

玩儿转图论算法

liuyubobobo

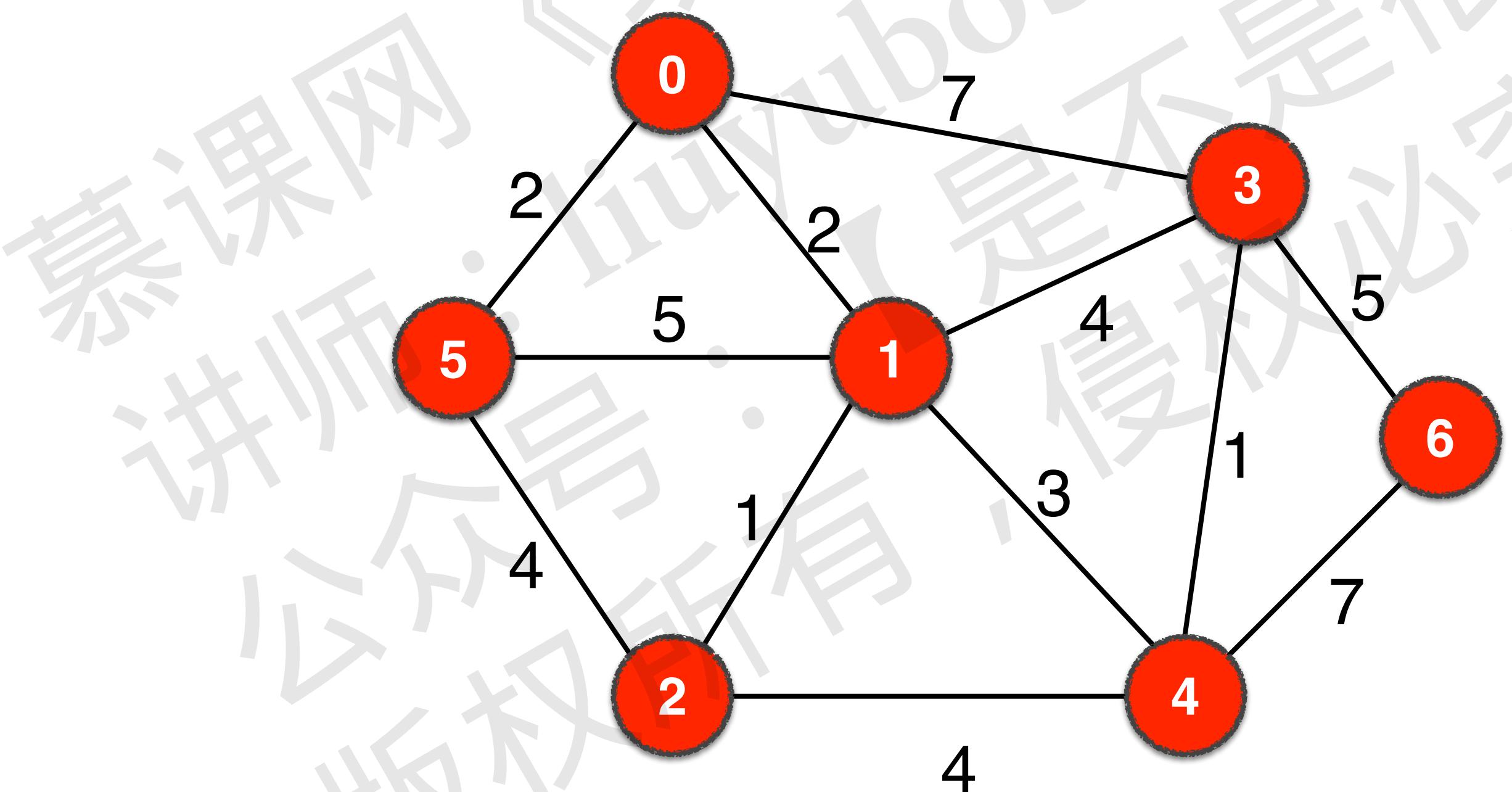
带权图和最小生成树

liuyubobobo

带权图

liuyubobobo

带权图



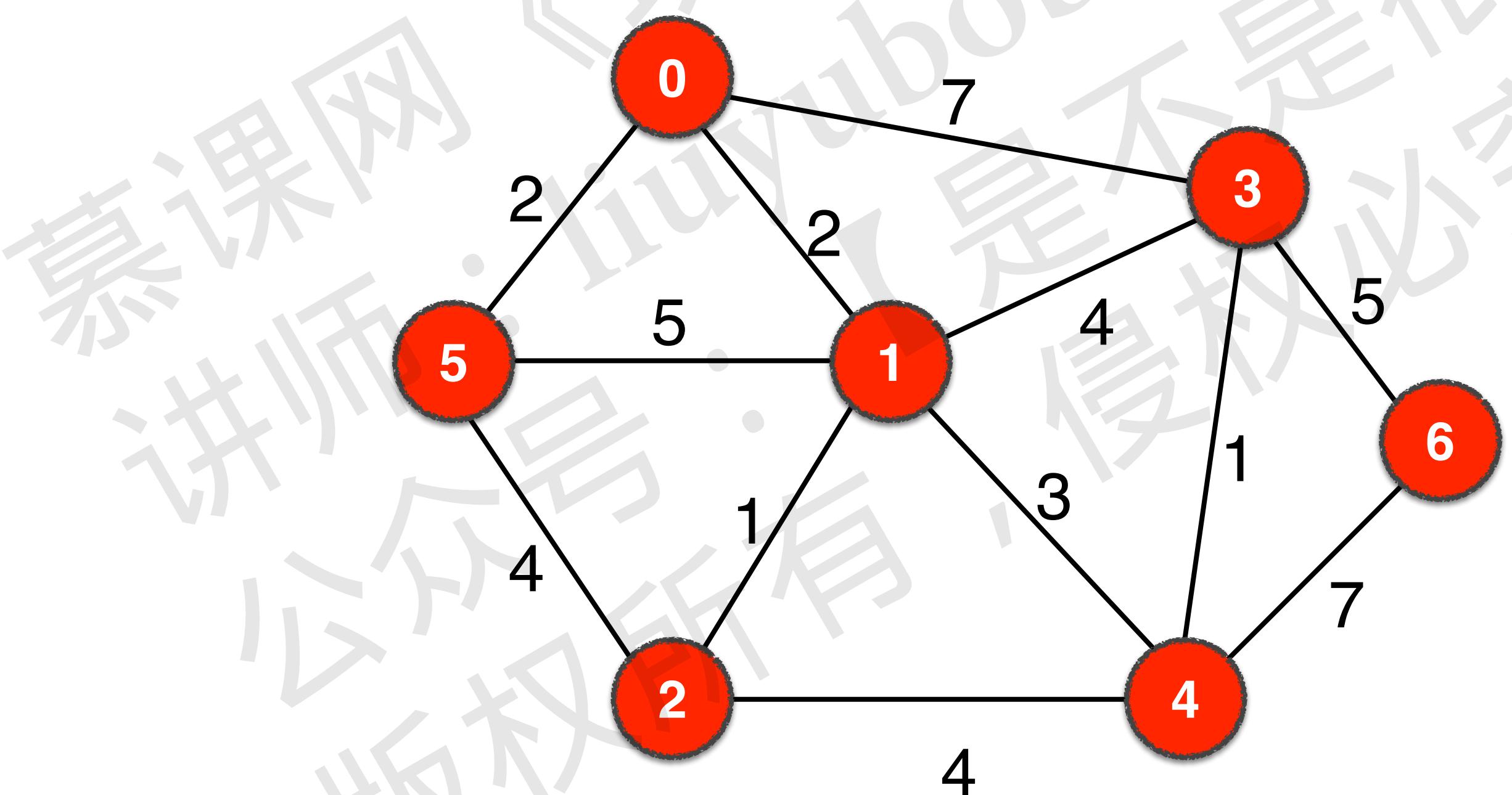
编程实践：带权图

Map 的遍历

liuyubobobo

编程实践：带权图

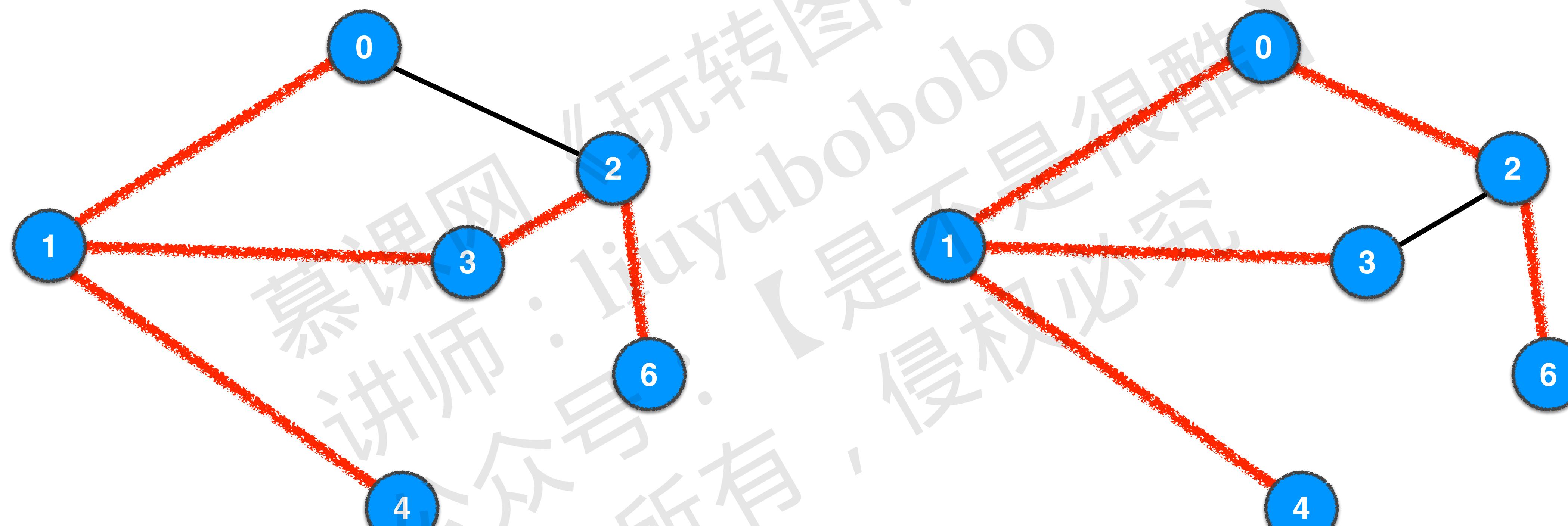
带权图



最小生成树

liuyubobobo

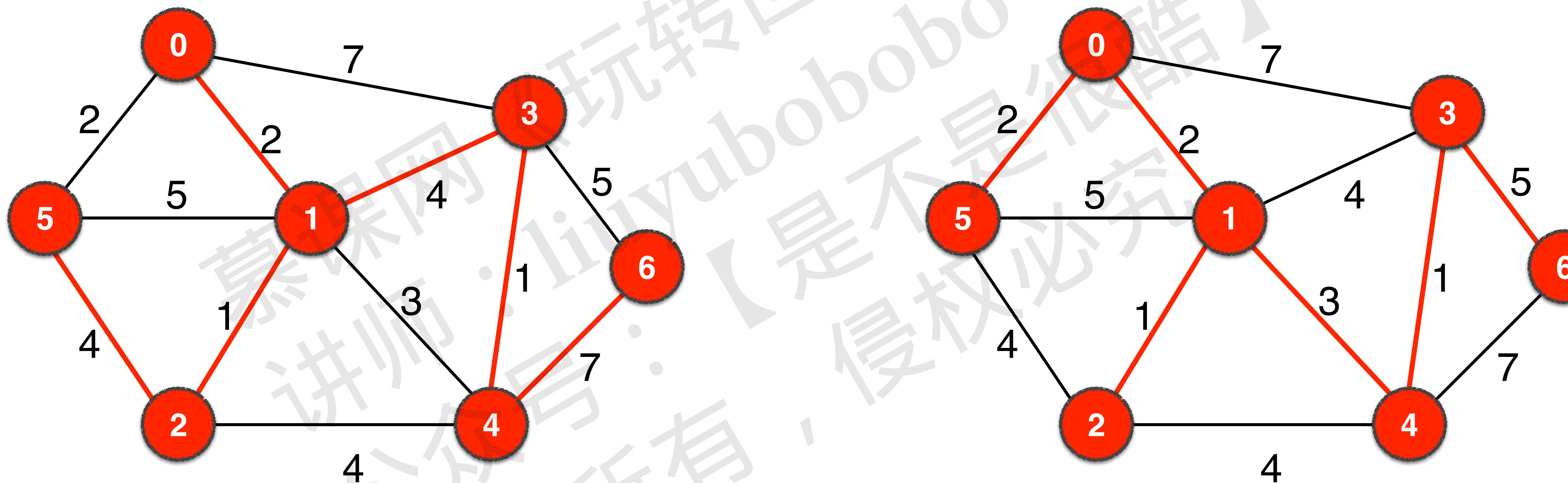
最小生成树



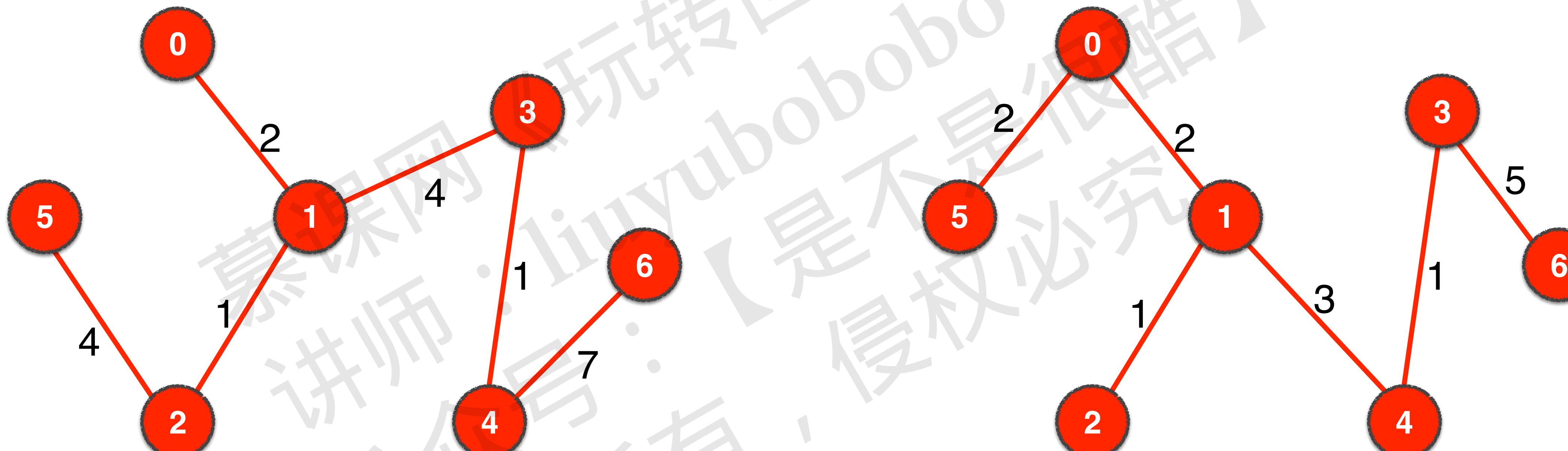
