



计算机组成与系统结构

第五章 中央处理器

吕昕晨

lvxinchen@bupt.edu.cn

网络空间安全学院



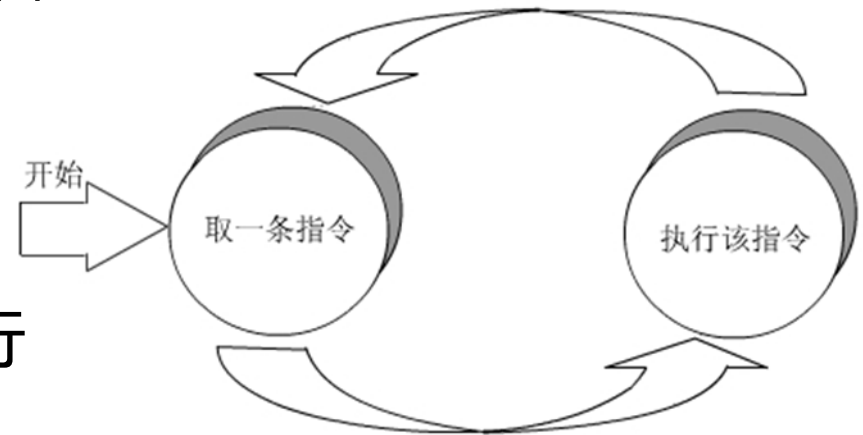
第五章 中央处理器

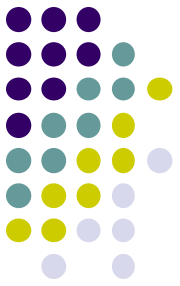
- 指令周期基本概念
- 典型指令周期
 - MOV指令
 - LAD指令
 - ADD指令
 - STO指令
 - JMP指令
- 方框图表示指令周期



指令周期的基本概念

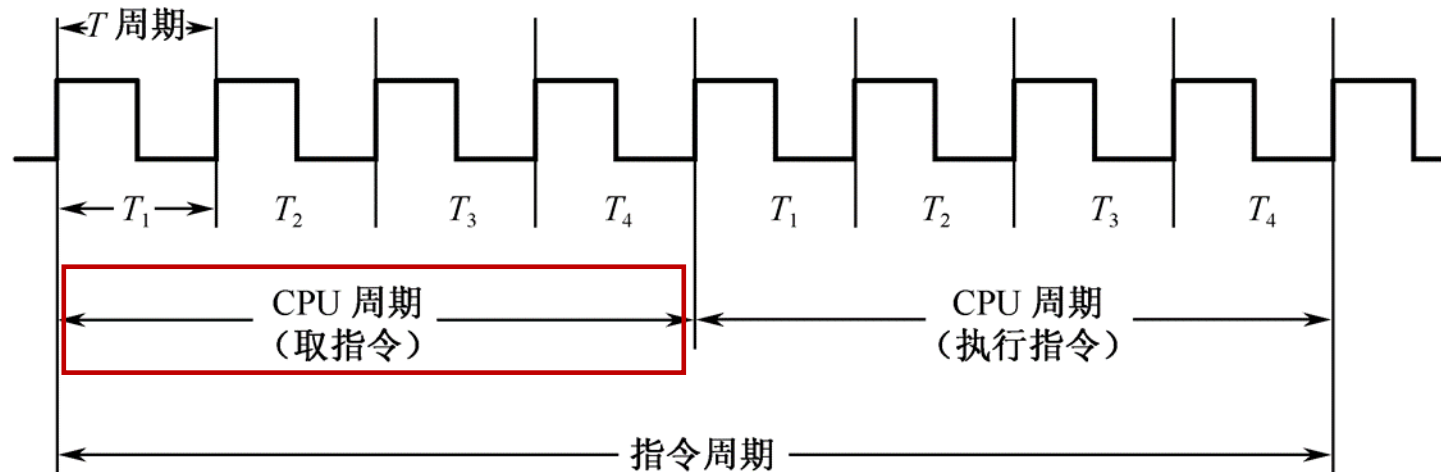
- CPU功能
 - 根据存储程序自动取出指令，并执行
 - 如封闭循环（如右图）
- 指令周期
 - 取出指令、分析指令到执行完该指令所需的全部时间
 - 各种指令功能不同（访存次数/执行复杂度）
 - 各种指令的指令周期不同





指令周期组成

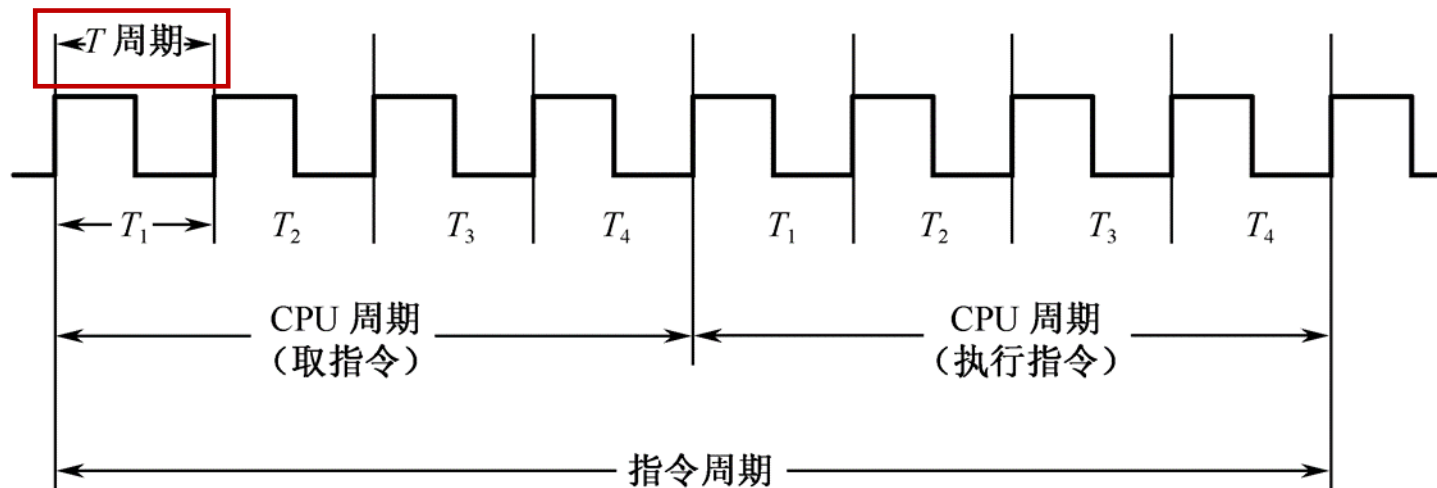
- 指令周期划分为若干个CPU周期
- CPU周期
 - 又称机器周期/时钟周期
 - 机器周期，每个机器周期完成一个基本操作。
 - 以主存的工作周期(存取周期)为基础来规定CPU周期
 - 可以用CPU读取一个指令字的最短时间来规定CPU周期

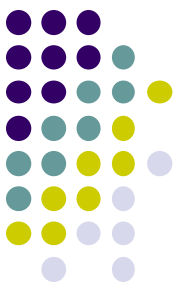




指令周期组成

- CPU周期由多个T周期组成
- T周期
又称节拍脉冲，是处理操作的基本单位
- 在一个CPU周期内，要完成若干个微操作
 - 因而需要把一个CPU周期分为若干个相等的时间段，每一个时间段称为一个节拍脉冲或T周期





单周期、多周期

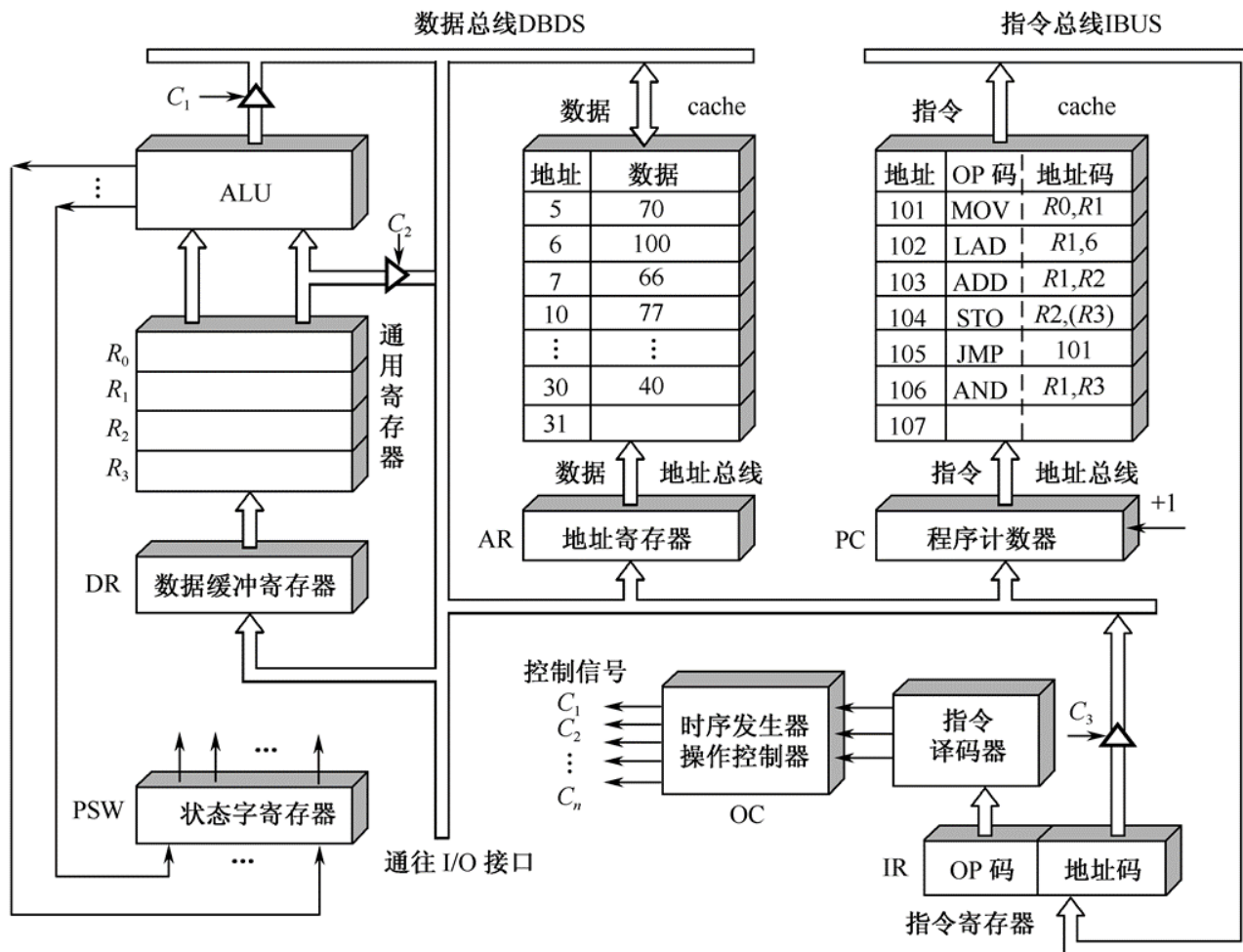
- 单周期CPU
 - 在一个时钟周期内完成从指令取出到得到结果的所有工作
 - 指令系统中所有指令执行时间都以最长时间的指令为准，因而效率低，当前较少采用
- 多周期CPU
 - 指令的执行分成多个阶段，每个阶段一个时钟周期
 - 例如：取指→译码→执行→回写
 - 因而时钟周期短，不同指令所用周期数可以不同
- 粗略划分：取指阶段+执行阶段



