

5.5指令流水线（上）

指令流水线的基本概念

概念：把一个重复的过程分解成若干个子过程，每个子过程可以与其他子过程并行执行

优点：只需要增加少量的硬件就能把计算机的运算速度提高几倍

指令流水的定义

一条指令的执行可以分为多个阶段

取指：根据PC从主存中取出指令送入IR

分析：对指令操作码进行译码，按照寻址方式和地址段内容形成有效地址EA，并从有效地址中取出操作数

执行：根据操作码字段，完成指令规定功能，将运算结果写到通用寄存器或者主存中

一条接一条指令执行，传统冯诺依曼机顺序执行方式  $T=3nt$

优点：控制简单，硬件代价小

缺点：执行指令速度慢，各功能部件的利用率很低

第k条指令的执行阶段和k+1条指令的取指阶段并行  $T=(1+2nt)$

优点：程序执行时间缩短了1/3，各功能部件利用率提高了

缺点：硬件开销代价较大，控制过程也比顺序执行复杂

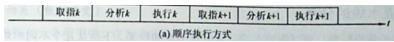
k+1条指令提前到分析第k条指令的期间完成，而将分析第k+1条指令与执行第k条指令同时进行

优点：时间更短了，利用率更高了

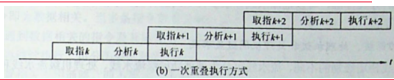
缺点：硬件开销更大了，控制过程更复杂了

流水线的表示方法

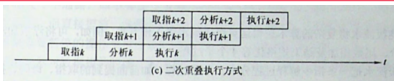
顺序执行方式



一次重叠执行方式



二次重叠执行方式



流水线最重要的是一定要流动起来，如果经常出现断流情况，那么就无法体现流水线的优越性

流水线方式的特点

一个任务分解成多个子任务

每个功能部件后面都要有个锁存器，用于保存本流水段的结果

流水线中的各功能段的时间应尽量相等，否则将会堵塞、断流

流水线需要装入时间和排空时间

装入时间：第一个任务进入流水线到输出流水线的时间

排空时间：最后一个任务进入流水线到输出流水线的时间

流水线的分类

按照流水级别分类

部件功能级流水线：将复杂的算术逻辑运算组成流水线的工作方式

处理机级流水线：一条指令解释成多个子过程

处理机间流水线：是一种宏流水，每个处理机专门完成一个任务，各个处理机得到的结果存放在与下一个处理机共享的存储器中

按照功能分类

单功能流水线：完成单一功能

多功能流水线：各个流水段之间通过组合可以实现多种功能

按照连接方式分类

静态流水线：同一时间内，流水线的各段只能按照同一种功能的连接方式工作

动态流水线：不同的段完成的运算可能不一样，可以提高效率，但是流水线控制变得很复杂

按照是否存在反馈信号分类

线性流水线：不存在反馈回路

非线性流水线：存在反馈回路，非常适合线性递归运算