

3.1 一个未流水化的处理器使用单个长周期来执行每条指令，时钟周期为7ns，进行5级分割后，每阶段需要时间为：IF 1ns、ID 1.5ns、Ex 1ns、MEM 2ns、WB 1.5ns，插入每个流水线寄存器延迟为0.1ns，则：

1) 5级流水化后处理器 $T_{cycle} = ?$

2) $S_{加速比} = ?$

3) 若流水化后的机器拥有无限多个流水级，流水线寄存器延迟不变，求加速比极限

解：1) $T_{pipe} = 2.1ns$

$$2) S_{加速比} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{7 \times N}{5 \times 2.1 + (N-1) \times 2.1} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{7N}{5.8.4 + 2.1N} = \frac{10}{3}$$

$$3). S_{加速比} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{7N}{(\frac{7}{k} + 0.1) \times k + (N-1) \times (\frac{7}{k} + 0.1)} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{7N}{6.9 + 0.1(\sqrt{70}N-1) + 0.1N} = \frac{7}{0.1\sqrt{70} + 0.1} = 7.47$$