

I_1 IF ID EX MEM WB
 I_2 IF ID ~ EX MEM WB
 I_3 IF ~ ID EX MEM WB
 I_4 IF ID EX MEM WB
 I_5 IF ID EX MEM WB
 $T=10$

第九周

3. 可能 1) 当 $a0 = a1$ 2) 当 $a0 = a1 + 4$ 3) 当 $a0 = a1 + 4096$
 1) 会, 物理地址相同 2) 不会, 物理地址不同 3) 不同页, 不会

$I_1 - I_2$: RAW. $I_2 - I_3$: WAR $I_4 - I_5$: RAW. $I_6 - I_7$: RAW.
 $I_{11} - I_{12}$: RAW.

1) $4 + 11 + 1 + 4 + 1 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 = 31$

I_1 I_2 I_3 I_4 I_5 I_6 I_7 I_8 I_9 I_{10} I_{11} I_{12}

2) I_1 XXXX

I_2 XXXXXXXXXX

I_3 XXXXX

I_4 XXXX

I_5 XXX

共 23 周期

I_6 XXX

I_7 XX

I_8 XX

I_9 X

I_{10} X

I_{11} X

I_{12} XX



3) fld f2, 0(a0) xxxx
 fld f4, 0(a1) xxxx
 fdiv.d f8, f0, f2 xxxxxxxxxxxx
 fmul.d f2, f6, f2 xxxxx
 fadd f4, f0, f4 xxx
 fsd f4, 0(a1) xx
 addi a1, a1, 8 x
 fadd.d f10, f8, f2 xxx
 fsd f10, 0(a0) xx
 addi a0, a0, 8 x
 sub x20, x4, a0 x
 bnez x20, Loop xx

共 22 周期

10. loop: fld T9, 0(a0) f4 → T9
 fmul.d T10, f0, f2 f2 → T10
 fdiv.d T11, T9, T10 f8 → T11
 fld T9, 0(a1)
 fadd.d T12, f0, T9 f6 → T12
 fsub.d T13, T11, T12 f8 → T13
 fsd T13, 0(a1)

11. 显式: 结果保存在物理寄存器堆, 在执行前替换指令中操作数
 隐式: 结果保存在ROB中, 在指令执行时替换指令中操作数.
 优点: 提高指令并行度 缺点: 需要额外的硬件.

