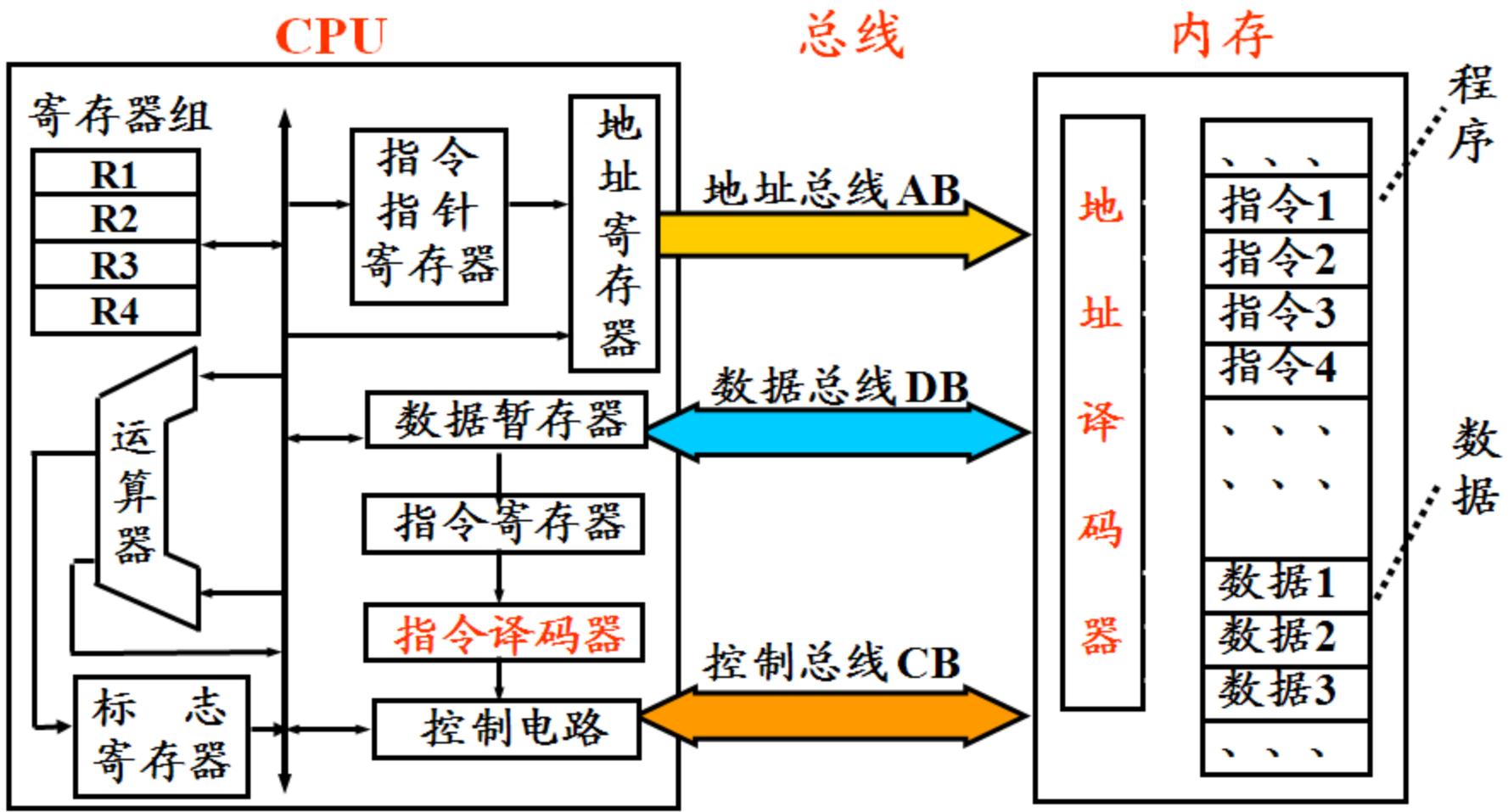
CPU从内存取来编码形式的指令，

在内部对指令进行译码，发出执行该指令功能所需的信号

● 根据译码内容的不同，可分为：

指令译码器：将指令代码转换成该执行指令所需的各种控制信号。

地址译码器：将地址信号转换成各地址单元相应的选通信号。



三、微型计算机概述

1. 微型计算机的基本结构
2. 微型计算机的工作过程
3. 微处理器、微型计算机、微型计算机系统(自学)
4. 微型计算机的特点(自学)
5. 微型计算机的分类
6. PC机的发展简史(自学)

根据使用的基本电子器件，计算机经历了四个阶段：

电子管计算机 (1946—1956)	<ul style="list-style-type: none">● 用机器语言、汇编语言编写程序● 用于军事和国防尖端技术	主要特点
晶体管计算机 (1957—1964)	<ul style="list-style-type: none">● 开始使用高级语言● 开始用于工程技术、数据处理和其它科学领域	
集成电路计算机 (1965—1970)	<ul style="list-style-type: none">● 采用微程序、流水线等技术，提高运行速度● 出现操作系统、诊断程序等软件	
超大规模集成电路计算机 (1971—至今)	<ul style="list-style-type: none">● 采用半导体存储器● 采用图形界面操作系统● 器件速度更快，软件、外设更加丰富	

微型计算机是第四代计算机的典型代表。

1. 微机的基本结构

主机箱
主板
光驱
中央处理器
内存条



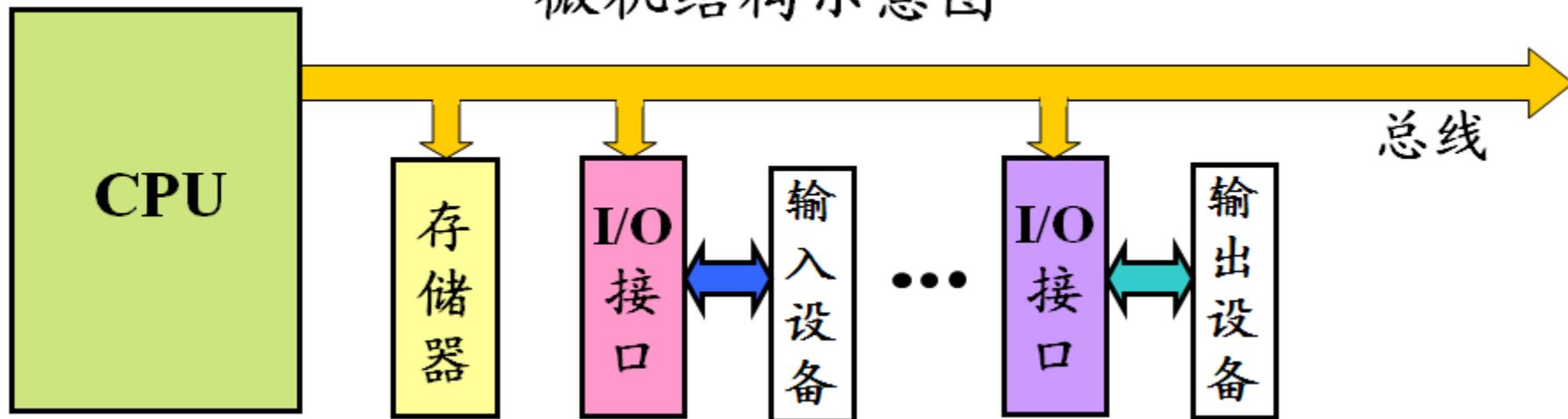
显卡
声卡
网卡

硬盘

电源



微机结构示意图



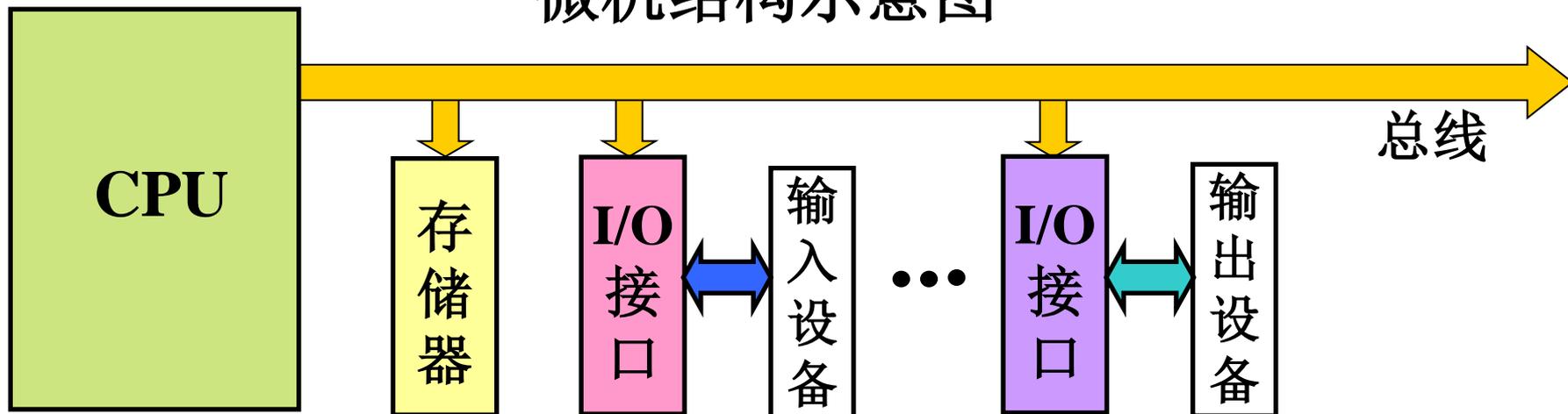
构成部件

微机的硬件由CPU、存储器、输入/输出设备构成；
输入/输出设备通过输入/输出接口与系统相连；

(输入/输出接口简称I/O接口)

各部件通过总线连接。

微机结构示意图



8088
80286
80386
80486
Pentium
Pentium Pro
Pentium II
Pentium III
Pentium 4
双核 CPU
四核 CPU
.....

ROM
DRAM
SRAM
Cache
EEPROM
FLASH

并口
串口
声卡

键盘
鼠标
扫描仪
话筒

硬盘, 光盘, U盘

并口
显卡
声卡
网卡

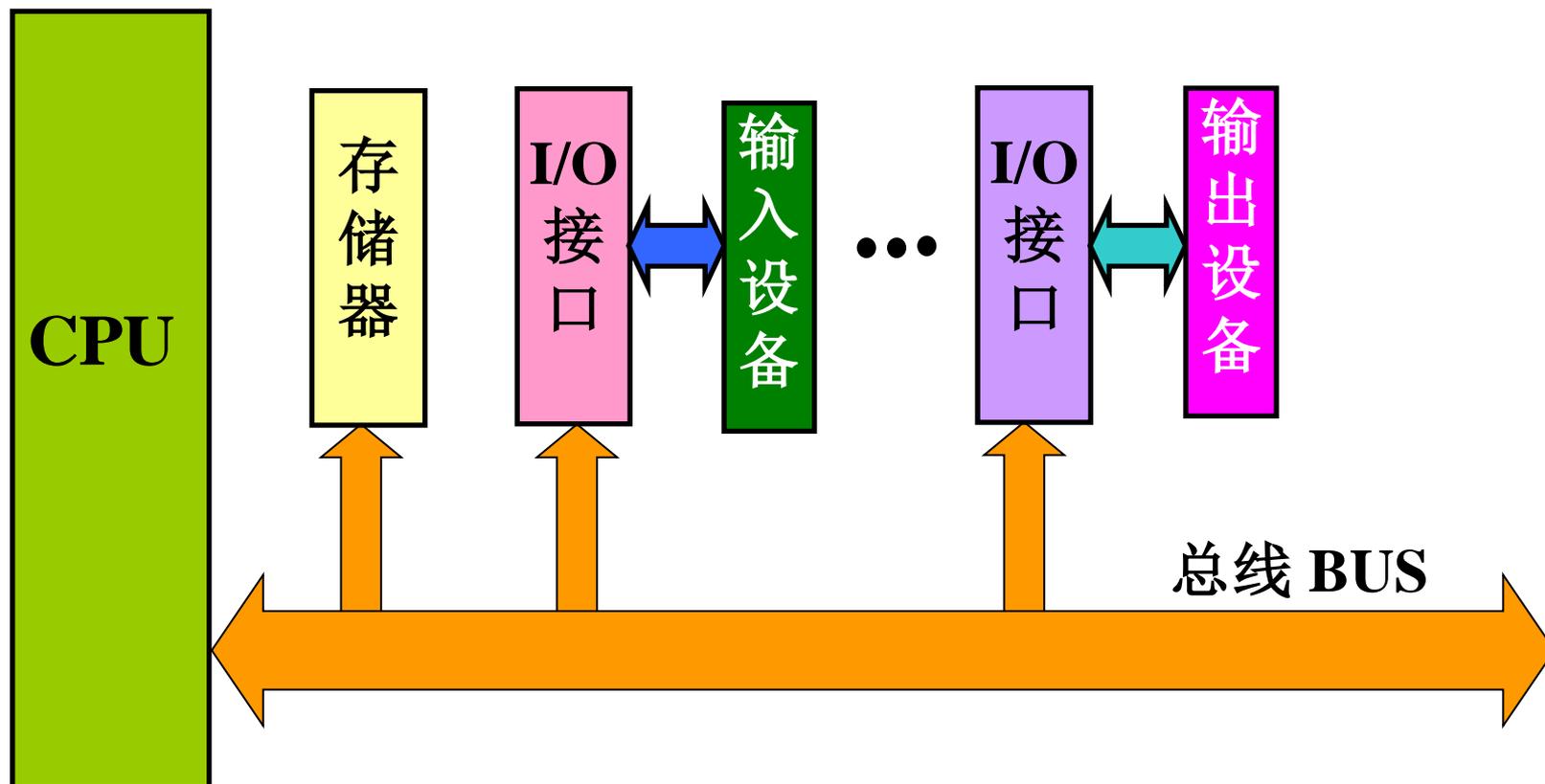
打印机
显示器
音箱
网络设备

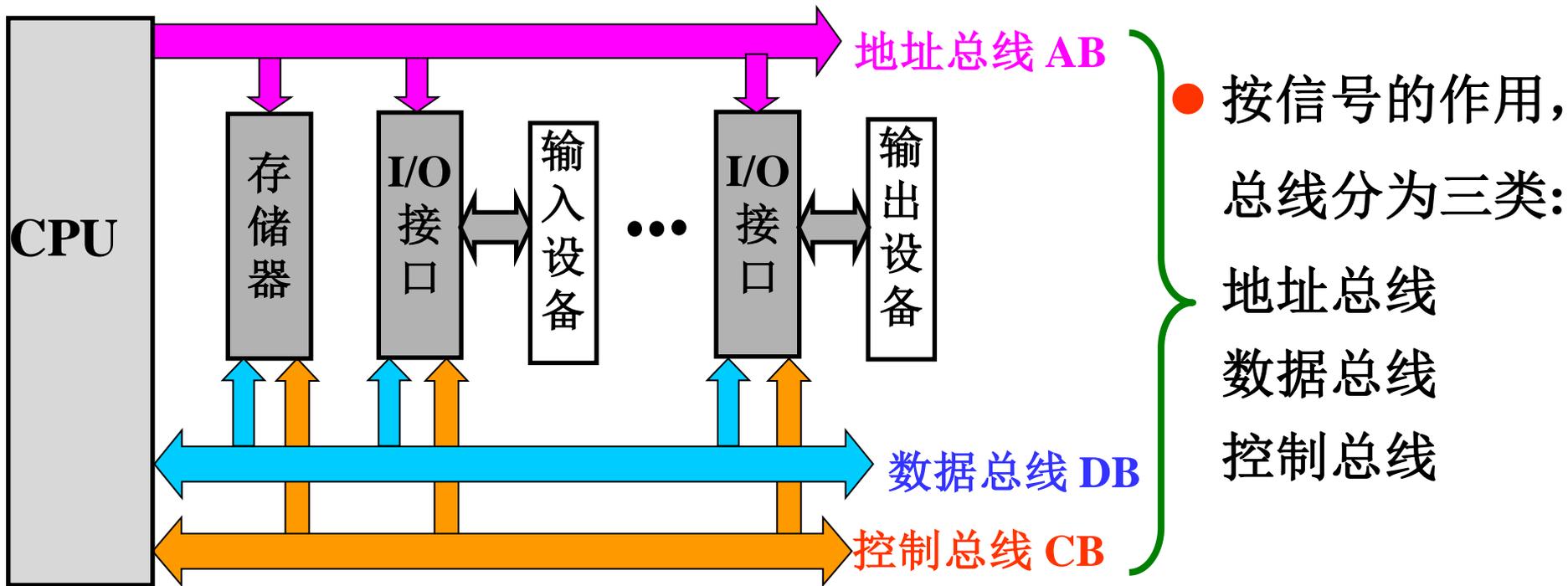
AGP
PCI
ISA
USB
RS-232
LPT1

与实物的对应

1) 总线

- 总线是连接多个功能部件的一组公共信号线
微机中各功能部件之间的信息是通过总线传输





地址总线 AB (Address Bus) : 单向

用来传送CPU输出的地址信号,确定被访问的存储单元、I/O端口

数据总线 DB (Data Bus) : 双向

用来在CPU与存储器、I/O接口之间进行数据传送。

控制总线CB (Control Bus) :

