

4.17.

2.解	I1	I2	I3	I4	I5	I6
I1						
I2						
I3	WAW	RAW				
I4		WAW	WAR			
I5	RAW	RAW	RAW	RAW		
I6					WAW	

4.解(1). 由题可知, $S_{BA} = \frac{T_A \cdot CPI_A}{T_B \cdot CPI_B} = \frac{1}{0.6} \times \frac{CPI_A}{CPI_B}$

且 $\frac{CPI_A}{CPI_B} = \frac{N+5+1+\frac{N}{5} \times 1}{N+1+1+\frac{N}{8} \times 3}$, 至N次K-1时, $\frac{CPI_A}{CPI_B} = \frac{\frac{6}{5}N}{\frac{11}{8}N} = \frac{48}{55}$

于是 $S = \frac{1}{0.6} \times \frac{48}{55} = \frac{80}{55} = 1.45$

(2) $CPI_A = (1-0.2) \times (1+\frac{1}{5}) + 0.2 \times [0.95 \times (1+0.2) + 0.05 \times (1+0.2+2)]$

$= 1.22$

$CPI_B = (1-0.2) \times (1+\frac{3}{8}) + 0.2 \times [0.95 \times (1+\frac{3}{8}) + 0.05 \times (1+\frac{3}{8}+5)]$

$= 1.425$

6.解(1) ①. ld a1, 0(a2)
addi a1, a1, 1
 可能存在 RAW, WAW

②. addi a1, a1, 1
sd a1, 0(a2)
 可能存在 WAW

③. ld a1, 0(a2)
sd a1, 0(a2)
 可能存在 WAW

④. sd a1, 0(a2)
addi a2, a2, 4
 可能存在 WAR

⑤. addi a2, a2, 4
sub a4, a3, a2
 可能存在 RAW

⑥. sub a4, a3, a2
bnez a4, loop
 可能存在 RAW

(2). 见下一页

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	8.
ld a1, 0(a2)	IF	ID	EX	MEM	WB												ld a
addi a1, a1, 1		IF	ID	S	S	EX	MEM	WB									addi
sd a1, 0(a2)			IF	ID	S	S	S	S	EX	MEM	WB						sd
addi a2, a2, 4				IF	S	S	S	S	ID	EX	MEM	WB					addi
sub a4, a3, a2				IF	S	S	S	S	ID	ID	S	S	EX	MEM	WB		sub
bnez a4, loop						IF				IF	S	S	ID	S	S		bnez

可知，在单级循环中，共需18个时钟周期。

且总共需 $\frac{100}{4} = 25$ 次循环，故 $N_{cycle} = 18 \times 25 = 450$

EX	MEM	WB
16	17	18

7. 解：以一级循环中完整的执行时序如下所示

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	(2)
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						19.
bnez a4, loop							IF	ID	EX	MEM	WB					

可知，单级循环共需11个时钟周期

故 $N_{cycle} = 11 \times 25 = 275$ (个)

(2) 若存在一个工作于IF级的因预测例发生跳转且记录跳转目标位置的分支预测器，则除了最后一个循环不需要11个周期，其余均只需7个周期

则 $N_{cycle} = 7 \times 24 + 11 = 179$

5 16 8. 解(1) 一次循环中的完整执行时序如下所示

	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)	IF ₁	IF ₂	ID ₁	ID ₂	EX ₁	EX ₂	M ₁	M ₂	WB ₁	WB ₂											
addi a1, a1, 1		IF ₁	IF ₂	ID ₁	ID ₂	S	S	S	EX ₁	EX ₂	M ₁	M ₂	WB ₁	WB ₂							
sd a1, 0(a2)			IF ₁	IF ₂	ID ₁	S	S	S	ID ₂	S	EX ₁	EX ₂	M ₁	M ₂	WB ₁	WB ₂					
addi a2, a2, 4				IF ₁	IF ₂	S	S	S	ID ₁	S	ID ₂	EX ₁	EX ₂	M ₁	M ₂	WB ₁	WB ₂				
sub a4, a3, a2					IF ₁	S	S	S	IF ₂	S	ID ₁	ID ₂	S	EX ₁	EX ₂	M ₁	M ₂	WB ₁	WB ₂		
bnez a4, loop									IF ₁	S	IF ₂	ID ₁	S	ID ₂	S	EX ₁	EX ₂	M ₁	M ₂	WB ₁	WB ₂

IF₁ IF₂ S ID₁ S ID₂ - - -

但考虑到存在前级分支预测器因预测发生跳转,

$$\text{原 } N_{\text{cycle}} = 10 \times 24 + 21 =$$

但每次到下一次循环前, 还需要 6 次停顿

$$\text{故 } N_{\text{cycle}} = 24 \times (10 + 6) + 21 = 405$$

(2) 第 6 题, $CPI = \frac{450}{25 \times 6} = 3$

对 7(1), $CPI_1 = \frac{275}{25 \times 6} = \frac{11}{6}$

对 7(2), $CPI_2 = \frac{179}{25 \times 6} \approx 1.19$

对 8, $CPI_4 = \frac{405}{25 \times 6} = 2.7$

19. 解(1), 需要 2 个周期: add, sd, bne

不需要 2 个周期: addi, ld, jal, jalr

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

可知, 循环体迭代需要的周期数为12.

(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	EX	MEM	WB				
addiw a2, a2, 1			IF	ID	EX	MEM	WB			
addiw a3, a3, 4				IF	ID	EX	MEM	WB		
bne a3, a2, loop					IF	ID	EX	MEM	WB	

可知, 周期数为 9.