

2. I ₂					
I ₃	WAW	RAW			
I ₄		WAW WAR	WAR		
I ₅			RAW	RAW	
I ₆					RAW
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅

$$4. (1) CPI_A = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N + 5 - 1 + \frac{N}{5}}{N} = 1.2$$

$$CPI_B = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N + 12 - 1 + \frac{3}{8}N}{N} = 1.375$$

加速比 $S = \frac{T_A \cdot CPI_B}{T_B \cdot CPI_A} = 1.45$

$$(2) CPI_A = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} (N + 5 - 1 + \frac{N}{5} + 0.2 \times N \times 0.05 \times 2) \\ = 1.22$$

$$CPI_B = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} (N + 12 - 1 + \frac{3}{8}N + 0.2 \times N \times 0.05 \times 5) \\ = 1.425$$

6. (1) addi a1, a1, 1 和 ld a1, 0(a2) 可能有 RAW 冲突

sd a1, 0(a2) 和 addi a1, a1, 1 有 RAW 冲突

sub a4, a3, a2 和 addi a2, a2, 4 有 RAW 冲突

bneq a4, Loop 和 sub a4, a3, a2 有 RAW 冲突

addi a2, a2, 4 和 sd a1, 0(a2) 可能有 WAR 冲突

(2) 一次循环如下页表格所示，需 18 周期

根据代码，Loop 将被循环执行 $100 \div 4 = 25$ 次

共需 $18 \times 25 = 450$ 个周期



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

老做第7题了，补在后一页

8. (1)	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	ID2	S	ID1	ID2	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2		
bneq a4, loop						IF1	S	IF2	ID1	S	ID2	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2			

分支预测器固定预测跳转，故下一循环的 ld a1, 0(a2) 可紧随分支指令执行，且不会产生冲突。

bneq a4, loop IF1 S IF2 ID1 S ID2 S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

ld a1, 0(a2) IF1 IF2 S ID1 S ID2 EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2

addi a1, a1, 1 IF1 S IF2 S ID1 ID2 S S S EX1 EX2 ..

插入 ld a1, 0(a2) 取指计算，首次耗时 10 周期，此后每次耗时 12 周期。

最后一次分支预测错误，但指令已完成执行，不影响执行时间。

共需 $10 + 12 \times 24 = 298$ 个周期。

$$(2) CPI_6 = \frac{450}{6 \times 25} = 3 \quad CPI_{7(1)} = \frac{275}{6 \times 25} = 1.83 \quad CPI_{7(2)} = \frac{175}{6 \times 25} = 1.17$$

$$CPI_8 = \frac{298}{6 \times 25} = 1.99$$



7.(1)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	完整执行需 $11 \times 25 = 275$ 周期.
	ld a1, 0(a2)	IF	ID	EX	MEM	WB							
	addi a1, a1, 1	IF	ID	S	EX	MEM	WB						(2) 从第8周期开始进入下一循环，每循环耗时7周期。
	sd a1, 0(a2)	IF	S	ID	EX	MEM	WB						
	addi a2, a2, 4				IF	ID	EX	MEM	WB				最后一次分支预测错误，但程序段已结束，不影响执行时间。
	sub a9, a3, a2					IF	ID	EX	MEM	WB			
	bneq a4, loop						IF	ID	EX	MEM	WB		完整执行需 $7 \times 25 = 175$ 周期

19(1) add addi ld sd bne jal jalr

是 否 否 是 是 否 否 否

(2)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	lw a4, 0(a3)	IF	ID	EX	MEM	WB								单次迭代需 12 周期
	addw a1, a4, a1	IF	ID	ID	S	EX	MEM	WB						
	addiw a2, a2, -1			IF	S	S	ID	EX	MEM	WB				
	addiw a3, a3, 4						IF	ID	EX	MEM	WB			
	bneq a2, Loop							IF	ID	ID	EX	MEM	WB	

(3)

(3)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	lw a4, 0(a3)	IF	ID	EX	MEM	WB							单次迭代需 10 周期。
	addw a1, a4, a1	IF	ID	S	EX	MEM	WB						
	addiw a2, a2, -1			IF	S	ID	EX	MEM	WB				
	addiw a3, a3, 4						IF	ID	EX	MEM	WB		
	bneq a2, loop							IF	ID	EX	MEM	WB	