用于传送各种控制信号,

有的是CPU发出,如读控制信号、写控制信号;

有的是发向CPU,如外设向CPU发出的中断申请信号。

CPU地址总线的条数 决定CPU的寻址能力

即CPU能够使用多大容量的内存或I/O端口。

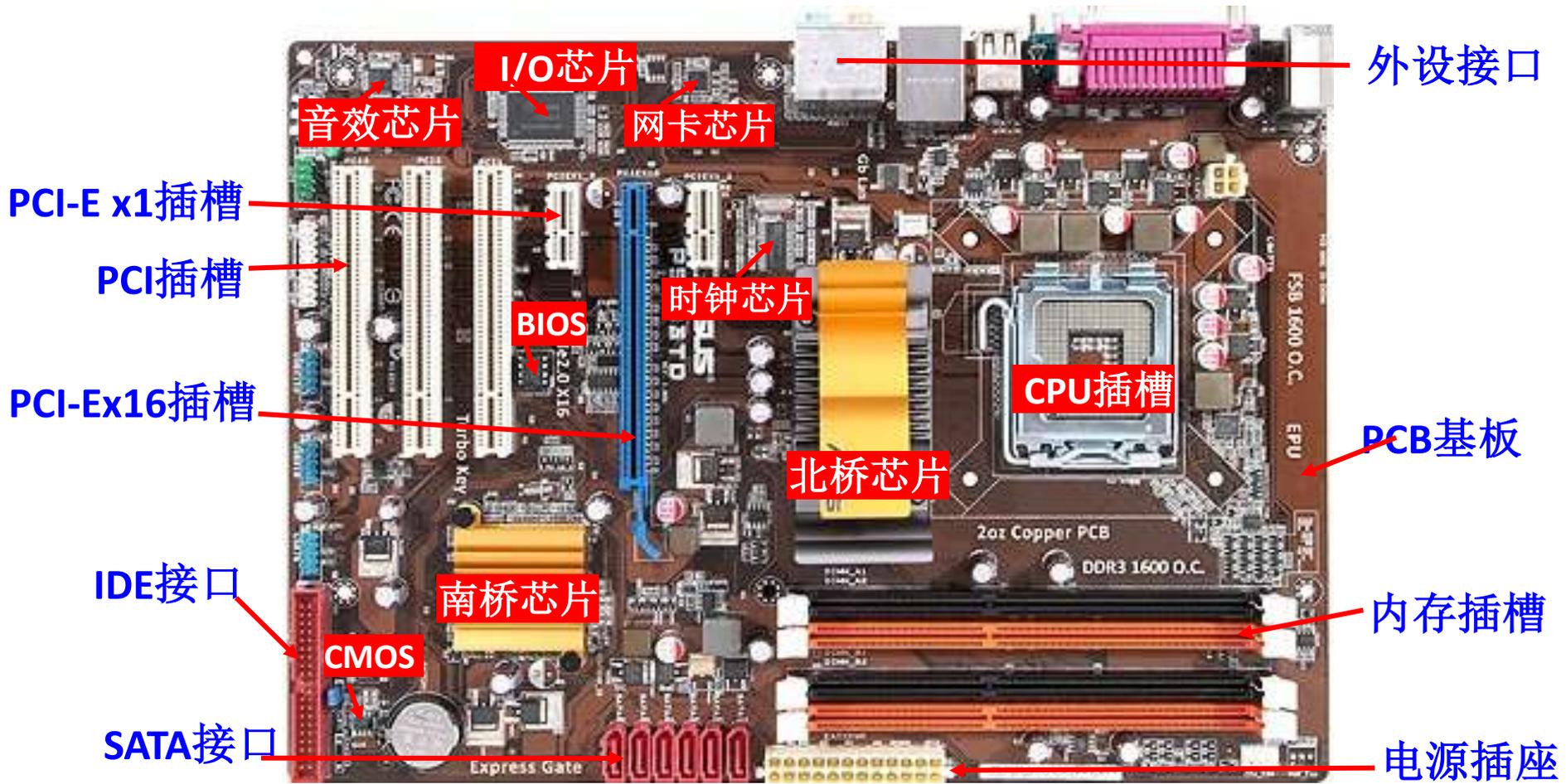
10根	→	2^{10}	1024	1K
20根	→	2^{20}	1024K	1M
30根	→	2^{30}	1024M	1G
32根	→	2^{32}	$2^2 \times 2^{30}$	4G
36根	→	2^{36}	$2^6 \times 2^{30}$	64G

CPU数据总线的条数决定一次可最多传送数据的宽度

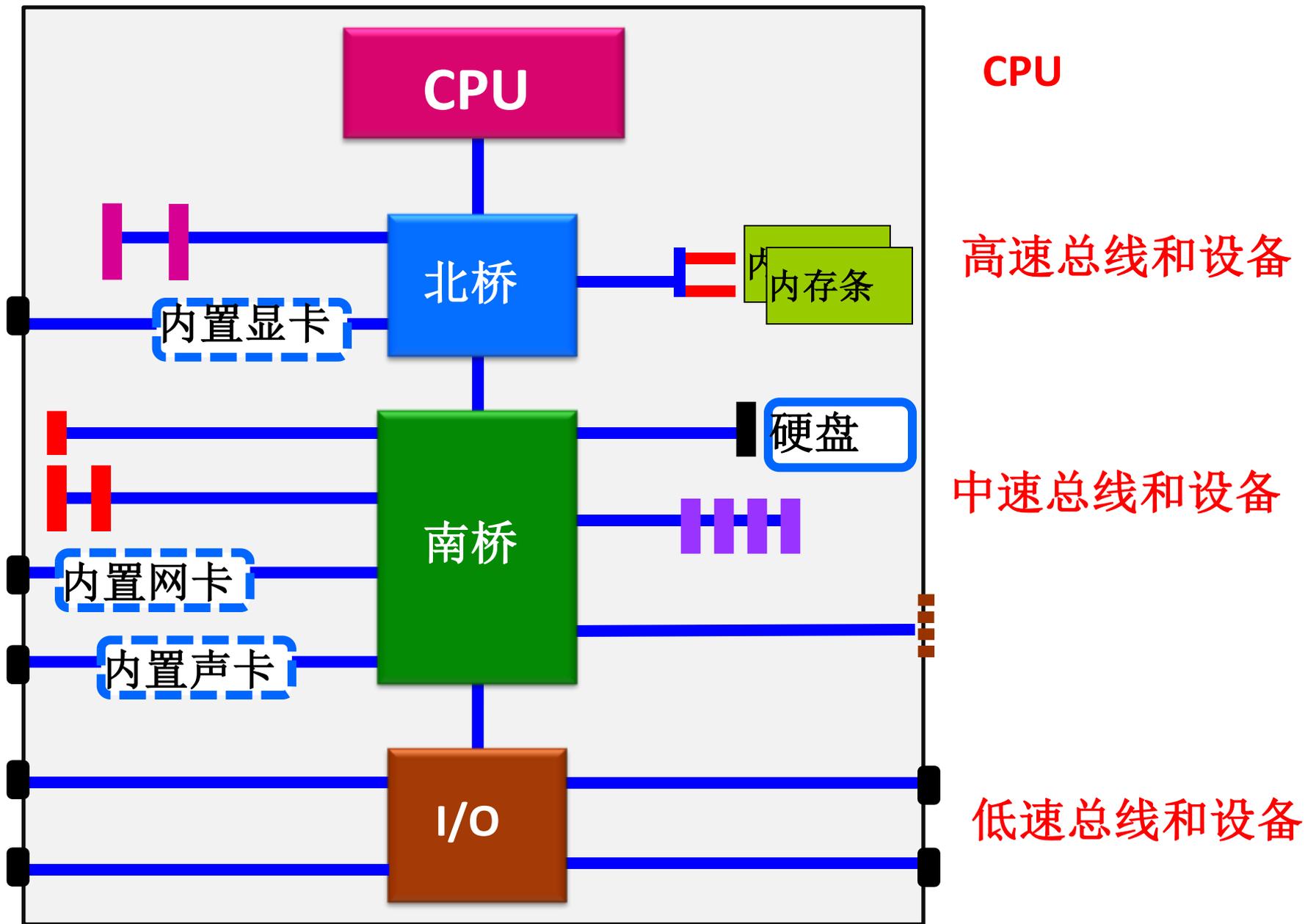
8根	→	一次传送 8位
16根	→	一次传送 16位
32根	→	一次传送 32位
64根	→	一次传送 64位

PC机的主板实例

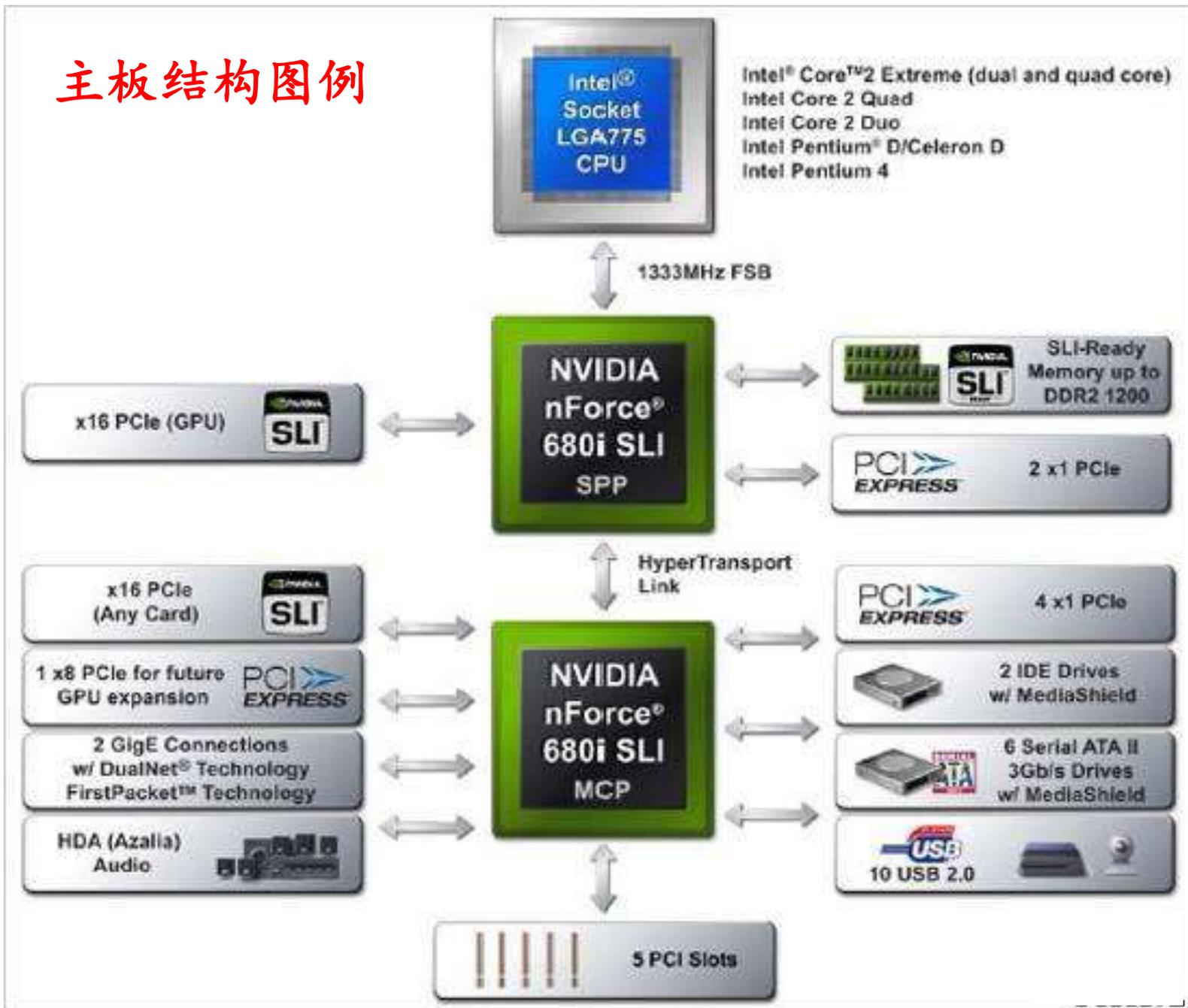
各种插槽中包含传递信息的总线



主板才用多总线结构



主板结构图例



Modem

打印机

显示器

网络设备

麦克风

串口

并口

网口

声卡输入

其他
扩展
设备

电源



键盘

鼠标

U盘

声卡输出

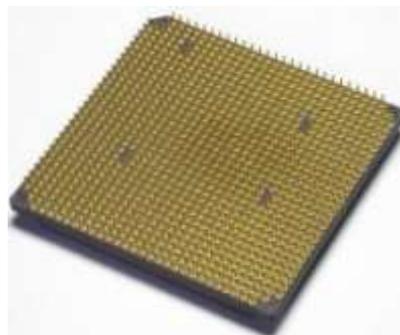
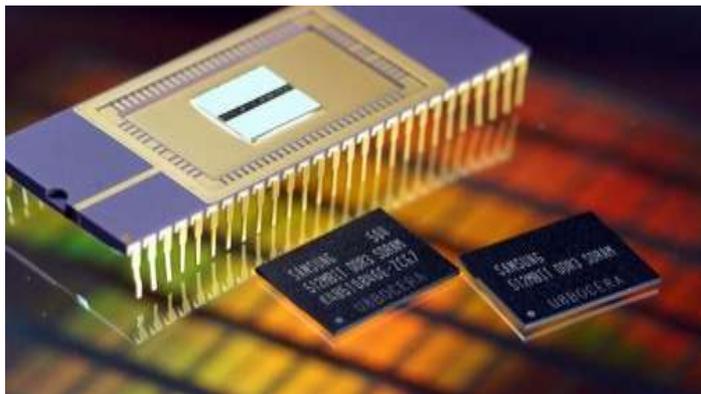
音箱

