本节主题

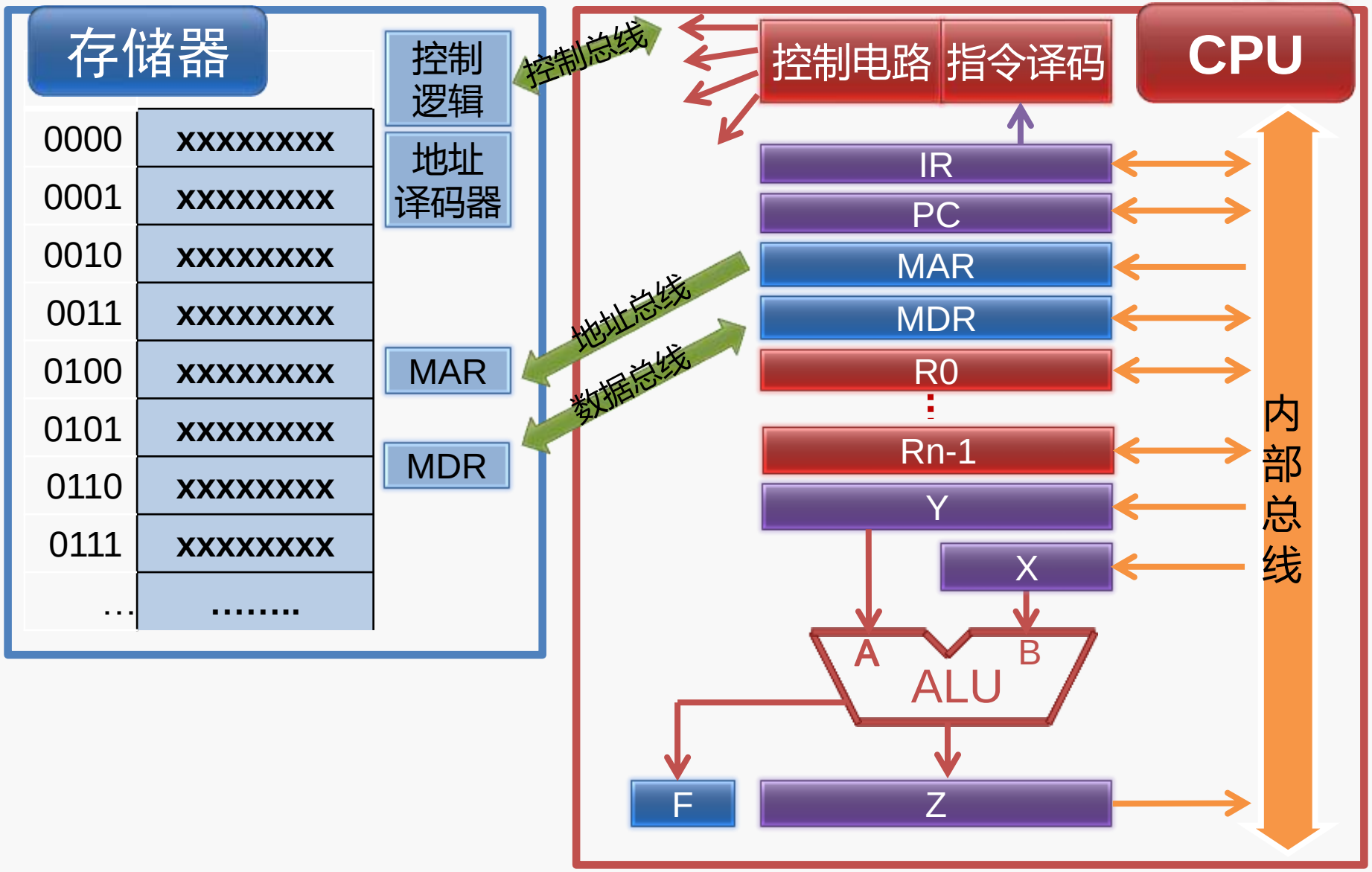
计算机执行指令的过程

北京大学 · 慕课

计算机组成

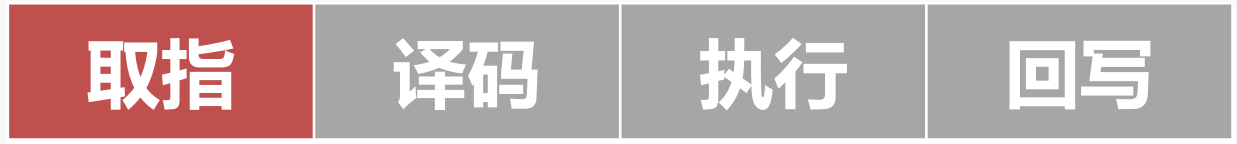
制作人：陆俊林

计算机结构的简化模型（模型机）



计算机执行一条指令的主要步骤

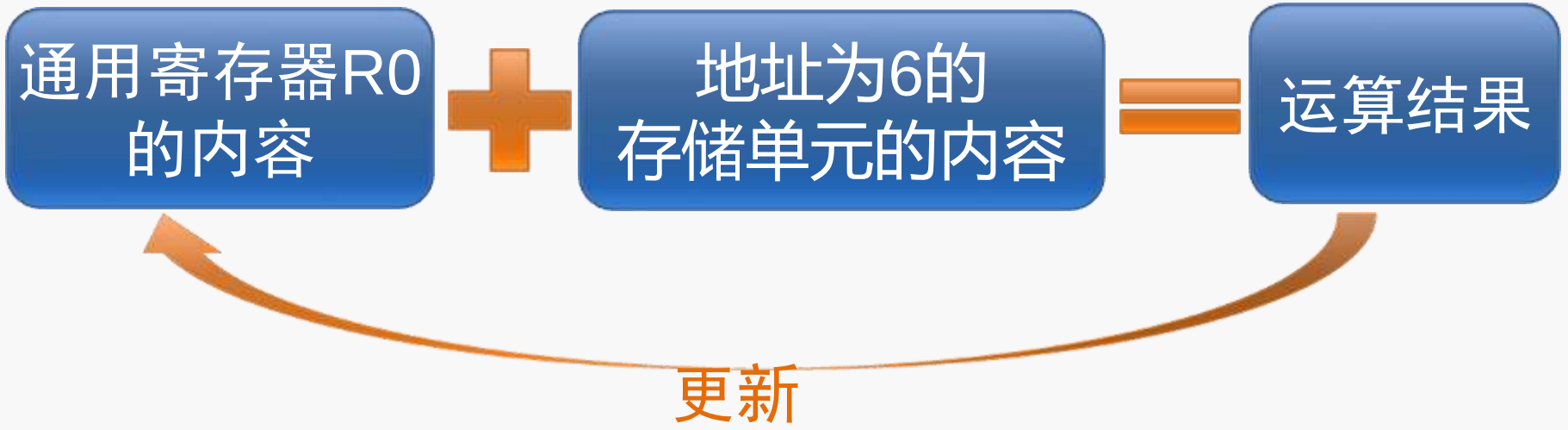
- 第一步：取指（Fetch）
- 第二步：译码（Decode）
- 第三步：执行（Execute）
- 第四步：回写（Write-back）



