

# 1.2 计算机的基本组成

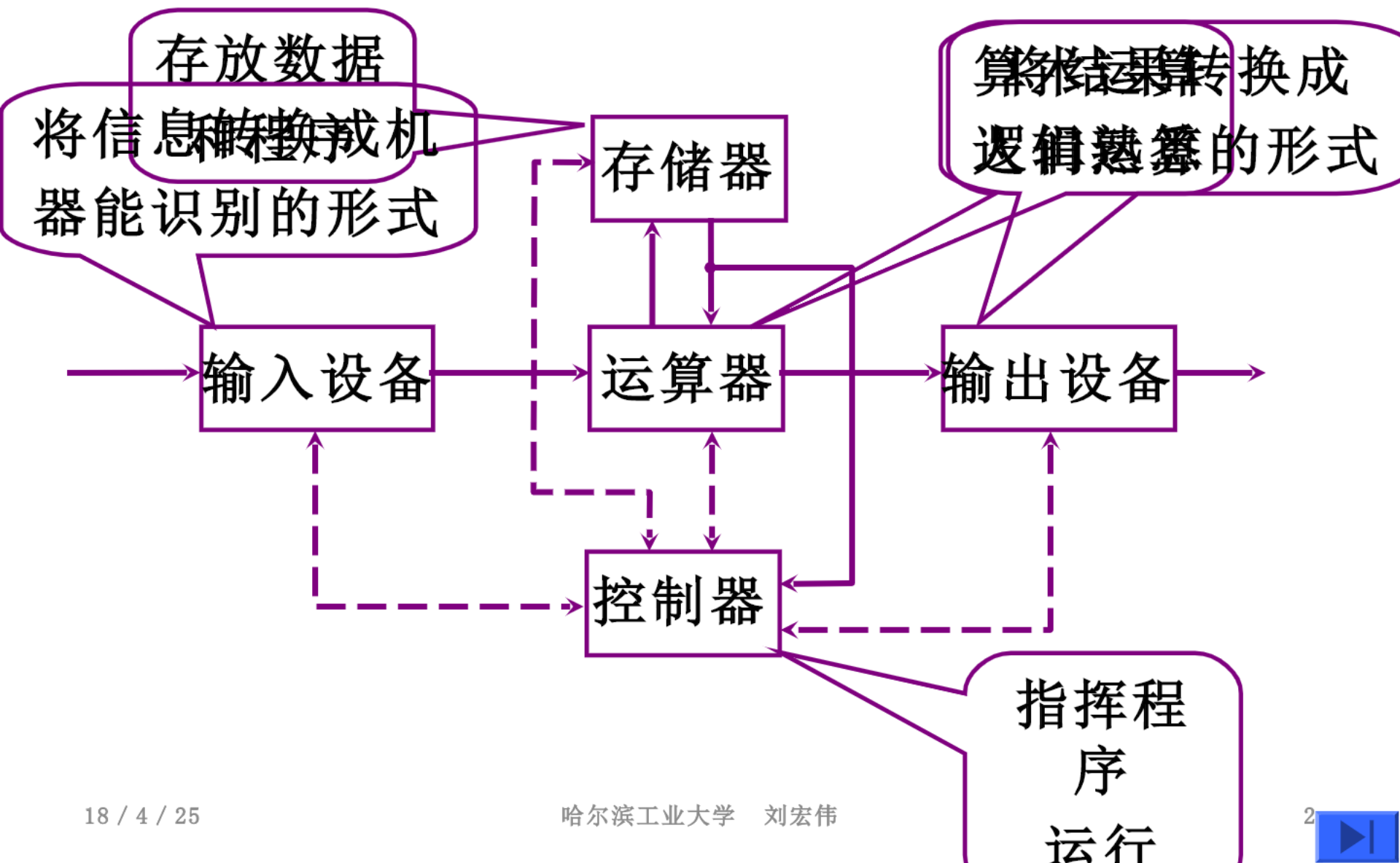
## 一、冯·诺依曼计算机的特点

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