其他USB设备: MP3, 数码相机等

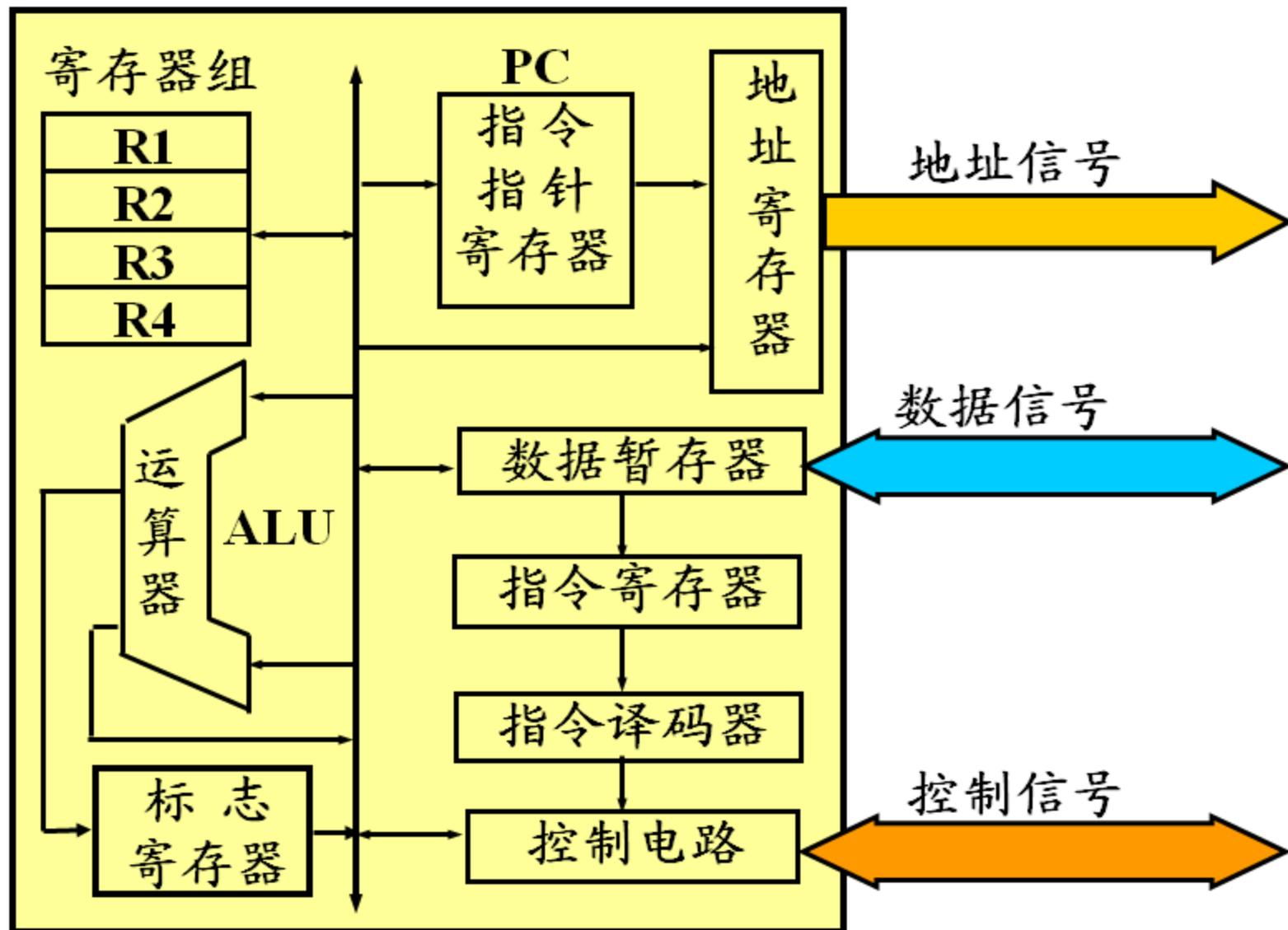
2) 中央处理器CPU

- 计算机的核心部件

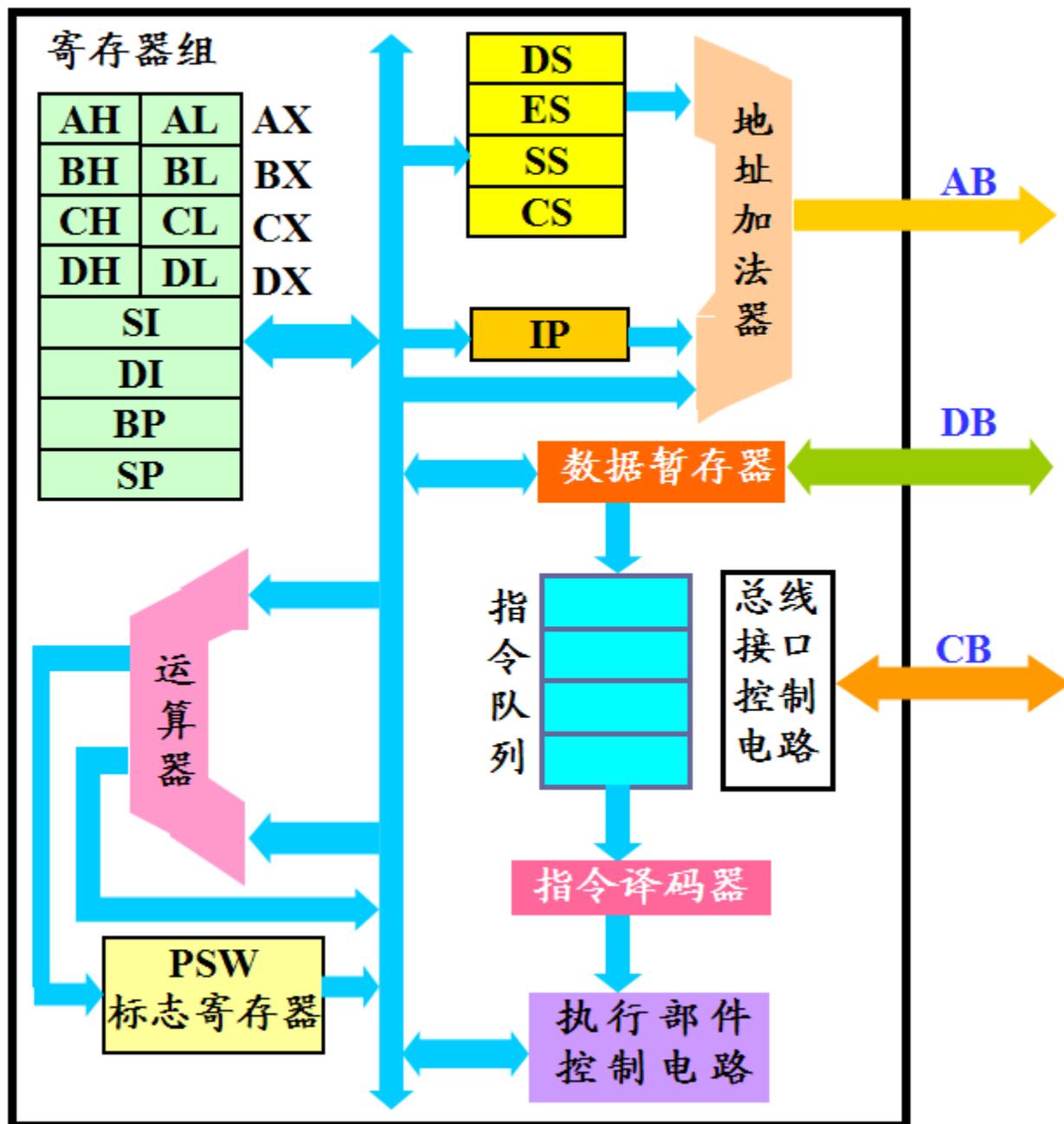
早期主要由算术逻辑运算单元(ALU)、寄存器组和控制单元构成，用来实现指令的自动装入和自动执行，实现计算机本身的自动化。



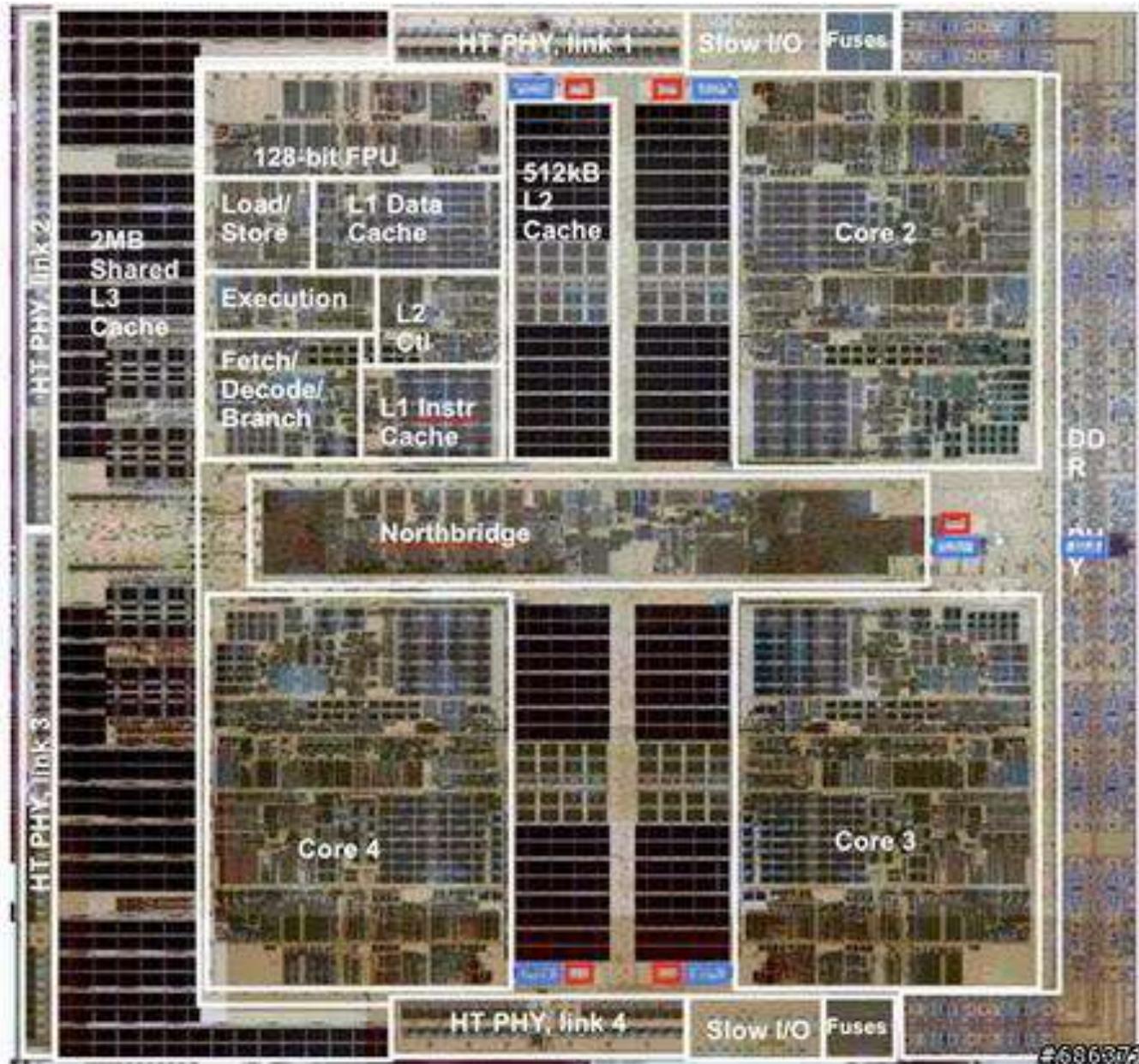
CPU结构示意图



8088 编程结构



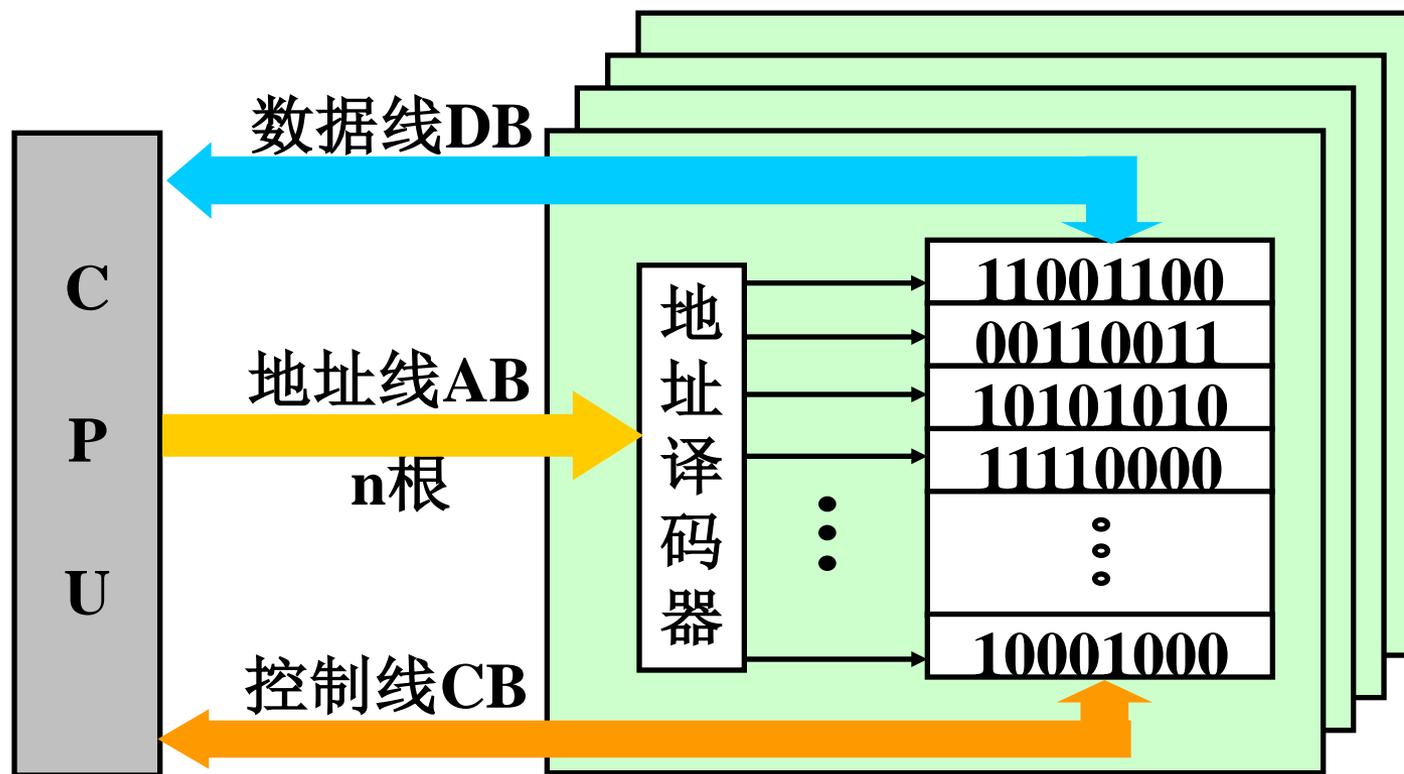
某4核CPU的显微照相图



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芯片组成，
每片半导体存储器芯片内部由地址译码器、内存单元等构成。



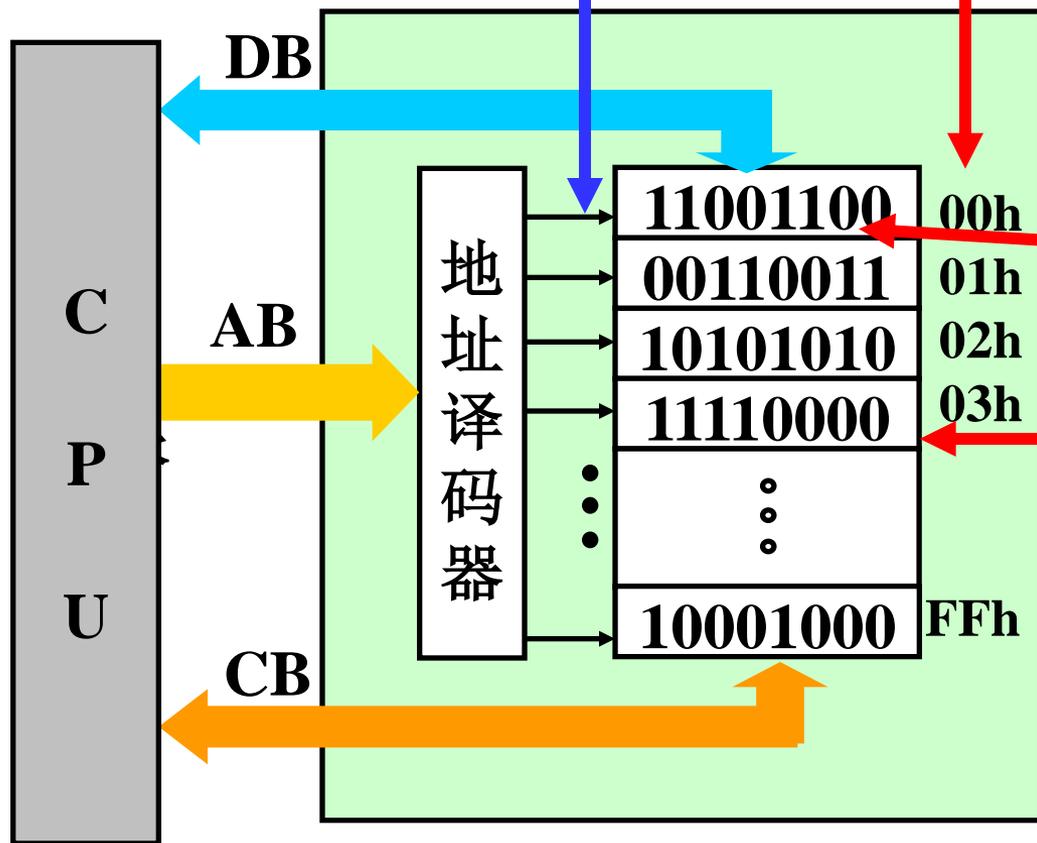
内存条

● 内存单元的地址

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**.

