



Computer Culture Advanced

打开计算机硬件的盲盒

揭开数字电子计算机的神秘面纱

二进制加法器实验小结

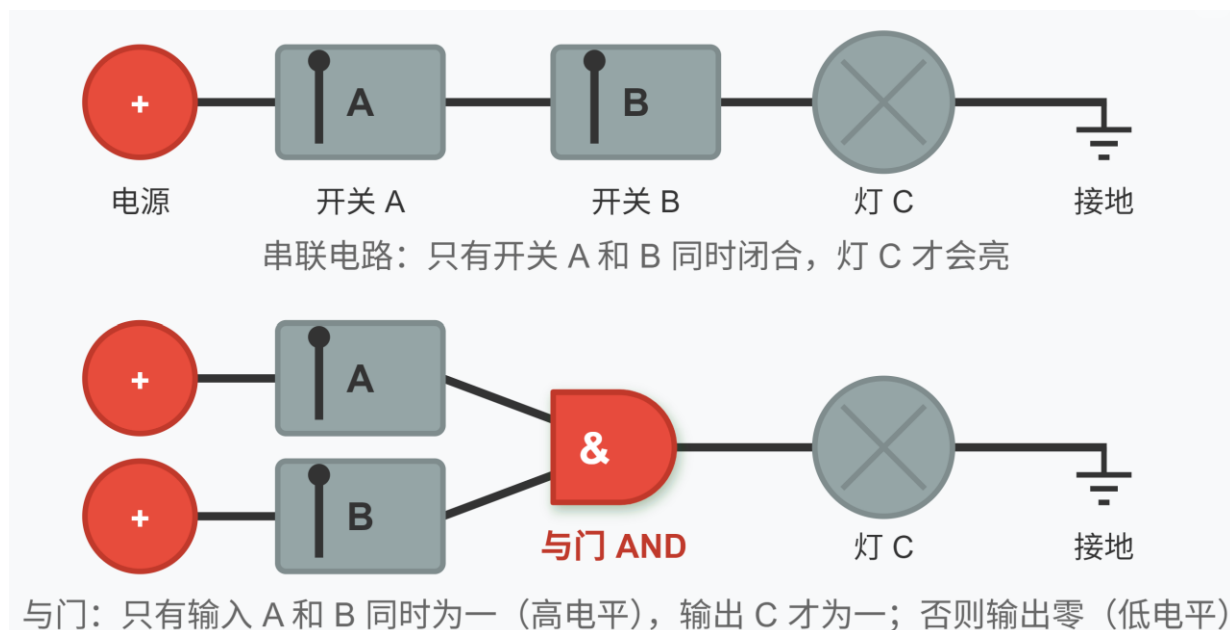
开关→开关电路→逻辑门→逻辑门组合→加法运算

通过基础逻辑门完成知识迁移：从中学串联电路，抽象到数字逻辑【与门】
把电路实物现象，抽象成**符号变换规则**

本质：**硬件连线拓扑**定义了**固定的变换规则 f**

$$y = f(x)$$

把物理状态（高低电平）映射成 0/1 符号，输出体现了按既定规则的符号变换



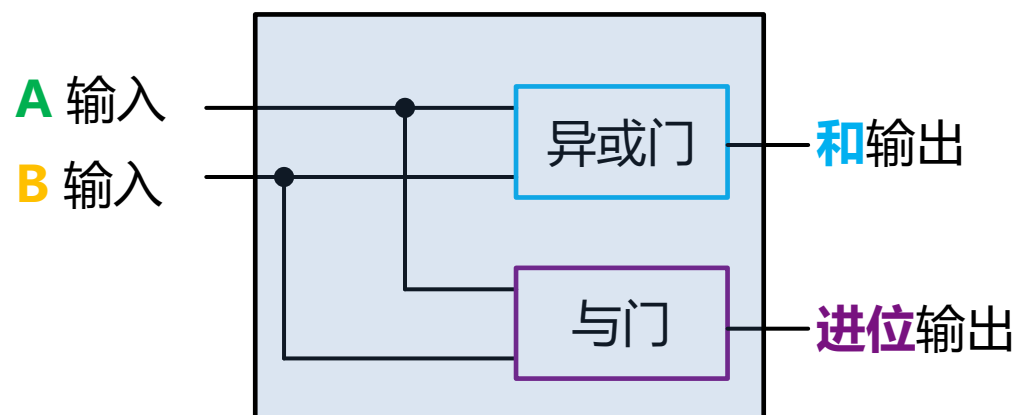
电路连线拓扑 = 符号变换规则



逻辑门组合：把二进制加法规则转化为硬件变换电路

进位计数制二进制形式的运算

$$\begin{array}{r} 0 \\ + 0 \\ \hline 00 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0 \\ + 1 \\ \hline 01 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ + 0 \\ \hline 01 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ + 1 \\ \hline 10 \end{array}$$