DFS 生成树

BFS 生成树

最小生成树



最小生成树



$$4 + 1 + 2 + 4 + 1 + 7 = 19$$

$$2 + 2 + 1 + 3 + 1 + 5 = 14$$

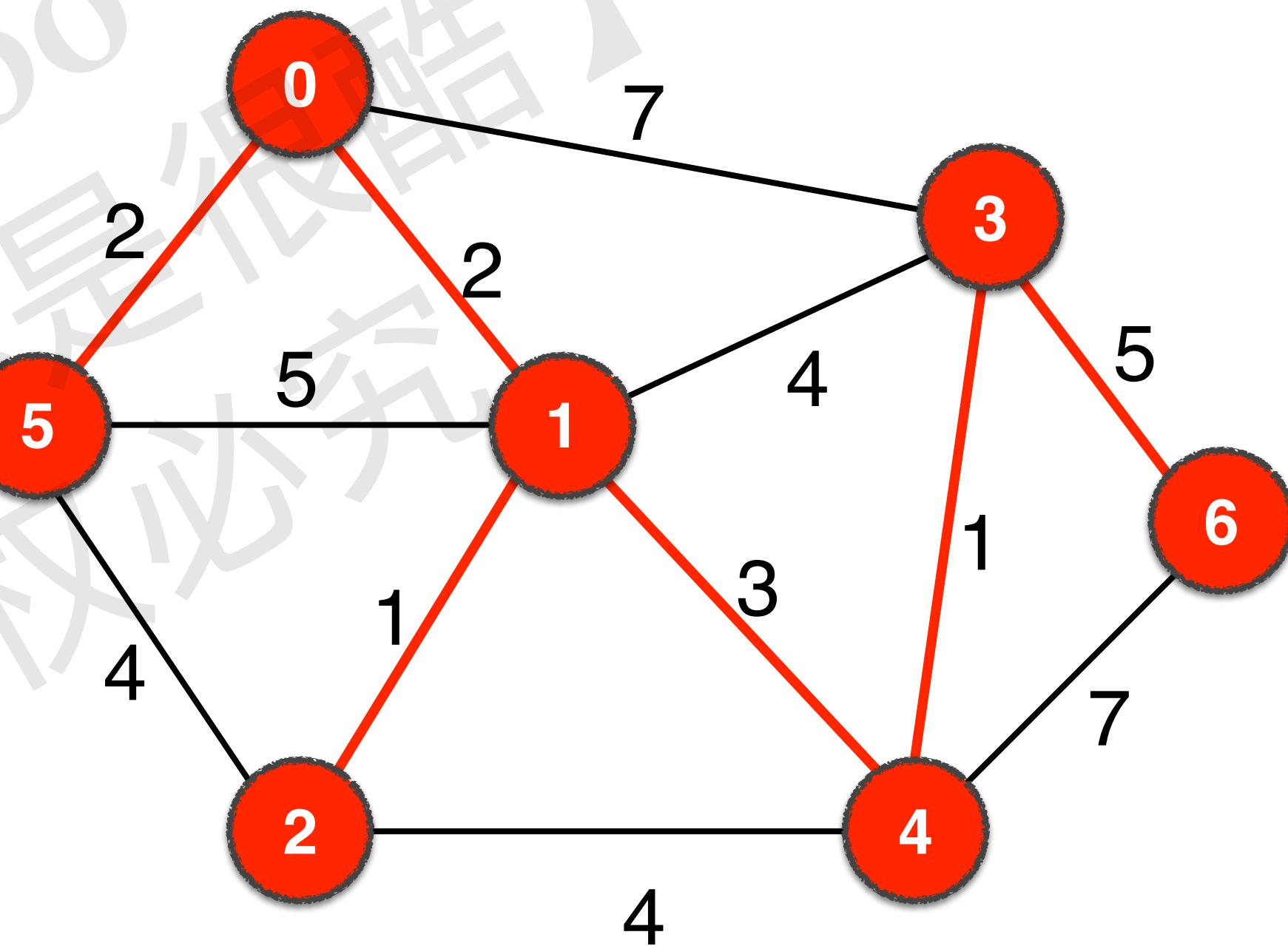
最小生成树

布线设计

网络设计

电路设计

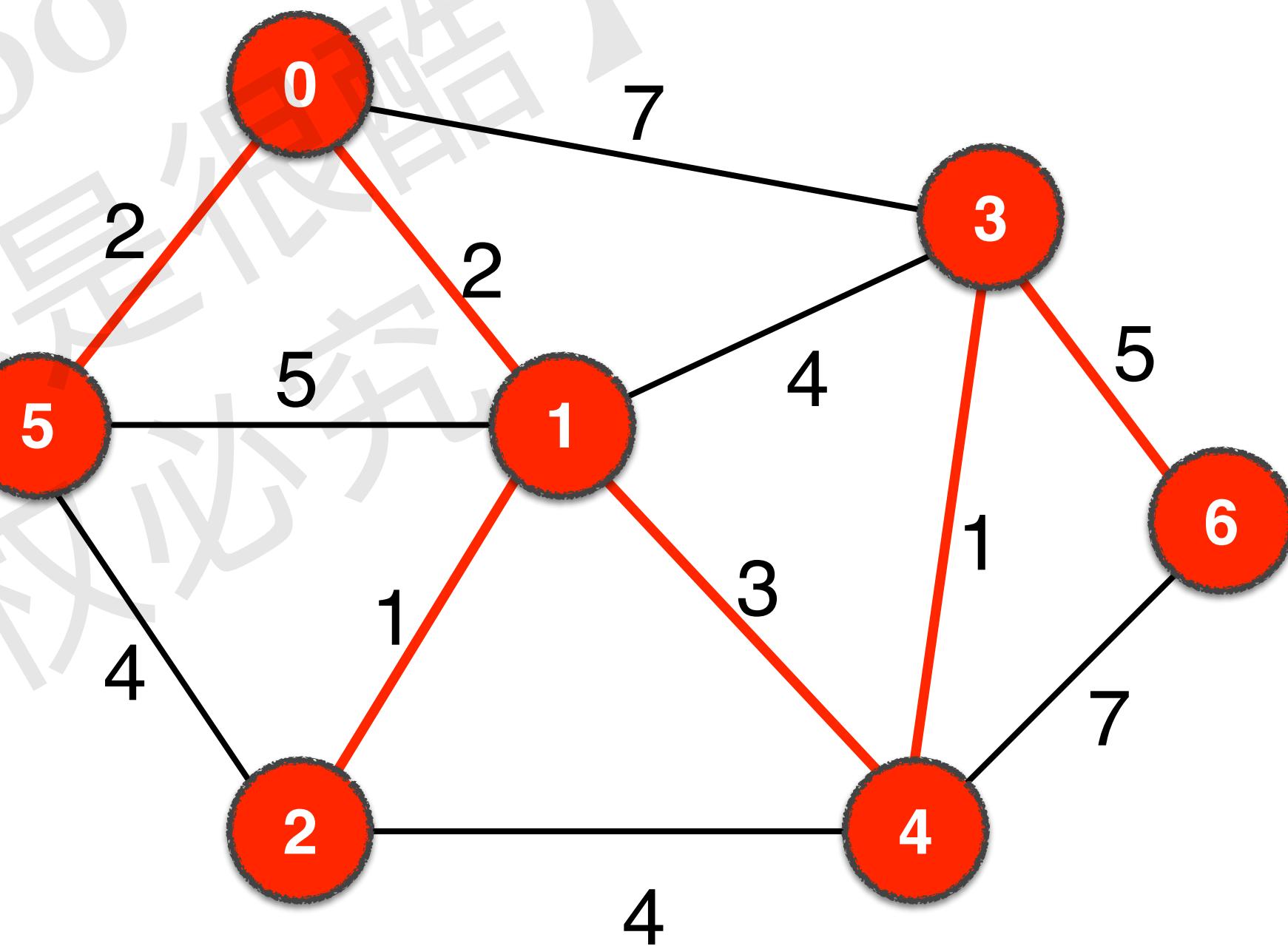
保证图联通且费用最小



最小生成树

算法思想

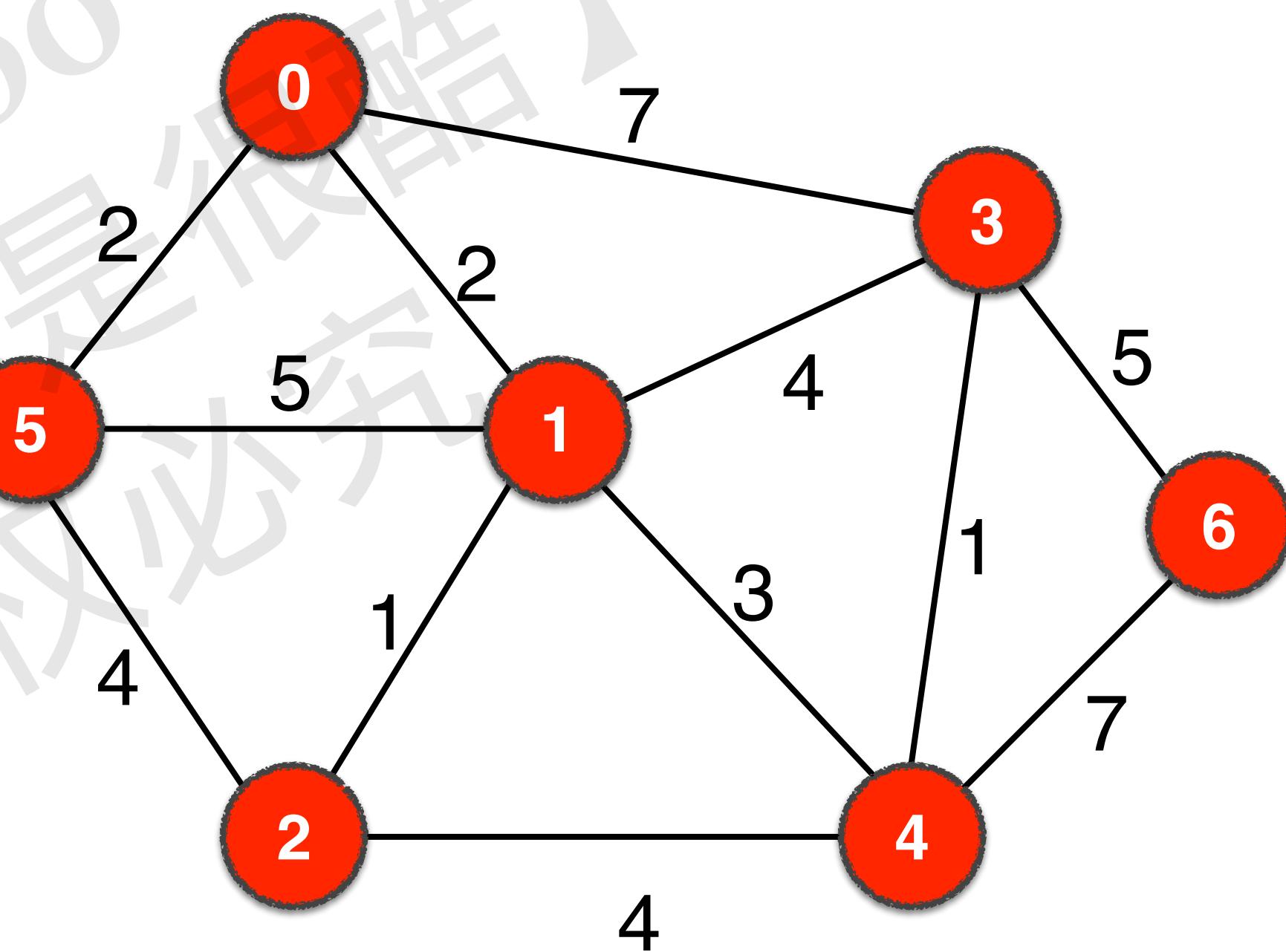
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

