

# 运算方法与运算器

## 浮点运算方法

主讲教师：刘辉





一、浮点加减法运算规则

二、浮点加减法运算流程

三、浮点流水线结构运算器

四、浮点乘除法运算

# 一、浮点加减法运算规则

十进制浮点数  $x = M_x \cdot 10^{E_x}$ ,  $y = M_y \cdot 10^{E_y}$

$$0.1 * 10^3 + 0.99 * 10^4$$

$$= 0.01 * 10^4 + 0.99 * 10^4$$

→ 对阶

$$= (0.01 + 0.99) * 10^4$$

→ 尾数加减

$$= 1.00 * 10^4$$

# 一、浮点加减法运算规则

设两个浮点数 $x$ 和 $y$ 分别为：

$$x = M_x \cdot 2^{E_x}$$

$$y = M_y \cdot 2^{E_y}$$

**运算规则：**

$$x \pm y = (M_x \cdot 2^{E_x - E_y} \pm M_y) 2^{E_y}, \text{ 当 } E_x \leq E_y$$

## 二、浮点加减法运算流程

1. 0操作数检查:  $x$ 或 $y$ 为0, 则结果为0, 不必进行后继操作, 节省运算时间
2. 对阶操作, 求阶差:  $E = E_X - E_Y$ , 使阶码小的数的尾数右移 $|E|$ 位, 其阶码增加 $|E|$
3. 对阶后的尾数作加减
4. 规格化处理
5. 舍入操作
6. 溢出判断

例子:  $0.1 * 10^3 + 0.99 * 10^4$

$$\textcircled{2} = 0.01 * 10^4 + 0.99 * 10^4$$

$$\begin{aligned}\textcircled{3} &= (0.01 + 0.99) * 10^4 \\ &= 1.00 * 10^4\end{aligned}$$

$$\textcircled{4} = 0.1 * 10^5$$

## 三、浮点流水线结构运算器

### 1. 仿照生产流水线

运算过程划分为时间相近的多段，每段操作都设专门的硬件来完成，这些多个硬件可以同时工作。

### 2. 浮点加减法流水线

求阶差、对阶、求和及规格化。

### 3. 加速比

理想情况下， $K$ 段流水线，加速比为 $K$ ，速度提高 $K$ 倍。

## 四、浮点乘法运算

### 1. 设两个浮点数x和y

$$x = M_x \cdot 2^{E_x}$$

$$y = M_y \cdot 2^{E_y}$$

$$\begin{aligned} \text{运算规则: } x \times y &= 2^{E_x + E_y} (M_x \times M_y) \\ x / y &= 2^{E_x - E_y} (M_x / M_y) \end{aligned}$$

# 四、浮点乘法运算

## 2.浮点乘法运算流程

- ① 零操作数检查
- ② 阶码加、减：  
乘：  $EX+EY$  ； 除：  $EX - EY$
- ③ 尾数乘、除：  
乘：  $MX \times MY$  ； 除：  $MX / MY$
- ④ 规格化处理
- ⑤ 舍入处理
- ⑥ 溢出判断

# 小结

- 浮点加减法运算规则：对齐阶码，尾数做加减法
- 浮点加减法运算流程
- 浮点流水线结构运算器：提高运算速度
- 浮点乘法除法运算：阶码加减，尾数乘除