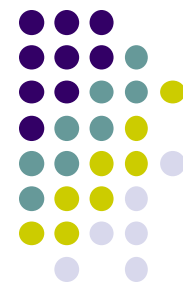
第五章 中央处理器

- 指令周期基本概念
- 典型指令周期
 - MOV指令
 - LAD指令
 - ADD指令
 - STO指令
 - JMP指令
- 方框图表示指令周期

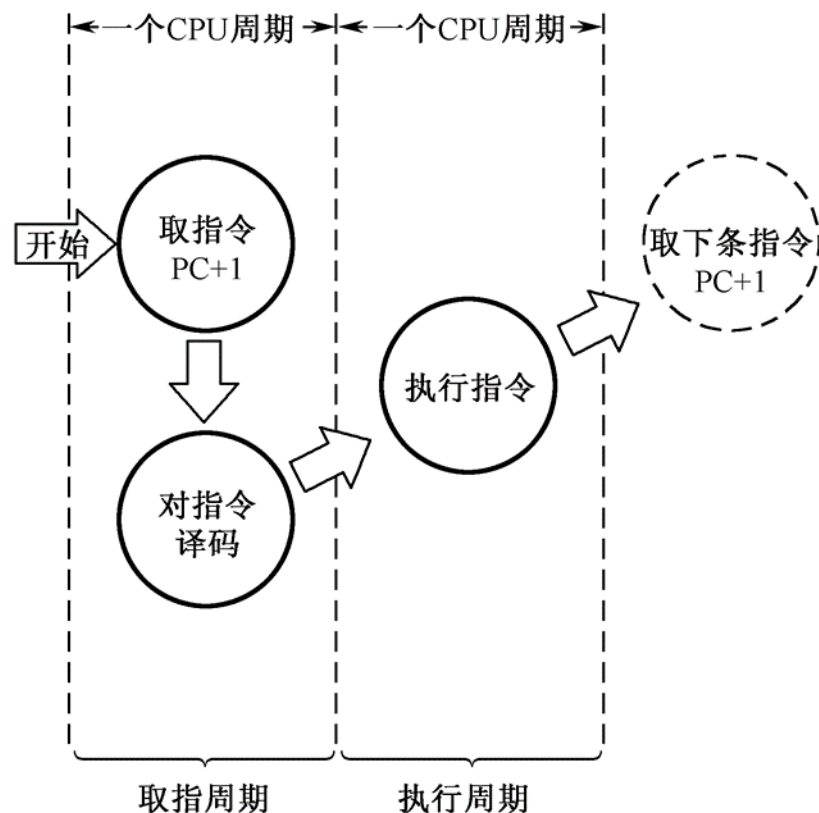
典型指令程序示例



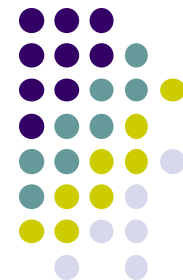
MOV指令的指令周期



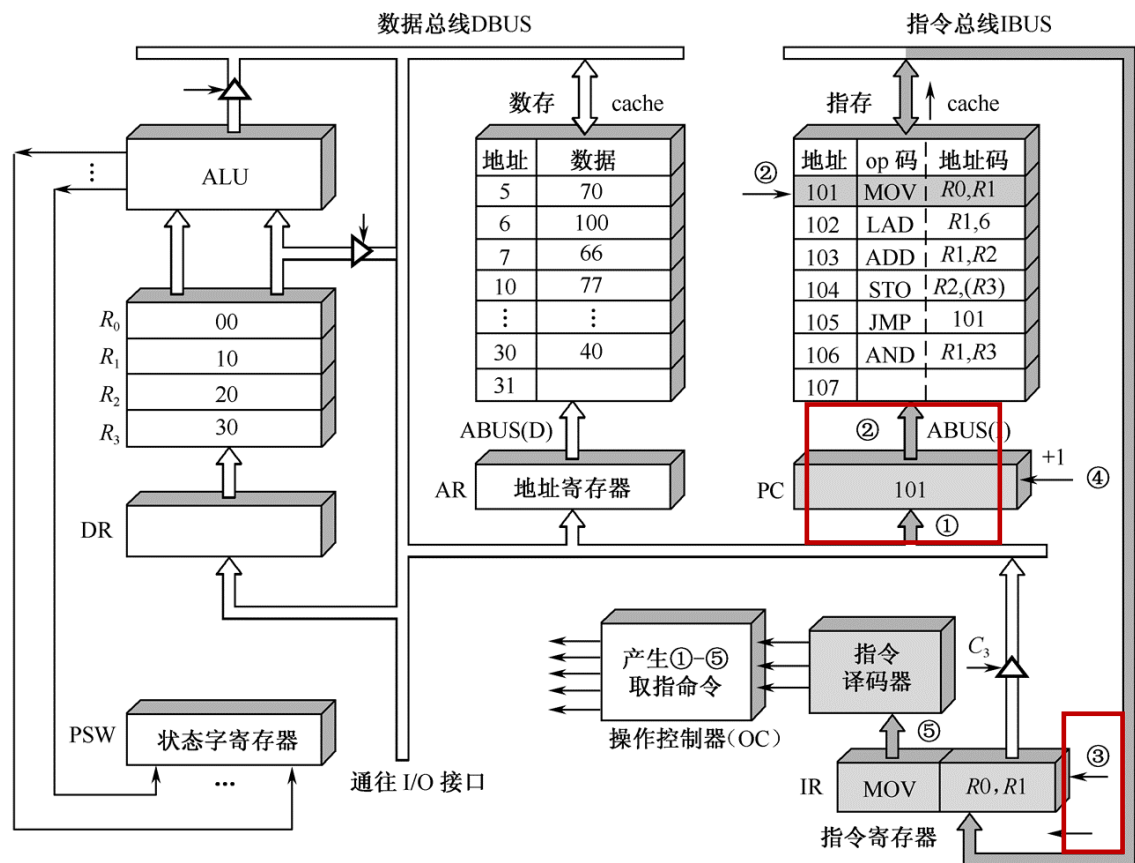
- MOV R0, R1
 - 功能：将R1的值传送至R0
- 指令周期
 - 取指周期
 - 取指令
 - $PC=PC+1$
 - 指令译码
 - 执行周期
 - 传送准备
 - 总线控制
 - 寄存器写入



MOV指令——取指周期



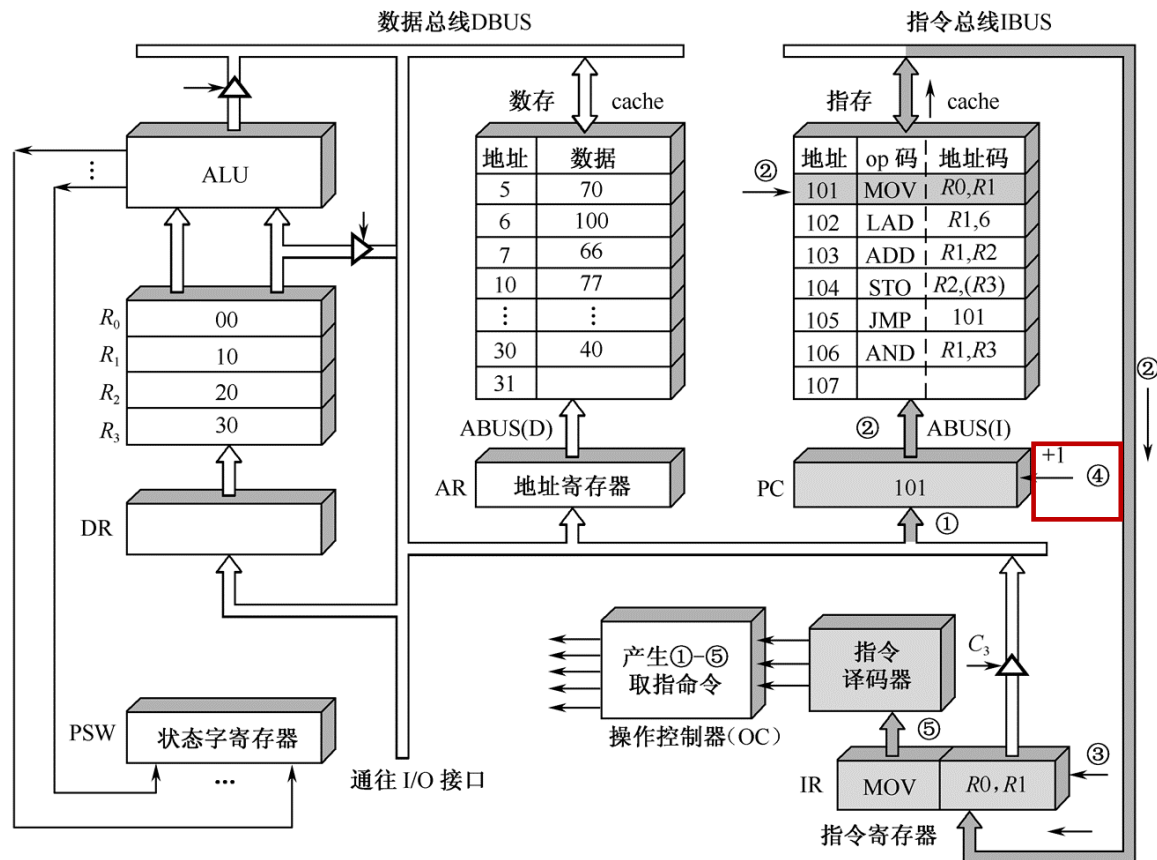
- 取指令
- $PC = PC + 1$
- 指令译码
- ① 程序计数器PC中装入第一条指令地址101（八进制）
- ② PC的内容放到ABUS（I）上，对指存进行译码，并启动读命令
- ③ 从101号地址读出的MOV指令通过指令总线IBUS装入指令寄存器IR



