

# 计算机组成原理

王志春

人工智能学院

[zcwang@bnu.edu.cn](mailto:zcwang@bnu.edu.cn)

# 课程基本信息

- 学分： 3
- 学时： 48（课堂教学） +30（上机实验）
- 授课时间： 1~16周
- 考核： 平时作业15%+实验35%+期末考试50%

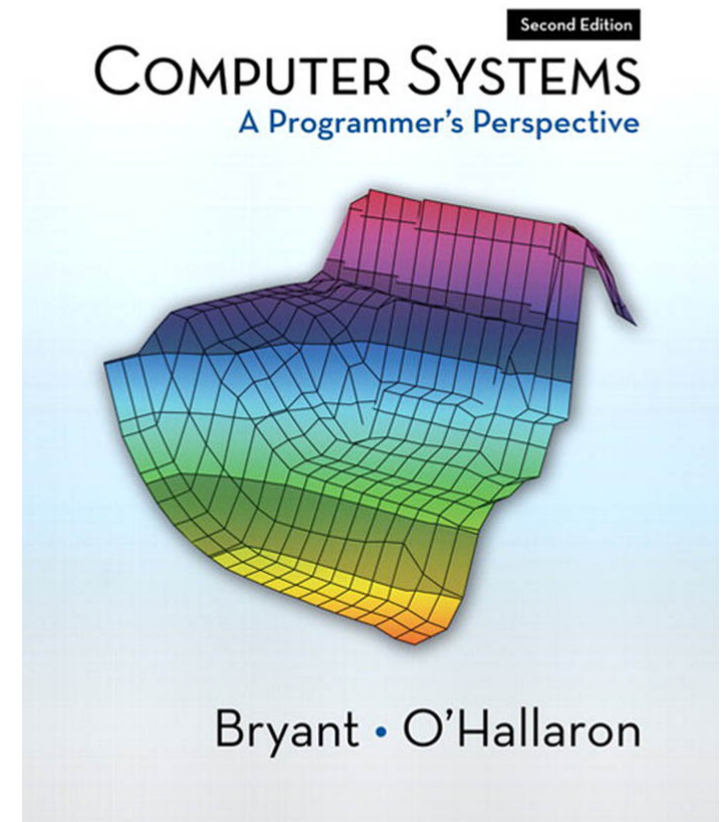
# 教材和参考书

## ■ 教材

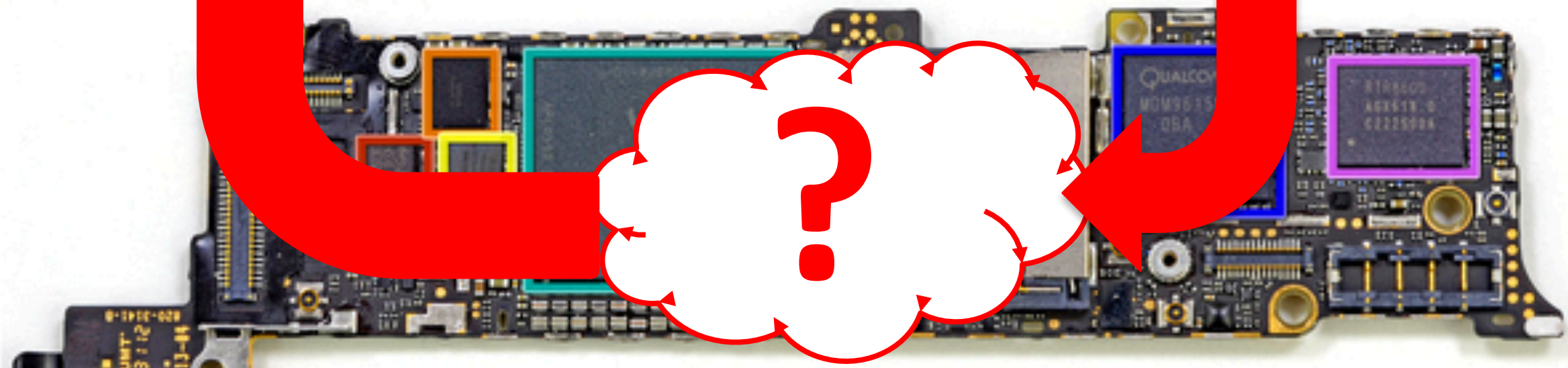
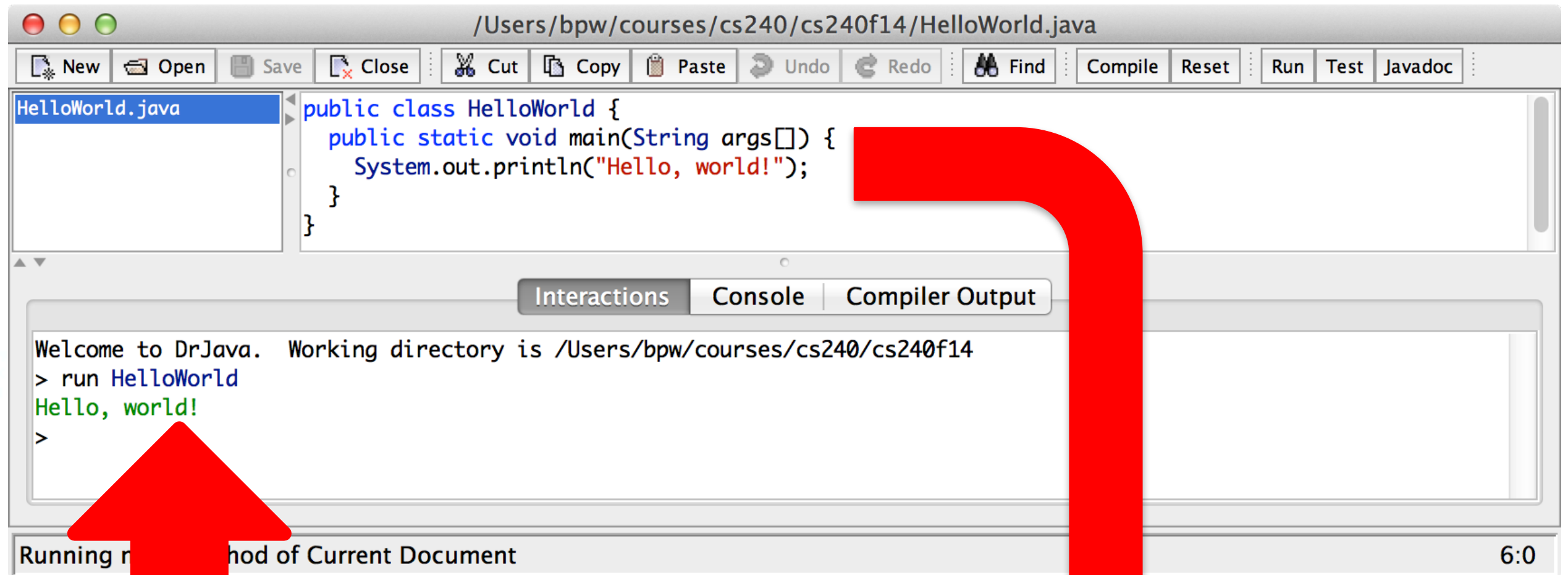
- 计算机组成与设计：硬件/软件接口
- 第五版
- 机械工业出版社

## ■ 参考书目

- Computer Systems: A Programmer's Perspective
- Computer Architecture: A Quantitative Approach



# 计算机是如何工作的？



# 学习目的

- 了解计算机的硬件组成
  - 五大组成部件
- 掌握计算机的运行原理
  - 计算机如何执行机器语言程序
- 理解现代计算机中的一些核心技术
  - 流水、并行、Cache
- 提高程序设计能力
- 培养计算机设计能力

`int`  $\neq$  integer

`float`  $\neq$  real

`int x=...;`

**`x*x >= 0 ?`**

`40000 * 40000 == 16000000000`

`50000 * 50000 == -1794967296`

`float a=..., b=..., c=...;`

**`(a + b) + c == a + (b + c) ?`**

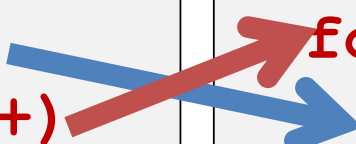
`(-2.7e23 + 2.7e23) + 1.0 == 1.0`

`-2.7e23 + (2.7e23 + 1.0) == 0.0`

# Memory Performance

```
void copyji(int src[2048][2048],
            int dst[2048][2048])
{
    int i,j;
    for (j = 0; j < 2048; j++)
        for (i = 0; i < 2048; i++)
            dst[i][j] = src[i][j];
}
```

```
void copyij(int src[2048][2048],
            int dst[2048][2048])
{
    int i,j;
    for (i = 0; i < 2048; i++)
        for (j = 0; j < 2048; j++)
            dst[i][j] = src[i][j];
}
```



