

第八次作业：9、10、11

9.

持续

1) ① : 1-4 // 冒号左侧为指令序号, 右侧为执行阶段开始于的周期数

② : 5-15 //  $f_2$  RAW

20-21

③ : 6-10

⑧ : 16-17

④ : 7-10

⑨ : 17 21

⑤ : 11-13 //  $f_4$  RAW

⑩ : 18 22

⑥ : 16-18 //  $f_8$  RAW

⑪ : 19 23

⑦ : 19-20 //  $f_{10}$  WAR

⑫ : 20-21 共需 25 个周期

2) 一、① : 1-4 // 第一个中文数字为发射序号, 第二个数字为指令序号, 第三个为周期数

二、② : 5-15 ; ③ : 5-9 //  $f_2$  RAW

三、④ : 6-9

七、⑨ : 20 ⑩ : 20

四、⑤ : 10-12 ; ⑥ : 11  $f_4$  RAW

八、⑪ : 21

五、⑬ : 16-18 //  $f_8$  RAW

九、⑭ : 22-23

六、⑮ : 19-20 //  $f_{10}$  WAR

共需 23 个周期

⑯ : 19-20

3) 仅更改第六次发射及之后的指令发射顺序

六、⑰ : 19-20 ; ⑯ : 19

七、⑰ : 20-21 ; ⑯ : 20

八、⑰ : 21 ; ⑯ : 21-22

共需 22 个周期, 节省 1 个周期

10.

|           |   |  |
|-----------|---|--|
| Loop: fld | T <sub>13</sub> , 0(T <sub>9</sub> )                | 重命名表:  |
| fmul.d    | T <sub>12</sub> , T <sub>11</sub> , T <sub>12</sub> | T <sub>9</sub>   T <sub>10</sub>   T <sub>11</sub>   T <sub>12</sub>   T <sub>13</sub>   T <sub>14</sub>   T <sub>15</sub>   T <sub>16</sub> |
| fdiv.d    | T <sub>15</sub> , T <sub>13</sub> , T <sub>12</sub> | a <sub>0</sub>   a <sub>1</sub>   f <sub>0</sub>   f <sub>2</sub>   f <sub>4</sub>   f <sub>6</sub>   f <sub>8</sub>   f <sub>4</sub>        |
| fld       | T <sub>16</sub> , 0(T <sub>10</sub> )               |  |
| fadd.d    | T <sub>12</sub> , T <sub>11</sub> , T <sub>13</sub> |  |
| fsub.d    | T <sub>15</sub> , T <sub>15</sub> , T <sub>14</sub> |  |
| fstd      | T <sub>15</sub> , 0(T <sub>10</sub> )               |  |

11.

显式重命名安排了比指令集要求的寄存器 (ISA 寄存器) 数量更多的物理寄存器，这些物理寄存器中不仅包括已经提交的寄存器，也包括尚未提交处于“推测”状态的寄存器。在重命名的同时，每个指令的寄存器指示符指向所使用的物理寄存器。

隐式重命名中物理寄存器与 ISA 寄存器数量相同，ISA 寄存器只保存已提交的指令的值，“推测”状态的值由 ROB 保存，指令提交时 ROB 将值提交给 ISA 寄存器堆。相比于显式重命名，隐式重命名需要的物理寄存器更少，但每个操作数在其周期中需保存在 ROB 和 ARF 两个位置，读取数据复杂度较高，功耗更高。