

9. 题：(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	...	18	19	20	21	22	23	24	25	
指令操作	fld f2, 0(a0)	√	√					√	√		√	√												
	fdiv.d f8, f0, f2			√	√	√		√	√		√	√	√											
	fmul.d f2, f6, f2				√	√		√																
	fld f4, 0(a1)					√		√																
	fadd.d f4, f0, f4							√	√															
	fadd.d f10, f8, f2															√	√							
	fsd f10, 0(a0)																√	√	√					
	fsd f4, 0(a1)																	√	√					
	faddi a0, a0, 8																		√					
	faddi a1, a1, 8																			√				
	sub x20, x4, a0																				√			
	bnez 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，“√”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	$f_2, 0(a_0)$	√		√											
	fdiv.d	f_8, f_0, f_2			√	√		√	√	√	√	√	√	√		
	fmul.d	f_2, f_0, f_2			√	√	√									
	fld	$f_4, 0(a_1)$				√	√									
	fadd.d	f_{10}, f_8, f_2														↙ 18
	fsd	$f_{10}, 0(a_0)$														19
	fsd	$f_4, 0(a_1)$														20
	addi	$a_0, a_0, 8$														21
	addi	$a_1, a_1, 8$														22
	sub	x_{20}, x_4, a_0														23
	bnz	x_{20}, Loop														24

因此上述代码段的一次迭代需要22个周期执行完成

周期数	1	…	4	5	6	…	10	…	15	16	…	18	19	20	21	22	23	24
指令	fld	$f_2, 0(a_0)$	√	…	√													
	fld	$f_4, 0(a_1)$	√	…	√													
	fadd.d	f_4, f_0, f_4			√	√	√											
	fdiv.d	f_8, f_0, f_2			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√			
	fmul.d	f_2, f_0, f_2			√	√	√											
	fadd.d	f_{10}, f_8, f_2														√	√	↑
	fsd	$f_{10}, 0(a_0)$														√	√	
	fsd	$f_4, 0(a_1)$														√	√	
	addi	$a_0, a_0, 8$														√		
	addi	$a_1, a_1, 8$																
	sub	x_{20}, x_4, a_0														√	√	
	bnz	x_{20}, Loop														↓	↓	

10. 解：根据题意

loop: fld T₉, 0(a₀)

fmul.d T₁₀, f₀, f₂

fdiv.d T₁₁, f₉, T₁₀

fld T₁₂, 0(a₁)

fadd.d T₁₃, f₀, T₁₂

fsub.d T₁₄, T₁₁, T₁₃

fsd. T₄, 0(a₁)

11. 答：①区别：①显式重命名中物理寄存器数多于逻辑寄存器，ROB 不记录指令的结果，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