1. 1). 每个阶段所需时间中最大值为 2ns.

考虑寄存器延时 0.1ns.

$\Rightarrow$ 5级流水化后的处理器时钟周期为 2.1ns.

2). $S = \dfrac{T'}{T} \times \dfrac{CPI'}{CPI} = \dfrac{2.1ns}{7ns} \times \dfrac{N+5-1}{N} = \dfrac{3(N+5-1)}{10N}$.

3). 无限多个流水级, 则 $K \rightarrow \infty$.

$S \rightarrow \infty$.

2.

	I1	I2	I3	I4	I5	I6
I1						
I2	↘					
I3	↘	RAW				
I4			WAR RAW			
I5			RAW.	RAW.		
I6						

4. 1). $T_A = 1ns$. $T_B = 0.6ns$.

$CPI_A = (1+9)/5 = 2$. $CPI_B = (3+8+12-1)/8 = \dfrac{11}{4}$

$S = \dfrac{T_B}{T_A} \cdot \dfrac{CPI_B}{CPI_A} = 0.825$.

2) $CPI_A = (1+9)/5 + 0.05 \times 0.2 \times 5 \times 2 = 2.1$

$CPI_B = (3+8+12-1)/8 + 0.05 \times 0.2 \times 8 \times 5 = 3.8$ 扰 3.15

6. 1). ld 与第7 addi 指令间有 RAW 冲突.

sd 与 ld addi 指令间可能有 RAW 冲突. 与 addi 指令间可能有 WAW 冲突

sub 与第二个 addi 指令间可能有 RAW 冲突

bnez 与 sub 指令间可能 RAW 冲突.

1 — 2 — 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

2). ld a1, 0(a2)

2)
　　　　　　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 ID EX MEM WB

addi a1,a1,1   IF ID S S EX MEM WB.

sd a1,0(a2)   IF S S ID EX MEM WB.

addi a2,a2,4   IF S IF ID EX MEM WB

sub a4,a3,a2   S S IF ID S S S EX MEM WB.

bhez a4, Loop   S IF ID S S S S S EX MEM WB.

16×21 = 336
共需16个周期.

7. 1) ld a1, 0(a2) If ID EX MEM WB.

addi a1, a1, 1   IF ID EX MEM WB.

sd a1, 0(a2).   IF ID EX MEM WB.

addi a2, a2,4   IF ID EX MEM WB.

sub a4, a3, a2.   IF ID EX MEM WB / EX MEM WB

bhez a4, Loop   IF ID EX MEM WB

共需10个周期

2). 9个
　　　　　1　2　3　4　5　6　7　8　9　10　11　12　13

8. ld a1,0(a2)   IF1 IF2 ID1 ID2 EX1 EX2 MEM1 MEM2 WB1 WB2

addi a1,a1,1   IF1 IF2 ID1 ID2 S S S EX1 EX2 MEM1 MEM2 WB1

sd a1,0(a2)   IF1 IF2 ID1 S S S ID2 EX1 EX2 MEM1 MEM2

addi a2,a2,4   IF1 IF2 S S S ID1 ID2 EX1 EX2 MEM

sub a4,a3,a2   IF1 S S S IF2 ID1 ID2 S S

bhez a4, loop.   S S S IF1 IF2 ID1 S S

| | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |

ld a1, 0(a2)

addi a1,a1,1   WB2

sd a1, 0(a2)   WB1   WB2

addi a2,a2,4   MEM2 WB1 MB2

sub a4,a3,a2. S   EX1 EX2 MEM1 MEM2 WB1 WB2.

bnez a4, Loop. S   ID2 S   S   S   EX1 EX2 MEM1 MEM2 WB1 WB2

需要 ~~20~~ 24 个时钟周期

(2). 跟 6. CPI = $\frac{16}{6}$ = $\frac{8}{3}$

跟 7. CPI = $\frac{10}{6}$ = $\frac{5}{3}$

跟 8 CPI = $\frac{24}{6}$ = 4.

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

2) lw a4, 0(a3).   IF   ID   EX   MEM WB.

   addw a1,a4,a1   IF1 IF2 ID   S   EX MEM WB

   addiw a2,a2,-1   IF   ID   S   EX MEM WB.

   addiw a3,a3,4   IF   S   ID EX MEM WB

   bnez a2, Loop.   S   IF ID EX MEM WB
                                              S EX MEM WB

   ~~10~~ 11 个周期.

3) lw a4, 0(a3).   IF ID EX MEM WB.

   addw a1,a4,a1   IF1 IF2 ID 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 EX MEM WB

        9 个周期.