

本节内容

# 各个硬件 的工作原理

王道考研/CSKAOYAN.COM

1

## 知识总览

给我康康

内部细节

运算器

控制器

CPU

主存储器

主机

输入设备

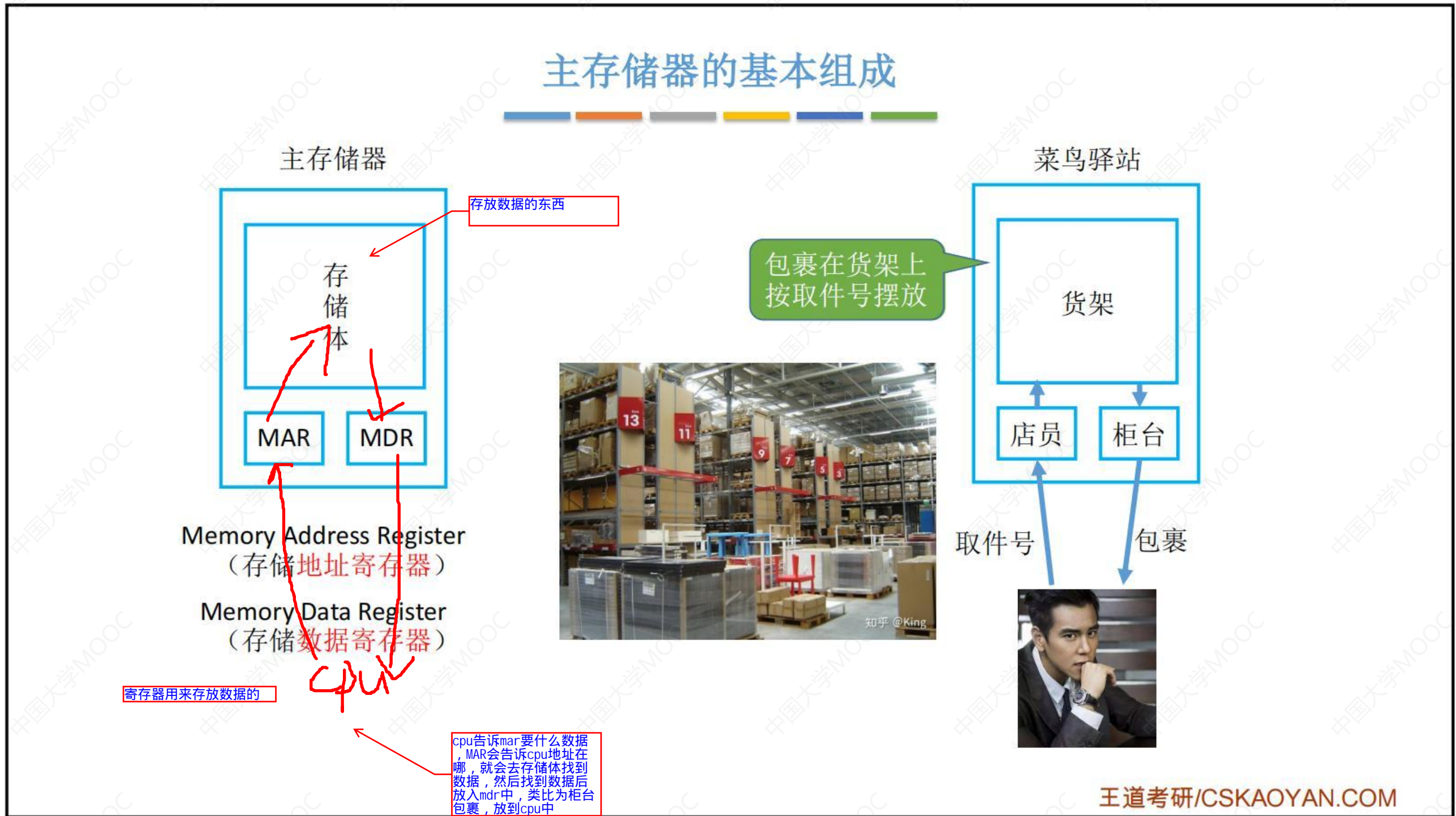
输出设备

I/O设备（外设）

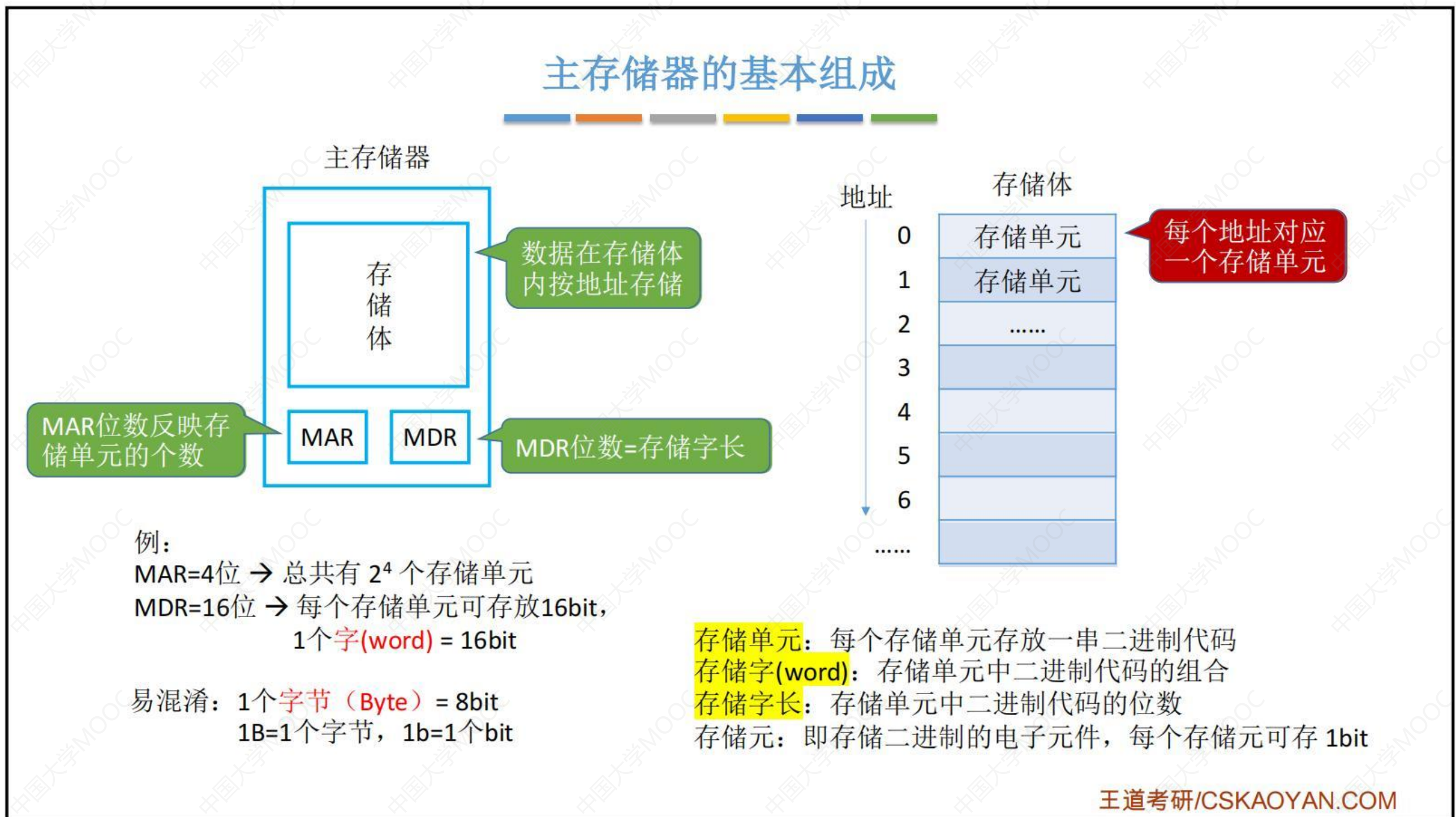
王道考研/CSKAOYAN.COM

2





3



4



### 运算器的基本组成

运算器

运算器：用于实现算术运算（如：加减乘除）、逻辑运算（如：与或非）

ACC: 累加器，用于存放操作数，或运算结果。  
MQ: 乘商寄存器，在乘、除运算时，用于存放操作数或运算结果。  
X: 通用的操作数寄存器，用于存放操作数  
ALU: 算术逻辑单元，通过内部复杂的电路实现算数运算、逻辑运算

|     | 加     | 减     | 乘       | 除      |
|-----|-------|-------|---------|--------|
| ACC | 被加数、和 | 被减数、差 | 乘积高位    | 被除数、余数 |
| MQ  |       |       | 乘数、乘积低位 | 商      |
| X   | 加数    | 减数    | 被乘数     | 除数     |