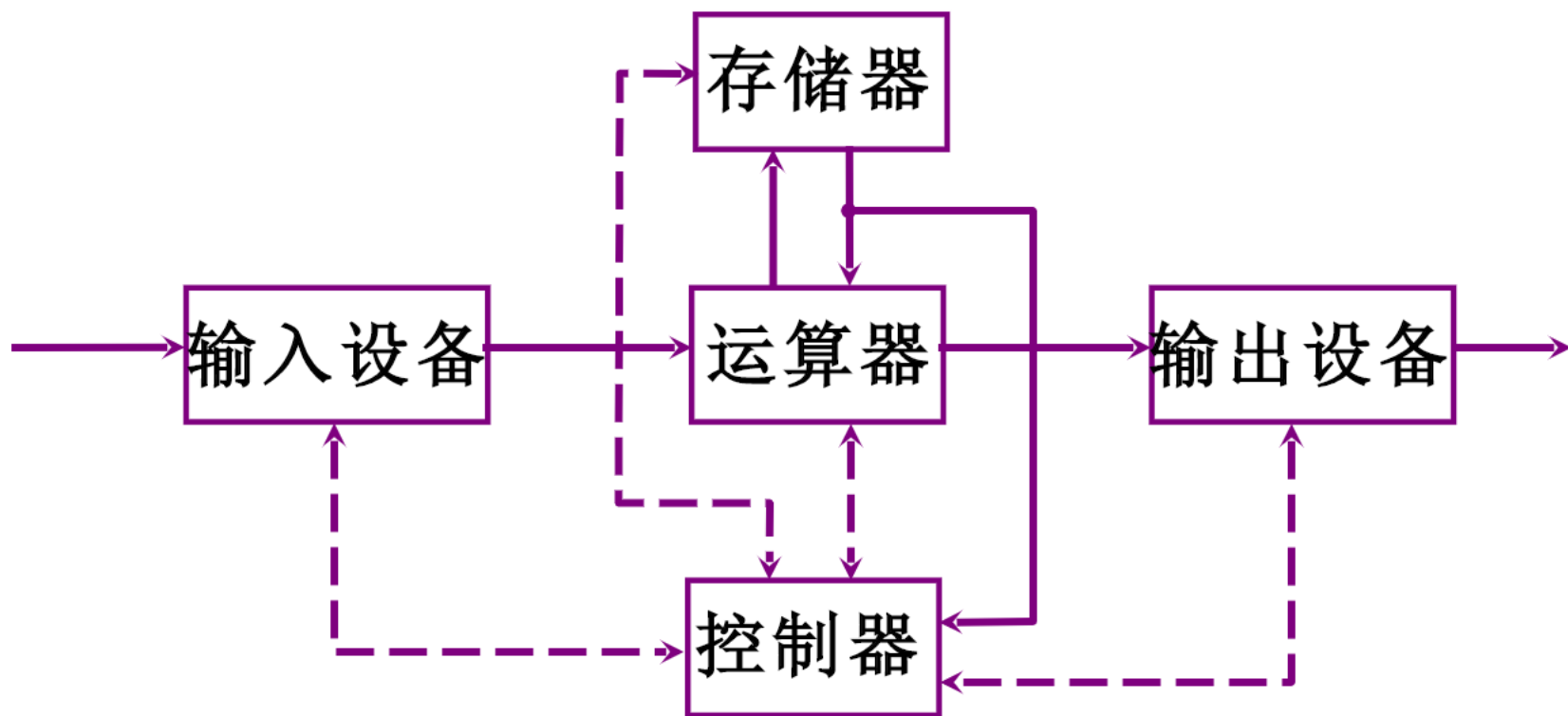
# 冯·诺依曼计算机硬件框图

## 1.2



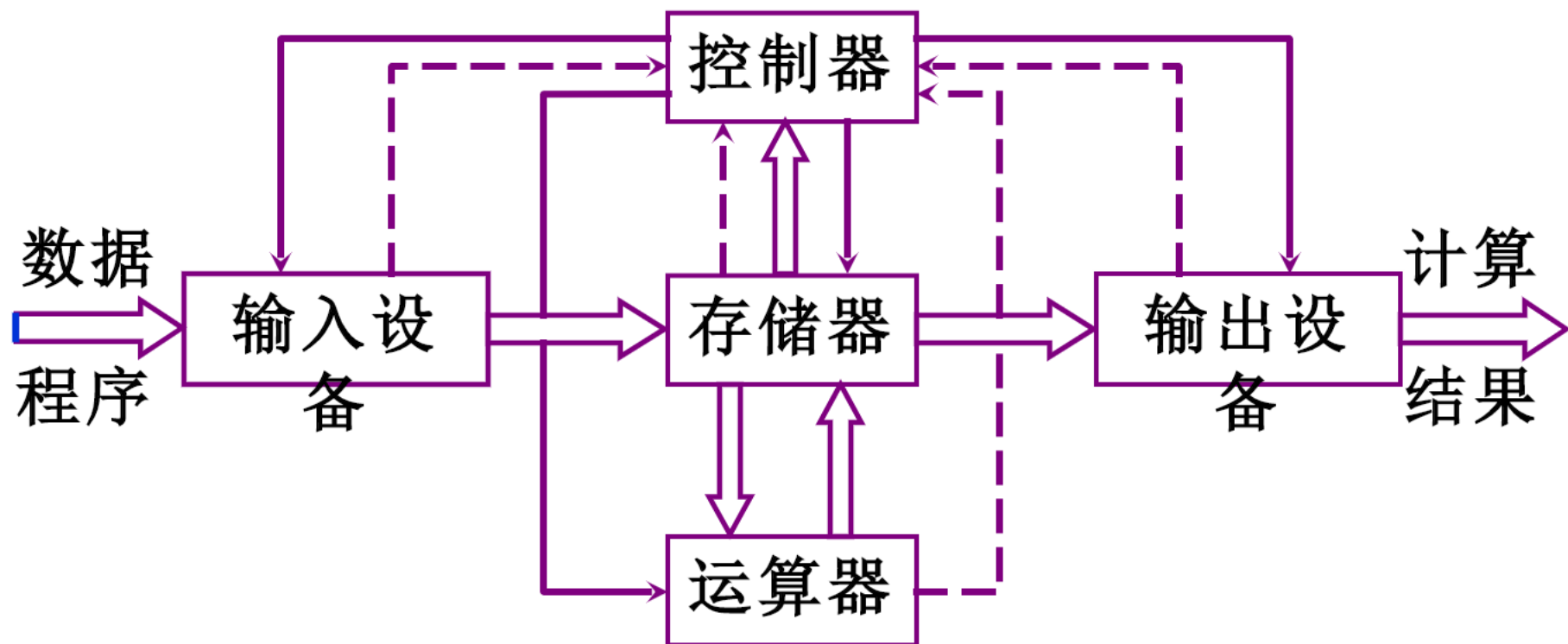
