

9.1) 各指令执行的周期如下:

fld f2, 0(a0) 1~4
fdiv.d f8, f0, f2 5~15
fmul.d f2, f6, f2 6~10
fld f4, 0(a1) 7~10
fadd.d f4, f0, f4 11~13
fadd.d f10, f8, f2 16~18
fsd f10, 0(a0) 19~20
fsd f4, 0(a1) 20~21
addi a0, a0, 8 21
addi a1, a1, 8 22
sub x20, x4, a0 23
bnz x20, Loop 24~25

共需 25 个周期

2) 各指令执行的周期:

fld f2, 0(a0) 1~4
fdiv.d f8, f0, f2 5~15
fmul.d f2, f6, f2 5~9
fld f4, 0(a1) 6~9
fadd.d f4, f0, f4 10~12
fadd.d f0, f8, f2 16~18
fsd f10, 0(a0) 19~20
fsd f4, 0(a1) 19~20
addi a0, a0, 8 20
addi a1, a1, 8 20
sub x20, x4, a0 21
bnz x20, Loop 22~23

共需 23 个周期

3) 前6条指令顺序及所在周期不变

fsd f10, 0(a0) 19-20
addi a0, a0, 8 19
fsd f4, 0(a1) 20-21
sub x20, x4, a0 20
addi a1, a1, 8 20
bnz x20, Loop 21-22

10. Loop: fld T13, 0(T9)

fmuld T12, T11, T12

fdiv.d T15, T13, T12

fld T16, 0(T10)

fadd.d T14, T11, T16

fsub.d T15, T15, T14

fscd T15, 0(T10)

重命名表: T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16
a0 a1 f0 f2 f4 f6 f8 f4

11. 显式重命名安排比指令集要求的寄存器 ISA 寄存器数量更多的物理寄存器, 这些物理寄存器中不仅包括已经提交的寄存器, 也包括尚未提交处于“推测”状态的寄存器。在重命名的同时, 每个指令的寄存器指示符指向所使用的物理寄存器。

隐式重命名中物理寄存器与 ISA 寄存器数量相同, ISA 寄存器只保存已提交的指令的值, “推测”状态的值由 ROB (reorder buffer) 保存, 指令提交时 ROB 将值提交给 ISA 寄存器堆。

相比于显式重命名, 隐式重命名需要的物理寄存器更少, 但每个操作数在其周期中需保存在 ROB 和 ARF 两个位置, 读取数据复杂度较高, 功耗更高。