

4.4

1. CP T_{pipe} 为最长延时 $\therefore T_{pipe} = 2ns + 0.1ns = 2.1ns$
 流水化后时钟周期为 ~~2ns~~ 2.1 ns

$$(2) S = \frac{T_{pipe}}{T_{cycle}} \times \frac{CPI_{pipe}}{CPI_{cycle}} \approx \frac{2.1ns}{1ns} = \frac{3}{10}$$

$$\text{加速比 } S = \frac{3}{10}$$

(3) 设有 K 个流水级, 足够大,
 可近似为均匀分割. $\therefore T_{pipe} = \frac{T_{cycle}}{K} + 0.1ns$

$$S \approx \frac{T_{cycle}}{T_{cycle}} = \frac{1}{K} + \frac{0.1}{T_{cycle}}$$

$$\lim_{K \rightarrow \infty} S = \frac{0.1ns}{0.7ns} = \frac{1}{7}$$

4.11

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

$$4. (1) 加速比 S = \frac{T_A}{T_B} = \frac{CPI_A \times T_{CA}}{CPI_B \times T_{CB}}$$

$$T_{CA} = 1ns \quad T_{CB} = 0.6ns$$

$$CPI_A = 5 + 1 \times \frac{5}{5} = 6$$

$$CPI_B = 12 + \frac{12}{8} \times 3 = 16.5$$

$$\therefore S = \frac{6 \times 1}{16.5 \times 0.6} \approx 0.61$$

$$(2) \quad A: CPI = 5 + 1 \times \frac{5}{5} + 5 \times 20\% \times 5\% \times 2 = 6.1$$

$$B: CPI = 12 + \frac{12}{8} \times 3 + 12 \times 20\% \times 5\% \times 5 = 17.1$$

6. (1) 可能出现 RAW、WAW、WAR 三种类型的数据冲突

RAW 体现在 $ld a1, 0(a2)$ 与 $sd addi a1, a1, 1$ 等间

WAW 体现在 $and addi a1, a1, 1$ 与 $sd a1, 0(a2)$ 等间

WAR 体现在 $sd a1, 0(a2)$ 与 $addi a2, 0(a2), 4$ 等间

(2) 解：

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$ld a1, 0(a2)$	IF	ID	EX	MEM	WB								
$addi a1, a1, 1$		IF	ID	SW	S EX	MEM	WB						
$sd a1, 0(a2)$			IF	ID	SW	S	S EX	MEM	WB				
$addi a2, a2, 4$				IF	ID	EX	MEM	WB					
$sub a4, a3, a2$					IF	ID	S	S EX	MEM	WB			
$bneq a4, Loop$						IF	ID	S	S	S EX	MEM		

需要 13 个周期

7. (1)	1 2 3 4 5 6 7 8 9
ld a1, oca1	IF ID EX MEM WB
addi a1, a1, 1	IF ID S EX MEM WB
sd a1, oca2	IF 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
共 9 个 周 期	
2)	1 2 3 4 5 6 7
ld a1, oca1	IF ID EX MEM WB
addi a1, a1, 1	IF ID S EX MEM WB
sd a1, oca2	IF ID EX S MEM
addi a2, a2, 4	IF ID EX MEM WB
sub a4, a3, a2	IF ID S EX MEM WB
bnez a4, Loop	IF ID S EX MEM
共 7 个 周 期 (在 IF 级有预测跳转位置的分支)	

8. (1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ld a1, 0(a2)	IF1	IF2	ID1	ID2	EX1	EX2	MEM1	M2	WB1	WB2				
addi a1, a1, 1	IF1	IF2	ID1	ID2	S	S	S	EX1	EX2	WB1	WB2	M1	M2	WB
sd a1, 0(a2)	IF1	IF2	ID1	ID2	EX1	EX2	S	S	S	S	M1	M2		
addi a2, a2, 4	IF1	IF2	ID1	ID2	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2				
sub a4, a3, a2	IF1	IF2	ID1	ID2	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2			
bneq a4, Loop	IF1	IF2	ID1	ID2	S	EX1	EX2	M1						

15 10

(捨入法)

WB2

共 15 个周期

M2 WB

(2) ① 題 6: $CPI = \frac{13}{6} \approx 2.167$

② 題 7: $CPI_1 = \frac{9}{6} = 1.5$

$CPI_2 = \frac{7}{6} \approx 1.167$

③ 題 8: $CPI = \frac{15}{6} \approx 2.5$

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

(2)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

lw a4, 0(a3)

IF ID EX MEM WB

addw a1, a4, a1

IF ID1 ID2 S EX MEM WB

addiw a2, a2, 1

IF ID EX MEM WB

addiw a3, a3, 4

IF ID EX MEM WB

bnez a2, Loop

IF ID S EX MEM

需 9 个 周 期

(3)

1 2 3 4 5 6 7 8

lw

IF ID EX MEM WB

addw

IF ID EX MEM WB

addiw

IF ID EX MEM WB

addiw

IF ID EX MEM WB

bnez

IF ID EX MEM

需 8 个 周 期