

第七周作业

1. 假设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 。将其进行 5 级分割后，每个阶段需要的时间为：IF 1ns 、ID 1.5ns 、EX 1ns 、MEM 2ns 、WB 1.5ns ，插入的每个流水线寄存器的延迟为 0.1ns ，则：
 - 1) 5 级流水化后的处理器时钟周期应为多少？
 - 2) 流水化后的机器相比原来单周期处理器的加速比是多少？
 - 3) 如果流水化的机器拥有无限多个流水级，流水线寄存器延迟不变。则相比原来单周期处理器的加速比极限是多少？

$$(1) T_{\text{pipe}} = 2.1\text{ns}$$

$$(2) \text{加速比: } S = \frac{T_{\text{cycle}} \cdot \text{CPI}_{\text{cycle}}}{T_{\text{pipe}} \cdot \text{CPI}_{\text{pipe}}} = \frac{7\text{ns} \cdot N}{2.1\text{ns} \cdot (N+5-1)} \approx 3.33$$

(3) 设流水级为 K

$$\lim_{K \rightarrow +\infty} S = \lim_{K \rightarrow +\infty} \frac{T_{\text{cycle}}}{\frac{T_{\text{cycle}}}{K} + T_{\text{delay}}} = \frac{T_{\text{cycle}}}{T_{\text{delay}}} = \frac{7\text{ns}}{0.1\text{ns}} = 70$$

故无限多个流水级时，加速比极限为 70。