



北京航空航天大学
BEIHANG UNIVERSITY

精讲课件

大学计算机基础 (理科类)

第1讲 计算与计算思维

北京航空航天大学 万 寒





第1讲 计算与计算思维

1.1 计算思维的概念和主要思维方法

1.2 计算机网络访问过程蕴含的计算思维

1.3 计算的基础



本讲重点和难点

重点

- 把握计算思维的本质，了解其主要思维方法
- 了解常见逻辑运算
- 了解数据在计算机中如何存储

难点

- 理解计算思维思想以及计算机实现计算的原理





1.1 计算思维的概念和主要思维方法

1.1.1 计算思维的提出

1.1.2 计算思维的本质和主要思维方法

- ◆ 什么是计算思维？
- ◆ 伟大的计算原理
- ◆ 计算思维的本质
- ◆ 计算思维的主要方法





1.1.1 计算思维的提出

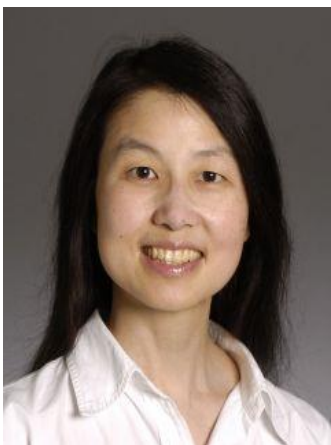
- 计算机出现之前，从事科学研究大多采用**理论**研究或进行**实验**
- 计算机的问世使得科学研究产生了新的方法——**计算**
 - ◆ **计算**是指“数据”在运算符的操作下，按“规则”进行的数据变换
 - ◆ **计算**最初指“**数值计算**”，即有效使用数字计算机求数学问题近似解的方法与过程，以及由相关理论构成的学科
 - ◆ 计算是一种符号串的转变：是从输入符号串转换为输出符号串的过程





什么是计算思维？

- 2006年，美国卡内基·梅隆大学**周以真**（Jeannette M. Wing）教授在《Communications of the ACM》上发表论文 “**Computational Thinking**”，首次明确提出计算思维的概念
 - ◆ **计算思维**（Computational Thinking, CT）是运用**计算机科学**的基础概念进行**问题求解**、**系统设计**、以及**人类行为理解**等涵盖计算机科学之广度的一系列**思维活动**



周以真：计算思维不仅仅是计算机科学家应具备，而是每个人都应该具备的基本能力



伟大的计算原理

- 2003年，计算机科学家、美国ACM 前主席**Peter J. Denning**（彼得 J.丹宁）发表论文 “**Great Principles of Computing**（**伟大的计算原理**）”
 - ◆ 计算原理可以被归为**7个**类别，每个类别都从一个独特的视角去看待计算本身
 - ◆ **计算、通信、协作、记忆、自动化、评估和设计**





7个计算原理

- **计算** (Computation) 是**执行**一个**算法**的过程
- **通信** (Communication) 是指信息从一个过程或者对象**传输**到另一个过程或者对象
- **协作** (Coordination) 是为确保多方参与的计算过程（如多人会话）最终能够得到确切的结论而对整个过程中各**步骤序列**先后顺序进行的**时序控制**
- **记忆** (Recollection) 是指通过实现有效搜索数据的方法或者执行其他操作对数据进行**编码**和**组织**
- **自动化** (Automation) 是计算在**物理系统自身运作**过程中的表现形式（镜像）
- **评估** (Evaluation) 是对数据进行**统计**分析、**数值**分析或者**实验**分析
- **设计** (Design) 是利用学科中的抽象、模块化、聚合和分解等方法对一个**系统**、**程序**或者**对象**等进行组织



计算思维的表述体系

分类	关注点	核心概念
计算	什么能计算，什么不能计算	计算的表示、表示的转换、状态和状态转换、按空间排序、按时间排序；可计算性、计算的复杂性
抽象	关注对象的本质特征	概念模型与形式模型、抽象层次、抽象结构、虚拟机
自动化	信息处理的算法发现	形式化方法、程序、算法、迭代、递归、搜索、推理；强人工智能、弱人工智能
设计	可靠和可信系统的构建	模块化、信息隐藏与封装、层次聚集；一致性和完备性、重用、安全性、可靠性、折中与结论
通信	不同位置间的可靠信息移动	信息及其表示、信息量、编码与解码、信息压缩、信息加密；校验与纠错
协作	多个自主计算机的有效使用	同步、并发、死锁、仲裁；事件以及处理、流和共享依赖，协同策略与机制
记忆	媒体信息的表示、存储和恢复	存储体系、对象与存储的动态绑定、层次命名、检索与索引；局部性与缓存、抖动（trashing）
评估	复杂系统的性能评价	模型方法、模拟方法、基准测试；可视化建模与仿真、预测与评价、服务网络模型；负载、吞吐率、反应时间、瓶颈、容量规划



1.1.2 计算思维的本质和主要方法

1、计算思维的本质

- 计算思维最根本的内容是抽象（Abstraction）与自动化（Automation）

- ◆ **抽象**是指将要求解的问题形式化地表示为计算机所能理解的符号模型，进而用程序语言描述该模型
- ◆ **自动化**是指计算机自动执行程序，实现问题求解





2、计算思维的主要方法

2、计算思维的主要方法

(1) 通过**约简、嵌入、转化和仿真**等方法，把一个看来困难的问题重新阐释成一个我们知道问题怎样解决的方法。

◆ 【例】计算机为什么能执行加、减、乘、除各种运算？

- ✓ 在机器数表示中引入补码，则将减法转化为加法运算；乘法用移位和加法；除法通过若干次“加、减、移位”循环实现，使得各种**算术运算**均以**加法器**为基础，从而**简化CPU的设计**





2、计算思维的主要方法（续1）

(2) 是一种**递归思维**，是一种**并行处理**，是一种把代码译成数据又能把数据译成代码，是一种多维分析推广的类型检查方法。

◆ **递归**是指在函数的定义中调用函数自身的方法

◆ **【例】求阶乘** $F(n)=n!=n*(n-1)*(n-2)*\dots*1$

✓ 将数学表达式 $n*(n-1)*(n-2)*\dots*1$ 写成递归表达式（**递归的定义**）

$$n! = \begin{cases} 1 & \text{当 } n = 0 \text{ 或 } 1 \text{ 时} \\ n * (n - 1)! & \text{当 } n > 1 \text{ 时} \end{cases}$$

递归基础——递归计算的起点

递归步骤——递归计算的步骤





阶乘的递归函数定义

✓ 定义递归函数

$$f(n) = \begin{cases} 1 & \text{当 } n = 0 \text{ 或 } 1 \text{ 时} \\ n * f(n-1) & \text{当 } n > 1 \text{ 时} \end{cases}$$

```
#定义递归函数
def factorial(n):
    if n == 0 or n==1:
        return 1
    elif n>1:
        return n* factorial(n-1)
    else:
        print('请输入正整数')

x=int(input ('Enter n:'))
fac_result=factorial(x)
```

```
>>>
Enter n:3
factorial result = 6
>>> =====
>>>
Enter n:5
factorial result = 120
```

例1.1-factorial_recursion.py

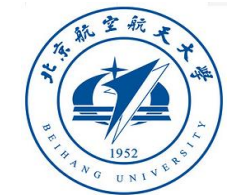




2、计算思维的主要方法（续2）

◆ 【例】并行处理的例子：CPU采用**多核处理器**

- ✓ 一片CPU中包含多个核心，每个核可以同时工作，**并行处理**不同的任务
- ✓ 将一个复杂的任务划分成若干个子任务，交由CPU的多个核并行处理
- ✓ 能够有效提高计算机的处理速度