Accumulator  
Multiple-Quotient Register  
Arithmetic and Logic Unit

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

### 控制器的基本组成

控制器

CU: 控制单元，分析指令，给出控制信号  
IR: 指令寄存器，存放当前执行的指令  
PC: 程序计数器，存放下一条指令地址，有自动加1功能

Control Unit  
Instruction Register  
Program Counter

完成一条指令

取指令

分析指令

执行指令

PC

IR

CU

取指

执行

王道考研/CSKAOYAN.COM

6



计算机的工作过程

高级语言

```
int a=2,b=3,c=1,y=0;
void main(){
    y=a*b+c;
}
```

编译  
装入主存

机器语言

| 主存地址 | 指令               |            | 注释             |
|------|------------------|------------|----------------|
|      | 操作码              | 地址码        |                |
| 0    | 000001           | 0000000101 | 取数a至ACC        |
| 1    | 000100           | 0000000110 | 乘b得ab,存于ACC中   |
| 2    | 000011           | 0000000111 | 加c得ab+c,存于ACC中 |
| 3    | 000010           | 0000001000 | 将ab+c,存于主存单元   |
| 4    | 000110           | 0000000000 | 停机             |
| 5    | 0000000000000010 |            | 原始数据a=2        |
| 6    | 0000000000000011 |            | 原始数据b=3        |
| 7    | 0000000000000001 |            | 原始数据c=1        |
| 8    | 0000000000000000 |            | 原始数据y=0        |

abc的存放地址以及具体内容

存储字长=16bit

王道考研/CSKAOYAN.COM

7

计算机的工作过程

初: (PC)=0, 指向的是第一条指令的存储地址, 然后告诉MAR要取得指令位置, 从存储体中取出指令之后放在MDR, 之后又从MDR放入IR中, 为当前执行的指令, IR将指令中的操作码放入CU, 地址码放入MAR中取地址为5的数据, 之后从MDR中读出数据为2, 放入ACC中

PC

| 主存地址 | 指令               |            | 注释             |
|------|------------------|------------|----------------|
|      | 操作码              | 地址码        |                |
| 0    | 000001           | 0000000101 | 取数a至ACC        |
| 1    | 000100           | 0000000110 | 乘b得ab,存于ACC中   |
| 2    | 000011           | 0000000111 | 加c得ab+c,存于ACC中 |
| 3    | 000010           | 0000001000 | 将ab+c,存于主存单元   |
| 4    | 000110           | 0000000000 | 停机             |
| 5    | 0000000000000010 |            | 原始数据a=2        |
| 6    | 0000000000000011 |            | 原始数据b=3        |
| 7    | 0000000000000001 |            | 原始数据c=1        |
| 8    | 0000000000000000 |            | 原始数据y=0        |

数据从存储体流向mdr

然后再把IR中的操作码送到CU, 地址码送到MAR

初: (PC)=0, 指向第一条指令的存储地址

#1: (PC)→MAR, 导致(MAR)=0

#3: M(MAR)→MDR, 导致(MDR)=000001 0000000101

#4: (MDR)→IR, 导致(IR)=000001 0000000101

#5: OP(IR)→CU, 指令的操作码送到CU, CU分析后得知, 这是“取数”指令

#6: Ad(IR)→MAR, 指令的地址码送到MAR, 导致(MAR)=5

#8: M(MAR)→MDR, 导致(MDR)=0000000000000010=2

#9: (MDR)→ACC, 导致(ACC)=0000000000000010=2

成功把指令取出存到IR中, 指令分为操作码和地址码, 操作码表示例如取数操作, 地址码表示待操作的数据

取指令 (#1~#4) 分析指令 (#5) 执行取数指令 (#6~#9)