对比

内存 → 楼房
内存单元 → 房间
内存单元地址 → 房间号
内存单元内容 → 房间里的东西



内存结构示意图

● 内存单元的内容

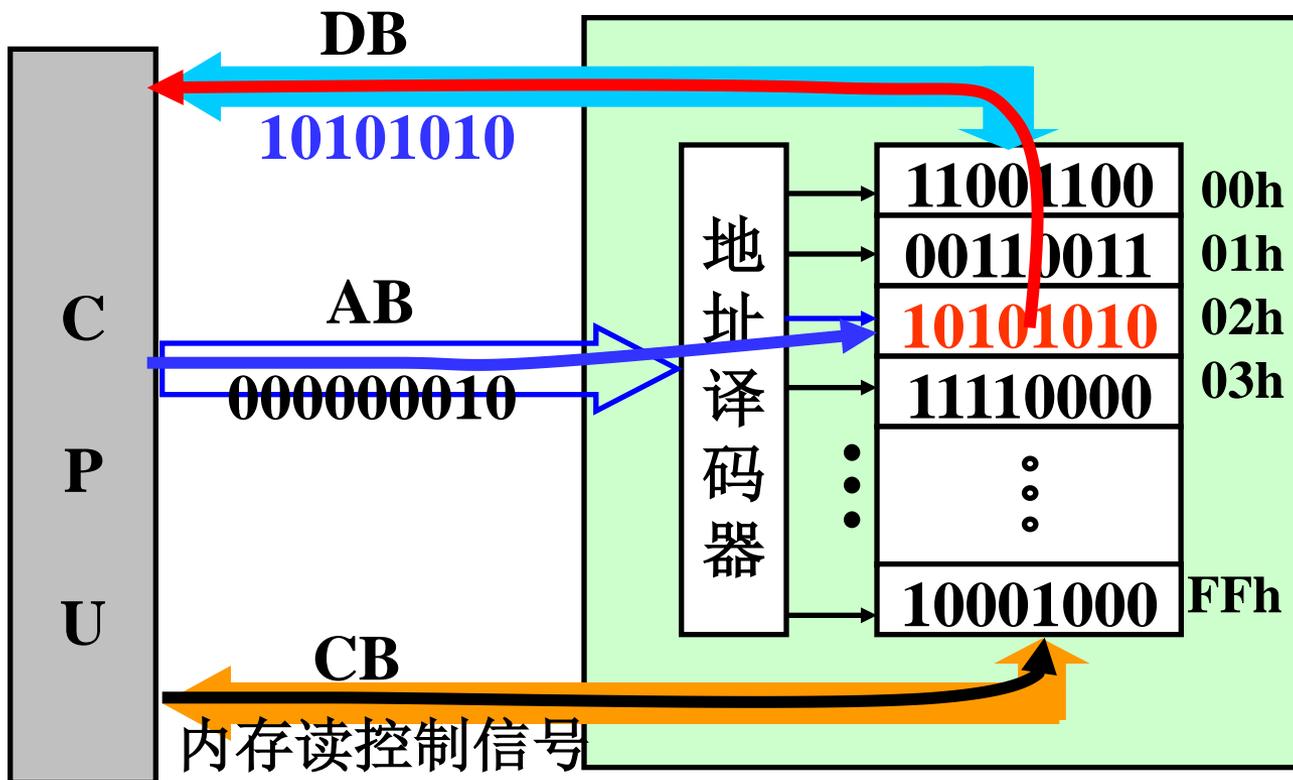
指内存单元所存储的二进制数据。

● 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。不同内存芯片中的单元个数不同。

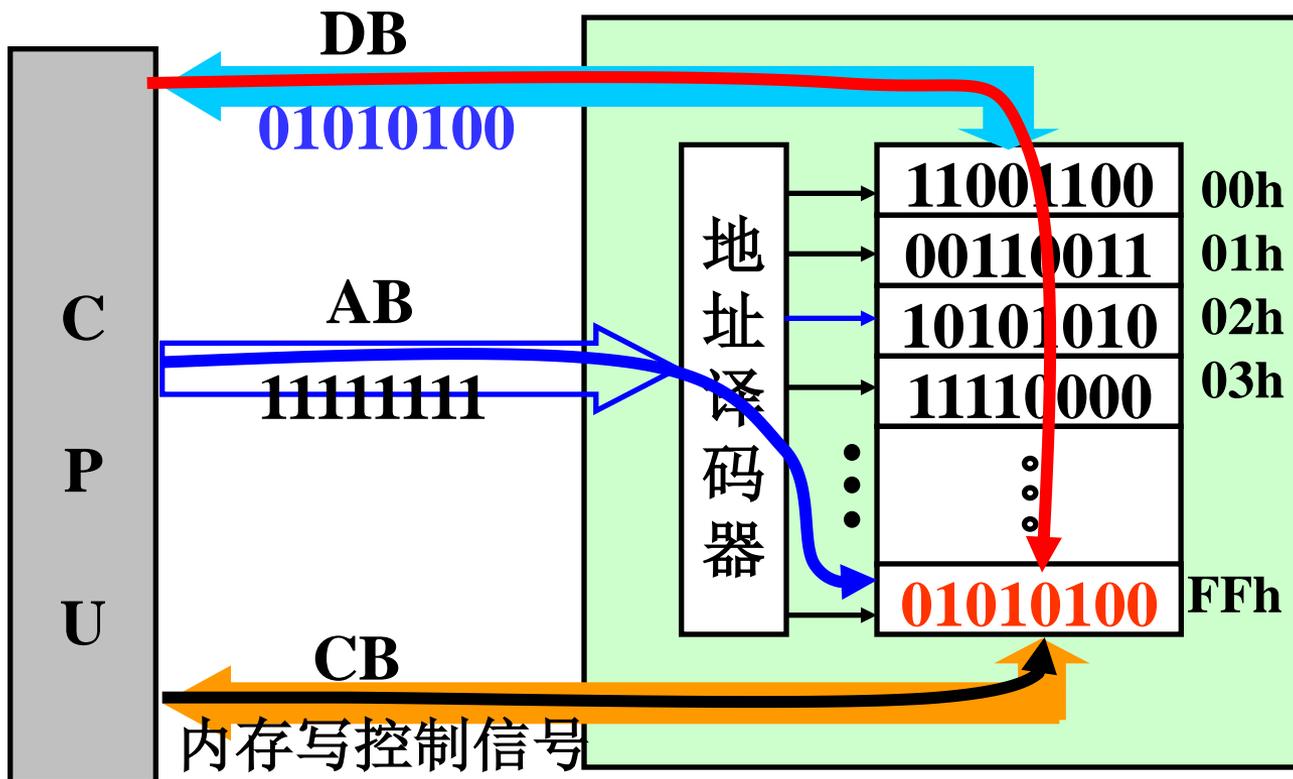
● CPU对内存的读操作

1. CPU发出地址信号(如02H), 选中相应的内存单元。
2. CPU发出内存读控制信号
3. 被选中的内存单元将其内容(如AAh)经数据总线送入CPU



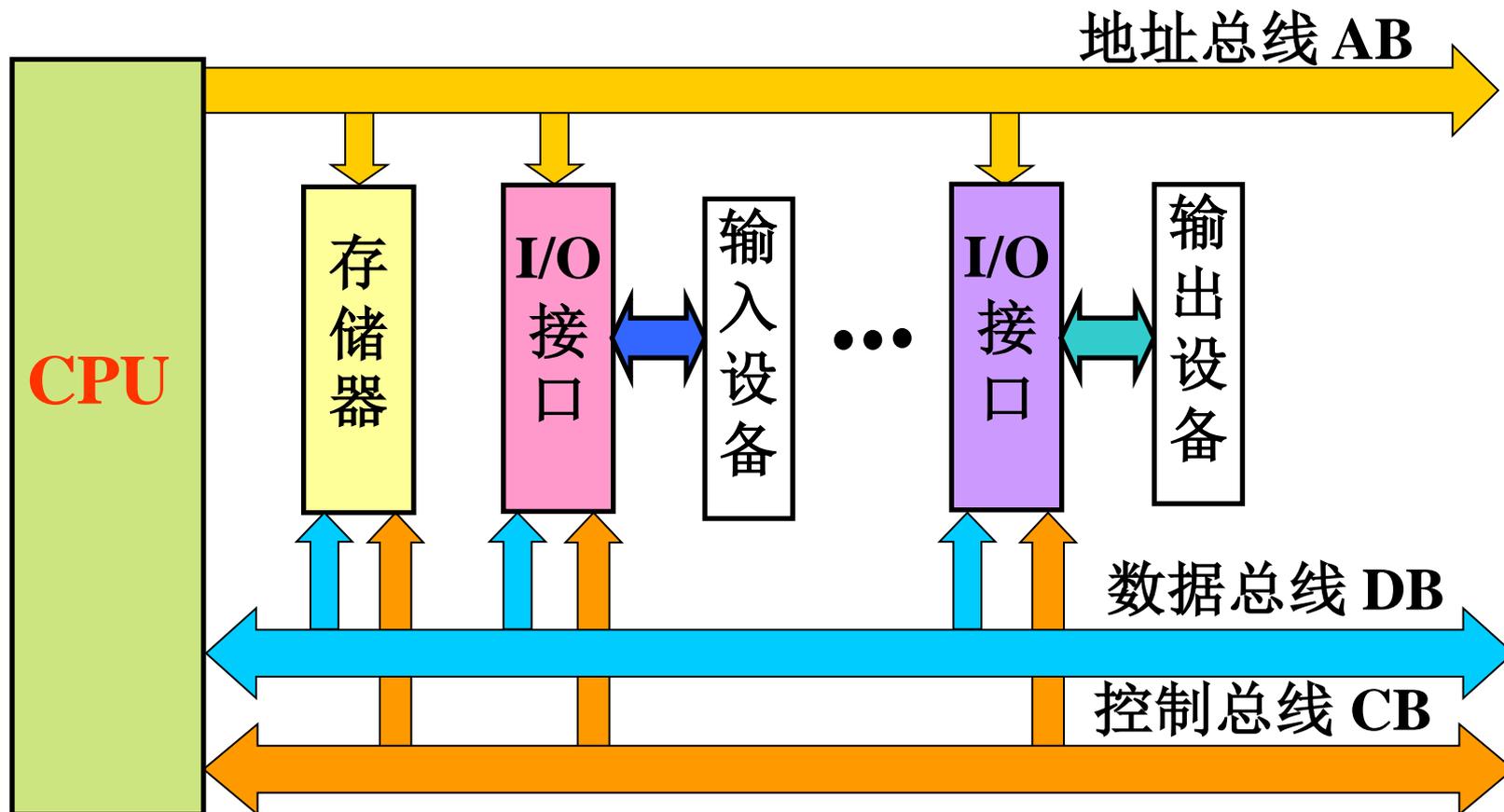
● CPU对内存的写操作

1. CPU发出地址信号(如FFh)，选中相应的内存单元。
2. CPU发出内存写控制信号
3. CPU将欲写的内容(如54h)经数据总线，写入被选中的内存单元中。

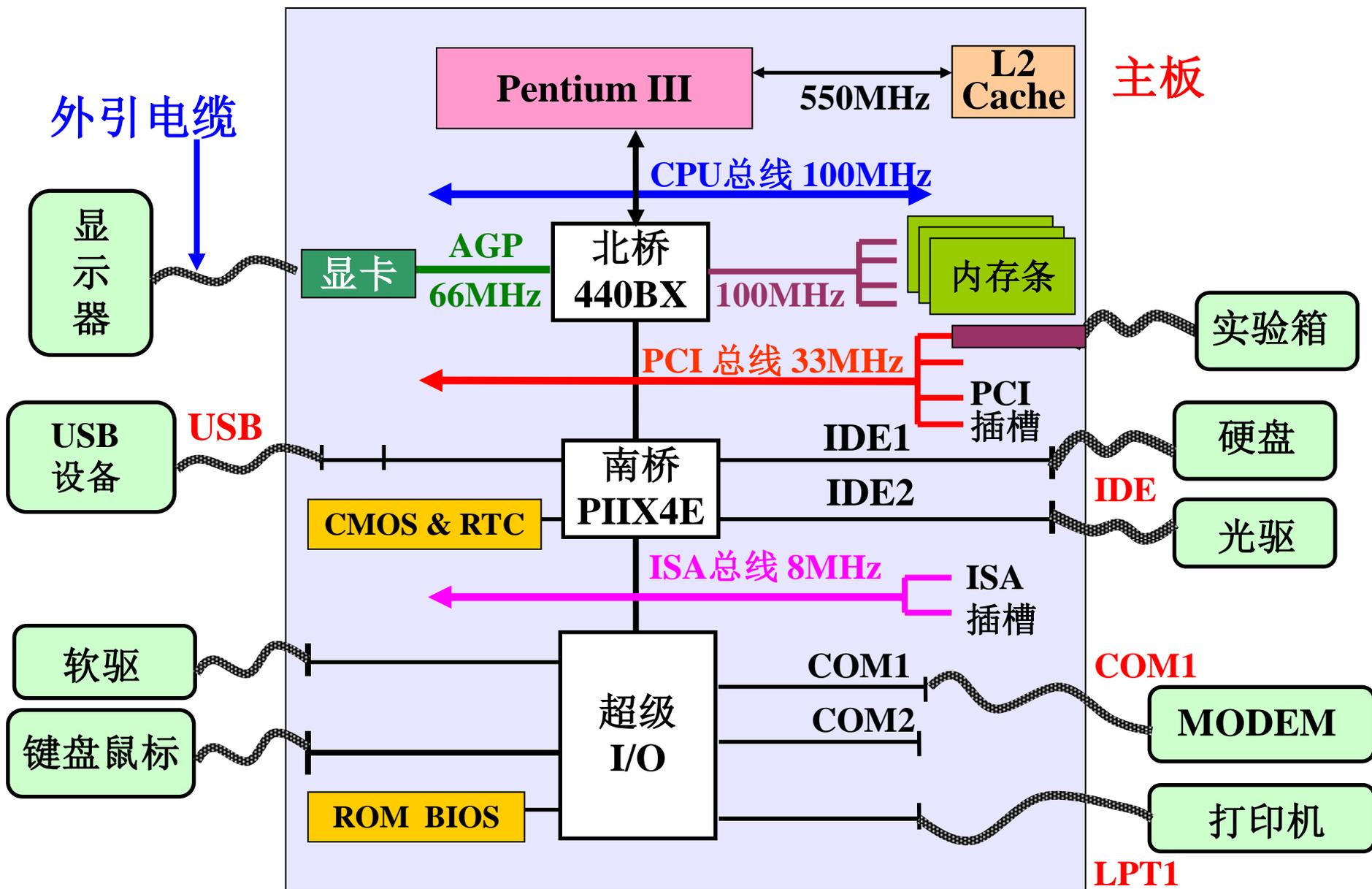


4) 外设和输入/输出接口 (I/O接口)