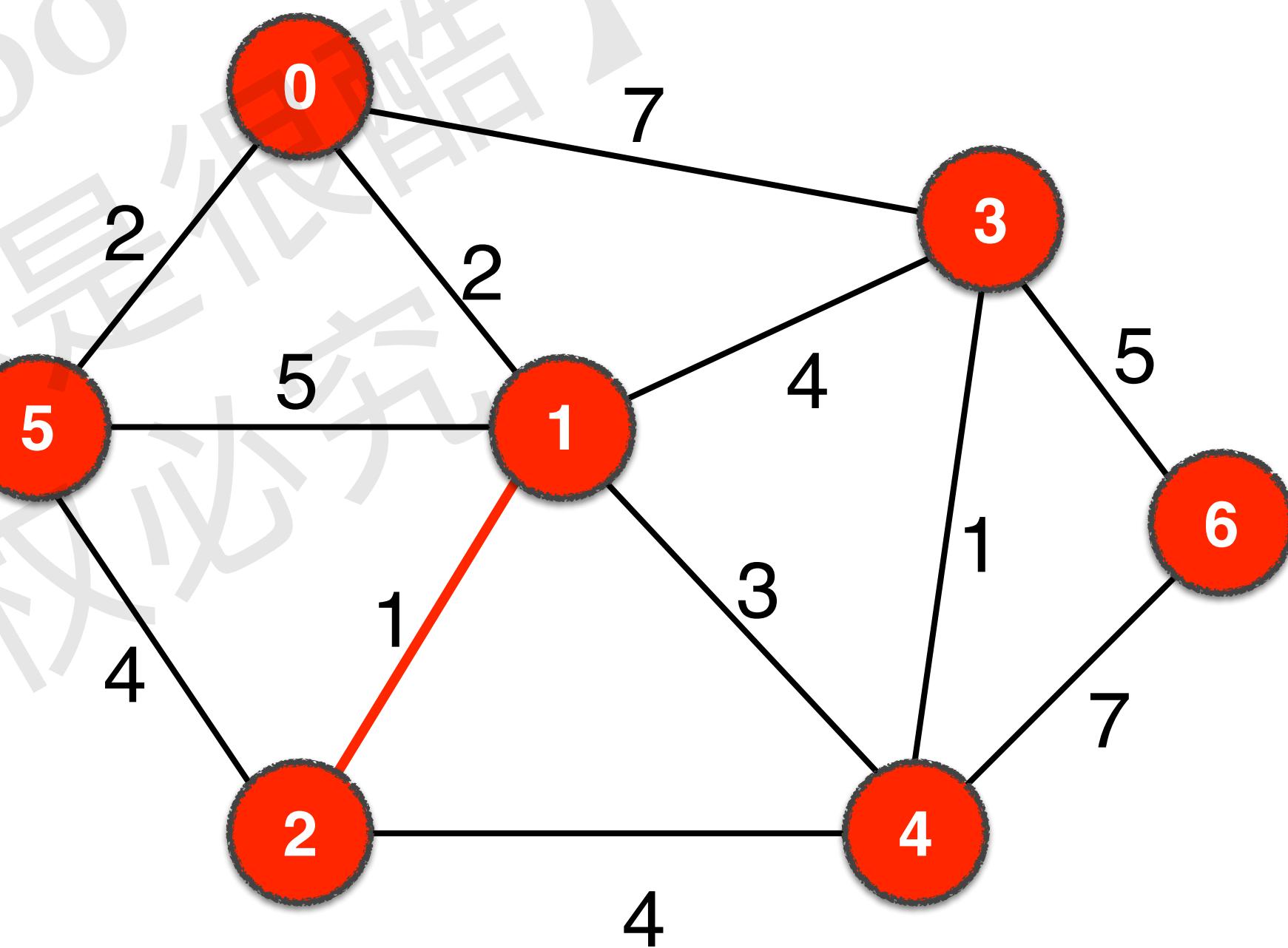
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

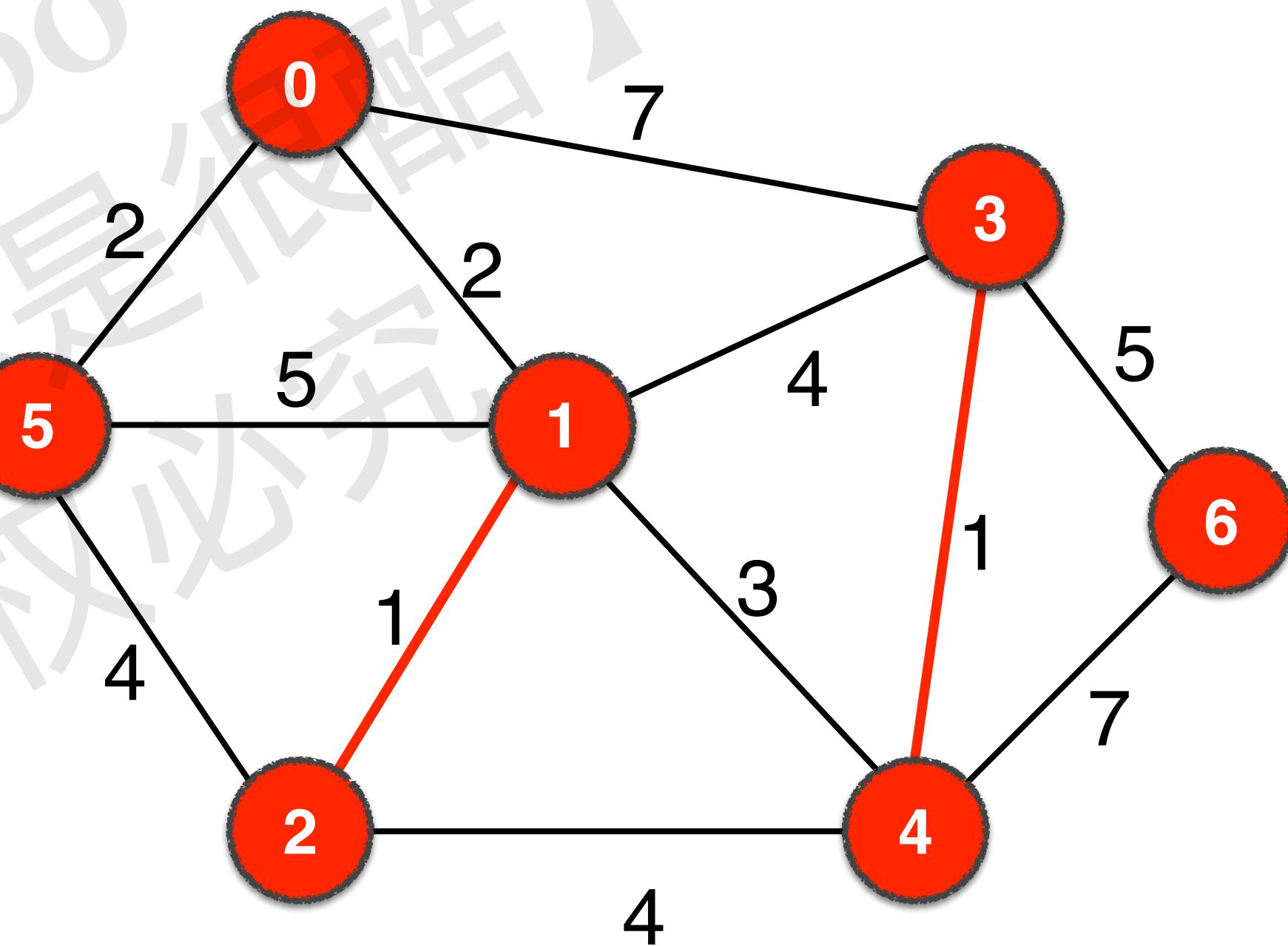
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

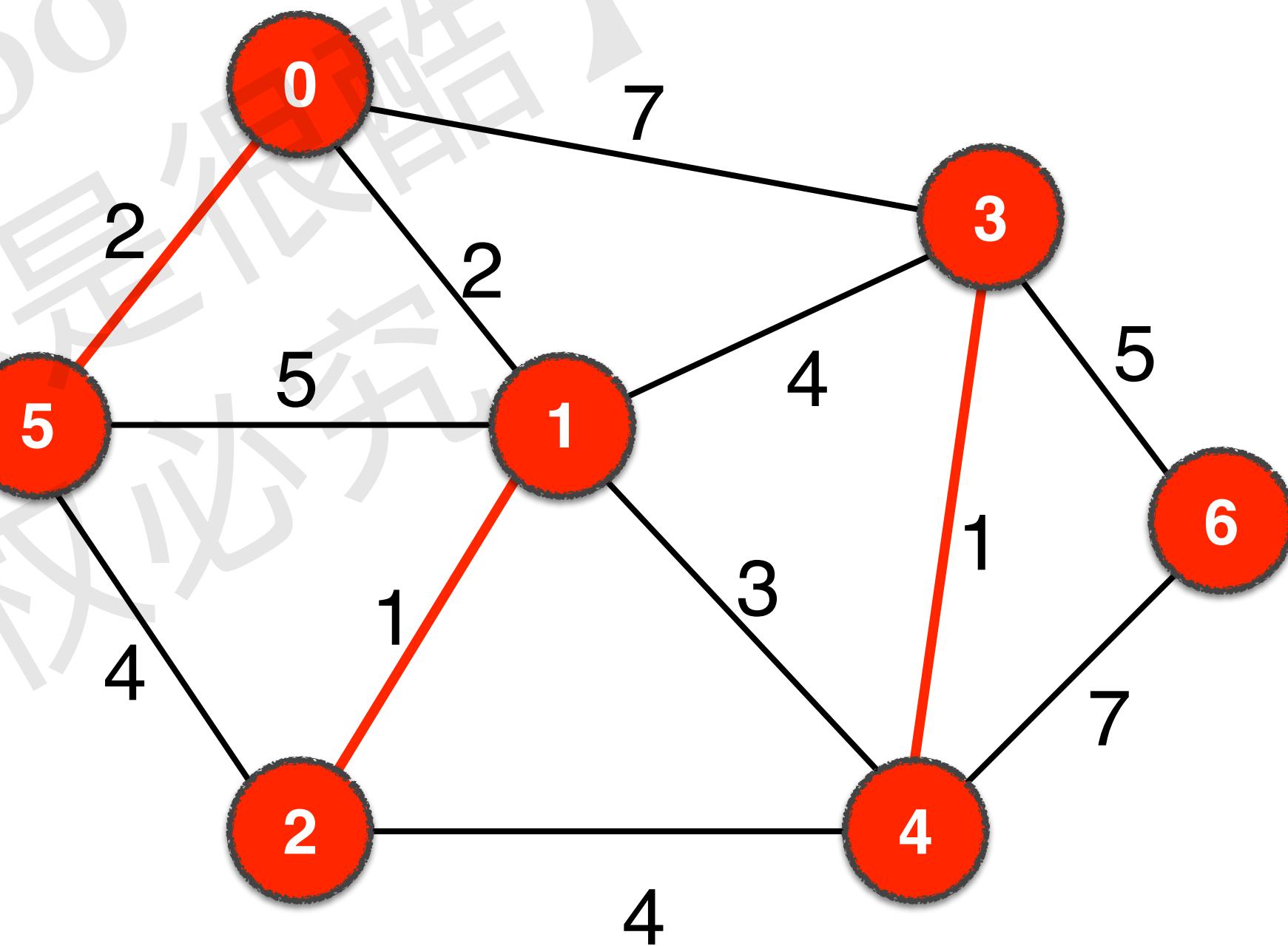
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

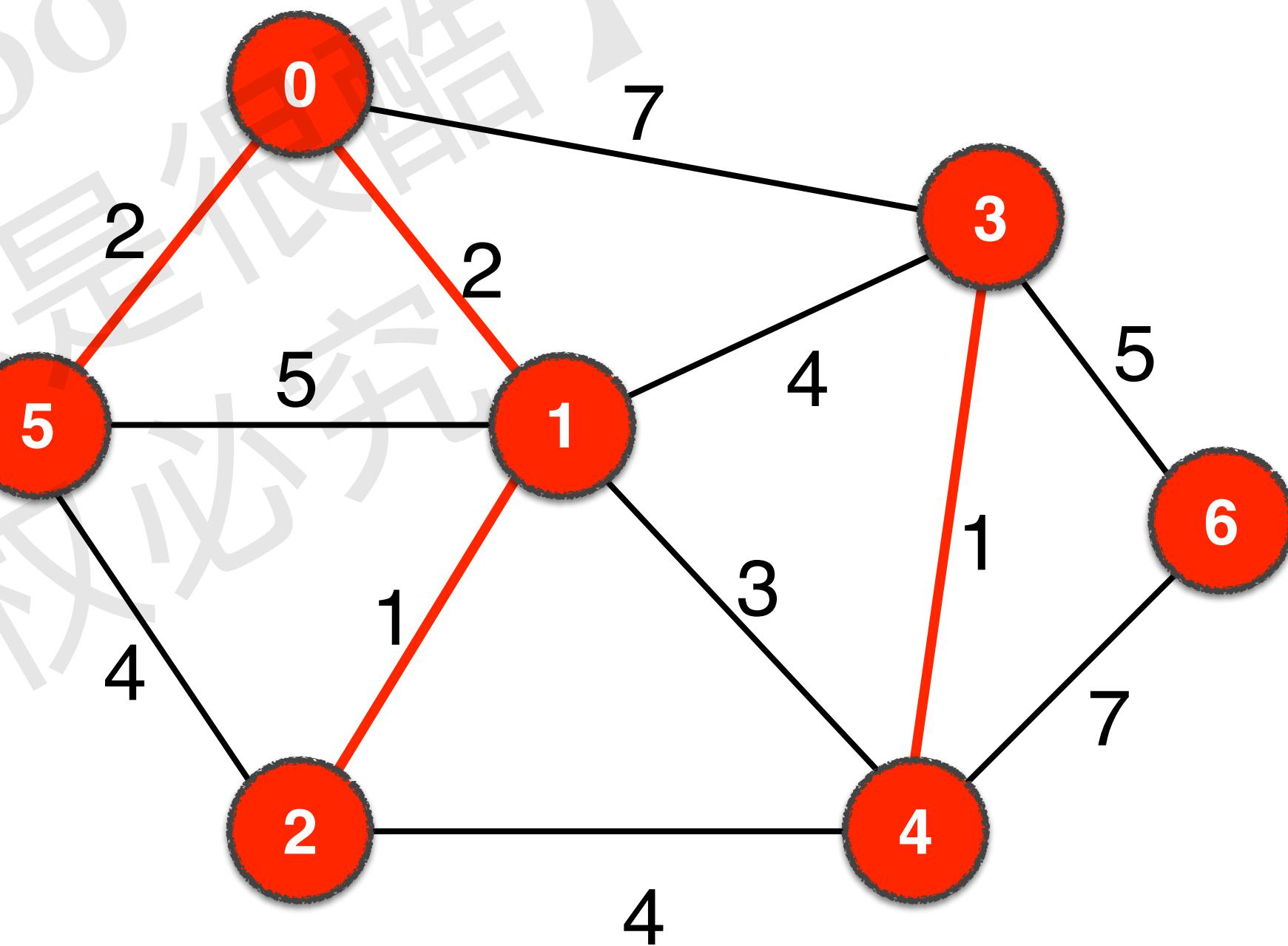
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

