

2. $I_1 \quad I_2 \quad I_3 \quad I_4 \quad I_5 \quad I_6$

I_1 -

I_2 -

I_3 WAW RAW -

I_4 WAW, WAR WAR -

I_5 RAW RAW RAW RAW -

I_6 WAW -

4. (1) 处理器B相比A的加速比

$$S = \frac{T_A}{T_B} = \frac{(N+4+\frac{N}{2}) \times 1}{(N+1+\frac{N}{2}) \times \frac{1}{2}} = \frac{16}{11}$$

(2) 处理器A的 CPI: $CPI_A = \frac{N+4+\frac{N}{2} + 16 \times 2}{N} \approx 1.22$

处理器B的 CPI: $CPI_B = \frac{N+1+\frac{N}{2} + 16 \times 5}{N} \approx 1.425$

6. (1) $ld \quad a_1, 0(a_2)$

a_1 不会发生

$addi \quad a_1, a_1, 1$

a_1 可能发生 WAW RAW

$sd \quad a_1, 0(a_2)$

a_1 可能发生 WAW, WAR

$addi \quad a_2, a_2, 4$

a_2 可能发生 WAR

$sub \quad a_4, a_3, a_2$

a_2 可能发生 RAW

$bnez \quad a_4, Loop$

a_4 可能发生 WAW

12) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

ld IF ID EX MEM WB
 add IF ID S S EX MEM WB
 sd IF S S ID EX MEM WB
 addi IF ID EX MEM WB
 sub IF ID S EX MEM WB
 bnez IF ID S S S EX MEM WB

因为共 25 次循环 每次循环 13 个时钟周期
 故共需 325 个时钟周期

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

ld IF ID EX MEM WB
 addi IF ID S EX MEM WB
 sd IF S ID EX MEM WB
 addi IF ID EX MEM WB
 sub IF ID EX MEM WB
 bnez IF ID EX MEM WB

每次循环共 11 个周期，共需 265 个周期。

12) 若有分支预测器，则在 bnez 指令的 ID 阶段可以执行 ld 的 IF 指令

8) 共需 $(11-4) \times 25 + 4 = 179$ 个周期

8. 1) 1 2 3 4

ld IF, IF₂ ID, IF₁
 addi IF₁ IF₂
 sd IF₁
 addi
 sub
 bnez

一个循环包括 13 个

2) $CPI_{T6} = \frac{13}{6}$

$CPI_{T11} =$

$CPI_{T12} =$

$CPI_8 =$

19. 1) 是否需

2)

lw

addi

addi

addi

b

re

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

ld IF₁ IF₂ ID₁ ID₂ EX₁ EX₂ M₁ M₂ WB₁ WB₂

addi IF₁ IF₂ ID₁ ID₂ S₁ S₂ S₃ EX₁ EX₂ M₁ M₂ WB₁ WB₂

sd IF₁ IF₂ ID₁ S₁ S₂ S₃ ID₂ EX₁ EX₂ M₁ M₂ WB₁ WB₂

addi IF₁ IF₂ ID₁ ID₂ EX₁ EX₂ M₁ M₂ WB₁ WB₂

sub IF₁ IF₂ ID₁ ID₂ S₁ S₂ EX₁ EX₂ M₁ M₂ WB₁ WB₂

bnez IF₁ IF₂ ID₁ ID₂ S₁ S₂ S₃ EX₁ EX₂ M₁ M₂ WB₁ WB₂

一个循环包括18个周期, 共 $6 \times 18 + 9 = 117$ 个周期

$$(2) \text{ CPI}_{T6} = \frac{13}{6}$$

$$\text{CPI}_{T(1)} = \frac{11}{6}$$

$$\text{CPI}_{T(2)} = \frac{179}{150}$$

$$\text{CPI}_8 = \frac{117}{18}$$

19. 1, add addi ld sd bne jal jalr

是否需要2周期? ☒ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☒

(2) 1

lw IF ID EX MEM WB

addw IF S S S ID₁ ID₂ EX MEM WB 1.

addiw S S S IF S ID EX MEM WB

addiw IF S ID EX MEM WB

bnez IF S S S ID

需要15个周期

bnez

3)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
lw	IF	Id	EX	MEM	WB										
addw		IF	S	S	ID	EX	MEM	WB							
addiw			S	S	IF	ID	EX	^{MEM} EX WB							
addiw						IF	ID	EX	MEM	WB					
bnez									IF	ID	EX	MEM	WB		

需要 12 个周期