外设的电信号类型、运行速度与CPU不匹配，
不能与CPU直接相连，必须通过I/O接口与CPU相连。

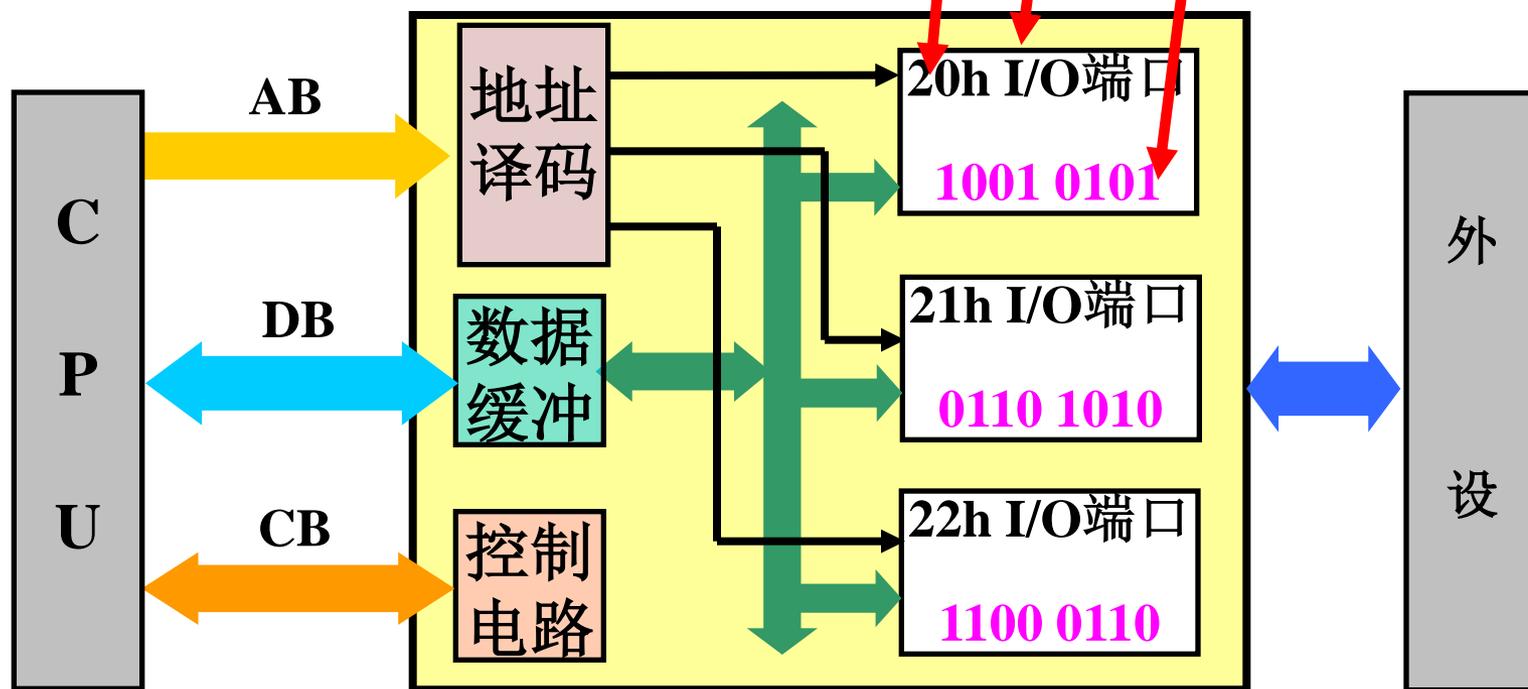


外设通过接口与计算机连接



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端口的读/写操作：（与内存的读/写操作相类似）

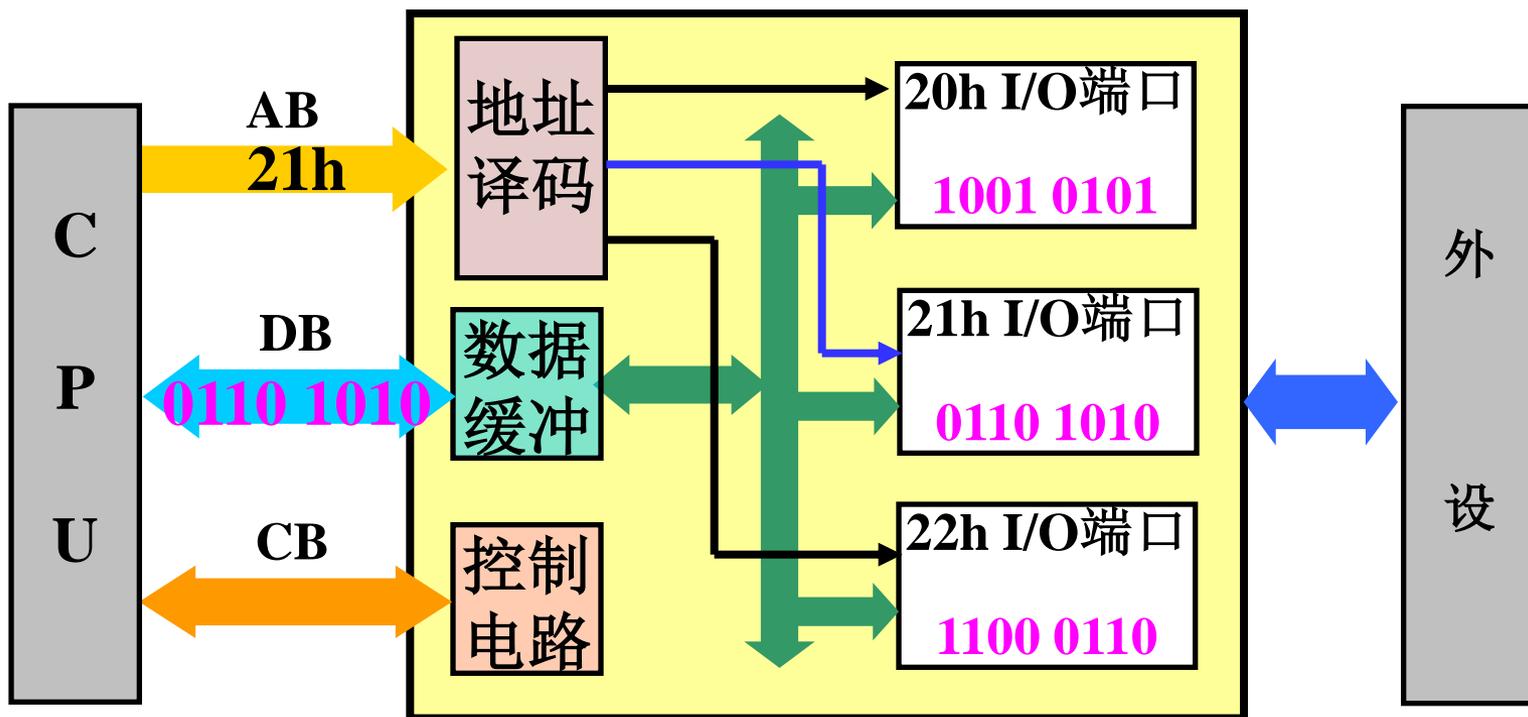
1. CPU发出地址信号，选中相应的I/O端口。

2. 若是读操作，CPU发出I/O端口读控制信号，

被选中的I/O端口将其内容经数据总线送入CPU。

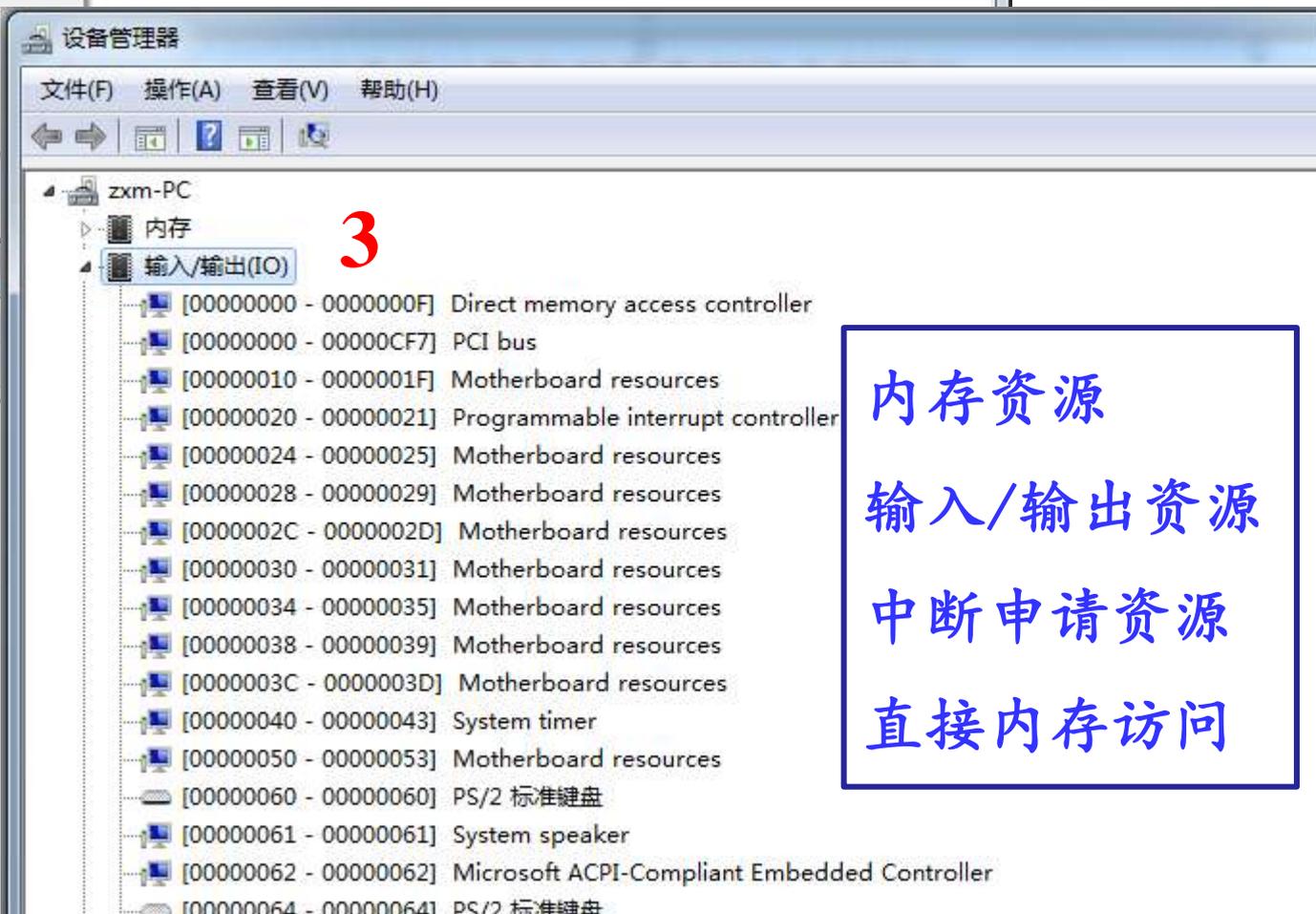
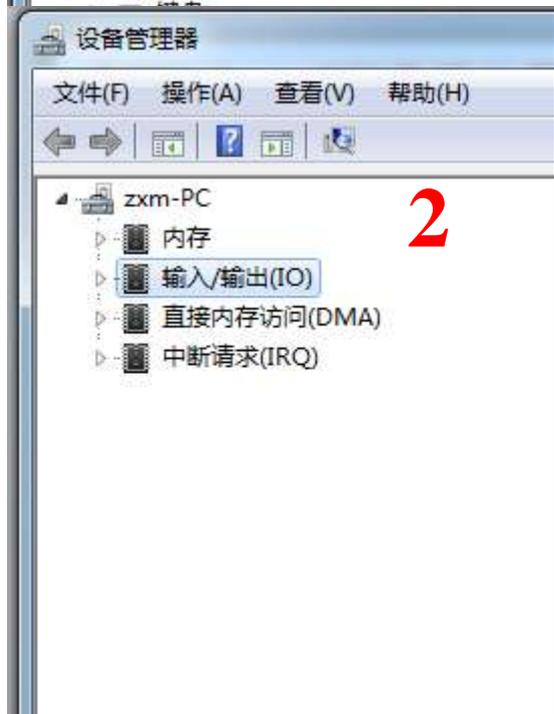
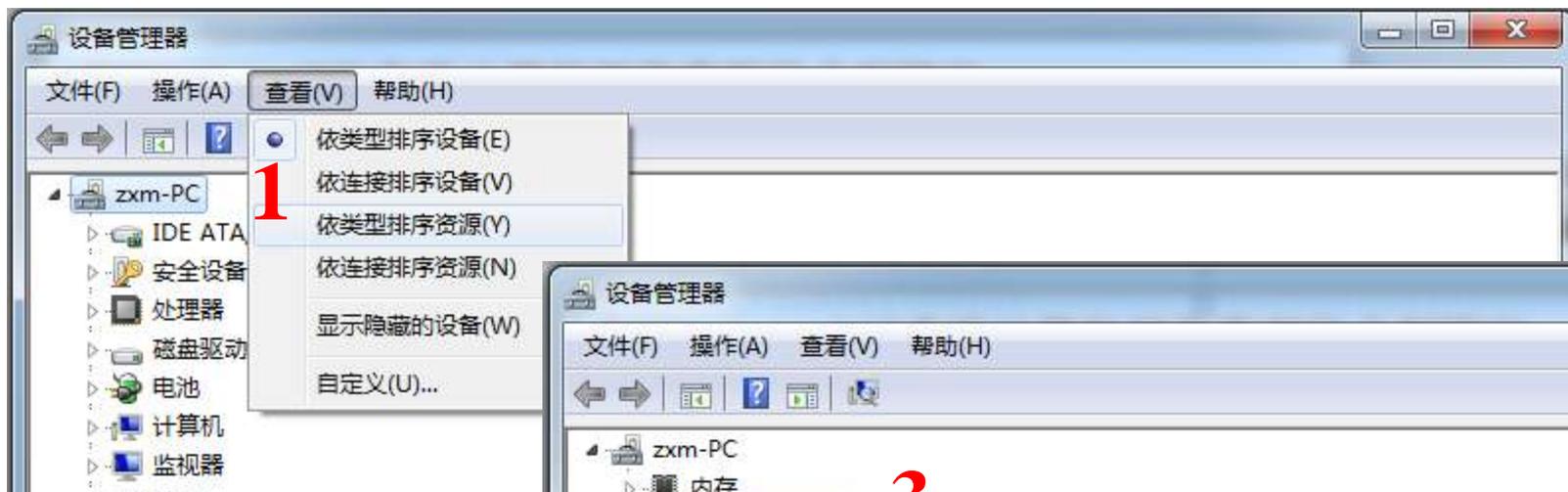
若是写操作，CPU发出I/O端口写控制信号，

