

作业4

5.11

① 标量流水处理机

周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I_1	IF	ID	EX											
I_2		IF	ID	EX										
I_3			IF	ID	EX									
I_4				IF	ID	EX								
I_5					IF	ID	EX							
I_6						IF	ID	EX						
I_7							IF	ID	EX					
I_8								IF	ID	EX				
I_9									IF	ID	EX			
I_{10}										IF	ID	EX		
I_{11}											IF	ID	EX	
I_{12}												IF	ID	EX

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

② 超标量处理机

$12/4=3$ 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 超流水处理机

设超流水深度为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
I_1	IF ₁	IF ₂	ID ₁	ID ₂	EX ₁	EX ₂								
I_2		IF ₁	IF ₂	ID ₁	ID ₂	EX ₁	EX ₂							
...														
I_{12}									IF ₁	IF ₂	ID ₁	ID ₂	EX ₁	EX ₂

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

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

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。