

吴雨萌 22920192208097



厦 门 大 学

XIAMEN UNIVERSITY

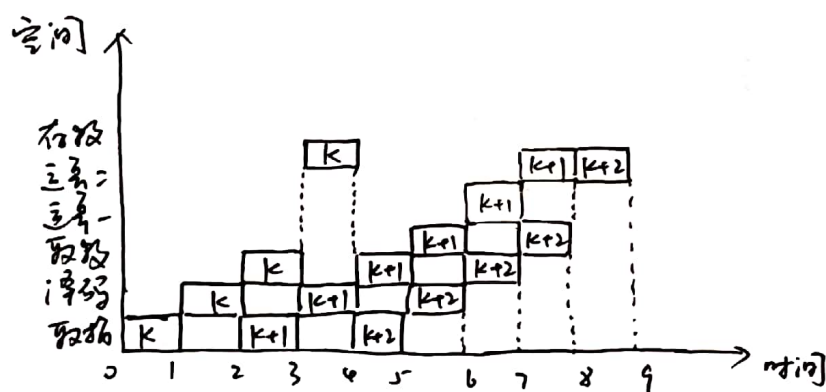
ADD:FUJIAN XIAMEN

CABLE:0633 P.C:361005

3.5

解: \because 由题意得, 最多需要6个段, 所以设这6个段为: 取指、译码、取数、运算一、运算二、存数。

\therefore 流水线时空图如下:



\therefore 执行完3条指令共使用了9个时钟周期。

3.6

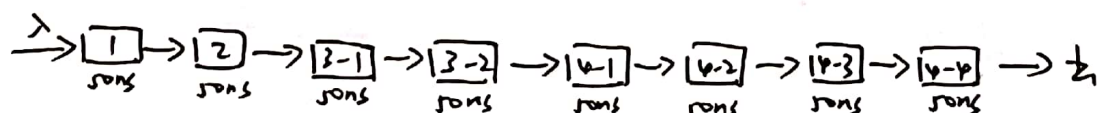
解: 11) $T_k = 50 + 50 + 100 + 200 \times 10 \text{ (ns)} = 2200 \text{ ns}$

$$TP = \frac{n}{T_k} = \frac{10}{2200} = \frac{1}{220} \text{ ns}^{-1}$$

$$E = \frac{(50+50+100+200) \times 10}{2200 \times 4} = \frac{5}{11} \approx 45.45\%$$

12) 瓶颈在取指段。

① 细分变成8段流水线



$$T_k = 50 \times 8 + 50 \times 9 = 850 \text{ ns}$$

$$TP = \frac{n}{T_k} = \frac{10}{850} = \frac{1}{85} \text{ ns}^{-1}$$



扫描全能王 创建



厦 門 大 學

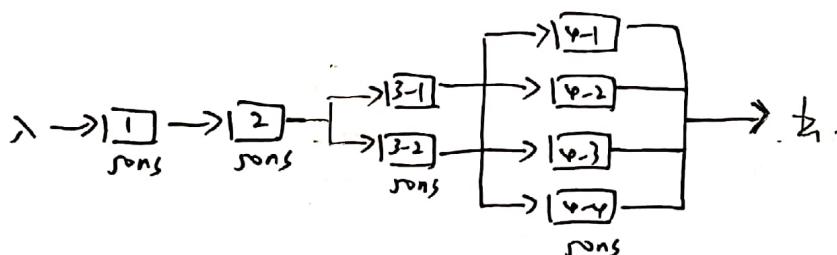
XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN