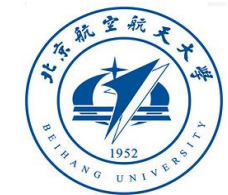


2、计算思维的主要方法（续3）

(3) 是一种采用**抽象**和**分解**来控制庞杂的任务或进行巨大复杂系统设计的方法，是基于**关注点分离**的方法。

◆ **【例】OSI参考模型定义了计算机网络的7层结构**

- ✓ 由低到高依次为：物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层，各层之间**功能相对独立**
- ✓ 层次化结构，使复杂的系统简单化，蕴含了**抽象、分解、关注点分离、建模**等计算思维方法





计算思维的核心方法

- 利用计算机自动求解一个问题的过程

抽象—建模—数据结构—算法—编程实现

计算思维的核心方法
本课程重点内容





北京航空航天大学
BEIHANG UNIVERSITY

1.2 计算机网络访问 过程蕴含的计算思维

北京航空航天大学



【例1.1】计算机网络访问过程蕴含的计算思维

【例1.1】 计算机网络非常复杂，包括许多“构件”，如主机、路由器、各种媒体的链路、应用、协议、硬件、软件等。如何将它们组成一个完整的体系？从一个客户端到服务端的访问是如何完成的？分析在计算机网络及其模型中，蕴含了哪些计算思维？





主要内容

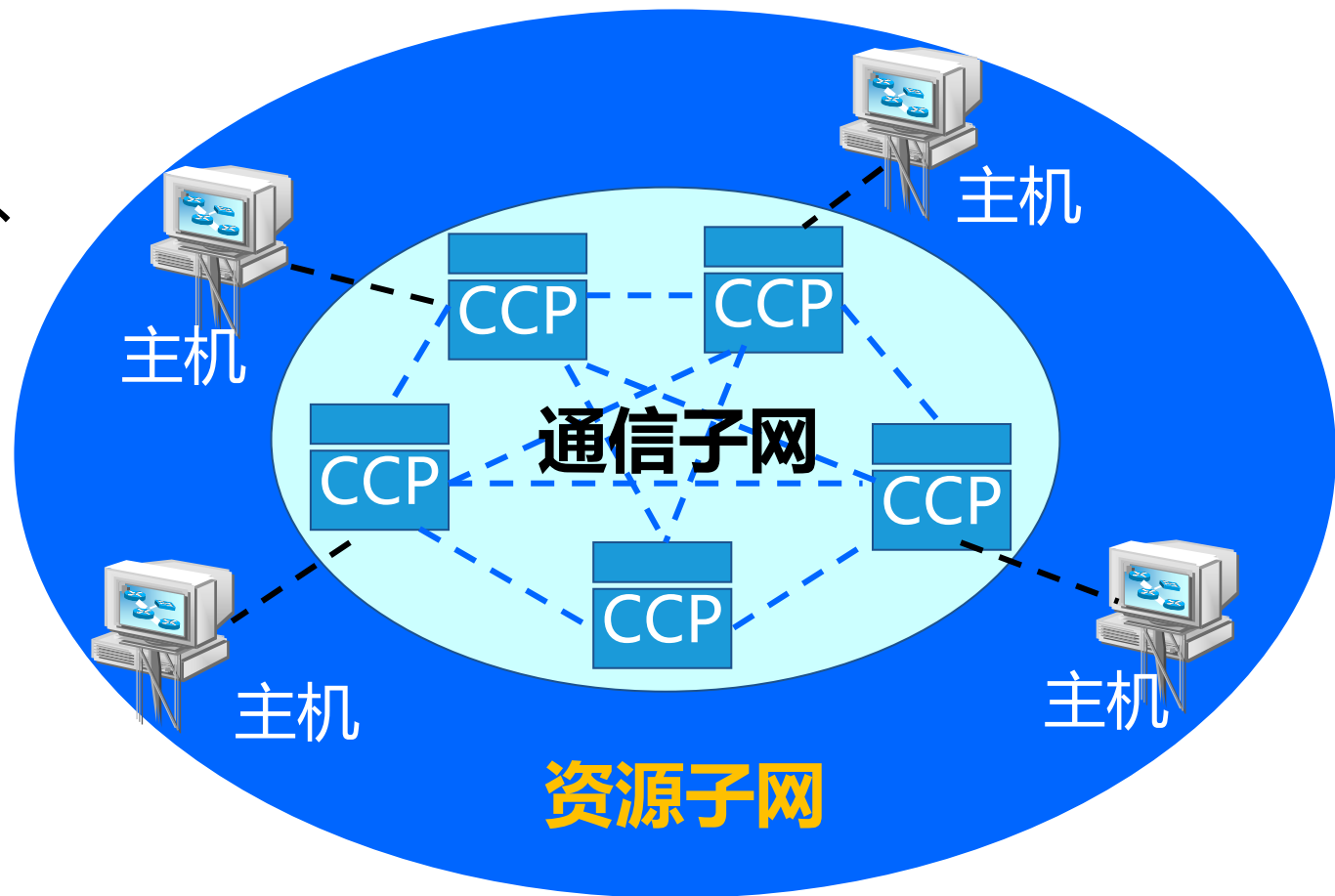
- 1、OSI参考模型与TCP/IP参考模型
- 2、万维网及其工作原理（自学）
- 3、数据在各层之间的传输过程
- 4、计算机网络及其模型蕴含的计算思维



1、OSI参考模型与TCP/IP参考模型

(1) 计算机网络体系结构

- ◆ 计算机网络在人们的日常生活、学习和工作中，几乎无处不在
- ◆ **计算机网络**是以共享资源（硬件、软件和数据）为目的，利用某种传输媒介，将不同地点的独立自治计算机系统或外部设备连接起来形成的系统





什么是计算机网络体系结构？

- ◆ 为完成计算机间的通信合作，按照计算机互连的不同**功能**，将计算机网络划分成定义明确的若干个**层次**，并规定同层次进程通信的**协议**及相邻层之间的**接口和服务**。
- ◆ 这样的**层次结构模型**和**通信协议**统称为**计算机网络体系结构**





早期的网络结构

- **20世纪70年代**，已经实现了基本的计算机网络的互联结构
- 但网络结构属于各个**厂家自己私有**
 - ◆ 1974年IBM公司的SNA
 - ◆ 1975年DEC公司的DNA
 - ◆ 美国国防部的TCP/IP
- 种类繁多的网络体系结构，由于各自所定义的层数、每层所采用的协议不一样，造成彼此之间不兼容，这些系统常被称为 **“封闭”系统**
- 不同厂家的**网络设备不兼容**，无法一起使用





(2) OSI 参考模型

- 为解决兼容性问题，实现开放系统环境中的**互连性**、**互操作性**和**应用的可移植性**
- 1985年，ISO（国际标准化组织）推出了标准的网络体系结构——**开放系统互联模型**，简称**OSI参考模型**
 - ◆ 采用分层结构技术，将网络结构分为**7层**，详细规定了每一层的**功能**
 - ◆ 定义了每一层的**协议**：某一层与远方的一个对等层通信所使用的**一套规则和约定**
 - ◆ 定义了每一层实体为相邻的上一层实体提供的通信功能——**服务**