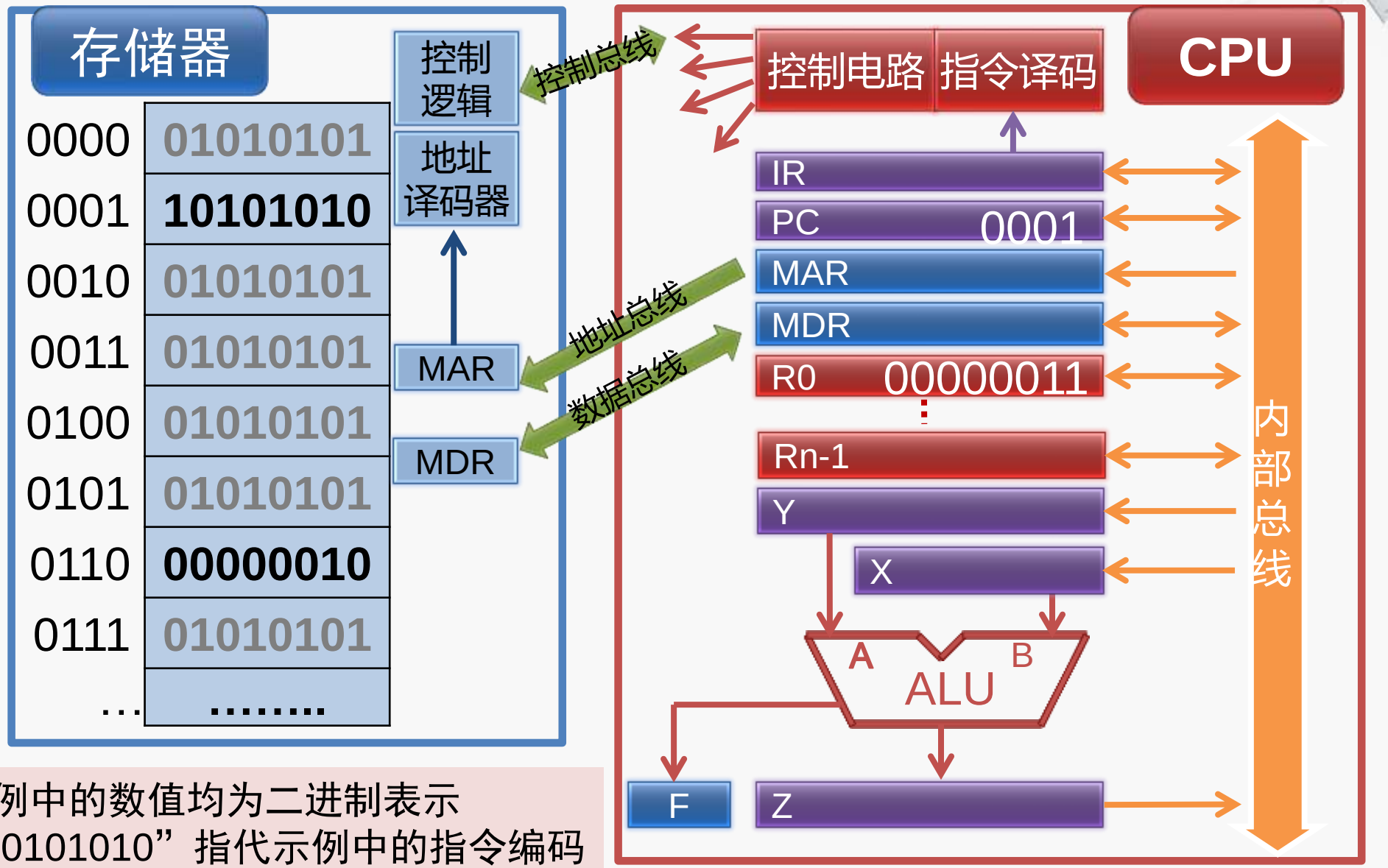
执行指令的示例

- 指令格式：**ADD R0 , [6]**

- 指令功能：



假设的模型机当前状态



注1： 本例中的数值均为二进制表示
注2： “10101010”指代示例中的指令编码

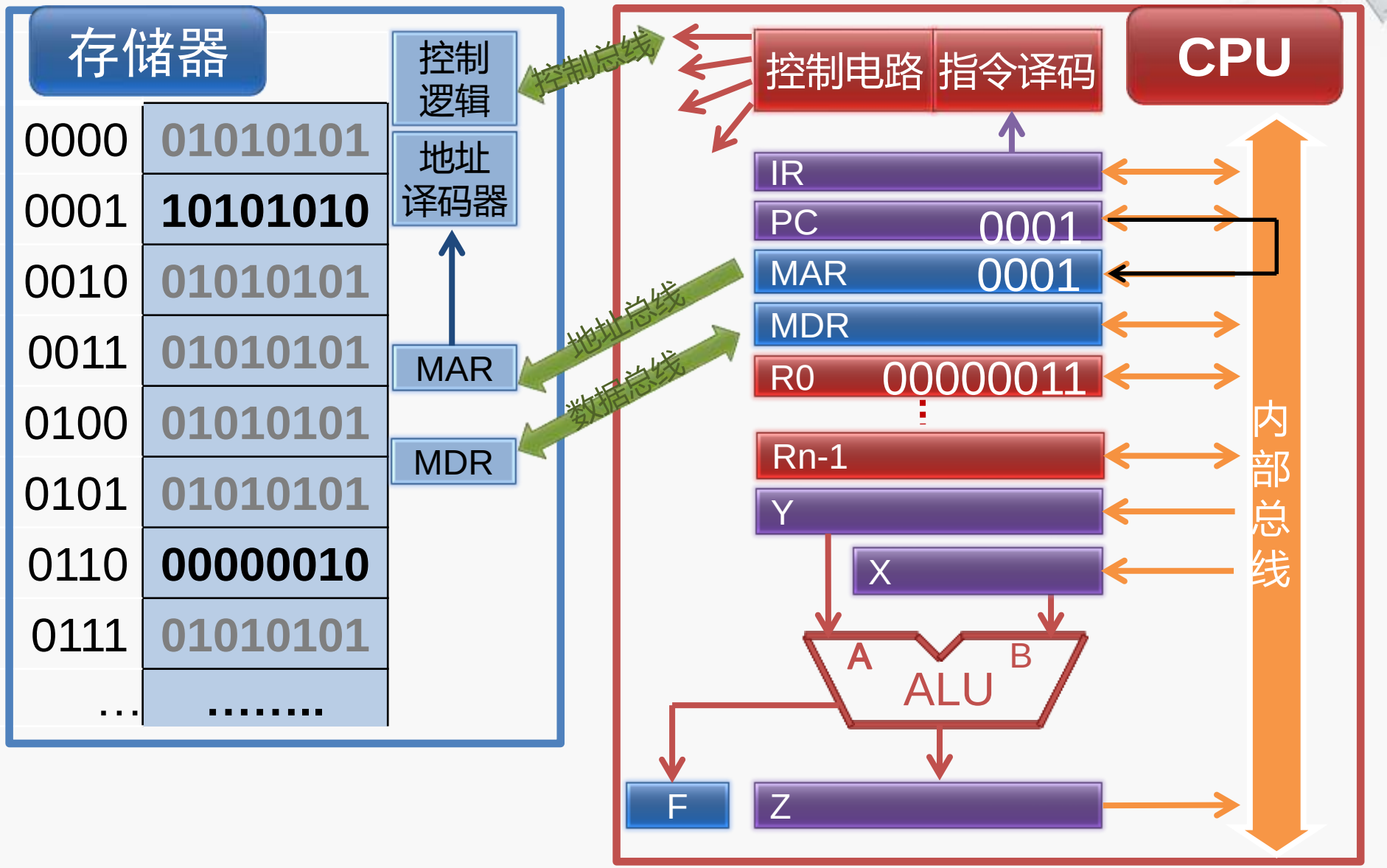
第一步

取指 | 译码 | 执行 | 回写

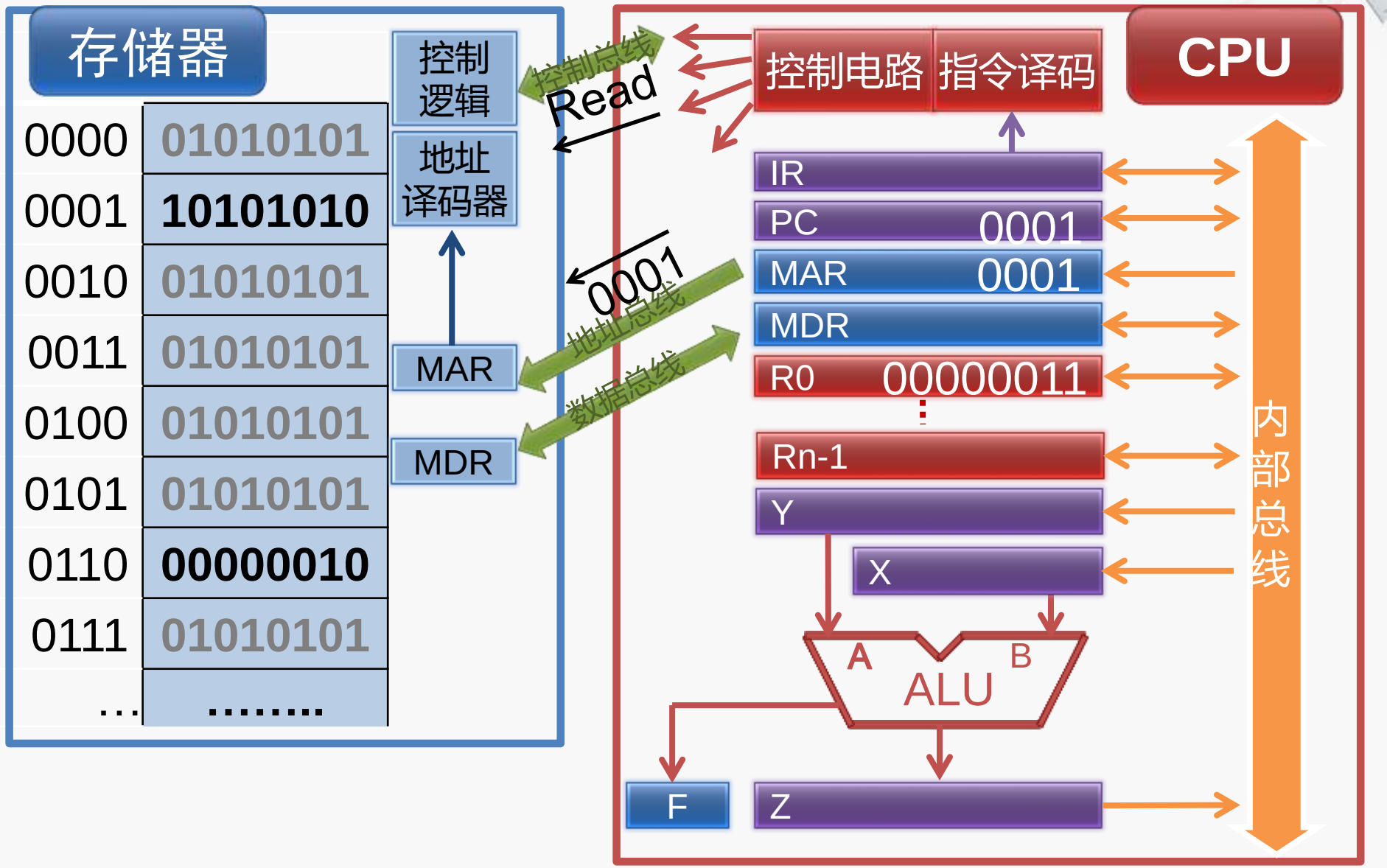
① 控制器将指令的地址送往存储器

② 存储器按给定的地址读出指令内容，送回控制器

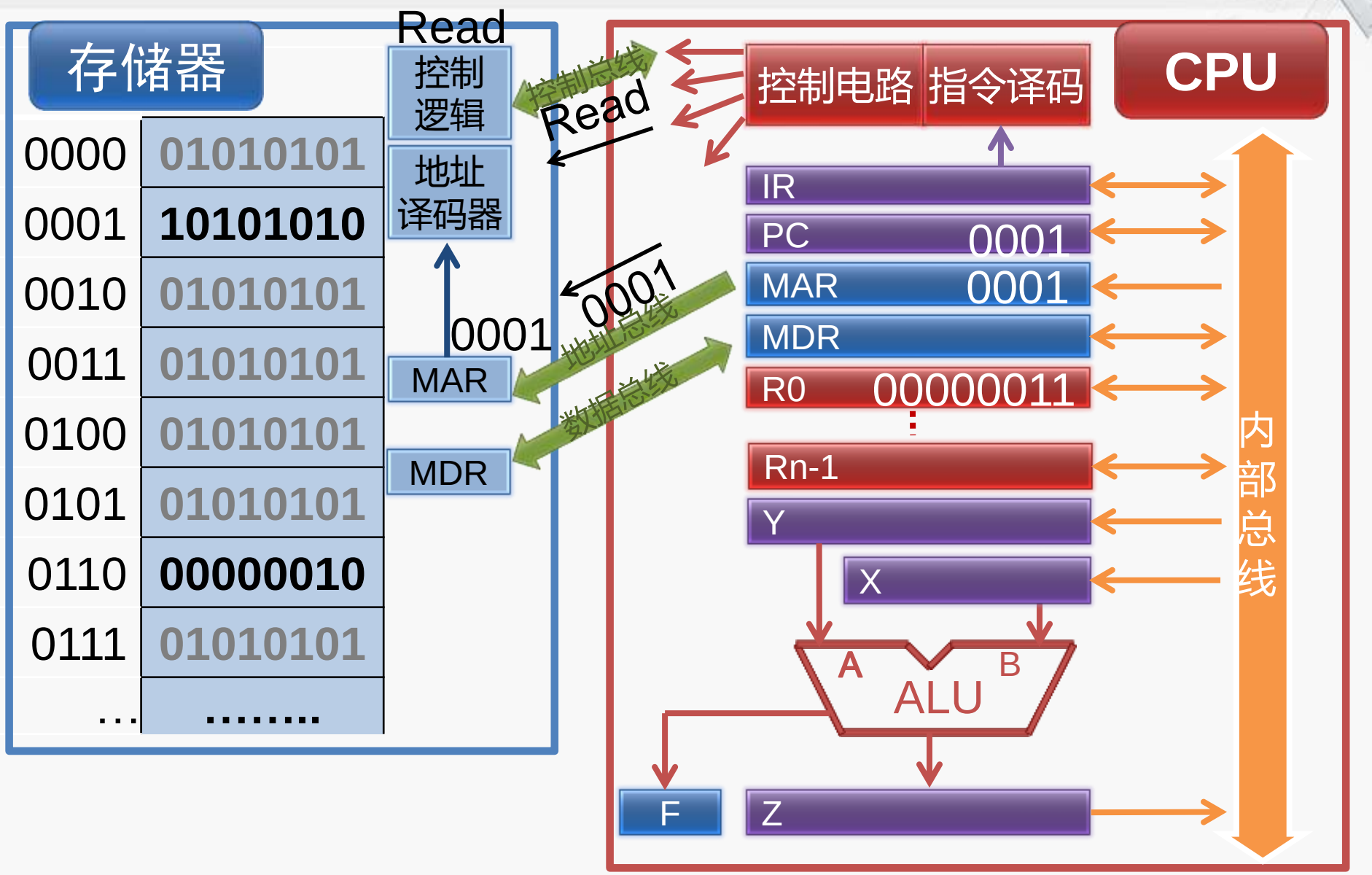
第一步：取指（1）


存储器
控制逻辑
地址译码器
MAR
MDR
0000 01010101
0001 10101010
0010 01010101
0011 01010101
0100 01010101
0101 01010101
0110 00000010
0111 01010101
… ……..
控制总线
地址总线
数据总线
CPU
控制电路
指令译码
IR
PC 0001
MAR 0001
MDR
R0 00000011
Rn-1
Y
X
A
B
ALU
F
Z
内部总线

