



Data Structures

绪论 Introduction

张明强

2023年8月29日

学而不厌 诲人不倦

► 培养计划

Data Structures

课程名称：数据结构

英文名称：Data Structures

课程代码：302006

开设专业：物联网工程，网络空间安全

课程类型：专业核心课程

课程学分：4+1

先行课程：《高等数学》（301001）、《计算机系统概论》（300006）、《C语言程序设计》（301010）

内容简介：《数据结构》是物联网、网络空间安全等专业的专业核心课程。本课程主要介绍线性表、栈和队列、串与数组、树、图等基本数据结构，以及经典检索、排序算法。通过本课程的学习，掌握常用数据结构的基本概念、逻辑结构、存储结构及其基本运算特点和典型应用场景，能够熟练使用基础数据结构进行算法程序设计。

—研究非数值计算的程序设计问题中计算机的操作对象以及它们之间的关系和操作等的学科

研究数据组织、存储和运算的一般方法的学科

➤ 从科学研究角度

研究数据的特性、数据之间的关系（逻辑结构）及其存储表示（物理结构）、数据的操作方法（算法）。

➤ 从知识储备角度

计算机基础、C/C++语言程序设计、高等数学、概率论

➤ 从后续课程角度

**矩阵分析、信号处理与通信（图像、语音、视频等）信息理论
操作系统、编译原理、数据库管理系统、软件工程、人工智能**

➤ 以发展的眼光

数据结构这门课可以帮助你在计算机科学、信息科学等领域的道路上走的更远一些……



主要参考教材

➤ 教学内容

1. 数据的逻辑结构
2. 数据的物理存储结构
3. 对数据的操作方法（算法）

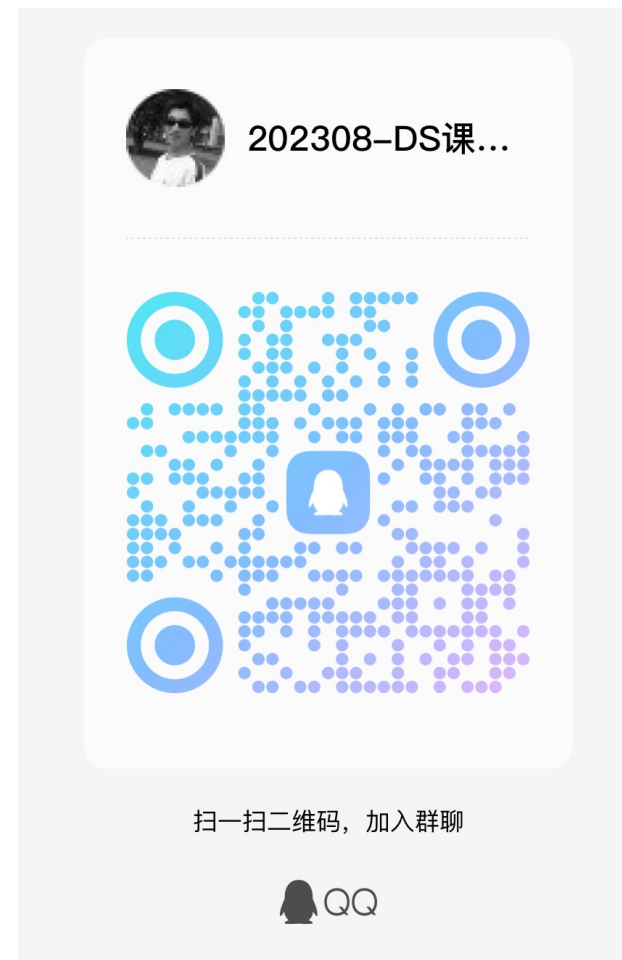
➤ 课程目标

1. 掌握基本的数据结构和算法，会复用、修改、重组
2. 提高算法设计能力、程序设计能力
问题求解过程：问题→想法→算法→程序
程序设计研究的层次：算法→方法学→语言→工具
3. 培养和训练算法分析能力，会评价算法、改进算法

➤ 考核方式

课堂教学（含作业）20%、实验教学与报告 20%
期中测试 20%、期末测试40%

课程QQ群：669489043



- ➡ **1.1** 问题的求解与程序设计
- ➡ **1.2** 数据结构的基本概念
- ➡ **1.3** 算法的基本概念
- ➡ **1.4** 算法分析

1.1 问题的求解与程序设计

1-1-1 程序设计的一般过程

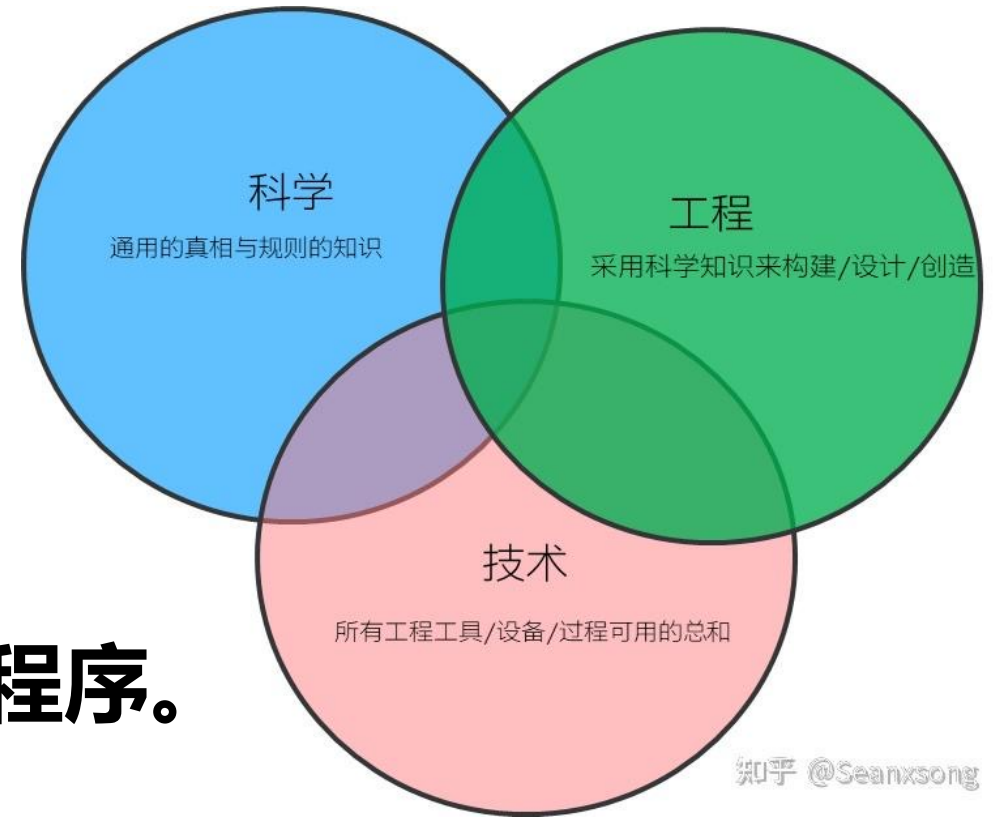
为什么要写程序？

科学：是什么？为什么？

技术：怎么做？

工程：怎么做的多快好省？

应用：直接重复地解决用户问题的程序。

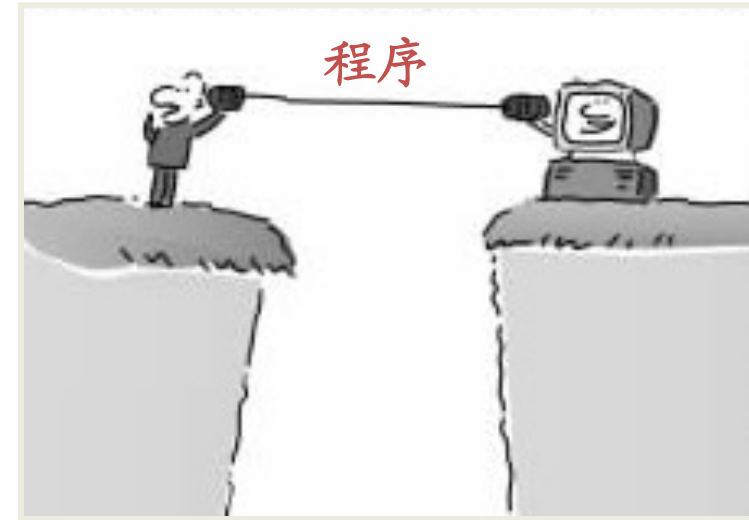


为什么要写程序？

🕒 为什么要写程序？程序有什么用呢？



二进制的
数字世界



人要和计算机有效地交流，必须通过程序

程序=算法+数据结构

软件=程序+文档

➤ 问题分析与描述

Problem Analysis and Specification

➤ 设计

Design

➤ 编码

Implementation (Coding)

