

2. I1 I2 I3 I4 I5 I6

I1

I2

I3 WAW RAW

I4 WAW

I5 RAW

I6 RAW

$$3. w) S = \frac{T_A \cdot (CPI)_A}{T_B \cdot (CPI)_B}$$

$$(CPI)_A = \frac{(5 \times 1 + 1)}{5} = 1.2 \text{ cycle}$$

$$(CPI)_B = \left(\frac{12 + \frac{3}{8 \times 12}}{12} \right) = 1.375 \text{ cycle}$$

$$R) S = \frac{1 \times 1.2}{0.6 \times 1.375} = 1.45$$

(2) 原 CPI: A 为 1.2, B 为 1.375

$$(CPI)_A = 20\% \times 5\% \times (1.2 + 2) + (1 - 20\% \times 5\%) \times 1.2 = 1.22$$

$$(CPI)_B = 20\% \times 5\% \times (1.375 + 5) + (1 - 20\% \times 5\%) \times 1.375 = 1.425$$

6. (1) Loop:

ld	a1, 0(a2)	①
addi	a1, a1, 1	②
sd	a1, 0(a2)	③
addi	a2, a2, 4	④
sub	a4, a3, a2	⑤
bnez	a4, Loop	⑥

① ② ③ ④ ⑤ ⑥

①

WAW

② RAW

③ RAW

④

RAW
~~WAW~~

⑤

RAW

⑥

RAW
~~WAW~~

(2)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 ~~20~~

① IF ID EX MEM WB

② IF ID S S EX MEM WB

③ IF S S ID S S EX MEM WB

④ IF S S ID S S EX MEM WB

⑤ IF S S ID S S EX MEM WB

⑥ IF S S ID S S EX MEM WB

完成一次循环共需 20 个周期

7. (1) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

① IF ID EX MEM WB

② IF ID S EX MEM WB

③ IF S ID EX MEM WB

④ IF ID ~~EX~~ S EX WB

⑤ IF S ID EX MEM WB

⑥ IF ID EX MEM WB

一共需要12个周期

(2) 若跳转正确, 则在第8个周期跳转.

跳转预测在IF级, 则第8个周期发生跳转.

若预测正确, 共花8个周期.

若预测错误, 在EX级发现真实结果与预测不符, 花费¹⁶个周期.

重新取指, 多花费一轮时间

平均花费12个周期

8. ⁽¹⁾ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

① IF1 IF2 ID1 ID2 EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

② IF1 IF2 ID1 ID2 S S S EX1 EX2 ~~M1~~ ~~M2~~ WB1 WB2

③ IF1 IF2 ID1 S S S ID2 S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

④ IF1 IF2 S S S ID1 S ID2 S S S EX1 EX2 ~~M1~~ ~~M2~~ WB1 WB2

⑤ IF1 S S S IF2 S ID1 S S S ID2 S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

⑥ IF1 S IF2 S S S ID1 S ID2 S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

共需要24个周期

12) T6: $CPI = \frac{20}{6} = 3.33$

T7: $CPI = \frac{12}{6} = 2$

T8: $CPI = \frac{24}{6} = 4$

2. 同构

19. (1)	add	addi	ld	sd	bne	jal	jalr
是否需要2周期	是	是	否	是	否	否	是

(2) 指令分别作①②③④⑤

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

① IF ID EX MEM WB

② IF ID1 ID2 ~~S~~ EX MEM WB

③ IF ID1 S ID2 EX MEM WB

④ IF S ID1 ID2 EX MEM WB

⑤ IF ID S S EX MEM WB

单次迭代需要12个周期

(3) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

① IF ID EX MEM WB

② IF ID EX MEM WB

③ IF ID1 ID2 EX MEM WB

④ IF ID1 ID2 EX MEM WB

⑤ IF ID ~~S~~ ~~EX~~ EX MEM WB

需要10个周期