第三章 流水线技术

第一次课--课后思考题：3月13日

1. 为什么要将流水线技术引入到指令执行中？
2. 指令流水线和多周期的关系：流水一定是多周期的，但反之不然。
3. 什么是流水线的级（段）和深度？流水线深度是不是越深越好（流水线的成本问题、功耗问题，对于单个指令来说执行时间反而会增加）？
4. 会用**时空图**描述**具体**流水线的执行过程。（**重点**）
5. 什么是流水线的瓶颈？如何消除瓶颈问题？
6. 指令流水线中流水寄存器的作用是什么？
7. 流水线的特点是什么？
8. 常见的流水线分类方式有哪些？
9. 一般常用哪些指标衡量流水线性能？这些指标公式不用死记硬背，要理解含义。具体问题具体分析，以画对时空图为前提。
10. 流水线设计中常见哪些问题？怎么消除或尽量减少影响？

第二次课--课后思考题：3月20日

1. 以书上5段流水线为例（只是为了方便理解构建的一种模型），建议3.3.1节和后面的3.4节对照看，熟知针对运算类、访存类、控制类这三类指令在各段的执行细节（和上学期的多周期数据通路进行对比学习更好）。
2. 体会各段间的流水寄存器的作用，每个时钟周期其内容会根据具体指令更新。
3. 掌握用时间错开的数据通路序列方式描述指令的流水执行。
4. 指令相关是指令间可能存在的一种依赖关系，流水线冲突是流水线执行过程中可能发生的一种现象，指令相关有可能会产生流水线冲突，但不是充分条件。
5. 什么是数据相关、什么是名相关？两者的本质区别是什么？

第三次课--课后思考题：3月27日

1. 指令间的相关有哪些类型？它们分别具有什么特征？可以用什么方法消除名相关？消除名相关的意义是什么？
2. 流水线冲突有哪些类型？它们是由什么引起的？
3. 流水执行中，遇到结构冲突怎么办？为什么往往允许结构冲突的存在？
4. 流水线中数据冲突是怎么造成的？常见有哪些数据冲突，分别对应哪些相关？
5. 为了减少由于数据冲突造成的流水线停顿，常用的硬件方法有哪些？软件方法有哪些？（目前所学）

第四次课--课后思考题：4月3日

1. 什么是流水线的控制冲突？为了减少分支延迟，常用的硬件方法是什么？软件方法是什么？
2. 理解分支槽中的指令条数依据于控制冲突造成的分支延迟周期数。
3. 如果支持分支预测，那处理机一定要有相应的回退机制，以保证预测失败时能恢复原先状态。

注意3.4流水实例只适用于分支预测失败。3.3中分支预测成功的例子不使用3.4的实例。

1. 对照图3.36复习多周期数据通路的实现（复习组成原理内容）；
2. 结合图3.37理解在多周期数据通路基础上，如何支持指令的流水执行，做了哪些改动？重点是表3.2（分支指令此时是MEM段结束，表里有错误）和图3.37对照看。注意表中的每一列各段是**并行执行**的，理解流水寄存器的作用和其每周期的更新。
3. 了解之前介绍的定向技术和硬件锁机制在该流水线中的具体实现。
4. 为了进一步减少控制冲突带来的停顿，理解图3.39做了什么？