

solution 5

1. a. 由于程序执行的 $CPI = \text{基本 CPI} + \text{分支带来的额外开销}$, 则:

$$stalls_{BTB} = 15\% * (90\% * 10\% * 4 + 90\% * 90\% * 0 + 10\% * 3) = 0.099$$

$$CPI = 1 + 0.099 = 1.099$$

b.当分支代价固定为 2 个周期时:

$$CPI = 1 + 15\% * 2 = 1.3$$

综上：由 a,b 得，分支目标缓冲方法执行更快。

2. 假设每条无条件转移指令的延迟为 L , 则有:

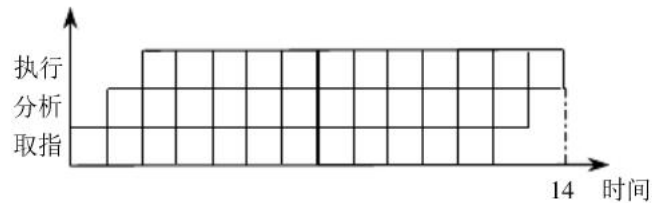
$$1+5\% * L=1.1$$

$L=2$

当分支缓冲目标命中时，无条件转移指令的延迟为 0。故：

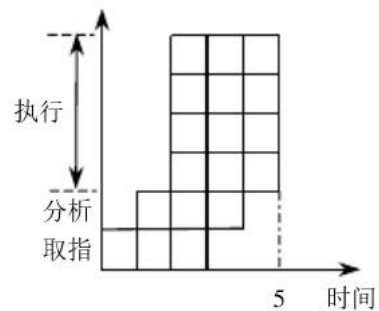
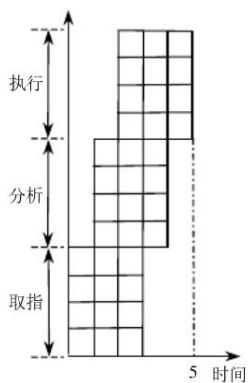
$$CPI=1+2*5\%*(1-90\%)=1.01$$

3. 标量流水处理机时空图:



超标量处理机时空图:

超长指令字处理机时空图:



加速比: $S = \frac{14\Delta t}{5\Delta t} = 2.8$