

	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆
$\frac{1}{2} \times 2$						
I ₁	-	/	/	/	/	/
I ₂	/	-	/	/	/	/
I ₃	WAW	RAW	-	/	/	/
I ₄	/	WAW	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 $T_B = 0.6N + \frac{N}{8} \cdot 3 \cdot 0.6 = 0.825N \cdot \text{ns}$

∴ 加速比 $S = \frac{T_A}{T_B} = \frac{1.2N}{0.825N} \approx 1.45$

(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类数据冲突

addi和sd指令中的寄存器a₁, 可能导致RAW类数据冲突

addi自身指令中的寄存器a₂, 可能导致WAR类数据冲突

addi和sub指令中的寄存器a₂, 可能导致RAW冲突

sub和bne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次循环, 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	s	EX	MEM	WB										
sd a1,0(a2)			IF	s	s	ID	s	s	EX	MEM	WB							
addi a2,a2,4				s	s	IF	s	s	ID	EX	MEM	WB						
sub a4,a3,a2					s	s	s	s	IF	ID	s	s	EX	MEM	WB			
bneq a4,Loop					s	s	s	s	ID	ID	s	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, 完成一次循环要21个周期, 在第9个周期进行分支预测, 在第11个周期开启第二次循环.

但由于第一次循环第13和15个周期有stall发生, 故在第2~24循环, 每次净使用12个周期.

\therefore 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): $CPI = \frac{275}{150} = \frac{11}{6} \approx 1.83$ 第7题(2): $CPI = \frac{179}{150} \approx 1.19$

第8题: $CPI = \frac{309}{150} = 2.06$

9(1)

add	addi	ld	sd	bne	jal	jalr
是	否	否	否	是	否	否
需要						
2个周期						

(2) 时序见附图4, 周期数为12.

(3) 时序见附图5, 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	ID2	s	s	s	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2							
sd a1,0(a2)			IF1	IF2	ID1	s	s	s	ID2	s	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2					
addi a2,a2,4				IF1	IF2	s	s	s	ID1	s	ID2	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2				
sub a4,a3,a2					IF1	s	s	s	IF2	s	ID1	ID2	s	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2		
bneq a4,Loop						s	s	s	IF1	s	IF2	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		
bnez a2,Loop					s	s	IF	ID	s	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	
bnez a2,Loop					s	IF	ID	EX	MEM	WB

附图5: 第19题 (3) 时序表