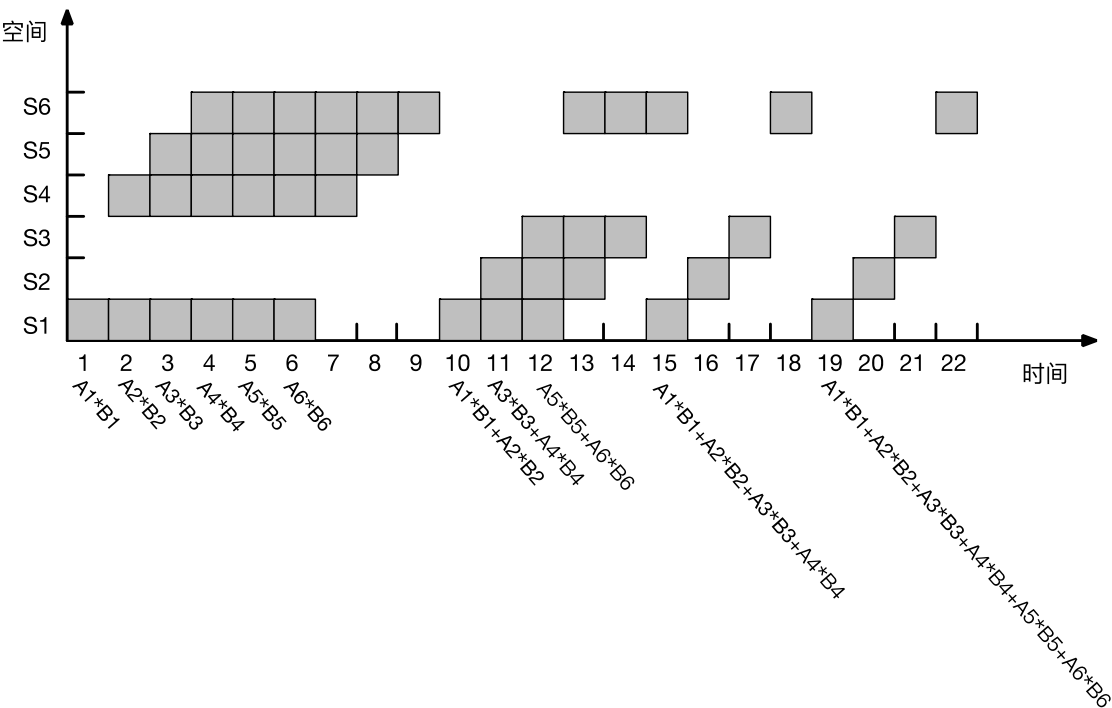


1. 一条静态流水线有 6 个功能段组成，加法操作使用其中的 1、2、3、6 功能段，乘法操作使用其中的 1、4、5、6 功能段，每个功能段的延迟时间均相等。流水线的输出端与输入端之间有直接的数据通路，而且设置有足够的缓冲寄存器。用这条流水线计算 $F = \sum_{i=1}^6 (A_i \times B_i)$ ，画出流水线时空图，并计算流水线的实际吞吐率、加速比和效率。



实际吞吐率=11/22=0.5

加速比=(11\*4)/22=2

效率=(11\*4)/(22\*6)=0.33

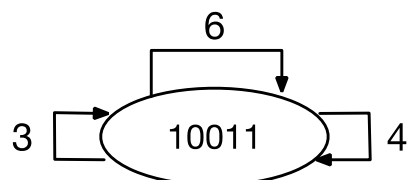
2. 一条由 4 个功能段组成的非线性流水线的预约表如下，每个功能段的延迟时间都为 $\Delta t$ ，

	1	2	3	4	5	6
$S_1$	×					×
$S_2$		×		×		
$S_3$			×			
$S_4$				×	×	

1) 写出流水线的禁止向量和初始冲突向量。

禁止向量=(5, 2, 1), 冲突向量=(10011)