一位半加器

二进制算术规则可以
固化为数字逻辑电路

和

进位

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A	B	CO
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

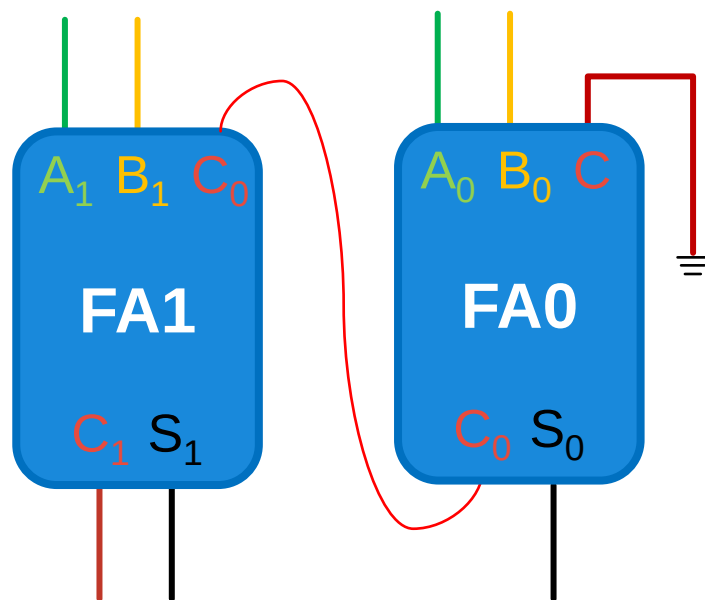
二进制加法拆解到每一位，本质上是一连串的真假条件判断



多位全加器级联：二进制编码数值送入硬件完成运算

$$A = (3)_{10} = (11)_2 \quad B = (2)_{10} = (10)_2$$

求 $A + B = ?$

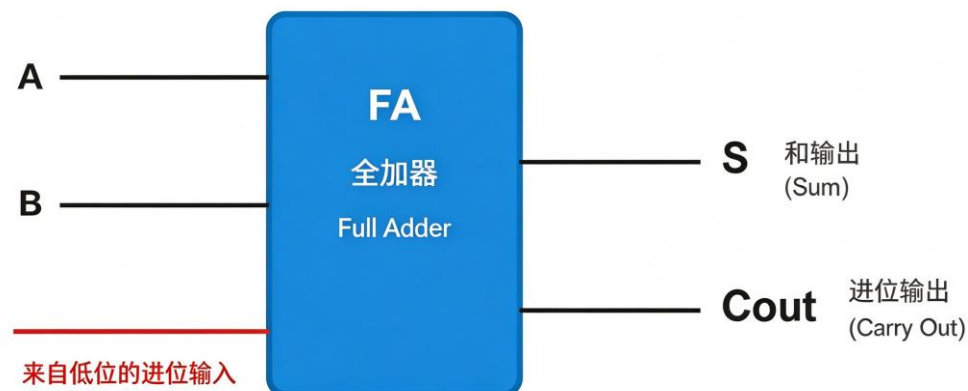


两位全加器级联实现两位二进制数加法

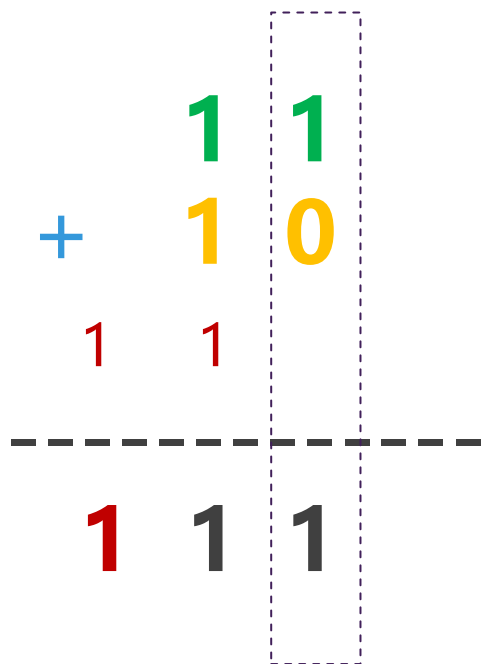
$$\begin{array}{r} 11 \\ + 10 \\ \hline 111 \end{array}$$