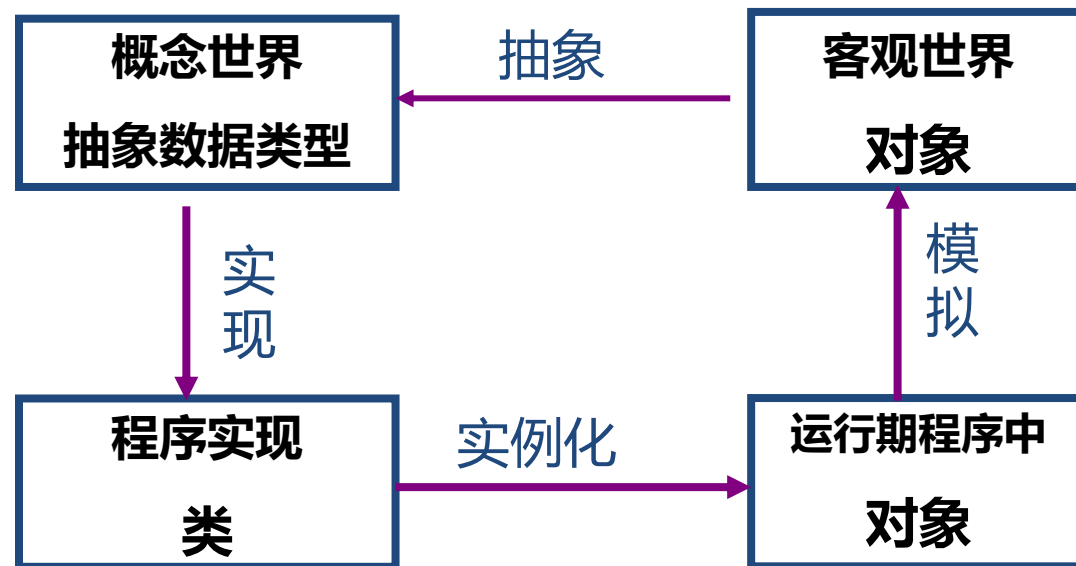
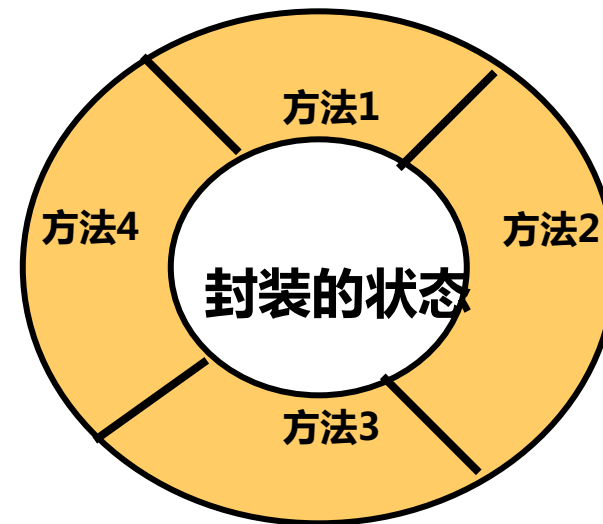
➤ 软件测试、调试

Testing, Execution and Debugging

➤ 软件维护

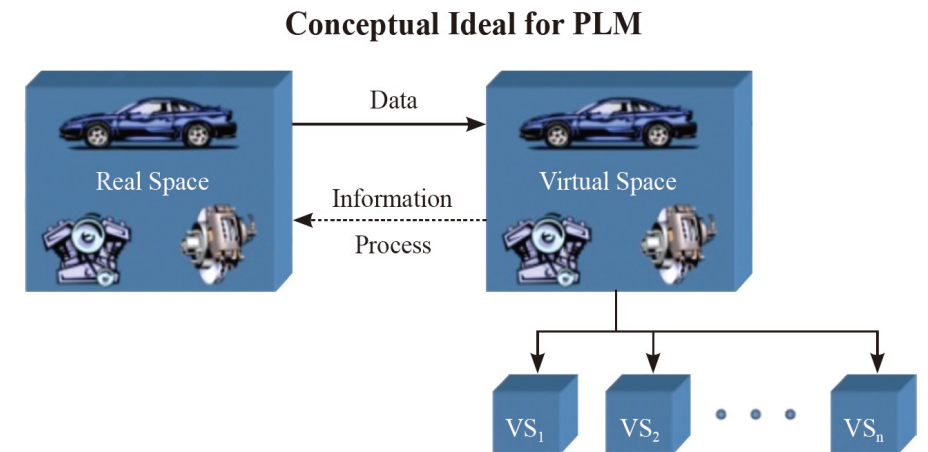
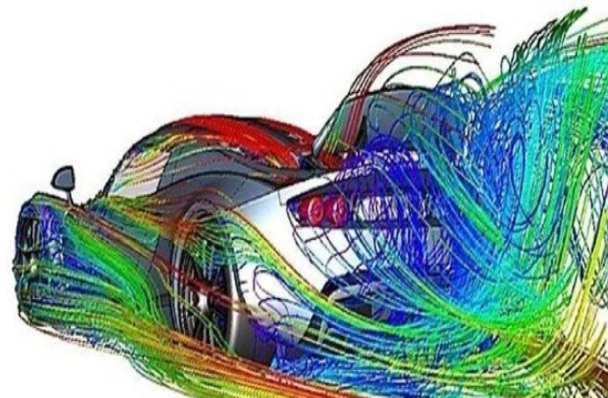
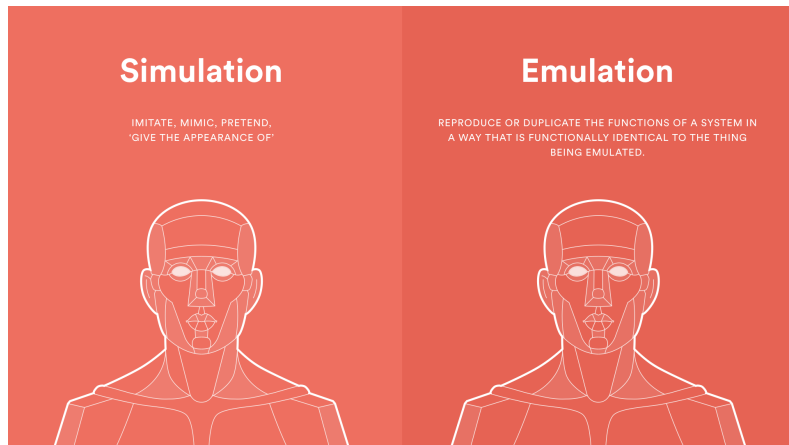
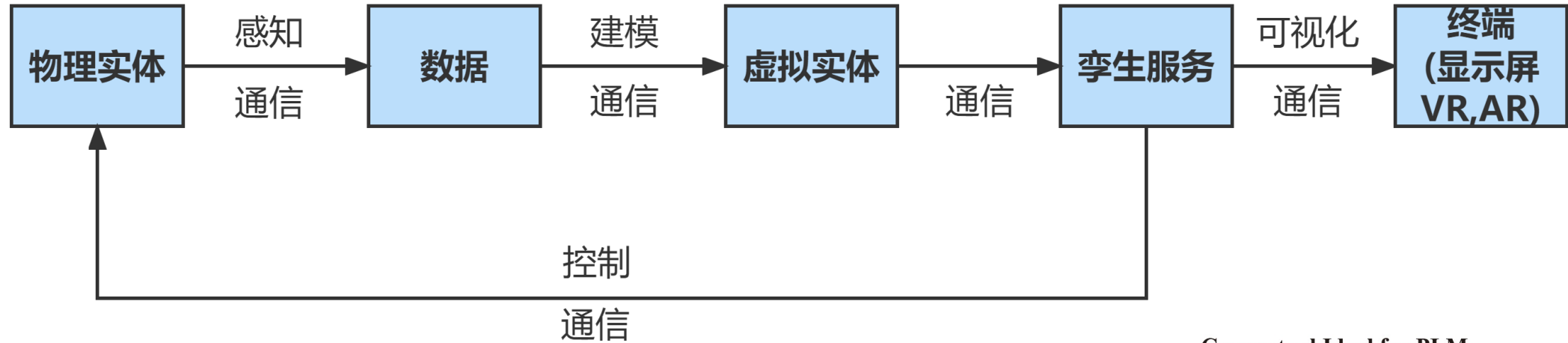
Maintenance