OSI 参考模型的7层框架

应用层

为应用程序提供接口和网络服务

数据流层

负责网络通信

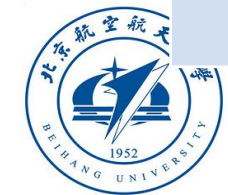


◆ 从下至上依次为：
物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层



OSI 参考模型中各层的功能

层 次	数据单位	功 能
物理层	比特 (bit)	利用物理传输介质为数据链路层 提供物理连接 ，以便透明地 传送比特流 。
数据链路层	帧 (Frame)	在通信的实体之间 建立数据链路连接 ， 传送数据 ， 为网络层提供差错控制、流量控制服务 ，使有差错的物理线路变成无差错的数据链路。
网络层	分组 (包) (Packet)	寻址和路由选择 。通过路由选择算法，为分组选择最适当的路径。实现 路由选择 、 分组的分片与重组 以及 网络互连 等功能。





OSI 参考模型中各层的功能（续）

层 次	数据单位	功 能
传输层	段 (Segment)	建立主机端到端 （指两台网络设备之间） 的连接 。处理数据报错误、数据包次序等传输问题，为上一层提供可靠或不可靠的传输服务。
会话层	报文	建立，维护和终止 两个远程系统进程之间的连接 会话 ，并 管理数据的交换 。
表示层	报文	处理交换信息的表示方式 。提供 数据格式变换 、 数据加密与解密 、 数据压缩与解压 等功能，将数据翻译为相对应的编码格式，然后展现到应用程序中。
应用层	报文	提供应用程序间通信 。直接为应用程序提供网络资源的访问服务，如：远程登录、电子邮件、文件传输等。

OSI 参考模型各层功能概括

7

应用层



为用户的应用程序提供网络服务

6

表示层



处理数据格式、数据加密解密等

5

会话层



建立、维护和终止会话

4

传输层



建立主机端到端连接，数据包重组

3

网络层



寻址和路由选择

2

数据链路层



建立、保持和释放链路，差错控制

1

物理层



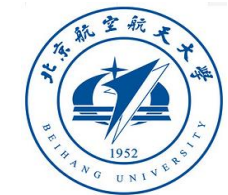
提供物理连接，传输比特流





OSI 参考模型的层次化结构优点

- (1) **开放的标准化接口**，有利于应用程序开发和网络设备的设计
- (2) 多厂商使用统一结构，不同厂商的同类产品**互相兼容**
- (3) **易于理解、学习和更新协议标准**。更新某一层的协议，不会干扰到其他层
- (4) **模块化设计、流程化操作**，使程序员开发程序思路更清晰，编程更容易
- (5) 网络分层，有利于**快速定位故障、排除故障**





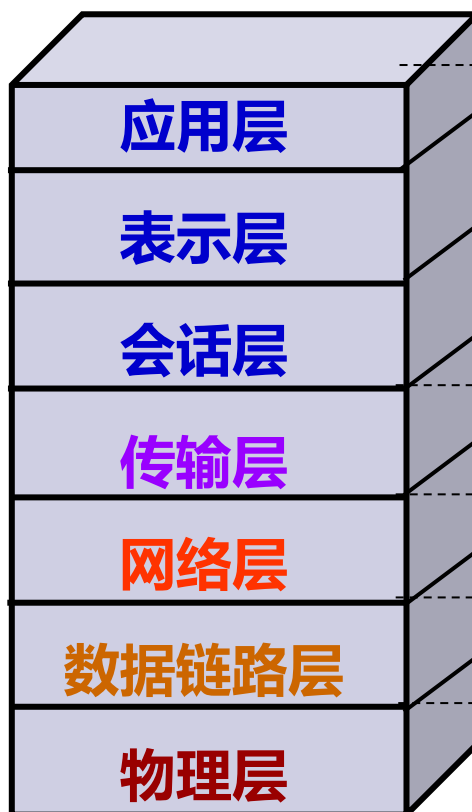
(3) TCP/IP参考模型

- 1969年，美国国防部高级研究计划署ARPA开发出**ARPANET**（阿帕网），它使用**TCP/IP**（Transmission Control Protocol/Internet Protocol）**协议簇**
- 在ARPANET基础上发展起来的**Internet（因特网）**并没有使用OSI参考模型定义网络体系结构
- 而是使用**TCP/IP协议簇**
- 随着Internet规模的不断扩大，TCP/IP协议成为“**事实上的国际标准**”，被称为**TCP/IP参考模型**



TCP/IP 体系结构

- TCP/IP模型最多将网络结构划分为**5层**：**物理层**、**数据链路层**、**网际层**（网络互连层或网络层）、**传输层**和**应用层**



(a) OSI参考模型



(b) TCP/IP参考模型





3、数据在各层之间的传输过程

(1) 协议数据单元与数据封装等相关概念

■ 协议数据单元

- ◆ 在OSI和TCP/IP参考模型中，对等实体之间为实现该层协议所交换的信息单元，称为**协议数据单元**（Protocol Data Unit, PDU）
- ◆ 应用层数据称为应用层协议数据单元**APDU**，表示层数据称为表示层协议数据单元**PPDU**，会话层数据称为会话层协议数据单元**SPDU**
- ◆ 传输层数据称为**段**（Segment），网络层数据称为**包**（Packet），数据链路层数据称为**帧**（Frame），物理层数据称为**比特流**（Bit）