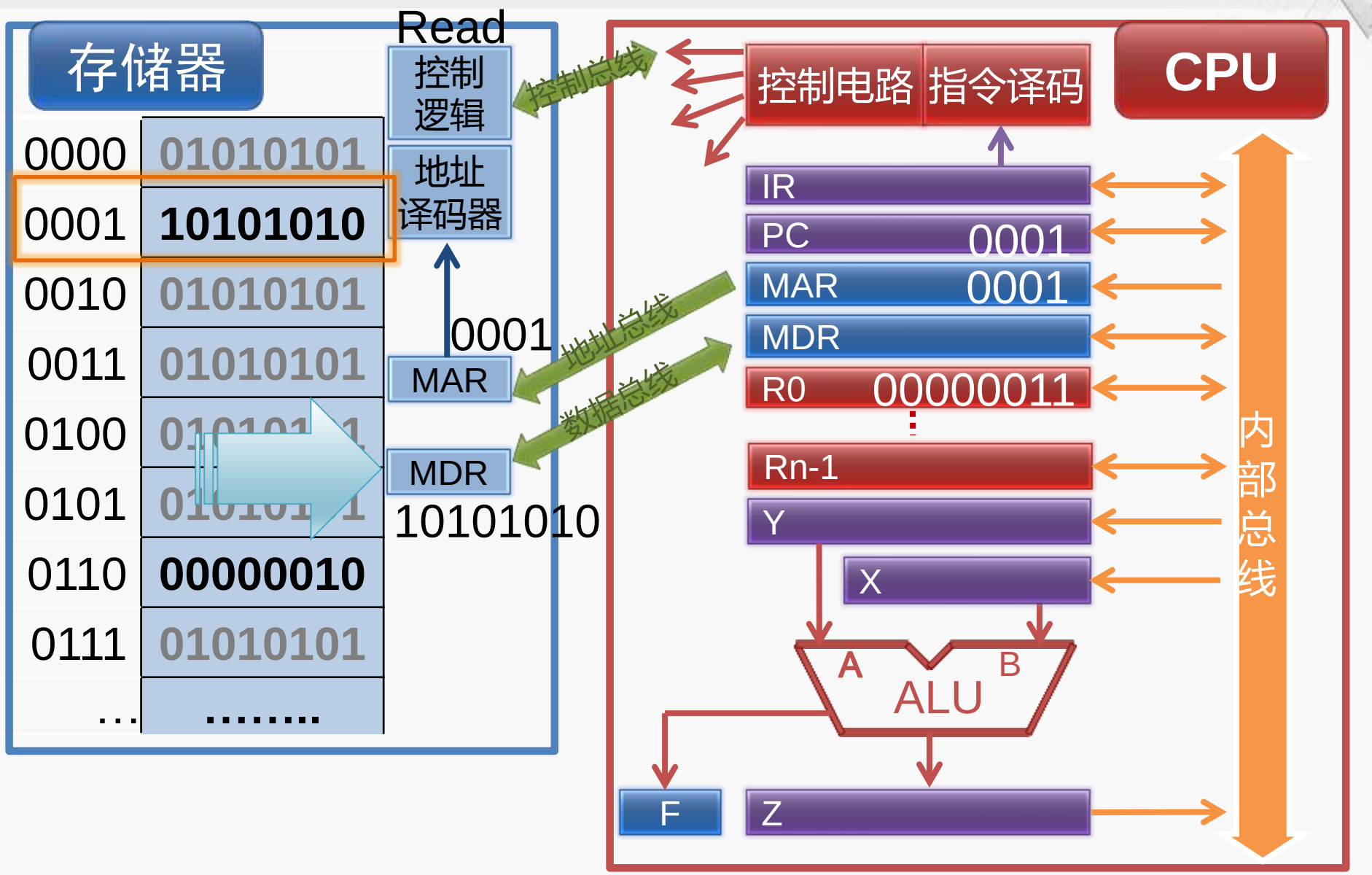
第一步：取指（2）


存储器
0000 01010101
0001 10101010
0010 01010101
0011 01010101
0100 01010101
0101 01010101
0110 00000010
0111 01010101
… ……..
控制逻辑
地址译码器
MAR
MDR
控制总线
Read
0001
地址总线
数据总线
CPU
控制电路
指令译码
IR
PC 0001
MAR 0001
MDR
R0 00000011
Rn-1
Y
X
A
B
ALU
F
Z
内部总线

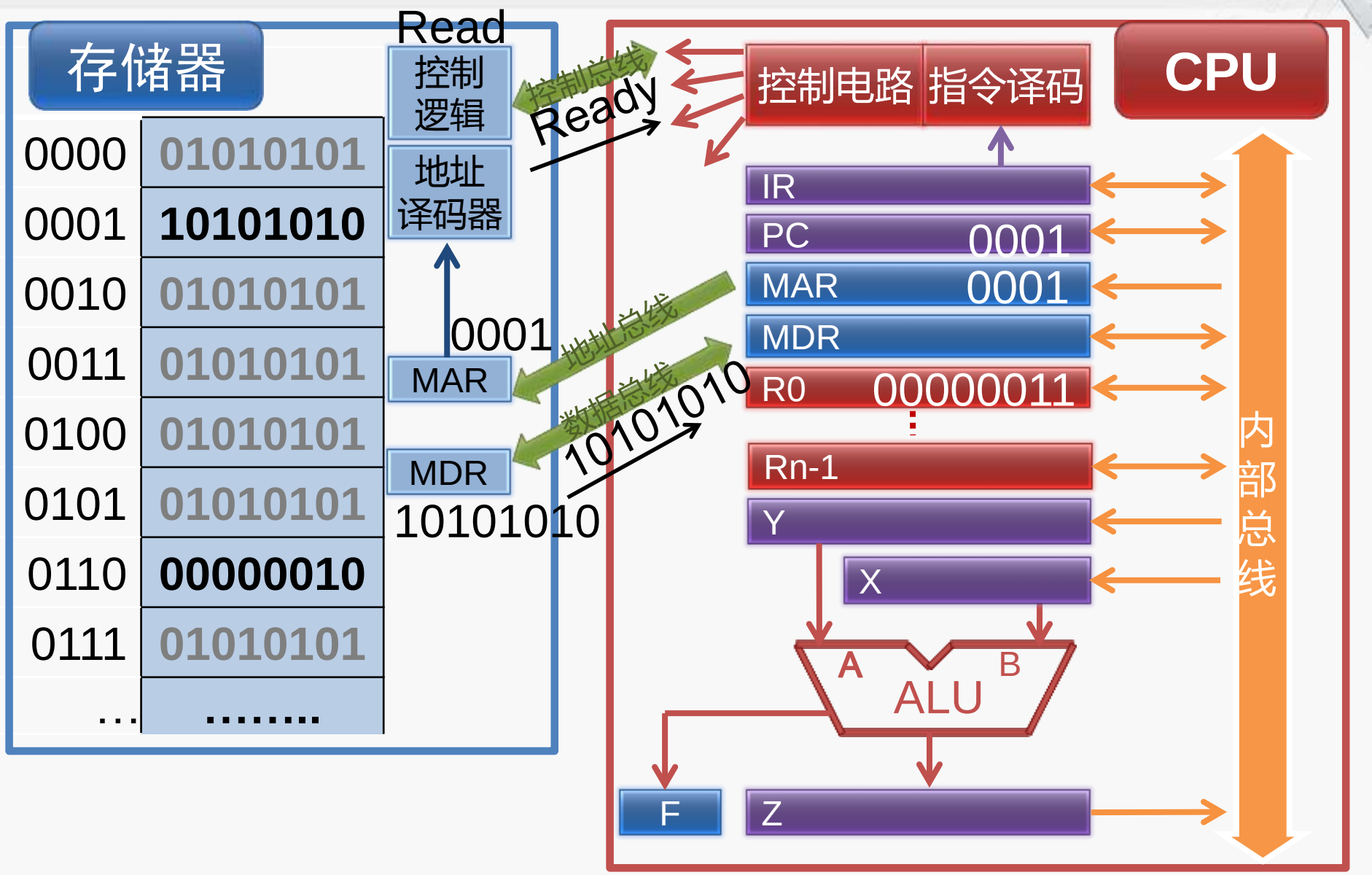
第一步：取指（3）


存储器
Read
控制逻辑
地址译码器
MAR
MDR
0000 01010101
0001 10101010
0010 01010101
0011 01010101
0100 01010101
0101 01010101
0110 00000010
0111 01010101
… ……..
控制总线
Read
0001
0001
地址总线
数据总线
CPU
控制电路
指令译码
IR
PC 0001
MAR 0001
MDR
R0 00000011
Rn-1
Y
X
A
B
ALU
F
Z
内部总线