以对象为中心的设计



为什么要写程序？

对现实世界事物或问题的模拟和仿真，探究事物的一般规律或演进过程。



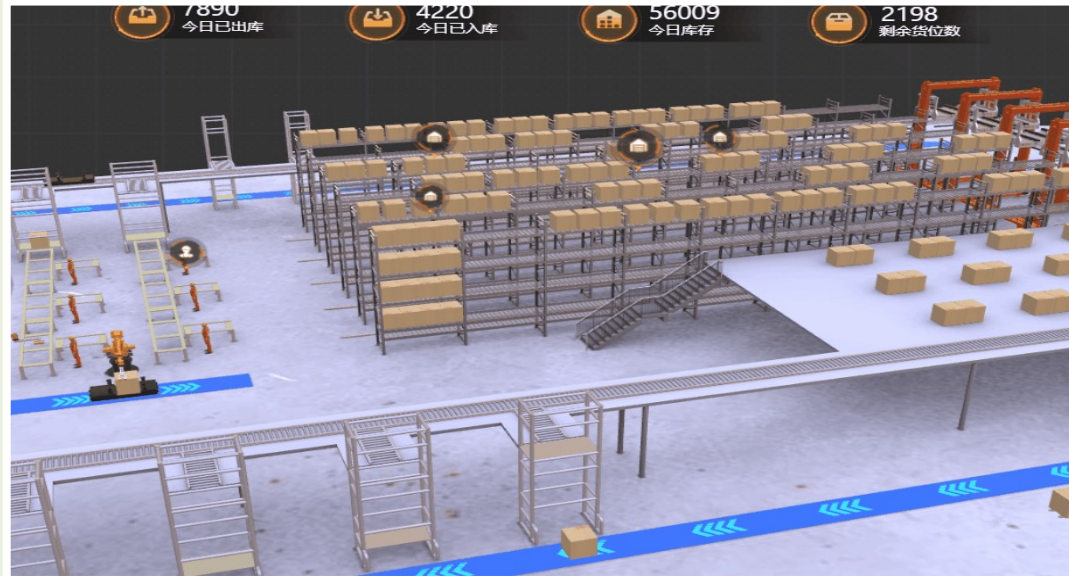
Product Lifecycle Management

为什么要写程序？

➤ 数字孪生助力打造智慧仓储中心，极大地提高了仓库空间利用率和经营效率



➤ 数字孪生系统与物理仓储中心实时数据交互并记录，可视化组件将数据生动展示，使数据呈现更加清晰



➤ 库房环境、货型、货量一目了然，能耗、人工、吞吐量清晰明白，帮助仓储负责人作出正确空间规划



为什么要写程序？

- 数字孪生结合先进动作捕捉技术打造**数字人**，为用户提供**高效的超写实虚拟数字人**内容创作解决方案

◆捕捉千种表情，组合百变风格



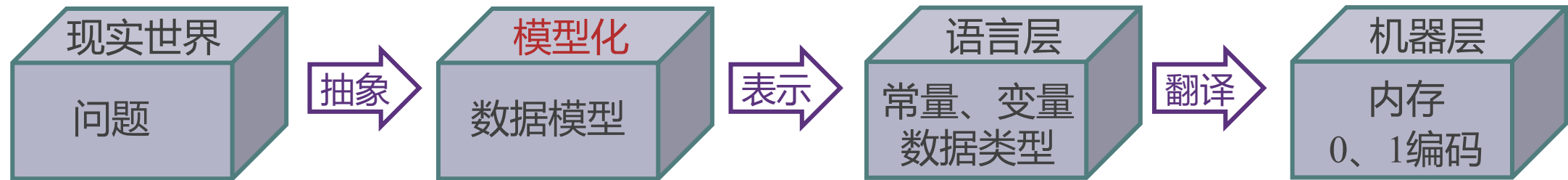
◆形态创作，动作孪生



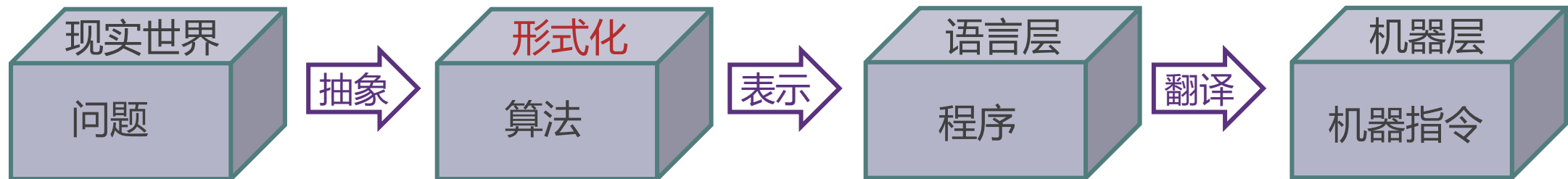
程序设计的关键

🕒 程序设计的关键是什么？

📌 数据表示：从问题抽象出**数据模型**，从机外表示转换为**机内表示**

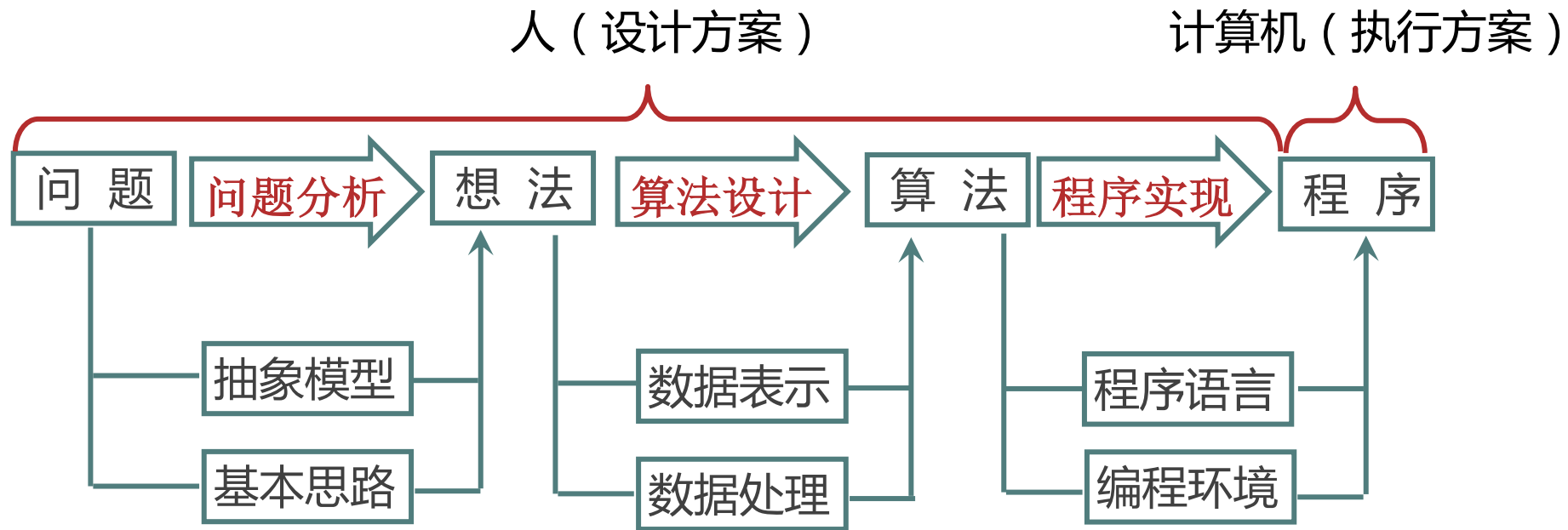


📌 数据处理：设计**算法**，再将算法转换为程序设计语言对应的**程序**



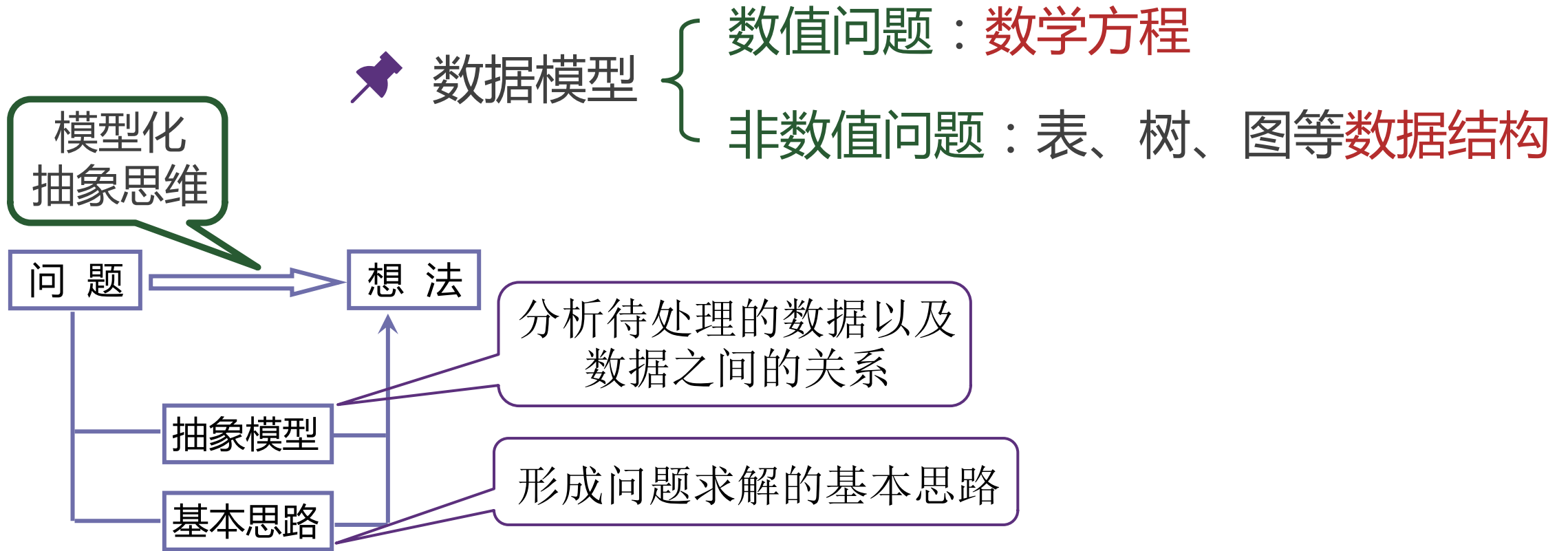
程序设计的一般过程

🕒 利用计算机求解问题的一般过程？



