

2	I1	2	3	4	5	6
I1	-					
2		-				
3	a1(I1)	RAW	-			
4		a2(I2)		-		
5		a2(I2)	a1(I3)		-	
6				a3(I5)	-	

4. 时钟周期 流水线级数 停顿

1) A	1ns	5	5条指令停1周期
B	0.6ns	12	8 3

考察处理器 A、B 执行同一任务所需的总时间，假定执行的指令数量  $N$  足够大

$$A: T_A = \frac{N}{5} \cdot 1ns + \frac{N}{5} \cdot 1ns = \frac{2N}{5} ns$$

$$B: T_B = \frac{N}{12} \cdot 0.6ns + \frac{N}{8} \cdot 1.8ns = 0.275N \cdot ns$$

$$\text{故 B 相对于 A 的加速比为 } \frac{S_B}{S_A} = \frac{T_A}{T_B} = 1.45$$

2) 分支指令占所有指令的 20%。A 预测错误代价为 2 周期，错误率为 5%，计算 CPI。

CPI 含义为执行单位指令所需的时钟周期数。  

$$= \frac{CPI_{\text{pipe}}}{CPI_{\text{cycle}}}$$

$$A: CPI = \frac{N + k - 1 + \frac{N}{5} \times \frac{1}{20} \times 2 + \frac{N}{5}}{N} = \frac{N + 4 + \frac{1}{20}N}{N} = \frac{\frac{61}{20}N + 4}{N} = \frac{1.22N + 4}{N}$$

$$B: CPI = \frac{N + k - 1 + \frac{N}{5} \times \frac{1}{20} \times 5 + \frac{N}{8} \times 3}{N} = \frac{1.425N + 11}{N}$$



取指 IF 译码 ID 执行 EX 访存 MEM 写回 WB

6. 7. 8.

6.

1) 由 Loop 始对指令从 1~7 标号.

① 2.3 与后读相关, RAW

② 4.7 与后读 RAW

③ 7.1 WAR

④ 7.4 WAR

竖向在同一周期内

sd a1, 0(a2) 含义为将 a1 的值存在内存

2) 周期 1 2 3 4 5 6 7 8

ld a1, 0(a2) IF ID EX MEM WB

caddi a1, a1, 1 IF ID S S EX MEM WB

sd a1, 0(a2) IF S S ID EX MEM WB

caddi a2, a2, 4 IF S S ID EX

sub a4, a3, a2 IF S

bnez a4, Loop IF

(关于列表不是很熟悉)

3.

扫码使用

夸克扫描王



7.

1) 执行顺序如下, 执行完成所有的时钟周期数可以分段计算,  $ld, addi, sd$  三个指令需要 3 个时钟周期,  $addi, sub, bnez$  三个指令需要三个时钟周期, 故单次循环需要 6 个时钟周期, 加上取指和分支预测所需的时钟周期, 共需 8 个

2) 则在第二次循环开始时, 就能立即取到正确的指令, 而不需要等到 WB 完成后才取新指令, 可以节省一个时钟周期的时间, 单次循环需要 5 个时钟周期, 加上取指和分支所需的时间, 共需 7 个时钟周期, 执行完所有循环需周期数为 700.

8.

1) 需要 15 个时钟周期完成一次循环

2) 在没有前馈且需要 2 周期完成 ID 阶段的情况下, 共需要  $5 + 2 \times 4 = 13$  个时钟周期

$$CPI = \frac{13}{4} = 3.25$$

在没有前馈且所有指令都可以单周期完成 ID 阶段的情况下, 共需 5 个时钟周期

$$CPI = \frac{5}{4} = 1.25$$

在引入前馈的情况下, 共需要 5 个时钟周期完成一次循环

$$CPI = \frac{5}{4} = 1.25$$