# 冯·诺依曼计算机硬件框图

## 1.2

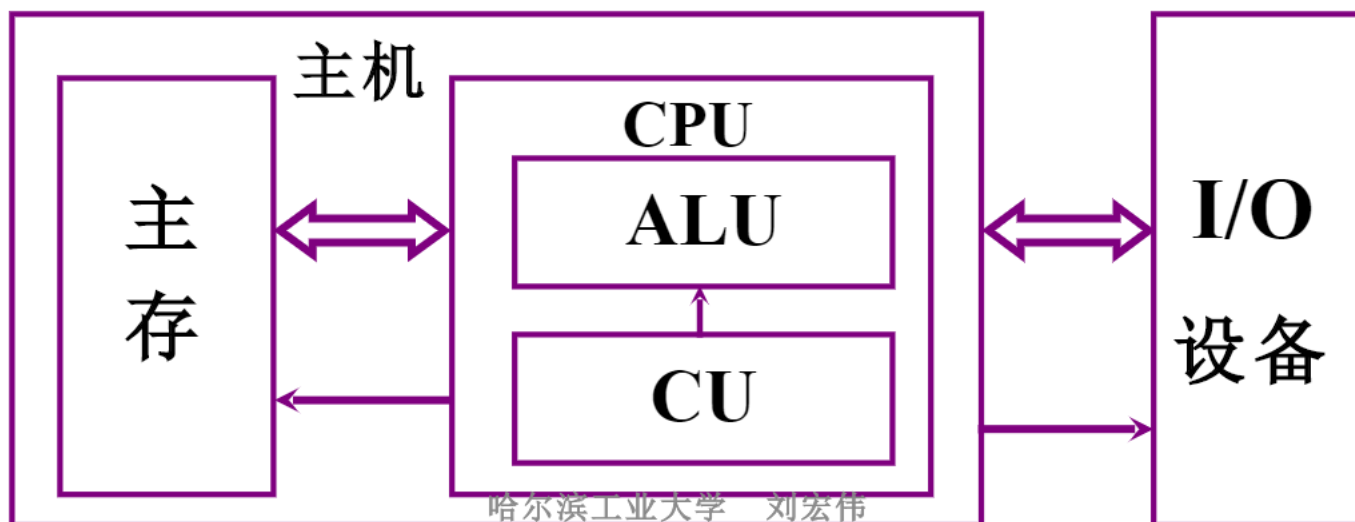
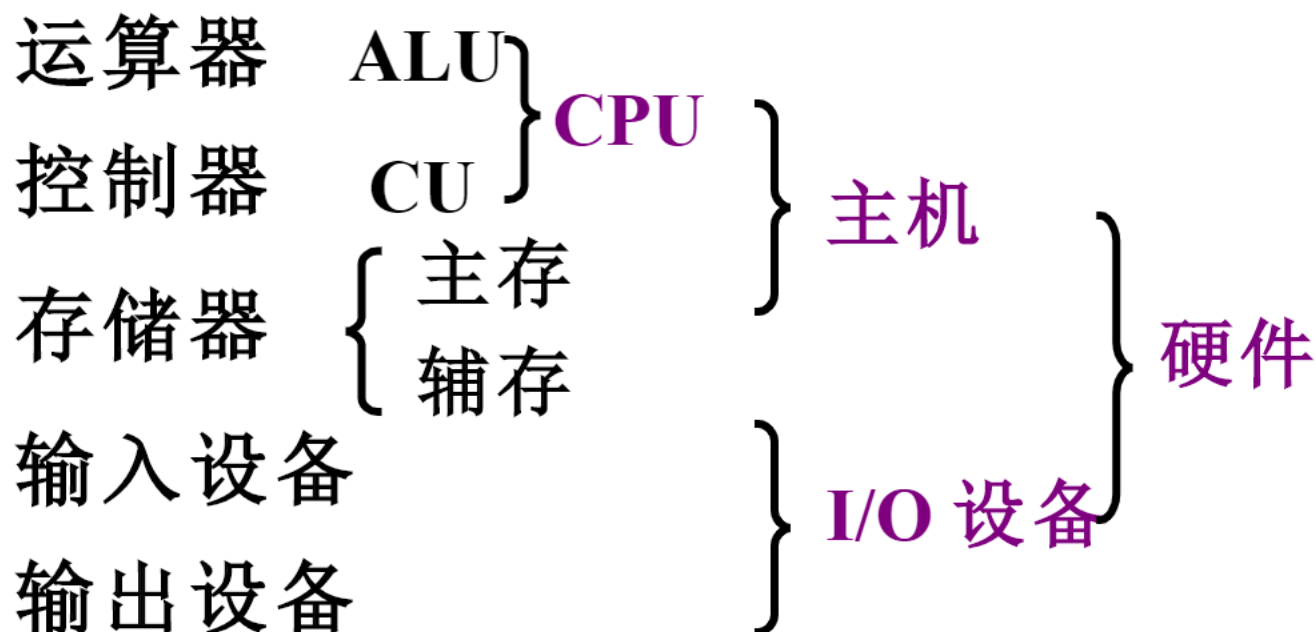