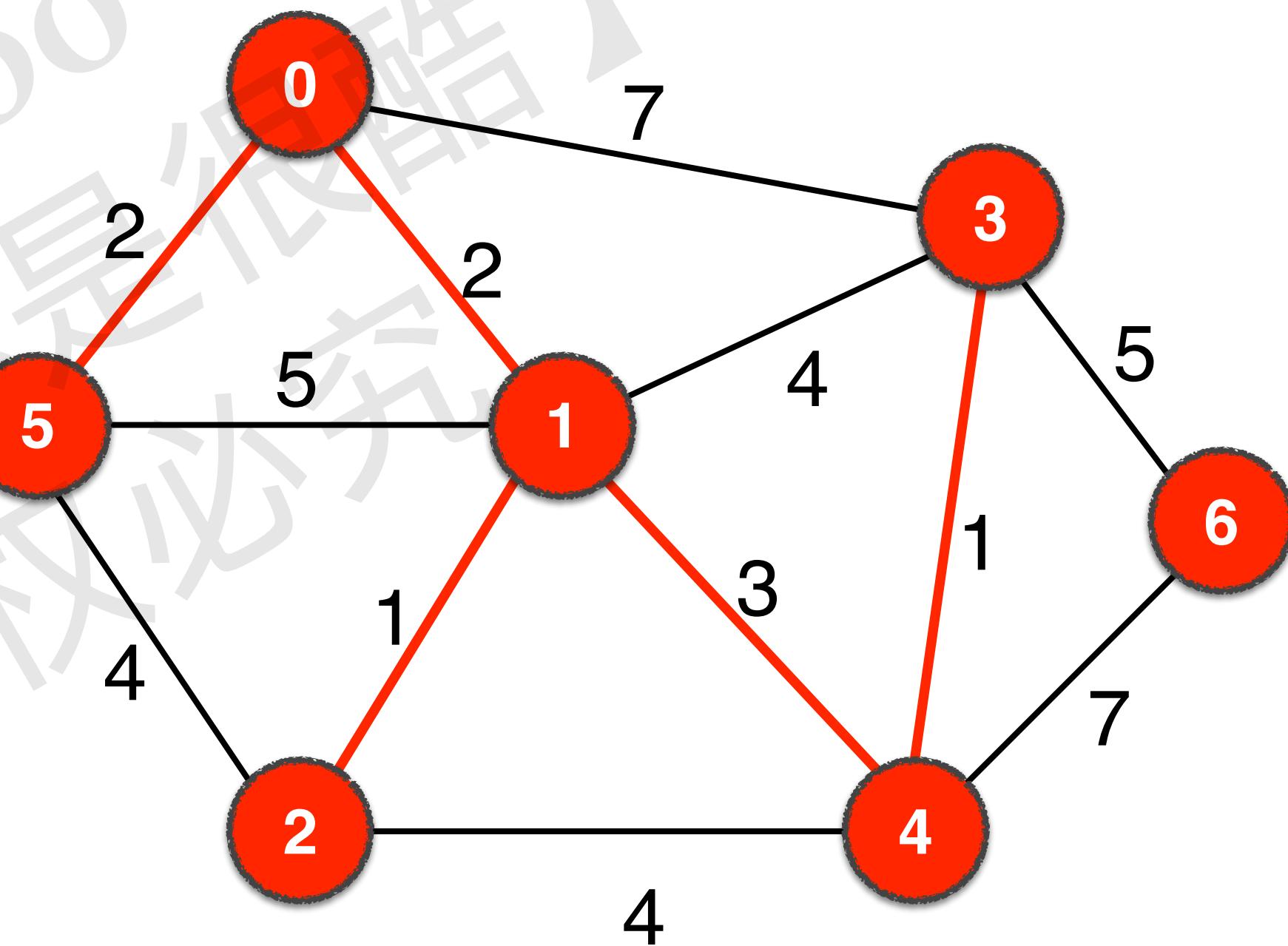
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

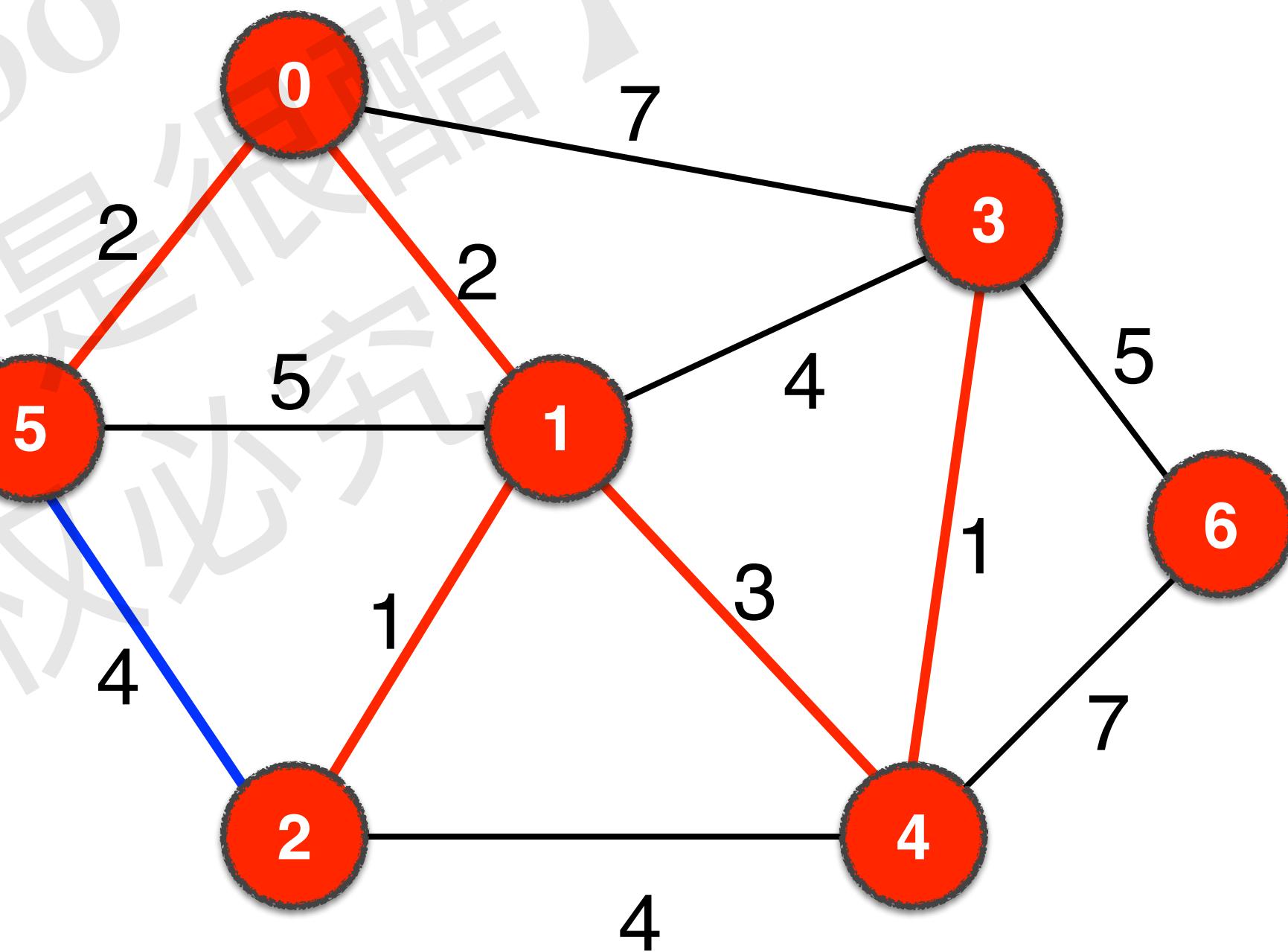
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

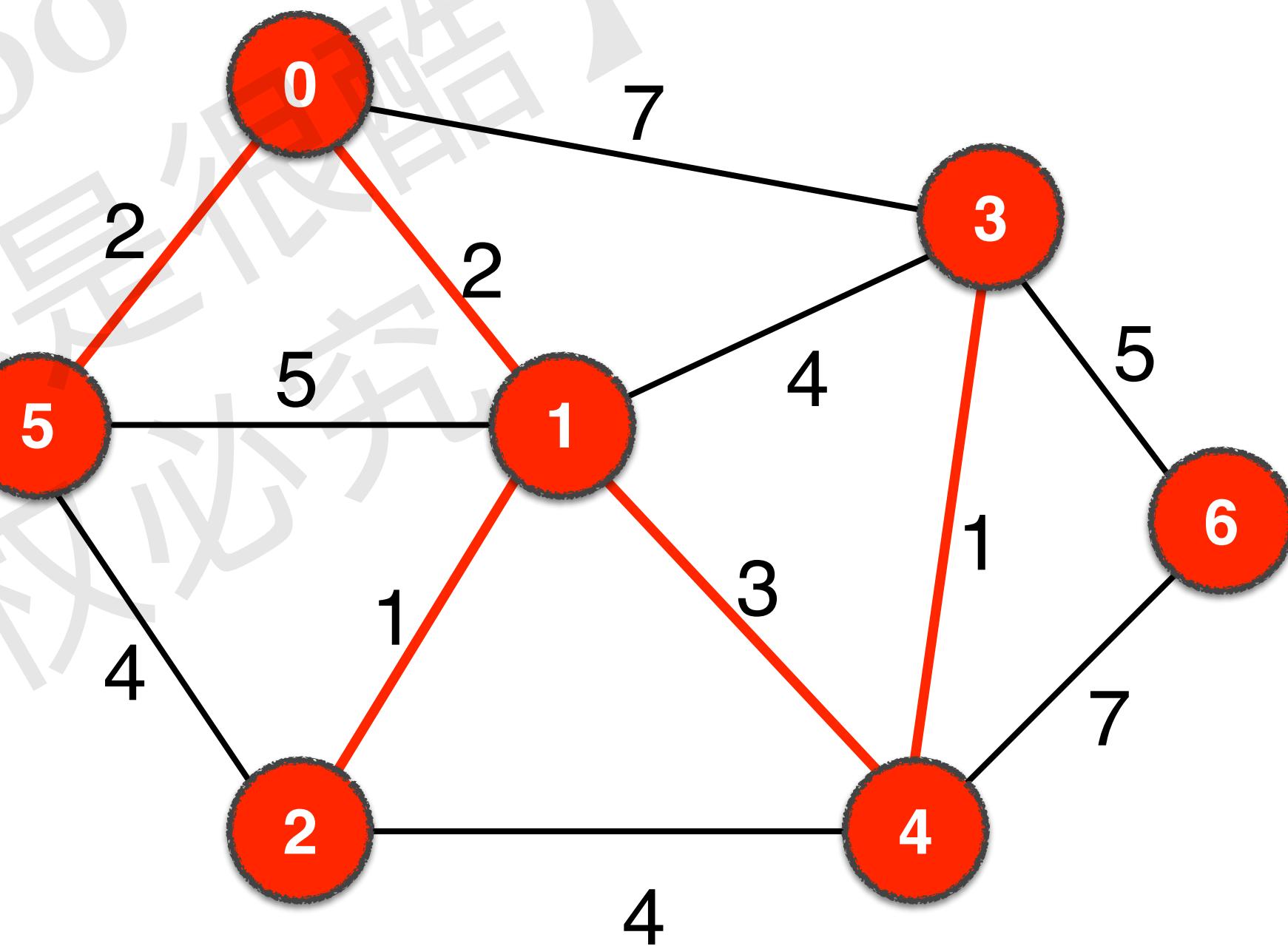
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

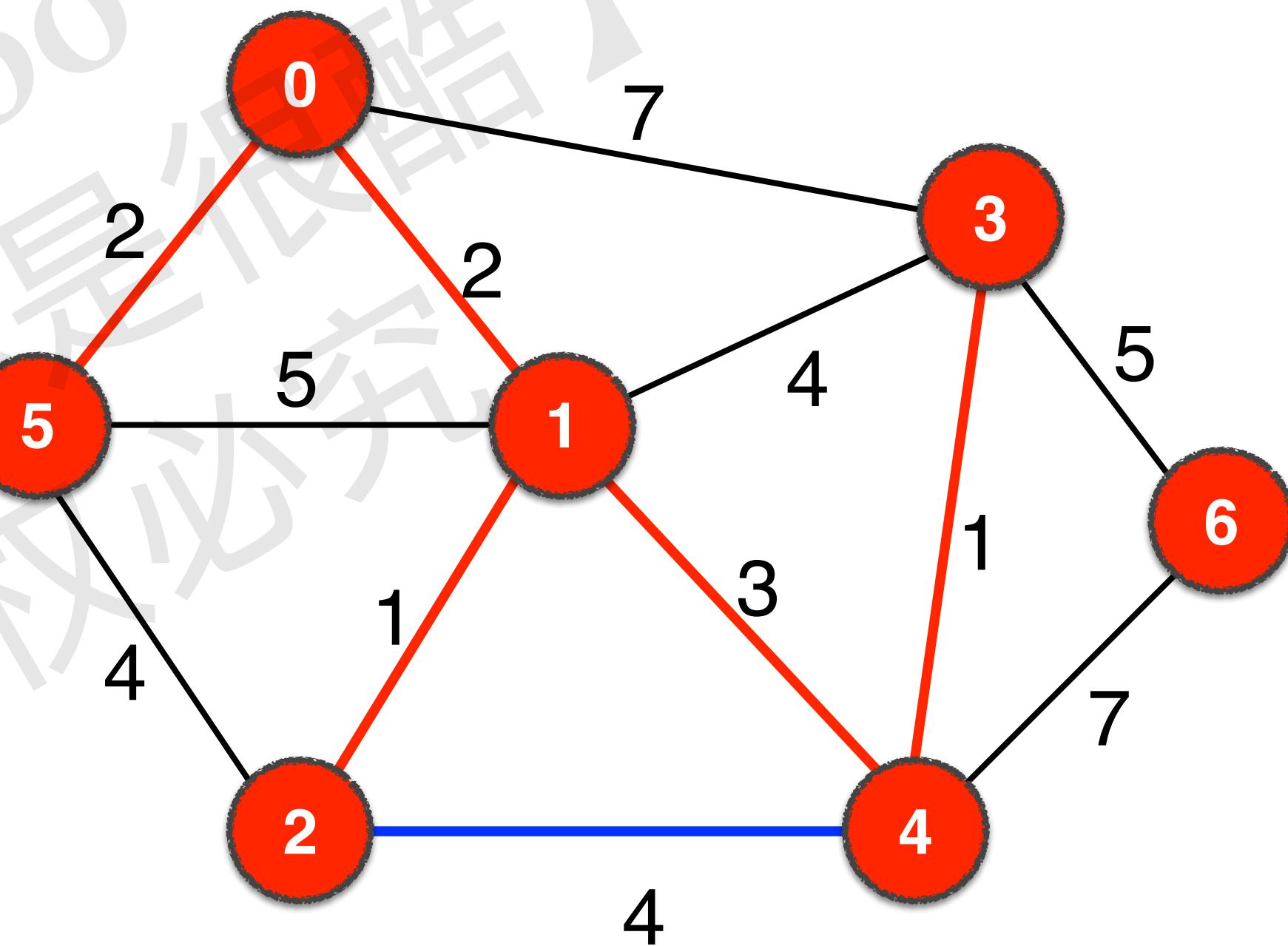
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

