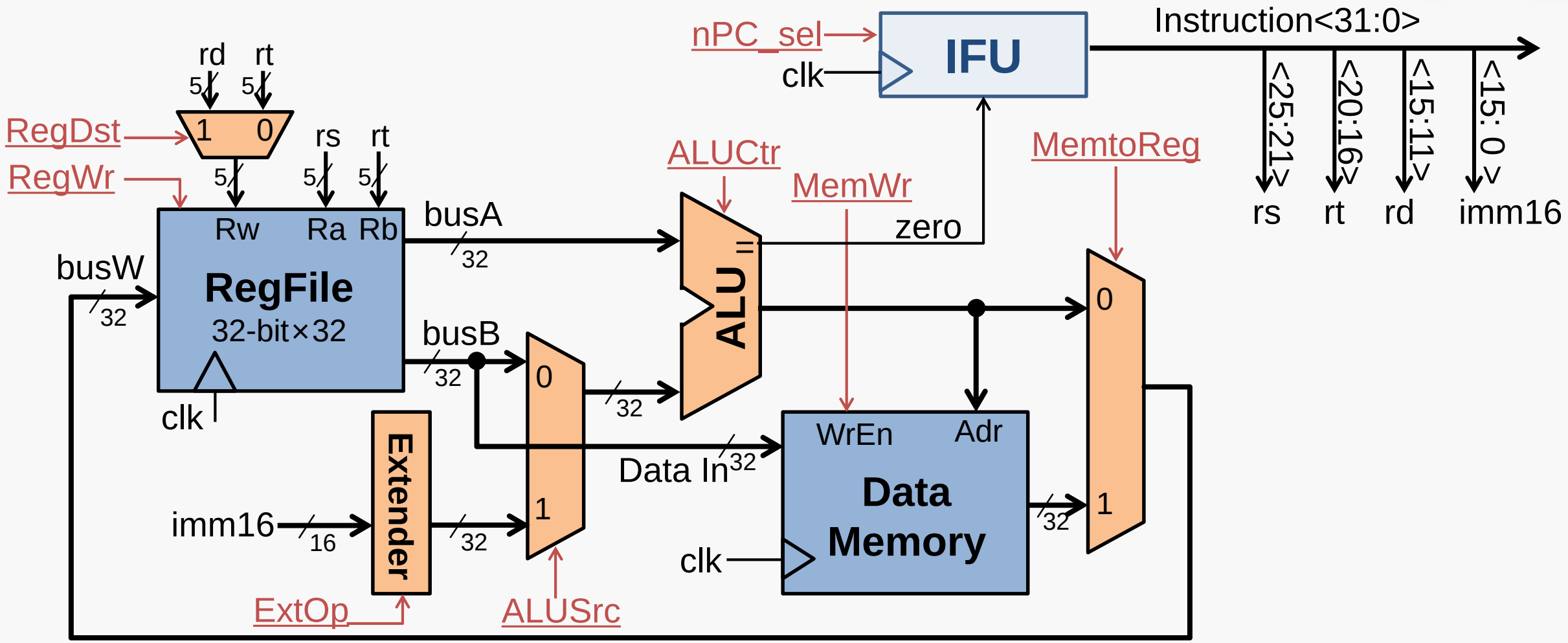
# 本节主题

## 控制信号的集成

北京大学·慕课
计算机组成
制作人：陆俊林

# 现有指令所需的控制信号



# 处理器的设计步骤

① 分析指令系统，得出对数据通路的需求

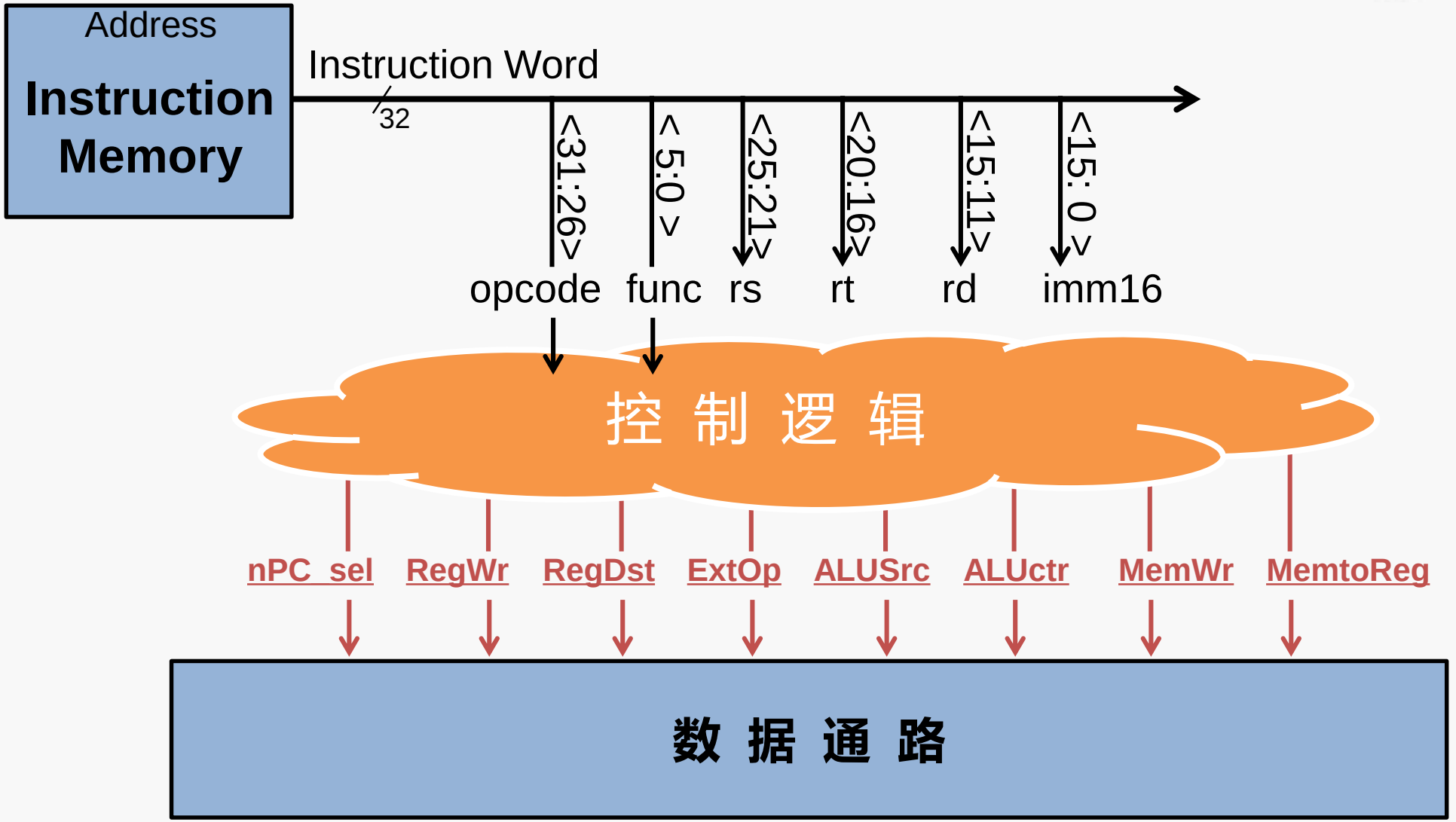
② 为数据通路选择合适的组件

③ 连接组件建立数据通路

④ 分析每条指令的实现，以确定控制信号

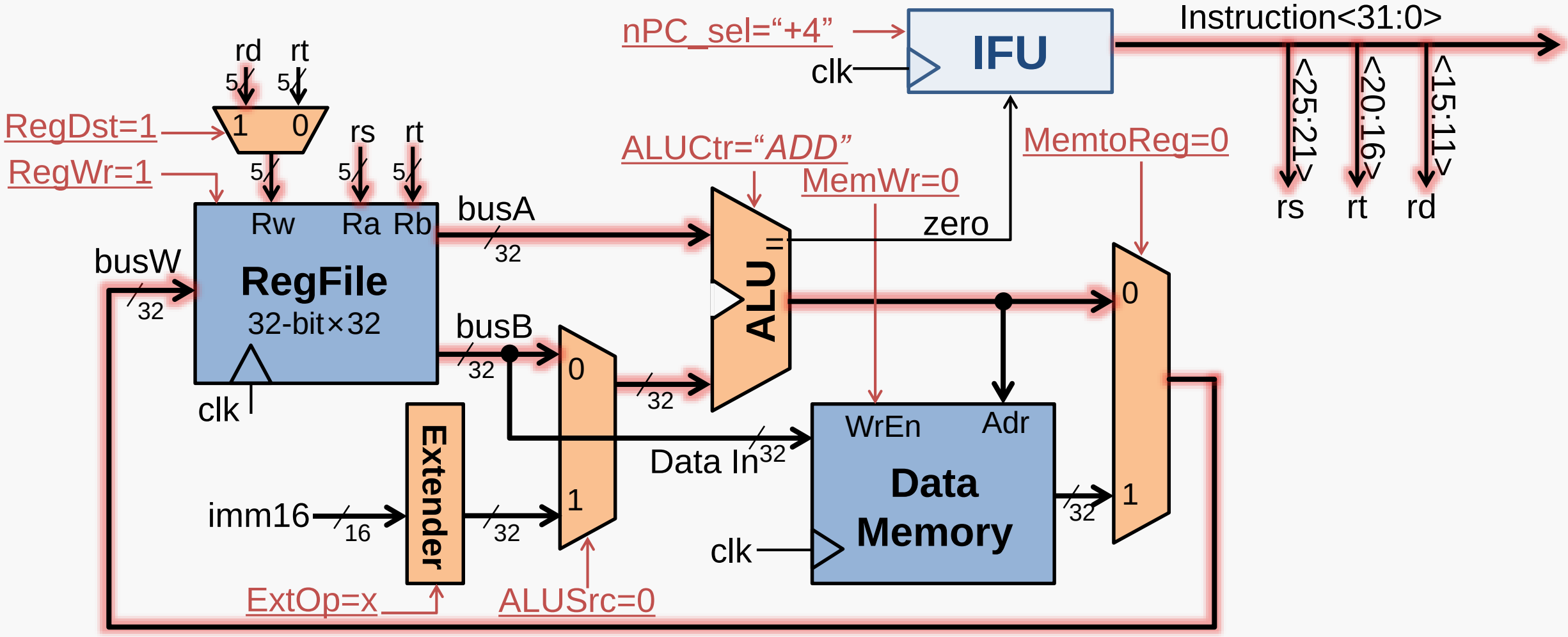
⑤ 集成控制信号，形成完整的控制逻辑

# 控制逻辑与数据通路


Address
Instruction Memory
Instruction Word
32
<31:26>
<5:0>
<25:21>
<20:16>
<15:11>
<15:0>
opcode
func
rs
rt
rd
imm16
控 制 逻 辑
nPC_sel
RegWr
RegDst
ExtOp
ALUSrc
ALUctr
MemWr
MemtoReg
数 据 通 路

# 控制信号的汇总 （以add指令为例）

add: R[rd] ← R[rs] + R[rt]; PC ← PC + 4



# 控制信号的逻辑表达式

| func | 100000 | 100010 | / | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| opcode(op) | 000000 | 000000 | 001101 | 100011 | 101011 | 000100 |
| | add | sub | ori | lw | sw | beq |
| RegDst | 1 | 1 | 0 | 0 | x | x |
| ALUSrc | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| MemtoReg | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x |
| RegWr | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| MemWr | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| nPC_sel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ExtOp | x | x | 0 | 1 | 1 | x |
| ALUctr<1:0> | 00(ADD) | 01(SUB) | 10(OR) | 00(ADD) | 00(ADD) | 01(SUB) |

# 控制信号的逻辑表达式

| func | 100000 | 100010 | / | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| opcode(op) | 000000 | 000000 | 001101 | 100011 | 101011 | 000100 |
| | add | sub | ori | lw | sw | beq |
| RegDst | 1 | 1 | 0 | 0 | x | x |

