

9. 调整 (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	fdiv.d 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	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	fdiv.d 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) 调整后顺序为

fld f2, 0(a0) ①	fsd f10, 0(a0) ⑦	修改见后页
fld f4, 0(a1) ②	fsd f4, 0(a1) ⑧	
fdiv.d 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 ③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫

如果在顺序流水线好像无法缩短?

10. 解: 重命名后

```

fld T9, 0(a0)
fmul.d T10, f0, f2
fdiv.d T11, T9, T10
fld T12, 0(a1)
fadd.d T13, f0, T12
fsub.d T14, T11, T13
fsd T15, 0(a1)

```

11. 解:

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

bnz x20, loop 可以看到需要21个周期, 节省了一个周期

11. 解: 显式重命名: 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 不记录指令的结果, 即将提交的数据与处于推测状态的数据都保存在物理寄存器中, 因此物理寄存器数同要高于逻辑寄存器数同。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、尚未提交时指令的结果; ARF 保存已经提交的指令中即将

写入寄存器中的值。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，但数据读取简单功率较低。

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。