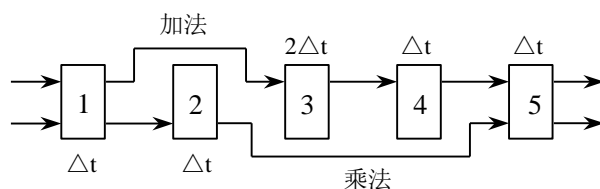
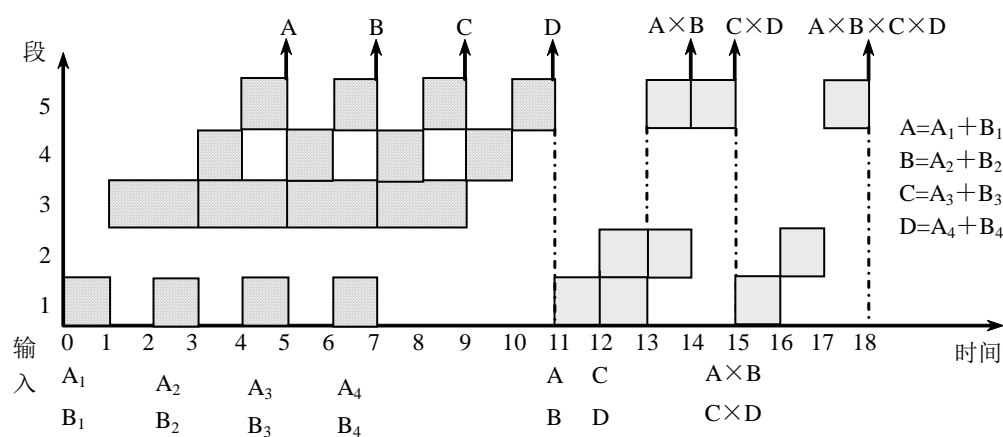


第3章 习题1

1. 有一条静态多功能流水线由5段组成，加法用1、3、4、5段，乘法用1、2、5段，第3段的时间为 $2\Delta t$ ，其余各段的时间均为 Δt ，而且流水线的输出可以直接返回输入端或暂存于相应的流水寄存器中。现要在该流水线上计算 $\prod_{i=1}^4 (A_i + B_i)$ ，画出其时空图，并计算其吞吐率、加速比和效率。



解：首先，应选择适合于流水线工作的算法。对于本题，应先计算 A_1+B_1 、 A_2+B_2 、 A_3+B_3 和 A_4+B_4 ；再计算 $(A_1+B_1) \times (A_2+B_2)$ 和 $(A_3+B_3) \times (A_4+B_4)$ ；然后求总的结果。其次，画出完成该计算的时空图，如图所示，图中阴影部分表示该段在工作。



由图可见，它在 $18\Delta t$ 时间中，给出了7个结果。所以吞吐率为：

$$TP = \frac{7}{18\Delta t}$$

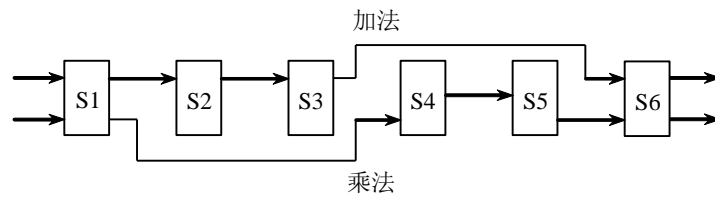
如果不用流水线，由于一次求积需 $3\Delta t$ ，一次求和需 $5\Delta t$ ，则产生上述7个结果共需 $(4 \times 5 + 3 \times 3)\Delta t = 29\Delta t$ 。所以加速比为：

$$S = \frac{29\Delta t}{18\Delta t} = 1.61$$

该流水线的效率可由阴影区的面积和5个段总时空区的面积的比值求得：

$$E = \frac{4 \times 5 + 3 \times 3}{5 \times 18} = 0.322$$

2.15 动态多功能流水线由 6 个功能段组成，如下图：



其中，S1、S4、S5、S6 组成乘法流水线，S1、S2、S3、S6 组成加法流水线，各个功能段时间均为 50ns，假设该流水线的输出结果可以直接返回输入端，而且设置有足够的缓冲寄存器，若以最快的方式用该流水计算：

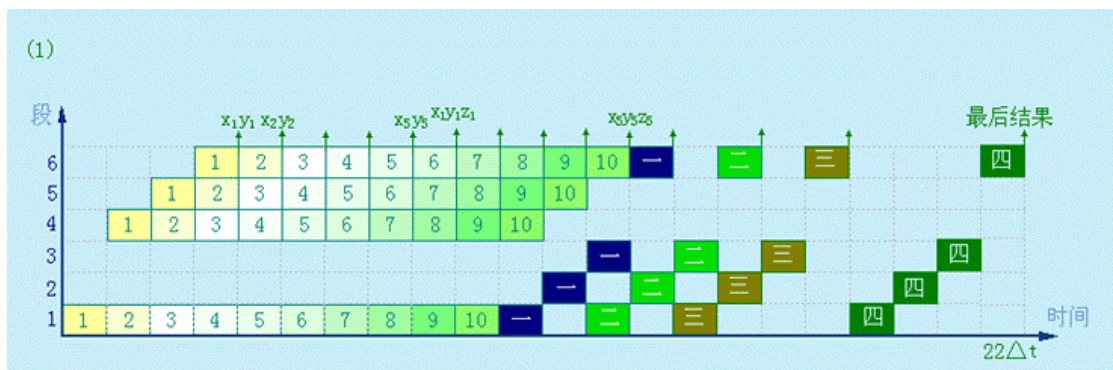
$$\sum_{i=1}^5 x_i y_i z_i$$

(1) 画出时空图；

(2) 计算实际的吞吐率、加速比和效率。

解：机器一共要做 10 次乘法，4 次加法。

(1)



(2)

$$TP = 14 / (22 \times \Delta t) = 14 / (22 \times 50\text{ns}) = 12.7 (\text{个}/\mu\text{s})$$

$$\text{加速比} = (10 \times 4 + 4 \times 4) / 22 = 28 / 11 \approx 2.55$$

$$\text{效率} = (10 \times 4 + 4 \times 4) / (6 \times 22) = 14 / 33 \approx 42.4\%$$