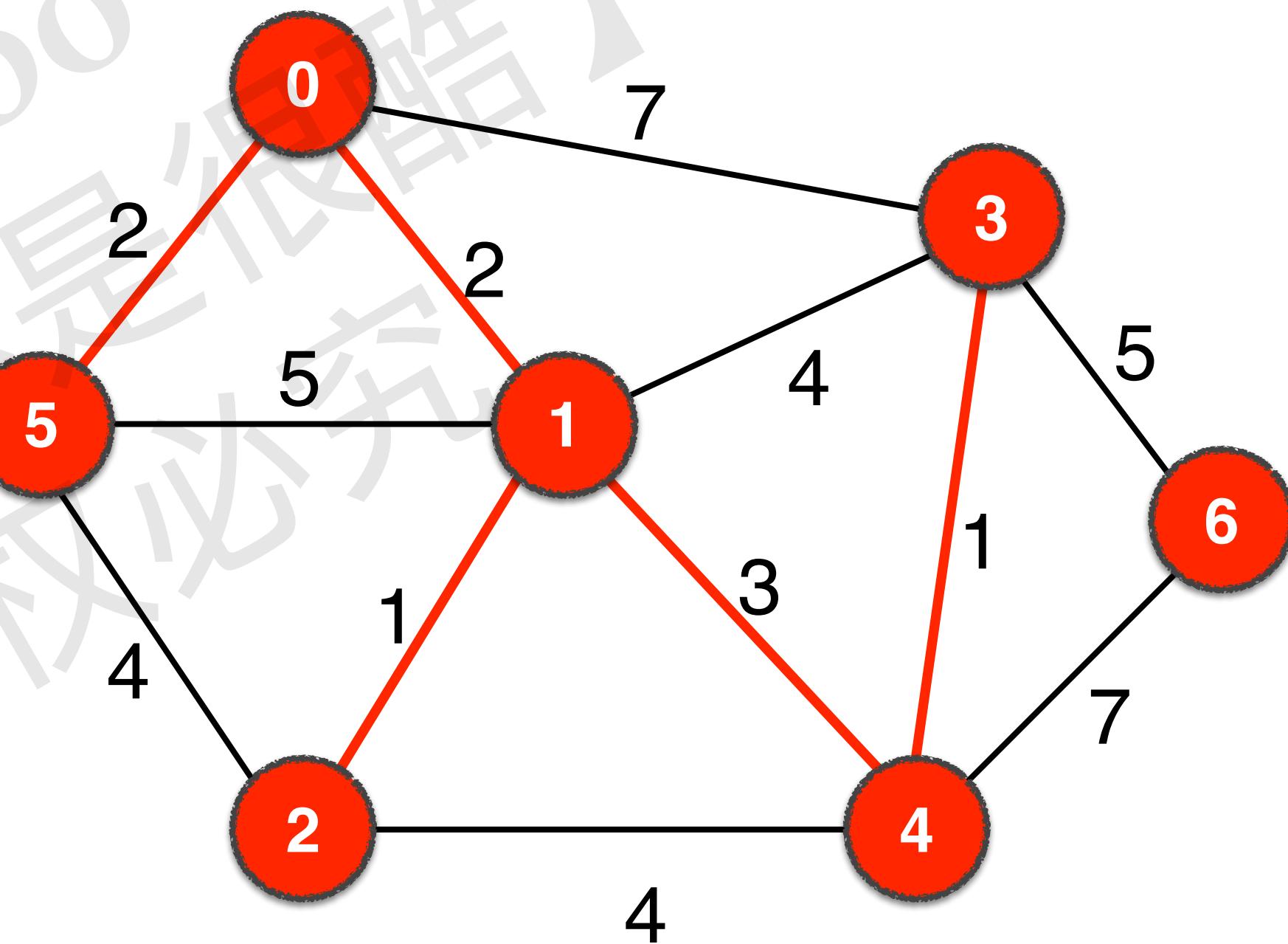
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

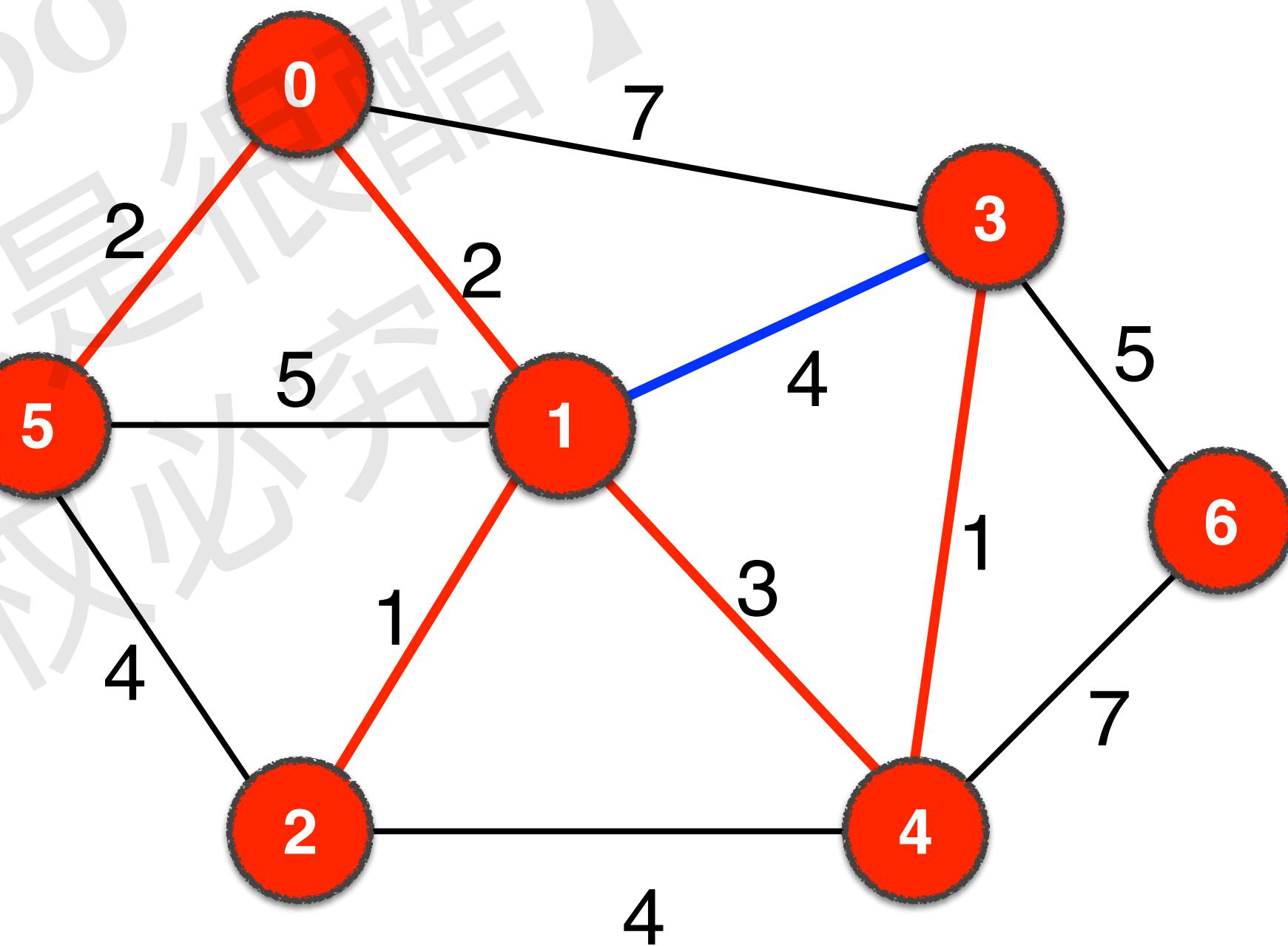
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

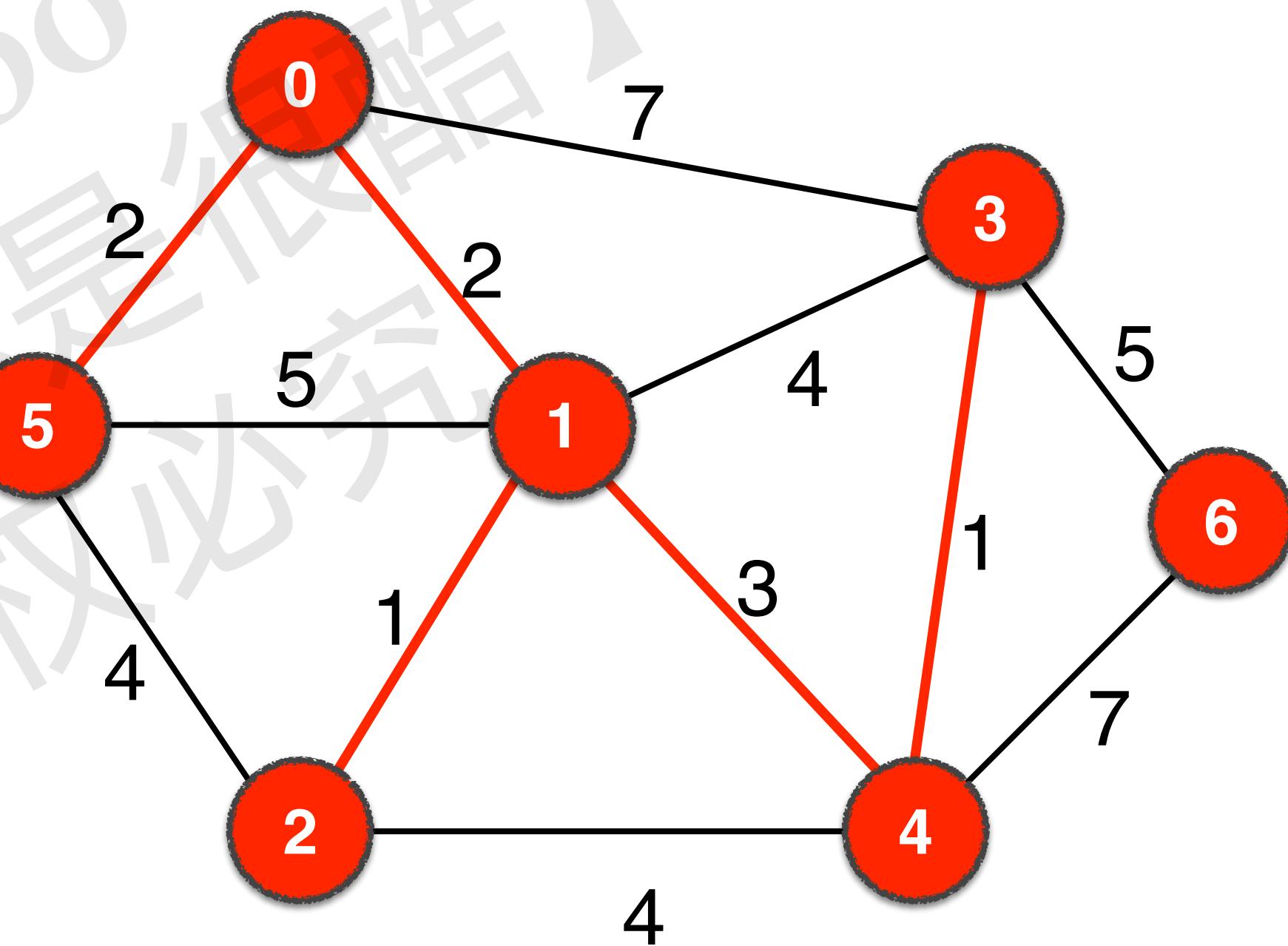
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