MOV指令——取指周期



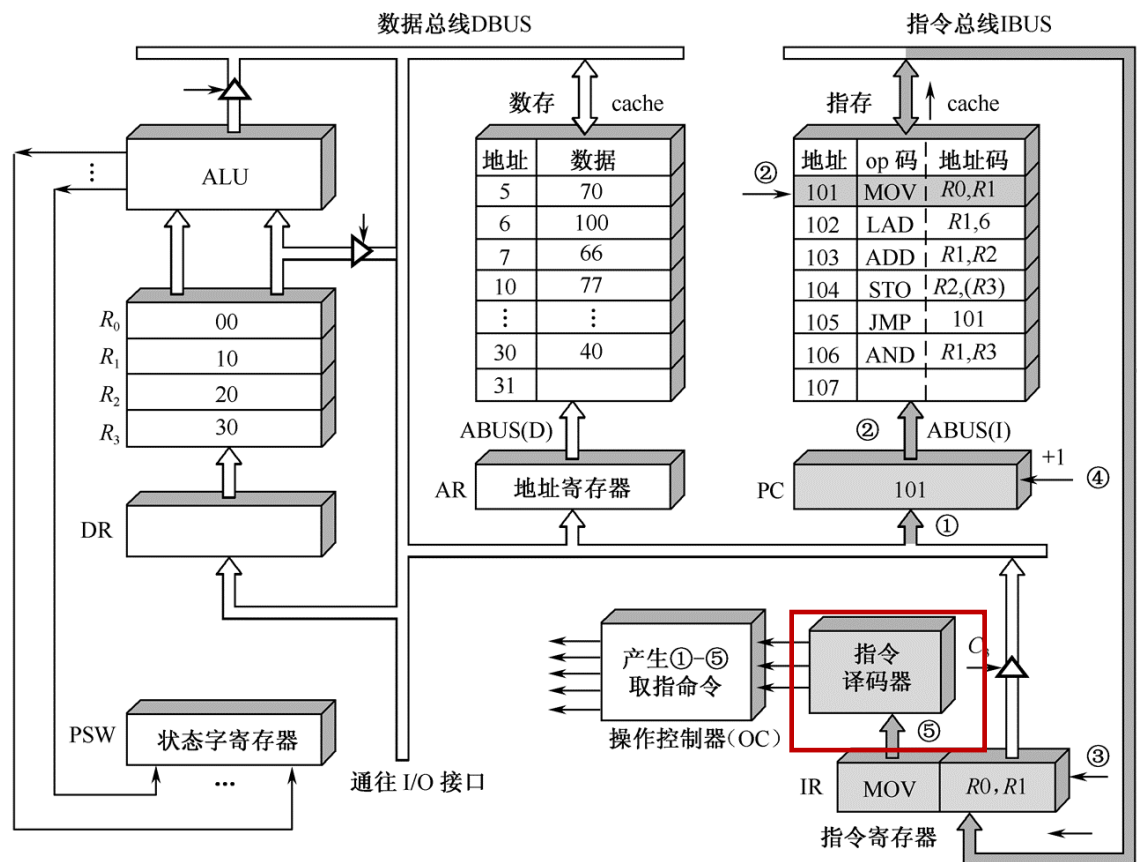
- 取指令
- $PC=PC+1$
- 指令译码
- ④ 程序计数器内容加1, 变成102, 为取下一条指令做好准备



MOV指令——取指周期



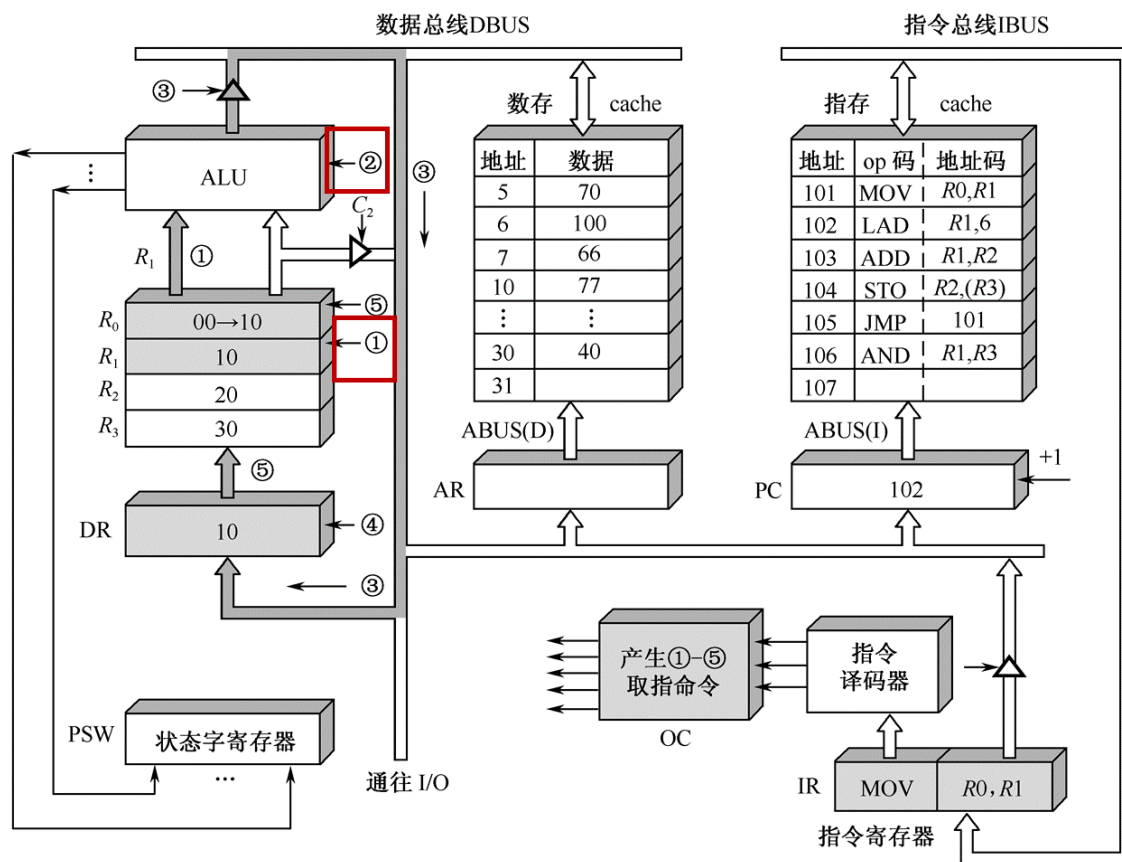
- 取指令
- $PC=PC+1$
- 指令译码
- ⑤ 指令寄存器中的操作码 (OP) 被译码
- ⑥ CPU识别出是MOV指令, 至此, 取指周期即告结束



MOV指令——执行周期



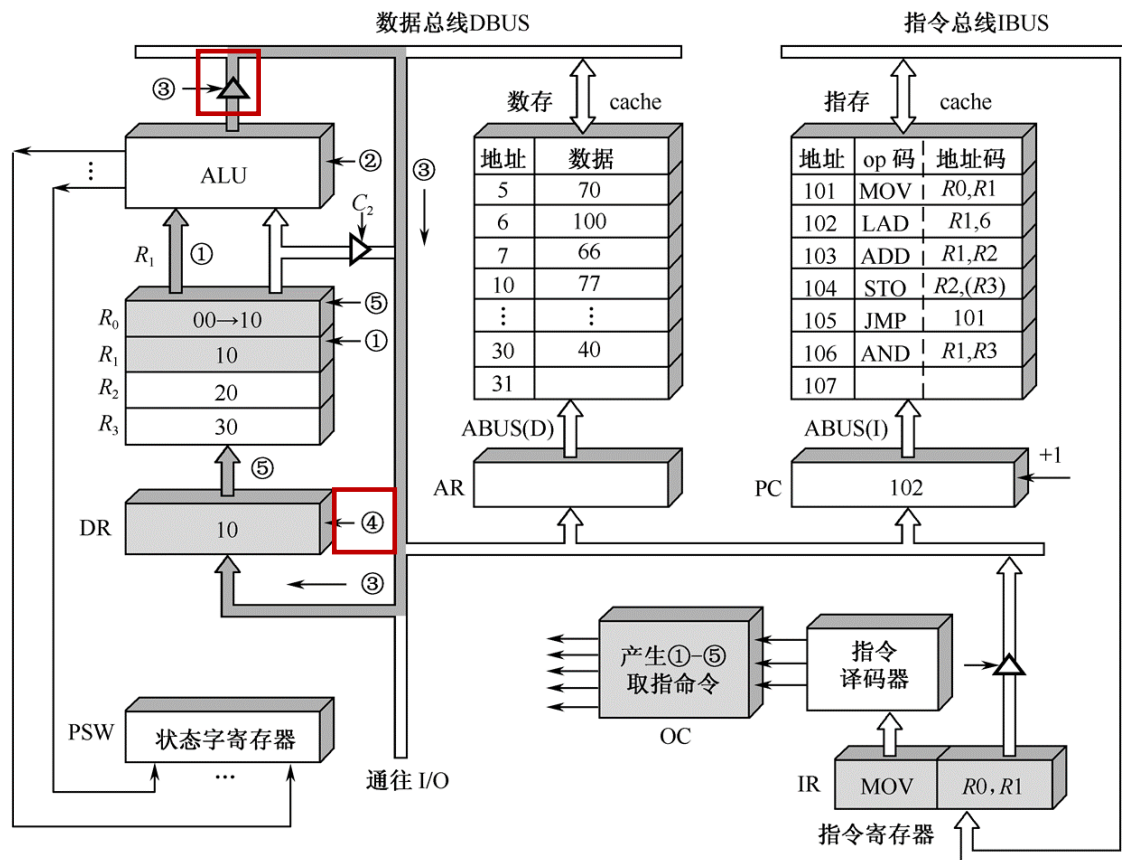
- 传送准备
- 总线控制
- 寄存器写入
- ① 操作控制器 (OC) 送出控制信号到通用寄存器, 选择R1作源寄存器, 选择R0作目标寄存器;
- ② OC送出控制信号到ALU, 指定ALU做传送操作;