数据封装与解封装

■ 数据封装

- ◆ 网络通信中，在**发送端**，数据需要从**高层**一层一层地**向下**传送
- ◆ 将某层控制信息（称为报头或首部）添加到该层一个PDU的过程称作

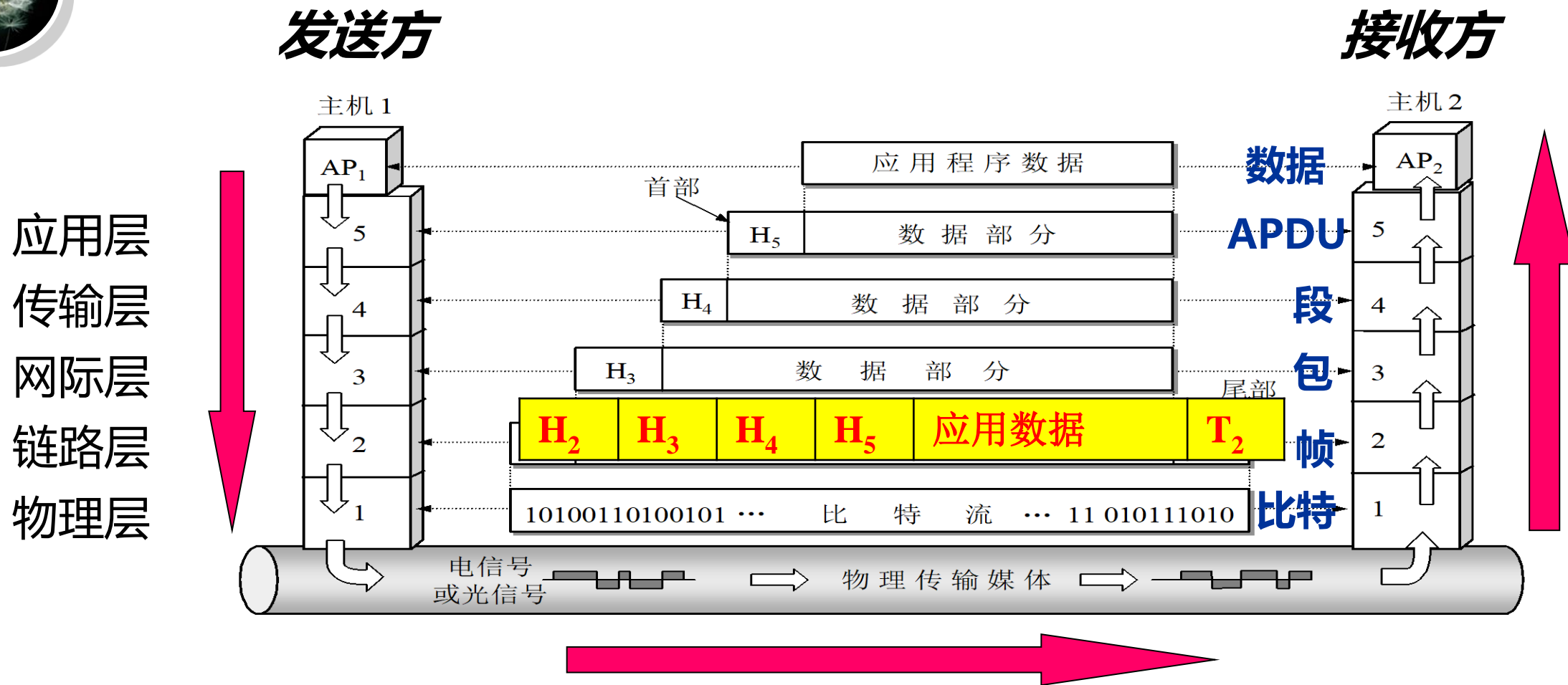
数据封装

■ 数据解封装

- ◆ 数据解封装是数据封装的**逆**过程
- ◆ 在**接收端**，数据需要从**最低层**一层一层地**向上**传送，从物理层到数据链路层，逐层去掉各层的报文头部，最终将数据传递给应用程序执行
- ◆ 将控制信息从PDU剥离的过程称作**数据解封装**



(2) TCP/IP参考模型中的数据传输



TCP/IP参考模型中数据在各层之间的传输过程



发送方和接收方的操作

发送方：将用户数据由**高层**向**低层**逐层传递，每到达一层，**加上**该层的**控制信息（首部）**，再向下一层传送；直到最低层（物理层），然后直接通过物理传输媒体传输到目的方——**逐层封装**

接收方：将收到的数据由**低层**向**高层**逐层传递，每到达一层，**去掉**该层的**控制信息**，再向上一层传送；直到最高层，恢复为用户**原始数据**——**逐层解封装**





4、计算机网络及其模型蕴含的计算思维

- 计算机网络采用层次化结构，蕴含了**抽象、分解、关注点分离、建模**等计算思维方法

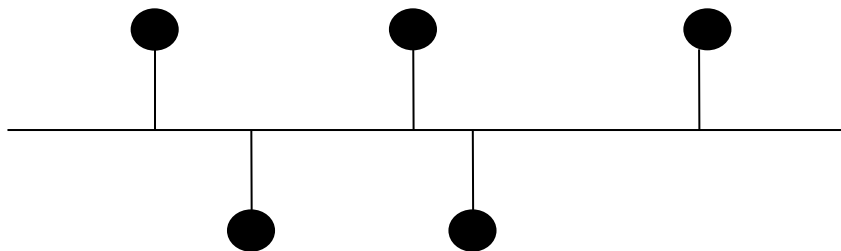
(1) 抽象

- ✓ 计算机、路由器等**物理设备**抽象成**点**，**通信介质**抽象成**线**，计算机网络的连接结构变成由点和线组成的几何图形——**网络拓扑结构**（网络在物理上的连通性）
- ✓ **通信**则抽象为对**数据的处理**和相应的**协议**

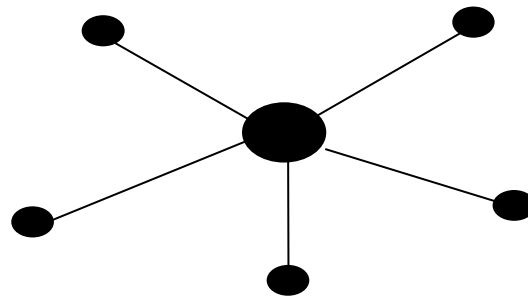
任何网络，都可以清晰地用拓扑结构来描述



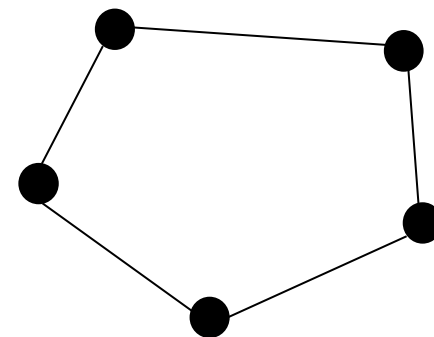
常见网络拓扑结构



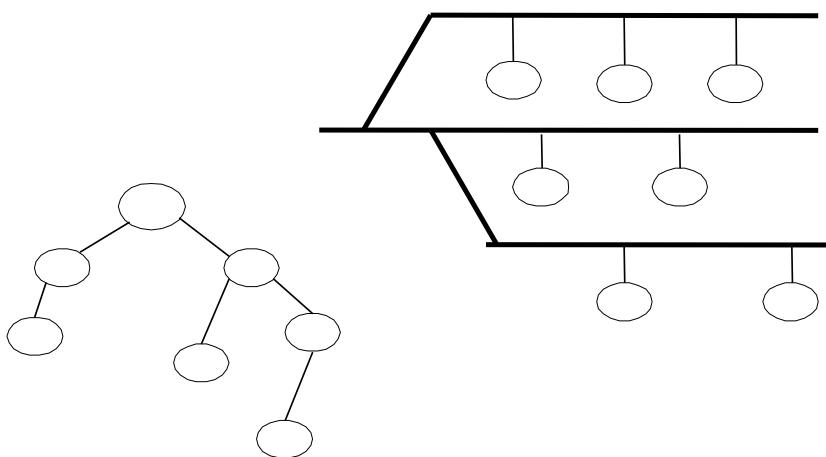
总线型拓扑结构



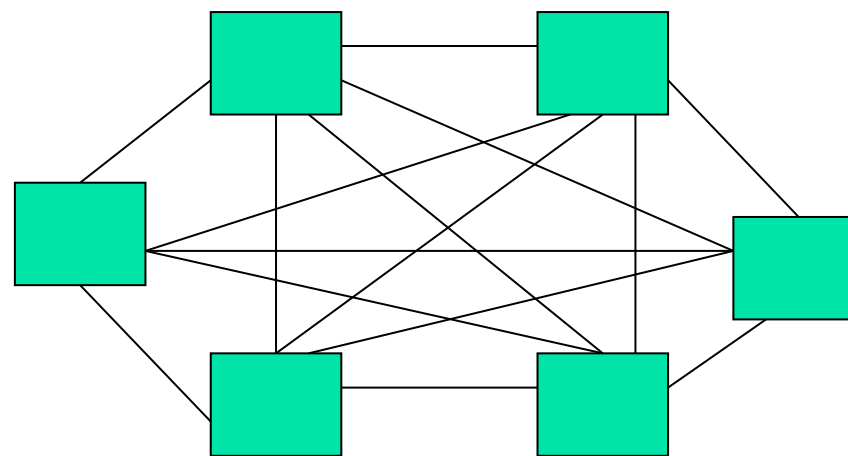
星型拓扑结构



环型拓扑结构



树型拓扑结构



网状拓扑结构





复杂系统设计采用分层结构

- ◆ 对于一个复杂而庞大的系统，采用**分层结构**，将系统进行功能的划分，每一层仅实现一种相对独立、明确且简单的功能
- ◆ 一个难以处理的复杂问题通过多层次的分解，最终可转换为容易处理的问题从而得到解决，**分而治之**——这是进行复杂系统设计的一种重要方法

想一想：在你身边有什么分而治之的示例？





(2) 分解

(2) 分解：复杂的网络转化为层，以及层的交互

- ✓ 实现计算机网络通信需要解决：如何表示信息和发送信息、如何确定信息接收者、如何保证信息的正确传输和识别等诸多复杂的问题
- ✓ 计算机网络体系结构采用**分解**的方法，将复杂的网络转化为若干功能**相对独立的层**，以及**层的交互**——使得**系统层次清晰，易于实现，便于管理**
- ✓ **例：OSI** 参考模型采用7层网络结构，**TCP/IP**参考模型采用5层或4层网络结构