CPU将欲写的内容经数据总线，写入被选中的I/O端口中。



在Windows 7下查看计算机硬件资源的分配情况

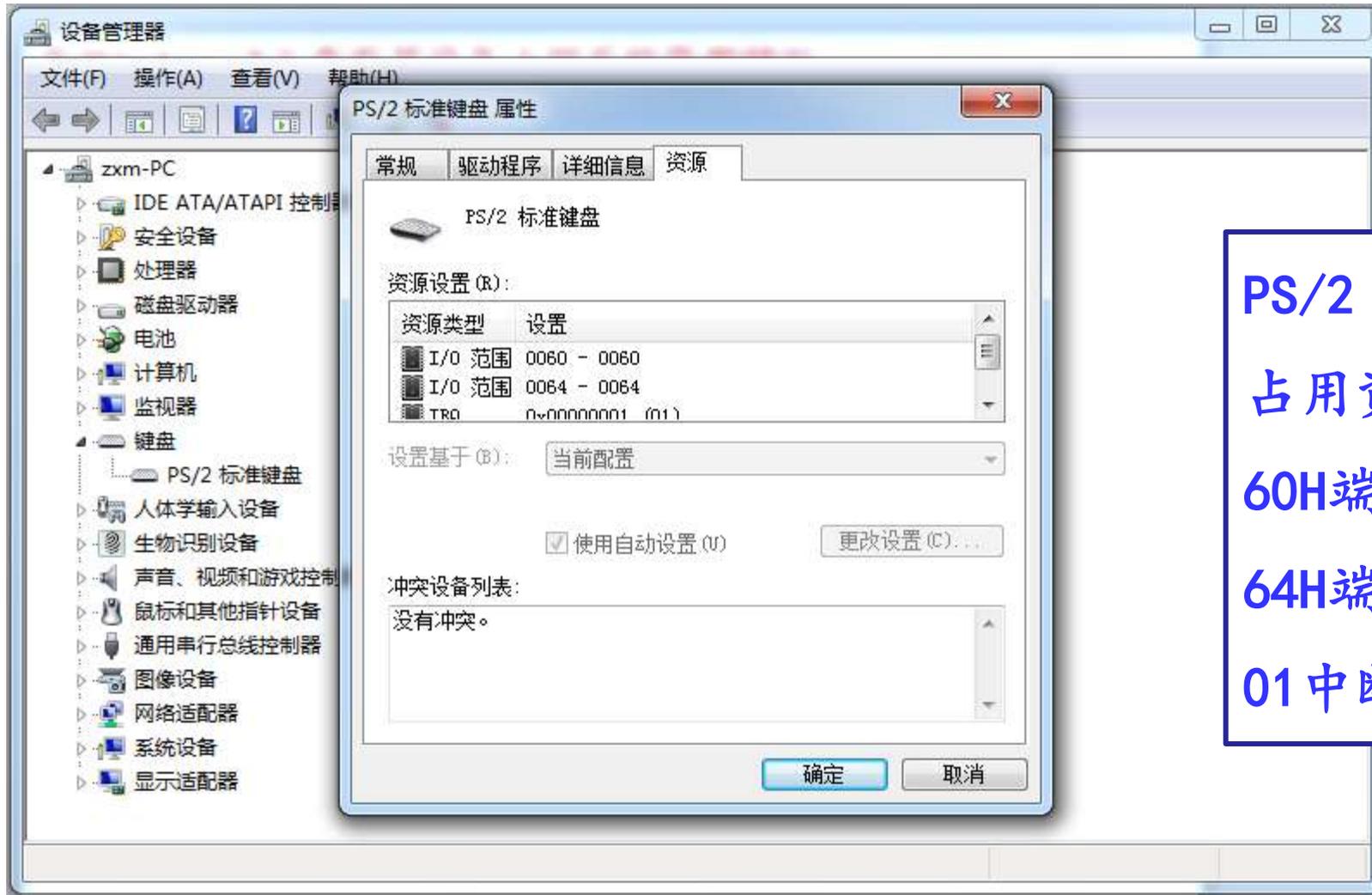
方法: 开始/计算机/属性/计算机管理器/依类型排序资源/



在Windows 7下查看某设备占用系统资源情况

方法：开始/计算机/ 属性 / 硬件 / 设备管理器

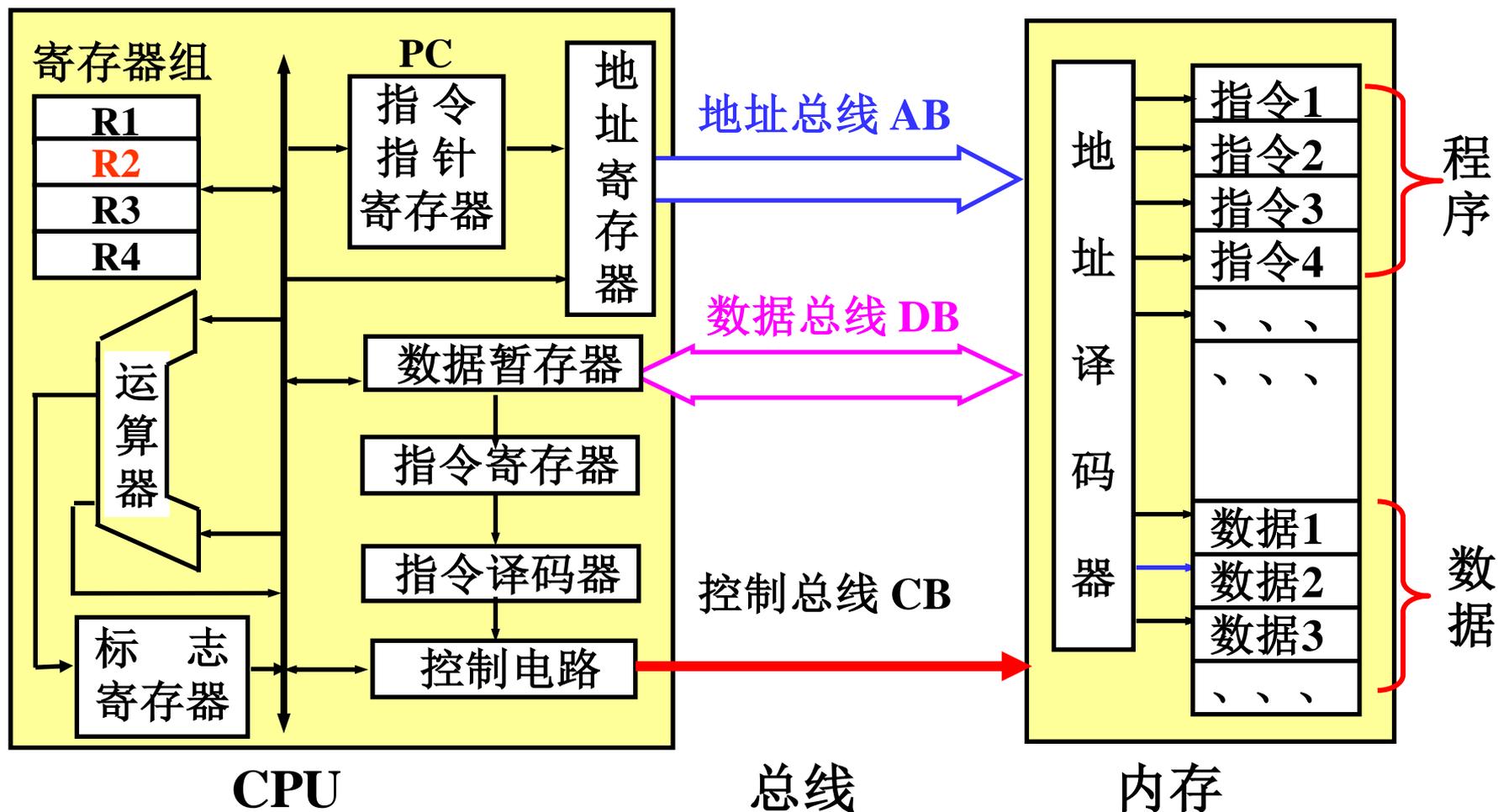
双击某设备(如键盘) / 属性/ 资源



PS/2 键盘
占用资源：
60H端口
64H端口
01 中断请求

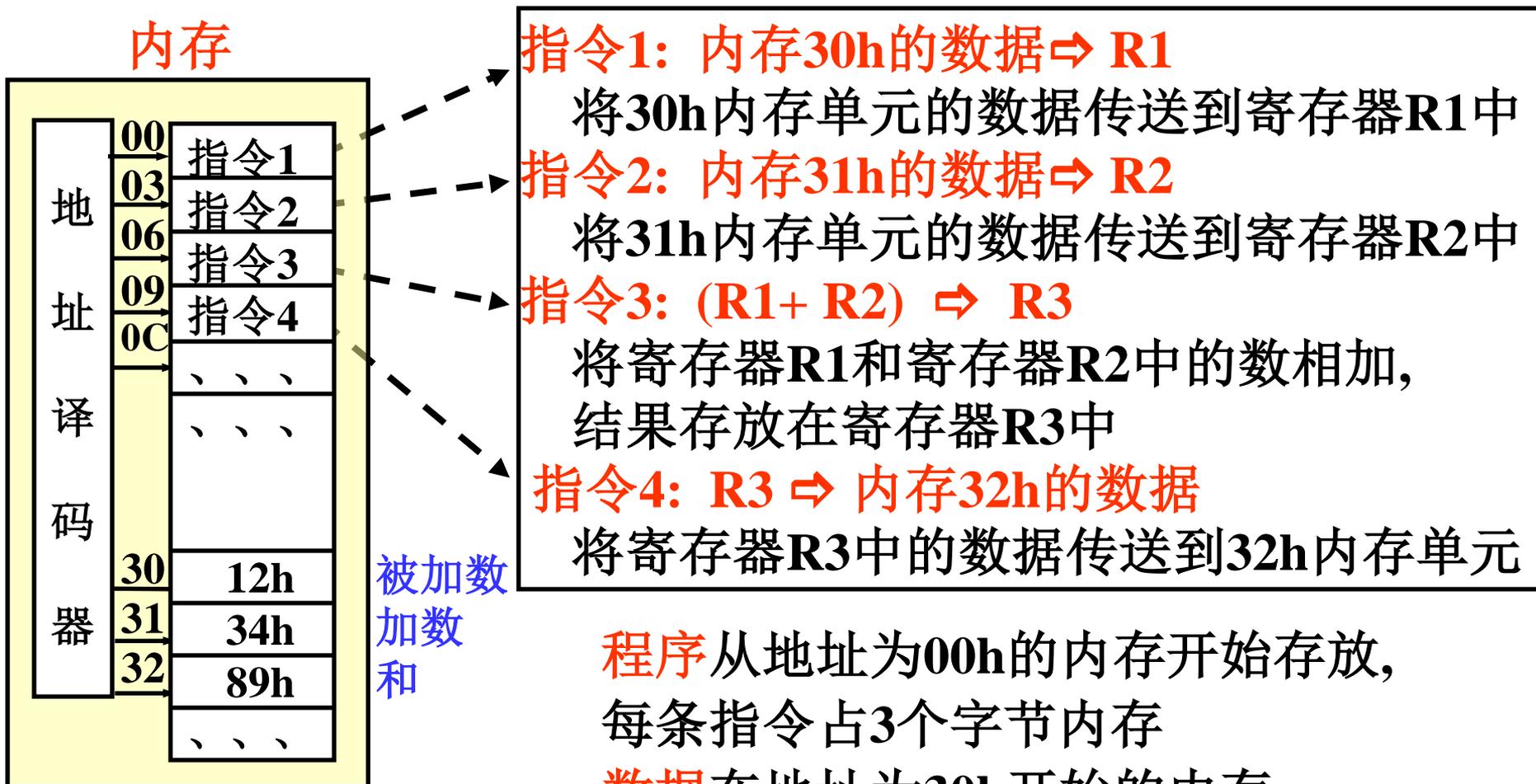
2. 微机的工作过程

计算机的工作原理是：“存储程序” + “程序控制”



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，并把结果存放到内存



微机的工作过程分两阶段：

●取指令

将指令从内存取到CPU中，并对指令进行译码

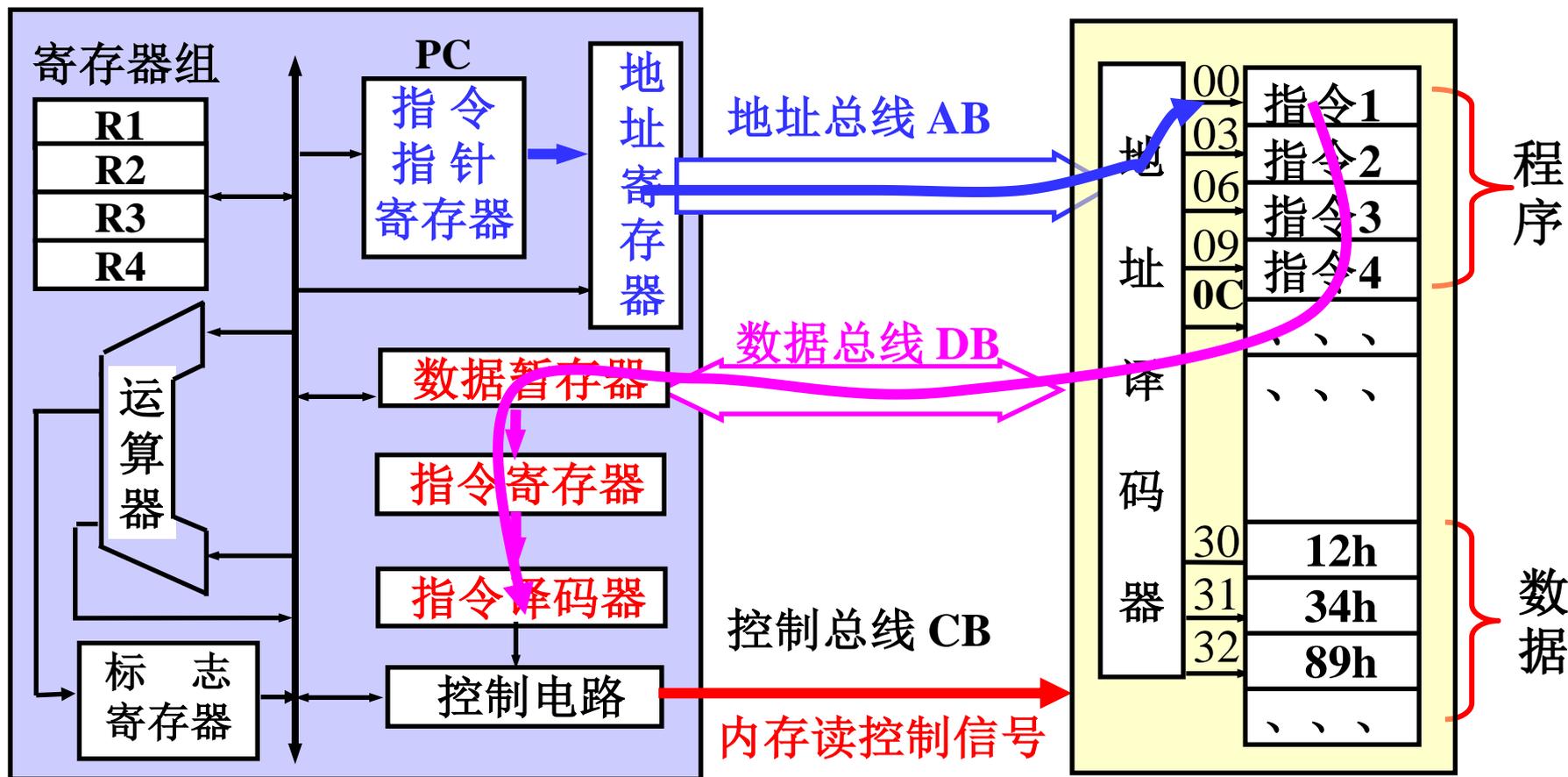
●执行指令

由控制电路发出执行指令所需信号，

控制CPU执行相应操作

●取指令阶段（CPU读内存操作）：

1. 由PC给出指令在内存的地址
2. 地址经地址寄存器 → 地址总线 → 地址译码器, 选中指令所在的内存单元
3. CPU发出内存读控制信号
4. 指令从内存 → 数据总线 → 数据暂存器 → 指令寄存器
5. 指令译码器对指令进行译码

