

# 数据运算&总线

## CPU性能指标的综合问题

### 冯诺依曼体系结构回顾

知识点回顾：

冯诺依曼体系结构 – 存储器 运算器 控制器 输入输出设备

现代计算机以存储器为中心，存储器不仅能存放数据，也能存放指令，形式上它们没有任何差别（请问CPU是如何区分数据和指令的？）

指令执行的不同阶段 OR 存储器中的二进制信息被放入哪个部件处理。

### 各类字长

**机器字长**：机器字长指的是计算机进行一次整数运算(即定点整数运算)所能处理的**二进制数据的位数**，通常与CPU的寄存器位数、加法器有关。因此，**机器字长一般等于通用寄存器的大小**，字长越长，数的表示范围越大，计算精度越高。计算机字长通常选定为字节(8位)的整数倍。



**存储字长**：一个存储单元的位数，也就是CPU向内存某个地址取数据时一次性取走的数据量。注意：**MDR位数与总线数据线宽度相等**，与存储字长不一定相等。

**指令字长**：一条指令的长度。由于指令的长度可以相等，也可以不相等，所以指令字长可以是固定的，也可以是不固定的，但是**指令字长必须是字节的整数倍**。指令可以占用1/2个存储单元、1个存储单元、两个存储单元...我们分别把它们叫做半存储字长指令、单存储字长指令、双存储字长指令...简称**半字长指令、单字长指令、双字长指令**。

25. 【2017 统考真题】某计算机主存按字节编址，由 4 个 64M×8 位的 DRAM 芯片采用交叉编址方式构成，并与宽度为 32 位的存储器总线相连，主存每次最多读写 32 位数据。若 double 型变量 x 的主存地址为 804 001AH，则读取 x 需要的存储周期数是（ ）。
- A. 1                      B. 2                      C. 3                      D. 4

在这里，存储字长是8位；而数据总线宽度为32位。2021年第43题，MDR位数与总线数据线位数相等。

43. (15 分) 假定计算机 M 字长为 16 位，按字节编址，连接 CPU 和主存的系统总线中地址线为 20 位、数据线为 8 位，采用 16 位定长指令字，指令格式及其说明如下：

格式	6 位	2 位	2 位	2 位	4 位	指令功能或指令类型说明
R 型	000000	rs	rt	rd	op1	$R[rd] \leftarrow R[rs] \text{ op1 } R[rt]$
I 型	op2	rs	rt	imm		含ALU运算、条件转移和访存操作3类指令
J 型	op3	target				PC 的低 10 位 $\leftarrow$ target

其中，op1~op3 为操作码，rs、rt 和 rd 为通用寄存器编号，R[r] 表示寄存器 r 的内容，imm 为立即数，target 为转移目标的形式地址。请回答下列问题。

- 1) ALU 的宽度是多少位？可寻址主存空间大小为多少字节？指令寄存器、主存地址寄存器 (MAR) 和主存数据寄存器 (MDR) 分别应有多少位？

**机器字长、存储字长、指令字长的数量关系：**首先来看**存储字长和机器字长**的关系。机器字长通常是存储字长的整数倍，最常见的情况是相等，这样可以充分发挥机器字长的作用，一次性把数据取到 CPU 中，一次性处理计算。机器字长也可以是存储字长的两倍，四倍，因为**能处理64位定点数的CPU当然也能处理存放32位、16位的定点数**。

接着是**存储字长与指令字长**的关系。指令字长可以是存储字长的一半，也可以是存储字长的整数倍，比如一倍，两倍，我们通常把这些指令叫做半存储字长指令、单存储字长指令、双存储字长指令。

CPU 要从内存中取一条双存储字长指令，那就要获取两个存储单元。**指令字长决定了 IR 寄存器的位数**。如果指令字长最大为 32 位，那么 IR 寄存器至少需要 32 位。

**指令字长和机器字长的关系：**如前面所说，指令字长可以是存储字长的 0.5, 1, 2 倍，机器字长可以是存储字长的 1, 2, 4 倍，那指令字长和机器字长是不是有什么关系呢？这里要注意，**指令字长和机器字长两者互不影响，没有任何约束关系**，只是恰巧各自与存储字长有倍数关系。因为机器字长强调的是参与 ALU 运算的操作数位数，而**操作数位数显然与指令长度也就是指令字长无关**。(有的指令可以没有参与 ALU 运算的操作数，甚至没有显式操作数)

## 计算机运算速度的相关指标

*MIPS* (*million instruction per second*): 每秒能够执行多少百万条指令。

$$MIPS = \text{指令执行条数} / (\text{执行时间} \times 10^6) = \text{主频} / (CPI \times 10^6)$$

*MFLOPS* (*million float operation per second*): 每秒能够执行多少百万次浮点运算。

*GFLOPS*: 每秒能够执行多少十亿次浮点运算。

*TFLOPS*: 每秒能够执行多少万亿次浮点运算。

*PFLOPS*: 每秒能够执行多少千万亿次浮点运算。

## 定点数的表示与运算

## 浮点数的表示与运算