**several times faster  
due to hardware caches**

# 课程主要内容

- 计算机的层次结构
- 计算机如何执行程序
- 运算器的功能、组成和运行原理
- 控制器的功能、组成和运行原理
- 存储器及层次存储器
- 输入/输出设备和总线



**Algorithm, Data Structure, Application**

**Programming Language**

**Compiler/Interpreter**

**Operating System**

**Instruction Set Architecture**

**Microarchitecture**

**Digital Logic**

**Devices (transistors, etc.)**

**Solid-State Physics**

软件

接口

硬件

**Software**

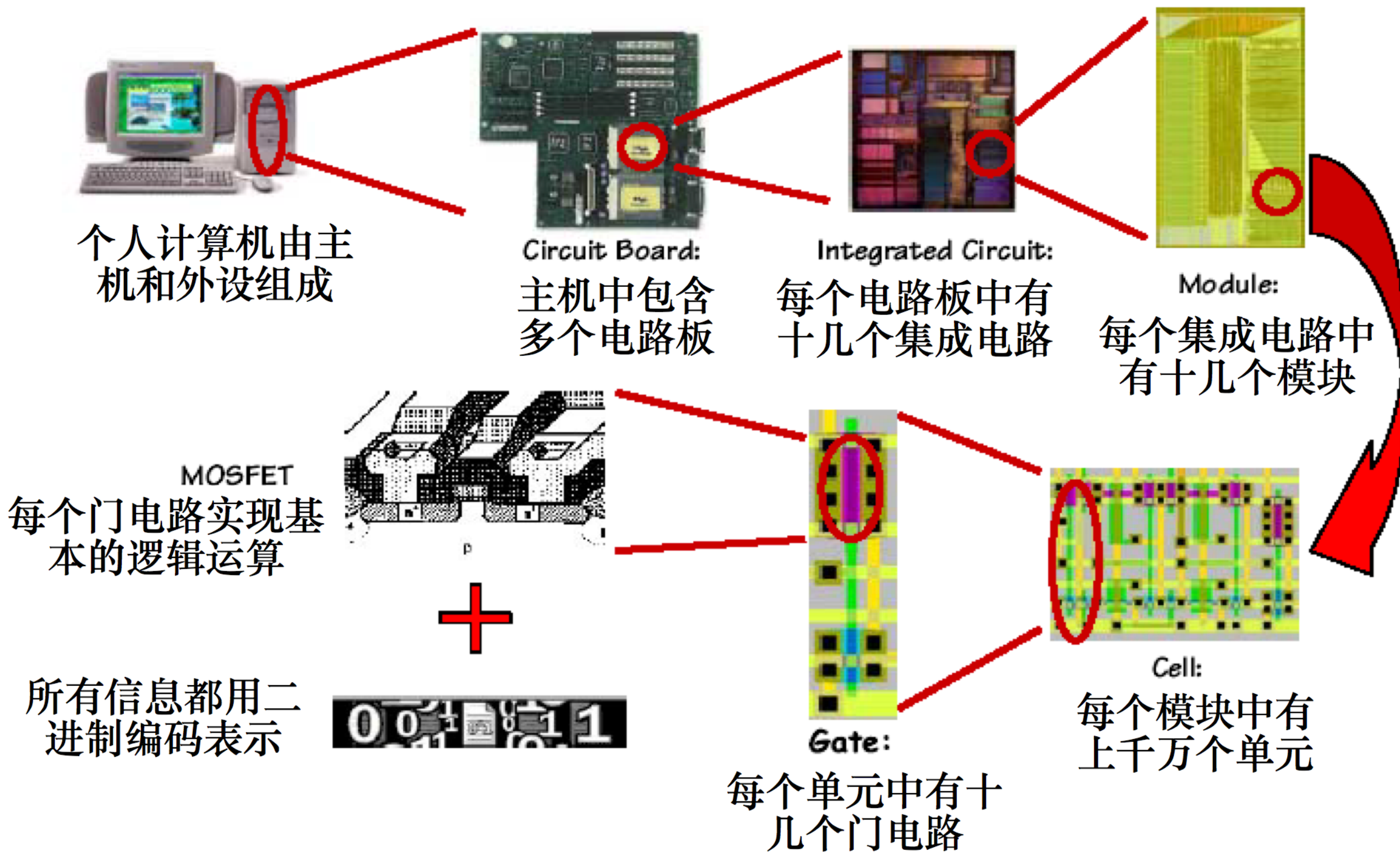
**Desired computation  
represented as instructions.**