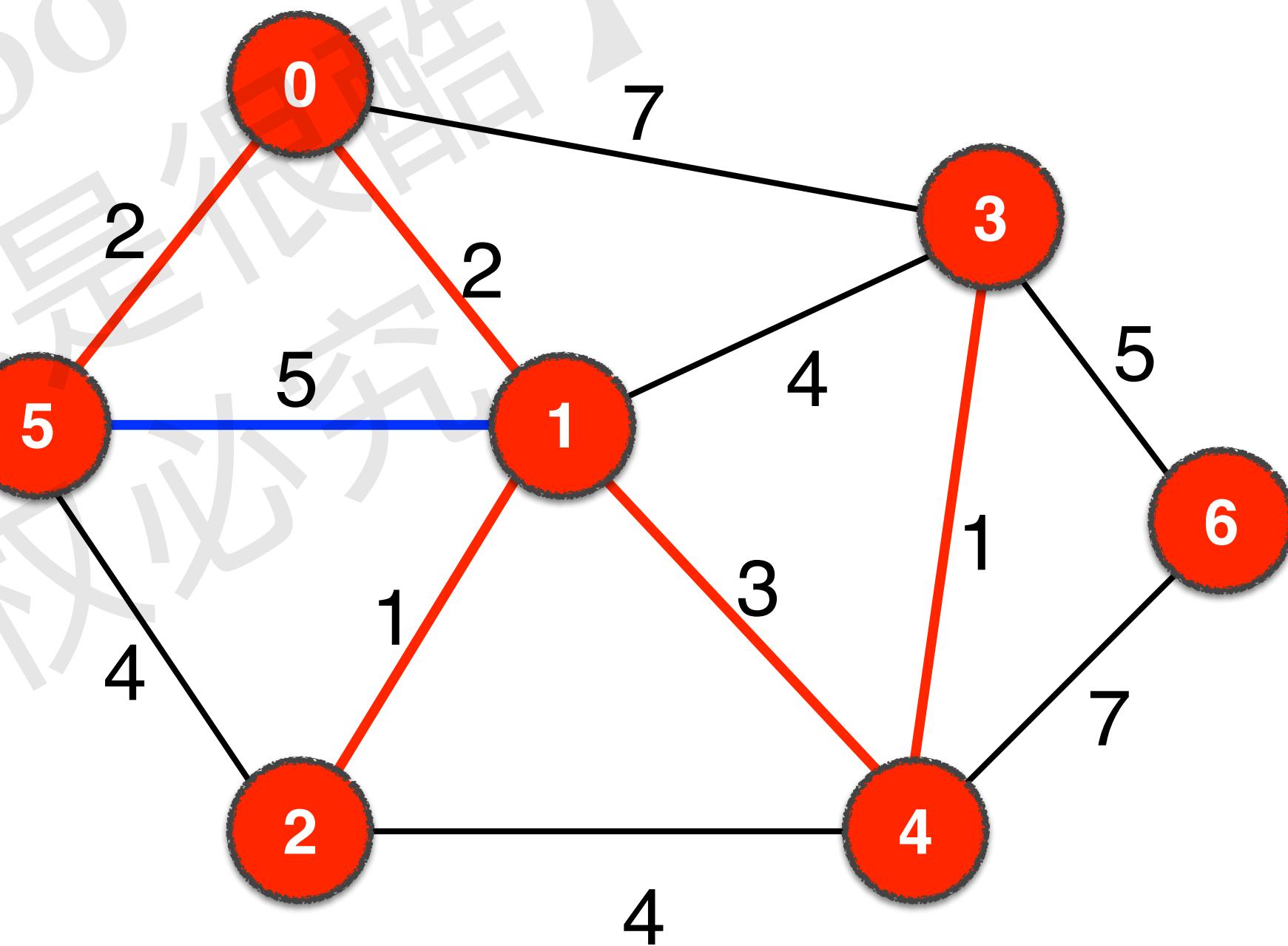
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

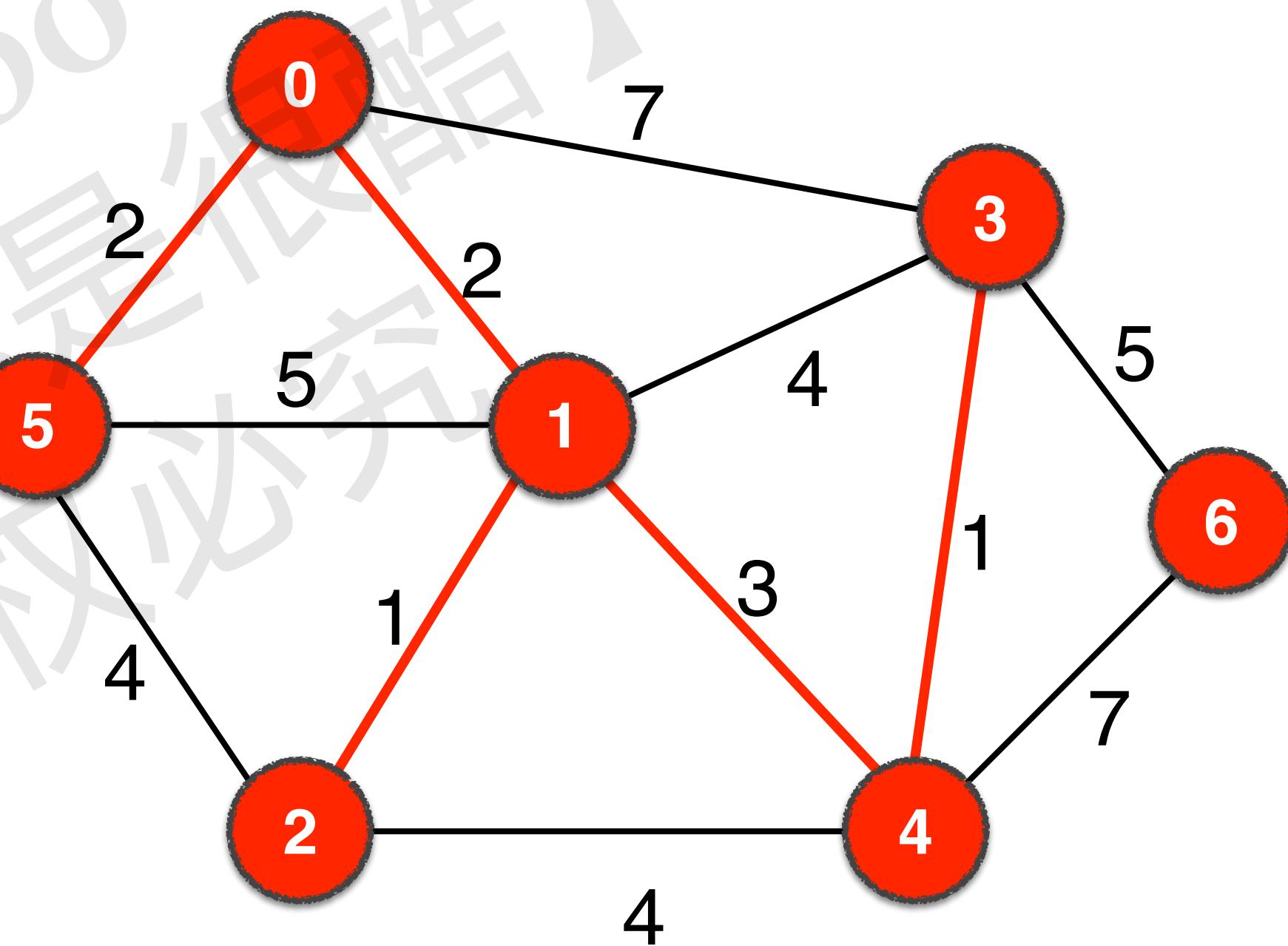
尽量使用短边



最小生成树

算法思想

尽量使用短边



最小生成树

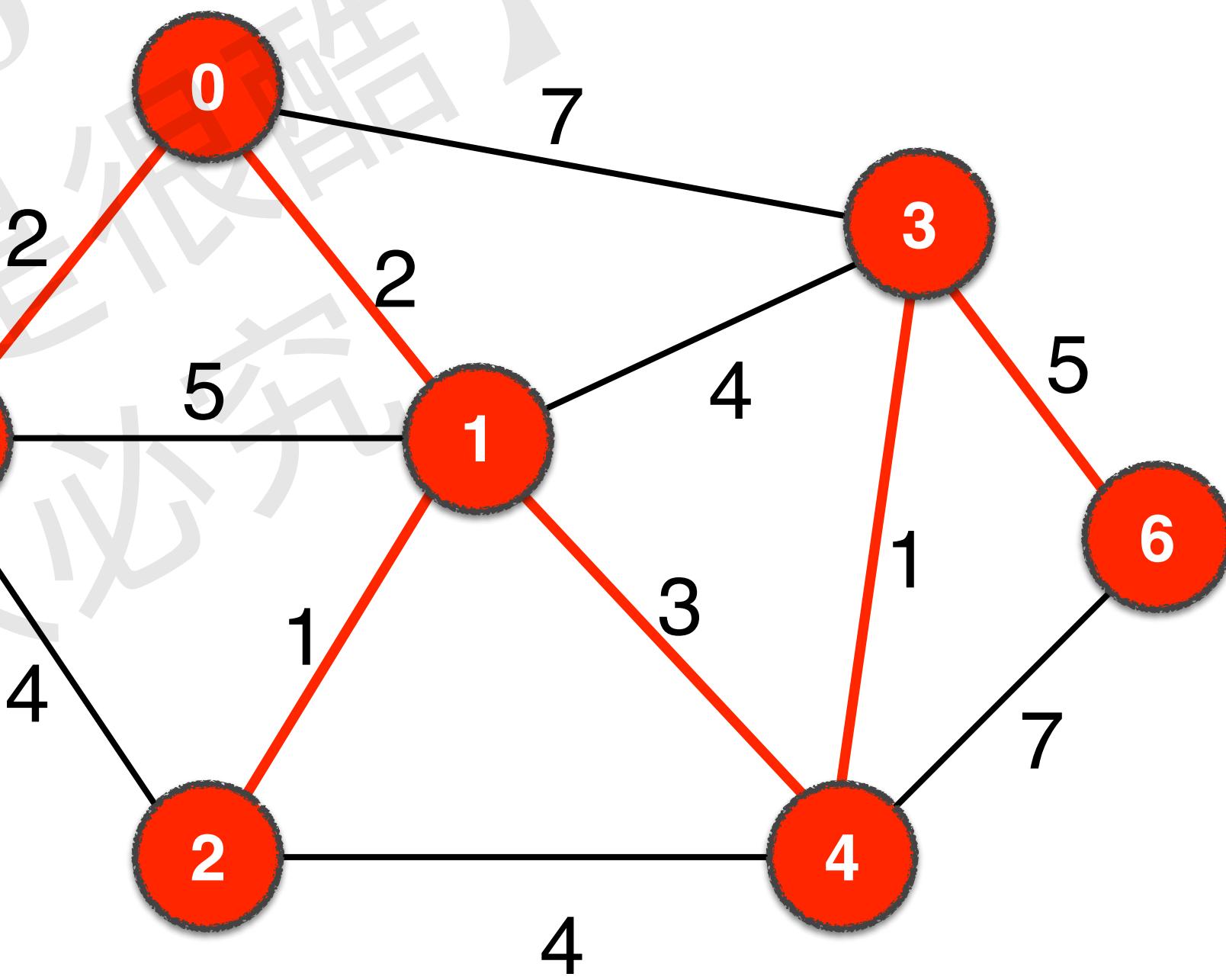
算法思想

尽量使用短边

Kruskal 算法

这个算法为什么是正确的?

