

## 本节主题



# 流水线的基本原理

北京大学·慕课  
计算机组成  
制作人：陆俊林



# 非流水线的操作

假设每步花费1分钟，则做一道菜需4分钟。  
若做四道菜，则共需16分钟。

1. 洗菜



4. 装盘



2. 切菜



3. 炒菜



# 流水线的操作

假设每步花费1分钟



下单



洗菜



切菜



炒菜



装盘

第1道菜

第2道菜

第3道菜

第4道菜

# 流水线的操作

0

下单



洗菜



切菜



炒菜



装盘

第1道菜

第1道菜

第2道菜

第3道菜

第4道菜

# 流水线的操作

1



下单



洗菜



切菜



炒菜



装盘

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第2道菜

第2道菜

第3道菜

第4道菜



# 流水线的操作

2



下单



洗菜



切菜



炒菜



装盘

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第3道菜

第3道菜

第4道菜

# 流水线的操作

3



下单



洗菜



切菜



炒菜



装盘

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第4道菜

第4道菜

# 流水线的操作

4



下单



洗菜



切菜



炒菜



装盘

上菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第4道菜

第4道菜

第4道菜



# 流水线的操作

5



下单



洗菜



切菜



炒菜



装盘

上菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第4道菜

第4道菜

第4道菜

第4道菜

# 流水线的操作

6



下单



洗菜



切菜



炒菜



装盘

上菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第4道菜

第4道菜

第4道菜

第4道菜

第4道菜

# 流水线的操作

7



下单



洗菜



切菜



炒菜



装盘

上菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第1道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第2道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第3道菜