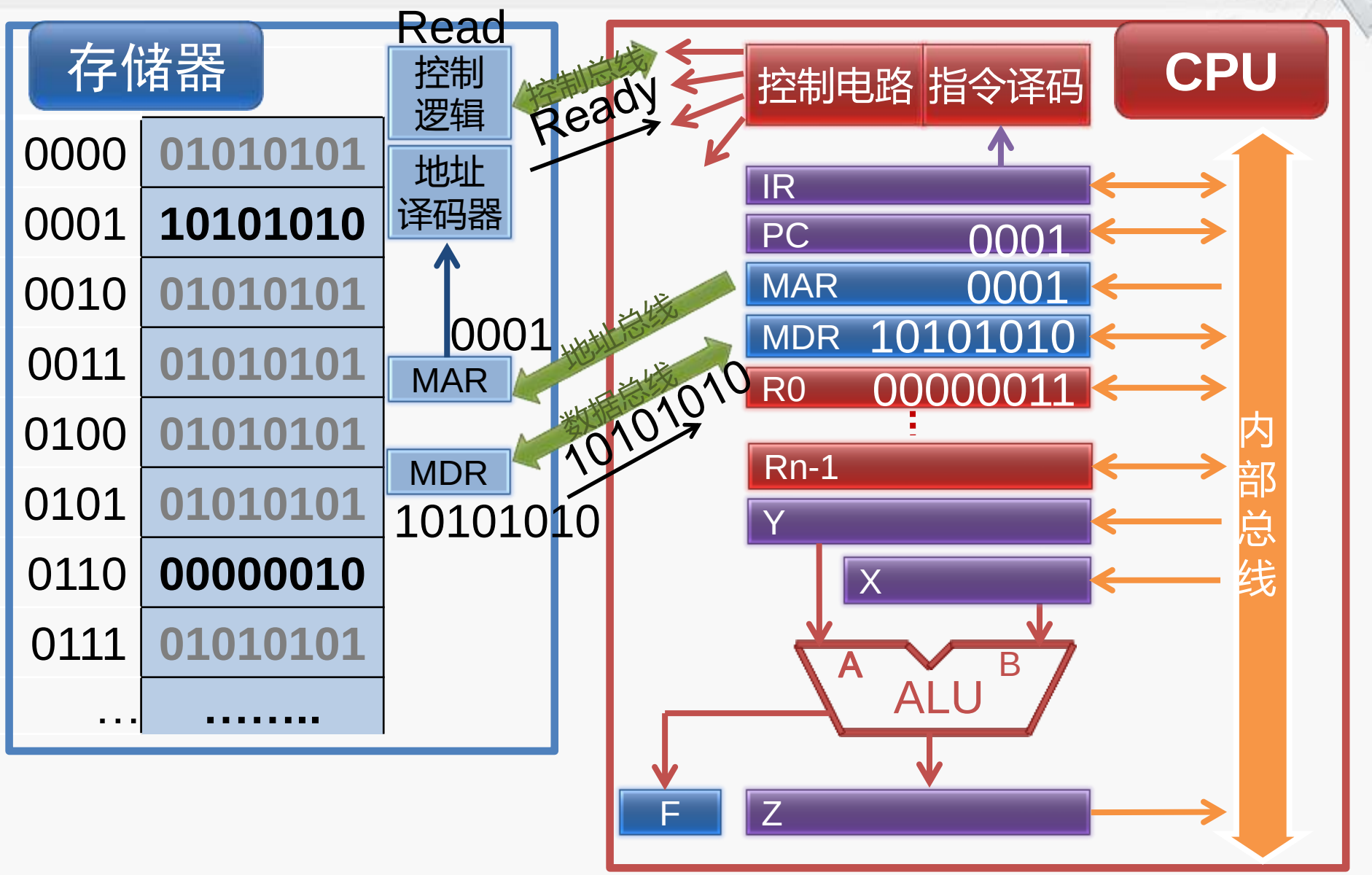
第一步：取指（4）


存储器
Read
控制逻辑
地址译码器
0000 01010101
0001 10101010
0010 01010101
0011 01010101
0100
0101
0110 00000010
0111 01010101
… ……..
0001
MAR
MDR
10101010
控制总线
地址总线
数据总线
CPU
控制电路
指令译码
IR
PC 0001
MAR 0001
MDR
R0 00000011
Rn-1
Y
X
A
B
ALU
F
Z
内部总线

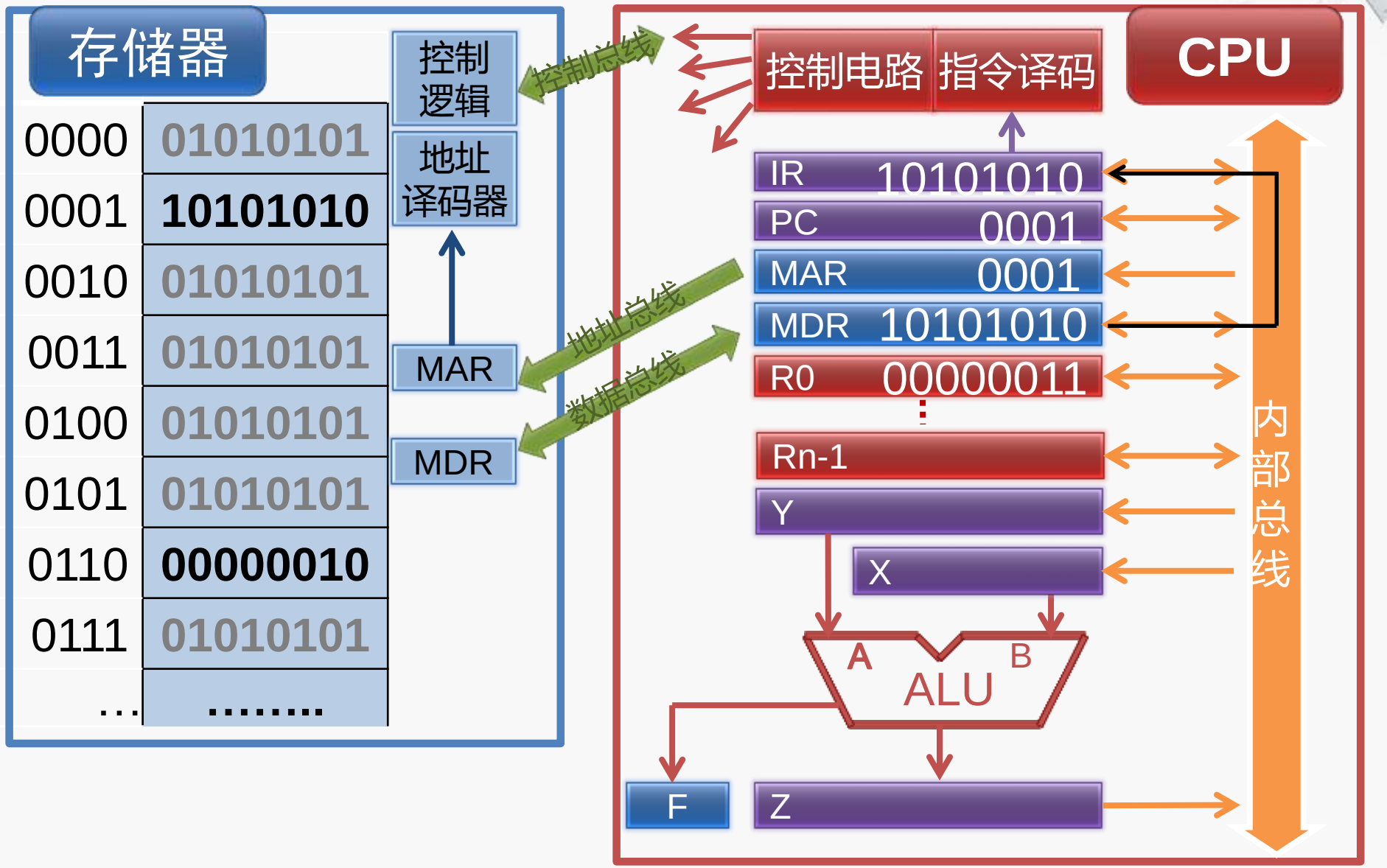
第一步：取指（5）


存储器
Read
控制逻辑
地址译码器
MAR
MDR
0000 01010101
0001 10101010
0010 01010101
0011 01010101
0100 01010101
0101 01010101
0110 00000010
0111 01010101
… ……..
控制总线
Ready
0001
地址总线
数据总线
10101010
10101010
CPU
控制电路
指令译码
IR
PC 0001
MAR 0001
MDR
R0 00000011
Rn-1
Y
X
A
B
ALU
F
Z
内部总线