取指令结束后pc+1

把数据取出存ACC中

同时告诉主存储器这次操作是读操作

王道考研/CSKAOYAN.COM

8



### 计算机的工作过程

10

取数

乘法操作

加法操作

PC

| 主存地址 | 指令               |            | 注释             |
|------|------------------|------------|----------------|
|      | 操作码              | 地址码        |                |
| 0    | 000001           | 0000000101 | 取数a至ACC        |
| 1    | 000100           | 0000000110 | 乘b得ab,存于ACC中   |
| 2    | 000011           | 0000000111 | 加c得ab+c,存于ACC中 |
| 3    | 000010           | 0000001000 | 将ab+c,存于主存单元   |
| 4    | 000110           | 0000000000 | 停机             |
| 5    | 0000000000000010 |            | 原始数据a=2        |
| 6    | 0000000000000011 |            | 原始数据b=3        |
| 7    | 0000000000000001 |            | 原始数据c=1        |
| 8    | 0000000000000000 |            | 原始数据y=0        |

取指令 (#1~#4)  
分析指令 (#5)  
执行乘法指令 (#6~#11)

王道考研/CSKAOYAN.COM

上一条指令取指后PC自动+1, (PC)=1; 执行后, (ACC)=2

#1: (PC)→MAR, 导致(MAR)=1

#3: M(MAR)→MDR, 导致(MDR)=000100 0000000110

#4: (MDR)→IR, 导致(IR)= 000100 0000000110

#5: OP(IR)→CU, 指令的操作码送到CU, CU分析后得知, 这是“乘法”指令

#6: Ad(IR)→MAR, 指令的地址码送到MAR, 导致(MAR)=6

#8: M(MAR)→MDR, 导致(MDR)=0000000000000011=3

#9: (MDR)→MQ, 导致(MQ)=0000000000000011=3

#10: (ACC)→X, 导致(X)=2

#11: (MQ)\*(X)→ACC, 由ALU实现乘法运算, 导致(ACC)=6, 如果乘积太大, 则需要MQ辅助存储

9

### 计算机的工作过程

10

PC

| 主存地址 | 指令               |            | 注释             |
|------|------------------|------------|----------------|
|      | 操作码              | 地址码        |                |
| 0    | 000001           | 0000000101 | 取数a至ACC        |
| 1    | 000100           | 0000000110 | 乘b得ab,存于ACC中   |
| 2    | 000011           | 0000000111 | 加c得ab+c,存于ACC中 |
| 3    | 000010           | 0000001000 | 将ab+c,存于主存单元   |
| 4    | 000110           | 0000000000 | 停机             |
| 5    | 0000000000000010 |            | 原始数据a=2        |
| 6    | 0000000000000011 |            | 原始数据b=3        |
| 7    | 0000000000000001 |            | 原始数据c=1        |
| 8    | 0000000000000000 |            | 原始数据y=0        |

取指令 (#1~#4)  
分析指令 (#5)  
执行加法指令 (#6~#10)