## 二、计算机硬件框图

### 1. 以存储器为中心的计算机硬件框图



## 2. 现代计算机硬件框图



# 三、计算机的工作步骤

## 1.2

### 1. 上机前的准备

- 建立数学模型
- 确定计算方法

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \frac{x^9}{9!} - \dots$$

$$y_{n+1} = \frac{1}{2} \left( y_n + \frac{x}{y_n} \right) \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

- 编制解题程序

程序 —— 运算的 全部步骤

指令 —— 每一个步骤



# 编程举例

## 1.2

计算  $ax^2 + bx + c = (ax + b)x + c$

取 $x$	至运算器中	取 $x$	至运算器中
乘以 $x$	在运算器中	乘以 $a$	在运算器中
乘以 $a$	在运算器中	加 $b$	在运算器中
存 $ax^2$	在存储器中	乘以 $x$	在运算器中
取 $b$	至运算器中	加 $c$	在运算器中
乘以 $x$	在运算器中		
加 $ax^2$	在运算器中		
加 $c$	在运算器中		



## 指令格式举例

操作码	地址码
-----	-----

取数

 $\alpha$ 
 $[\alpha] \rightarrow$   
**ACC**

000001

0000001000

存数

 $\beta$ 
 $[\text{ACC}] \rightarrow \beta$ 

加

 $\gamma$ 
 $[\text{ACC}] + [\gamma] \rightarrow \text{ACC}$ 

乘

 $\delta$ 
 $[\text{ACC}] \times [\delta] \rightarrow \text{ACC}$ 

打印

 $\sigma$ 
 $[\sigma] \rightarrow$  打印机

停机





# 计算 $ax^2 + bx + c$ 程序清单

# 1.2

指令和数据存 于主存单元的 地址	指令		注释
	操作码	地址 码	
0	000001	0000001000	取数 $x$ 至 ACC
1	000100	0000001001	乘 $a$ 得 $ax$ , 存于 ACC 中
2	000011	0000001010	加 $b$ 得 $ax+b$ , 存于 ACC 中
3	000100	0000001000	乘 $x$ 得 $(ax+b)x$ , 存于 ACC 中
4	000011	0000001011	加 $c$ 得 $ax^2 + bx + c$ , 存于 ACC
5	000010	0000001100	将 $ax^2 + bx + c$ , 存于主存单 元
6	000101	0000001100	打印
7	000110		停机
8			原始数据 $x$



## 2. 计算机的解题过程

## 1.2

### (1) 存储器的基本组成



存储体 - 存储单元 - 存储元 (0/1)  
大楼 - 房间 - 床位 (无人/有人)

