

9. (1) 忽略前端取指和译码 暂停发射时无任何流水
 经过周期-

fld f2, 0(a0) (4) 1 2 3 4

fdiv.d f8, f0, f2 (11) (RAW) 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

fmul.d f2, f6, f2 (5) (无冲突) 6 7 8 9 10

fld f4, 0(a1) (4) 7 8 9 10

fadd.d f4, f0, f4 (3) (RAW) 11 12 13

faadd.d f10, f8, f2 (3) (RAW) 16 17 18

fscd f10, 0(a0) (2) (RAW) 19 20

fscd f4, 0(a1) (2) 20 21

addi a0, a0, 8 (1) 21

addi a1, a1, 8 (1) 22

sub x20, x4, a0 (1) 23

bnz x20, Loop (2) 24 25

如上, 共需 25 个周期

9. (2) 双发射 一个周期可发射两条指令运行 只有 RAW 会停 而系流水线

fld f2, 0(a0) (4) 1 2 3 4

fdiv.d f8, f0, f2 (11) (RAW) 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

fmul.d f2, f6, f2 (5) (双发射) 5 6 7 8 9

fld f4, 0(a1) (4) 6 7 8 9

fadd.d f4, f0, f4 (3) (RAW) 10 11 12

faadd.d f10, f8, f2 (3) (RAW) 16 17 18

fscd f10, 0(a0) (2) (RAW) 19 20

fscd f4, 0(a1) (2) (双发射) 19 20

addi a0, a0, 8 (1) 20

addi a1, a1, 8 (1) 20

sub x20, x4, a0 (1) 21

bnz x20, Loop (2) (RAW) 22 23

如上, 需要 23 个周期, 因为数据冲突限制太多导致双发射优势体现不明显

(3) 改变顺序:

fld f2, 0(a0) 1 2 3 4

fld f4, 0(a1) 1 2 3 4

fdiv.d f8, f0, f2 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

fmul.d f2, f6, f2 5 6 7 8 9

fadd.d f4, f0, f4 6 7 8

fsl f4, 0(a1) 9 10

addi a1, a1, 8 9

fadd.d f10, f8, f2 16 17 18

fsl f10, 0(a0) 19 20

addi a0, a0, 8 19

sub x20, x4, a0 20

bnez x20, loop 21 22

如上, 最后第22周期(关键路径决定)

10. fld T9, 0(a0)

fmul.d T10, T0, T2

fdiv.d T11, T9, T10

fld T12, 0(a1)

fadd.d T13, T0, T12

fsub.d T14, T11, T13

fsl T15, 0(a1)

11. 区别: 隐式重命名不需要 free-list 来记录物理寄存器状态, 指令被写入 ROB 即完成重命名, 其中 ARF 用于保存已经提交的指令的值, 而 ROB 保存处于推测状态的指令的值; 显式重命名中 ROB 不记录指令的结果, 即将提交的数据和处于推测的数据均保存在物理寄存器

优缺点: 隐式重命名所需物理 register 与逻辑 register 数量相同, 但其读取数据的复杂度和功耗更高; 显式重命名需要增加物理寄存器, 体系结构和硬件实现的逻辑简单

实现方式: 显式重命名通过额外增加硬件实现, 隐式重命名通过 ARF (ISA Register File)、映射表 (记录操作数在 ROB 位置) 来实现