

1. 解: (1) 各个阶段中, 耗时最长的为 MEM 2ns

且插入的每个流水线寄存器的延迟为 0.1 ns

因此 5 级流水线化后的处理器时钟周期为 $2\text{ns} + 0.1\text{ns} = 2.1\text{ns}$

假定完成 N 条指令 (2)

$$S = \frac{T_{\text{cycle}} \cdot \text{CPI}_{\text{cycle}}}{T_{\text{pipe}} \cdot \text{CPI}_{\text{pipe}}} = \frac{7\text{ns} \times N}{2.1\text{ns} \times (N+5-1)} \approx 3.33$$

因此流水线化后的机器相比原来单周期处理器的加速比为 3.33

(3) 若流水线化的机器有 K 个流水级

则

$$S = \frac{T_{\text{cycle}} \cdot \text{CPI}_{\text{cycle}}}{T_{\text{pipe}} \cdot \text{CPI}_{\text{pipe}}} = \frac{T \cdot N}{\left(\frac{T}{K} + 0.1\right) (N+K-1)}$$

当 K 为无穷大时

S 为无穷大