(3) 关注点分离

(3) 关注点分离：每层关注本身的功能，使复杂问题局部化

- ◆ **关注点分离**（Separation of Concerns, SoC）是日常生活和生产中广泛使用的**解决复杂问题**的一种系统思维方法
- ◆ 先将复杂问题合理**分解为**不同的**关注点**；再分别仔细研究各关注点，**求得各自的解**；最后**综合**各关注点的解，合成整体的解决方案



(3) 关注点分离（续）

- ◆ 计算机网络体系结构采用SoC方法，将网络分成不同层次，**每个层次**只关注本身的**功能**，使得**复杂问题局部化**
- ◆ **对等层之间**关注对应的**协议**，从而使复杂的网络可以**分别设计、整体架构**

在计算思维中，**SoC**是极为重要的方法





(4) 建模

(4) 建模：定义各层网络协议及每层的转换规则

- ◆ 计算机网络各个层次之间如何通信？
- ◆ 需要为网络中各层之间的数据交换建立明确的规则
- ◆ 计算机网络通过**建立模型**——定义各层**网络协议**及每层的**转换规则**，使得**对数据的处理和传递变得简单**
- ◆ 在计算机网络中为进行各节点和计算机之间的数据交换而建立的规则、标准或约定就称为**网络协议**





TCP/IP协议簇

TCP/IP参考模型将网络分为4层或5层，则**网络协议**也被分为**多个层次**，不同的层有不同的协议

OSI参考模型	TCP/IP模型
应用层	应用层Telnet、SMTP、FTP、DNS协议
表示层	
会话层	传输层TCP、UDP协议
传输层	
网络层	网际层IP、ARP、RARP、ICMP协议
数据链路层	网络接口层
物理层	



TCP协议

- **传输层**：负责在**源**主机和**目的**主机的应用程序间提供端-端的数据传输服务。有**TCP**（传输控制协议）、**UDP**（用户数据报协议）协议
- **TCP** 协议提供**可靠的、面向连接**的数据报传递服务
 - ◆ 将数据分成**数据报**，用能够到达目的地的路径信息连行包装
 - ◆ 接收端则将这些数据进行重组





总结

■ 计算机网络及其模型蕴含了哪些计算思维？

(1) 抽象

(2) 分解

(3) 关注点分离

(4) 建模

周以真：

计算思维是一种采用**抽象**和**分解**来控制庞杂的任务或进行巨大复杂系统设计的方法，是基于**关注点分离**的方法。

计算思维是对一个问题的相关方面**建模**使其易于处理的思维方法。





1.3 计算的基础

- ◆ 1.3.1 信息的概念，什么是计算
- ◆ 1.3.2 逻辑代数与逻辑运算
- ◆ 1.3.3 计算机实现计算的原理





需要思考的若干问题

■ 请带着以下问题学习本节内容

- (1) 计算机科学中的信息 (Information) 指什么?
- (2) 在计算机中数据是如何表示的, 物理上采用什么器件实现数据的存储?
- (3) 计算机实现计算的物理基础是什么, 即组成计算机的基本元器件是什么?
- (4) 如何由基本元器件构造出更复杂的电路, 进而构造出计算机?





1.3.1 信息的概念，什么是计算

- 美国数学家、信息论创始人**克劳德·艾尔伍德·香农**
(Claude Elwood Shannon , 1916-2001) : “信息是用来消除随机不确定性的东西”
- **信息**是对客观世界中各种事物的运动状态和变化的反映，是客观事物之间相互联系和相互作用的表征，表现的是客观事物运动状态和变化的实质内容





计算机科学中的信息

■ 问题1：计算机科学中的信息指什么？

◆ **信息**是能够用计算机处理的有意义的内容或消息，它们以数据的形式出现，如：**文本**（数字、字符）、**声音**、**图形**、**图像**、**视频**等

■ 数据是信息的载体

■ 在现实世界中，**一切信息都可以用0和1的组合来表示**





计算

- **计算**是一种符号串的转换：是将输入符号串转换为输出符号串的过程
- **简单计算**：“数据”在运算符的操作下，按“规则”进行的数据变换
 - ◆ 如 $4+5=9$, $4\times 5=20$
 - ◆ 学习和训练运算符的“规则”及其组合应用
- **复杂计算**： $f(x)$, 函数
 - ◆ 如 $f(x) = ax^2 + bx + c$, 求得其零点 $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
 - ◆ 学习**计算规则**及其**简化**计算方法, 应用规则求解问题



复杂计算

- 有些**复杂计算**：人知道规则但无法得到计算结果，怎么办？
 - ◆ **方法一**：研究其简化的等效计算方法（数学），使人可以计算
 - ◆ **方法二**：设计简单的规则，让机械代替人按照“规则”自动计算

【例】判断丢番图方程 $a_1x_1^{b_1} + a_2x_2^{b_2} + \dots + a_nx_n^{b_n} = c$ 是否有整数解？





【课堂讨论】

【课堂讨论】

- (1) 丢番图方程可称为什么方程？
- (2) 可以用什么方法解丢番图方程？





1.3.2 逻辑代数与逻辑运算

1.3.2.1 逻辑代数的相关概念

1.3.2.2 常见逻辑运算



1.3.2.1 逻辑代数的相关概念



乔治·布尔
George Boole
(1815—1864)

- **逻辑代数**由英国数学家和逻辑学家**乔治·布尔**（George Boole）建立，它利用代数的方法来研究**推理、证明**等逻辑问题，又称**布尔代数**（Boolean algebra）
- **逻辑代数**处理**集合运算**（交集、并集、补集）以及**逻辑运算**（与、或、非）





逻辑及逻辑运算

■ “逻辑”（或逻辑关系）指事物间的因果关系，或者说条件与结果的关系

◆ “因”是条件，条件之间用基本逻辑关系进行组合，根据不同的条件进行运算得到“结果”

✓ 例如，“如果温度降低，物体就会收缩”

✓ “打雷了，很快要下雨了”

■ 当两个二进制数码表示不同的逻辑状态时，它们之间可以按照指定的某种因果关系进行推理运算，称为逻辑运算

◆ 如逻辑与、逻辑或、逻辑非、逻辑与非、逻辑异或等





逻辑常量与逻辑变量

■ 在逻辑运算中其值不会改变的量称为**逻辑常量**

- ◆ 最基本的逻辑常量是**0**和**1**（还有**高阻z**、**未知x**）
- ◆ 用**1**和**0**表示一个事物的两种不同逻辑状态，如一件事情的是和非、**真**和**假**、有和无、好和坏，**电平的高**和**低**、电流的有和无、灯的亮和灭、开关的闭合和断开等

■ 在逻辑运算中其值会发生改变的量称为**逻辑变量**

- ◆ 逻辑变量由字母或字母加数字组成。分为**原变量**和**反变量**两种表示形式
- ◆ 如果原变量为： A, B, C, A_1 ，则反变量写为： $\bar{A}, \bar{B}, \bar{C}, \bar{A}_1$
- ◆ **原变量**与**反变量**的关系 “**互非**” 或 “**互补**” ——原变量中的值与反变量中的值总是相反的



逻辑关系的表示方法

- 在逻辑代数中，可以用**真值表**、**逻辑函数表达式**、**逻辑符号**来表示逻辑关系

- **【例】**假定A、B是两个输入逻辑变量，P是输出逻辑变量，A和B进行**逻辑与**运算，得到P

逻辑与真值表

A	B	P
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

① 真值表 (truth table)