2) 画出调度流水线的状态图。



3) 求流水线的最小启动循环和最小平均启动距离。

最小启动循环为 3, 最小平均启动距离为 3

3. 假设向量长度均为 64, 在 CRAY-1 机上所用浮点功能部件的执行时间分别为: 相加 6 拍, 相乘 7 拍, 求倒数近似值 14 拍; 在存储器读数 6 拍, 打入寄存器及启动功能部件各 1 拍。问下列各指令组内的哪些指令可以链接? 哪些指令不可链接? 不能链接的原因是什么? 分别计算出各指令组全部完成所需的拍数。

(1)  $V0 \leftarrow \text{存储器}$

(2)  $V2 \leftarrow V0 \times V1$

$V1 \leftarrow V2 + V3$

$V3 \leftarrow \text{存储器}$

$V4 \leftarrow V5 \times V6$

$V4 \leftarrow V0 + V3$

(3)  $V0 \leftarrow \text{存储器}$

(4)  $V0 \leftarrow \text{存储器}$

$V2 \leftarrow V0 \times V1$

$V1 \leftarrow 1/V0$

$V3 \leftarrow V2 + V0$

$V3 \leftarrow V1 \times V2$

$V5 \leftarrow V3 + V4$

$V5 \leftarrow V3 + V4$

(1) 三条指令可以并行。第一条指令需  $(1+6+1)+63=71$  拍, 第二条指令需要  $(1+6+1)+63=71$  拍, 第三条指令需  $(1+7+1)+63=72$  拍, 三条指令并行, 需要 72 拍。

(2) 第一条和第二条并行, 与第三条串行, 共需  $72+71=143$  拍。或者, 第一条与第二、三条串行, 第二、三条链接执行, 共需  $72+79=151$  拍。

(3) 第一条链接第二条, 与第三条串行, 与第四条串行。与第三条指令无法链接的原因是“读-读”相关, 与第四条指令无法链接的原因是加法部件冲突。第一、二条指令的完成时间是 80 拍, 第三条指令需要 71 拍, 第四条指令需要 71 拍, 共需 222 拍。

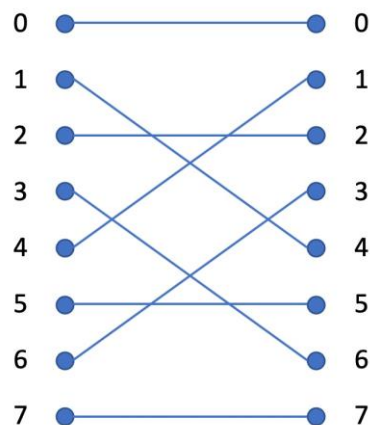
(4) 全链接完成，第一个分量需要 41 拍，64 个分量共需 104 拍。

4. 现有 16 个处理器，编号分别为 0~15，用一个  $N=16$  的互连网络互连。处理器  $i$  的输出通道连接互连网络的输入端  $i$ ，处理器  $i$  的输入通道连接互连网络的输出端  $i$ 。当该互连网络实现的互连互连分别为：1)  $\text{Cube}_3$ ，2)  $\text{PM}_{2+3}$ ，3)  $\text{PM}_{2-0}$ ，4)  $\sigma$ ，5)  $\sigma(\sigma)$ 。分别给出 13 号处理机所连接的处理器号。

13 的二进制表示为 1101，则

- 1) 二进制编号为 0101 的处理机，即 5 号处理机；
- 2) 5 号处理机；
- 3) 12 号处理机、14 号处理机；
- 4) 二进制编号为 1011 的处理机，即 11 号处理机，以及二进制编号为 1110 号处理机，即 14 号处理机；
- 5) 二进制编号为 0111 的处理机，即 7 号处理机。