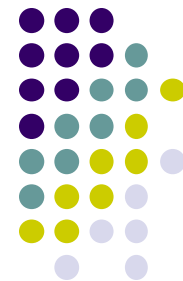
MOV指令——执行周期



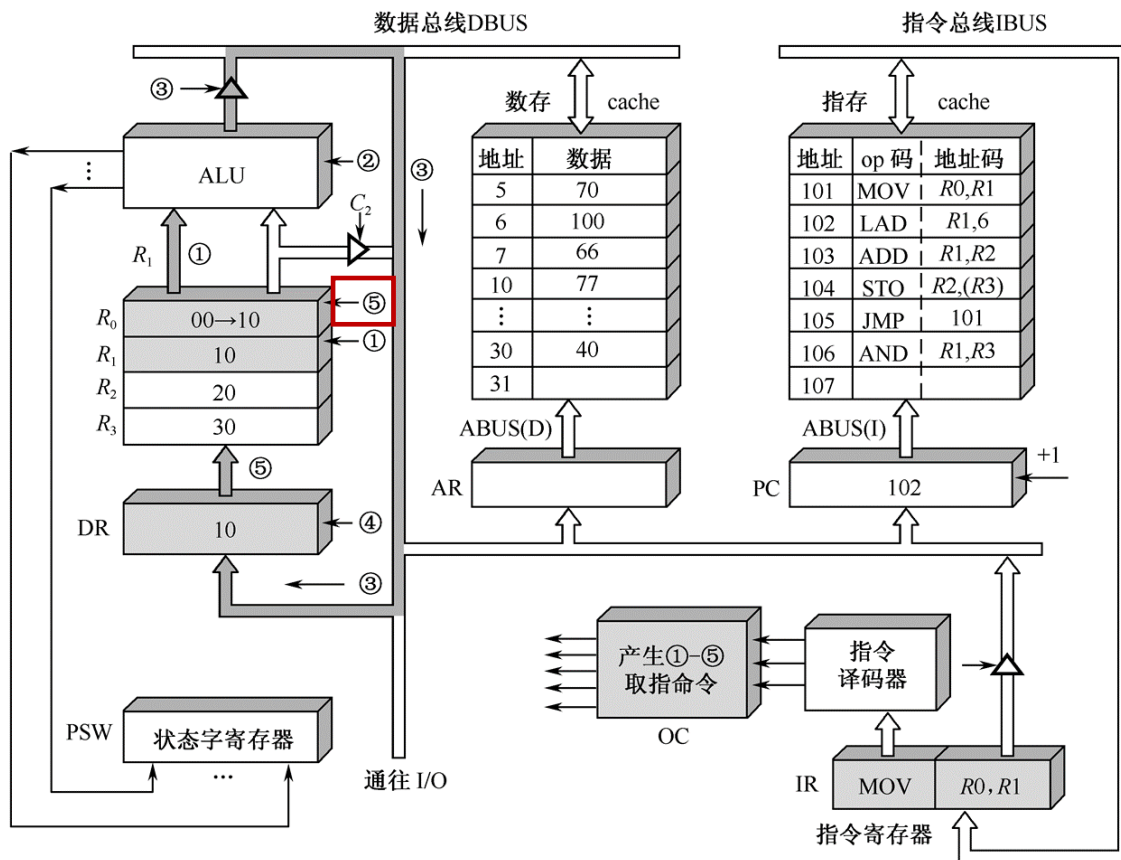
- 传送准备
- 总线控制
- 寄存器写入
- ③ OC送出控制信号，打开ALU输出三态门，将ALU输出送到数据总线DBUS上
- ④ OC送出控制信号，将DBUS上的数据打入到数据缓冲寄存器DR



MOV指令——执行周期



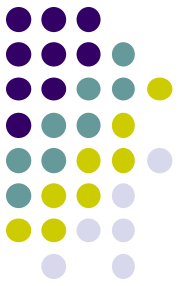
- 传送准备
- 总线控制
- 寄存器写入
- ⑤ OC送出控制信号将DR中的数据10打入到目标寄存器R0, R0的内容由00变为10
- 思考：DR作用？
 - 数据缓冲寄存器
 - DBUS特性





第五章 中央处理器

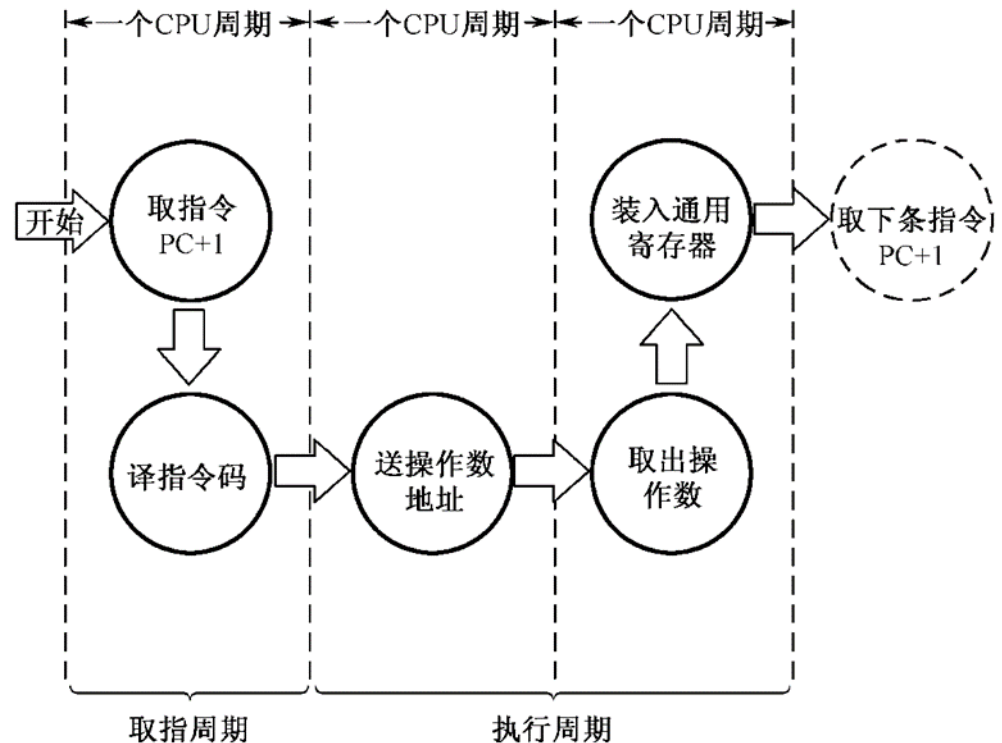
- 指令周期基本概念
- 典型指令周期
 - MOV指令
 - LAD指令
 - ADD指令
 - STO指令
 - JMP指令
- 方框图表示指令周期



LAD指令的指令周期

- LAD R1, 6
 - 功能：从D-Cache中取6号单元数至寄存器R1

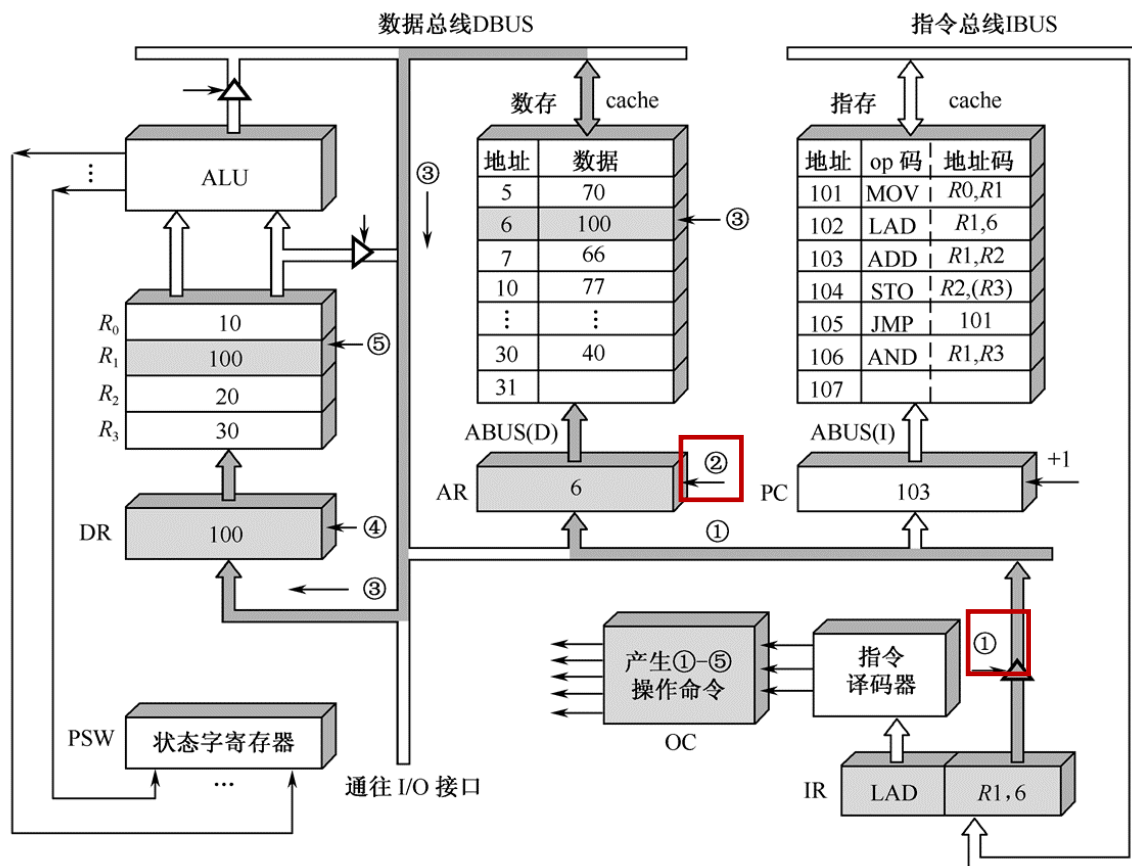
- 指令周期
 - 取指周期
 - 执行周期
 - 地址码传送
 - 读命令/总线操作
 - 寄存器写入