• 硬件只有高低电平，电平本身没有数值含义

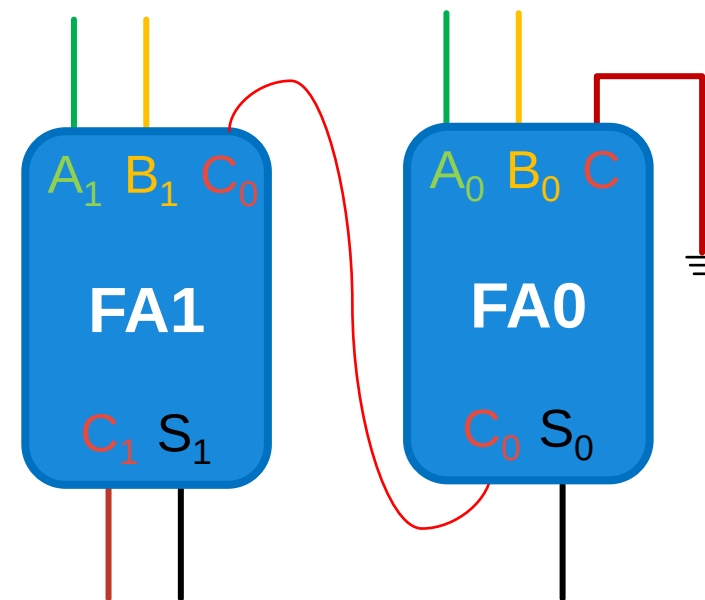
• 编码：人为约定电平组合，用来表达带有大小含义的数值



比特：二进制数位在硬件上的物理载体



- **比特 (bit)**：二进制数位在计算机硬件上对应的物理载体，仅有 **0/1** 两种状态
- **一组比特构成位宽**，代表 **ALU** 一次可并行处理多少个比特。**64位**处理器，即 **ALU** 单次并行处理 **64 bit**



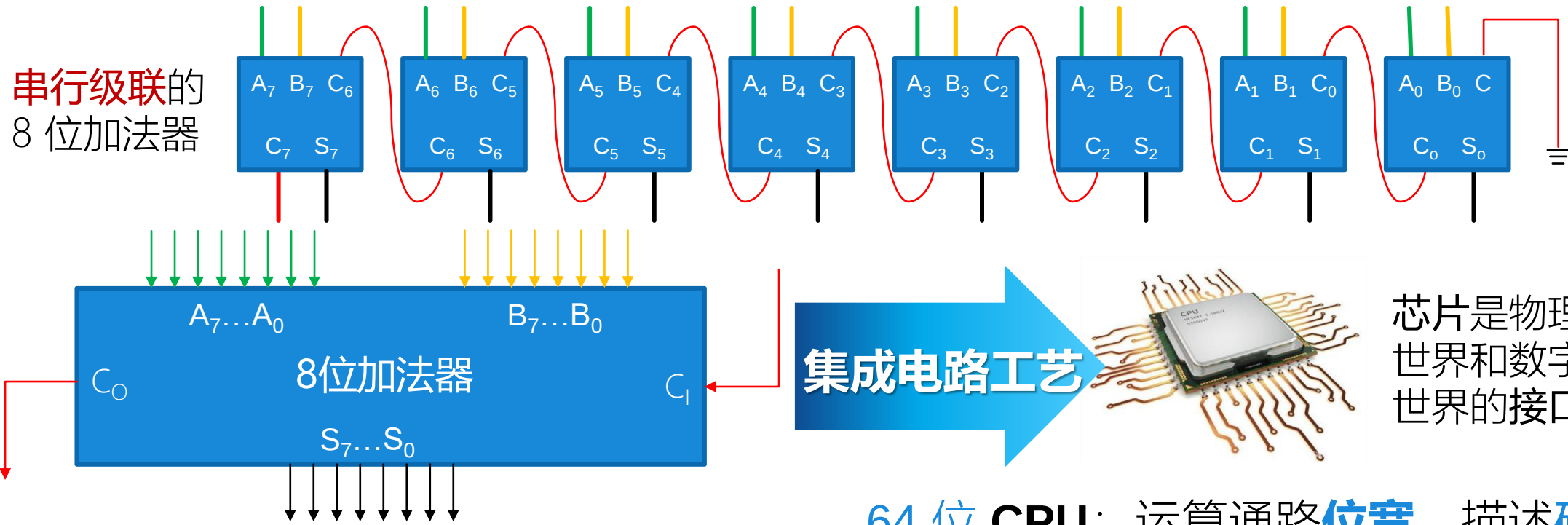
从**数位**到**比特**bit (位)