存储单元 存放一串二进制代码

存储字 存储单元中二进制代码的组合

存储字长 存储单元中二进制代码的位数

每个存储单元赋予一个地址号

按地址寻访



# (1) 存储器的基本组成



**MAR** 存储器地址寄存器  
反映存储单元的个数

**MDR** 存储器数据寄存器  
反映存储字长



设  $MAR = 4$  位

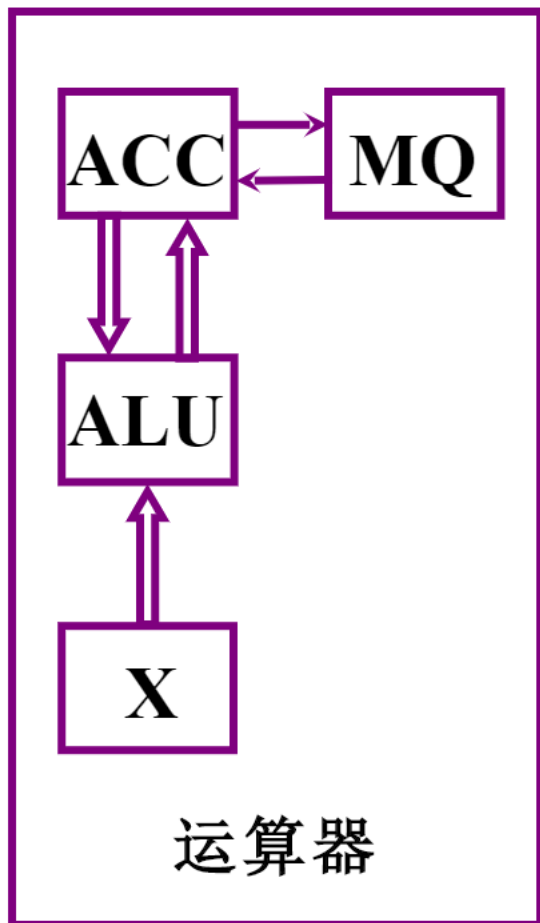
$MDR = 8$  位

存储单元个数 16

存储字长 8



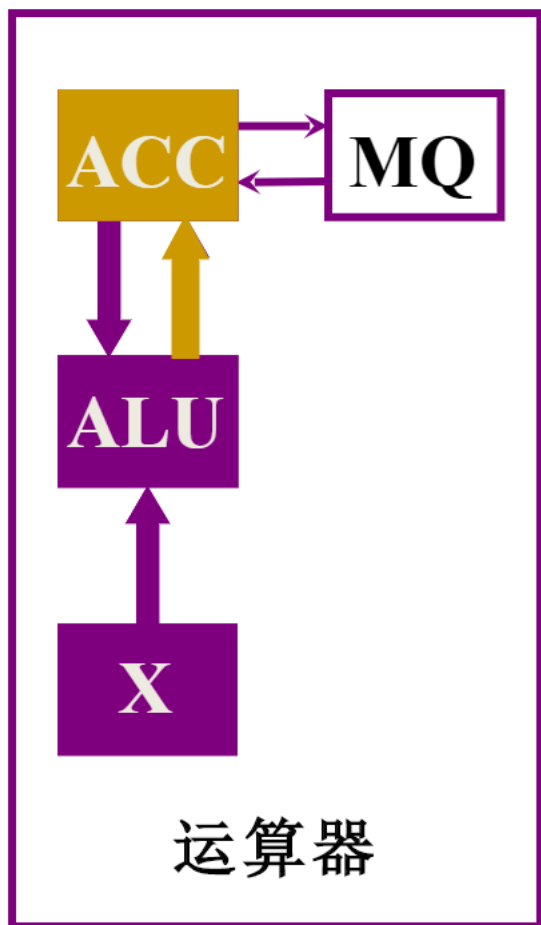
## (2) 运算器的基本组成及操作过程 1.2



	ACC	MQ	X
加法	被加数 和		加数
减法	被减数 差		减数
乘法	乘积高位	乘数 乘积低位	被乘数
除法	被除数 余数	商	除数



## ① 加法操作过程



指令

加

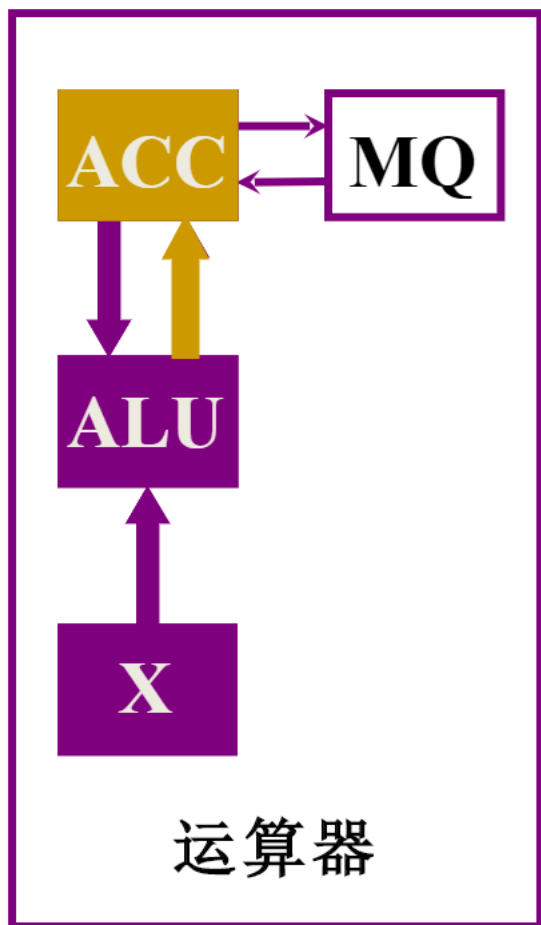