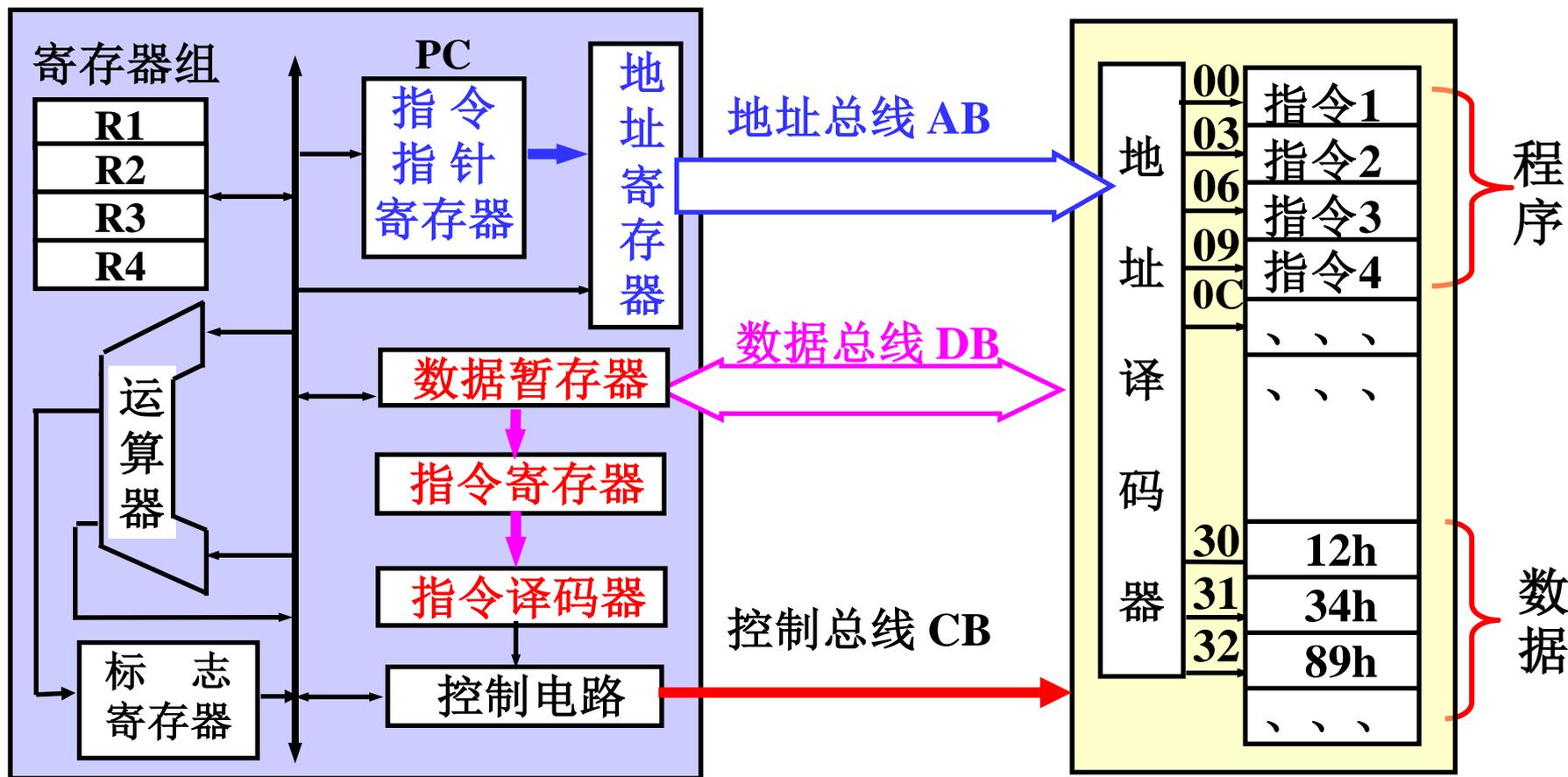


●执行指令阶段：

经译码后的指令，由控制电路发出控制信号去执行。

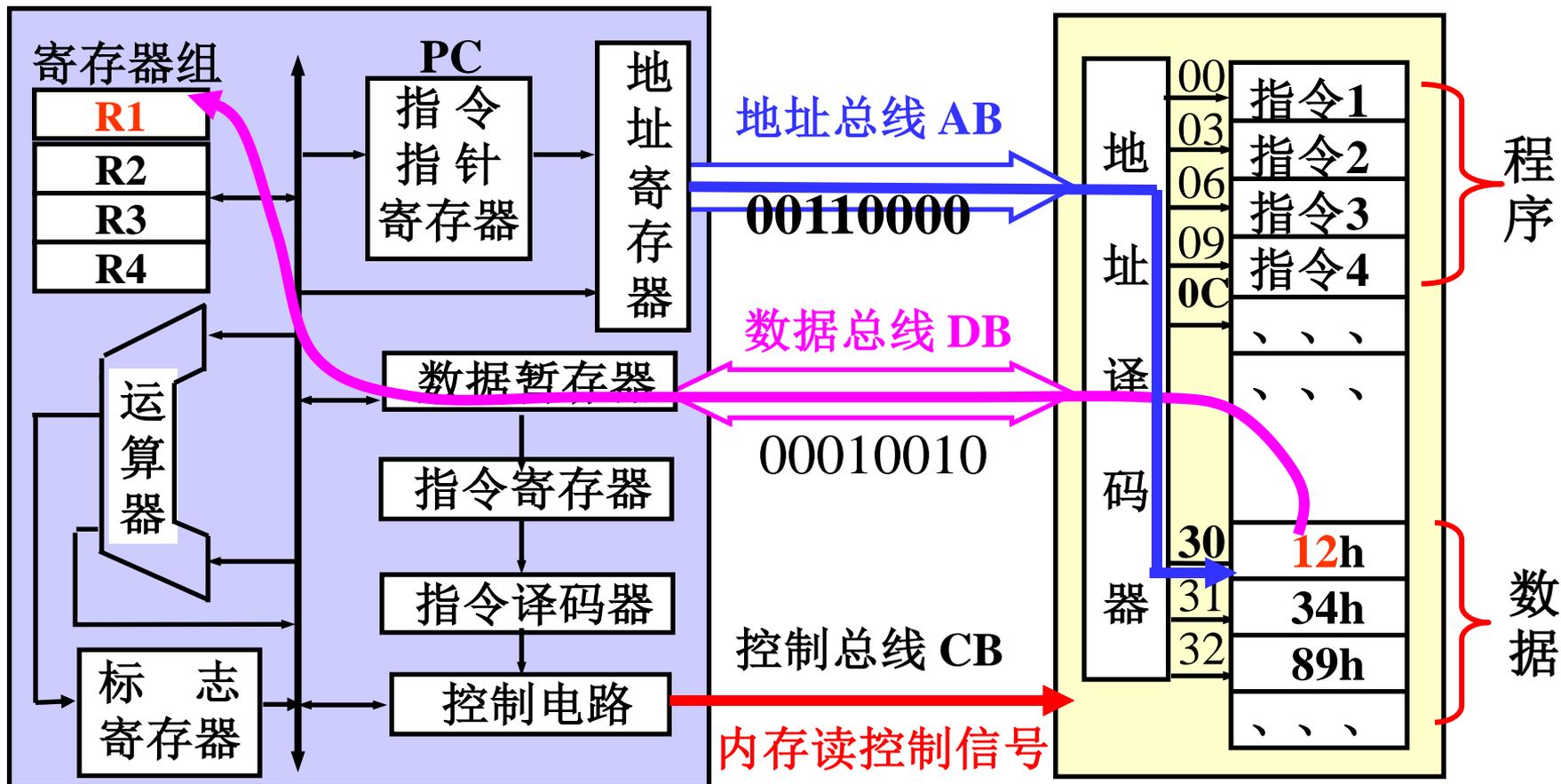
不同的指令，CPU的具体执行过程不同。

CPU可执行的操作通常有数据传送、算术逻辑运算等等。



指令1: 内存30h的数据⇒ R1

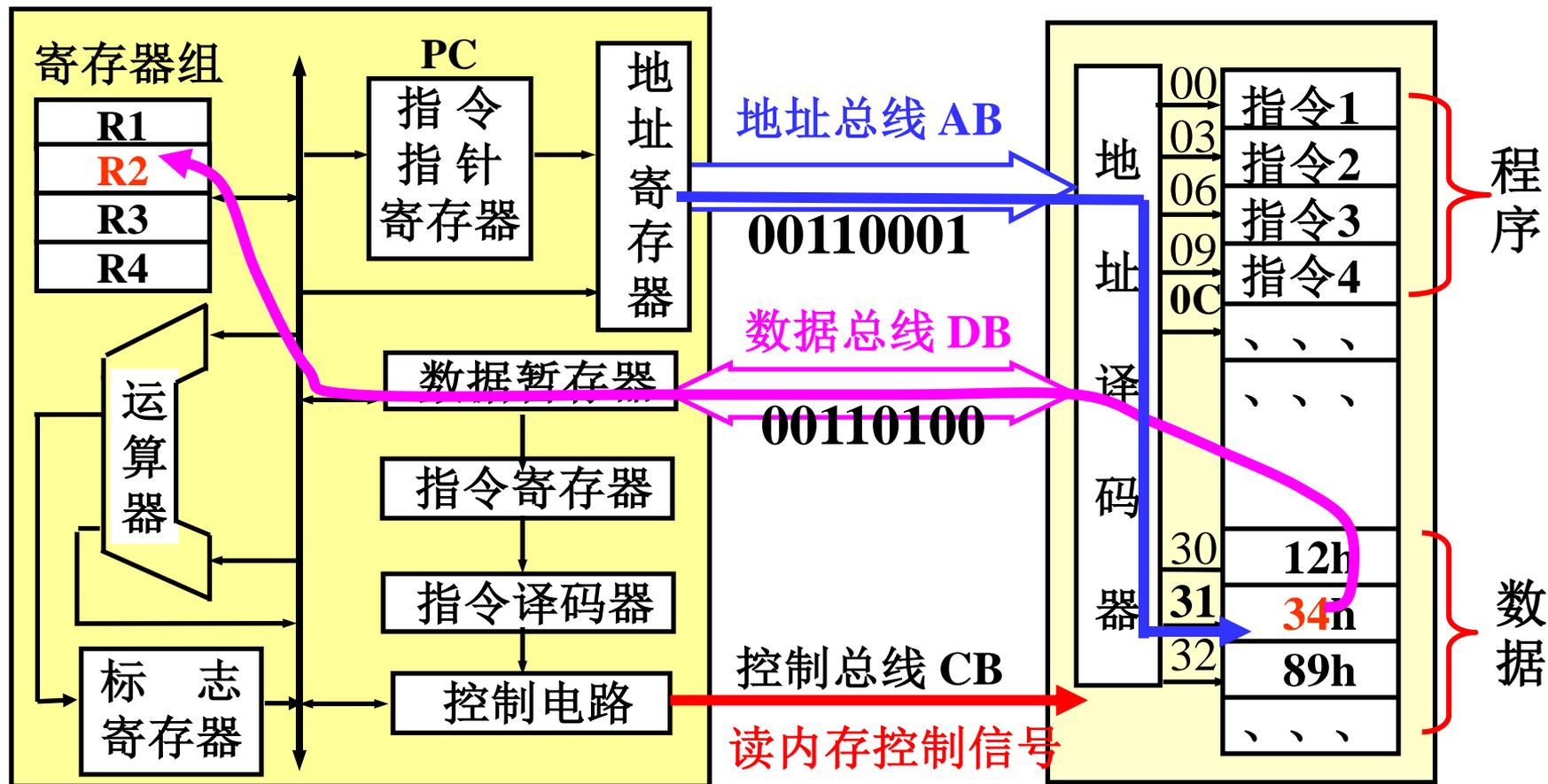
将30h内存单元的数据传送到寄存器R1中



指令1的执行阶段包括一个到内存取数(即读内存)的过程, 执行之后, R1的内容变为12H

指令2: 内存31h的数据⇒ R2

将31h内存单元的数据传送到寄存器R2中



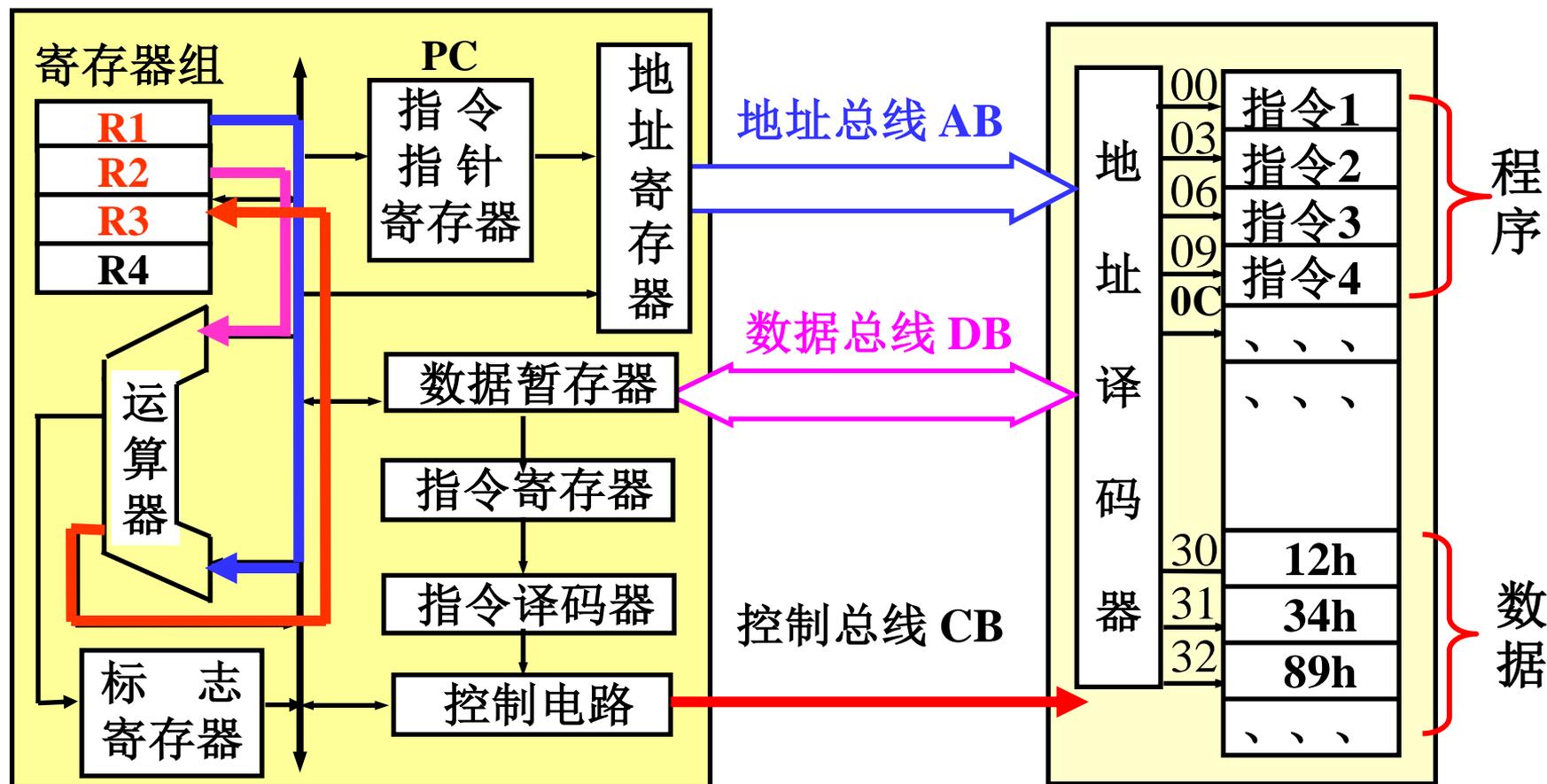
与指令1类似,

指令2的执行阶段包括一个到内存取数(即读内存)的过程。

执行之后, R2的内容变为34H

指令3: $(R1 + R2) \Rightarrow R3$

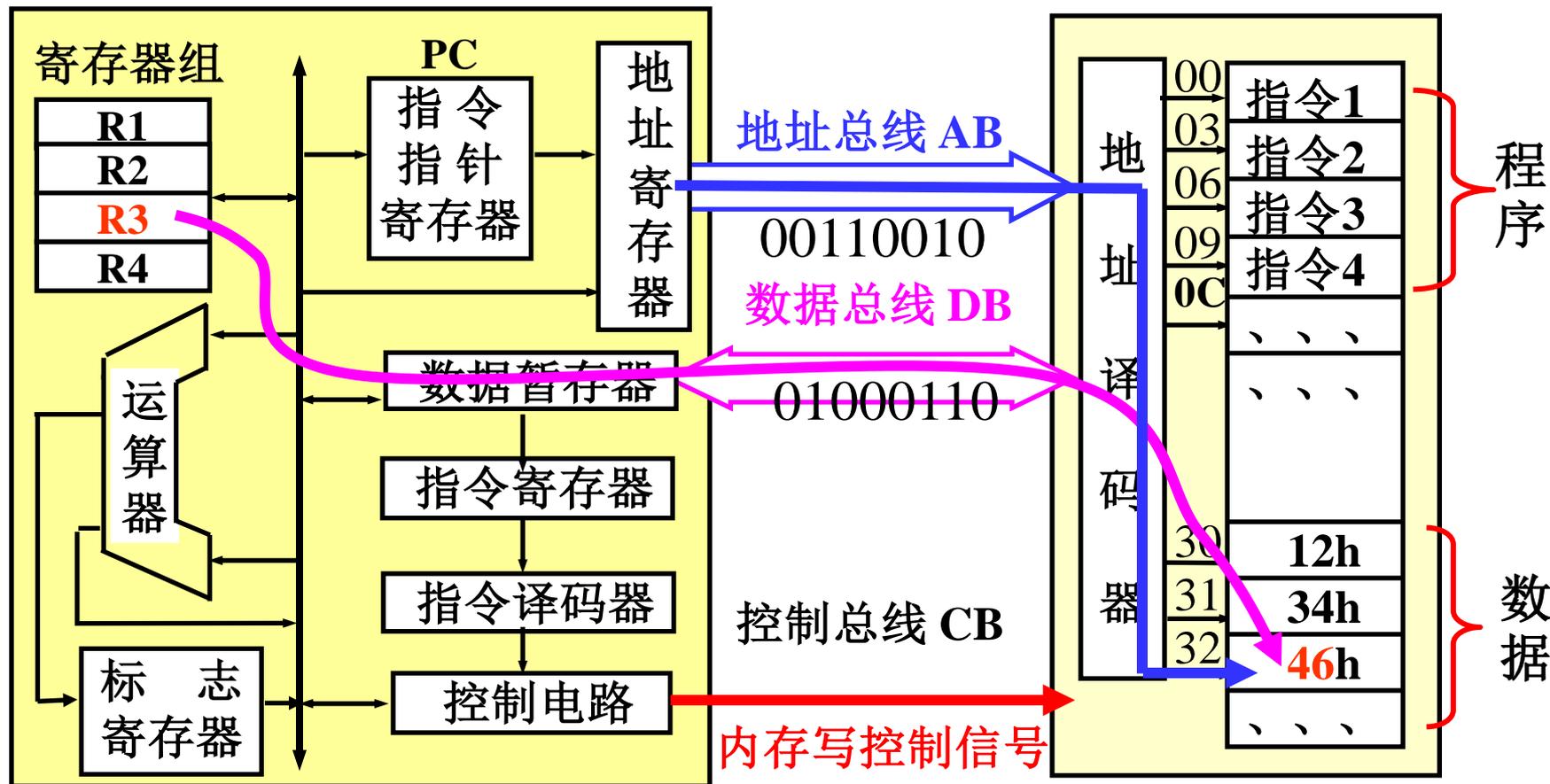
将寄存器R1和寄存器R2中的数相加，结果存放在寄存器R3中



指令3的执行无需通过CPU外部总线，在CPU内部即可完成
执行之后，R3的内容变为46h

指令4: R3 ⇒ 内存32h的数据

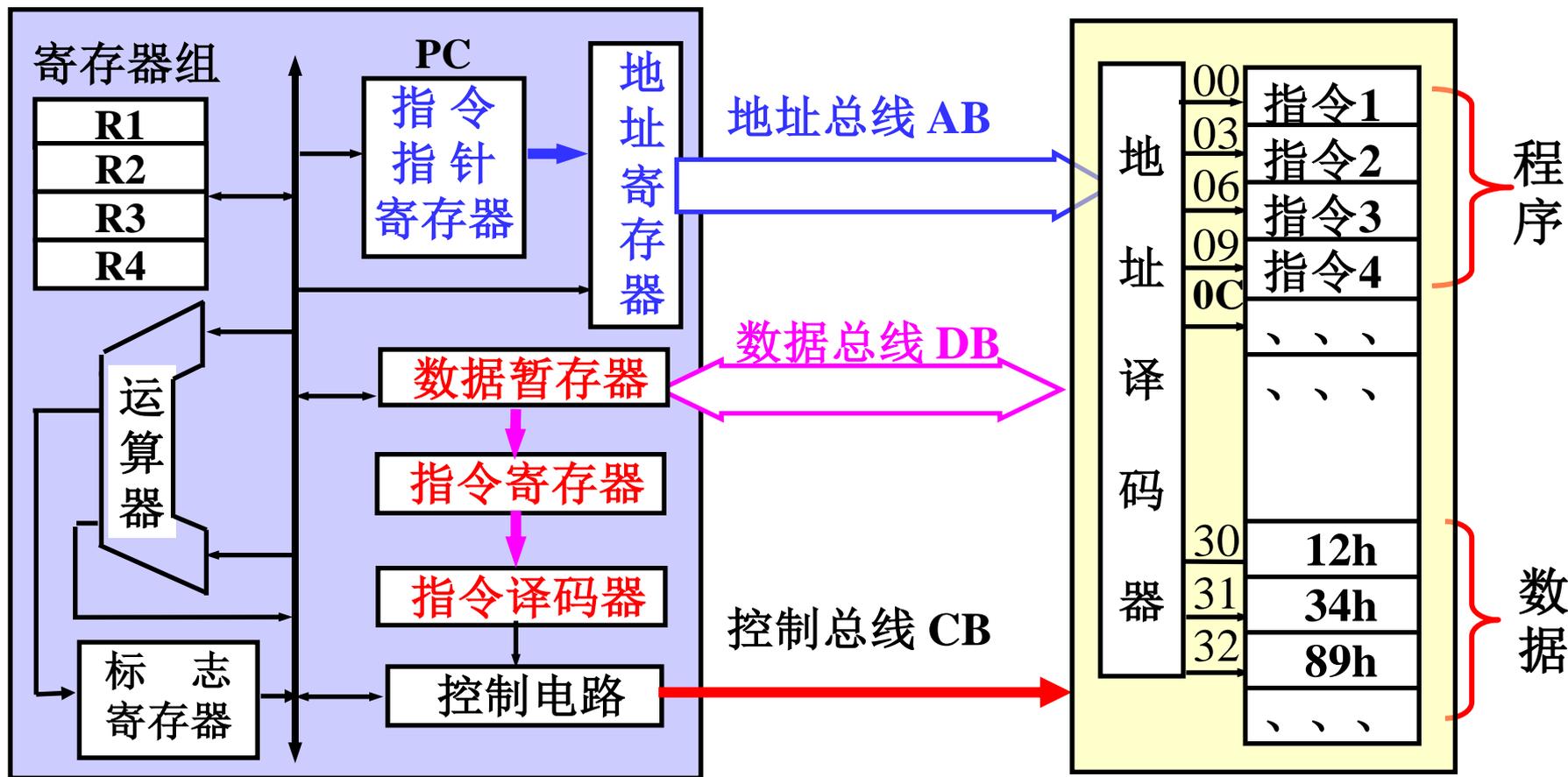
将寄存器R3中的数据传送到32h内存单元



指令4的执行阶段包括一个写内存的过程，执行之后，32h内存的内容变为46h

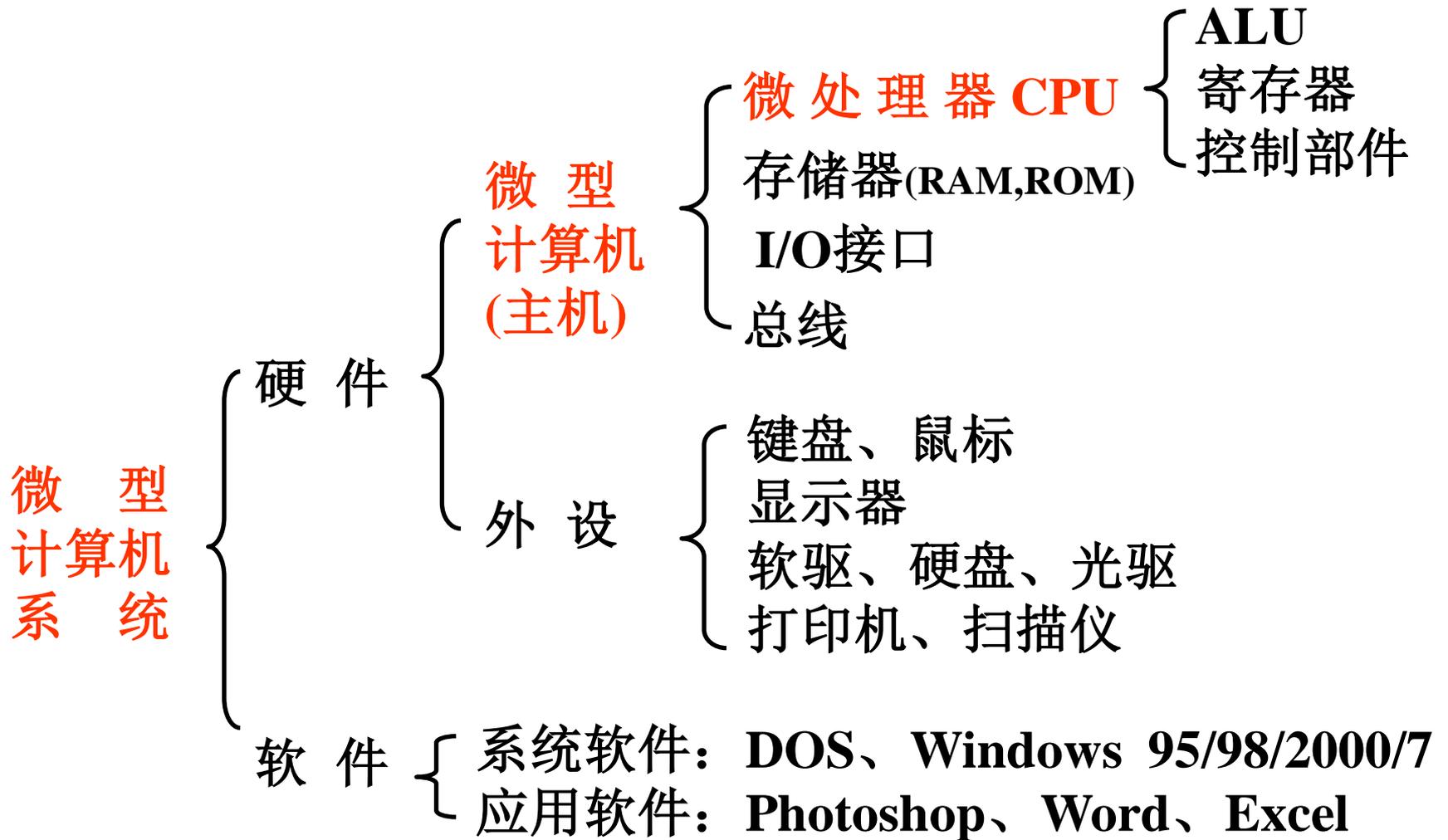
微机的工作过程:

取指令 → 执行指令 → 取指令 → 执行指令、 、 、



每取1个字节指令，PC指令指针寄存器会自动加1，
当一条指令取走后，便指向下一条要执行指令的地址，
这样，当一条指令执行后，又进入下一条指令的取指令阶段.....
如此不断的重复。

3. 微处理器、微型计算机、微型计算机系统



4. 微型计算机的特点

- 体积小，重量轻，耗电小
- 可靠性高，结构灵活，价格低
- 研制周期短，产品系列化，便于选购
- 应用面广：

科学计算，数据处理，事务管理，教学培训
计算辅助设计和制造，家庭娱乐，网络通信

与相应时期的大型机相比：

- 速度相对低
- 功能相对低

在字长位数，内存容量，寻址方式，指令条数，
中断级别，及内部寄存器数量等方面都不如

5. 微型计算机的分类

1) 按CPU的字长分类

2) 按主机装置分类

3) 按构成分类

4) 按应用分类(第2章介绍):

通用计算机系统：非嵌入式应用

嵌入式计算机系统：嵌入式应用

1) 按CPU的字长分类

CPU的性能可以用两个主要参数来描述:

速度: 用CPU的工作频率表示, 单位MHz

宽度: { CPU内部寄存器宽度: 寄存器的位数
外部数据总线宽度: 数据线的根数