王道考研/CSKAOYAN.COM

上一条指令取指后(PC)=2, 执行后, (ACC)=6

#1: (PC)→MAR, 导致(MAR)=2

#3: M(MAR)→MDR, 导致(MDR)= 000011 0000000111

#4: (MDR)→IR, 导致(IR)= 000011 0000000111

#5: OP(IR)→CU, 指令的操作码送到CU, CU分析后得知, 这是“加法”指令

#6: Ad(IR)→MAR, 指令的地址码送到MAR, 导致(MAR)=7

#8: M(MAR)→MDR, 导致(MDR)=0000000000000001=1

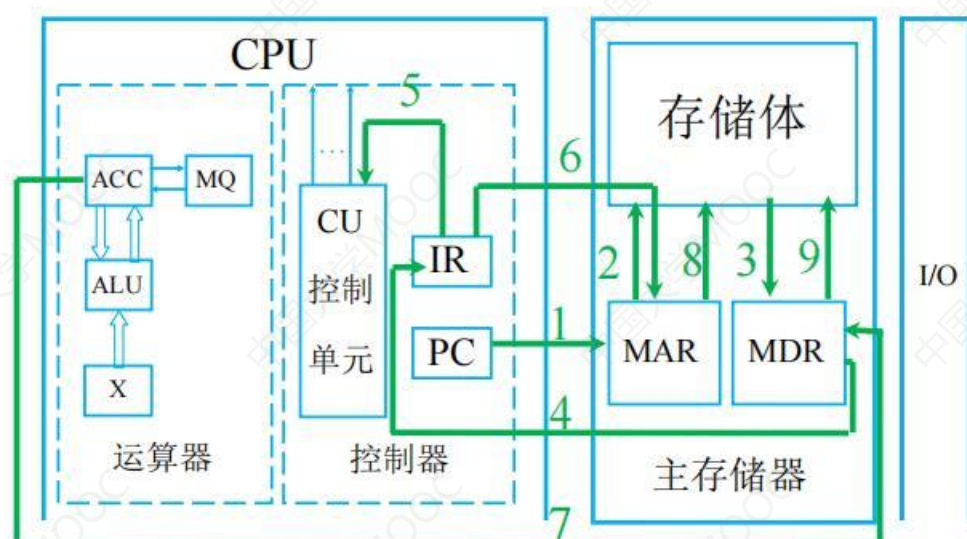
#9: (MDR)→X, 导致(X)=0000000000000001=1

#10: (ACC)+(X)→ACC, 导致(ACC)=7, 由ALU实现加法运算

10



## 计算机的工作过程



| 主存地址 | 指令                  |            | 注释                     |
|------|---------------------|------------|------------------------|
|      | 操作码                 | 地址码        |                        |
| 0    | 000001              | 0000000101 | 取数 $a$ 至ACC            |
| 1    | 000100              | 0000000110 | 乘 $b$ 得 $ab$ ,存于ACC中   |
| 2    | 000011              | 0000000111 | 加 $c$ 得 $ab+c$ ,存于ACC中 |
| 3    | 000010              | 0000001000 | 将 $ab+c$ ,存于主存单元       |
| 4    | 000110              | 0000000000 | 停机                     |
| 5    | 000000000000000010  |            | 原始数据 $a=2$             |
| 6    | 000000000000000011  |            | 原始数据 $b=3$             |
| 7    | 000000000000000001  |            | 原始数据 $c=1$             |
| 8    | 0000000000000000111 |            | 最终结果 $y=7$             |

上一条指令取指后(PC)=3, 执行后, (ACC)=7

#1: (PC)→MAR, 导致(MAR)=3

#3: M(MAR)→MDR, 导致(MDR)=000010 0000001000

#4: (MDR)→IR, 导致(IR)= 000010 0000001000

#5: OP(IR)→CU, 指令的操作码送到CU, CU分析后得知, 这是“存数”指令

#6: Ad(IR)→MAR, 指令的地址码送到MAR, 导致(MAR)=8

#7: (ACC)→MDR, 导致(MDR)=7

#9: (MDR)→地址为8的存储单元, 导致 $y=7$

取指令 (#1~#4)

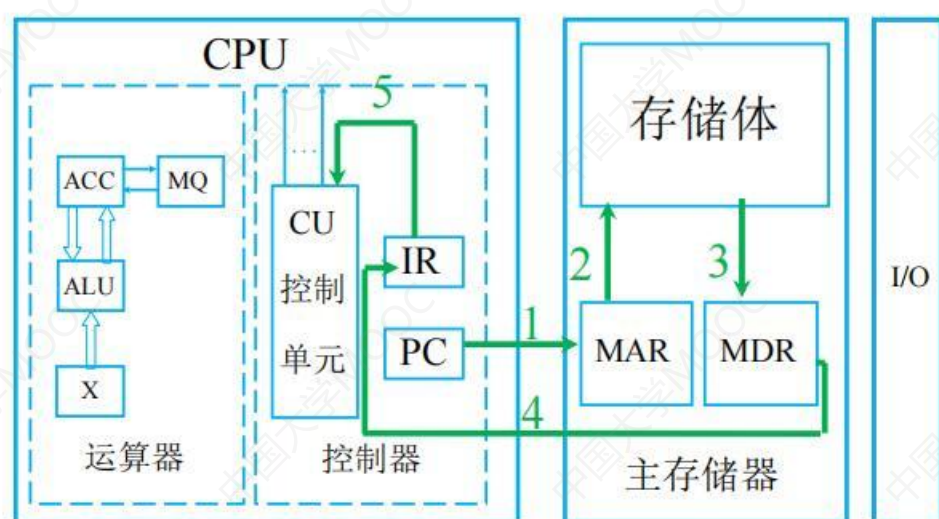
分析指令 (#5)

执行存数指令 (#6~#9)

