

9.39: (1) 对于该流水线指令执行情况为:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fld f2,0(a0)	stall	s	s	fdivd f8,f0,f2	fmul.d f2,f6,f2	fld f4,0(a1)	s	s	s
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
fadd.d f4,f0,f4	s	s	s	fadd.d f10,f8,f2	s	s	fsd,0(a0)	fsd f4,0(a1)	
21	22	23	24						
addi a0,a0,8	addi a1,a1,8	sub x20,x4,a0	bnz x20,Loop						

故需要 24 个周期

(2) 对于双发射顺序流水线, 指令执行情况为:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
fld f2,0(a0)	s	s	s	fdivd f8,f0,f2	fld f4,0(a1)	s	s	s	fadd.d f4,f0,f4	s
fmul.d f2,f6,f2										
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
s	s	s	s	fadd.d f10,f8,f2	s	s	fsd f10,0(a0)	addi a0,a0,8	sub x20,x4,a0	
fsd								fsd f4,0(a1)	addi a1,a1,8	
22										

bnz x20,Loop

故需要 22 个周期

(3) 调整反顺序为: fld f2,0(a0) ① fsd f10,0(a0) ② 修改见后页

fld f4,0(a1) ② fsd f4,0(a1) ⑧

fdivd f8,f0,f2 ③ addi a0,a0,8 ⑨

fmul.d f2,f6,f2 ④ addi a1,a1,8 ⑩

fadd.d f4,f0,f4 ⑤ sub x20,x4,a0 ⑪

fadd.d f10,f8,f2 ⑥ bnz x20,Loop ⑫

但仍需 22 个周期? 最长路径 ③④依赖①, ④依赖③, ⑦依赖⑥, ⑦依赖⑦, ⑦依赖⑨, ⑨依赖⑪

如果在顺序流水线好像无法缩短?

10. 重命名后 $f1d T9, 0(a0)$

$fmul.d T10, f0, f2$

$fdiv.d T11, T9, T10$

$f1d T12, 0(a1)$

$fadd.d T13, f0, T12$

$fsub.d T14, T11, T13$

$fsd \del{T15} T15, 0(a1)$

写入
要为

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

9(3) $f1d f2, 0(a0)$ S S S $fdiv.d f8, f0, f2$ $fadd.d f4, 0, f4$ S S $fsd f4, 0(a1)$ S

$f1d f4, 0(a1)$ $fmul.d f2, f6, f2$

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

$add; a1, a1, 8$ S S S $fadd.d f10, f6, f2$ S S $fsd f10, 0(a0)$ $sub x20, x4, a0$

$add; a0, a0, 8$

21

$bnez x20, loop$ 可以看到需要 21 个周期，节省了一个周期

11. 针对重命名：map-table 记录逻辑寄存器与物理寄存器之间的对应关系；free-list 记录物理寄存器的空闲状态；busy-table 记录寄存器是否可读。ROB 不仅记录指令的结果，即将提交的数据与处于推测状态的数据做了保存在物理寄存器中，因此物理寄存器数要高于逻辑寄存器数。当一条指令发起重命名请求时，通过 map-table 获得源操作数逻辑寄存器对应的物理寄存器，由 free-list 分配一个物理寄存器，由 busy-table 判断源寄存器是否可读，可读就发射；

隐式重命名：ROB 保存正在执行、尚未提交的指令的结果；ARF 保存已经提交的指令中即将

写入寄存器中值。ARF只保存已经提交的指令的值，ROB保存“推测”状态的指令的值，因此需要物理寄存器与逻辑寄存器数目相同。再建立一个映射表，记录操作数在ROB中的位置

优缺点：显式重命名，所需物理寄存器较多，但数据读取简单效率较低。

隐式重命名，所需物理寄存器较少，但数据存在ROB和ARF两个位置，读取复杂度较高，功耗较大。