

2. 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) 编译: 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 因为内存地址 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)	ZF	LD	EX	MEM	WB												
addi a1, a1, 1	ZF	LD	S	S	EX	MEM	WB										
sd a1, 0(a2)	ZF	S	S	ID	EX	S	MEM	WB									
addi a2, a2, 4				ZF	LD	S	EX	MEM	WB								
sub a4, a3, a2					ZF	S	ID	S	S	EX	MEM	WB					
bneq a4, Loop						ZF	S	S	ID	S	S	EX	MEM	WB			

一个循环需 17 个周期

每循环 $a2 + 4 - a4 = 100 - a2$

$$\therefore a_4 = 100 - 4n$$

$$n=25$$

∴ 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)	ZF	LD	EX	MEM	WB												
addi a1, a1, 1	ZF	LD	S	EX	MEM	WB											
sd a1, 0(a2)	ZF	S	ID	EX	MEM	WB											
addi a2, a2, 4			ZF	LD	EX	MEM	WB										
sub a4, a3, a2				ZF	LD	EX	MEM	WB									
bneq a4, Loop					ZF	LD	EX	MEM	WB								

一个循环 11 个周期

∴ 整个循环共 $11 \times 25 = 275$ 个周期.

(2) 前 24 次循环所需周期可减少至 7 个周期

∴ 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)	ZFI	ZF2	ZD1	ID2	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2												
addi a1,a1,1	ZFI	ZF2	ZD1	ID2	S	S	S	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2								
sd a1,0(a2)	ZFI	ZF2	ZD1	S	S	S	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2									
addi a2,a2,4	ZFI	ZF2	S	S	S	S	ZD1	ZD2	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2								
sub a4,a3,a2	ZFI	S	S	S	S	S	ZF2	ZD1	ZD2	S	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2					
bneq a4,loop	ZFI	ZF2	ZD1	S	S	S	ZD2	S	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2							

共22个周期，包含静态分支预测，前24个循环为9个周期

共 $9 \times 24 + 22 = 238$ 个周期

(2) 第6题: $CPI = \frac{17}{6} = 2.83$

第7题: 无预测 $CPI = \frac{11}{6} = 1.83$

有预测 $CPI = \frac{179}{25 \times 6} = 1.19$

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)	ZF	ZD	ZD	EX	M	WB										
addw a1,a4,a1	ZF	S	ID	S	S	ZD	EX	M	WB							
addiw a2,a2,-1		ZF	S	S	S	ZF	ID	EX	M	WB						
addiw a3,a3,4							ZF	ZD	EX	M	WB					
bnez a2,Loop							ZF	S	S	S	ZD	EX	M	WB		

单循坏需 16 周期

(3)

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

单循坏需 12 周期.