## **Hardware/Software Interface**

**Hardware**

**Physical implementation  
of instructions and resources.**

# 计算机系统的层次结构



\*

# 逻辑运算

## ■ 三种基本逻辑运算

■ 与运算  $Y = A \cdot B$

■ 或运算  $Y = A + B$

■ 非运算  $Y = \bar{A}$

表2.2.1 与逻辑真值表

输入		输出
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

表2.2.2 或逻辑真值表

输入		输出
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

表2.2.3 非逻辑真值表

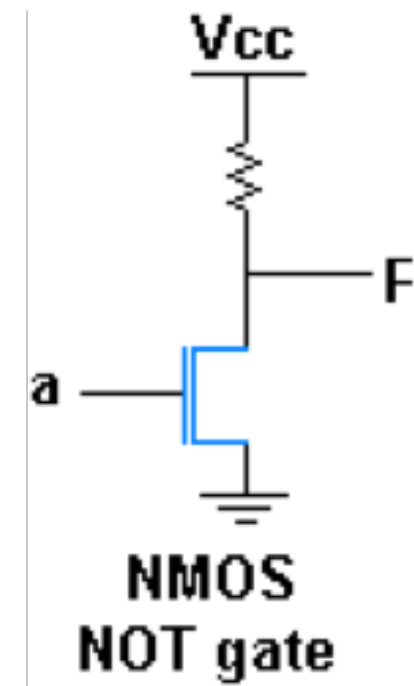
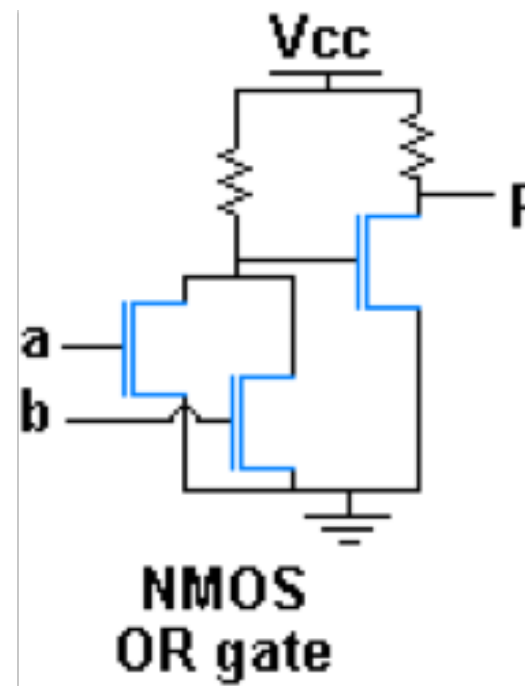
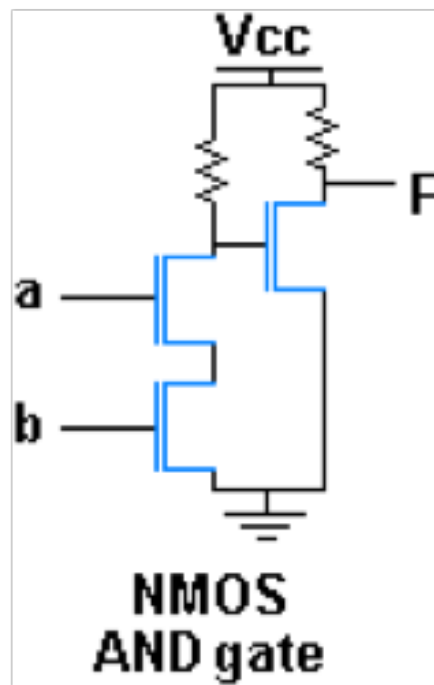
A	Y
0	1
1	0