用“0”和“1”表示逻辑输入与输出之间全部关系的表格

逻辑关系的表示方法（续）

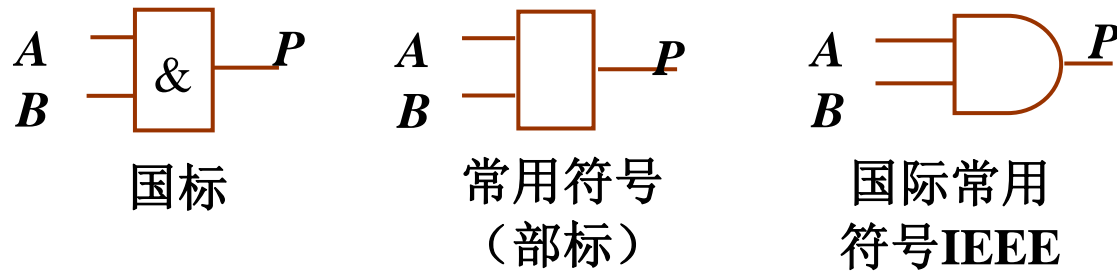
② 逻辑函数表达式

用逻辑运算符把各个输入连接起来，得到输出，所形成的函数表达式

$$\begin{aligned} P &= A \cdot B \\ &= AB \\ &= A \& B \end{aligned}$$

③ 逻辑符号

用特定的图形符号表示某种逻辑关系



逻辑与符号





1.3.2.2 常见逻辑运算

- 逻辑代数的逻辑运算分为**基本**逻辑运算和**复合**逻辑运算
- **基本逻辑运算**
 - ◆ **逻辑与、逻辑或、逻辑非**
- **复合逻辑运算**
 - ◆ **与非、或非、与或非、异或、同或等**

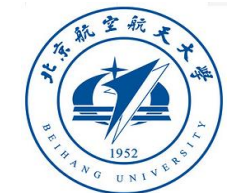




各种编程语言中的逻辑运算符

各种编程语言中的逻辑运算符

逻辑运算	C	Python	Pascal	Java
与	&&	and	and	&&
或		or	or	
非	!	not	not	!





(1) 逻辑与

■ 只有决定事件结果的全部条件（输入）同时具备时，结果（输出）才发生，这种因果关系叫做**逻辑与（逻辑乘）**

◆ **【例】**：“**普通年**（不能被100整除的年份）**能被4整除的年为闰年**”——只有这两个条件都满足的年份才是闰年

◆ 或者“**世纪年**（能被100整除的年份）**能被400整除的是闰年**”——只有这两个条件都满足的年份才是闰年

✓ **逻辑函数表达式：** $P = A \cdot B = AB$

又称逻辑乘

逻辑乘运算符
号也可以省略

逻辑与运算的真值表和运算规则

逻辑与的真值表

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>P</i>
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



逻辑与的逻辑符号

运算规则

$$0 \cdot 0 = 0$$

$$0 \cdot 1 = 0$$

$$1 \cdot 0 = 0$$

$$1 \cdot 1 = 1$$

- ◆ **运算规则**：只要输入中有一个0，输出就为0；只有输入全为1时，输出才为1。
- ◆ 逻辑与可以有2个以上的输入，比如 $P=ABC$



【课堂讨论】

- **【课堂讨论】 1900、2000、2008、2010、2020年哪些是闰年，哪些不是闰年？为什么？**





【课堂讨论】答案

■ 1900、2010不是闰年

- ◆ 1900是世纪年（能被100整除的年份）但**不能被400整除**
- ◆ 2010是普通年（不能被100整除），但**不能被4整除**

■ 2000、2008、2020年是闰年

- ◆ 2000是世纪年，同时**能被400整除**
- ◆ 2008、2020年是普通年，同时**能被4整除**



(2) 逻辑或

- 在决定事件结果的诸多条件中只要有任何一个满足，结果就会发生，这种因果关系叫做**逻辑或**（**逻辑加**）

◆ **【例】**：“**小李或者是班长，或者是团支书**”。只要这两句话至少有一句话为真，整个话就为真；只有两句话都为假，则整个话才为假

✓ 逻辑函数表达式： **$P = A + B$**



逻辑或的逻辑符号





逻辑或运算的真值表和运算规则

逻辑或的真值表

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>P</i>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

运算规则

$$0+0=0$$

$$0+1=1$$

$$1+0=1$$

$$1+1=1$$

- ◆ **运算规则**：只要输入中有一个1，输出就为1；只有输入全为0时，输出才为0。





(3) 逻辑非

- 只要条件具备了，结果便不会发生；而条件不具备时，结果一定发生，这种因果关系叫做**逻辑非**（也称**逻辑反**）
- 逻辑非对**单一**的逻辑变量进行求反运算，是将一个二进制数据的**0变为1，1变为0**

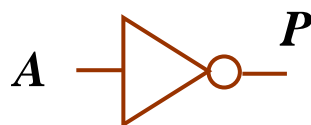




逻辑非的表示方法和运算规则

逻辑非的真值表

A	P
0	1
1	0



逻辑非的逻辑符号

逻辑函数表达式

$$P = \overline{A} = \sim A$$

运算规则

$$\overline{0} = 1$$

$$\overline{1} = 0$$

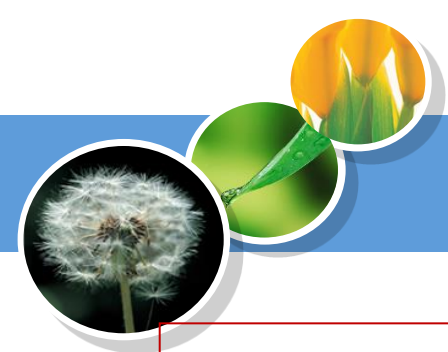
◆ 注意：逻辑非只有1个输入变量



逻辑运算的用途

- 测试各种逻辑关系的**真假值**
- 用作**条件语句**中的**条件**
- 在**循环语句**中，逻辑运算的结果用作是否执行**循环的条件**，用来判断是否该离开循环或继续执行循环内的指令





【例1.2】逻辑运算用作条件语句中条件

【例1.2】 采用Python编程，求输入三个整数值中的最小值。

```
x=int(input('Enter an integer for x: '))
y=int(input('Enter an integer for y: '))
z=int(input('Enter an integer for z: '))
if x<y and x<z: #条件语句
    print ('x is the least')
elif y<z:
    print ('y is the least')
else:
    print ('z is the least')
```

```
>>>
Enter an integer for x: 1
Enter an integer for y: 3
Enter an integer for z: 5
x is the least
```

运行结果

- ◆ if语句：在if后面跟条件表达式 “**x<y and x<z**”，其中使用**and**进行**逻辑与**运算，连接两个关系表达式





1.3.3 计算机实现计算的原理

1.3.3.1 数据的0和1表示

1.3.3.2 数据在计算机中如何存储

1.3.3.3 组成计算机的基本元器件





1.3.3.1 数据的0和1表示

- 计算机内部，一切数据均是用0和1的组合来表示
- 计算机中的数据分为数值型数据和非数值型数据
 - ◆ **数值型数据**是表示数量、可以进行数值运算的数据类型
 - ✓ 如年龄18岁，身高1.75m，速度12秒/100m，高考成绩总分750分
 - ✓ 18在计算机内存存储时表示为0001 0010
 - ✓ 1.75在计算机内存存储时可采用浮点数表示