LAD指令——执行周期



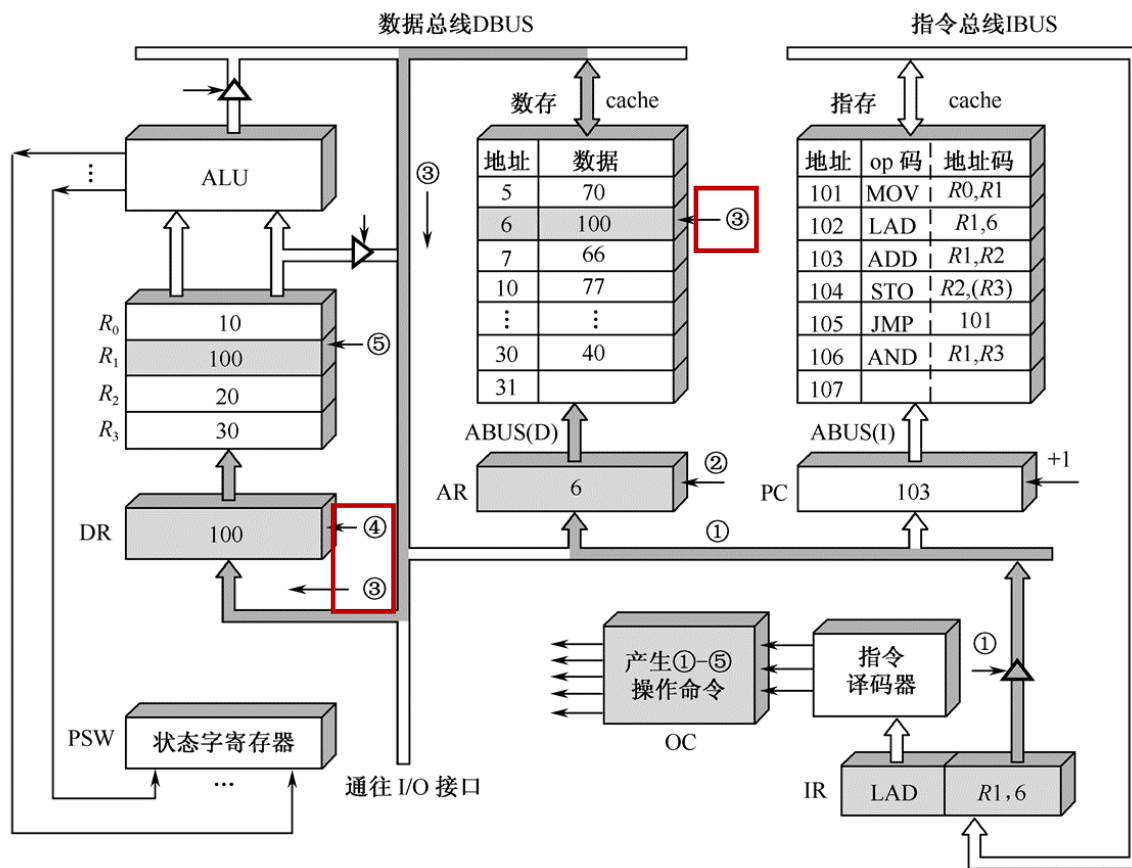
- 地址码传送
- 读命令/总线操作
- 寄存器写入
- ① OC发出控制命令打开IR三态门，将地址码6送到数据总线DBUS
- ② OC发出操作命令，将地址码6装入地址寄存器AR



LAD指令——执行周期



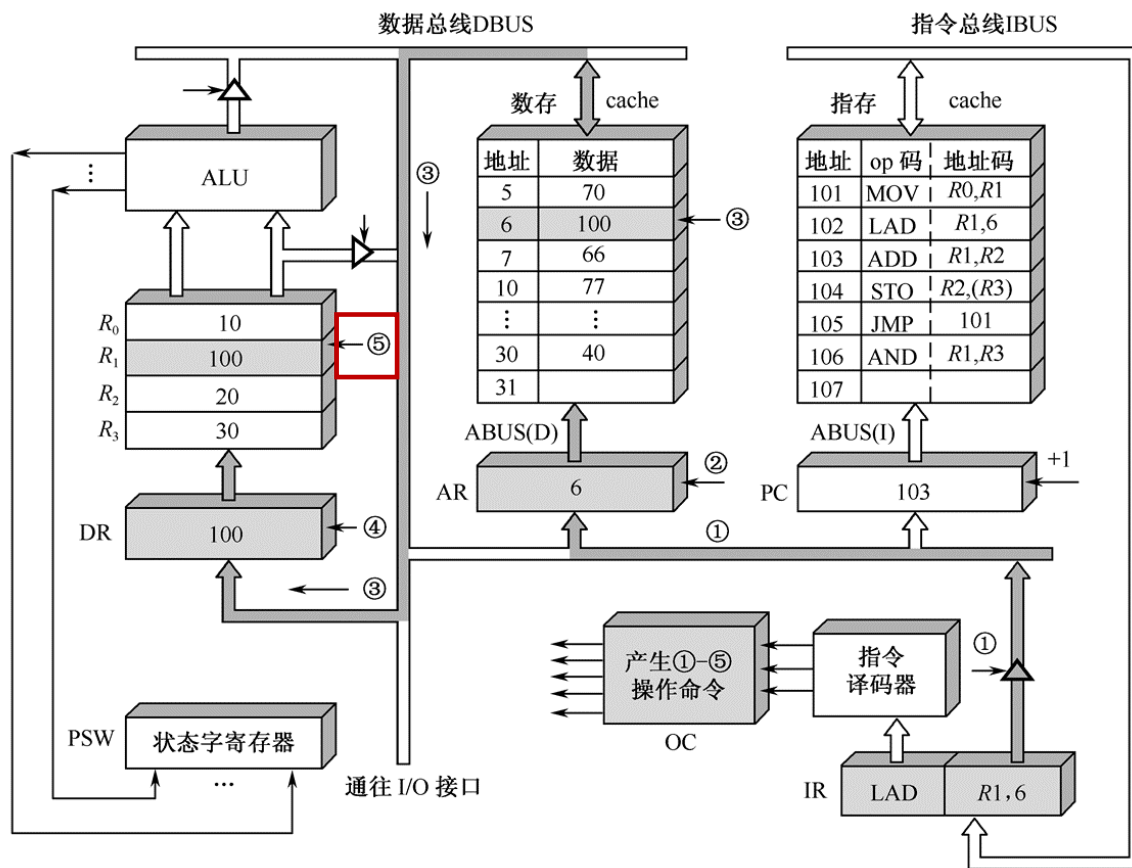
- 地址码传送
- 读命令/总线操作
- 寄存器写入
- ③ OC发出读命令，将D-cache6号单元数据传送到DBUS
- ④ OC发出操作命令，将DBUS数据装入缓冲寄存器DR

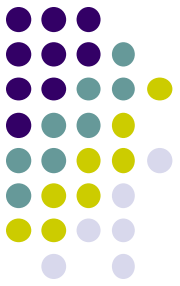


LAD指令——执行周期



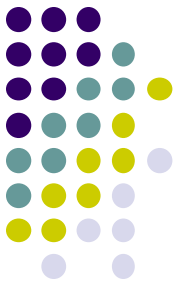
- 地址码传送
- 读命令/总线操作
- 寄存器写入
- ⑤ OC发出命令，将DR数据装入通用寄存器R1，R1数据变化为100