M

初态 ACC

被加数

 $[M] \longrightarrow X$ 
 $[ACC] + [X] \longrightarrow ACC$ 


## ② 减法操作过程



指令

减

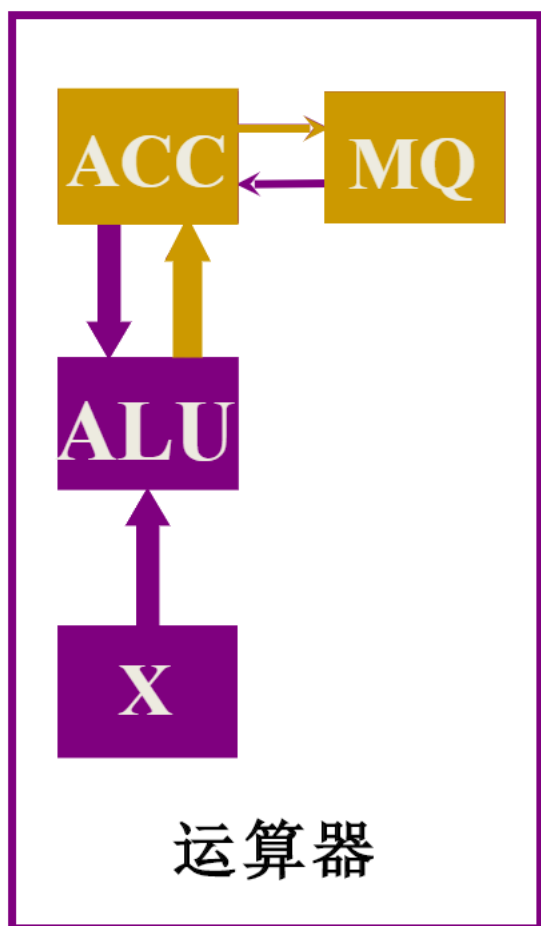
M

初态 ACC

被减数

 $[M] \longrightarrow X$ 
 $[ACC] - [X] \longrightarrow ACC$ 


## ③ 乘法操作过程



指令

乘

M

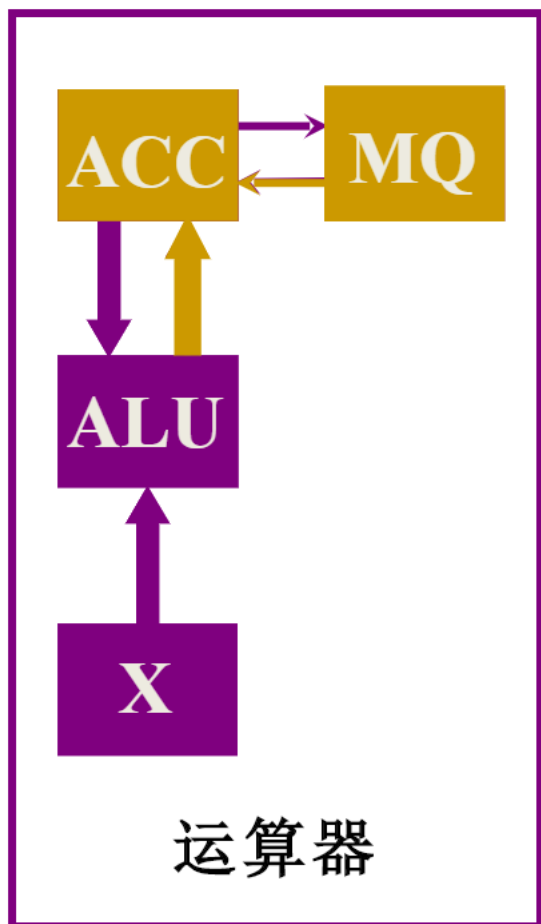
初态

ACC

被乘数

[M]  $\longrightarrow$  MQ[ACC]  $\longrightarrow$  X0  $\longrightarrow$  ACC[X]  $\times$  [MQ]  $\longrightarrow$  ACC||MQ