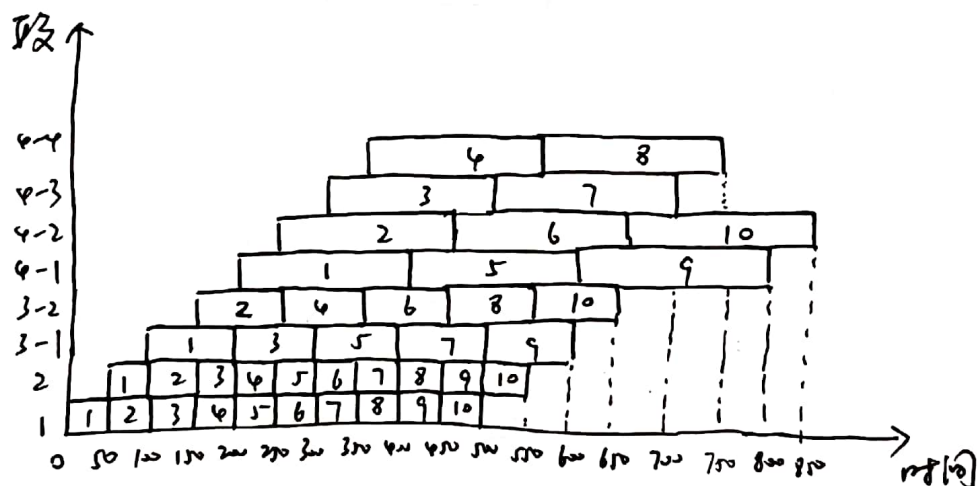
CABLE: 0633 P. C: 361005

$$E = \frac{50 \times 8 \times 10}{850 \times 8} = \frac{10}{17} \approx 58.82\%$$

② 多级互连部件



对应的流水排时空间图:



$$\therefore T_k = 850 \text{ ns}$$

$$\tau_p = \frac{10}{850} = \frac{1}{85} \text{ ns}^{-1}$$

$$E = \frac{500 \times 4 + 200 \times 10}{850 \times 8} = \frac{10}{17} \approx 58.82\%$$



扫描全能王 创建



厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

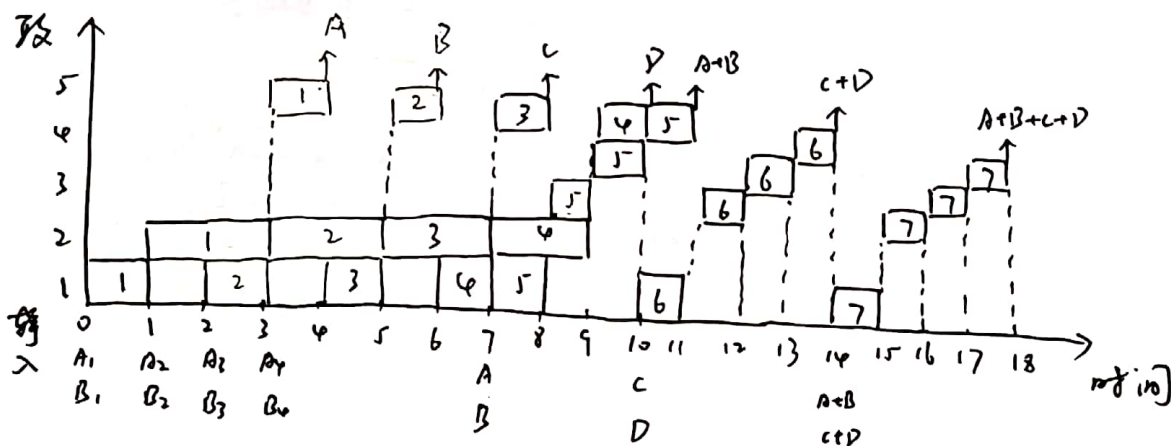
ADD:FUJIAN XIAMEN

CABLE:0633 P.C:361005

3.8

解: 先计算 $A = A_1 \times B_1, B = A_2 \times B_2, C = A_3 \times B_3, D = A_4 \times B_4$
再计算 $(A+B) + (C+D)$

时空图如下:



$$TP = \frac{7}{180t}$$

$$S = \frac{T_s}{T_k} = \frac{4 \times 40t + 3 \times 40t}{180t} = \frac{14}{9} \approx 1.56$$

$$E = \frac{40t \times 4 + 40t \times 3}{180t \times 5} = \frac{14}{45} \approx 0.31$$

3.9

解: ... 集合 $F = \{1, 3, 4, 8\}$

\therefore 冲量向量 $L_0 = (10001101)$

L_0 有 4 个后继状态, 如下所示:

$$C_1 = (00100011) \vee (10001101) = (10101111)$$

$$C_2 = (00000000) \vee (10001101) = (10001101) = L_0$$

$$C_3 = (00000010) \vee (10001101) = (10001111)$$



扫描全能王 创建



厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN

CABLE: 0633 P.C: 361005

$$C_4 = (00000001) \vee (10001101) = (10001101) = C_0$$

C_1 有 2 个后继状态, 如下所示:

$$C_5 = (00000101) \vee (10001101) = (10001101) = C_0$$

$$C_6 = (00000001) \vee (10001101) = (10001101) = C_0$$

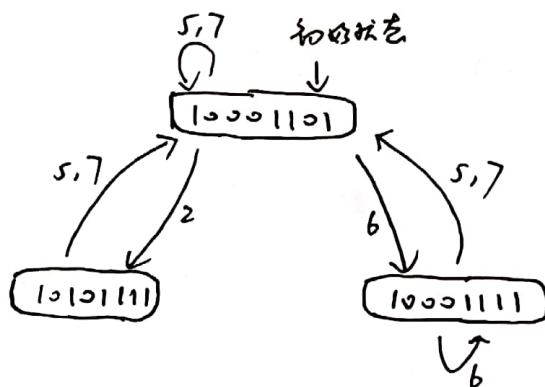
C_3 有 3 个后继状态, 如下所示:

$$C_7 = (00000100) \vee (10001101) = (10001101) = C_0$$

$$C_8 = (00000010) \vee (10001101) = (10001111) = C_3$$

$$C_9 = (00000001) \vee (10001101) = (10001101) = C_0$$

\therefore 状态转移图如下所示:



(2) 各状态周期及平均延迟拍数

状态周期	平均延迟时间
(2,5)	3.50t
(2,7)	4.50t
(5)	5.0t
(6,5)	5.50t
(6)	6.0t
(6,7)	7.50t
(7)	7.0t

\therefore 最优周期及平均延迟拍数是 (2,5)

最大吞吐量是 $\frac{1}{3.50t}$



扫描全能王 创建



厦 门 大 学

XIAMEN UNIVERSITY

ADD:FUJIAN XIAMEN

CABLE:0633 P.C:361005

13)
$$TP = \frac{6}{(2+5+2+5+2+9) \text{ dt}} = \frac{6}{25 \text{ dt}}$$

3.11

解: (1) 排定流水线时空图如下所示:

指令	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
LW	IF	ID	EX	MEM	WB																	
DADDIU		IF	stall	stall	ID	EX	MEM	WB														
SW					IF	stall	stall	ID	EX	MEM	WB											
DADDIU							IF	ID	EX	MEM	WB											
DSUB								IF	stall	stall	ID	EX	MEM	WB								
BNEZ										IF	stall	stall	ID	EX	MEM	WB						
LW														IF	stall	stall	ID	EX	MEM	WB		

$\therefore 356 \div 4 = 99 \quad \therefore$ 共需进行 99 次循环迭代

设第 i 次迭代 ($i=0, 1, 2, \dots, 98$) 开始周期: $1 + (i \times 17)$

\therefore 执行上述循环需要周期数: $98 \times 17 + 18 = 1684$

(2) 预测分支失败的时空图如下所示:

指令	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
LW	IF	ID	EX	MEM	WB										
DADDIU		IF	ID	stall	EX	MEM	WB								
SW			IF	stall	ID	EX	MEM	WB							
DADDIU					IF	ID	EX	MEM	WB						
DSUB						IF	ID	EX	MEM	WB					
BNEZ							IF	ID	EX	MEM	WB				
LW								IF	miss	miss	IF	ID	EX	MEM	WB

第 i 次迭代 ($i=0, 1, 2, \dots, 98$) 开始周期: $1 + (i \times 10)$

\therefore 执行上述循环需要周期数: $98 \times 10 + 11 = 991$



扫描全能王 创建



厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN

CABLE: 0633 P.C: 361005

(3) 调整后指令如下:

```

Loop:  LW    R1, 0(R2)
        DADDUI R2, R2, #4
        DADDUI R1, R1, #1
        DSUB   R4, R3, R2
        BNEZ   R4, Loop
        SW     R1, -4(R2)
    
```

每个单周期延迟分支的时间如下:

指令	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LW	IF	ID	EX	MEM	WB						
DADDUI		IF	ID	EX	MEM	WB					
DADDUI			IF	ID	EX	MEM	WB				
DSUB				IF	ID	EX	MEM	WB			
BNEZ					IF	ID	EX	MEM	WB		
SW						IF	ID	EX	MEM	WB	
LW							IF	ID	EX	MEM	WB

第 i 次运行 ($i=0, 1, \dots, 98$) 开始周期: $1 + (i \times 6)$

\therefore 执行上述循环需要的时钟周期数: $98 \times 6 + 10 = 598$



扫描全能王 创建