

## 第十二章作业

### 1. 指令并行性主要受限于哪几个方面？

答：

- ①**True Data Dependency**（真实数据相关性）。由于后续指令必须等待前一条指令的结果，因此无法并行执行。
- ②**Procedural Dependency**（过程相关性）。控制流依赖性会限制指令的重排或并行执行。例如，在循环体中，某些指令的执行依赖于前一个循环迭代的结果，导致无法并行化。
- ③**Resource Conflicts**（资源冲突）。由于硬件资源有限，指令可能需要排队等待可用资源，这限制了指令的并行执行。特别是在多核处理器或多执行单元的系统中，资源冲突会导致性能瓶颈。
- ④**Output Dependency**（输出相关性）。为了保证程序正确性，必须按正确顺序执行这些指令，因此不能并行执行。
- ⑤**Antidependency**（反相关性）。为了避免数据覆盖，必须确保读取操作在写入操作之前执行。反依赖性并不直接影响数据流，但它要求指令的执行顺序，以防止在并行执行时出现数据错误。

### 2. 下列指令序列，各存在什么相关性，在超标量中是如何解决这些相关性的？

**I1: LOAD R1, X**

**I2: ADD R2, R1**

**I3: MUL R2, R4**

**I4: MOVE R4, R5**

答：

I1 和 I2 存在真实数据相关性；I2 和 I3 存在输出相关性；I3 和 I4 存在反相关性。

对于真实数据相关性，使用指令的乱序发射解决；对于输出相关性和反相关性，使用寄存器重命名解决。