

## 课时 13

# 用图来表达更为复杂的数据关系

---

1. 图的应用举例
2. 图的定义、图的方向和权重
3. 图和树的区别
4. 图的实现和内存表达

## 图的应用举例

社交网络是典型的网络结构

可以用点来表达社交关系中的人，用点与点之间的连接来表达人与人的关系

比如我们想要去表示谁认识谁、谁和谁沟通、谁能够影响谁等人与人之间的关系

一个具体的例子是在小红书上，比如，A 关注了 B 的小红书，可以用 A 指向 B 的线来连接表示  
这些人与人的社交信息，可以用来去解释社交网络的信息流动



## 图的应用举例

交通网络也可以用图来表达

比如所有的城市可以用图的节点来表示，城市间的交通渠道可以用边来表示

像最近大家关注的疫情封城措施，也可以用数据结构来理解，就是把交通网络图的一些边进行了阻隔



## 图的应用举例

### 互联网网站连接

我们经常看到网站上会有指向其他网址的超链接

如果我们把互联网所有的网页定义成图的节点，那么网页与网页之间的边就是这些链接了

如果大家熟悉 Google 经典的网页排名算法 PageRank，就会知道，搜索引擎正是用指向一个网页的引用数量去判断一个网页的质量



## 图的定义、图的方向和权重

从数学规范上来讲一个图可以被定义成一个集合  $G$ ,  $G = (V, A)$

其中:

