

7.11

不管作何改进，失效开销相同；不管是否交换内容，同一“伪相联”组中的两块都用同一个索引得到  
故失效率相同，即 $\text{失效效率} \times \text{相联} = \text{失效率}_{2\text{路}}$

$$\text{命中时间} \times \text{相联} = \text{命中时间}_{1\text{路}} + \text{伪命中率} \times \text{相联}$$

$$\text{伪命中率} \times \text{相联} = \text{命中率}_{2\text{路}} - \text{命中率}_{1\text{路}}$$

$$= (1 - \text{失效率}_{2\text{路}}) - (1 - \text{失效率}_{1\text{路}})$$

$$= \text{失效率}_{1\text{路}} - \text{失效率}_{2\text{路}}$$

$\therefore \text{平均访问时间} \times \text{相联} = \text{命中时间}_{1\text{路}} + (\text{失效率}_{1\text{路}} - \text{失效率}_{2\text{路}}) \times 1 + \text{失效率}_{2\text{路}} \times \text{失效开销}_{1\text{路}}$   
将这些数据带入计算中可得：

$$\text{平均访问时间}_{2\text{kb}} = 1 + (0.098 - 0.076) \times 1 + (0.076 \times 50) = 4.822$$

$$\text{平均访问时间}_{128\text{kb}} = 1 + (0.010 - 0.007) \times 1 + (0.007 \times 50) = 1.353$$

显然是 $128\text{kb}$ 的伪相联Cache要快一些

7.12

$$\text{解: } CPI = CPI_{\text{执行}} + \text{存储停顿周期数}$$

$$\frac{\text{存储停顿周期数}}{\text{指令数}} = \frac{\text{主存停顿} + \text{数据访问停顿} + TLB \text{停顿}}{\text{指令数}}$$

$$\frac{\text{停顿周期数}}{\text{指令数}} = \frac{\text{存储访问}}{\text{指令数}} \times \text{失效率} \times \text{失效开销}$$

$$\frac{\text{存储停顿周期数}}{\text{指令数}} = (R_{\text{指令}} P_{\text{指令}}) + (R_{\text{数据}} P_{\text{数据}}) + \frac{TLB \text{停顿}}{\text{指令数}}$$

(1) 对于理想TLB，失效开销为0。对于统一Cache,  $R_{\text{指令}} = R_{\text{数据}}$

$$P_{\text{指令}} = \text{主存延迟} + \text{传输一个块需要使用的时间} = 40 + 32/4 = 48 \text{拍}$$

$$\text{若为读失效: } P_{\text{数据}} = \text{主存延迟} + \text{传输一个块需要使用的时间} = 40 + 32/4 = 48 \text{拍}$$

$$\text{若为写失效且为干净块: } P_{\text{数据}} = 40 + 32/4 = 48 \text{拍}$$

$$\text{若为写失效且为脏块: } P_{\text{数据}} = 40 + 64/4 = 56 \text{拍}$$

$$CPI = 1.5 + [RP + (RP \times 20\%) + 0] \\ \text{读数据} \times P_{\text{数据}} = \text{读百分比} \times (\text{数据} \times P_{\text{数据}}) + \text{写百分比} \times (\text{数据} \times P_{\text{数据}} \times \text{对应百分比} + \text{数据} \times P_{\text{数据}} \times \text{对应百分比}) \\ = 20\% \times (75\% \times 48 + 25\% \times (50\% \times 48 + 50\% \times 56)) = 9.8$$

代入公式可得：

$$\frac{\text{配置}}{16\text{KB直接统一映象}} \quad \frac{\text{失效率}}{0.029} \quad \frac{CPI}{1}$$

$$\frac{16\text{KB两路统一映象}}{16\text{KB两路统一映象}} \quad \frac{0.022}{0.022} \quad \frac{3.18}{3.18}$$

$$\frac{32\text{KB直接统一映象}}{32\text{KB直接统一映象}} \quad \frac{0.020}{0.020} \quad \frac{2.77}{2.77}$$

$$(2) \frac{TLB \text{停顿}}{\text{指令数}} = \frac{\text{存储访问次数} \times TLB \text{访问}}{\text{指令数} \times \text{存储访问次数}} \times TLB \text{失效率} \times TLB \text{失效开销}$$

将 $R_t$ 和 $P_t$ 代入得： $TLB \text{停顿} = \frac{\text{存储访问次数} \times TLB \text{访问}}{\text{指令数} \times \text{存储访问次数}} \times TLB \text{失效率} \times TLB \text{失效开销}$

$$\frac{\text{配置}}{16\text{KB直接统一映象}} \quad \frac{\text{失效率}}{0.029} \quad \frac{\text{停顿}}{CPI} = \{[1 + P_t] \times [R_t(1 + R_w)]\} R_t P_t = \{[1 + 20\%] \times [R_t(1 + 20\%)]\} 0.2\% \times 20$$

$$16\text{KB两路统一映象} \quad 0.022 \quad 2.77$$

$$32\text{KB直接统一映象} \quad 0.020 \quad 2.66$$