地址总线宽度: 地址线的根数

CPU内部的寄存器宽度可用**字长**描述

● 按CPU的字长, 微机可分为:

4位机、8位机、16位机、32位机、64位机

2) 按主机装置分类

桌上型：台式电脑

便携型：笔记本、掌上电脑、平板电脑等



台式电脑



笔记本电脑



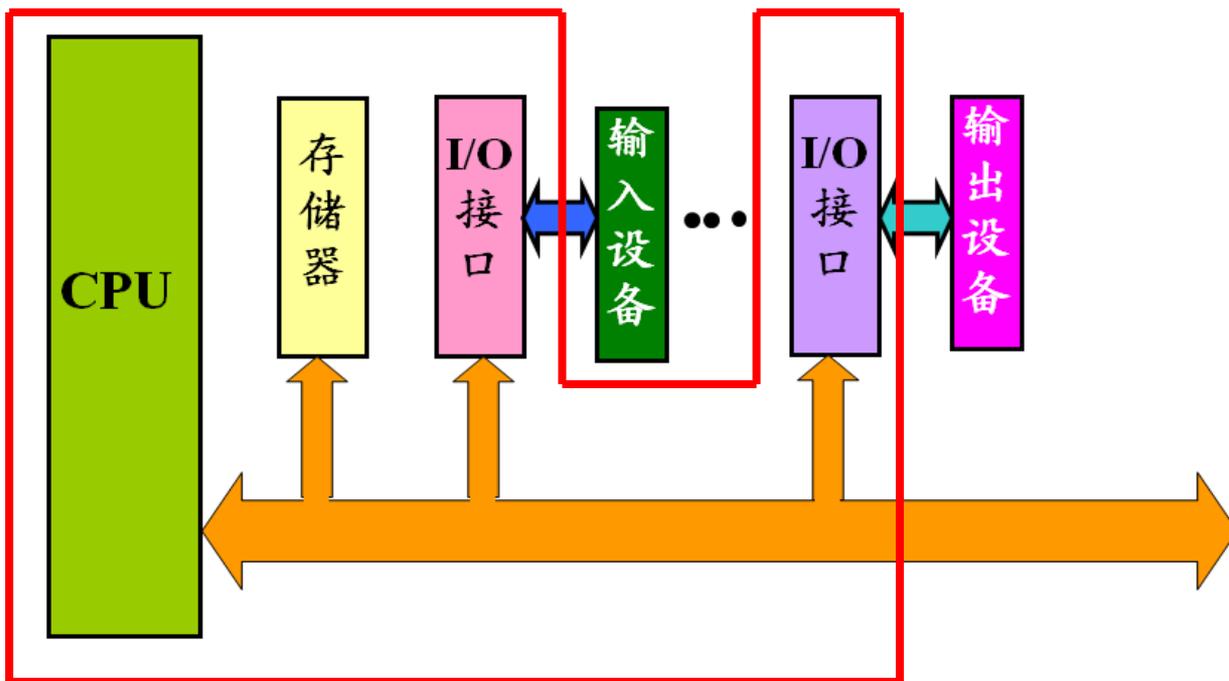
平板电脑

3) 按构成分类

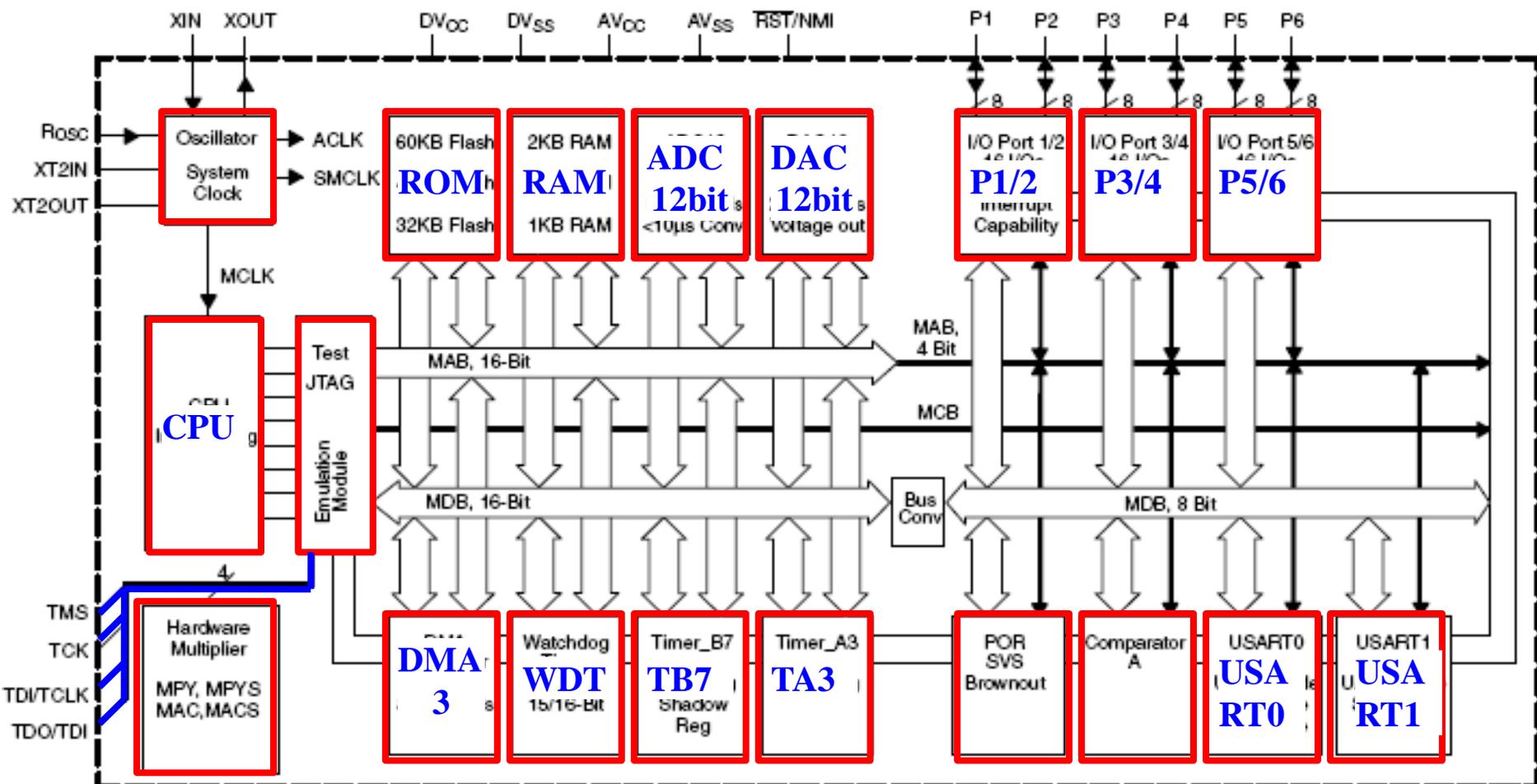
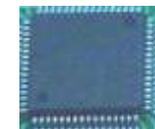
单片机、单板机、多板机

单片机

- 将CPU、内存、I/O接口电路全部集成一块芯片上，构成具备基本功能的计算机，称单片机。



MSP430单片机结构图



单片机(续)

- 特点：超小型、高可靠性、价廉
- 应用：智能仪表、工业实时控制、家用电器等
- 产品：
 - Atmel公司的AT89、AT90、AT91系列
 - Freescale公司的S08、S12、Kinetis系列单片机
 - Renesas公司的H8S、M16C/62、SH系列单片机
 - Microchip公司的PIC10、dsPIC30、PIC32单片机
 - TI公司的MSP430系列、Stellaris系列单片机

单板机

- 将CPU、内存、I/O接口及其它辅助电路全部装在一块印刷电路板上，组成单板机。
- 特点：结构简单、价廉
- 应用：过程控制、数据处理
- 产品：TP-801 以Z80CPU为核心的单板机
80年代各院校“微机原理”的实验机

多板机

- 把CPU、内存、I/O接口芯片装在多块电路板上，各电路板插在主机板的总线插槽上，通过系统总线连接起来，构成多板机。
- 特点：结构灵活，便于扩展
- 产品：IBM PC/XT、486机、Pentium机、多核PC机等
90年代各院校“微机原理”的实验机

6. PC机的发展简史

计算机名称	推出时间	处理器	字宽位数	地址线位数	主要I/O总线
PC和PC XT	1981年	8088	16	20	PC总线
PC AT	1982年	80286	16	24	AT(ISA)
80386 PC	1985年	80386	32	32	ISA/EISA
80486 PC	1989年	80486	32	32	ISA+VL
Pentium PC	1993年	Pentium	32	32	ISA+PCI
Pentium II PC	1997年	Pentium II	32	32	ISA+PCI+AGP
Pentium III PC	1999年	Pentium III	32	32	PCI+AGP+USB
Pentium 4 PC	2000年	Pentium 4	32	36	PCI-X+AGP+USB
Pentium D PC	2004年	Pentium D	64	36	FSB+PCI-E+PATA
Core Duo PC	2006年	Core Duo	64	36	FSB+PCI-E+SATA