- $V$  是图的节点集合
- $A \subseteq V \times V$  是节点与节点之间的连接的边, 边可以有向或者是无向的

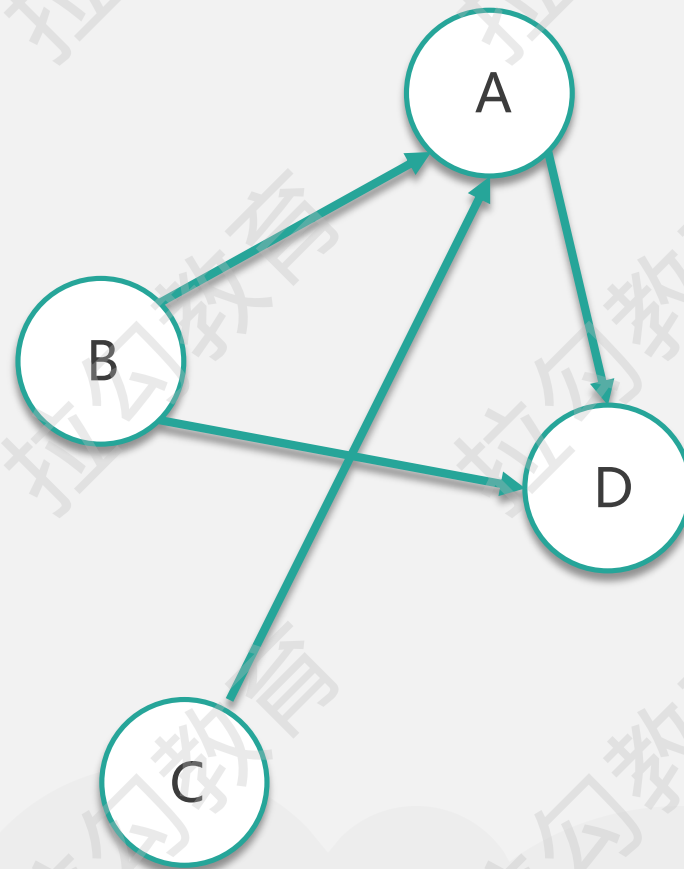


## 图的定义、图的方向和权重

### 有向图

以理解成生活中比如微博上的关注

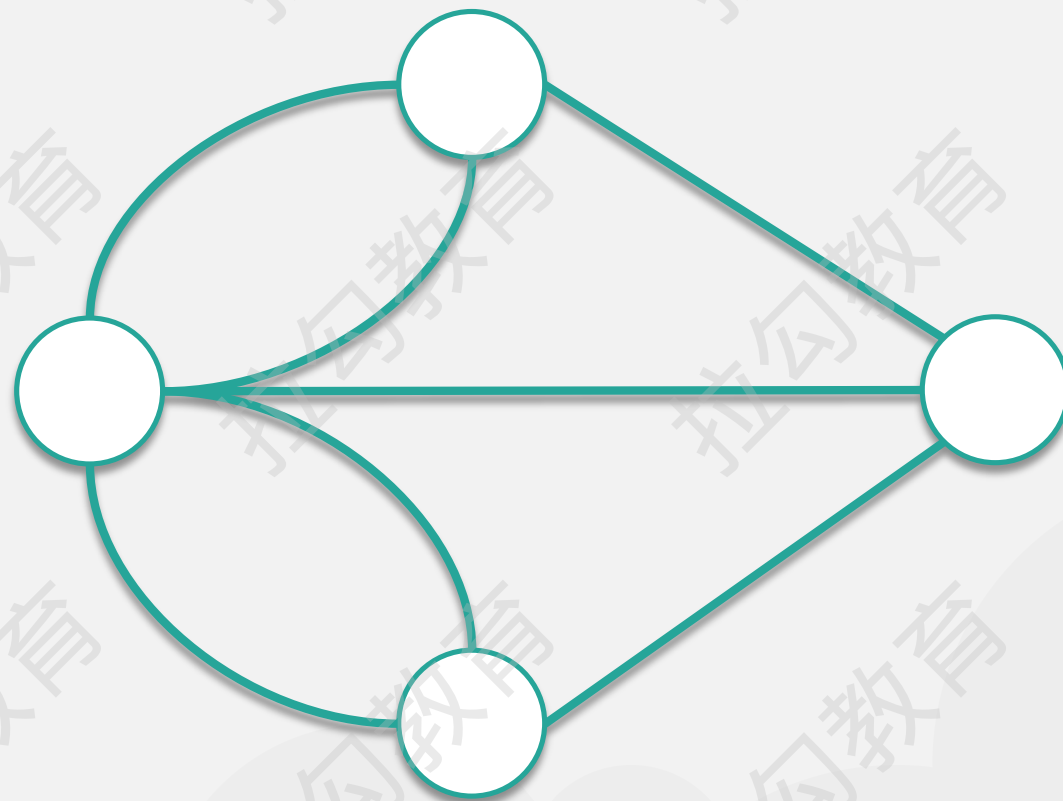
你可能关注了一个大 V，但是大 V 并不一定关注了你  
这就是一个单向的关系，可以用有向图来建模



## 图的定义、图的方向和权重

无向图

比如在前面提到的交通网络  
上海如果能通向北京的话，那北京也是能到达上海的



## 图的定义、图的方向和权重

图的边也可以有权重

比如在交通网络中

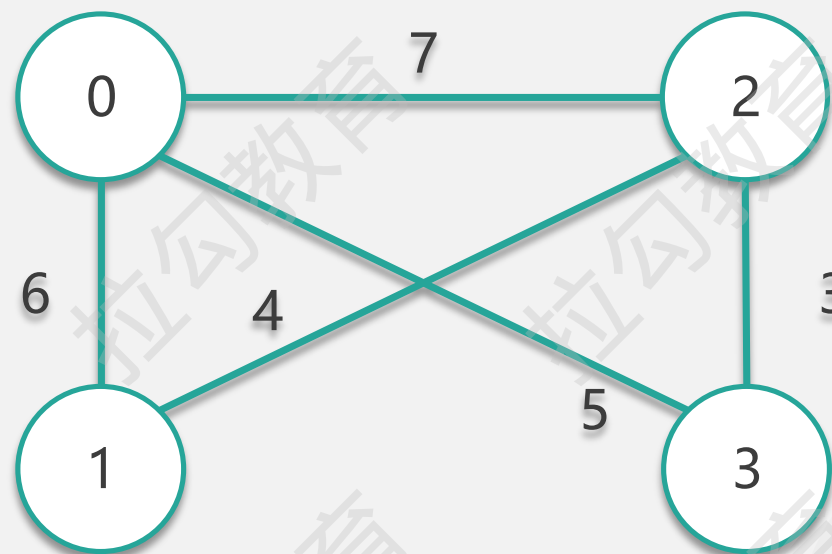
假设北京去上海的交通费用是 1000 元，而上海去武汉的交通费用是 2000 元

