

2.

	I1	I2	I3	I4	I5	I6
I1	-					
I2		-				
I3	RAW	RAW	-			
I4		WAW	WAR	-		
I5	RAW	RAW	RAR	RAW	-	
I6					WAW	-

4. (1) A: $T=1ns$ $CPI=\frac{5}{6}$ 加速66为 $\frac{1 \times \frac{5}{6}}{0.6 \times \frac{8}{11}} = \frac{275}{144}$
 B: $T=0.6ns$ $CPI=\frac{8}{11}$

(2) A: $5 \times 20\% \times 5\% \times 2 = 0.1$ 相当于每5条指令多1.1个周期, $CPI = \frac{50}{61}$
 B: $8 \times 20\% \times 5\% \times 5 = 0.4$ 相当于每8条指令多3.4个周期, $CPI = \frac{80}{114} = \frac{40}{57}$

6. (1) `addi a1, a1, 1` 可能有 RAW, WAW 冲突
`sd a1, 0(a2)` 可能有 RAW 冲突
`addi a2, a2, 4` 可能有 WAR 冲突
`sub a4, a3, a2` 可能有 RAW 冲突

(2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<code>ld a1, 0(a2)</code>	IF	ID	EX	MEM	WB													
<code>addi a1, a1, 1</code>		IF	ID	s	s	EX	MEM	WB										
<code>sd a1, 0(a2)</code>			IF	s	s	ID	s	s	EX	MEM	WB							
<code>addi a2, a2, 4</code>						IF	s	s	ID	EX	MEM	WB						
<code>sub a4, a3, a2</code>									IF	ID	s	s	EX	MEM	WB			
<code>bnez a4, loop</code>										IF	s	s	ID	s	s	EX	MEM	WB

共执行 25 次, 共 $25 \times 18 = 450$ 个周期

7. (1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<code>ld a1, 0(a2)</code>	IF	ID	EX	MEM	WB						
<code>addi a1, a1, 1</code>		IF	ID	s	EX	MEM	WB				
<code>sd a1, 0(a2)</code>			IF	s	ID	EX	MEM	WB			
<code>addi a2, a2, 4</code>					IF	ID	EX	MEM	WB		
<code>sub a4, a3, a2</code>						IF	ID	EX	MEM	WB	
<code>bnez a4, loop</code>							IF	ID	EX	MEM	WB

共 $25 \times 11 = 275$ 个周期

(2) 共 $25 \times (11 - 4) + 2 = 177$ 个周期

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	EX1	EX2	S	M1	M2	WB1	WB2					
addi a2,a2,4				IF1	IF2	S	S	S	ID1	ID2	EX1	S	EX2	M1	M2	WB1	WB2				
Sub a4,a3,a2					IF1	S	S	S	IF2	ID1	ID2	S	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2		
bnez a4,loop									IF1	IF2	ID1	S	S	ID2	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2

共 $25 \times (21 - 12) + 8 = 233$ 个周期

(2) 6: $CPI = \frac{25 \times 6}{450} = \frac{1}{3}$ 7: $CPI = \frac{25 \times 6}{177} = \frac{50}{59}$ 8: $CPI = \frac{25 \times 6}{233} = \frac{150}{233}$

19. (1)

	add	addi	ld	sd	bne	jal	jalr
是否需要2周期?	是	否	是	是	否	否	是

(2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
lw a4,0(a3)	IF	ID1	ID2	EX	M	WB							
addw a1,a4,a1		IF	S	ID1	ID2	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	S	EX	M	WB

单次迭代需13个周期

(3)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
lw a4,0(a3)	IF	ID1	ID2	EX	M	WB					
addw a1,a4,a1		IF	S	ID	S	EX	M	WB			
addiw a2,a2,-1				IF	S	ID	EX	M	WB		
addiw a3,a3,4						IF	ID	EX	M	WB	
bnez a2,Loop							IF	ID	EX	M	WB