

作业4

5.11

① 标量流水处理器

周期 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

I₁ IF ID EX

I₂ IF ID EX

I₃ IF ID EX

I₄ IF ID EX

I₅ IF ID EX

I₆ IF ID EX

I₇ IF ID EX

I₈ IF ID EX

I₉ IF ID EX

I₁₀ IF ID EX

I₁₁ IF ID EX

I₁₂ IF ID EX

$$T_{\text{标}} = (k + n - 1) \times \tau = (3 + 12 - 1) \times \tau = 14\tau$$

② 超标量处理器

$12/4 = 3$ 每周期4条 需3个指令组

周期	1	2	3	4	5
$I_1 \dots I_4$	IF	ID	EX		
$I_5 \dots I_8$		IF	ID	EX	
$I_9 \dots I_{12}$			IF	ID	EX

$$T = (3+3-1) \times T = 5T$$

$$S = \frac{T_{\text{标}}}{T} = 2.8$$

③ 超长指令字

共3条长指令，每条包含4条标量指令

周期	1	2	3	4	5
包 ₁ ($I_1 \dots I_4$)	IF	ID	EX		
包 ₂ ($I_5 \dots I_8$)		IF	ID	EX	
包 ₃ ($I_9 \dots I_{12}$)			IF	ID	EX

$$T = (3+3-1) \times T = 5T$$

$$S = \frac{T_{\text{标}}}{T} = 2.8$$

④ 超流水处理器

设起流水深度为2 → 流水线变为6级流水线

$$\therefore T' = T/2$$

周期 1 2 3 4 5 6 7 ... 12 13 14 15 16 17

I₁ IF, IF₂, ID, ID₂, EX, EX₂

I₂ IF, IF₂, ID, ID₂, EX, EX₂

...
I₁₂ IF, IF₂, ID, ID₂, EX, EX₂

$$\therefore T = (6+12-1) \times T' = 17T' = 8.5T$$

$$\therefore S = \frac{T_{\text{标}}}{T} = 1.65$$

6.6

根据表6.1

L.D → ADD.D 空转1周期

ADD.D → S.D 空转2周期

原始循环在超标量流水线上的调度

周期	浮点	整数
1	L.D	DADDIU
2	空转	BNE
3	ADD.D	空闲
4	空转	空闲
5	空转	空闲
6	S.D	空闲

一次迭代需6周期，
含3个空转。

为消除 ADD.D → S.D 2周期空转，需在它们之间调度2条
其他FP指令。

周期	浮点	整数
1	L.D	DADDIU
2	L.D	BNE
3	L.D	空闲
4	ADD.D	空闲
5	ADD.D	空闲
6	ADD.D	空闲
7	S.D	空闲
8	S.D	空闲
9	S.D	空闲

3次迭代可满足所有延迟，消除所有空转。故至少展开3次。