第4道菜

第4道菜

第4道菜

第4道菜

第4道菜

第4道菜

# 流水线的性能分析



7

假设每步花费1分钟



## 采用流水线的方式

- 做四道菜用了7分钟，平均每道菜用时不到2分钟
- 流水线填满之后，可以做到每1分钟上一道菜
- 单独一道菜仍然需要4分钟

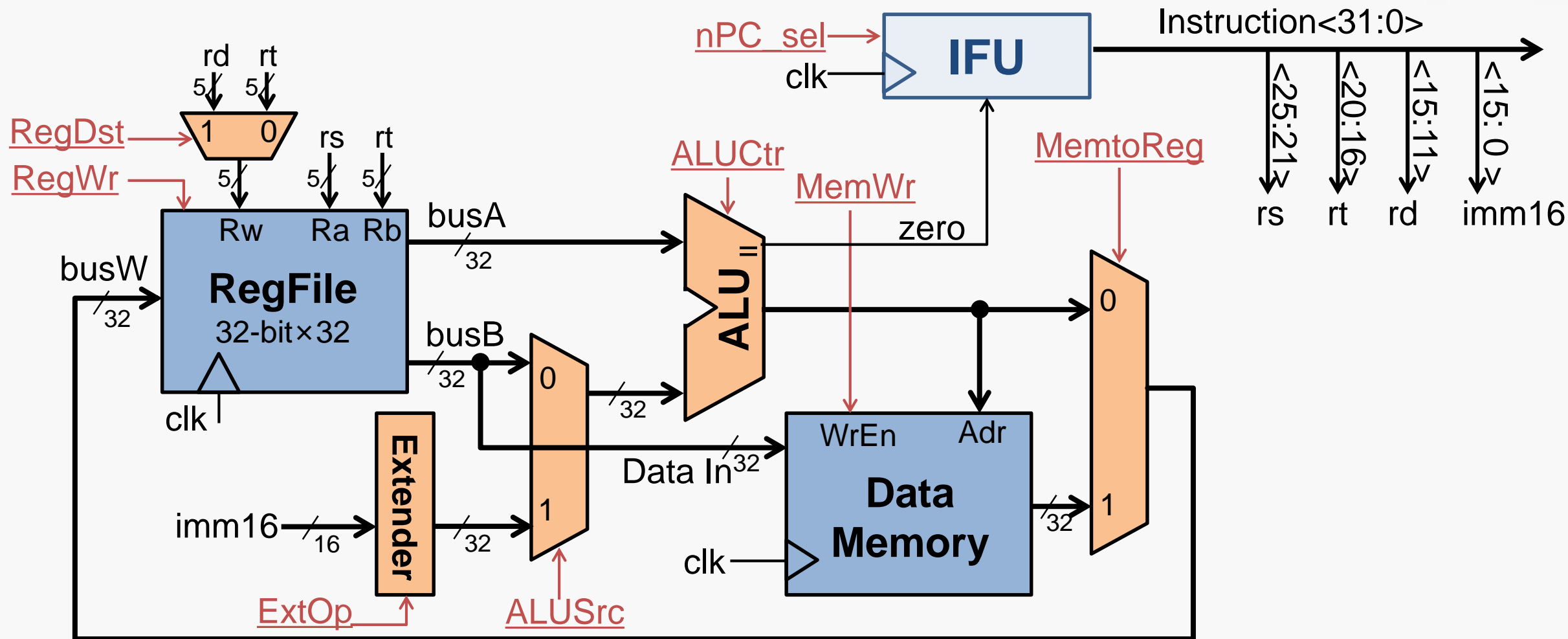
## 采用非流水线的方式

- 每4分钟上一道菜

性能提升到  
原先的4倍



# 单周期处理器





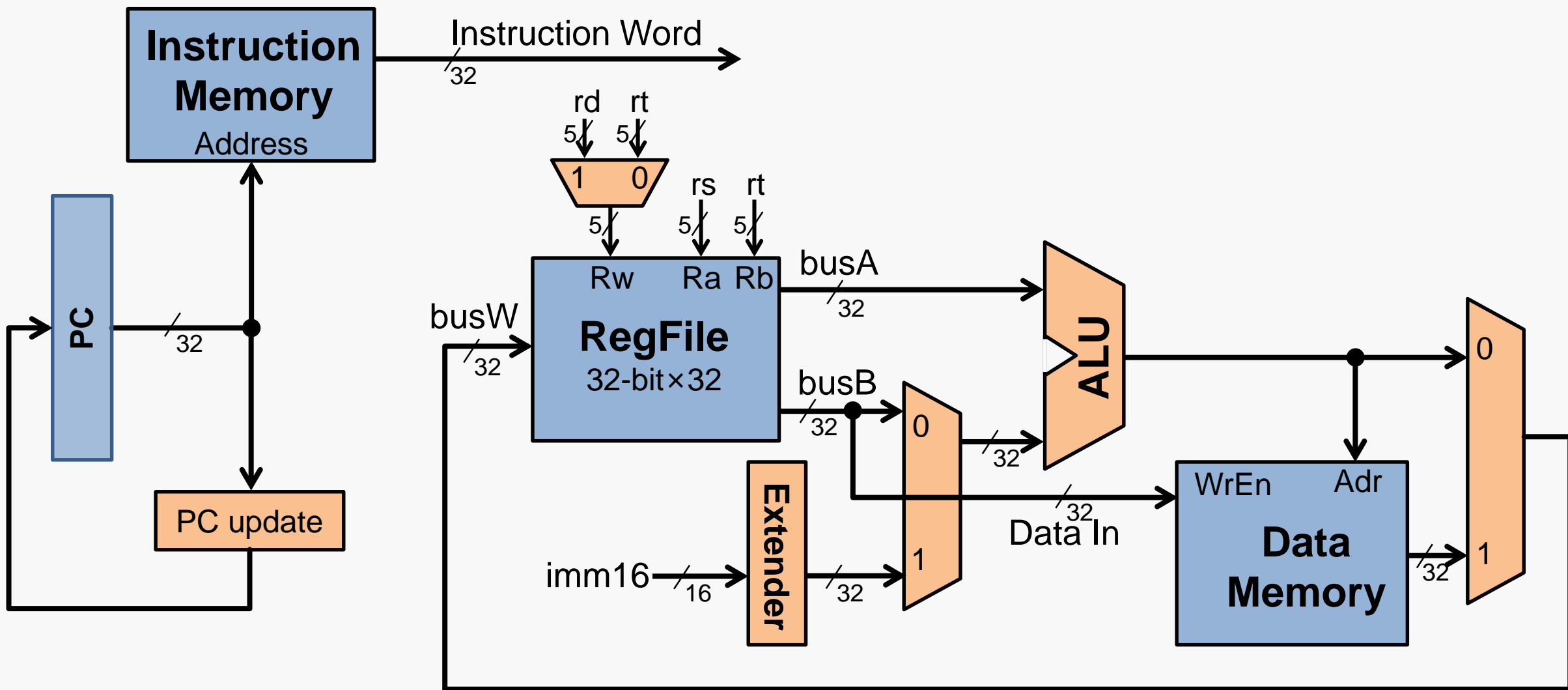
# 执行指令的主要步骤（MIPS）



1、取指（Fetch）	从存储器取指令，更新PC
2、译码（Decode）	指令译码，从寄存器堆读出寄存器的值
3、执行（Execute）	运算指令：进行算术逻辑运算 访存指令：计算存储器的地址
4、访存（Memory）	Load指令：从存储器读数据 Store指令：将数据写入存储器
5、回写（Write-back）	将数据写入寄存器堆