计算机不能分析问题并产生问题的解决方案，必须由**人**来分析问题、确定解决方案、编写程序，再让**计算机**执行程序最终获得问题的解

程序设计的一般过程

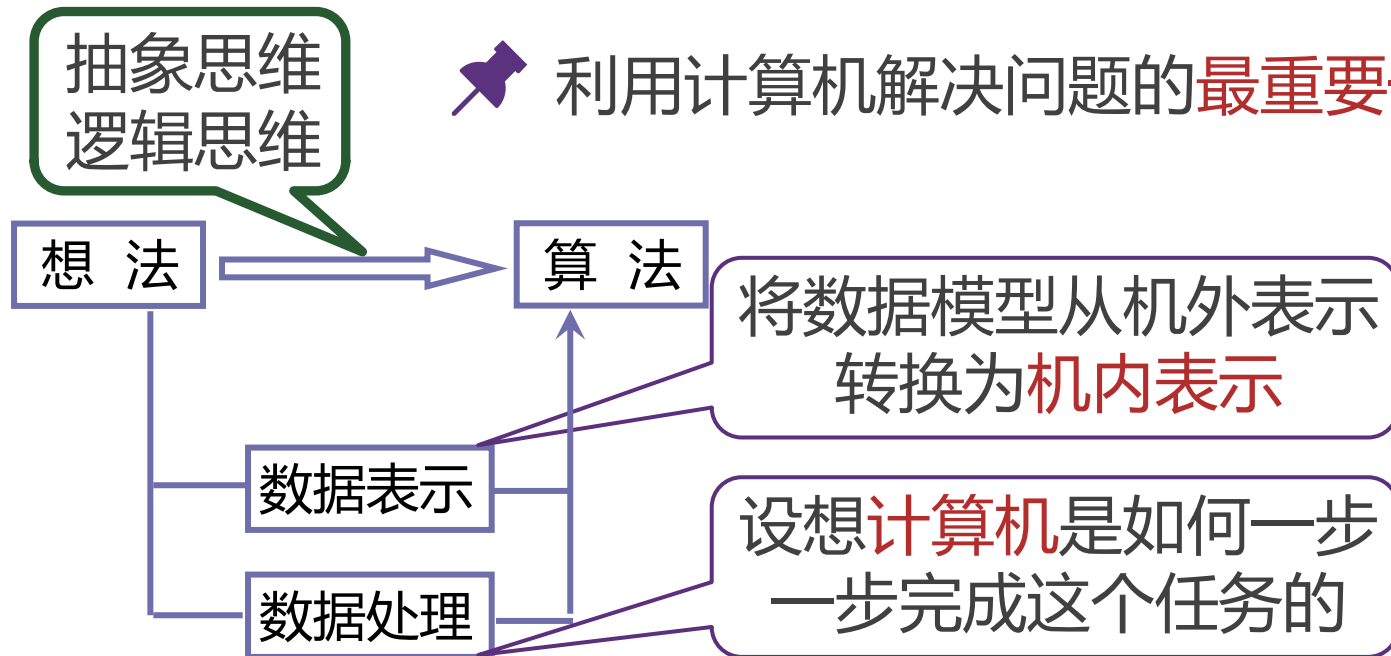


计算思维：模型化、形式化、逻辑思维、抽象思维

程序设计的一般过程

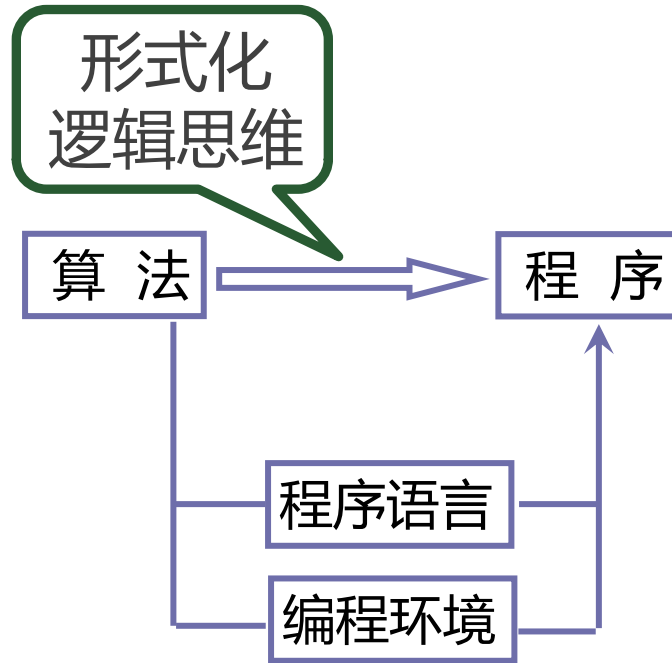
✦ 算法用来描述问题的解决方案，是具体的、机械的**操作步骤**

✦ 利用计算机解决问题的**最重要一步**是将人的想法描述成算法



计算思维：模型化、形式化、**逻辑思维**、**抽象思维**

程序设计的一般过程



✦ 在某种编程环境下，用程序设计语言描述

{ 处理的数据 → 变量定义
数据处理的过程 → 函数定义

✦ 目前的编程语言——高级语言（3GL）

{ 计算机的母语：机器语言
程序设计语言 } 翻译程序

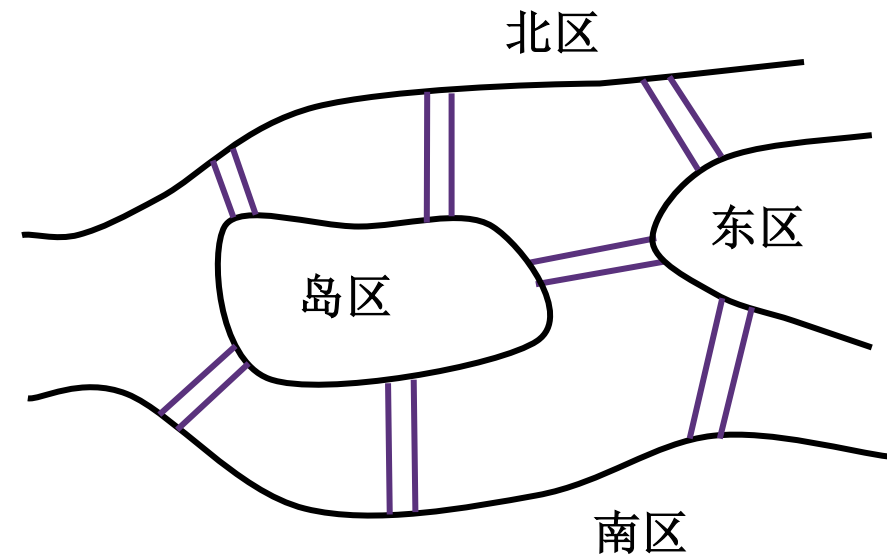


计算思维：模型化、**形式化**、**逻辑思维**、抽象思维

程序设计的一般过程

例 1 哥尼斯堡七桥问题

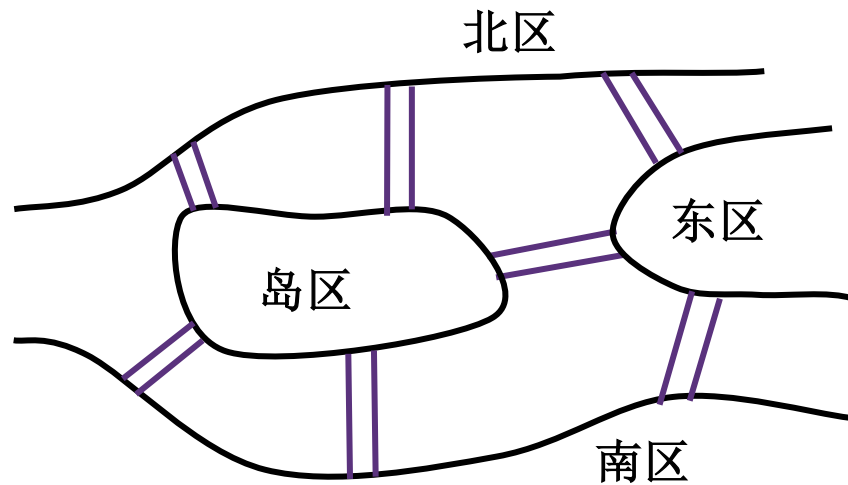
【问题】 17世纪的东普鲁士有一座哥尼斯堡城（现在叫加里宁格勒，在波罗的海南岸），城中有一座岛，普雷格尔河的两条支流环绕其旁，并将整个城市分成北区、东区、南区和岛区 4 个区域，全城共有七座桥将 4 个城区连接起来，于是，产生了一个有趣的问题：一个人是否能在一次步行中穿越全部的七座桥后回到起点，且每座桥只经过一次。