5. 给出如下所示的  $N=8$  的蝶式变换

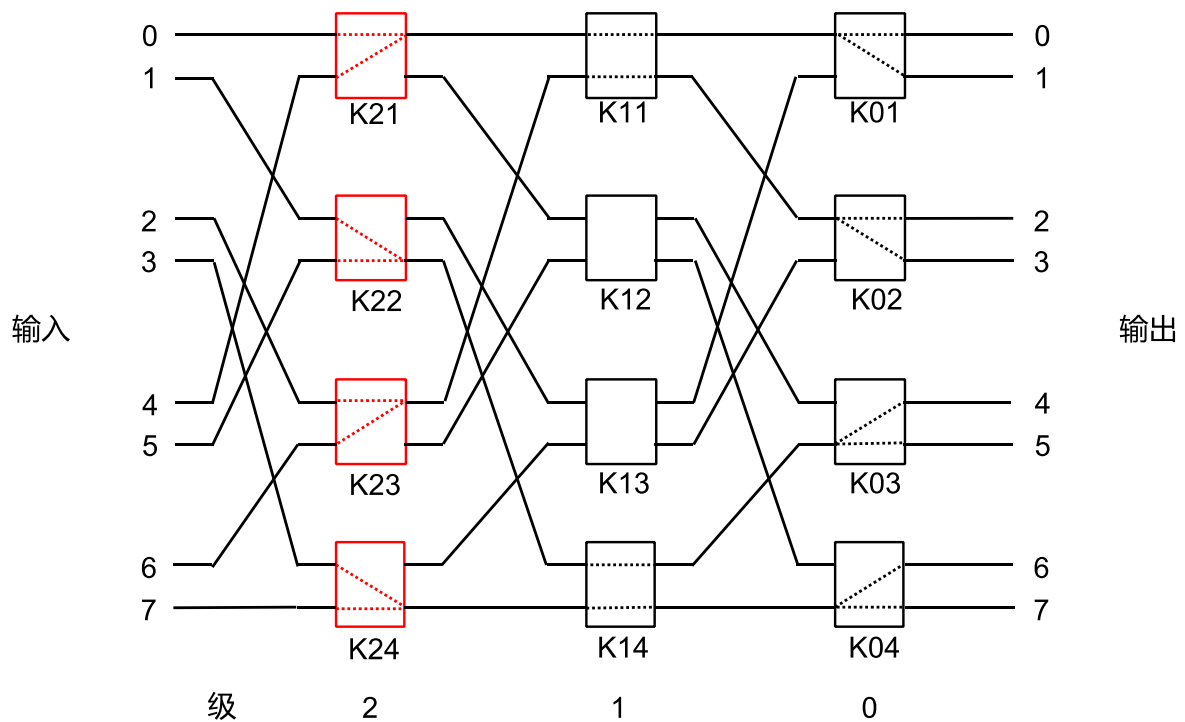


1) 写出互连函数关系式。

$$f(P_2P_1P_0) = P_0P_1P_2$$

2) 如采用  $\Omega$  网络，需几次通过才能完成此变换。

实现如上连接要求如下的开关控制



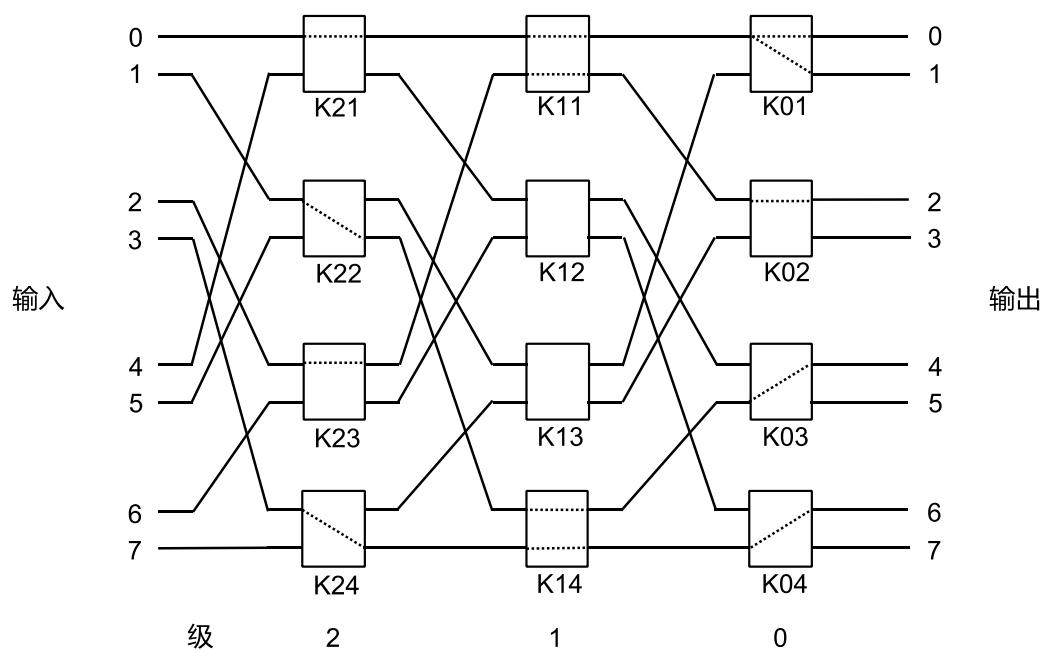
由上图可知，实现所要求的连接时，会出现第 2 级开关的冲突

- $0 \rightarrow 0$  和  $4 \rightarrow 1$  争用 K21 的上输出端
- $1 \rightarrow 4$  和  $5 \rightarrow 5$  争用 K22 的下输出端