## ④ 除法操作过程



指令

除

M

初态

ACC

被除数

 $[M] \longrightarrow$ 

X

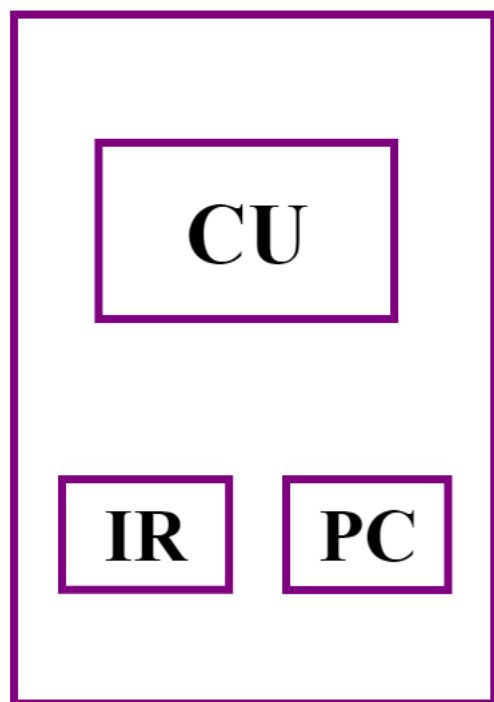
 $[ACC] \div [X] \longrightarrow MQ$ 

余数在 ACC 中





### (3) 控制器的基本组成



完成一条指令

{	取指令	PC
	分析指令	IR
	执行指令	CU

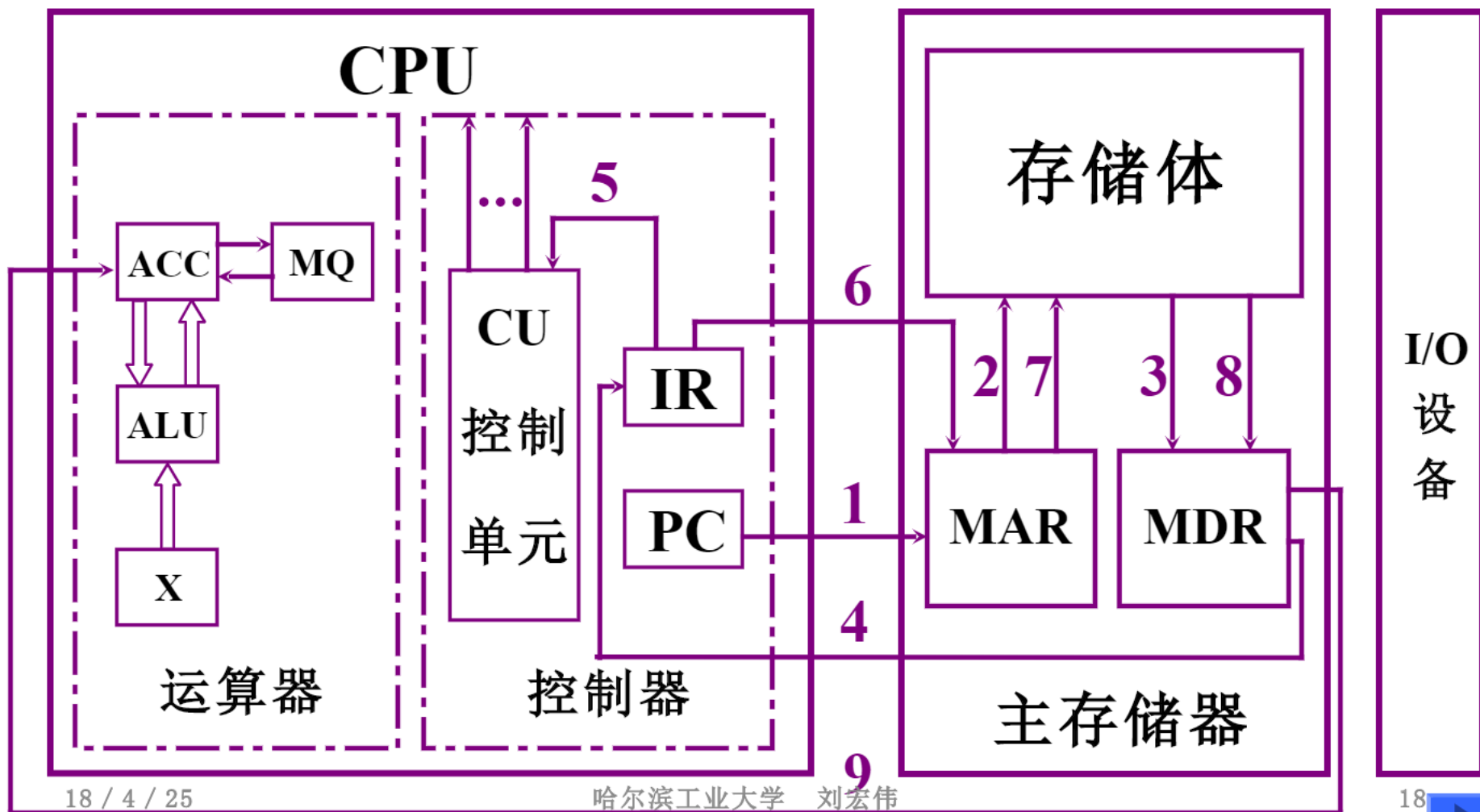
**PC** 指令寄存器 存放当前欲执行指令的地址，具有计数功能（PC） $\rightarrow +1$