比如在商品交易网络中

如果把世界上所有的商品做成一个图，商品与商品之间的交易价格定义成边

那么如果要用人民币购买口罩，则可能是 10 元人民币

但如果用人民币兑换成美元，则需要 7 元人民币





## 图和树的区别

树也是有节点和边，那么图和树究竟有啥区别呢？

树表达的是**层级化**的结构，图是用来表达**网络化**的结构



# 图的实现和内存表达

## 图有两种常见的实现方式

一种是邻接矩阵法，另一种是邻接链表法

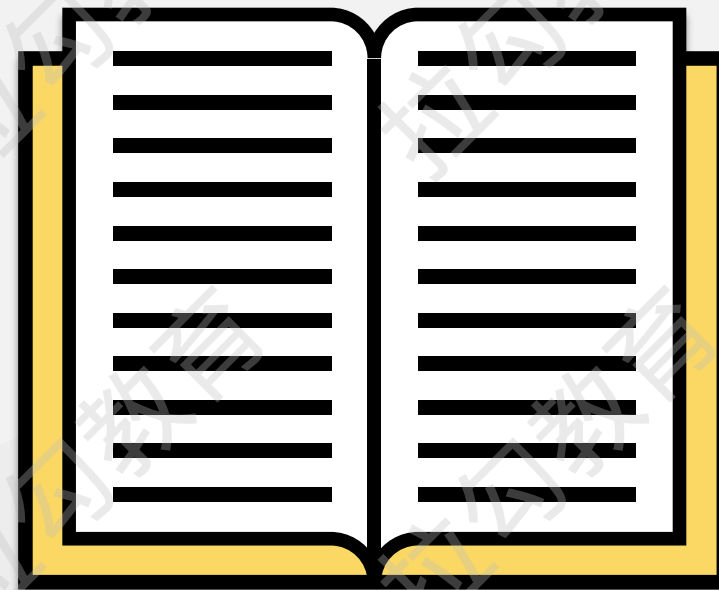


# 图的实现和内存表达

## 1. 邻接矩阵法

使用邻接矩阵法的基本思想是开一个超大的数组，用数组中间元素的 true / false 来表达边

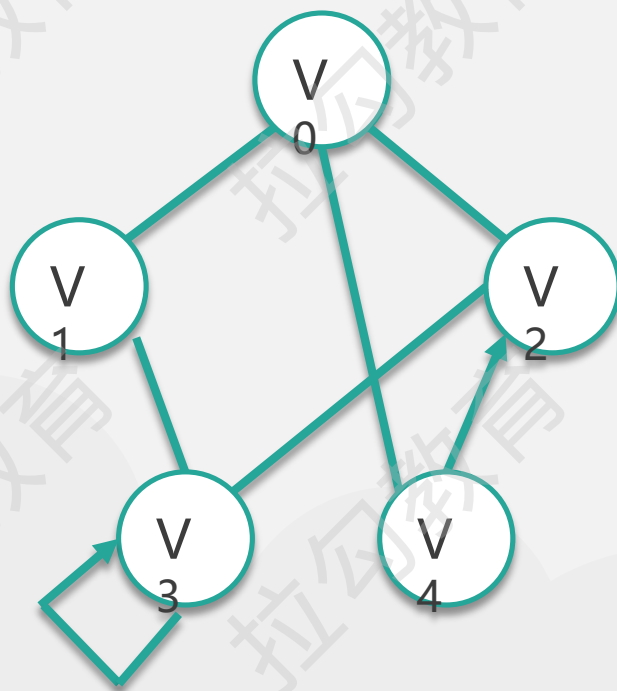
具体什么意思呢？比如你有  $V$  个节点的图，那么就需要一个  $V \times V$  大小的数组