- $2 \rightarrow 2$  和  $6 \rightarrow 3$  争用 K23 的上输出端
- $3 \rightarrow 6$  和  $7 \rightarrow 7$  争用 K24 的下输出端

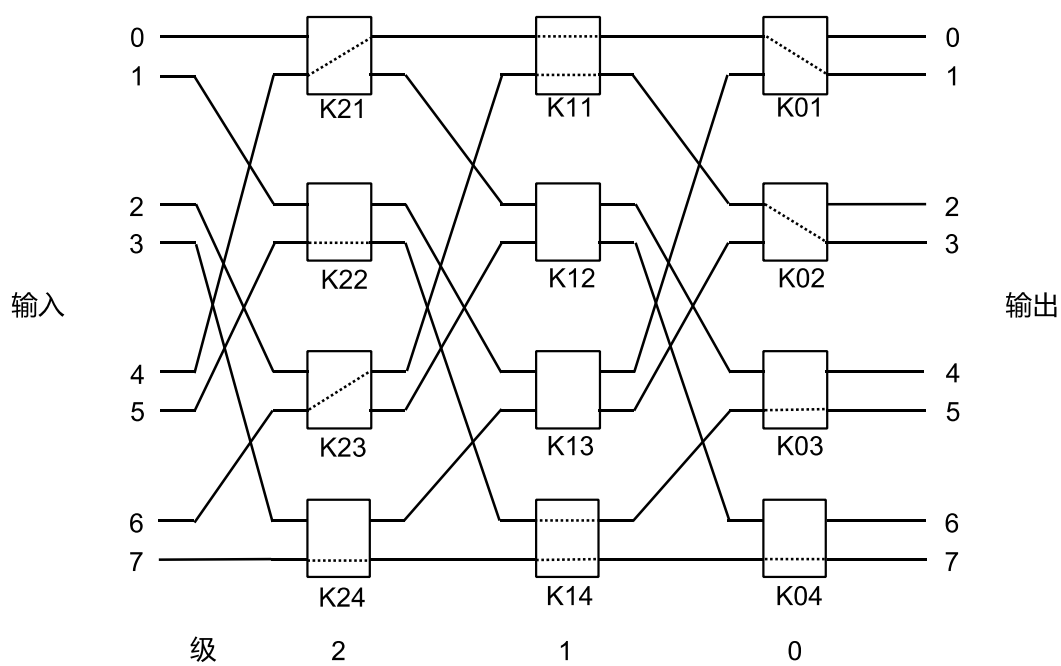
为避免冲突，可以分两次实现：第一次实现  $0 \rightarrow 0, 1 \rightarrow 4, 2 \rightarrow 2, 3 \rightarrow 6$ ；第二次实现  $4 \rightarrow 1, 5 \rightarrow 5, 6 \rightarrow 3, 7 \rightarrow 7$ 。

3) 列出 Omega 网络实现此变换的控制状态图。

两次实现的控制状态图如下：



第一次



第二次