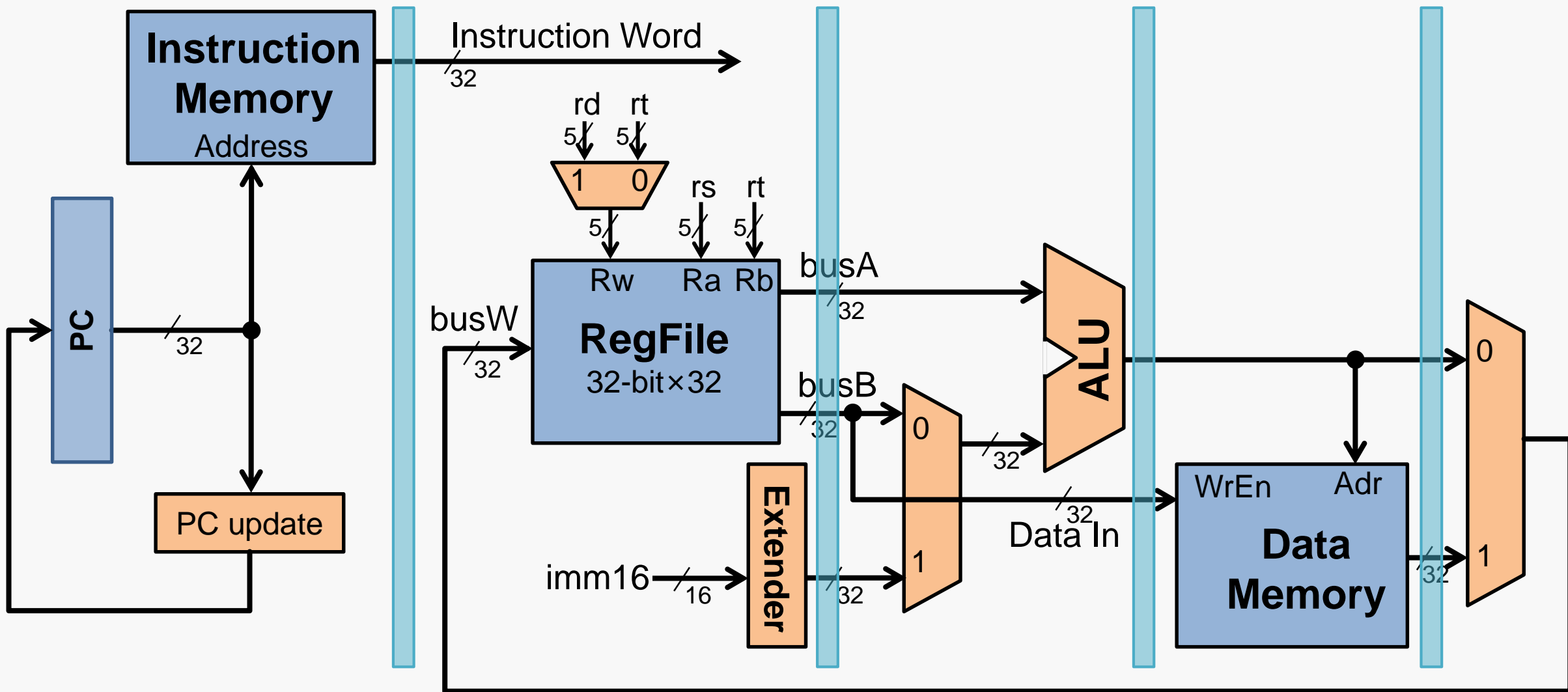
# 执行指令的主要步骤 ( MIPS )

←----- 取指 ----->    ←----- 译码 ----->    ←----- 执行 ----->    ←----- 访存 ----->    ← 写回 ->



