

	I <sub>2</sub>	无	I <sub>2</sub>	
I <sub>3</sub>	WAW	RAW	I <sub>3</sub>	
I <sub>4</sub>	无	WAU	WAR	I <sub>4</sub>
I <sub>5</sub>	RAW	RAW	RAW	RAW
I <sub>6</sub>	无	无	无	RAW

55

$$3.4 \text{ (1)} A: CPI = \frac{5+1}{5} = 1.2 \quad T_{instruction} = 1 \text{ ns} \times 1.2 = 1.2 \text{ ns}$$

B: CPI = $\frac{8+3}{8} = \frac{11}{8}$	$T_{instruction} = 0.6 \text{ ns} \times \frac{11}{8} = 0.825 \text{ ns}$
测B相比A的加速比 $S = \frac{T_A}{T_B} = \frac{1.2}{0.825} = 1.455$	
(2) A: CPI = $1.2 \times [0.8 + 0.2 \times (0.95 + 0.05 \times 3)] = 1.324$	
B: CPI = $\frac{11}{8} \times [0.8 + 0.2 \times (0.95 + 0.05 \times 6)] = 1.44375$	
3.6 Loop: I <sub>1</sub> al, o(a2) ①	(1) RAW: ①②、②③、④⑤、⑤⑥
addi al, al, 1 ②	WAR: ①②、①④、③④
sd al, o(a2) ③	WAW: ①②
addi a2, a2, 4 ④	
sub a2, a2, a2 ⑤	
bneq a2, Loop ⑥	
(2) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	(2) 该分支预测器可在第8周期时取下一循环首条指令地址(17), 故执行一次循环相当于只需7个周期, 但最后一次循环预测错误,分支预测器要在EX结束后才能得到正确 的17,因此停顿两周期。 总周期数为 $25 \times 7 + 2 = 177$
① IF ZD EX MEM WB	
② IF ID S S EX MEM WB	
③ IF S S ZD EX S MEM WB	
④ IF ZD S EX MEM WB	
⑤ IF S ZD S S EX MEM WB	
⑥ IF S S ZD S S EX MEM WB	
执行一次循环需要17个周期,共循环15次,则完成所有循环需要425个周期	
RAW WAR WAW	
WAW RAW WAW	

3.8 (1) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	① IF1 IF2 ID1 ID2 EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2 ② IF1 IF2 ID1 ID2 S S S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2 ③ IF1 IF2 ID1 S S S IDP2 EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2 ④ IF1 IF2 S S S IDP1 ID2 EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2 ⑤ IF1 S S S IDP2 ID1 ID2 S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2 ⑥ IF1 IF2 ID1 S ID2 S EX1 EX2 M1 M2 WB1 WB2	(3) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
静态分支预测从第10周期执行下一循环，但也要在12与14周期停顿，相当于一次循环需要执行9+2=11周期；最后一次循环在EX2后重新IF，总周期数为 $25 \times 11 + 5 = 280$	① ZF ID EX MEM WB ② IF ID S EX MEM WB ③ IF S ID EX MEM WB ④ IF ID EX MEM WB ⑤ IF ID EX MEM WB	单次迭代需要10个周期
题6: CPI = $\frac{425}{25 \times 6} = 2.833$ 题7 (1) CPI = $\frac{275}{25 \times 6} = 1.833$ 题7 (2) 题8 CPI = $\frac{500}{25 \times 6} = 3.333$ 题8 (1)		
3.9 (1) add addi ld sd bne jal jalr 是否需要2周期 √ X X √ X X 膜周旁		
(2) Loop:  w a2, o(a3) ① RAW数据冲突有: addw a1, a2, a1 ② ①②, ③④ addiw a2, a2, -1 ③ addiw a3, a3, 4 ④ bnez a2, Loop ⑤		
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12		
① IF ID EX MEM WB ② IF ID ID S EX MEM WB ③ IF S S ID EX MEM WB ④ IF ID EX MEM WB ⑤ IF ID S EX MEM WB	单次迭代需要12个周期	