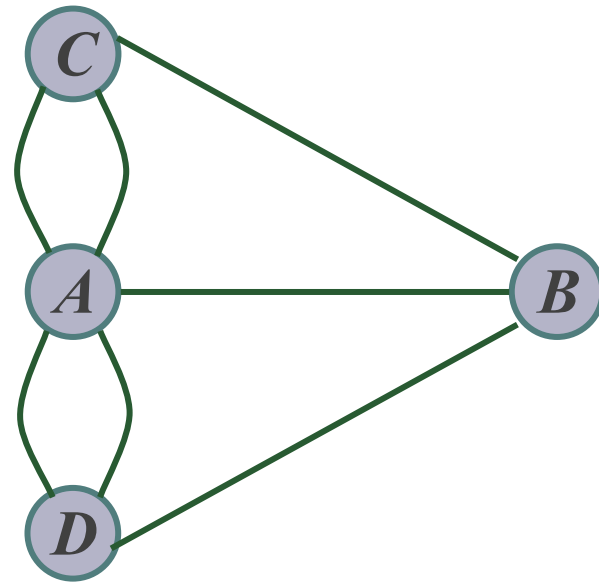
程序设计的一般过程

例 1 哥尼斯堡七桥问题 欧拉回路：经过图中每条边一次且仅一次的回路

【想法——抽象模型】 可以用A、B、C、D表示4个城区，用7条线表示7座桥，将七桥问题抽象为一个图模型



抽象



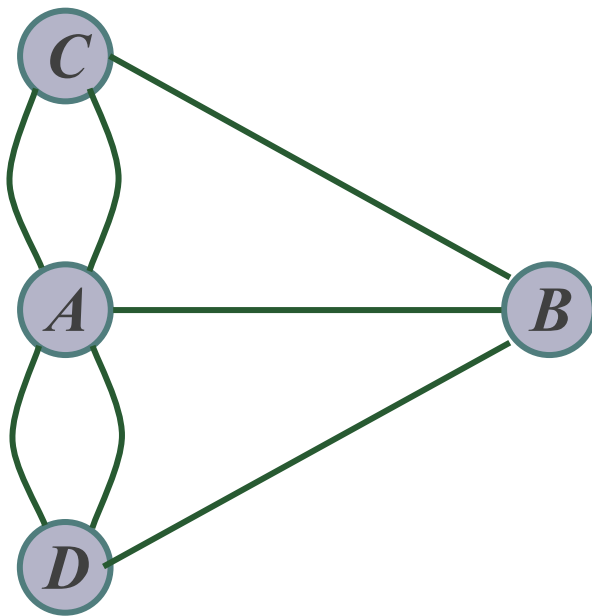
【想法——基本思路】 是否存在欧拉回路的判定规则是：

- (1) 如果通奇数桥的地方多于两个，则不存在欧拉回路；
- (2) 如果没有一个地方通奇数桥，则无论从哪里出发，都能找到欧拉回路。

程序设计的一般过程

例 1 哥尼斯堡七桥问题

【算法——数据表示】 设二维数组 $\text{arc}[n][n]$ 存储七桥问题的图模型



	A	B	C	D
A	0	1	2	2
B	1	0	1	1
C	2	1	0	0
D	2	1	0	0

程序设计的一般过程

例 1 哥尼斯堡七桥问题

【算法——抽象算法】 将求解七桥问题的关键（求与每个顶点相关联的边数）独立出来，设计具体的求解步骤，即设计算法

算法：EulerCircuit

输入：二维数组mat[4][4]

输出：通奇数桥的顶点个数count

1. count 初始化为 0；
2. 下标 i 从 0~n-1 重复执行下述操作：
 - 2.1 计算第 i 行元素之和degree；
 - 2.2 如果degree为奇数，则count++；
3. 返回count；