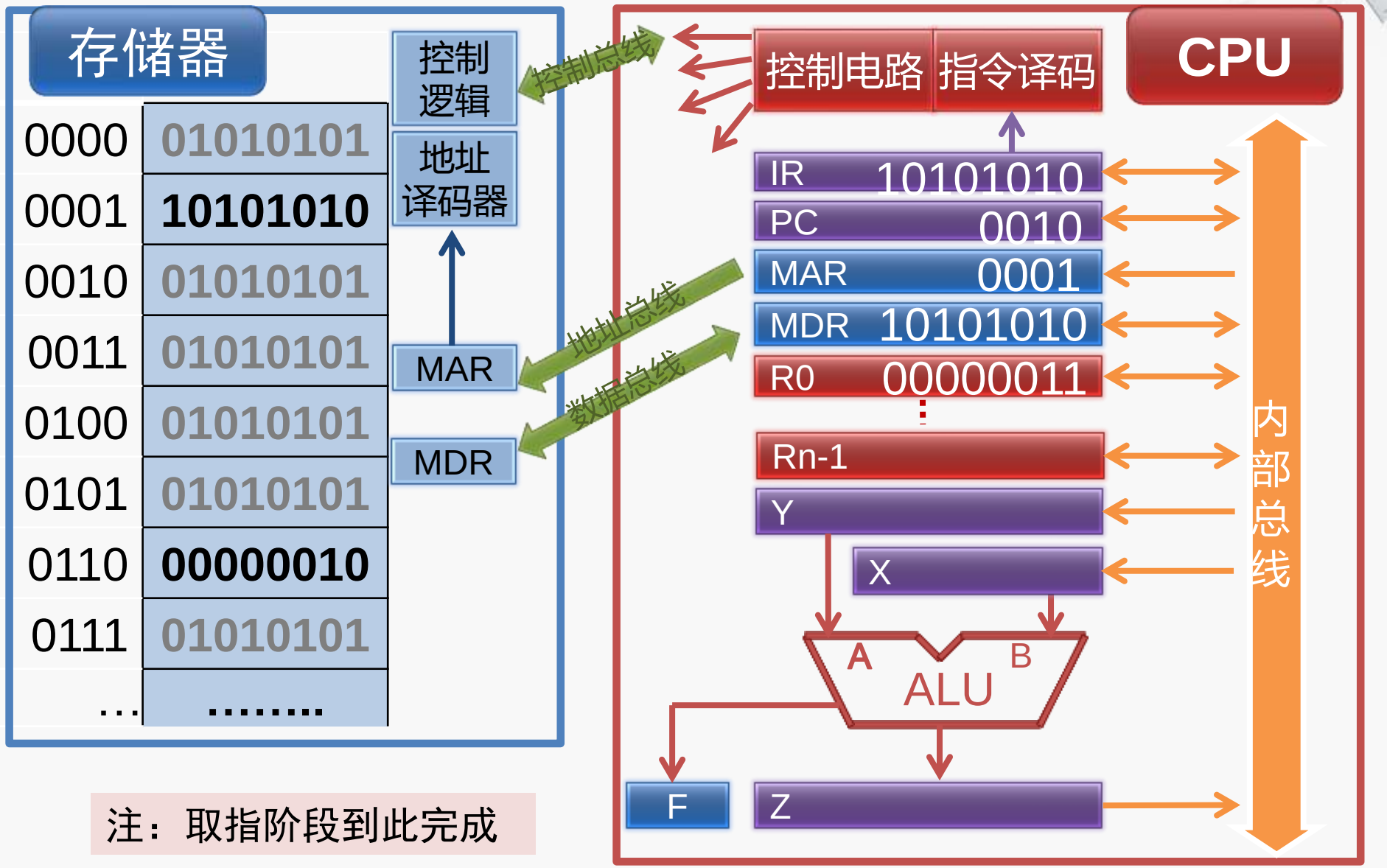
第一步：取指（6）


存储器
Read
控制逻辑
地址译码器
MAR
MDR
0000 01010101
0001 10101010
0010 01010101
0011 01010101
0100 01010101
0101 01010101
0110 00000010
0111 01010101
… ……..
控制总线
Ready
0001
地址总线
数据总线
10101010
10101010
CPU
控制电路
指令译码
IR
PC 0001
MAR 0001
MDR 10101010
R0 00000011
Rn-1
Y
X
A
B
ALU
F
Z
内部总线

第一步：取指（7）


存储器
0000 01010101
0001 10101010
0010 01010101
0011 01010101
0100 01010101
0101 01010101
0110 00000010
0111 01010101
… ……..
控制逻辑
地址译码器
MAR
MDR
控制总线
地址总线
数据总线
CPU
控制电路
指令译码
IR 10101010
PC 0001
MAR 0001
MDR 10101010
R0 00000011
Rn-1
Y
X
A
B
ALU
F
Z
内部总线