贪心算法

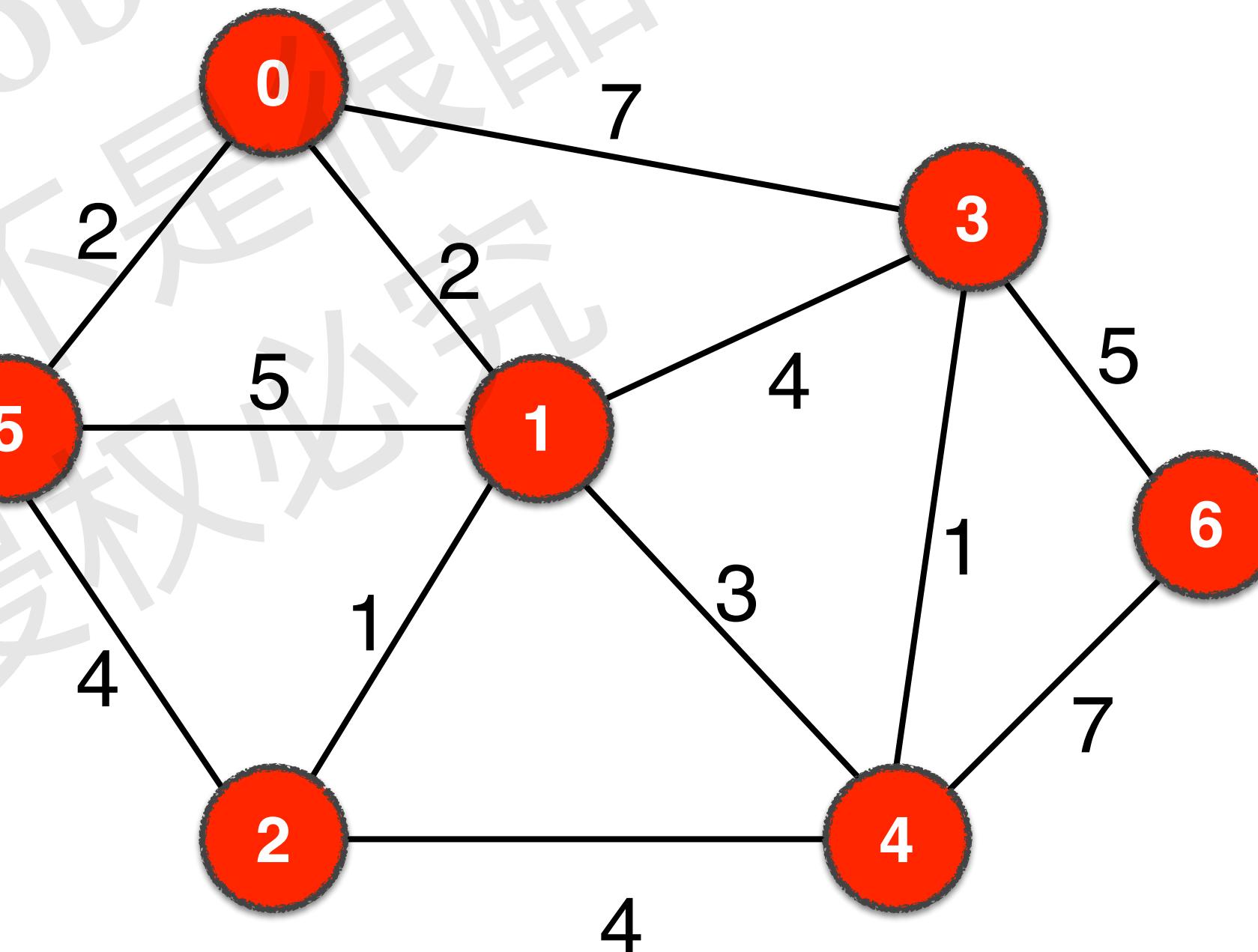


切分定理

liuyubobobo

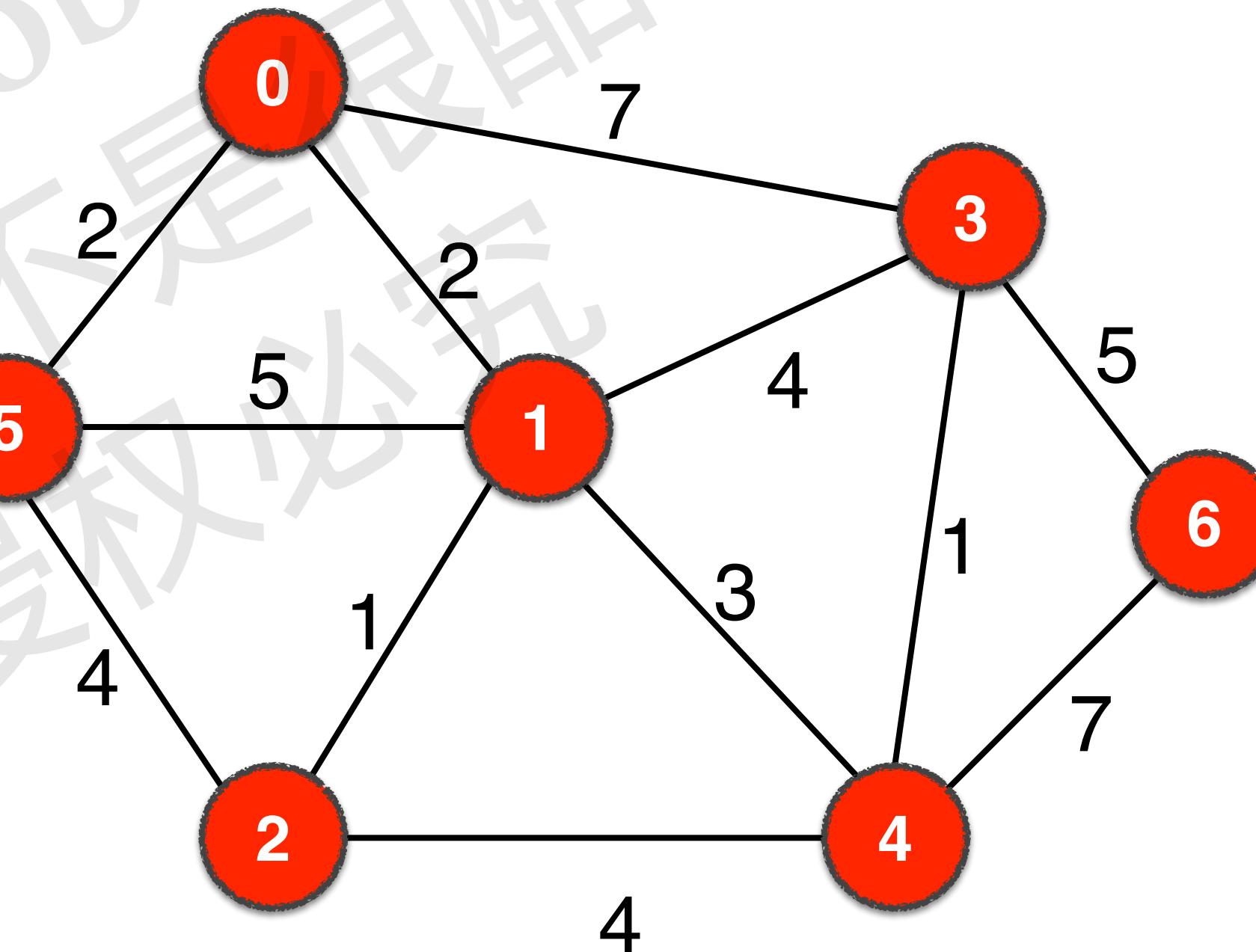
切分定理

图中的顶点分为两部分，
就称为一个切分。



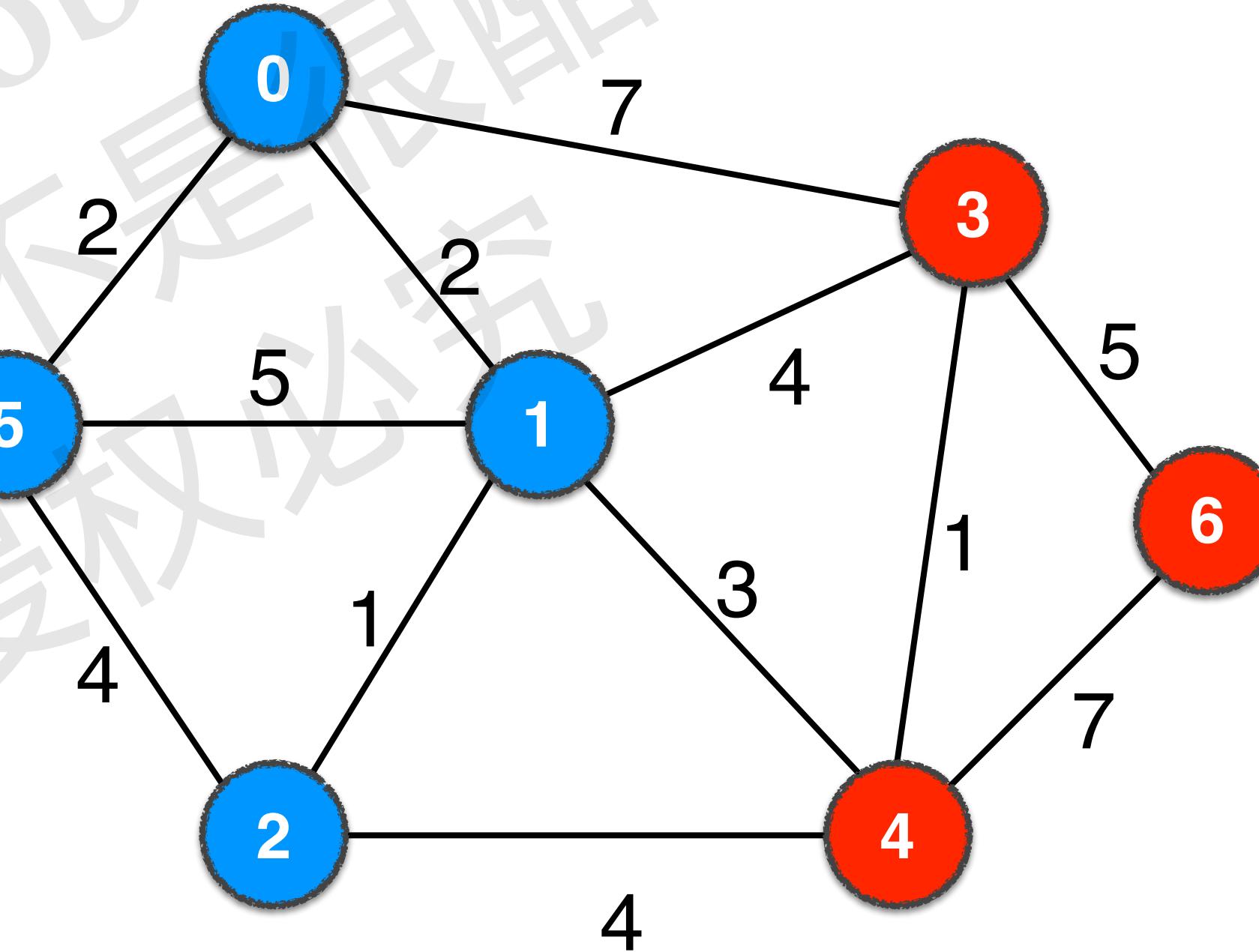
切分定理

图中的顶点分为两部分，
就称为一个切分。



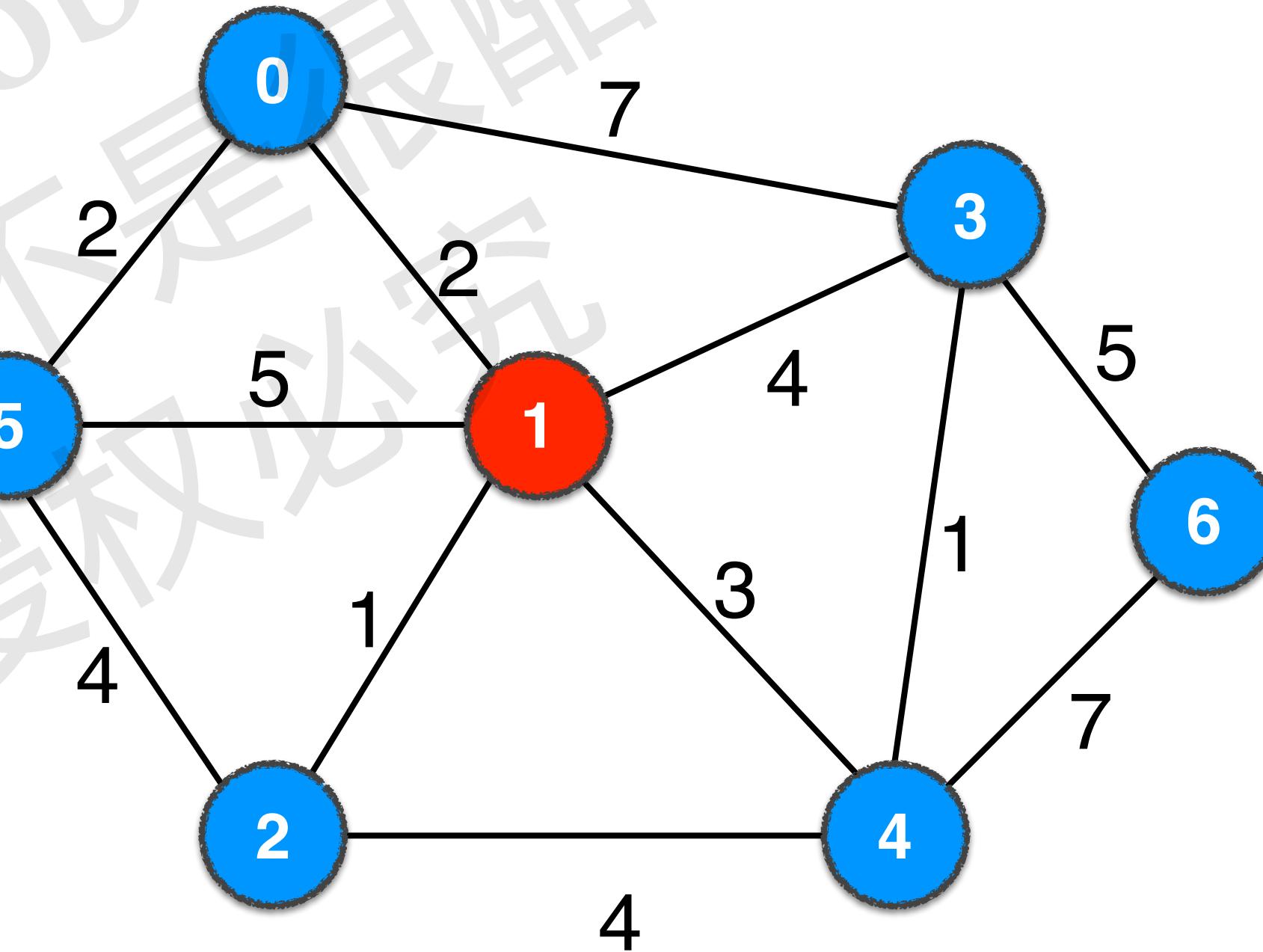
切分定理

图中的顶点分为两部分，
就称为一个切分。



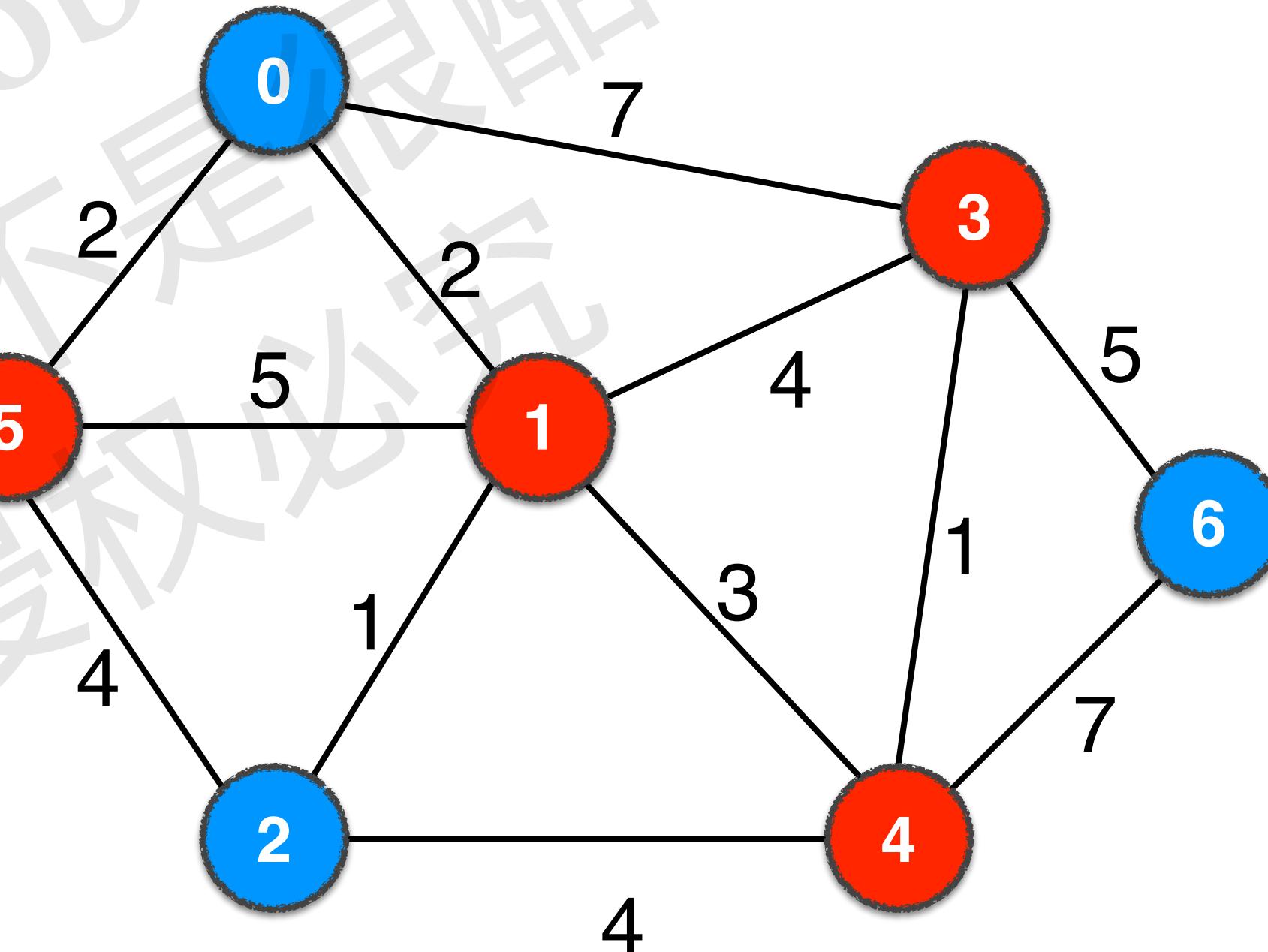
切分定理

图中的顶点分为两部分，
