

4.18

9条指令依次命名为①~⑫

①②RAW ③④RAW ⑤⑥RAW ⑦⑧RAW ⑨⑩RAW ⑪⑫RAW

共 $4 + 11 + 5 + 2 = 23$ 个周期

② 共 $4 + 11 + 5 + 2 = 23$ 个周期

③ ^{loop} f1d f2,0(a0) ~~周期~~ 流水线1 流水线2 周期 流水线1 流水线2

f1d f4,0(a1)

1 f1d,f2,0(a0) f1d,f4,0(a1)/12 S S

fdiv.d f8, f0, f2

2 S S 13 S S

fmul.d f2 f6 f2

3 S S 14 S S

fadd.d f4, f0, f4

4 S S 15 S S

fadd.d f10, f8, f2 fsd f4, 0(a1) 5 fdiv.d f8, f0, f2 fmul.d f2 f6 fadd.d f0, f8, f2 S

fsd f10, 0(a0) fadd.d f10, f8, f2 6 fadd.d f4, f0, f4 S 17 S

fsd f4, 0(a0) fsd f10, 0(a0) 7 fsd f4, 0(a1) S 18 S S

addi a0, a0, 8 8 S S 11 fsd f10, 0(a0) addi a0, a0, 8

addi a1, a1, 8 9 addi a1, a1, 8 S 20 sub x20, x4, a0 S

sub x20, x4, a0 10 S S 21 bnez x20, Loop S

bnez x20, Loop 11 S S 22 S S

⑩ Loop: f1d ^{T4} f2,0(a0)

fmul.d - T9, T0, T2

fdiv.d T8, T4, T9

f1d T10, 0(a1)

fadd.d T6, T0, T10

fsub.d T11, T8, T6

fsd T11, 0(a1)

11 显式重命名：提供更多的物理寄存器

隐式重命名：将推測值保存在ROB等结构中

优缺点：显式：无~~需~~在ROB中创建大量空位，但需要大量物理寄存器

隐式：无需大量物理寄存器，但要额外项记录值最新值在ARF/ROB中，ROB要能前读

实现方式 显式：引入更多硬件寄存器，~~引入ARF~~ 引入FU

隐式：ROB, ARF分别保存未提交、已提交的结果 并建立映射表