# 逻辑运算的实现——逻辑门



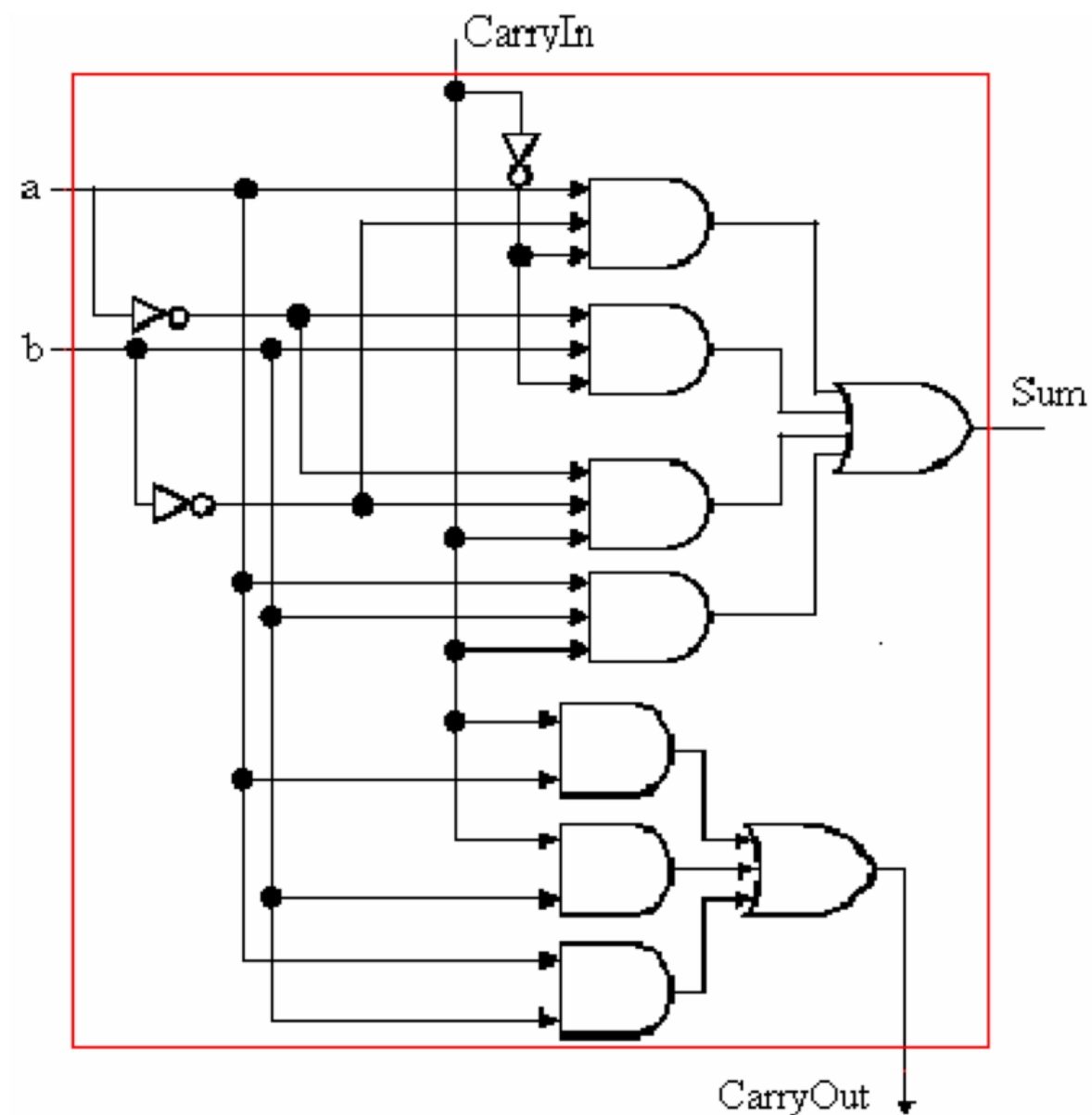
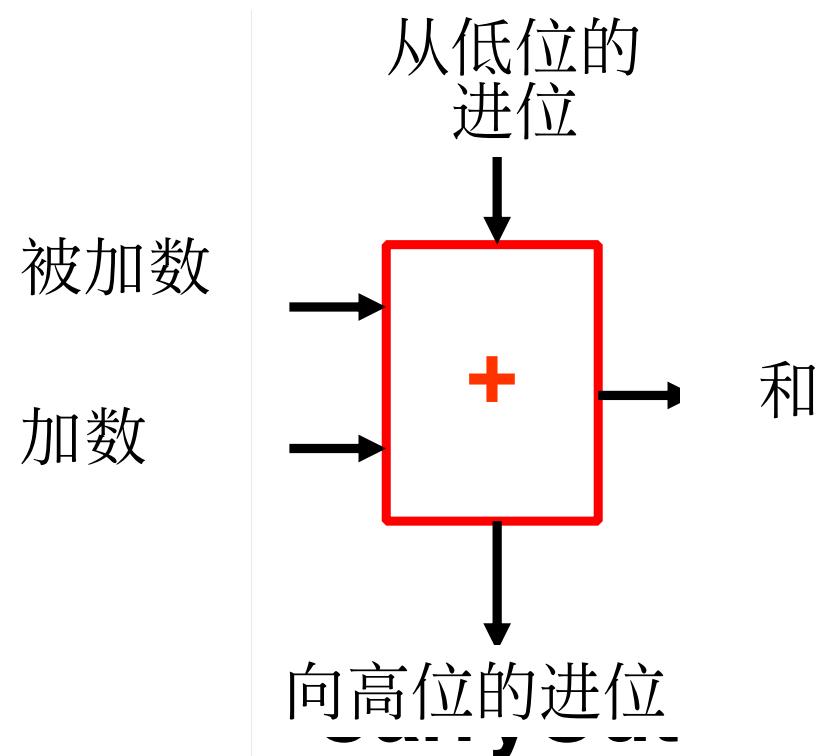
晶体管

