

1. I_1 I_2 I_3 I_4 I_5 I_6

2.

I_1					
I_2					
I_3	WAW	RAW			
I_4		WAW	WAR		
I_5	RAW	RAW	RAW	RAW	
I_6					WAW
	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5 I_6

$$4. (1) CPI_A = \frac{N+4+\frac{N}{5}}{N} \rightarrow \frac{6}{5}$$

$$CPI_B = \frac{N+11+\frac{3}{8}N}{N} \rightarrow \frac{11}{8}$$

$$\text{加速比} a = \frac{T_A \times CPI_A}{T_B \times CPI_B} = \frac{1}{0.6} \times \frac{\frac{6}{5}}{\frac{11}{8}} = 1.45$$

$$(2) CPI_A = \frac{N+4+2 \times N \times 20\% \times 5\%}{N} \rightarrow 1.02$$

$$CPI_B = \frac{N+11+5 \times N \times 20\% \times 5\%}{N} \rightarrow 1.05$$

6. (1) 编号: I_1 ld $a1, 0(a2)$

I_2 $addi$ $a1, a1, 1$

I_3 sd $a1, 0(a2)$

I_4 $addi$ $a2, a2, 4$

I_5 sub $a4, a3, a2$

I_6 $bnez$ $a4, Loop$

① I_2 操作数 $a1$ 来自 I_1 指令写入的 $a1$, 可能造成 RAW 冲突

② I_3 存入内存的 $a1$ 来自 I_2 的计算结果 $a1$, 可能造成 RAW 冲突.

③ I_1 、 I_3 用到的内存地址 $a2$ 来自 I_4 计算结果, 可能造成 RAW 冲突.

④ I_5 的操作数 $a2$ 来自 I_4 计算结果, 可能造成 RAW 冲突.

⑤ I_6 操作数 $a4$ 来自 I_5 计算结果, 可能造成 RAW 冲突.

(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
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	EX	S	MEM	WB							
addi a2, a2, 4						IF	ID	S	EX	MEM	WB						
sub a4, a3, a2							IF	S	ID	S	S	EX	MEM	WB			
bnez a4, Loop								IF	S	S	S	ID	S	S	EX	MEM	WB

一个循环需17个周期

每个循环 a2+4 后 a4 = 100 - a2

$$\therefore a4 = 100 - 4n$$

$$n = 25$$

\therefore 整个循环共需 $17 \times 25 = 425$ 个周期。

7. (1)	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					IF	ID	EX	MEM	WB		
sub a4, a3, a2						IF	ID	EX	MEM	WB	
bnez a4, Loop							IF	ID	EX	MEM	WB

一个循环11个周期

\therefore 整个循环共需 $11 \times 25 = 275$ 个周期。

(2) 前24次循环所需周期可减少至7个周期

\therefore 整个循环需 $7 \times 24 + 11 = 179$ 个周期。

8.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
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	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2							
addi a2, a2, 4				IF1	IF2	S	S	S	ID1	ID2	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2						
sub a4, a3, a2					IF1	S	S	S	IF2	ID1	ID2	S	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2			
bne a4, loop									IF1	IF2	ID1	S	S	ID2	S	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2

共22个周期，因含静态分支预测，前24个循环为9个周期

共 $9 \times 24 + 22 = 238$ 个周期

12) 第6题: $CPI = \frac{17}{6} = 2.83$

第7题: 无预测 $CPI = \frac{11}{6} = 1.83$

有预测 $CPI = \frac{178}{25 \times 6} = 1.19$

第8题: $CPI = \frac{238}{25 \times 6} = 1.59$

9. (1) add addi ld sd bne jal jalr
 是 否 是 是 是 否 是

(2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
lw a4, 0(a3)	IF	ID	ID	EX	M	WB										
addw a1, a4, a1		IF	S	ID	S	S	ID	EX	M	WB						
addiw a2, a2, -1				IF	S	S	IF	ID	EX	M	WB					
addiw a3, a3, 4								IF	ID	EX	M	WB				
bnez a2, Loop									IF	S	S	S	ID	EX	M	WB

单循环需 16 周期

(8)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
lw a4, 0(a3)	IF	ID	ID	EX	M	WB						
addw a1, a4, a1		IF	S	ID	S	S	EX	M	WB			
addiw a2, a2, -1				IF	S	S	ID	EX	M	WB		
addiw a3, a3, 4							IF	ID	EX	M	WB	
bnez a2, Loop								IF	ID	EX	M	WB

单循环需 12 周期。