第五章 中央处理器

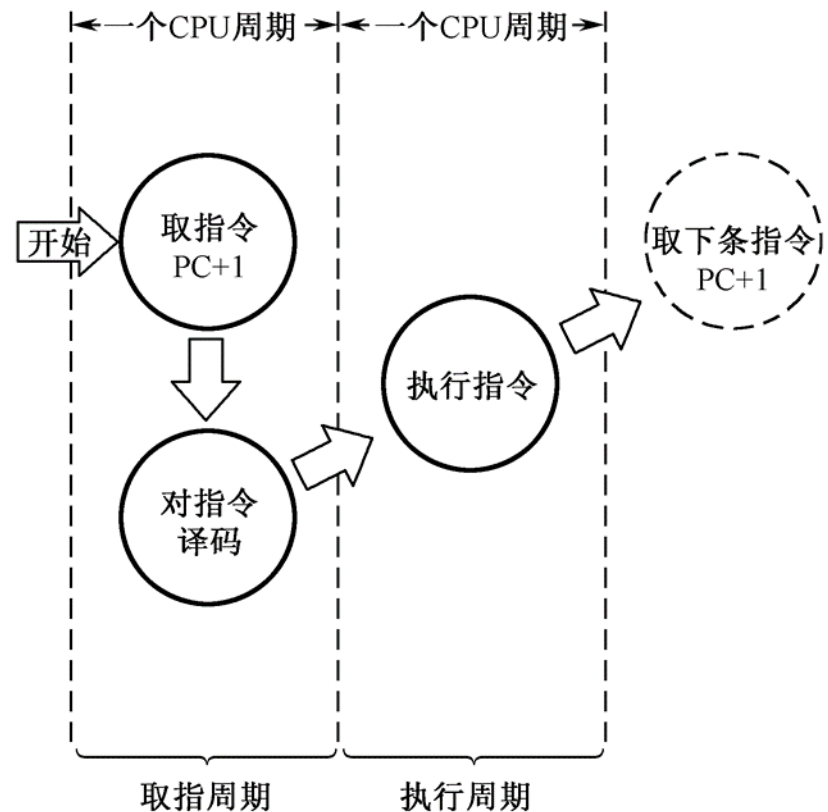
- 指令周期基本概念
- 典型指令周期
 - MOV指令
 - LAD指令
 - ADD指令
 - STO指令
 - JMP指令
- 方框图表示指令周期



ADD指令的指令周期

- ADD R1, R2
 - 功能：将寄存器R1和R2的数据相加存入R2

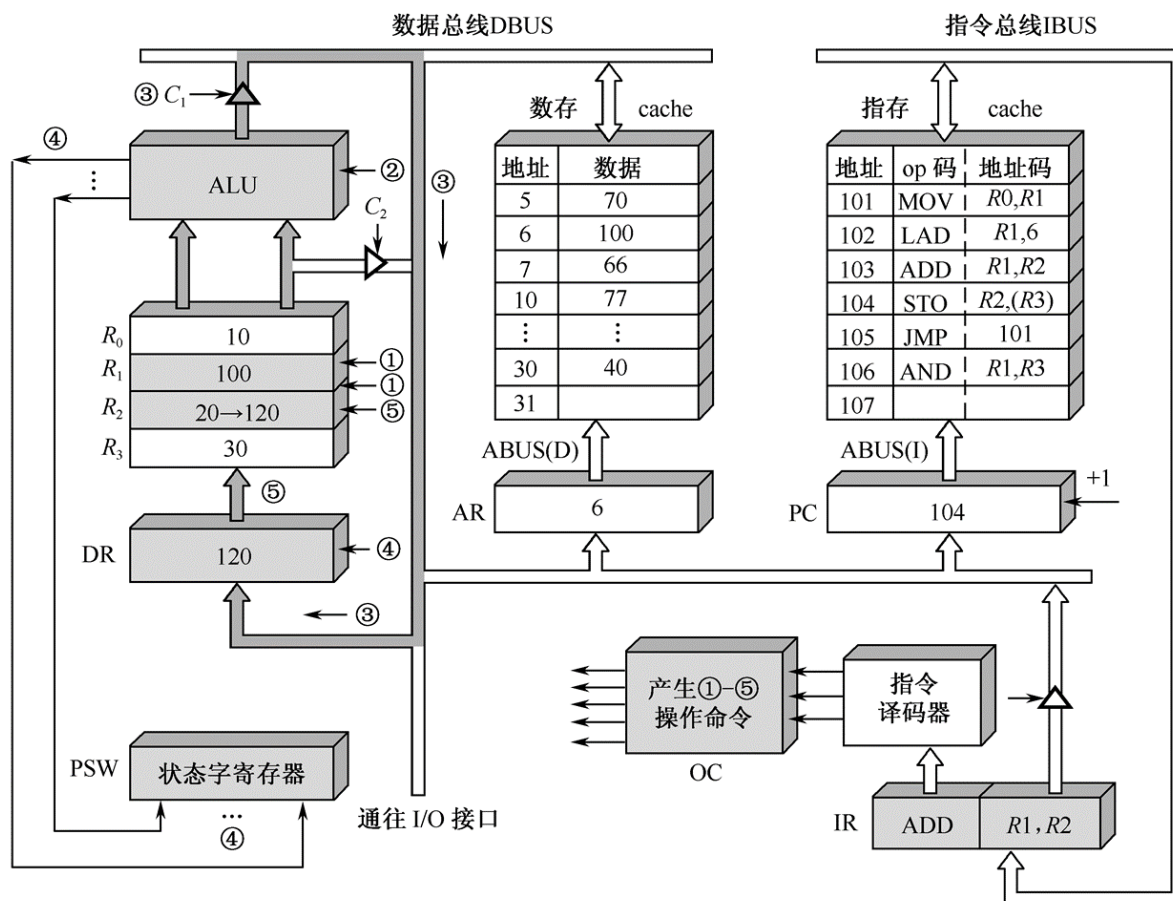
- 指令周期
 - 取指周期
 - 执行周期



ADD指令——执行周期



- 选定源寄存器R0, 目的寄存器R1
- 控制ALU执行加法操作
- 打开三态门, 将结果放至DBUS
- 存至DR; 更新PSW 状态位标志
- DR写入R2





第五章 中央处理器

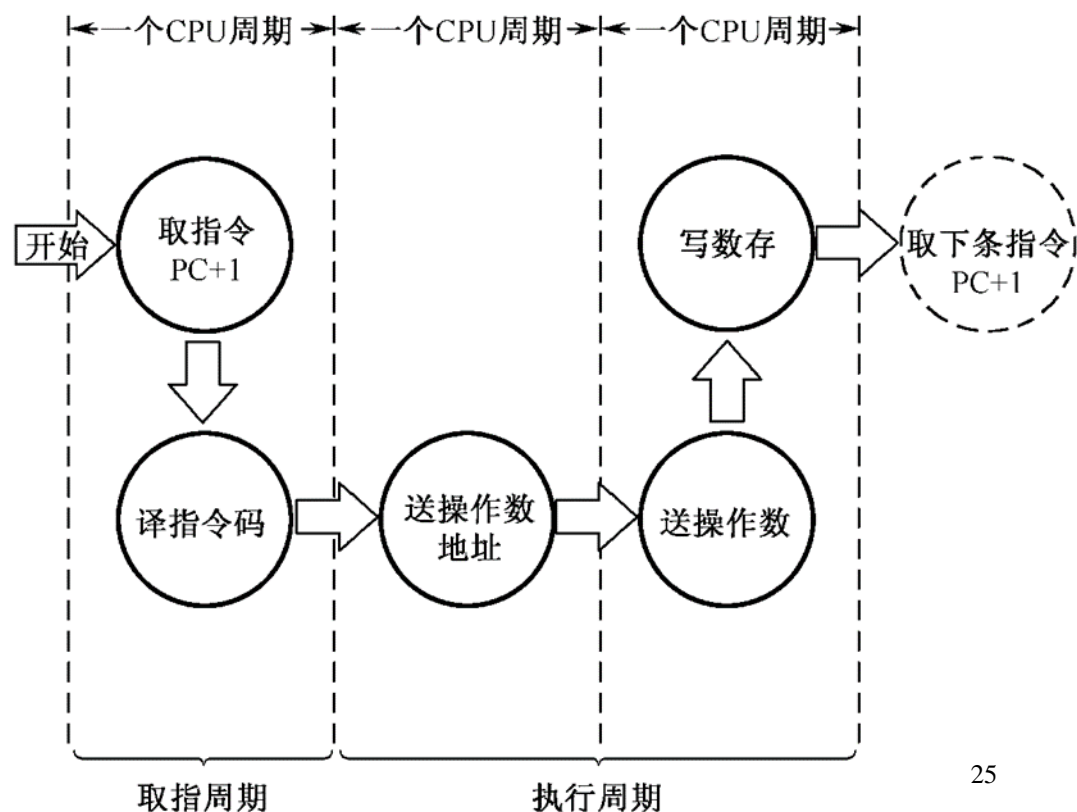
- 指令周期基本概念
- 典型指令周期
 - MOV指令
 - LAD指令
 - ADD指令
 - **STO指令**
 - JMP指令
- 方框图表示指令周期

STO指令的指令周期



- STO R2, (R3)
 - 功能：将寄存器R2内容写入D-cache地址位R3的单元

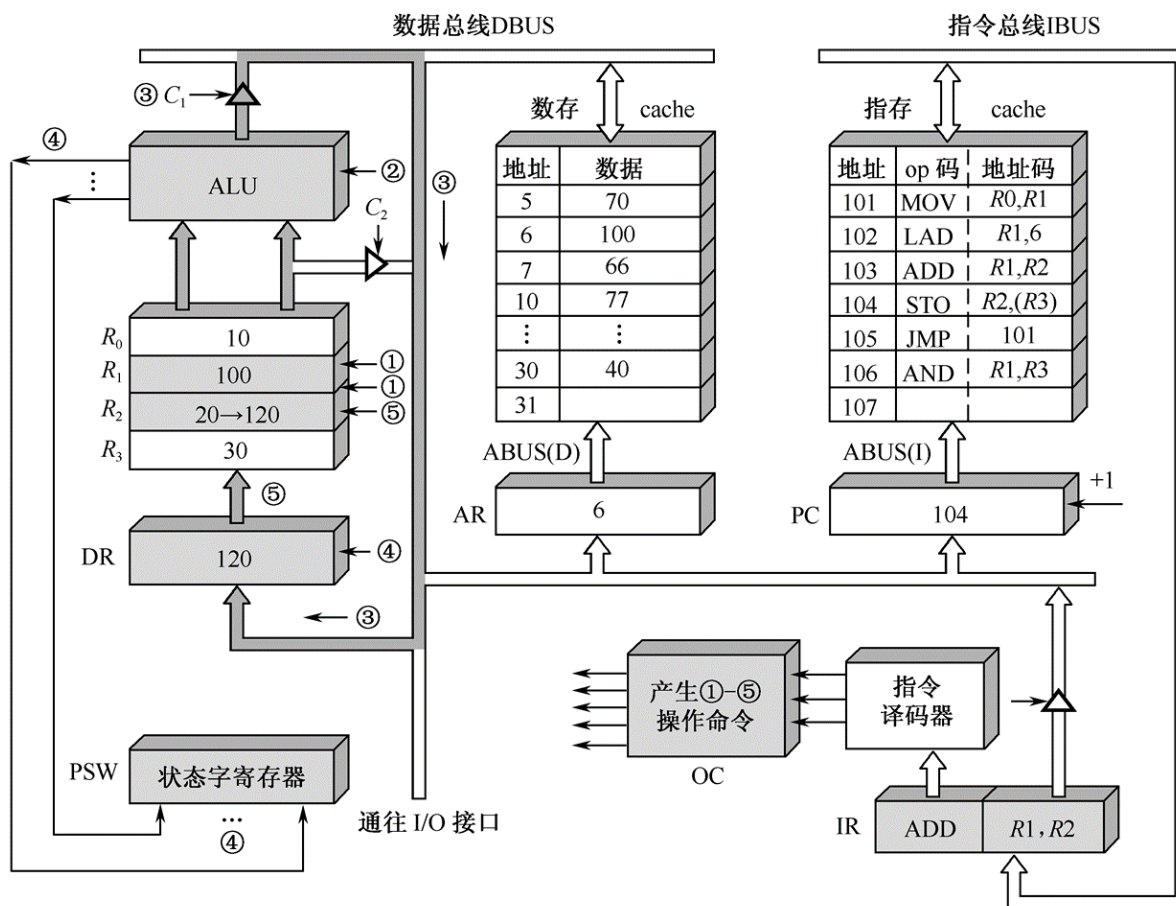
- 指令周期
 - 取指周期
 - 执行周期
 - RS型指令
 - 对比LAD指令



