

9. 解: (1) 根据题意, 可绘制如下图所示的执行时序, “√”表示指令正在运行

周期	1	...	4	5	6	7	...	10	11	...	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
指令操作	fld f2, 0(a0)		√																				
fdi.v.d f8, f0, f2				√	√	√		√	√		√	√	√										
fmul.d f2, f6, f2					√	√		√															
fld f4, 0(a1)						√		√															
fadd.d f4, f0, f4									√		√												
fadd.d f10, f8, f2														√	√								
fsw f10, 0(a0)																√	√	√					
fsw f4, 0(a1)																		√	√				
faddi a0, a0, 8																			√				
faddi a1, a1, 8																				√			
sub x20, x4, a0																					√		
bnz x20, Loop																						√	√

因此上述代码段的一次迭代需要 25 个周期执行完成

因此调整后的指令序列一次迭代周期数为22,

2) 根据题意, 可绘制下图所示的执行时序, "V" 表示指令正在执行

周期数	1	...	4	5	6	...	9	10	...	12	13	14	15	16	17	18
指令 fld f2, 0(a0)	✓		✓													
fdiv.d f8, f0, f2				✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓			
fmul.d f2, f6, f2				✓	✓		✓									
fld f4, 0(a1)					✓		✓									
fadd.d f10, f8, f2								✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
fsd f10, 0(a0)											✓	✓				
fsd f4, 0(a1)											✓	✓				
addi a0, a0, 8												✓				
addi a1, a1, 8												✓				
sub x20, x4, 20													✓			
bnz x20, Loop														✓	✓	

因此上述代码段的一次迭代需要22个周期执行完成

调整后的指令序列及执行时序为

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

10. 解: 根据题意

```

Loop: 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    T14, 0(a1)

```

11. 解: (1) 区别: ① 显式重命名中物理寄存器数高于逻辑寄存器, ROB 记录指令的结果, 即将提交的数据和处于推测状态的数据都在物理寄存器中。

② 隐式重命名中物理寄存器数目与逻辑寄存器相同, ARF 只保存已经提交的指令的值, 处于“推测”状态的指令的值由 ROB 保存

(2) 显式重命名优点: 提高指令并行度, 避免数据依赖

② 缺点: 需要更多寄存器及硬件支持

隐式重命名: ① 优点: 不需要额外寄存器

② 缺点: 读取数据复杂, 需要硬件支持

(3) 显式重命名实现方式: 添加物理寄存器及控制逻辑

隐式重命名实现方式: 添加 ROB 及控制逻辑