

## 4.1 指令格式

### 4.1.1 指令的基本格式（操作码+地址码）

结构 操作码：指出指令中应该执行什么性质的操作和具有何种功能  
地址码：给出被操作的信息（指令或者数据）的地址

长度 单字长指令：长度等于机器字长  
双字长指令：长度等于两倍机器字长  
半字长指令：长度等于半个机器字长

定长指令字结构：所有指令长度相同  
变长指令字结构：各种指令的长度不同

根据操作数地址码数目分类

零地址指令

OP  
只有操作码OP，没有给出地址

指令用途 空操作指令，停机指令，关中断指令  
零地址的运算类指令仅使用在堆栈计算机中

一地址指令

OP A1  
指令用途 只有目的操作数的单操作数指令 加1 减1 求反 求补  
隐含约定目的地址的双操作数指令

二地址指令

OP A1 A2  
指令用途 算术和逻辑运算指令  
往往需要两个操作数，分别给出目的操作数和源操作数地址，目的操作数地址还用于保存本次的运算结果

三地址指令

OP A1 A2 A3(结果)  
指令用途：算术和逻辑运算指令，相对于二地址指令，结果直接存放在A3中

四地址指令

OP A1 A2 A3(结果) A4(下址)  
指令用途：算术和逻辑运算指令，相对于三地址指令多了下一条执行命令的地址（A4）  
需要访问4次存储器 取指令（1次）  
取两个操作数（2次）  
存放结果（1次）

### 定长操作码指令格式

优点：定长操作码对于简化计算机硬件设计，提高指令译码和识别速度很有利  
缺点：指令数量增加时会占用更多固定位，留给表示操作数地址的位数受限

### 扩展操作码指令格式

实现：全部指令的操作码字段位数不固定，分散在指令字的不同位置上  
优点：丰富了指令的种类  
缺点：增加了指令译码和分析难度，控制器设计变的复杂

注意：1. 短码不能是长码的前缀  
2. 指令操作码不能重复

## 4.2 指令寻址方式

### 4.2.1 指令寻址和数据寻址

- 指令寻址
  - 顺序寻址：通过程序计数器（PC）加1，自动生成下一条指令的地址
  - 跳跃寻址
    - 通过转移类指令实现，是否跳跃受到状态寄存器和操作数的控制
    - 跳跃到的地址分类
      - 绝对地址：由标记符直接得到
      - 相对地址：相对于当前指令地址的偏移量
- 数据寻址
  - 在指令中表示一个操作数的地址
  - 结构：操作码+寻址特征+形式地址A

跳跃的结果是当前指令修改pc值

### 4.2.2 常见的数据寻址方式

- 隐含寻址
  - 不显示的给出操作数地址，在指令中隐含操作数地址
  - 优点：有利于缩短指令字长
  - 缺点：增加存储操作数或隐含地址的硬件
- 立即（数）寻址
  - 地址字段给出的不是操作数的地址，而是操作数本身，又称为立即数
  - 优点：不需要访问主存，指令执行时间最短。
  - 缺点：位数限制了立即数的范围
- 直接寻址
  - 指令字中的形式地址就是真实地址
  - 优点：访问一次主存，不需要专门计算操作数的地址
  - 缺点：形式地址的位数限制了寻址范围，操作数地址不易修改
- 间接寻址
  - 指令的地址字段给出存储地址信息的地址（类似于套娃）
  - 优点：扩大了寻址范围，方便编制程序
  - 缺点：需要多次访存，访问速度过慢，这种寻址方式不是特别常用
- 寄存器寻址
  - 指令字中直接给出操作数所在的寄存器编号
  - 优点：不访问主存，执行速度快，支持向量/矩阵运算
  - 缺点：寄存器价格高昂，寄存器中的寄存器个数有限

不访存

不访存

访存1次

一般问到扩大寻址范围，通常指寄存器间接寻址  
访存多次（具体看几次间接寻址）

不访存

## 4.3 CISC 和 RISC概念

### 基本概念

指令系统	CISC：复杂庞大 RISC：精简简单
指令数目	CISC：大于200条 RISC：小于100条
指令字长	CISC：不固定 RISC：定长
访存指令	CISC：不加限制 RISC：只有load和store
指令执行时间	CISC：相差较大 RISC:绝大多数在一个周期内完成
指令的使用频度	CISC：相差很大 RISC:绝大多数在一个周期内完成
通用寄存器的数量	CISC：较少 RISC：较多
目标代码	CISC：难以优化编译生成高效目标代码 RISC：采用优化编译程序，生成代码高效
控制方式	CISC: 绝大多数采用微程序控制 RISC：绝大多数采用组合逻辑控制
指令流水线	CISC: 可以实现 RISC：必须实现

### RISC优点

- 采用组合逻辑控制，硬布线使用较少
- 运算速度更快
- 设计方便，可靠性高，机器设计周期短，逻辑简单
- 有利于编译程序代码优化

注：仅供王道VIP学员使用 严禁外部传播！