STO指令——执行周期



- 选择R3寄存器
- 打开三态门将数据放至DBUS
- 将地址码打入AR
- 选择通用寄存器R2
- 打开三态门将数据放至DBUS
- 将DBUS数据写入AR，并更新30号单元数据





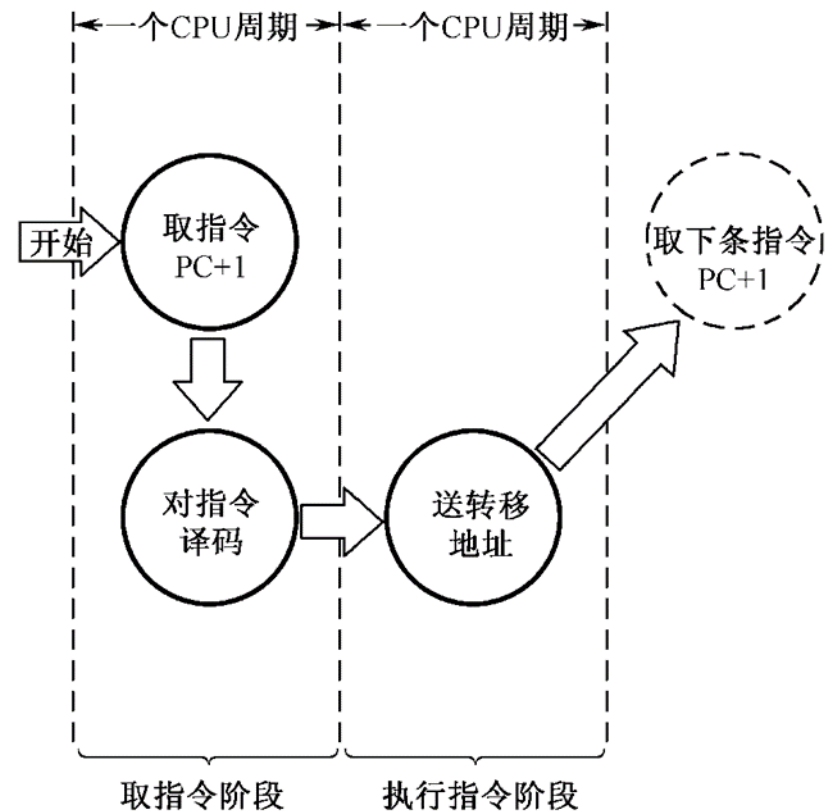
第五章 中央处理器

- 指令周期基本概念
- 典型指令周期
 - MOV指令
 - LAD指令
 - ADD指令
 - STO指令
 - JMP指令
- 方框图表示指令周期



JMP指令的指令周期

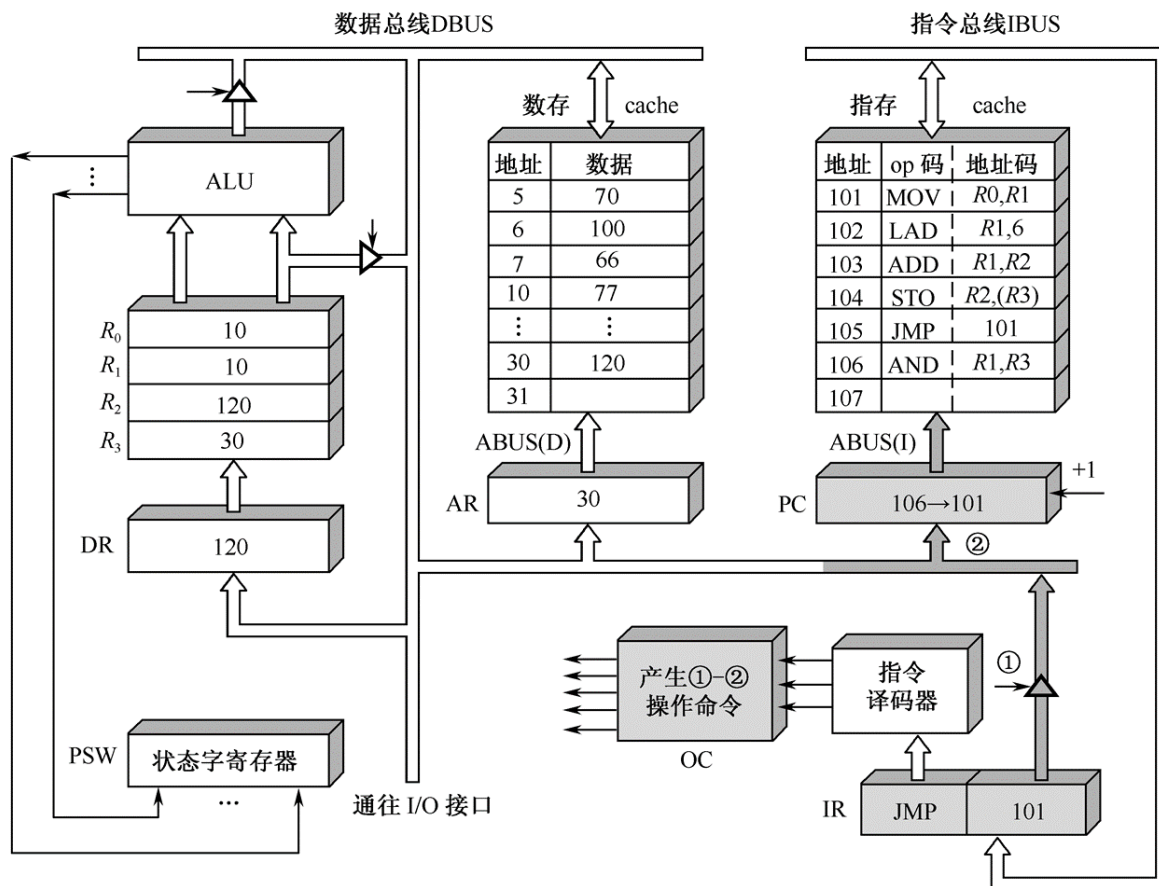
- JMP 101
 - 功能：无条件跳转至PC=101地址继续执行
- 指令周期
 - 取指周期
 - 执行周期

