

9.

(1)

需要 31 个周期迭代完成

(2)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
流水线1	fld f2,0	ld	ld	ld	fdiv	fld/div	div	div	div/ld	div/ld	fadd,d/fadd	div fadd	div	div	fadd f10	fadd	fsd f10, addi/fsd	fsd sub	bnz	bna		
流水线2	s	s	s	s	fmul	mul	mul	mul	mul	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	f4,0 addi/fed	

由上图可知，双发射流水线的迭代周期为 23 个

(3)

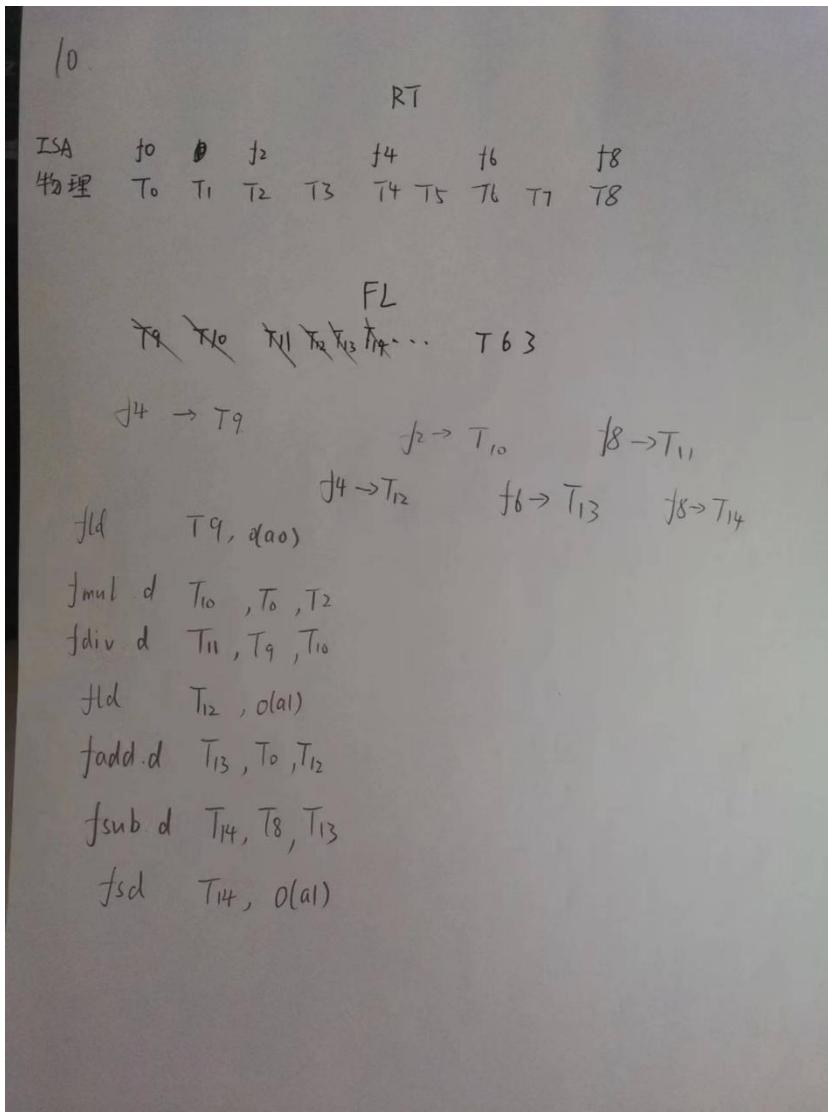
修改顺序如下：

```
fld f2,0(a0)
fld f4,0(a1)
fdiv.d f8,f0,f2
fmul.d f2,f6,f2
fadd.d f4,f0,f4
fsd f4,0(a1)
addi a0,a0,8
fadd.d f10,f8,f2
fsd f10,0(a0)
addi a1,a1,8
sub x20,x4,a0
bnz x20,Loop
```

需要 22 个周期

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
流水线1	fld f2,0	ld	ld	ld	fdiv	div	div	div	div	div	div	div	div	fadd f10	fadd	fsd f10,	fsd sub	bnz	bnz		
流水线2	f4,0	ld	ld	ld	fmul	mul	mul	mul	mul	fadd	fadd	fadd	fadd	addi a0	s	s	s	s	s	s	addi a1

10.



11. (1) 显式重命名确保物理寄存器堆具有的真实寄存器数目比 ISA 定义的寄存器数目更多。显式重命名的实现一般需要引入两种硬件，一种是空闲列表，用于维护物理寄存器的空闲信息状态，一种是重命名列表，用于维护物理寄存器和 ISA 寄存器之间的映射关系。

优点：读取数据较为简单；缺点：需要额外的物理寄存器

(2) 隐式重命名中，物理实现的寄存器数量和 ISA 规定保持一致，但其中仅存放已经最终写回的指令结果。

优点：需要的物理寄存器数目少；缺点：每个操作数需要保存在 ROB 和 ARF 两个位置，读取数据的复杂程度更高。

两者区别：显式方案提供更多的物理寄存器，而隐式方案将推测值暂存在重排序缓冲区或者其他结构中。