# 添加流水线寄存器

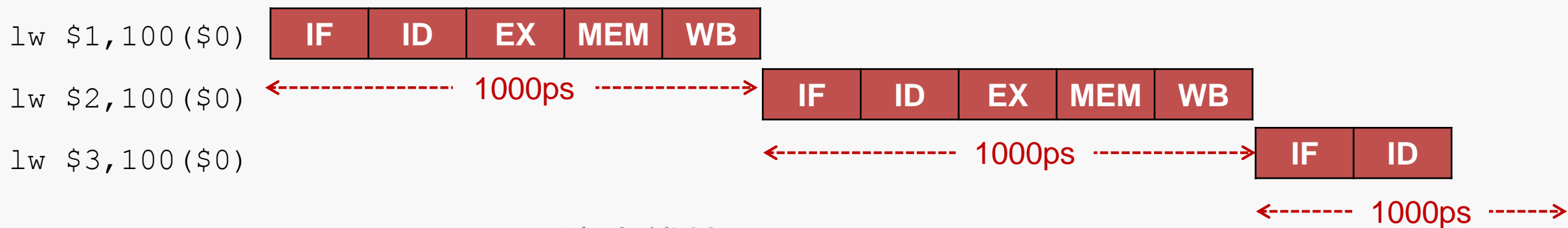
←----- 取指 ----->   ←----- 译码 ----->   ←----- 执行 ----->   ←----- 访存 ----->   ← 写回 ->



