

9.

(1) 4 + 1 + 1 + 4 + 1 + 4 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2
 fld_{RAW} fdiv mul fld_{RAW} fadd 等div add_{RAW} sd addi addi sub bnz

∴ 一共需要 25 个周期

认为 ld 没有前馈?

(2) 4 + 1 + 4 + 6 + 1 + 1 + 1 + 2
 fld_{RAW} fdiv.fmul fld_{RAW} fadd, 等div fadd.fsd fsd, addi addi, sub bnz.

∴ 一共需要 20 个周期

(3) 1 + 1 + 2 + 1 + 4 + 6 + 1 + 1 + 1
 fld + addi addi + sub 等 fld_{RAW} fdiv.fmul fld_{RAW} fadd, 等div fadd.fsd fsd bnez

一共需要 18 个周期, 因为得三条

(3) 4 + 1 + 1 + 1 + 8 + 1 + 2
 fld, fld feliv, fmul fadd.fsd addi, sub 等div fadd, fsd bnz.

一共需要 18 个周期. 将 fld f4, 0(a1)

addi a1, a1, 8

sub x20, x4, #0

三条指令提前到等待 fld 和等待 div 的中间



10.

```
Loop:  fld      f4, 0(a0)
       fmul.d   f2, f0, f2
       fdiv.d   f8, f4, f2
       fld      T9, 0(a1)
       fadd.d   f6, f0, T9
       fsub.d   T10, T10, f6
       fsd      T11, 0(a1)
```

11.

1. 区别: ① 显式重命名是利用额外的物理寄存器为冲突的寄存器重命名
② 隐式重命名是在编译时, 用空闲的通用寄存器为冲突的寄存器重命名, 而不使用额外的物理寄存器

2. 优缺点: ① 显式重命名优点是易于映射, 没有额外的编译开销;
缺点是需要有足够的额外的物理寄存器, 当多次进行重命名时会遇到困难

② 隐式重命名优点是无需额外物理寄存器开销, 可应对大量重命名情况; 缺点是对优化、映射用的编译器要求非常高, 有大量的额外编译器开销

3. 实现方式: ① 显式: 通过硬件检测冲突, 并为寄存器分配新的物理寄存器
② 隐式: 通过汇编语言编译器实现, 如使用基于 SSA (静态单赋值) 的寄存器分配算法来优化汇编代码,