	A	B	C	D
A	0	1	2	2
B	1	0	1	1
C	2	1	0	0
D	2	1	0	0

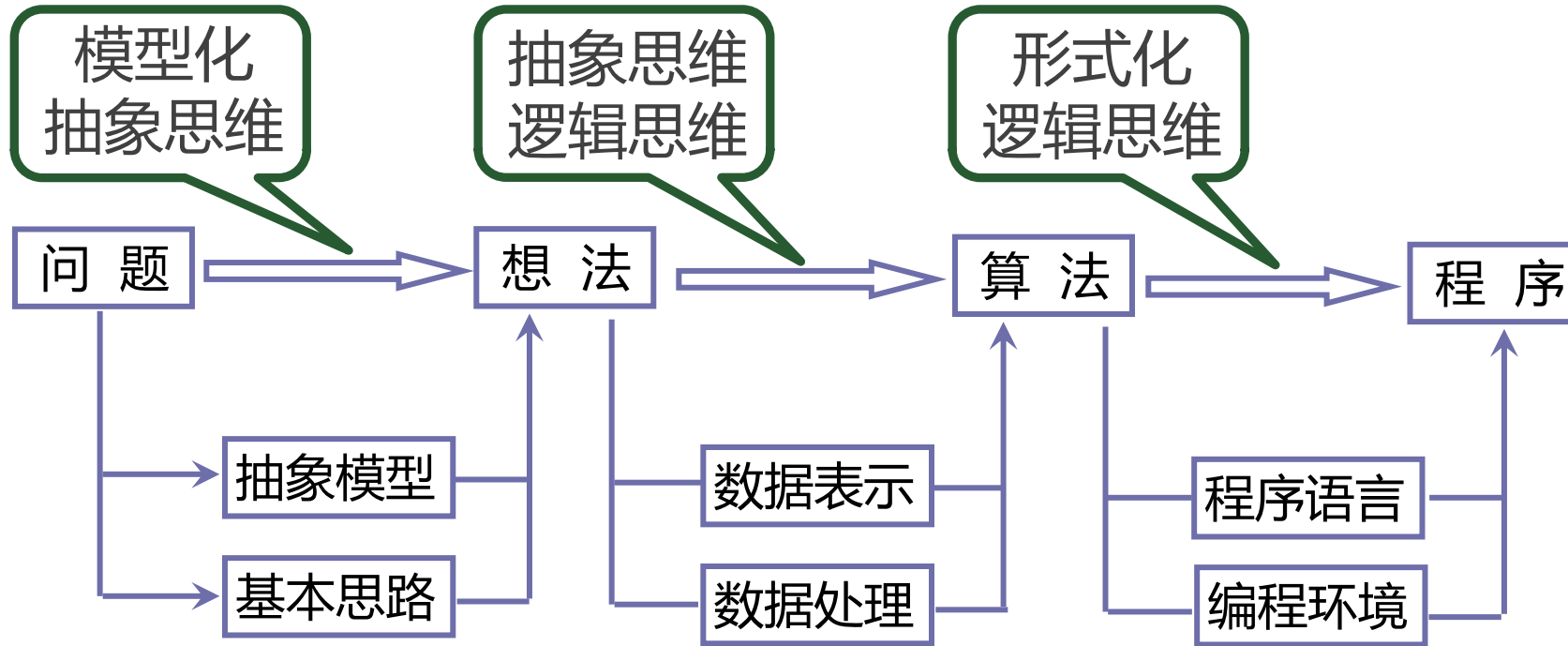
程序设计的一般过程

例 1 哥尼斯堡七桥问题

【程序】 将算法用 C++ 语言的函数定义进行描述

```
int EulerCircuit(int mat[4][4], int n)          /*函数定义，二维数组作为形参*/
{
    int i, j, degree, count = 0;
    for (i = 0; i < n; i++)                      /*依次累加每一行的元素*/
    {
        degree = 0;
        for (j = 0; j < n; j++)
            degree = degree + mat[i][j];          /*将通过顶点i的桥数求和*/
        if (degree % 2 != 0) count++;             /*桥数为奇数*/
    }
    return count;                                /*结束函数，将count返回到调用处*/
}
```

程序设计的一般过程



问题→想法→算法→程序，正是**计算思维**的运用过程

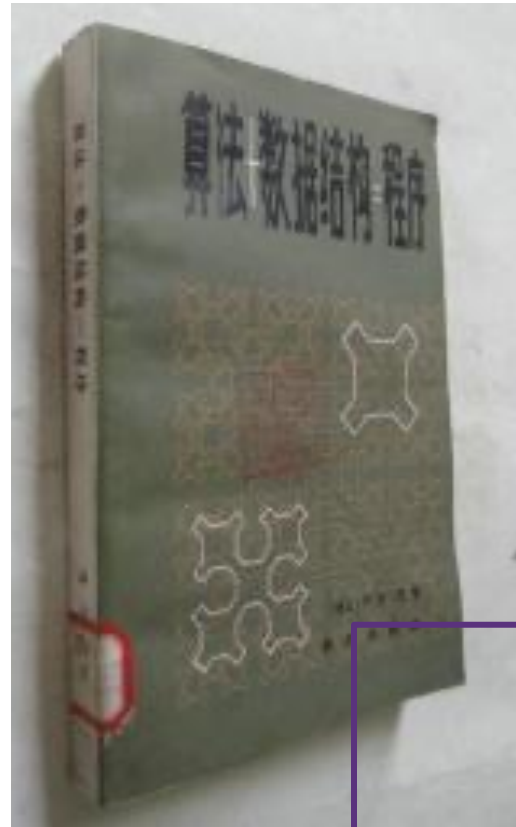
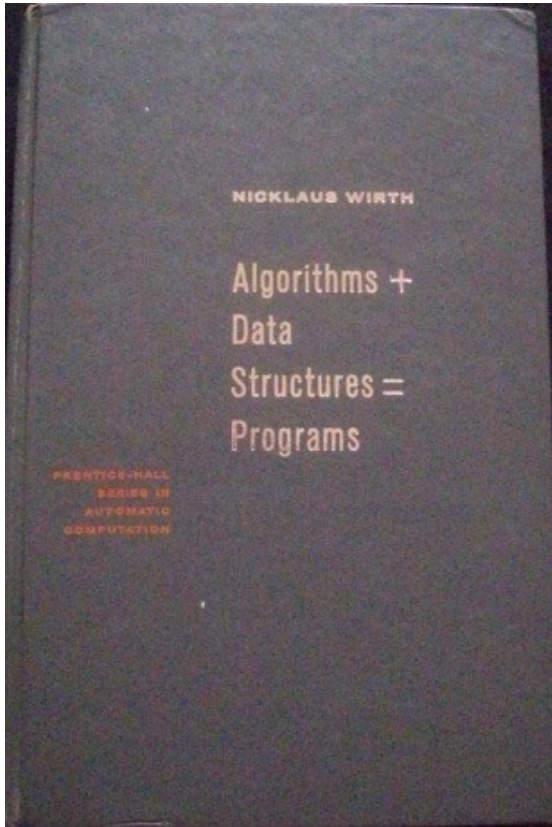
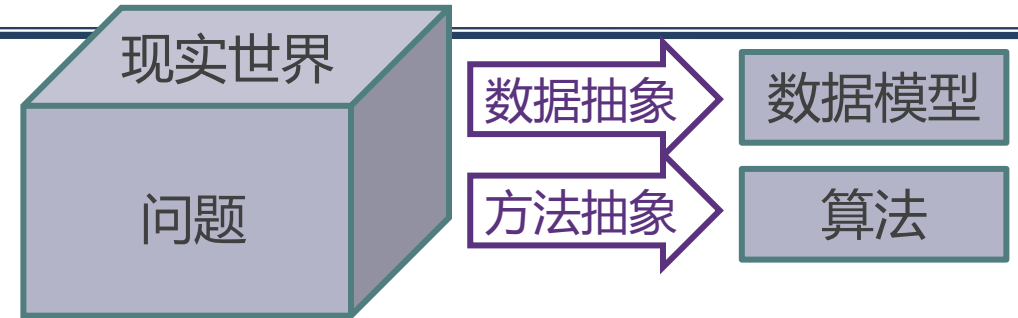
算法训练就像**思维体操**，逐渐提高计算思维能力

1.1 问题的求解与程序设计

1-1-2 数据结构在程序设计中的作用

编写好程序

🕒 怎么才能设计出好的程序呢？



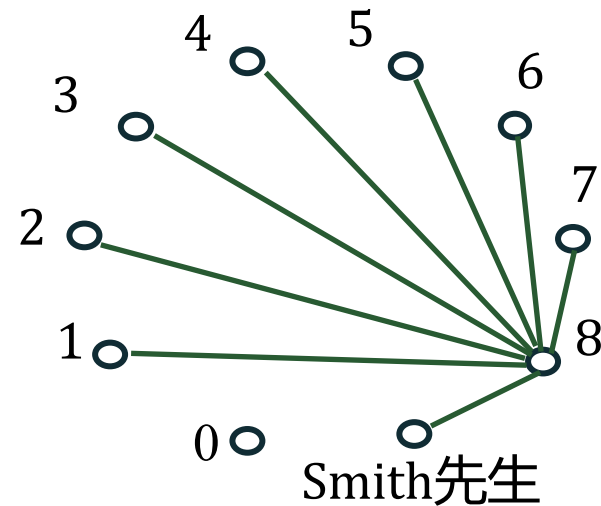
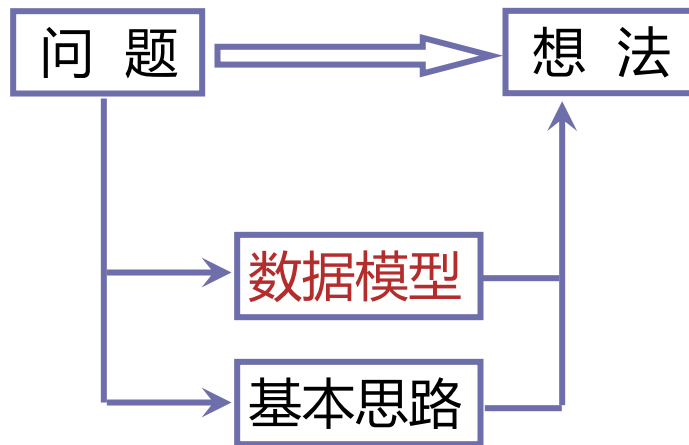
沃思
Wirth