## 图的实现和内存表达

可以用  $G[i][j]$  这样的寻址方式来找到第  $i$  行第  $j$  列的元素

在这个例子中规定，如果有从  $V_i$  指向  $V_j$  的边，那么  $G[i][j] = \text{true}$ ，反之如果没有边，则  $G[i][j] = \text{false}$

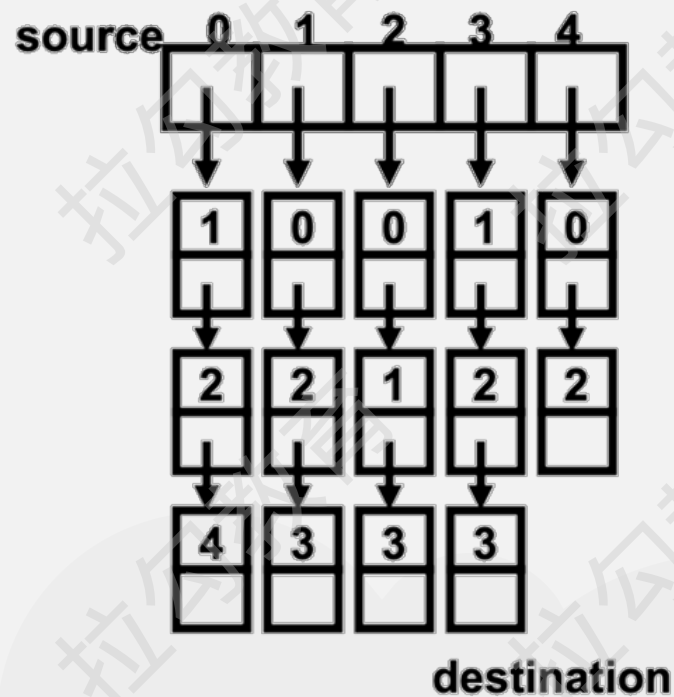
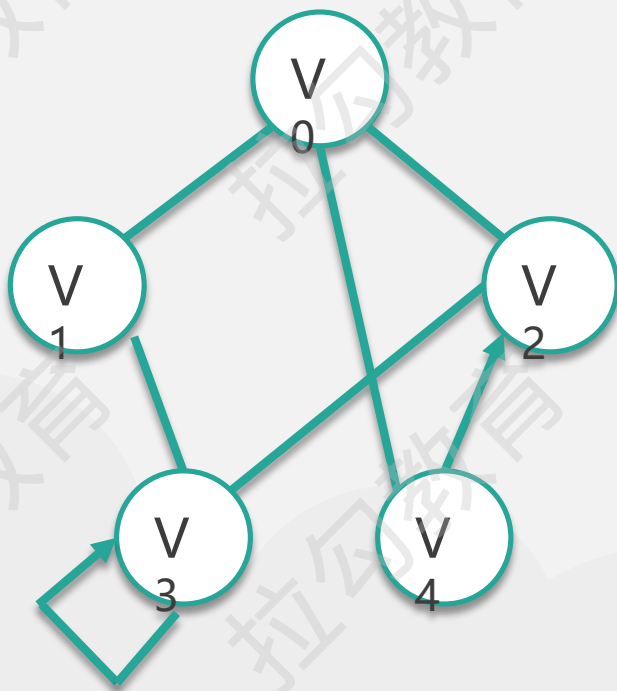


		destination				
source		0	1	2	3	4
	0					
	1					
	2					
	3					
	4					

# 图的实现和内存表达

## 2.邻接链表法

核心思想是把每一个节点所指向的点给存储起来



## 图的实现和内存表达

这两种实现方式有什么区别呢？

邻接矩阵法可以更快地添加和删除边，也可以更快地判断边是否存在

但是邻接矩阵法需要一个  $O(V^2)$  的内存空间，相对来说更适合边比较多的

图  
邻接链表法可以更快地操作一个节点相邻的节点，在一个稀疏的图中也就是边比较少的图中，邻接链表法的效率其实是比较高的

如果邻接链表法的边比较多，则链表就会比较长，进而影响我们的操作效率

邻接链表法的空间复杂度需要  $O(|V| + |E|)$  的内存空间