**IR** 存放当前欲执行的指令



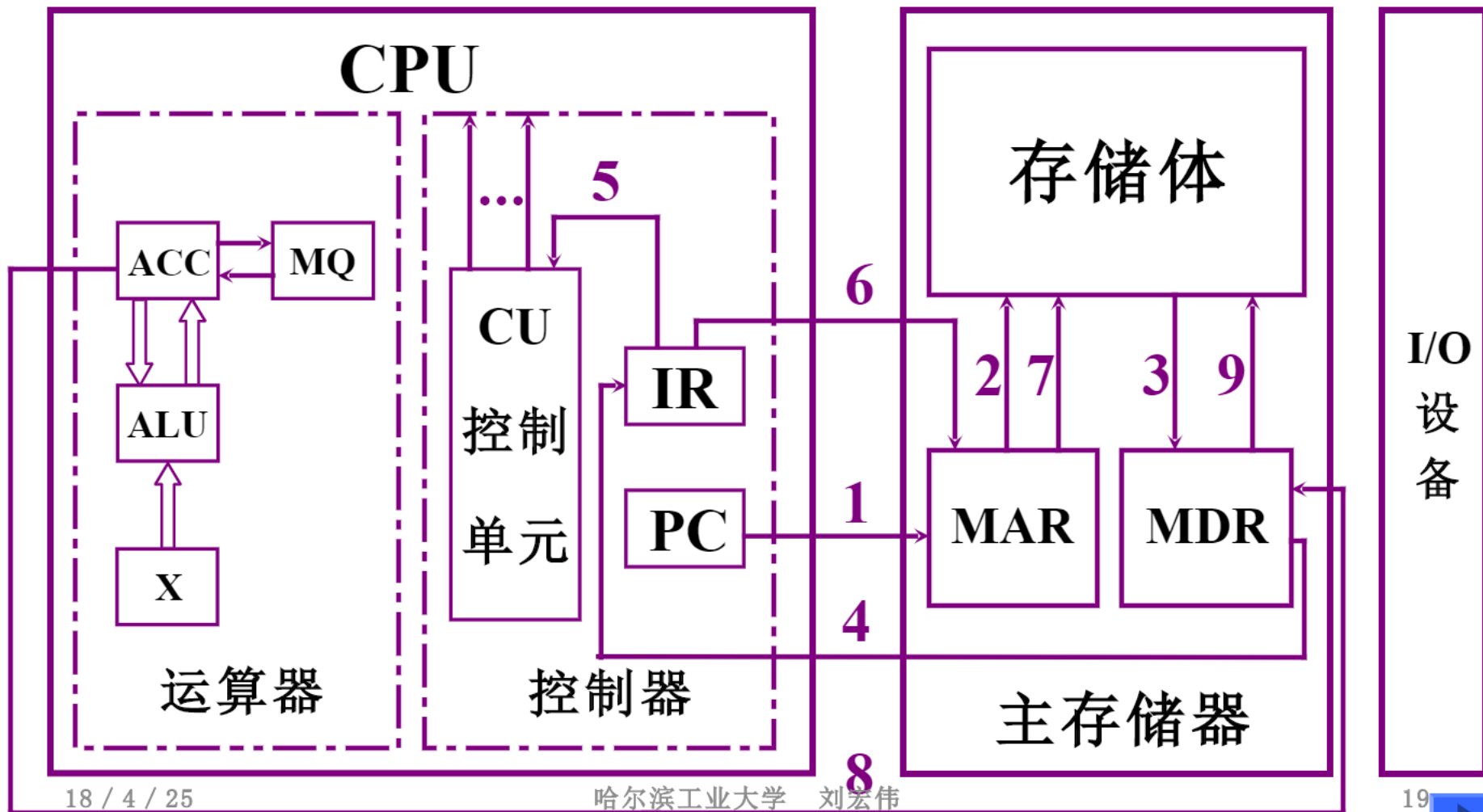
## (4) 主机完成一条指令的过程

### 以取数指令为例



# (4) 主机完成一条指令的过程

## 以存数指令为例



## (5) $ax^2 + bx + c$ 程序的运行过程

- 将程序通过输入设备送至计算机
- 程序首地址  $\rightarrow$  PC
- 启动程序运行
- 取指令  $PC \rightarrow MAR \rightarrow M \rightarrow MDR \rightarrow IR$  ,  $(PC) + 1 \rightarrow PC$
- 分析指令  $OP(IR) \rightarrow CU$
- 执行指令  $Ad(IR \rightarrow MAR \rightarrow M \rightarrow MDR \rightarrow ACC$   
 $\vdots$   
 $)$
- 打印结果
- 停机