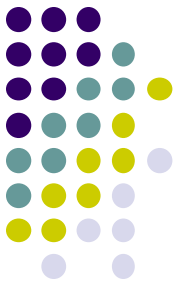


JMP指令——执行周期



- 将IR中地址码101放至DBUS
- 将101打入PC寄存器中，PC更新





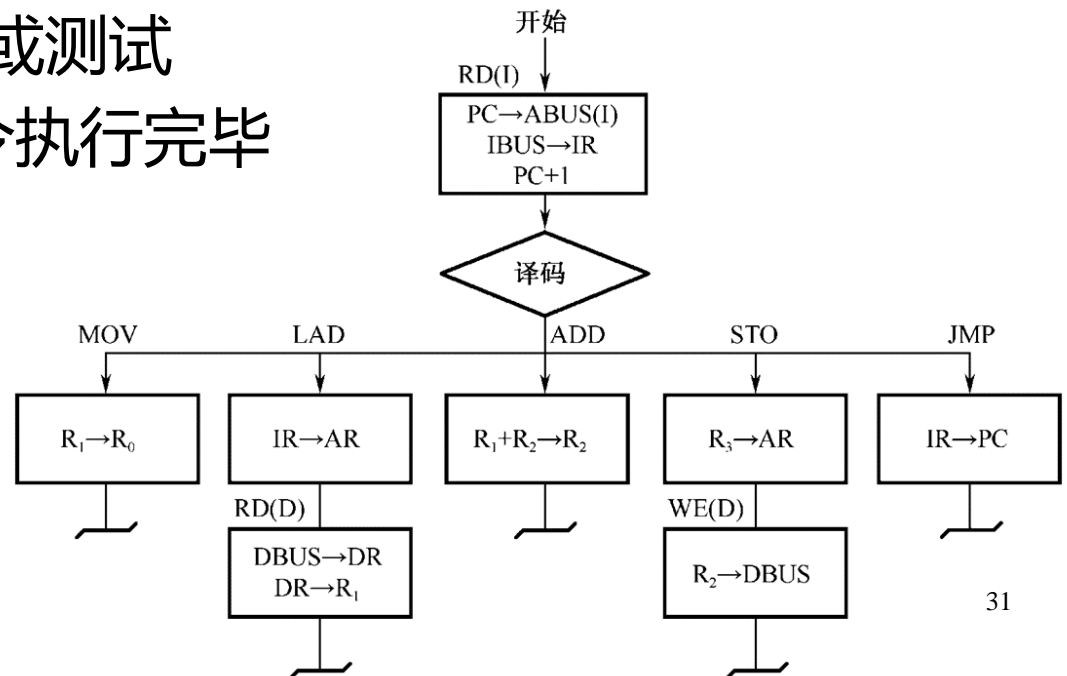
第五章 中央处理器

- 指令周期基本概念
- 典型指令周期
 - MOV指令
 - LAD指令
 - ADD指令
 - STO指令
 - JMP指令
- 方框图表示指令周期



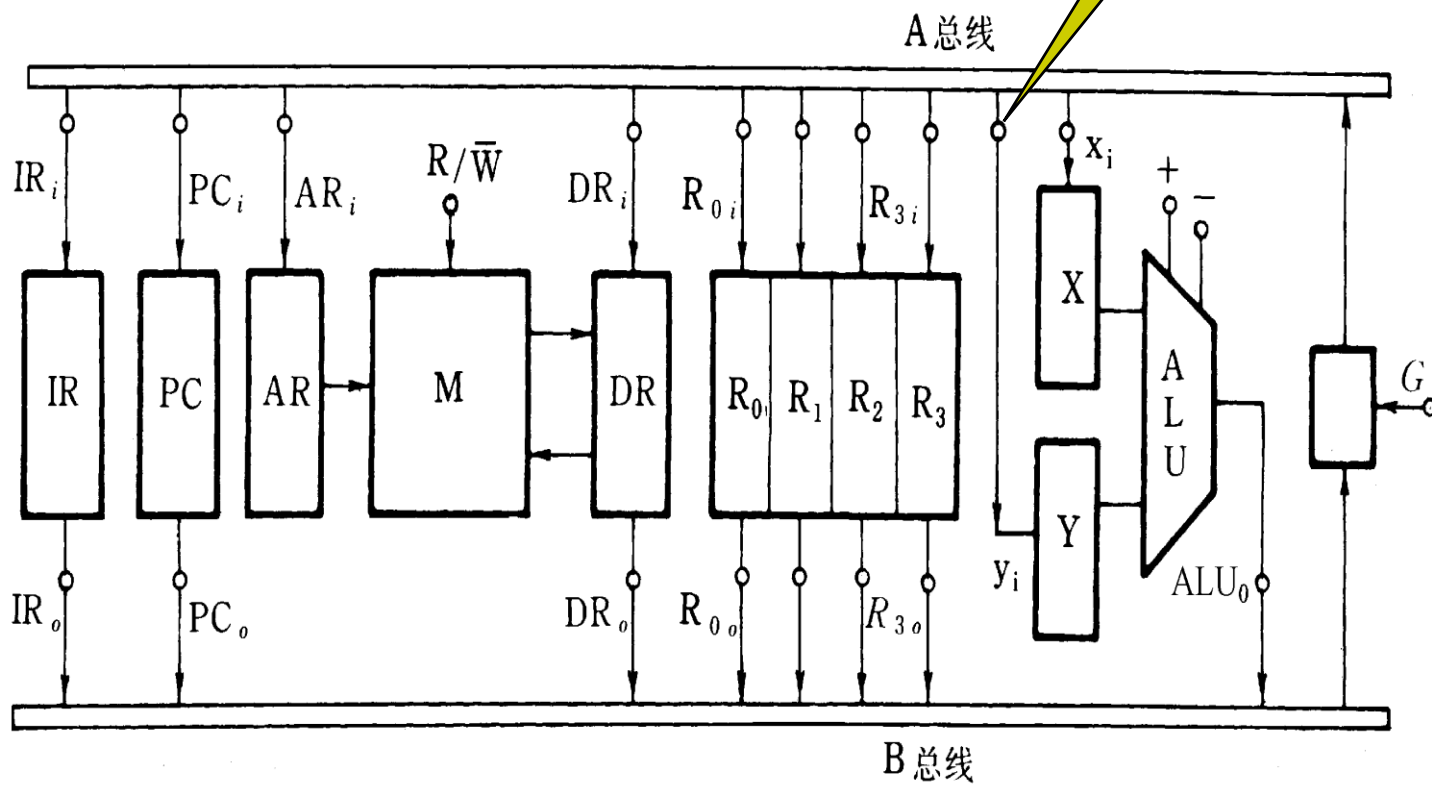
用方框图语言表示的指令周期

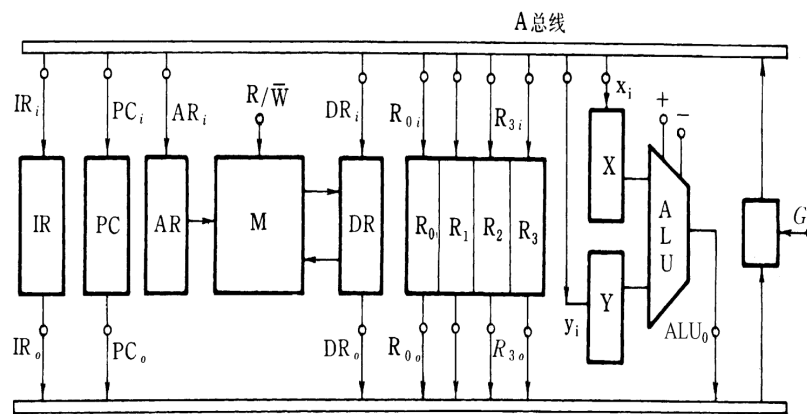
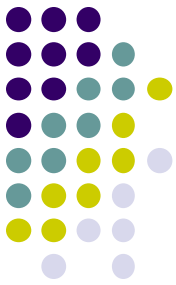
- 画数据通路图过程繁琐
- 引入目的主要是为了教学目的（控制器设计）
 - 方框：代表CPU周期
 - 方框内内容——数据通路操作或控制操作
 - 菱形符号——判别或测试
 - ~——公操作：指令执行完毕
 - 中断处理等



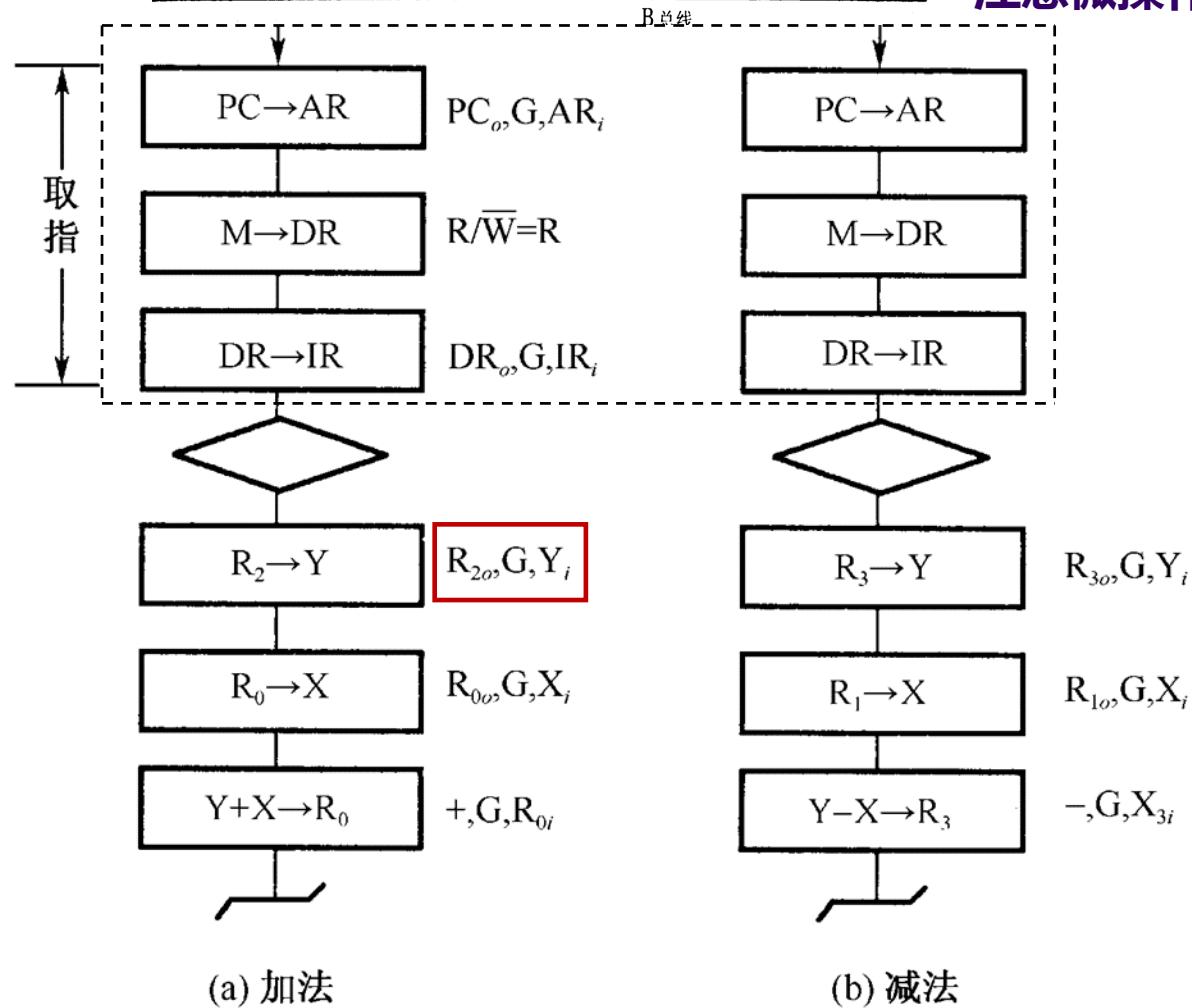
例题

[例1] 双总线结构机器的数据通路图
PC有自增功能、小圈控制信号
ADD R2, R0与SUB R1, R3





注意微操作控制信号



第五章作业



- 5-2, 5-3