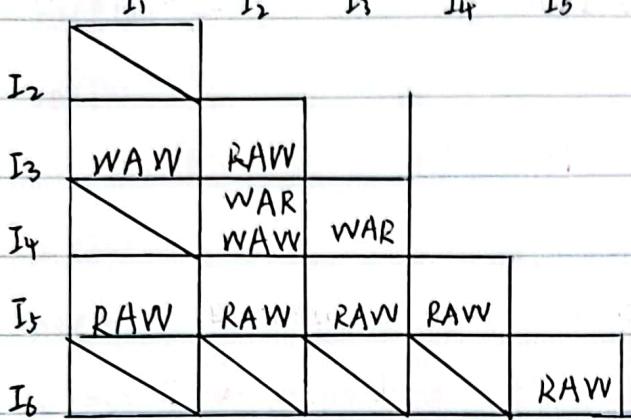


2.



4.(1) A: 7 ns  
B: 2.75 ns  
指令数:

处理器A执行5个指令需要  $5+5-1+1=10$  个周期，平均1个指令耗时  $\frac{1}{5} \cdot 10 \cdot 1\text{ns} = 2\text{ns}$

B执行8个指令需要  $12+8-1+3=22$  个周期，平均1个指令耗时  $\frac{1}{8} \cdot 22 \cdot 0.6\text{ns} = 1.65\text{ns}$

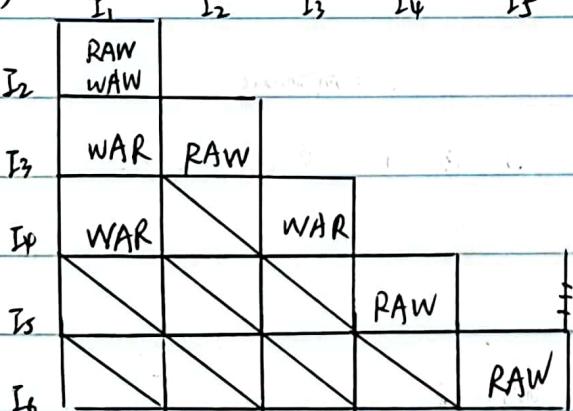
$$\text{加速比} = \frac{2\text{ns}}{1.65\text{ns}} \approx 1.21$$

(2) 错误预测:  $20\% \times 5\% = 1\%$

$$CPI_A = \frac{99\% \cdot 10 + 1\% \cdot (10+2)}{5} = 2.004$$

$$CPI_B = \frac{99\% \cdot 22 + 1\% \cdot (22+5)}{8} = 2.756$$

6. (1)



(2)

(2) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17<sup>18</sup>

Loop: (d a1, 0(a2)) IF ID EX MEM WB

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

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

addi a2, a2, 4 IF S S ID EX MEM WB

sub a4, a3, a2 IF ID S S EX MEM WB

bnez a4, Loop IF S S ID S S EX MEM WB

共计 18 个时钟周期

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

IF ID EX MEM WB

IF ID S EX MEM WB

IF S ID EX MEM WB

IF ID EX MEM WB

IF ID EX MEM WB

IF ID EX MEM WB

共计 11 个时钟周期

IF

IF

(2) 即如果预测成功，将在 I6 的 ID 周期取新指令，因此共计 7 个时钟周期

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

IF1 IF2 ID1 ID2 EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

IF1 IF2 ID1 ID2 S S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2 成功预测共 10 个周期

IF1 IF2 ID1 S S ID2 S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2 预测失败共 21 个周期

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

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

IF1 (静态预测)

IF1 (预测失败)

$$(2) 6\text{题中 } CPI = \frac{18}{6} = 3$$

7题中  $A_4$  值为 96, 92, ..., 8, 4, 0, 24个 loop 发生跳转, 1个 loop 不跳转

$$CPI = \frac{11 \cdot 1 + 7 \cdot 24}{6 \cdot 25} = 1.19$$

8题中 同理有 24个 loop 发生跳转, 1个 loop 不跳转

$$CPI = \frac{21 \cdot 1 + 10 \cdot 24}{6 \cdot 25} = 1.74$$

19. (1) add addi ld sd bne jal jalr

是否需要 是 否 否 否 是 否 否  
2个周期?

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

Loop: lw  $A_4, 0(A_3)$  IF ID EX MEM WB

addw  $A_1, A_4, A_1$  IF ID DD S EX MEM WB

addiw  $A_2, A_2, -1$  IF ID S S EX MEM WB

addiw  $A_3, A_3, 4$  IF S S ID EX MEM WB

bneq  $A_2, Loop$  IF ID S EX MEM WB

共计12个周期

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

(3) IF ID EX MEM WB

IF ID S EX MEM WB

IF S DD EX MEM WB

IF ID EX MEM WB

IF IP EX MEM WB

共计10个周期