计算机领域人尽皆知的名言
算法 + 数据结构 = 程序

Algorithm + Data Structures = Programs

数据结构的作用

【握手问题】 Smith先生和太太邀请四对夫妻来参加晚宴。每个人来的时候，房间里的一些人都要和其他人握手。当然，每个人都不会和自己的配偶握手，也不会跟同一个人握手两次。之后，Smith先生问每个人和别人握了几次手，他们的答案都不一样。问题是，Smith太太和别人握了几次手？



如果能将问题抽象出一个合适的数据模型，则问题可能会变得豁然开朗

数据结构的作用

🚀 如果能将问题抽象出一个合适的数据模型，则问题可能会变得豁然开朗

📜 百元买百鸡问题

$$\begin{cases} x + y + z = 100 \\ 5 \times x + 3 \times y + z / 3 = 100 \end{cases}$$

📜 Fibonacci数列问题

$$f(n) = \begin{cases} 1 & n = 1 \\ 1 & n = 2 \\ f(n - 1) + f(n - 2) & n > 2 \end{cases}$$

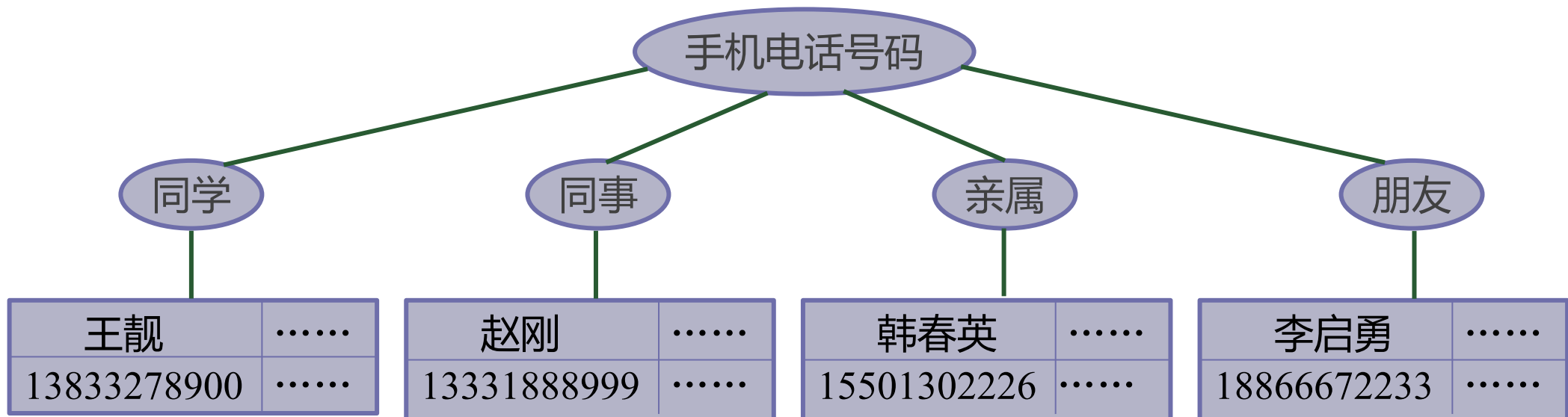
📜 更复杂的问题：人口增长、桥梁应力、股票预测、……

数据结构的作用

基于不同数据模型的算法，其运行效率可能会有很大差别

【电话号码查询问题】 假设某手机中存储了若干电话号码，如何在手机中查找某人的电话号码？

姓 名	王 靓	赵 刚	韩春英	李启勇
电 话	13833278900	13331888999	15501302226	18866672233



1.1 问题的求解与程序设计

1-1-3 算法在程序设计中的作用

算法 + 数据结构 = 程序

Algorithm + Data Structures = Programs

算法的作用

【排序问题】 对整型数组 $r[n]$ 进行非降序排列。

【算法】 有很多排序算法可以解决这个问题，不同排序算法的运行时间有很大差别，起泡排序（请参见8.3.1节）和快速排序（请参见8.3.2节）在不同数据规模的运行时间如下表所示，随着数据规模的增长，起泡排序和快速排序运行时间的差别越来越大。

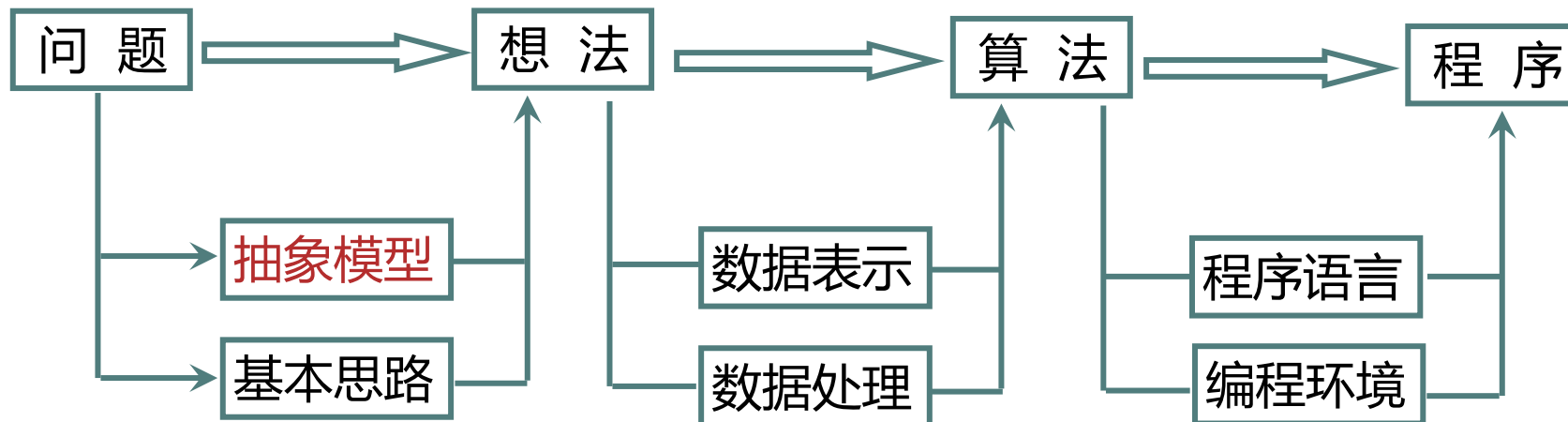
表 1-2 起泡排序和快速排序的运行时间（单位：ms）

数据规模	1000	10 000	100 000	1000 000	10 000 000
起泡排序	3	395	40 276	4 158 440	>100 小时
快速排序	0	1	18	234	5187

1.1 问题的求解与程序设计

1-1-4 本课程讨论的主要内容

数据模型 { 数值问题：数学方程
非数值问题：表、树、图等数据结构



例 1 为百元买百鸡问题抽象数据模型（《算经》）

【问题】 鸡翁一，值钱五；鸡母一，值钱三；鸡雏三，值钱一。
百钱买百鸡，问鸡翁、母、雏各几何？

【想法——数据模型】 设 x 、 y 和 z 分别表示公鸡、母鸡和小鸡的个数，
则有如下方程组成立：

$$\begin{cases} x + y + z = 100 \\ 5 \times x + 3 \times y + z / 3 = 100 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 \leq x \leq 20 \\ 0 \leq y \leq 33 \\ 0 \leq z \leq 100 \end{cases}$$

例 2 为学籍管理问题抽象数据模型

🕒 如何实现增、删、改、查等功能？ \Rightarrow 数据表示——存储表

🕒 各表项之间是什么关系？ \Rightarrow 表结构

学号	姓名	性别	出生日期	籍贯
15041001	王 军	男	19970102	吉林省图们市
15041002	李 明	男	19980328	吉林省吉林市
15041003	汤晓影	女	19971116	吉林省长春市
...