如何计算 **2** + **4** =



比特在不同场景的状态和用途（运算硬件）

运算硬件： 比特表现为瞬时高低电平，用于实时完成符号变换（衡量硬件并行运算能力的指标是**位宽**）



芯片把逻辑门电路全部**封装**在一个器件内部

64 位 CPU： 运算通路**位宽**，描述**硬件并行运算能力**，一次能算多大

比特在不同场景的状态和用途（存储硬件）

存储硬件： 比特是可维持的物理状态，用来保存比特序列

只要能稳定维持两种状态的**电路**或**介质**，都可以用来存储比特

SRAM (**Static** Random Access Memory - **静态内存，CPU高速缓存**)

用双稳态触发器电路保存 1 比特。通电时状态稳定，不需要反复刷新。

电路复杂、晶体管多，速度快，成本高。

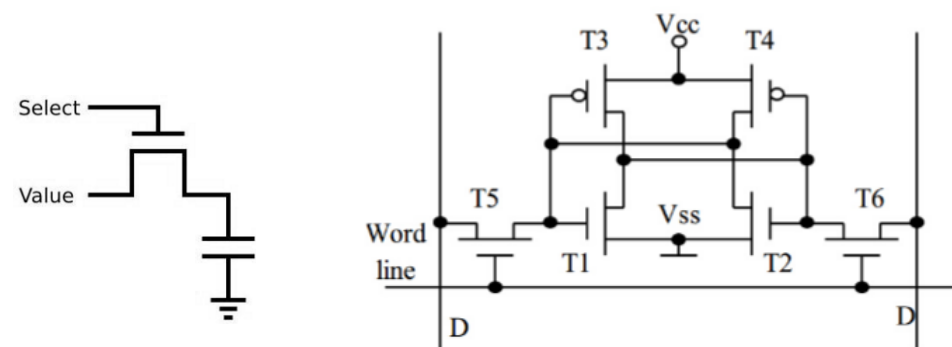
DRAM (**Dynamic** Random Access Memory - **动态内存，电脑主内存**)