第一步：取指（8）



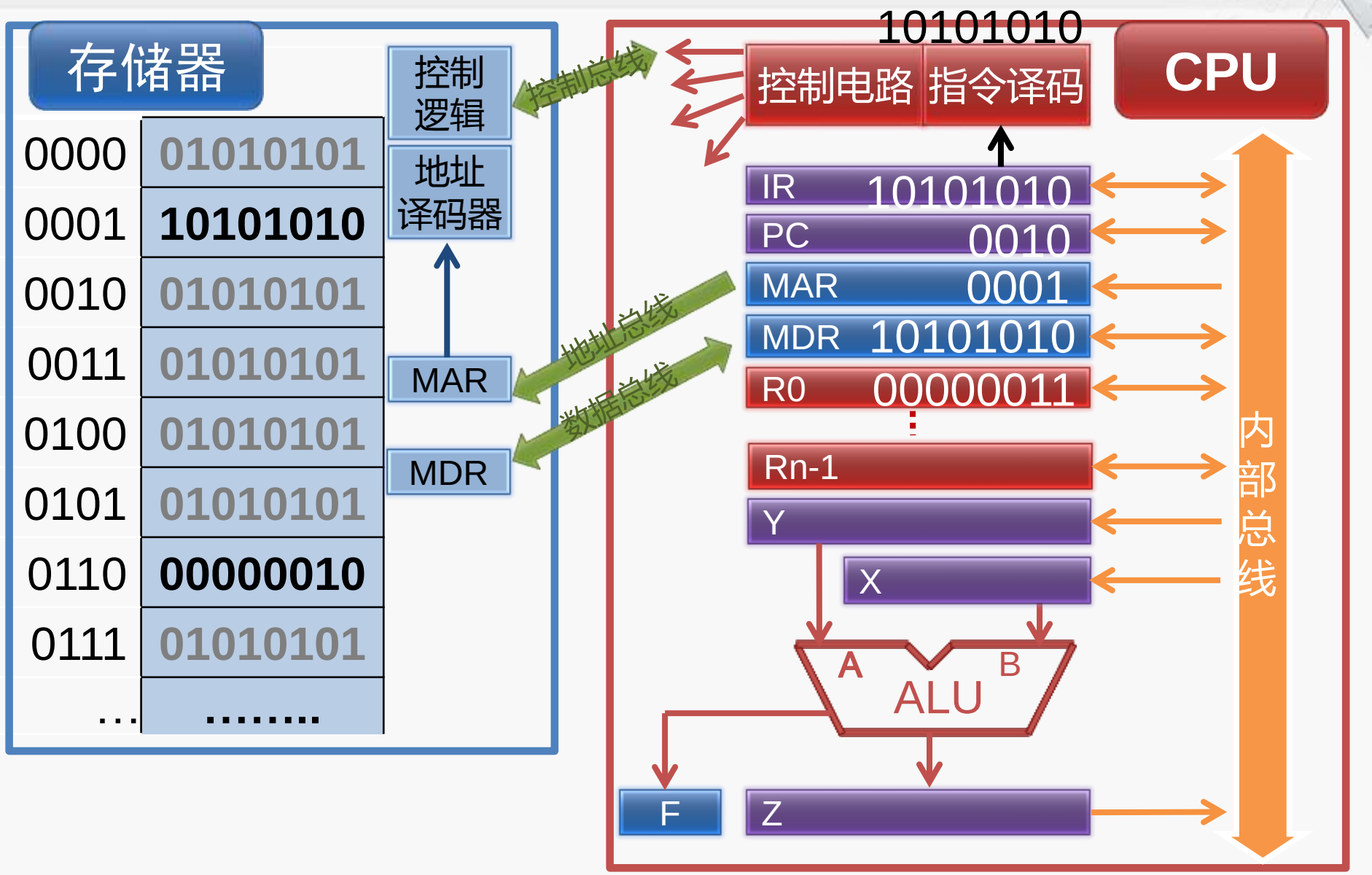
注：取指阶段到此完成

第二步

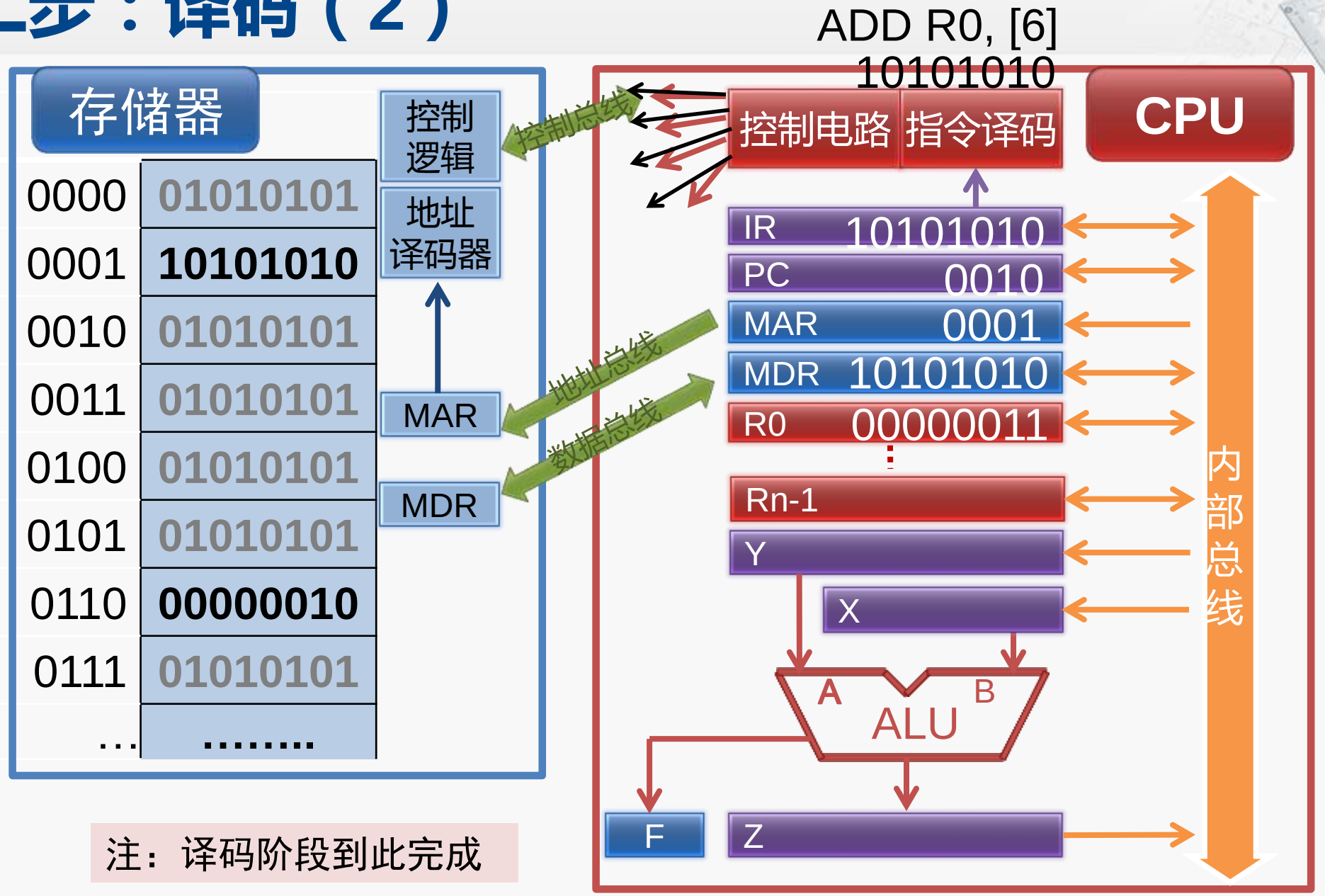
取指 | 译码 | 执行 | 回写

- 控制器分析指令的操作性质
- 控制器向有关部件发出指令所需的控制信号

第二步：译码（1）


存储器
0000 01010101
0001 10101010
0010 01010101
0011 01010101
0100 01010101
0101 01010101
0110 00000010
0111 01010101
… ……..
控制逻辑
地址译码器
MAR
MDR
控制总线
地址总线
数据总线
10101010
控制电路
指令译码
CPU
IR 10101010
PC 0010
MAR 0001
MDR 10101010
R0 00000011
Rn-1
Y
X
A
B
ALU
F
Z
内部总线

第二步：译码（2）



注：译码阶段到此完成

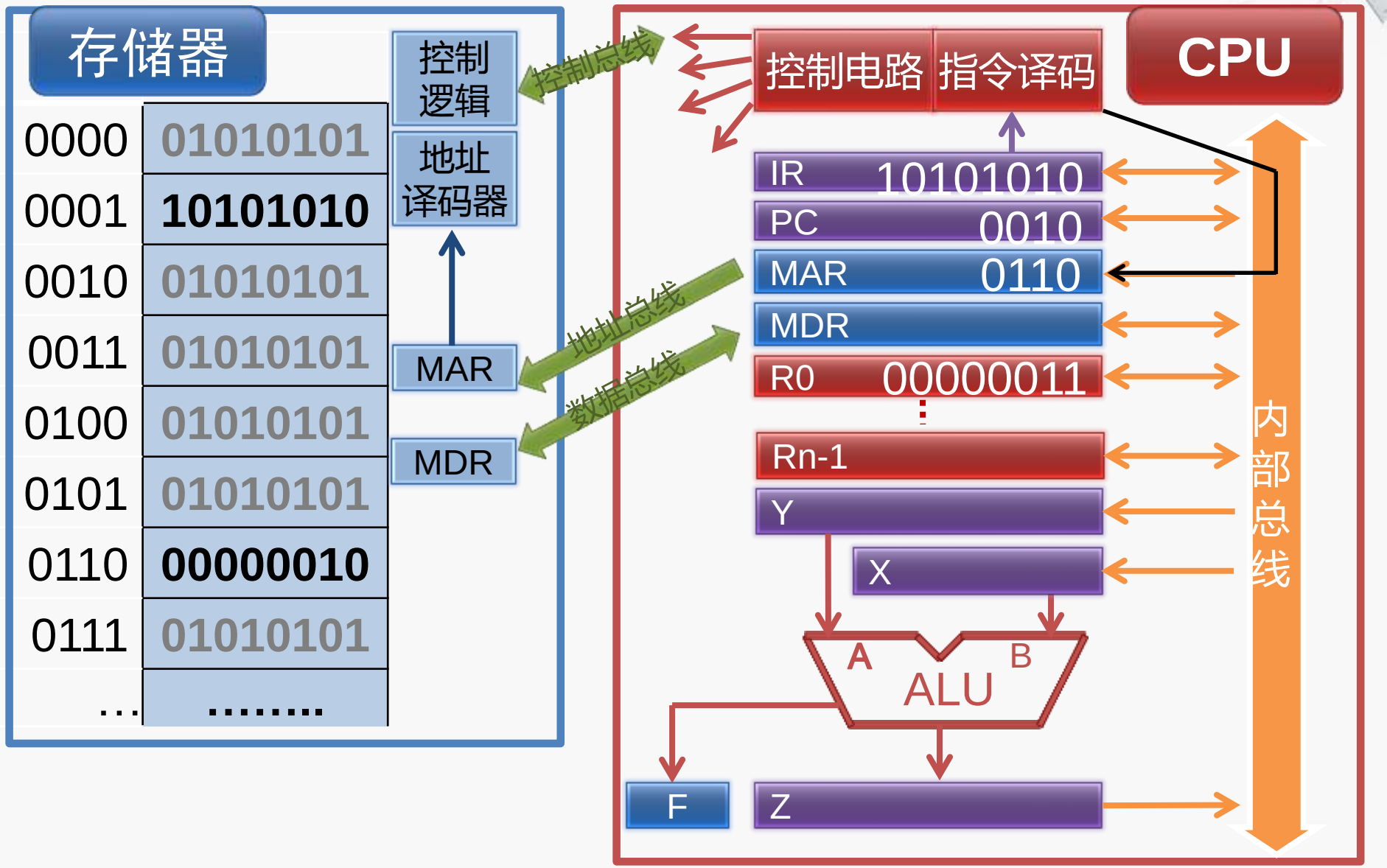
第三步

取指 | 译码 | **执行** | 回写

- 控制器从通用寄存器或存储器取出操作数
- 控制器命令运算器对操作数进行指令规定的运算

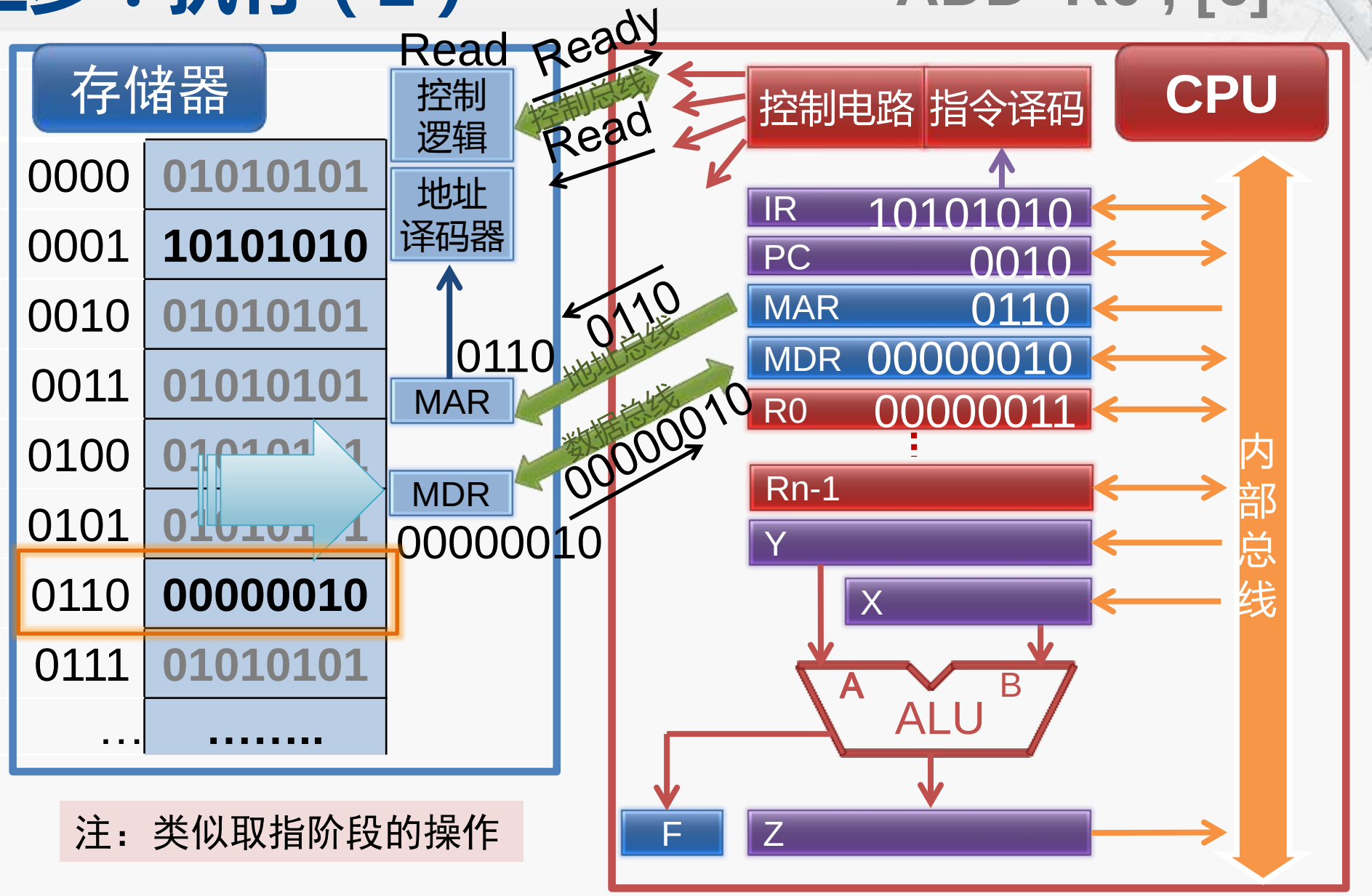
第三步：执行（1）

ADD R0 , [6]