非数值型数据

- ◆ **非数值型数据**是表示字符（英文字母、汉字、标点符号等）、声音、图形、图像、视频等信息，不能进行数值运算的数据类型
 - ✓ 如汉字“**中**”在计算机中存储时表示为**1101 0110 1101 0000**——**汉字机内码**
 - ✓ 在程序中或文档中为方便书写，一般写成十六进制**D6D0_H**





1.3.3.2 数据在计算机中如何存储

- **问题2：**数据在计算机中如何存储呢？采用什么器件能够方便地存储0和1这两种状态？
- 在现实世界中，可以用**继电器开关**、**灯泡**、**磁盘**、**光盘**等来表示二进制的两种状态，记录二进制信息
- 在计算机内部，采用**半导体器件**存储0和1这两种状态





半导体器件的开关特性

■ **半导体：**导电能力介于导体和绝缘体之间的物体

- ◆ 纯净的半导体掺入微量杂质→导电能力↑（几十万~几百万倍）
→可制做半导体器件
- ◆ 半导体二极管、半导体三极管、CMOS管

■ 半导体器件具有典型的**开关特性**

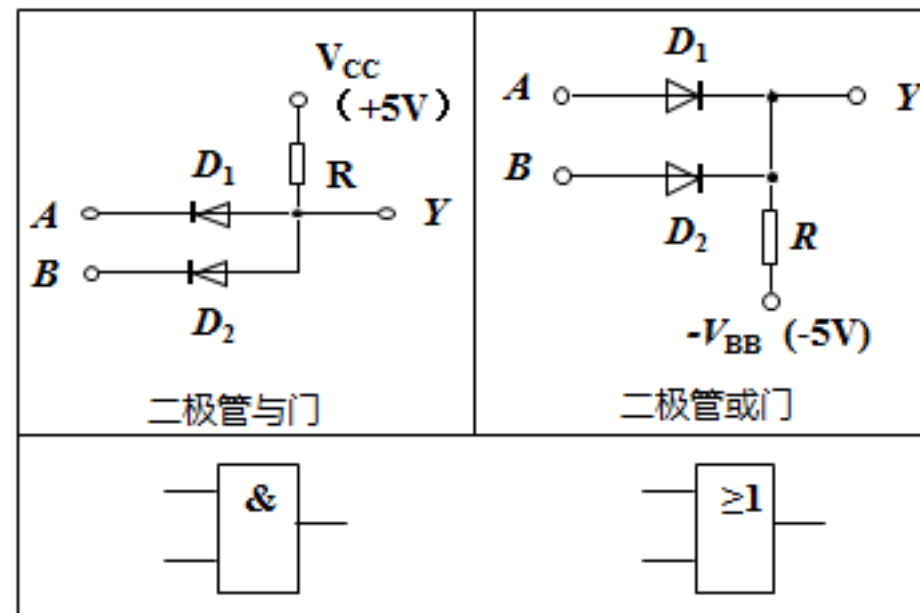
- ◆ **有导通和截止两种状态，导通状态下允许电信号通过，截止状态下禁止电信号通过**
- ◆ **导通和截止**这两种状态正好可以用来表示**0和1**



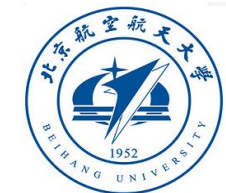
1.3.3.3 组成计算机的基本元器件

■ **问题3：计算机实现计算的物理基础是什么，即组成计算机的基本元器件是什么？**

- ◆ 把**若干个半导体器件**通过线路连接，可以构成**门电路**
- ◆ **门电路**是构造计算机或数字电路的**基本元器件**



基本门电路





什么是门电路？

- **门电路**是能实现某种逻辑关系的电路。它是数字电路的基本逻辑单元电路
- **门电路的分类**
 - ◆ **基本逻辑门**：实现基本逻辑关系的门电路
 - ✓ 与门，或门，非门
 - ◆ **复合逻辑门**：由基本逻辑门组合而成、实现复杂逻辑关系的电路
 - ✓ 与非门，或非门，与或非门，异或门等



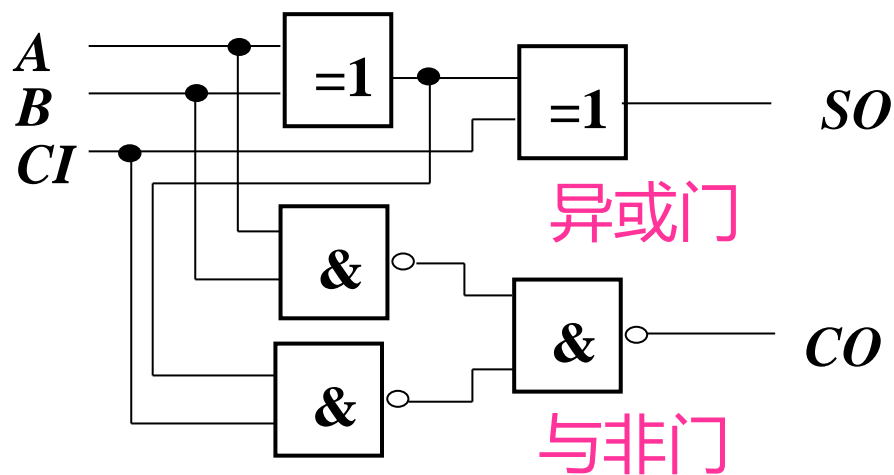


由门电路构造加法器

- 与门、或门、非门、与非门、或非门、异或门等门电路是构造计算机或者数字电路的基本元器件
- 由各种门电路可以构造出更复杂的逻辑电路
- **【例】由门电路构造加法器**
 - ◆ 能对两个1位二进制数进行相加并考虑低位来的进位、求得和并向高位进位的逻辑电路称为全加器



1位全加器电路



1位全加器电路

◆ 变量A、B、CI分别为加数、被加数和来自低位的进位；SO、CO分别为算术和以及向高位的进位

$$SO = A \oplus B \oplus CI$$

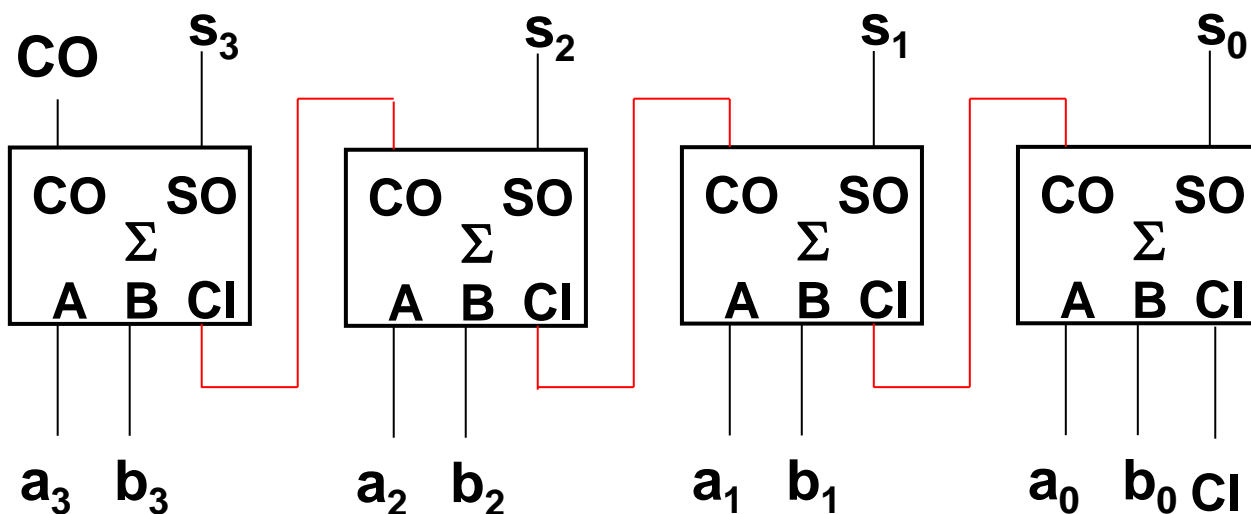
$$CO = \overline{\overline{(A \oplus B)CI} \cdot \overline{AB}}$$