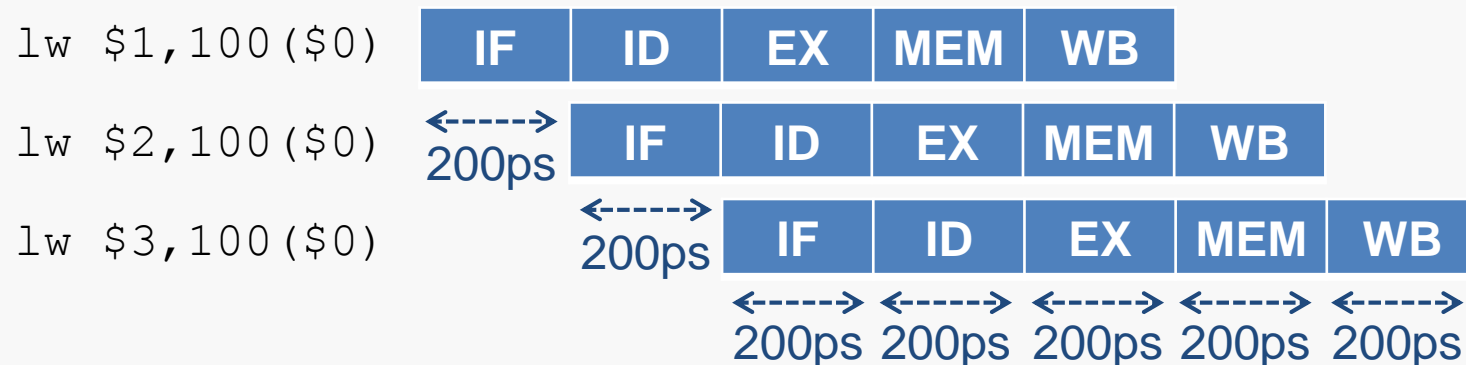
# 流水线处理器性能分析

时间 ( ps ) 0 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400

## 单周期处理器 ( 时钟周期1000ps )

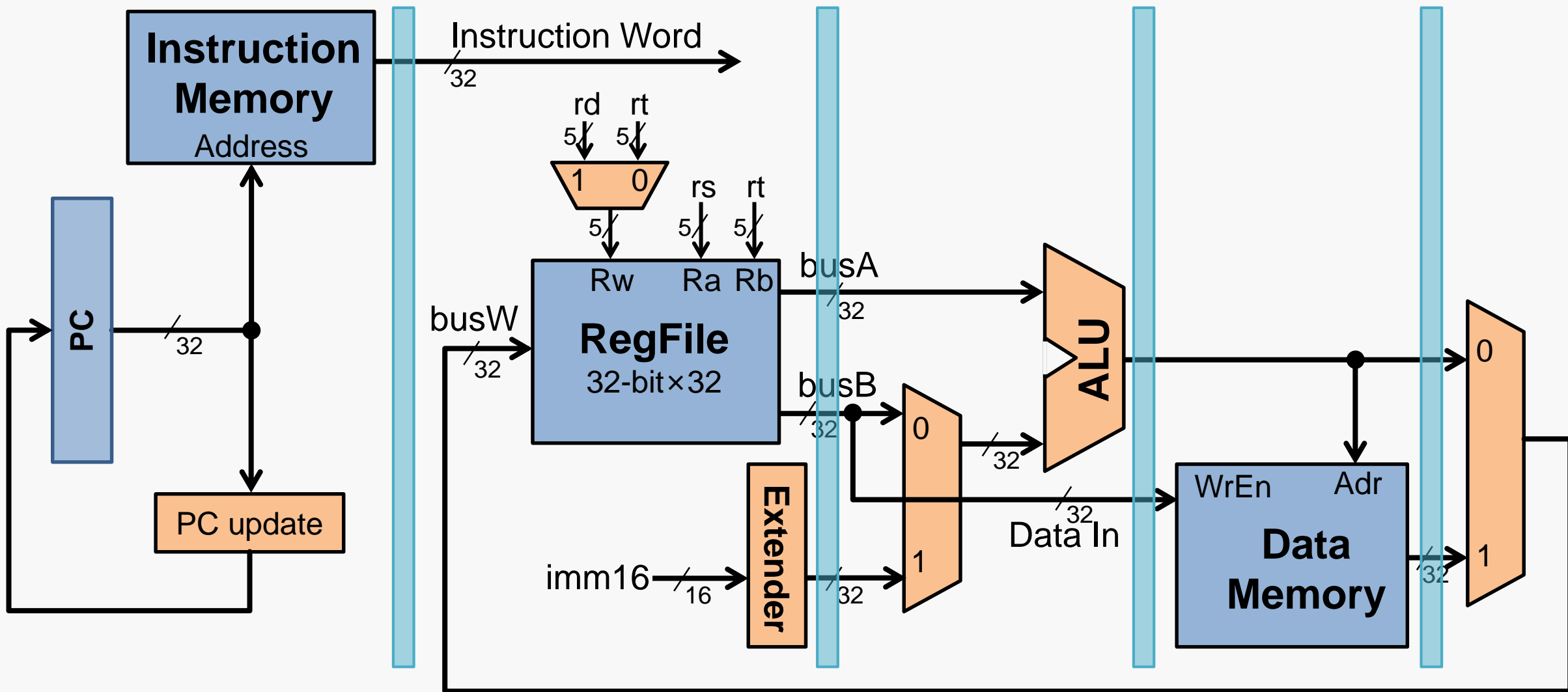


## 流水线处理器 ( 时钟周期200ps )



# 流水线寄存器自身的延迟

←----- 取指 ----->   ←----- 译码 ----->   ←----- 执行 ----->   ←----- 访存 ----->   ← 写回 -->