\Rightarrow 抽象

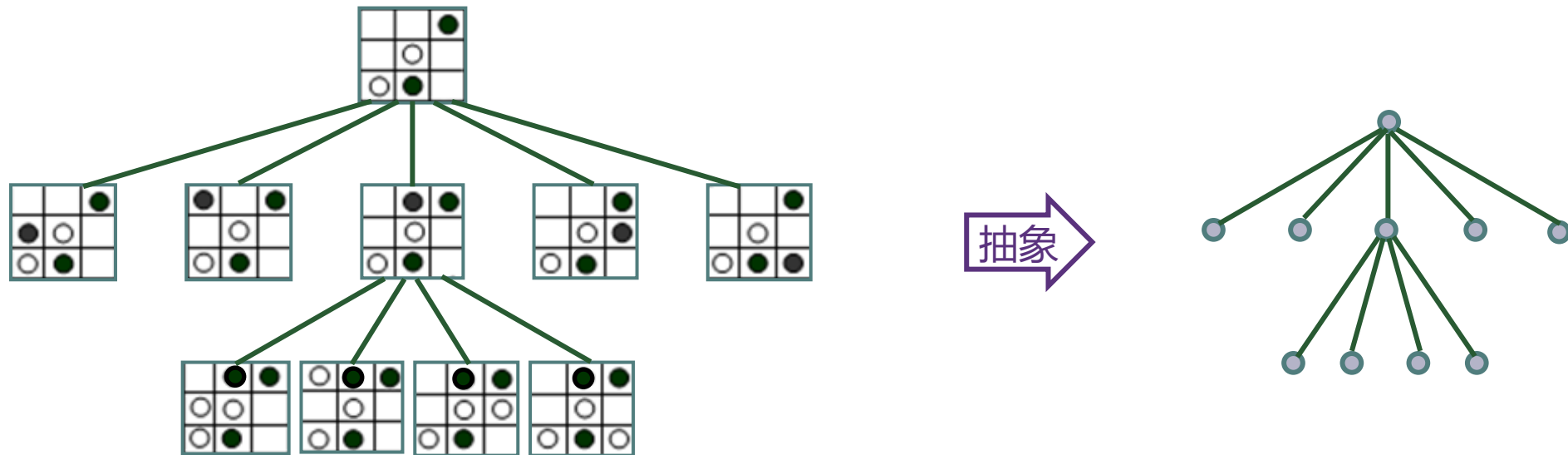


数据模型

例 3 为人机对弈问题抽象数据模型

🕒 如何实现对弈？ \Rightarrow 数据表示——存储对弈树

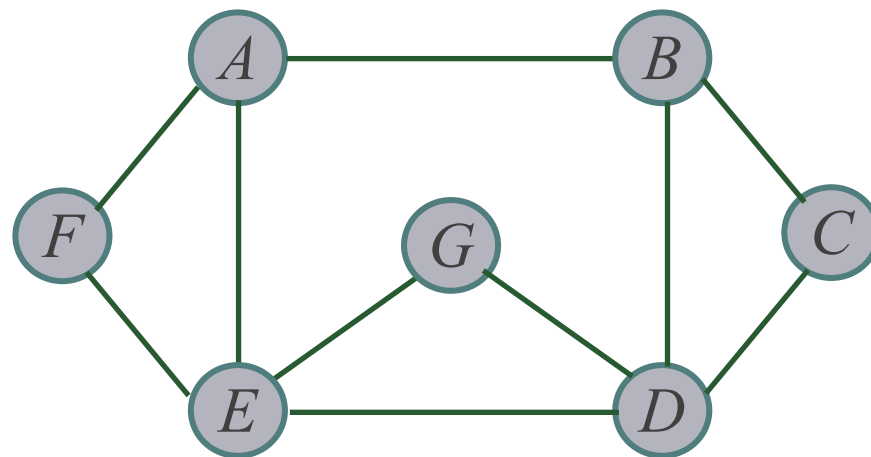
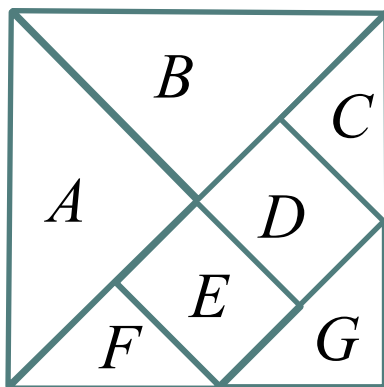
🕒 计算机的操作对象？各格局之间是什么关系？ \Rightarrow 树结构



例 4 为七巧板涂色问题抽象数据模型

🕒 如何实现涂色？ \Rightarrow 数据表示——存储七巧板

🕒 如何表示区域之间的邻接关系？ \Rightarrow 图结构



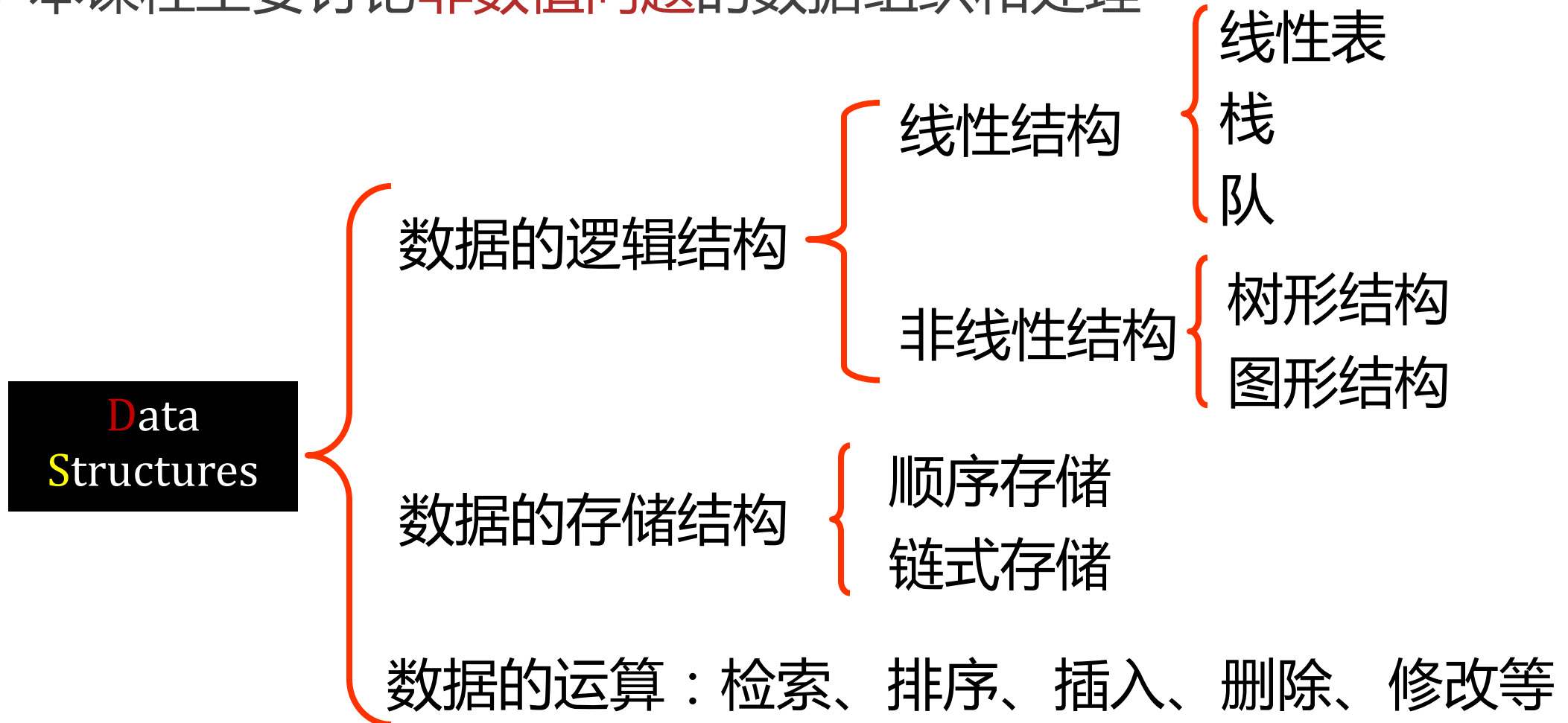
小结

 本课程主要讨论**非数值问题**的数据组织和处理

- (1) 数据的**逻辑结构**：线性表、树、图等数据结构，其核心是**如何组织**待处理的数据以及数据之间的关系；
- (2) 数据的**存储结构**：如何将表、树、图等数据结构存储到计算机的存储器中，其核心是**如何有效地存储**数据以及数据之间的逻辑关系；
- (3) **算法**：如何基于数据的某种存储结构实现插入、删除、查找等基本操作，其核心是**如何有效地处理**数据；
- (4) 常用**数据处理技术**：查找技术、排序技术等。

小结

📜 本课程主要讨论非数值数据的数据组织和处理





Thank You !

Q & A