第三步：执行（2）

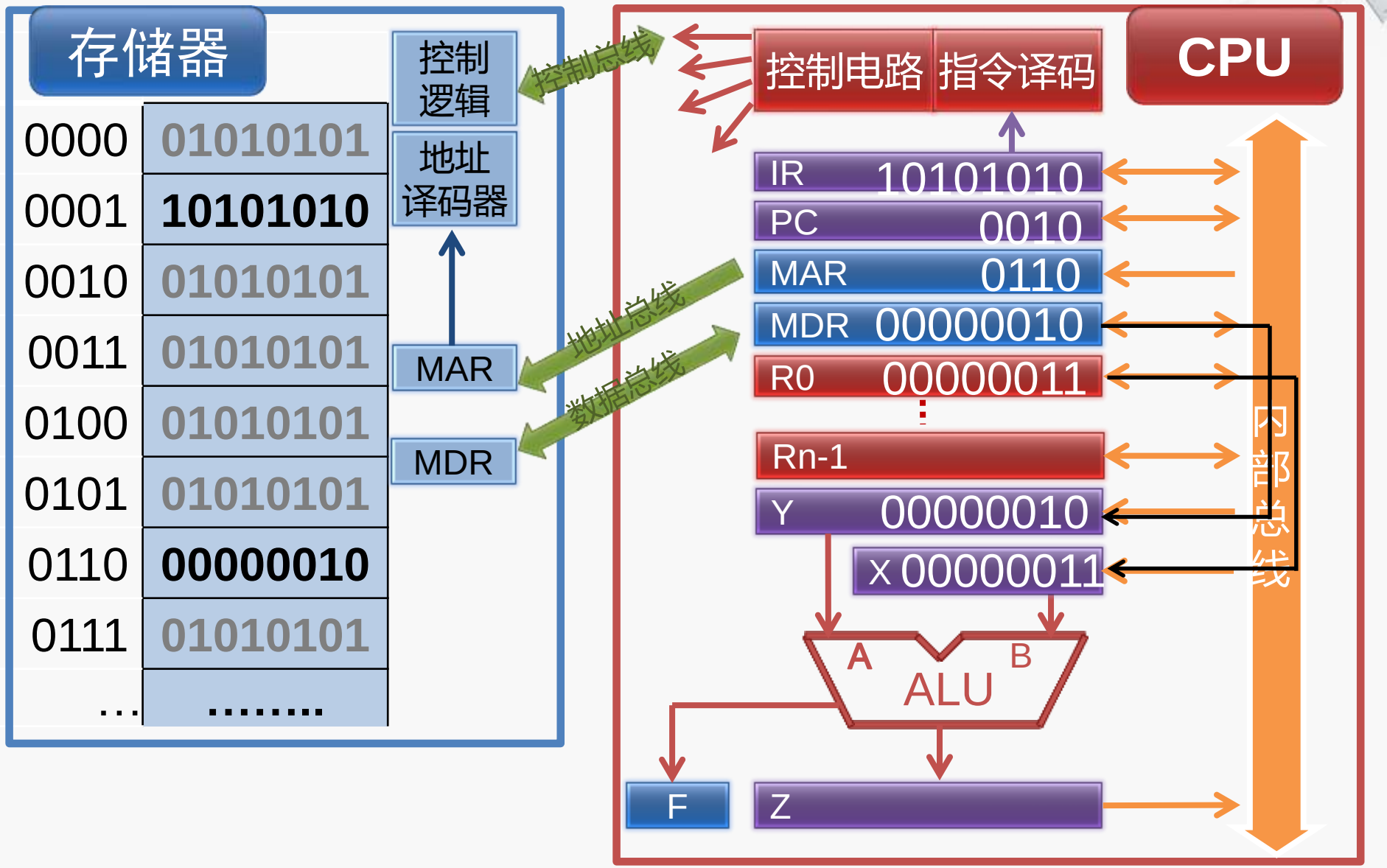
ADD R0 , [6]



注：类似取指阶段的操作

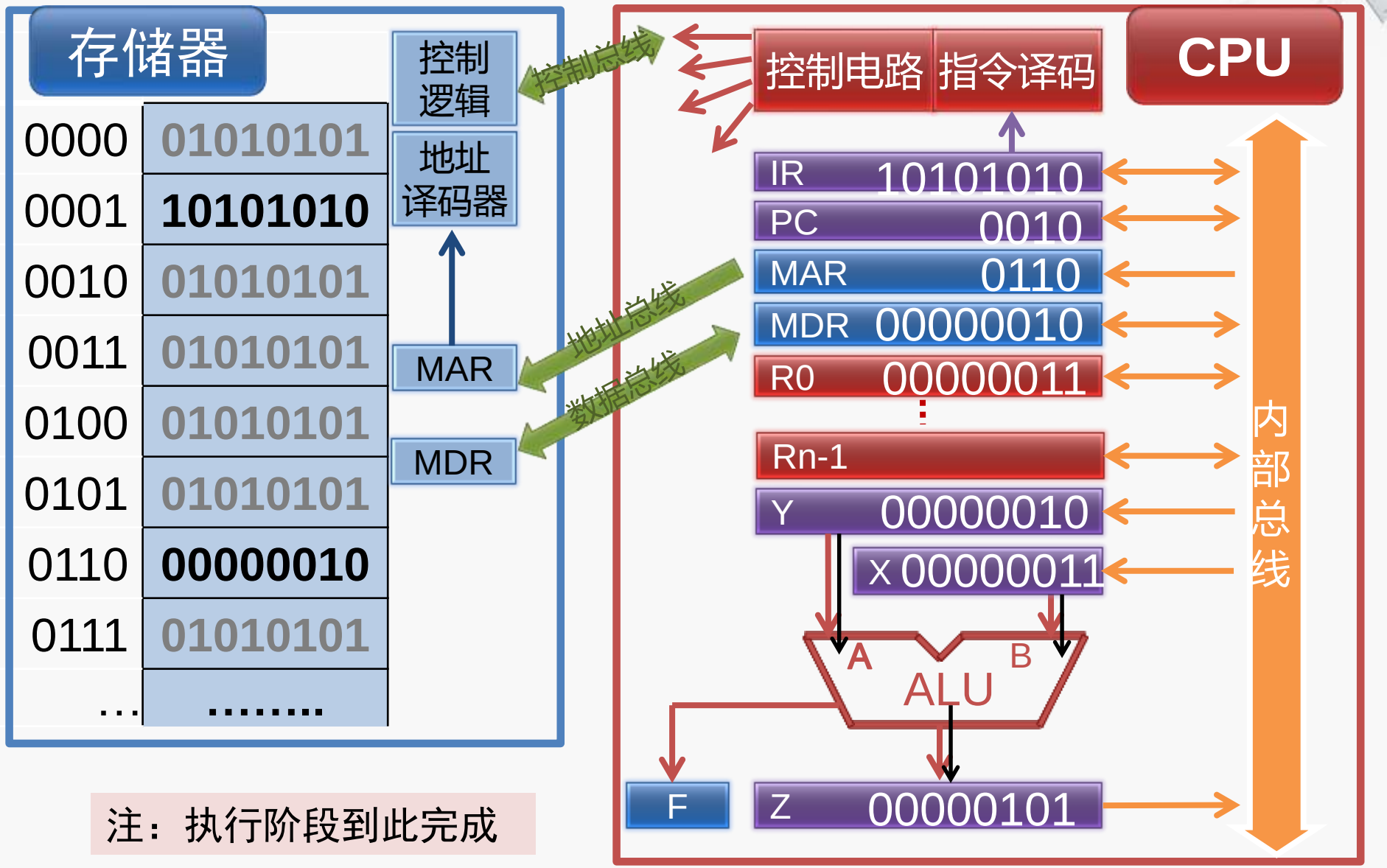
第三步：执行（3）

ADD R0 , [6]



第三步：执行（4）

ADD R0 , [6]