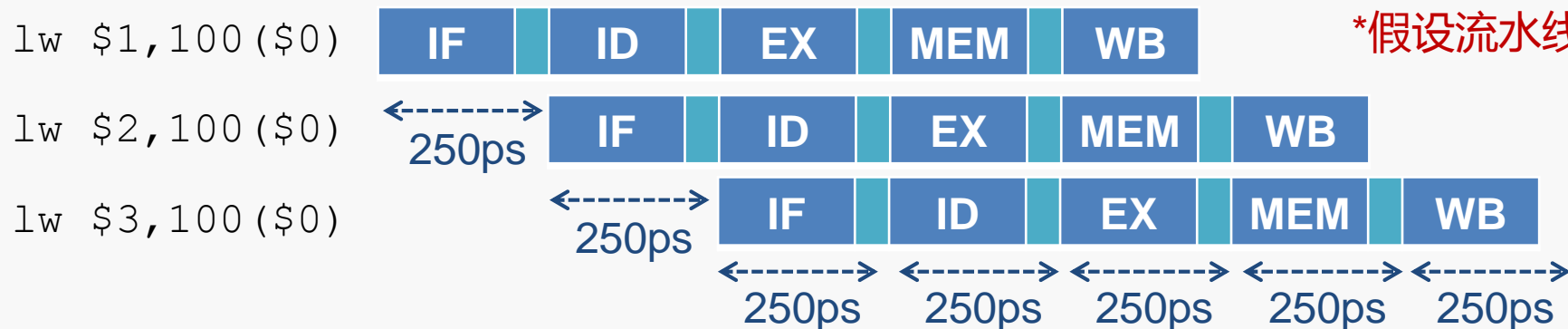


# 流水线处理器性能分析

时间 (ps) 0 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400

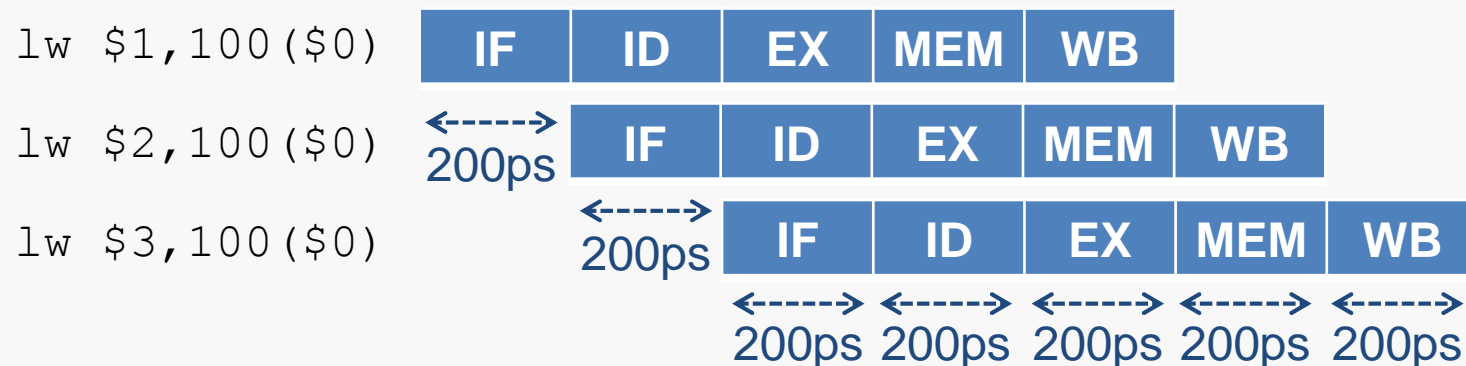
流水线处理器 ( 时钟周期250ps , 单条指令1250ps )

\*假设流水线寄存器的延迟为50ps

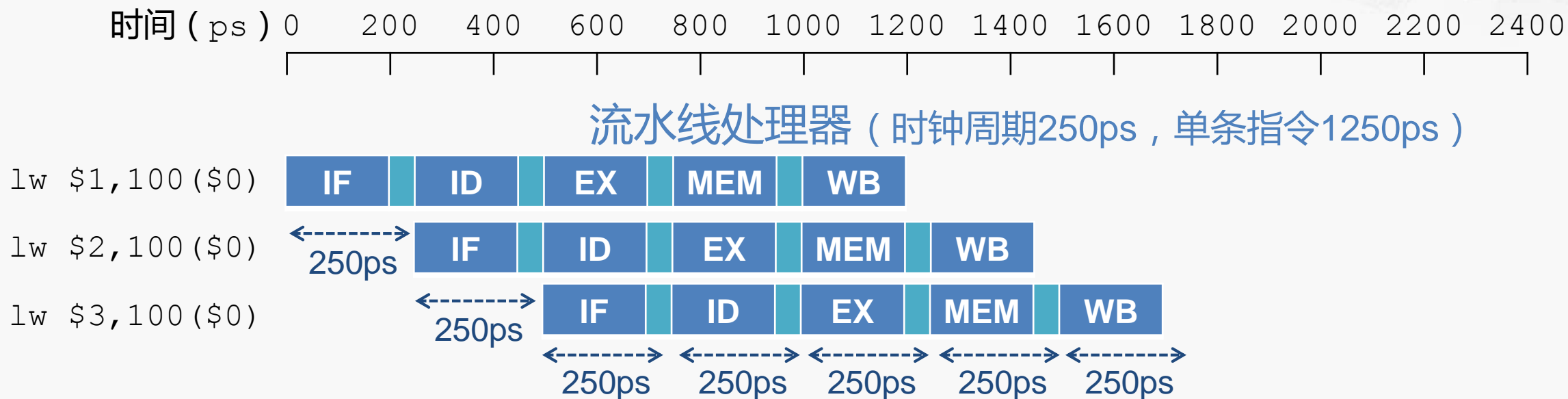


流水线处理器 ( 时钟周期200ps , 单条指令1000ps )

\*未考虑流水线寄存器的延迟



# 流水线处理器性能分析



- ❶ 流水线中的各个处理部件可并行工作，从而可使整个程序的执行时间缩短
- ❷ 流水线并不会缩短单条指令的执行时间（甚至会增加时间），而是提高了**指令的吞吐率**

## 本节小结



# 流水线的基本原理

北京大学·慕课  
计算机组成  
制作人：陆俊林

