

	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆
$\frac{1}{I_2: 2}$	/	/	/	/	/	/
I ₁	-	/	/	/	/	/
I ₂	/	-	/	/	/	/
I ₃	WAN	RAW	-	/	/	/
I ₄	/	WAN	WAR	-	/	/
I ₅	RAW	RAW	RAW	RAW	-	/
I ₆	/	/	/	/	RAW	-

4.(1) 处理器A 执行N条指令所用时间 $T_A = N + \frac{N}{5} \cdot 1 = 1.2N \text{ ns}$

处理器B 执行N条指令所用时间 $T_B = 0.6N + \frac{N}{8} \cdot 3 \cdot 0.6 = 0.825N \cdot \text{ns}$

$$\text{吞吐比 } S = \frac{T_A}{T_B} = \frac{1.2N}{0.825N} \approx 1.45$$

(2) 处理器A: CPI_A = $1.2 \times (80\% + 20\% \times 95\%) + (1.2+2) \times (20\% \times 5\%) = 1.22$

处理器B: CPI_B = $1.375 \times (80\% + 20\% \times 95\%) + (1.375+5) \times (20\% \times 5\%) = 1.425$

6.(1) ld和addi指令中的寄存器 a₁, 可能导致 RAW 类型数据冲突

addi 和 sd 指令中的寄存器 a₁, 可能导致 RAW 类型数据冲突

addi 自身指令中的寄存器 a₂, 可能导致 WAR 类型数据冲突

addi 和 sub 指令中的寄存器 a₂, 可能导致 RAW 冲突

sub 和 bneq 指令中的寄存器 a₄, 可能导致 RAW 冲突

ld 和 sd 指令中的寄存器 a₁, 可能导致 RAW 冲突

(2) 时序见附图1, 周期数: $25 \times 18 = 450$ (个) (每次 a₂+4, 故需 25 次才能不每次 18 个周期)

第6题	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ld a1.0(a2)	IF	ID	EX	MEM	WB													
addi a1.a1.1	IF	ID	S	EX	MEM	WB												
sd a1.0(a2)		IF	S	ID	S	EX	MEM	WB										
addi a2.a2.4		S	S	IF	S	ID	EX	MEM	WB									
sub a4.a3.a2		S	S	S	S	IF	ID	S	S	EX	MEM	WB						
bneq a4Loop		S	S	S	IF	ID	S	S	S	EX	MEM	WB						

附图 1: 第 6 题执行时序表

7(1) 时序见附图2, 完成一次循环要11个周期, 共需 $25 \times 11 = 275$ (个) 时钟周期.

(2) 那在第7个周期进行分支预测, 第8个周期开启第二次循环, 共需 $25 \times 7 + 4 = 179$ (个) 时钟周期.

8(1) 时序见附图3, 完成一次循环不要11个周期, 在第9个周期进行分支预测, 在第11周期开启第二次循环.

但由于在第一次循环第13和15个周期有stall发生, 放在第2~4次循环, 每次净使用12个周期

共需 $10 + 12 \times 23 + 21 + 2 = 309$ (个) 时钟周期.

(2) CPI: 第6题: $CPI = \frac{450}{25 \times 6} = 3$

第7题(1): $CPI = \frac{375}{150} = \frac{11}{6} \approx 1.83$ 第7题(2): $CPI = \frac{179}{150} \approx 1.19$

第8题: $CPI = \frac{309}{150} = 2.06$

19(1) add addi ld sd bne jal jalr

是否需要 2周期 是 否 否 是 否 是 否 否 否

(2) 时序见附图4, 周期数为12.

(3) 时序见附图3, 周期数为10.

第7题	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ld a1,0(a2)	IF	ID	EX	MEM	WB						
addi a1,a1,1		IF	ID	S	EX	MEM	WB				
sd a1,0(a2)			IF	S	ID	EX	MEM	WB			
addi a2,a2,4				S	IF	ID	EX	MEM	WB		
sub a4,a3,a2					S	IF	ID	EX	MEM	WB	
bneq a4,Loop						S	IF	ID	EX	MEM	WB

附图 2: 第 7 题时序表

第8题	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
ld a1,0(a2)	IF1	IF2	ID1	ID2	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2											
addi a1,a1,1		IF1	IF2	ID1	S	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2									
sd a1,0(a2)			IF1	IF2	ID1	S	S	ID2	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2						
addi a2,a2,4				IF1	IF2	S	S	ID1	S	ID2	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2					
sub a4,a3,a2					IF1	S	S	ID2	S	ID1	EX2	M1	M2	WB1	WB2						
bneq a4,Loop						S	S	ID1	S	ID2	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2				

附图 3: 第 8 题时序表

第19题 (2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
lw a4,0(a3)	IF	ID	EX	MEM	WB							
addw a1,a4,a1		IF	ID1	ID2	S	MEM	WB					
addiw a2,a2,-1			IF	S	S	ID	EX	MEM	WB			
addiw a3,a3,4				S	S	IF	ID	EX	MEM	WB		
bneq a2,Loop					S	IF	ID	EX	MEM	WB		

附图 4: 第 19 题 (2) 时序表

第19题 (3)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
lw a4,0(a3)	IF	ID	EX	MEM	WB					
addw a1,a4,a1		IF	ID	S	EX	MEM	WB			
addiw a2,a2,-1			IF	S	ID	EX	MEM	WB		
addiw a3,a3,4				S	IF	ID	MEM	EX	WB	
bneq a2,Loop					S	IF	ID	EX	MEM	WB

附图 5: 第 19 题 (3) 时序表