注：执行阶段到此完成

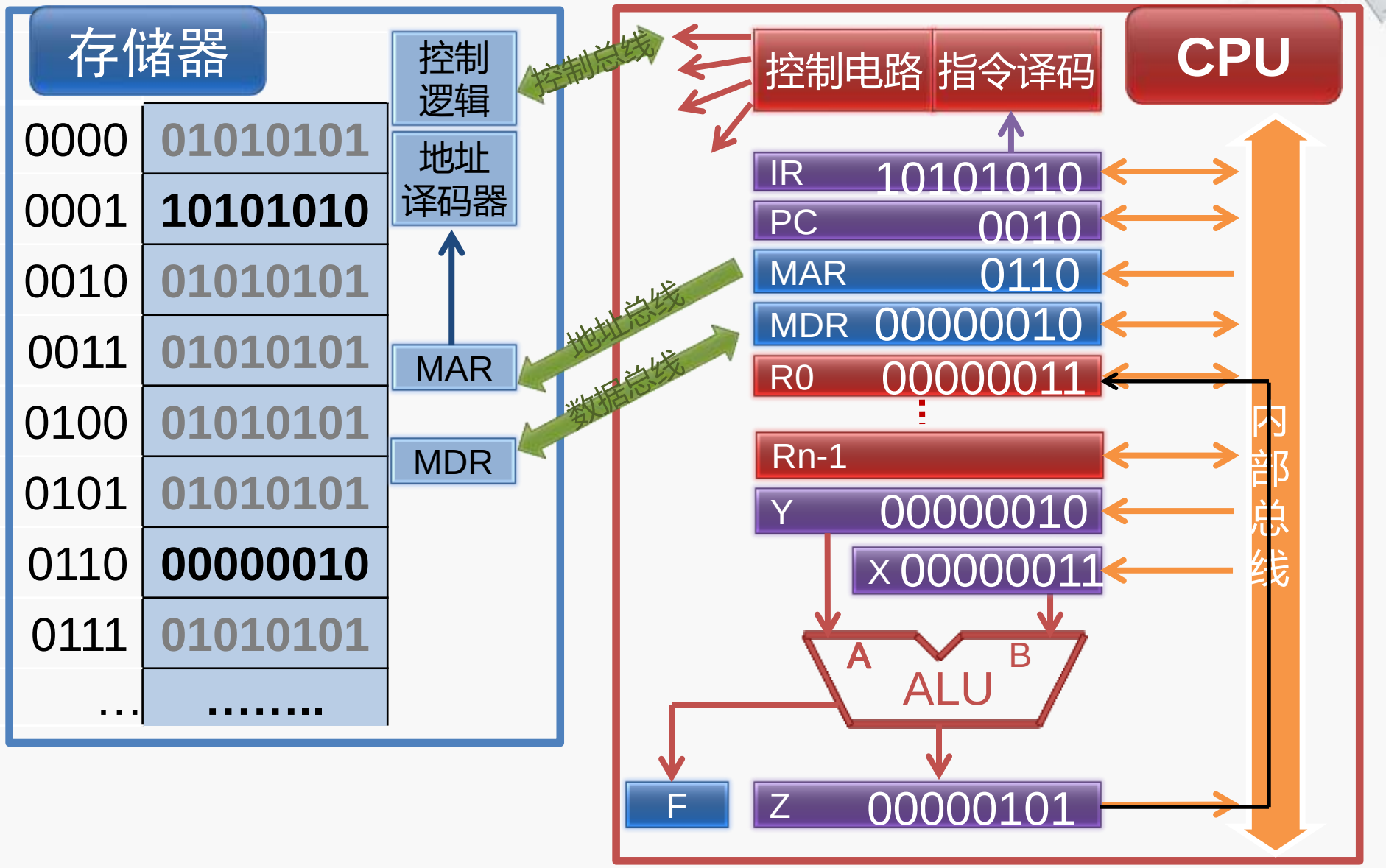
第四步

取指 | 译码 | 执行 | 回写

- 将运算结果写入通用寄存器或存储器

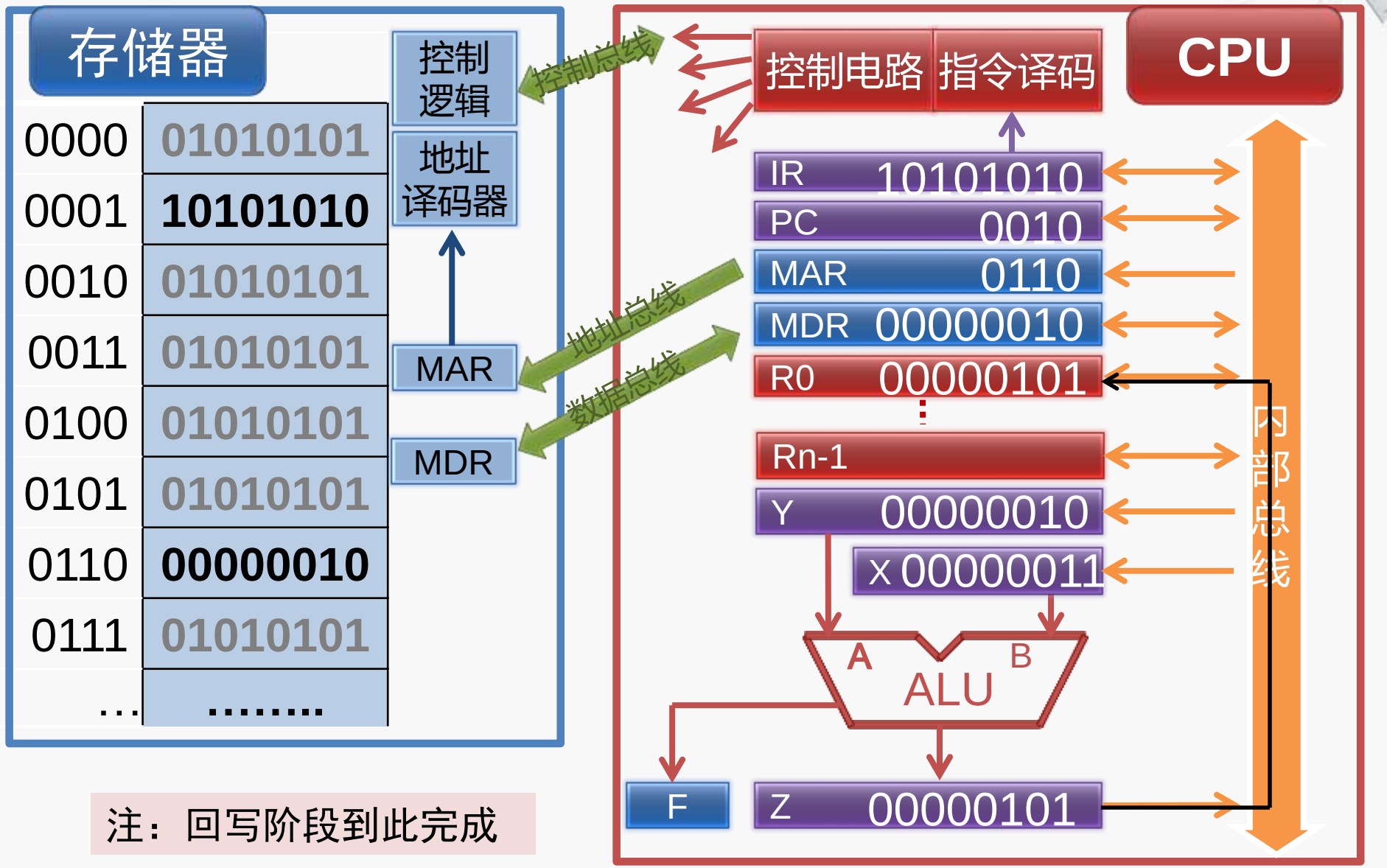
第四步：回写

ADD R0 , [6]



第四步：回写

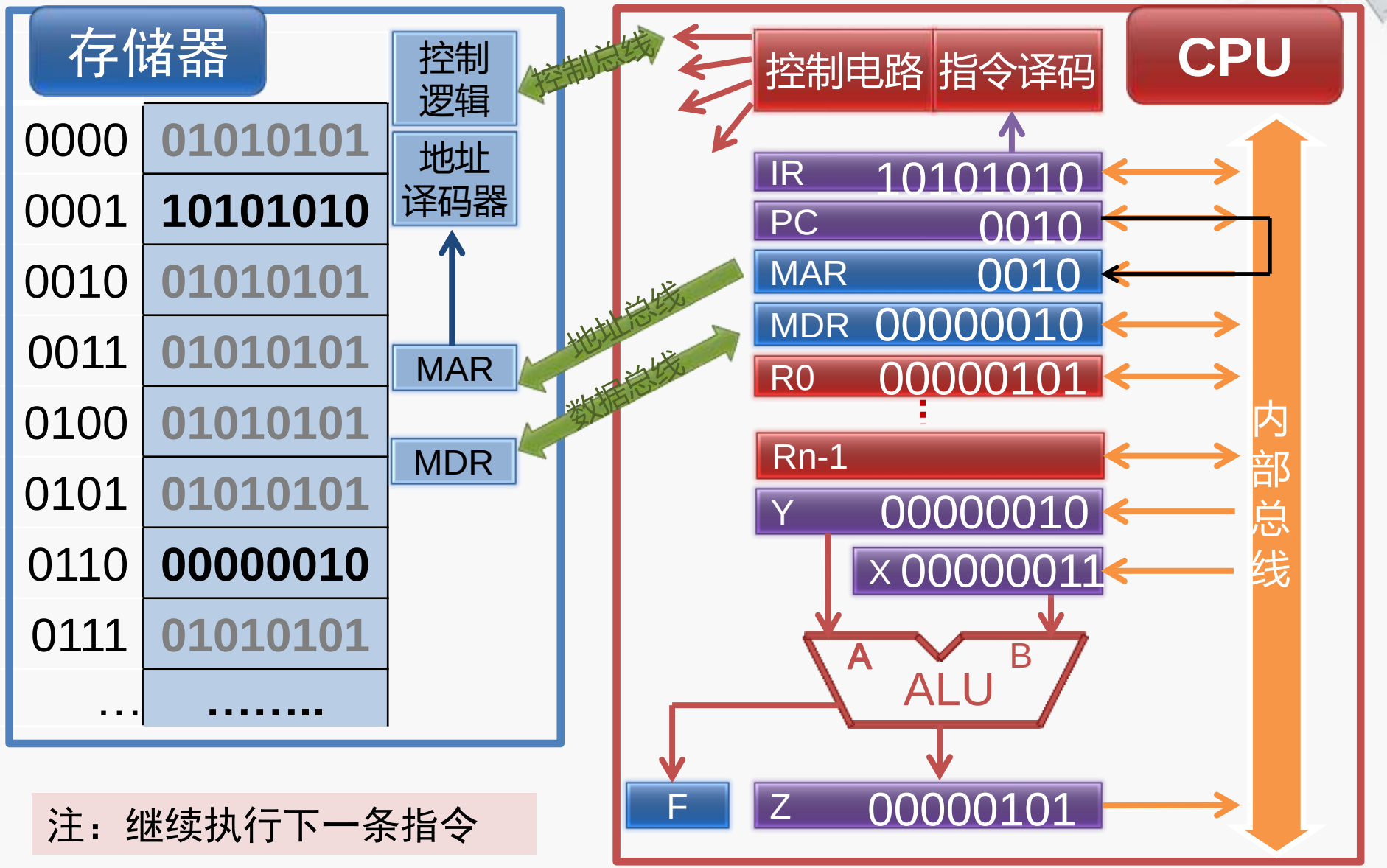
ADD R0 , [6]



注：回写阶段到此完成

下一步

取指 | 译码 | 执行 | 回写



注：继续执行下一条指令

本节小结

计算机执行指令的过程

北京大学 · 慕课

计算机组成

制作人：陆俊林