NMOS



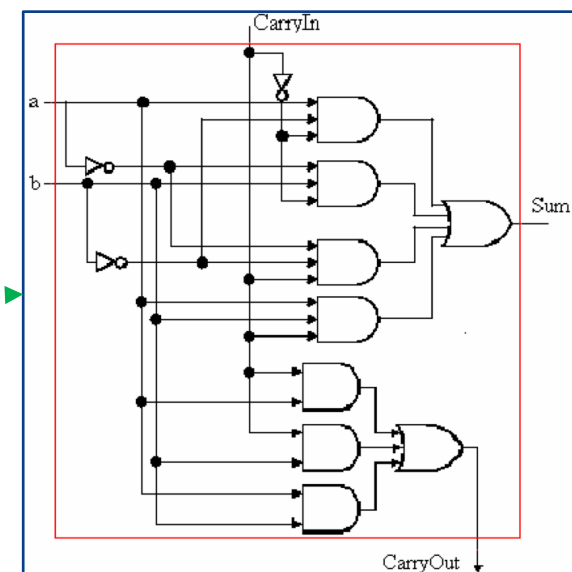
# 使用逻辑门实现运算

## ■ 一位加法器

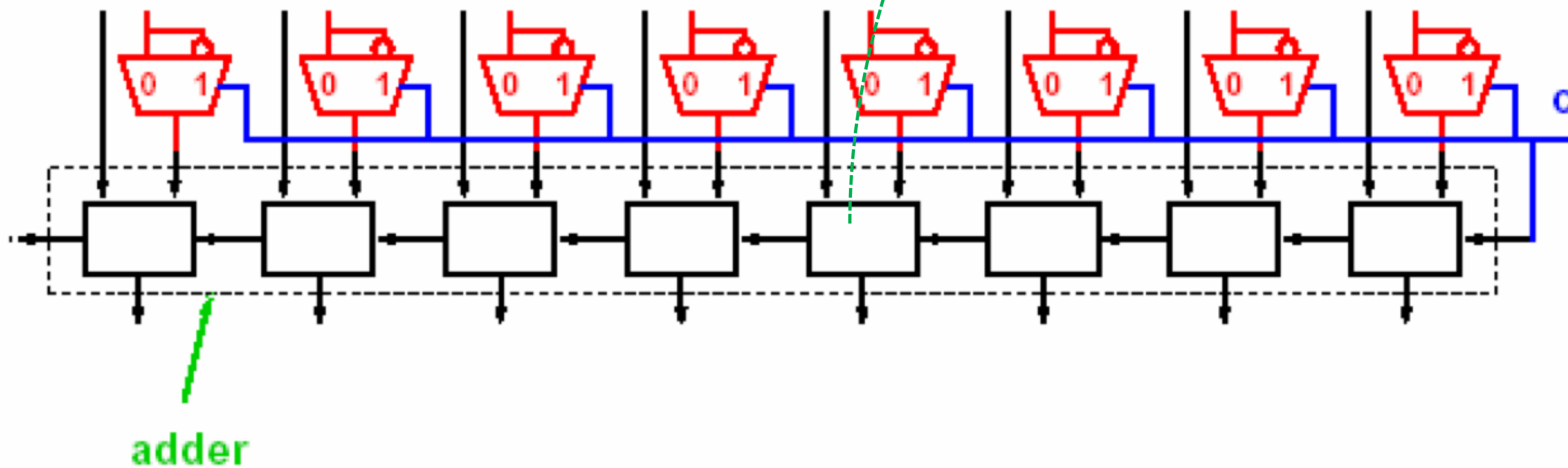


# 更复杂的运算

1位加法器

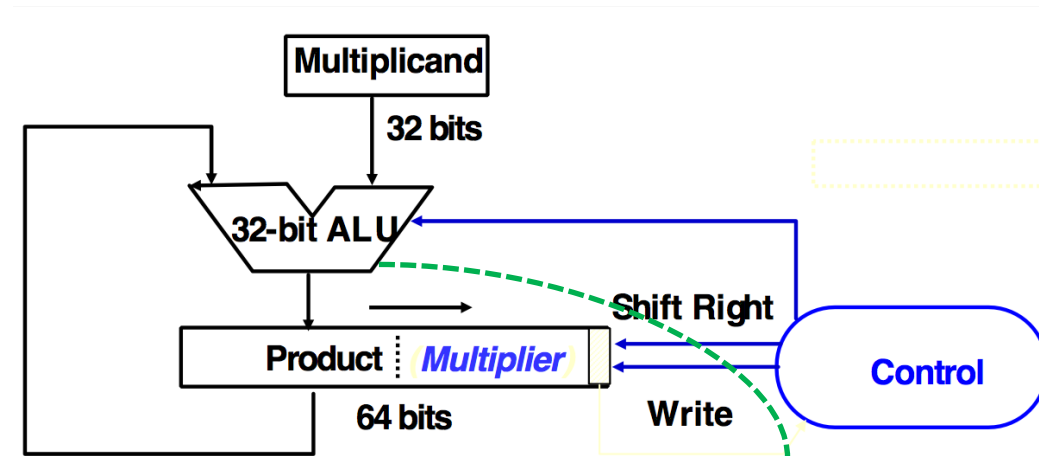


n位加减法

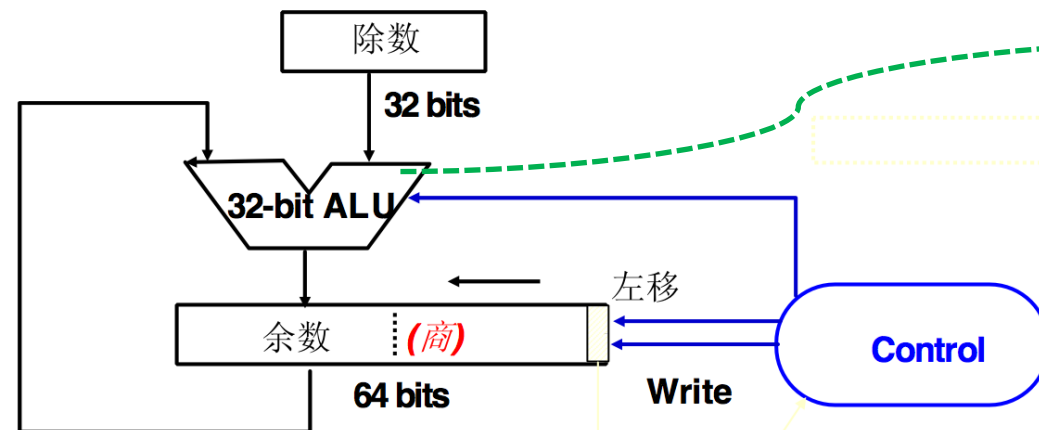


# 更复杂...

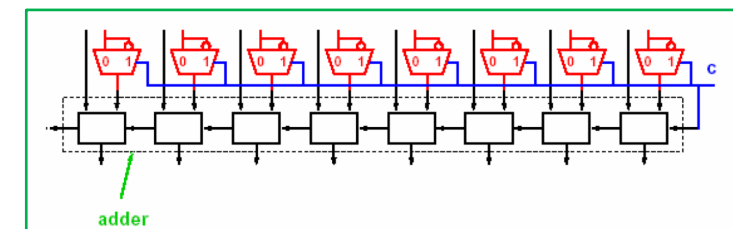
乘法器



除法器

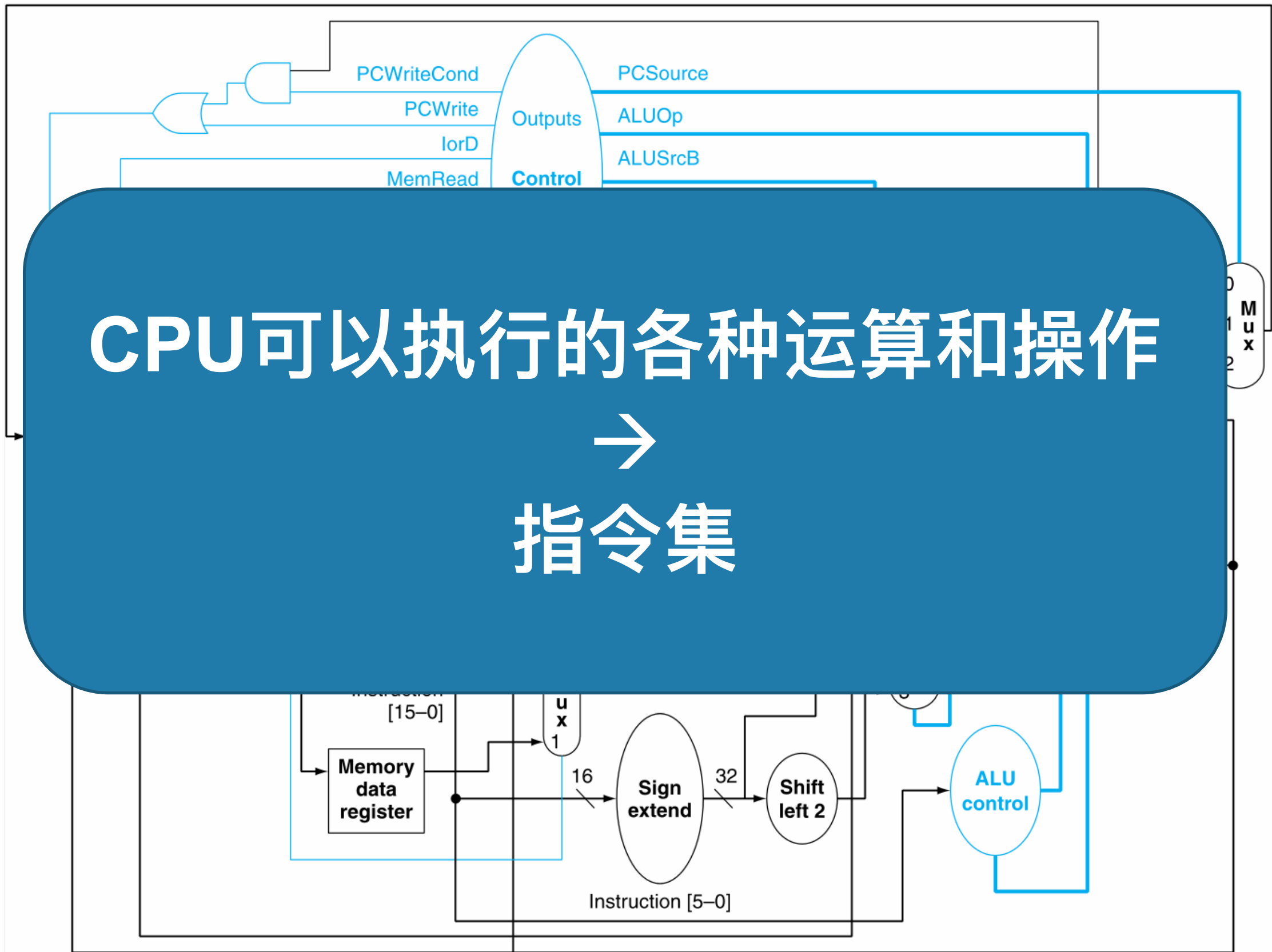


32位加减法





# CPU



# 计算机系统的层次结构

软件

指令系统层：指令集

计算机组成原理

硬件

微体系结构层：指令的执行与实现

逻辑层：逻辑运算、门电路

离散数学

数字逻辑

# 操作计算机

高级语言

High-level  
language  
program  
(in C)

```
swap(int v[], int k)
{
    int temp;
    temp = v[k];
    v[k] = v[k+1];
    v[k+1] = temp;
}
```

编译器

Assembly  
language  
program  
(for MIPS)

swap:

```
muli $2, $5, 4
add  $2, $4, $2
lw   $15, 0($2)
lw   $16, 4($2)
sw   $16, 0($2)
sw   $15, 4($2)
jr   $31
```

汇编语言

汇编器

Binary machine  
language  
program  
(for MIPS)

```
00000000101000010000000000011000
00000000000110000001100000100001
10001100011000100000000000000000
100011001111001000000000000000100
10101100111100100000000000000000
101011000110001000000000000000100
000000111110000000000000000001000
```

机器语言

# 计算机系统的层次结构