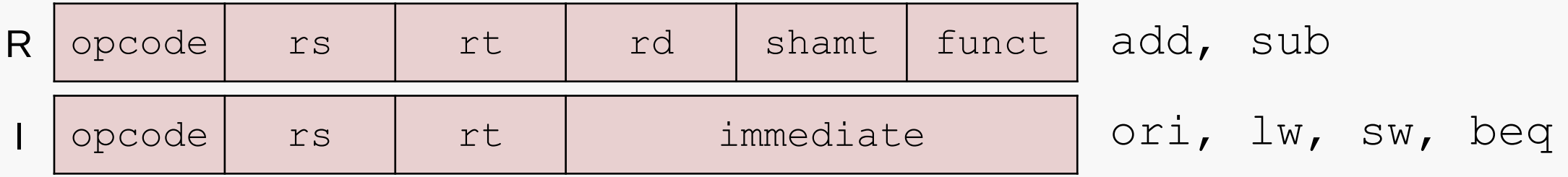
**RegDst = add + sub**

使用双级表示法中的乘积和方法构造逻辑表达式，从而使用PLA可编程逻辑阵列完成逻辑计算

add =rtype· func5·~func4·~func3·~func2·~func1·~func0

sub =rtype· func5·~func4·~func3·~func2· func1·~func0

rtype =~op5·~op4·~op3·~op2·~op1·~op0



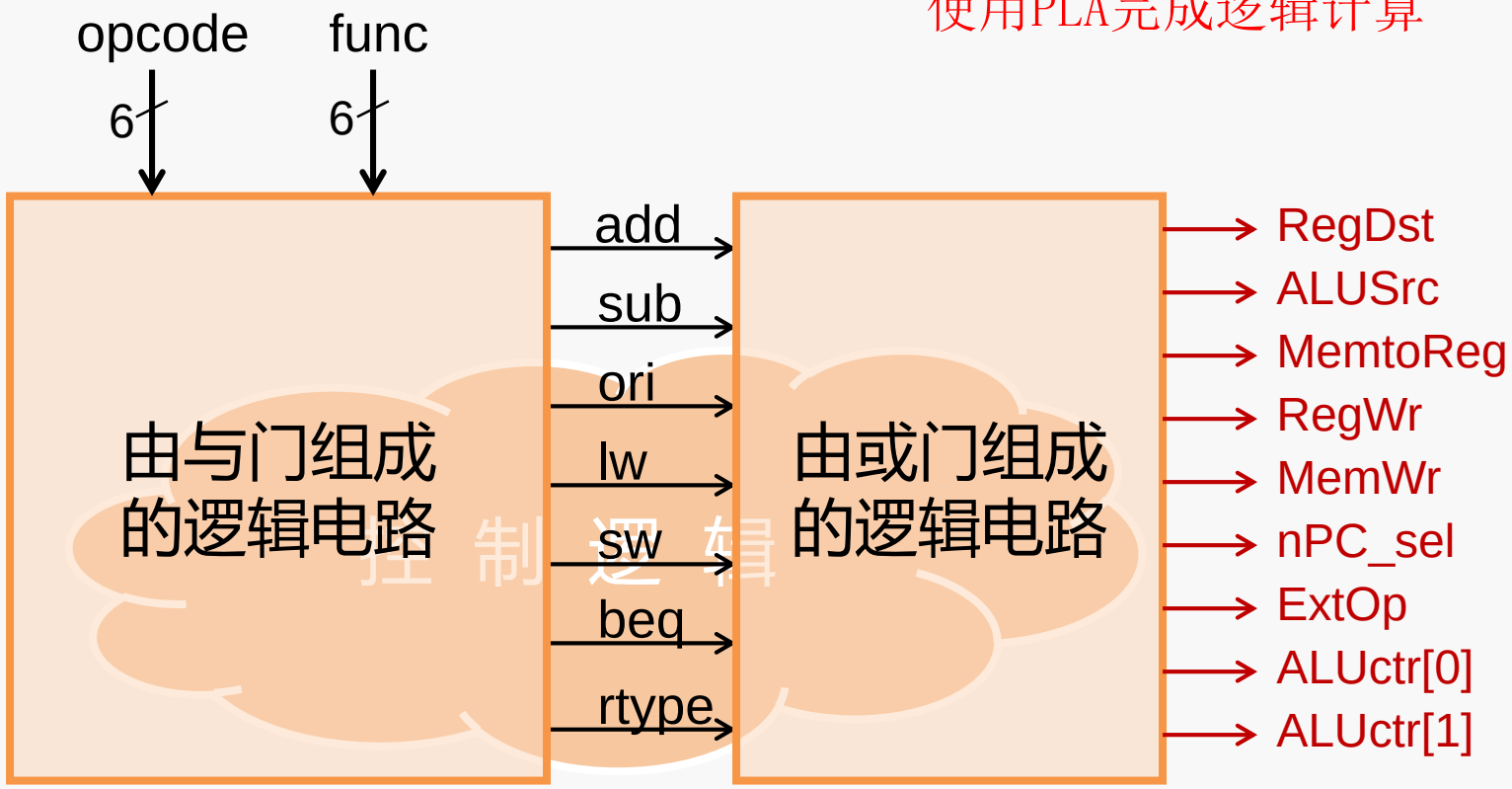
# 控制器的逻辑表达式

```
RegDst    = add + sub
ALUSrc    = ori + lw + sw
MemtoReg  = lw
RegWr     = add + sub + ori + lw
MemWr     = sw
nPC_sel   = beq
ExtOp     = lw + sw
ALUctr[0] = sub + beq
ALUctr[1] = or
```

```
add   = rtype·func5·~func4·~func3·~func2·~func1·~func0
sub   = rtype·func5·~func4·~func3·~func2· func1·~func0
rtype = ~op5·~op4·~op3·~op2·~op1·~op0,
ori   = ~op5·~op4· op3· op2·~op1· op0
lw    =  op5·~op4·~op3·~op2· op1· op0
sw    =  op5·~op4· op3·~op2· op1· op0
beq   = ~op5·~op4·~op3· op2·~op1·~op0
```

# 控制器的实现示意图

使用PLA完成逻辑计算



# 处理器的设计步骤

① 分析指令，得出对数据通路的需求

② 为数据通路选择合适的组件

③ 连接组件建立数据通路

④ 分析每条指令的实现，以确定控制信号

⑤ 集成控制信号，形成完整的控制逻辑

# 本节小结

## 控制信号的集成

北京大学·慕课
计算机组成
制作人：陆俊林