❖ 采用门电路，加法运算可以用逻辑运算实现



由多个1位全加器扩展成多位加法器

■ 由多个1位全加器可以扩展成多位加法器



4位串行进位加法器

- ◆ 依次将低位全加器的进位输出端CO接到高位全加器的进位输入端CI，加法从低位开始
- ◆ **串行进位**：进位从最低位向高位逐位**串行**完成



加法器是构成算术运算电路的基本单元电路

- 由于二进制数之间的**减**、**乘**、**除**算术运算，都可以转化为若干步的**加法**运算来进行
- 所以，实现了**加法器**，就能实现所有的二进制**算术**运算

❖ **加法器是构成算术运算电路的基本单元电路**

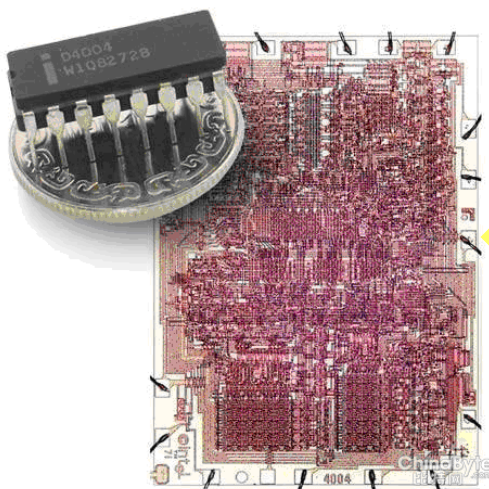


计算机是怎样构造出来的？

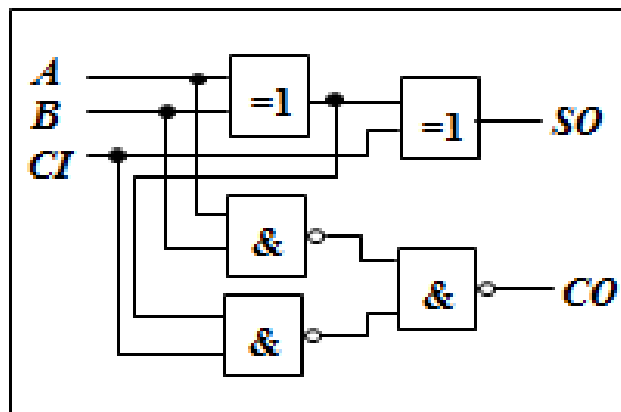


半导体器件存储0和1

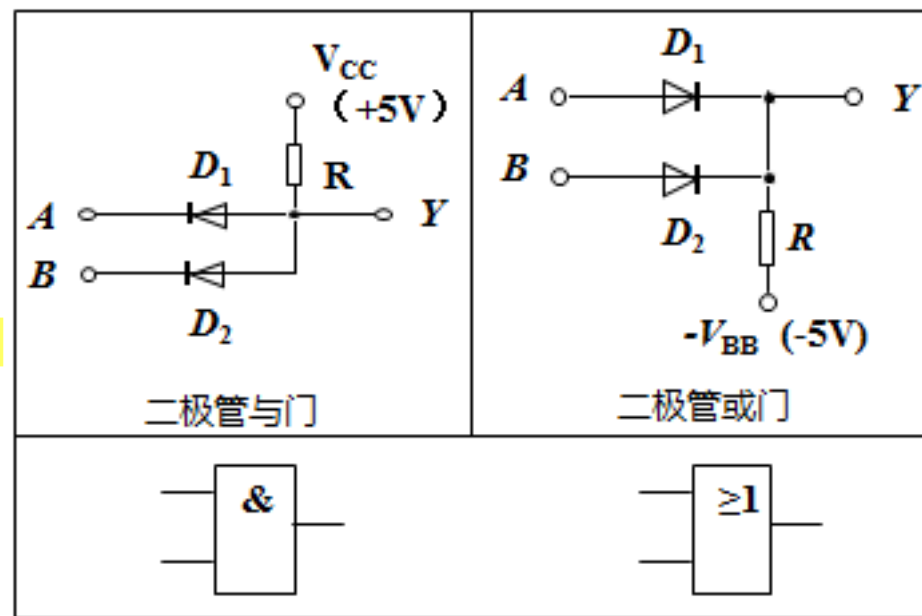
现实世界可表示为0和1 用0和1可进行算术和逻辑运算



规模更大集成电路



组合逻辑电路



基本门电路





计算机为什么能够实现计算？

- ◆ **半导体器件**可以在物理上实现存储数字“0”或者“1”
- ◆ 一系列的半导体器件就可以存储数字串，如“010101”
- ◆ 那么，用0、1字符串就可以描述一切数据
- ◆ 再赋予它们**逻辑描述**：1-真，0-假
- ◆ 以及赋予对应的**算术运算**：+ - * /
- ◆ 就构成了基本的运算单元，可以实现**算术运算**和**逻辑运算**
- ◆ 也就可以实现：**计算**





北京航空航天大学
BEIHANG UNIVERSITY

本讲小结





1、计算思维的概念和主要思维方法

定义

计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计以及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动

本质

抽象与自动化

主要方法

约简、递归、并行处理、抽象和分解、建模.....

7个计算原理

计算、通信、协作、记忆、自动化、评估和设计





2、计算机网络访问过程蕴含的计算思维

■ **OSI参考模型**将网络结构分为7层

- ◆ 从下至上依次为：物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层

■ **TCP/IP参考模型**最多分为5层

- ◆ 物理层、数据链路层、网际层、传输层和应用层

■ **万维网**实质上是一个基于**超文本**的文件信息服务系统

- ◆ 万维网由**Web客户端**（Client）和**Web服务器**（Web Server）组成
- ◆ Web浏览器和Web服务器之间使用**HTTP**（Hypertext Transfer Protocol，超文本传输协议）进行通信



2、计算机网络访问过程蕴含的计算思维（续）

■ TCP/IP参考模型中的数据传输

- ◆ **发送方**：将用户数据由**高层向低层逐层传递**，每到达一层，**加上该层的控制信息**，再向下一层传送；直到最低层（物理层），然后直接通过物理传输媒体传输到目的方——**逐层封装的过程**
- ◆ **接收方**：将收到的数据由**低层向高层逐层传递**，每到达一层，**去掉该层的控制信息**，再向上一层传送；直到最高层，恢复为用户**原始数据**——**逐层解封装的过程**

■ 计算机网络及其模型蕴含了**抽象、分解、关注点分离**和**建模**的计算思维





3、计算的基础

■ 计算机科学中的信息

- ◆ **信息**是能够用计算机处理的有意义的内容或消息，它们以数据的形式出现，如：文本（数字、字符）、声音、图形、图像、视频等

■ 计算机中数据的表示和存储

- ◆ 在计算机中，一切信息都是由**0**和**1**表示的。用0和1可以方便地进行算术运算和逻辑运算
- ◆ 0和1在物理上是利用**半导体器件**来存储的。因为半导体器件具有典型的开关特性：有导通和截止两种状态，这两种状态正好能表示0和1



3、计算的基础（续）

- 计算机实现计算的物理基础
 - ◆ 组成计算机的基本元器件是门电路
- 计算机是怎样构造出来的？