用一个电容来记录 1 比特，电容每隔 10~100

毫秒电荷就会流失，需要**周期性地刷新维持**。

单元结构简单，密度高、成本低。

内存是断电丢失数据，属于**易失性存储**

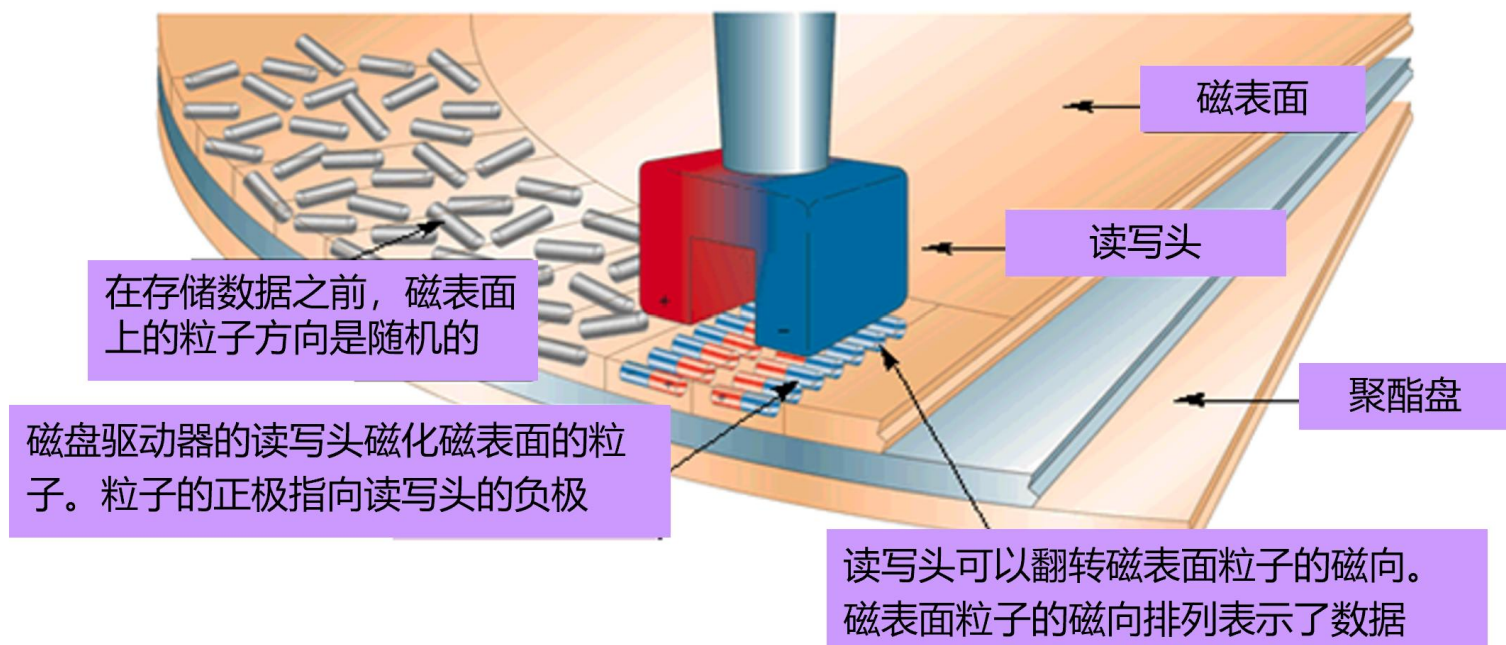


DRAM (1bit)

SRAM (1bit)

比特在不同场景的状态和用途（存储硬件）

存储硬件：比特是可维持的物理状态，用来保存比特序列
只要能稳定表示两种状态的**电路**或**介质**，都可以作为存储硬件



- **存储容量常用单位：**
KB、MB、GB、TB、PB（以字节 Byte 为基础）
- 硬盘 **1TB**表示**存储介质的总容量**，可以存放多少字节的比特序列（**保存信息能力**）

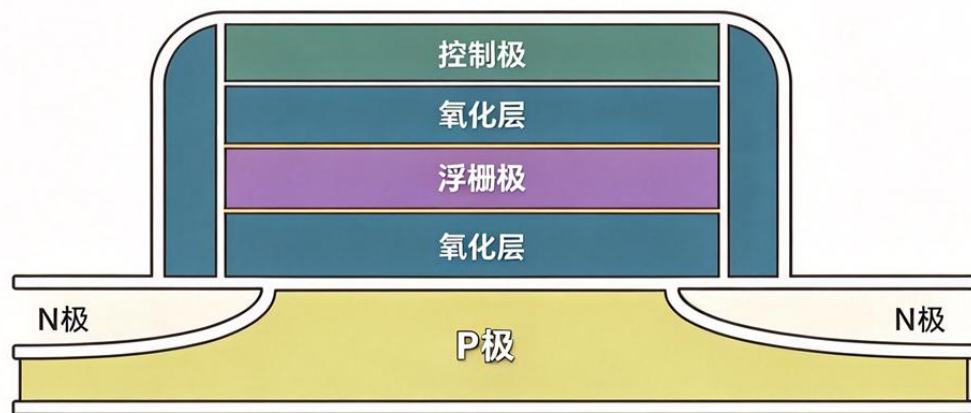
存储介质示例（磁盘：靠磁粒子磁化方向记录比特，属于**非易失存储**）



比特在不同场景的状态和用途（存储硬件）

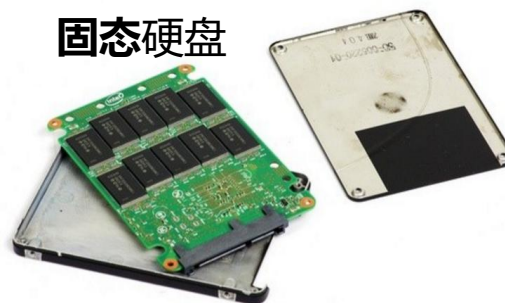
存储硬件： 比特是可维持的物理状态，用来保存比特序列
只要能稳定表示两种状态的**电路**或**介质**，都可以作为存储硬件

闪存（NAND-Flash）：一种半导体存储芯片，依靠浮栅晶体管俘获电子记录比特，属于**非易失存储**，闪存的产品形态很丰富。



一个浮栅单元，利用有无电子区分两种状态，记录 1 比特

固态硬盘 SSD是以闪存芯片为存储颗粒，配上读写主控电路，组装而成的完整存储产品。没有机械结构，存取速度比机械式硬盘快。



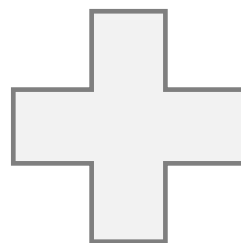


$$y = f(x)$$

计算模型的两类基础动作：

- ❶ 条件判断（布尔逻辑）
- ❷ 符号变换（可拆解为布尔逻辑的组合）

物理基座（数字电子）



信息翻译层
编码与解码



信息加工处理机器