

$\frac{6}{5} \times \frac{8}{11}$

4月11日.

3-2.

	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$
$I_1$	\	\	\	\	\	\
$I_2$	\	\	\	\	\	\
$I_3$	WAW.	RAW.	\	\	\	\
$I_4$	\	WAW.	WAR.	\	\	\
$I_5$	RAW.	RAW.	RAW.	RAW.	\	\
$I_6$	\	\	\	\	RAW	\

~~3-4. 若指令数  $N_{\text{instruction}}$   $N_{\text{ins}} = 40$ . 则 A 停顿 8 周期, B 停顿 15 周期~~

3-4. 执行  $N$  条指令, A 停顿  $\frac{N}{5}$  个周期. B 停顿  $\frac{3N}{8}$  个周期.

$$(1) \frac{S_B}{S_A} = \frac{T_A}{T_B} = \frac{T_{\text{pipeA}} \times CPI_A}{T_{\text{pipeB}} \times CPI_B}$$

当指令足够多时,  $\frac{CPI_A}{CPI_B} = \frac{N + K_A - 1 + \frac{N}{5}}{N + K_B - 1 + \frac{3N}{8}} \approx \frac{\frac{6}{5}}{\frac{11}{8}} = \frac{48}{55}$ .

故  $\frac{S_B}{S_A} = \frac{1}{0.6} \times \frac{48}{55} = \frac{5}{3} \times \frac{48}{55} = \frac{16}{11} \approx 1.45$ .

(2).  $CPI_A = \frac{\frac{1}{100}(N+K-1)}{N}$

(2).  $N$  条指令中, 预测错的指令条数为  $\frac{1}{100}N$

$$CPI_A = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{100}N \times 2 + N + K_A - 1}{N} = 1.02$$

$$CPI_B = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{100}N \times 25 + N + K_B - 1}{N} = 1.05$$





初值:  $a_2 = 0$   $a_3 = 100$ .

3-b. Loop: ld  $a_1, 0(a_2)$  ①  
addi  $a_1, a_1, 1$  ②  
scl  $a_1, 0(a_2)$  ③  
addi  $a_2, a_2, 4$  ④  
sub.  $a_4, a_3, a_2$  ⑤  
bnez  $a_4, \text{Loop.}$  ⑥

~~(4). 08: RAW 03: RAW~~

1) ②: RAW. NAW. ③: RAW. ④: WAR.

②③: RAW. ④⑤ RAW. ⑥⑥. RAW.

12).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 ... 18

① IF. ID. EX MEM WB.

④ IF ID S DS EX. MEM WB

③ IF S S ID. S S Ex. MEM WB.

④ S S IF S S ID. Ex MEM WB.

⑤ S S S S IF ID. ~~EX~~ ~~S~~ ~~MEM~~ ~~EX~~ ~~MEM~~ ~~WB~~ ~~IF~~

⑥ IF ID ~~IF~~ ~~ID~~ ~~IF~~ ~~ID~~ ~~EX~~ ~~MEM~~ ~~WB~~ ~~IF~~

D'.

① 循环一次需 18 个周期。 - 共循环 25 次  
- 共执行: 在第 16 个周期进行第 2 次循环的取指。

- 共循环 25 次, 共只屏  $18 \times 24 + 15 = 447$  个周期

由于分支指令 WB 之后才取下一条指令，故第二次循环对应 19-36 周期，以此

类推. 总工期 =  $18 \times 25 = 450$





3.7.

(1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
①	IF	ID	EX	MEM	WB.					
②		IF	ID	EX	MEM	WB.				
③			IF	ID	EX	MEM	WB.			
④				IF	ID	EX	MEM	WB.		
⑤					IF	ID	EX	MEM	WB.	
⑥						IF	ID	EX	MEM	WB.
⑦										

总周期  $25 \times 10 = 250$

(2) 按预测转移后, ⑦可在⑥的ID段进行IF.

3.7.

(1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
①	IF	ID	EX	MEM	WB.							
②		IF	ID	S	EX	MEM	WB.					
③			IF	SID	ID.	EX.	MEM	WB.				
④				S	IF	ID.	EX	MEM	WB.			
⑤					IF	ID.	EX	MEM	WB.			
⑥						IF	ID.	EX	MEM	WB.		
⑦												

25次循环需  $25 \times 11 = 275$  个周期





25次循环时24次全部。  
 (2). 预测跳转, 则前24次bne2正确, 每次循环漏步①'可以从①的ID段开始  
 ① 故总周期 =  $6 \times 24 + 11 = 155$

3-8.

④用F代替IF, D代替ID, E代替EX, M代替MEM, W代替WB.

(1).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19  
 ① F<sub>1</sub> D<sub>1</sub> D<sub>2</sub> E<sub>1</sub> E<sub>2</sub> M<sub>1</sub> M<sub>2</sub> W<sub>1</sub> W<sub>2</sub>.

② F<sub>1</sub> F<sub>2</sub> D<sub>1</sub> D<sub>2</sub> S S S E<sub>1</sub> E<sub>2</sub> M<sub>1</sub> M<sub>2</sub> W<sub>1</sub> W<sub>2</sub>.

③ F<sub>1</sub> F<sub>2</sub> D<sub>1</sub> S S S D<sub>2</sub> E<sub>1</sub> E<sub>2</sub> M<sub>1</sub> M<sub>2</sub> W<sub>1</sub> W<sub>2</sub>.

④ F<sub>1</sub> F<sub>2</sub> S S S D<sub>1</sub> D<sub>2</sub> E<sub>1</sub> E<sub>2</sub> M<sub>1</sub> M<sub>2</sub> W<sub>1</sub> W<sub>2</sub>.

⑤ F<sub>1</sub> S S S F<sub>2</sub> D<sub>1</sub> D<sub>2</sub> S E<sub>1</sub> E<sub>2</sub> M<sub>1</sub> M<sub>2</sub> W<sub>1</sub> W<sub>2</sub>.

⑥ S S S F<sub>1</sub> F<sub>2</sub> D<sub>1</sub> <sup>S</sup>~~D<sub>2</sub>~~ <sup>E<sub>1</sub></sup>~~E<sub>2</sub>~~ M<sub>1</sub> M<sub>2</sub> W<sub>1</sub> W<sub>2</sub>.

①' F<sub>1</sub>

所有循环所需周期数:  $9 \times 25 + 19 = 244$ .

(2). 6题  $CPI = \frac{450}{25 \times 6} = 3$ . 7题  $CPI = \frac{275}{25 \times 6} \approx 1.83$  8题  $CPI = \frac{244}{25 \times 6} \approx 1.63$

3-19

(1). add addi ld sd bne jal jalr.

需要2周期? Y N N N Y N N.

②





(2).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

① IF ID Ex MEM WB

② IF ID, S ID, Ex MEM WB.

③ IF S S ID Ex MEM WB

④ S S IF ID Ex MEM WB.

⑤ IF ID Ex MEM WB.

⑥

单次循环周期 11

(3).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

① IF ID Ex MEM WB

② IF ID Ex MEM WB.

③ IF ID Ex MEM WB

④ IF ID Ex MEM WB.

⑤ IF ID Ex WB MEM.

单次循环周期: 9.