王道考研/CSKAOYAN.COM

11

## 计算机的工作过程



| 主存地址 | 指令                  |            | 注释                     |
|------|---------------------|------------|------------------------|
|      | 操作码                 | 地址码        |                        |
| 0    | 000001              | 0000000101 | 取数 $a$ 至ACC            |
| 1    | 000100              | 0000000110 | 乘 $b$ 得 $ab$ ,存于ACC中   |
| 2    | 000011              | 0000000111 | 加 $c$ 得 $ab+c$ ,存于ACC中 |
| 3    | 000010              | 0000001000 | 将 $ab+c$ ,存于主存单元       |
| 4    | 000110              | 0000000000 | 停机                     |
| 5    | 000000000000000010  |            | 原始数据 $a=2$             |
| 6    | 000000000000000011  |            | 原始数据 $b=3$             |
| 7    | 000000000000000001  |            | 原始数据 $c=1$             |
| 8    | 0000000000000000111 |            | 最终结果 $y=7$             |

上一条指令取指后(PC)=4

#1: (PC)→MAR, 导致(MAR)=3

#3: M(MAR)→MDR, 导致(MDR)=000110 0000000000

#4: (MDR)→IR, 导致(IR)= 000110 0000000000

#5: OP(IR)→CU, 指令的操作码送到CU, CU分析后得知, 这是“停机”指令

(利用中断机制通知操作系统终止该进程)

取指令 (#1~#4)

分析指令 (#5)

执行停机指令

王道考研/CSKAOYAN.COM

12



### 计算机的工作过程

**“取数”指令的执行：**  
(从主存中指定地址处取数)

(PC) → MAR  
M(MAR) → MDR  
(MDR) → IR  
取指令结束 (PC)+1 → PC  
OP(IR) → CU  
分析指令结束

Ad(IR) → MAR  
M(MAR) → MDR  
(MDR) → ACC  
执行指令结束

**必经步骤**

**不同的指令具体步骤不同**

M: 主存中某存储单元  
ACC、MQ、X、MAR、MDR...: 相应寄存器  
M(MAR): 取存储单元中的数据  
(ACC)...: 取相应寄存器中的数据  
指令: 

|     |     |
|-----|-----|
| 操作码 | 地址码 |
|-----|-----|

  
OP(IR): 取操作码  
Ad(IR): 取地址码

**CPU区分指令和数据的依据：指令周期的不同阶段**

王道考研/CSKAOYAN.COM

13

### 知识回顾与重要考点

注：现在的计算机通常把MAR、MDR也集成在CPU内

**各硬件部件**

- 存储体**
  - 概念：存储元、存储单元、存储字、存储字长、地址
- 主存**
  - MAR：地址寄存器，用于指明要读/写哪个存储单元。其位数反映存储单元数量
  - MDR：数据寄存器，用于暂存要读/写的数。其位数=存储字长
- 运算器**
  - ACC：累加计数器，存放操作数、运算的结果
  - MQ：乘商寄存器，进行乘、除法时用得到
  - X：通用寄存器，存放操作数
  - ALU：算数逻辑单元，用电路实现各种算数运算、逻辑运算
- 控制器**
  - PC：程序计数器，存放下一条指令的地址
  - IR：指令寄存器，存放当前执行的指令
  - CU：控制单元，分析指令，给出控制信号
- 工作过程**
  - 初始：指令、数据存入主存，PC指向第一条指令
  - 从主存中取指令放入IR、PC自动加1、CU分析指令、CU指挥其他部件执行指令

王道考研/CSKAOYAN.COM

14



## 回顾：冯诺依曼机的特点

### 冯·诺依曼计算机的特点：

1. 计算机由五大部件组成
2. 指令和数据以同等地位存于存储器，可按地址寻访
3. 指令和数据用二进制表示
4. 指令由操作码和地址码组成
5. 存储程序
6. 以运算器为中心（现在一般以存储器为中心）

王道考研/CSKAOYAN.COM

15



@王道论坛



@王道计算机考研备考

@王道咸鱼老师-计算机考研

@王道楼楼老师-计算机考研



等撩



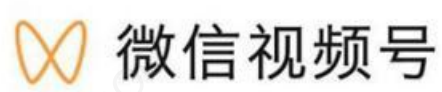
等撩



@王道计算机考研



@王道计算机考研



@王道计算机考研



微信公众平台

@王道在线

16