就称为一个切分。



切分定理

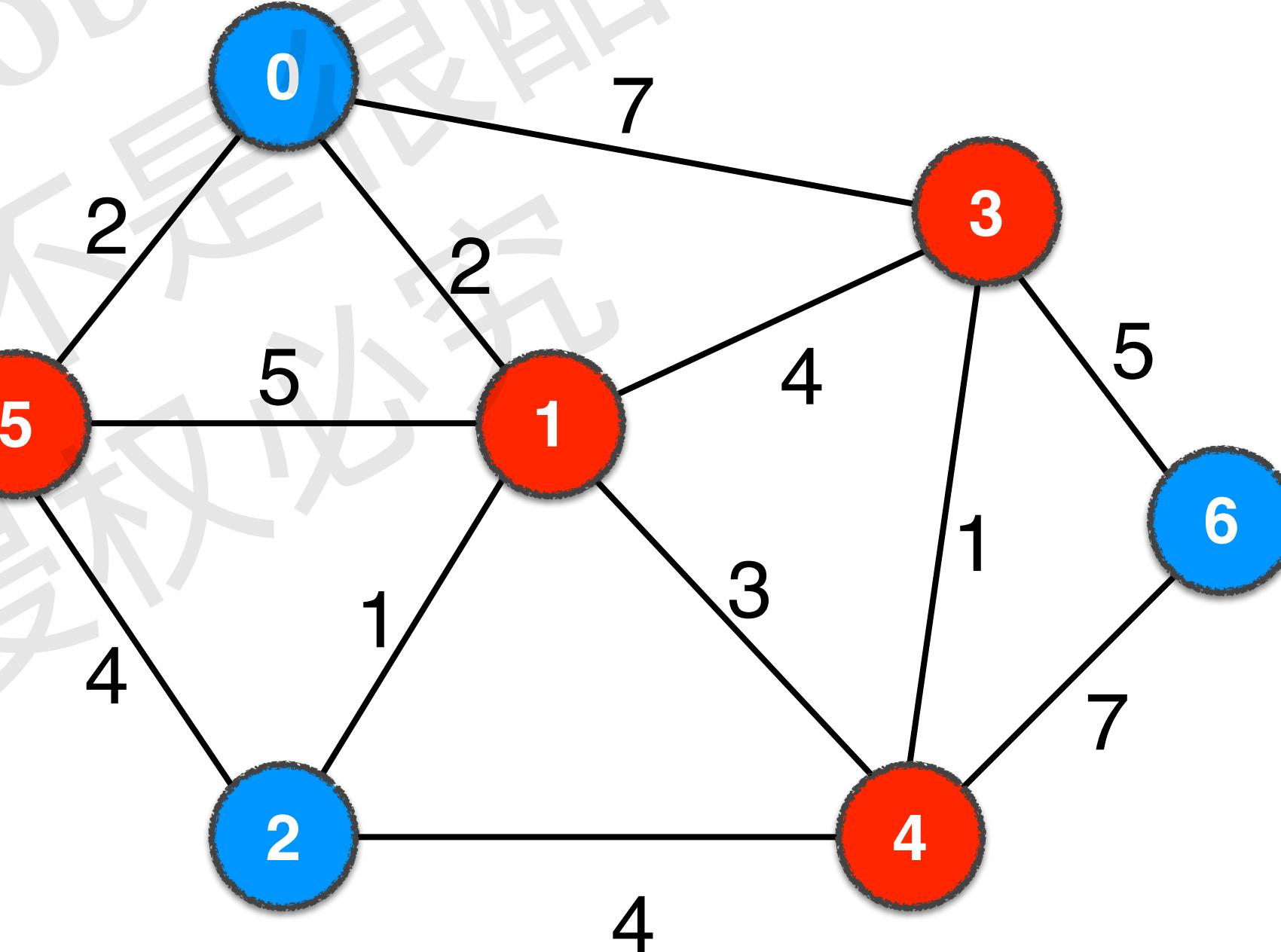
图中的顶点分为两部分，
就称为一个切分。



切分定理

图中的顶点分为两部分，
就称为一个切分。

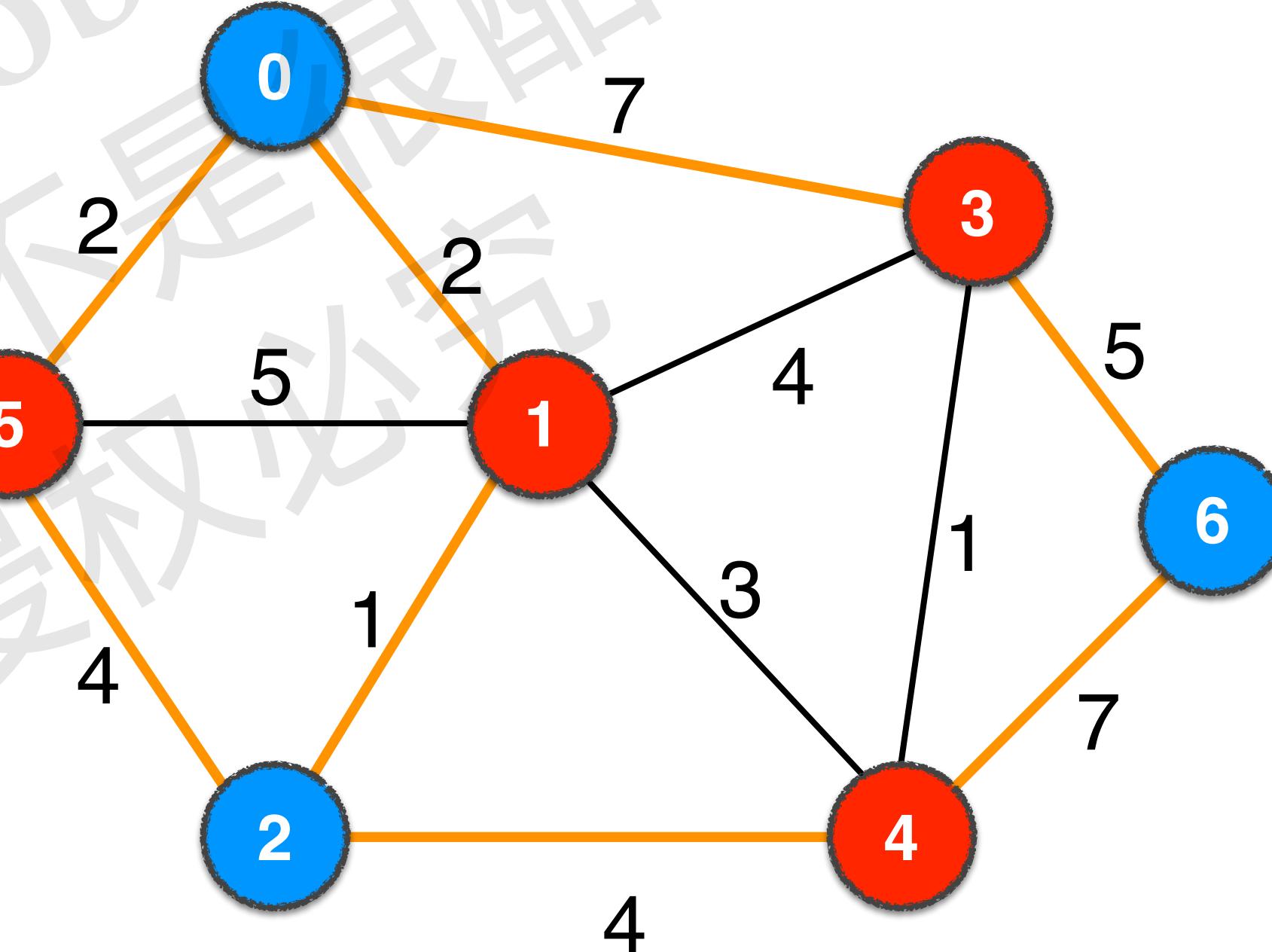
如果一个边的两个端点，属于切分不同的
两边，这个边称为横切边。



切分定理

图中的顶点分为两部分，
就称为一个切分。

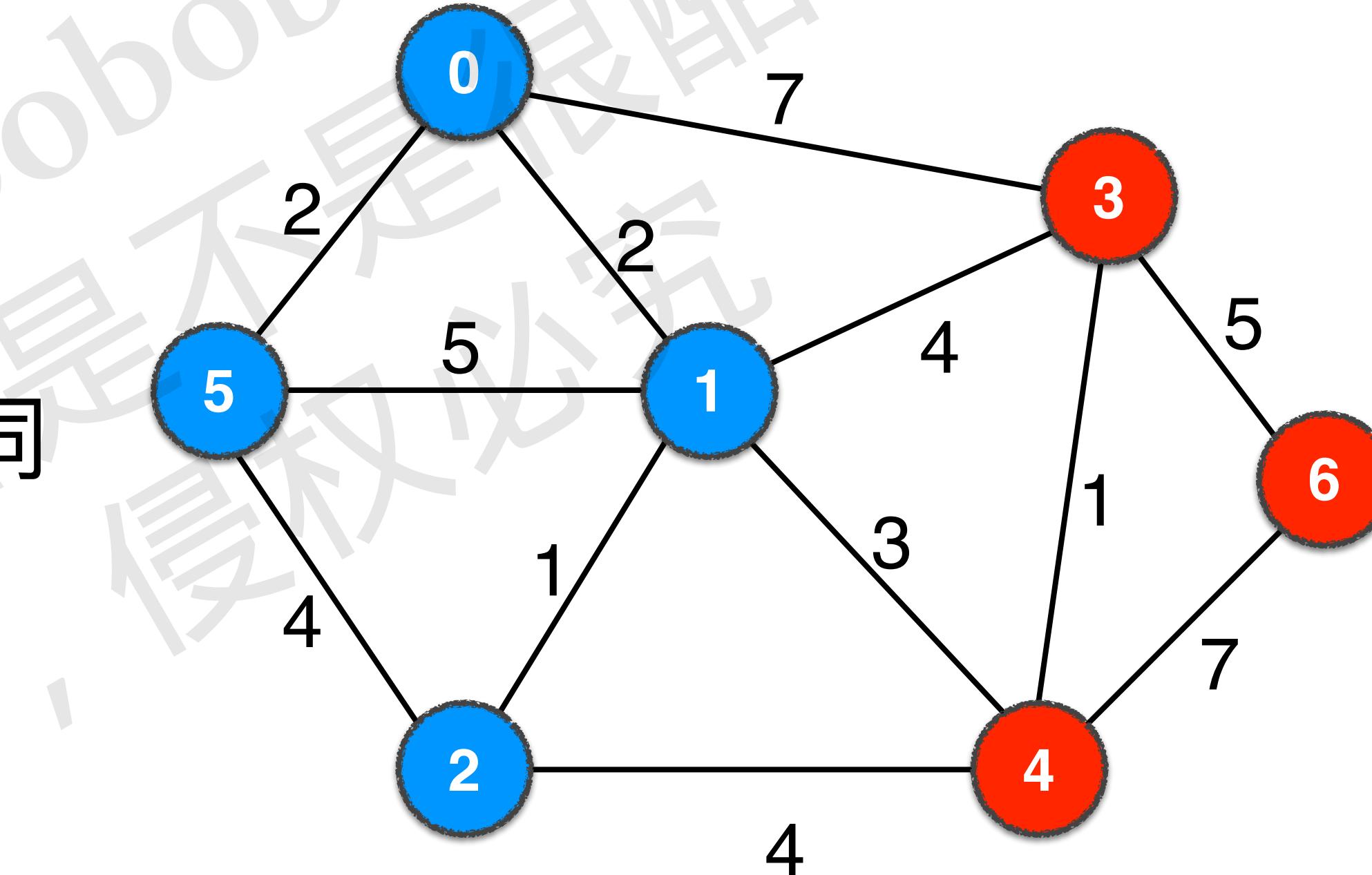
如果一个边的两个端点，属于切分不同的两边，这个边称为横切边。



切分定理

图中的顶点分为两部分，
就称为一个切分。

如果一个边的两个端点，属于切分不同的
两边，这个边称为横切边。

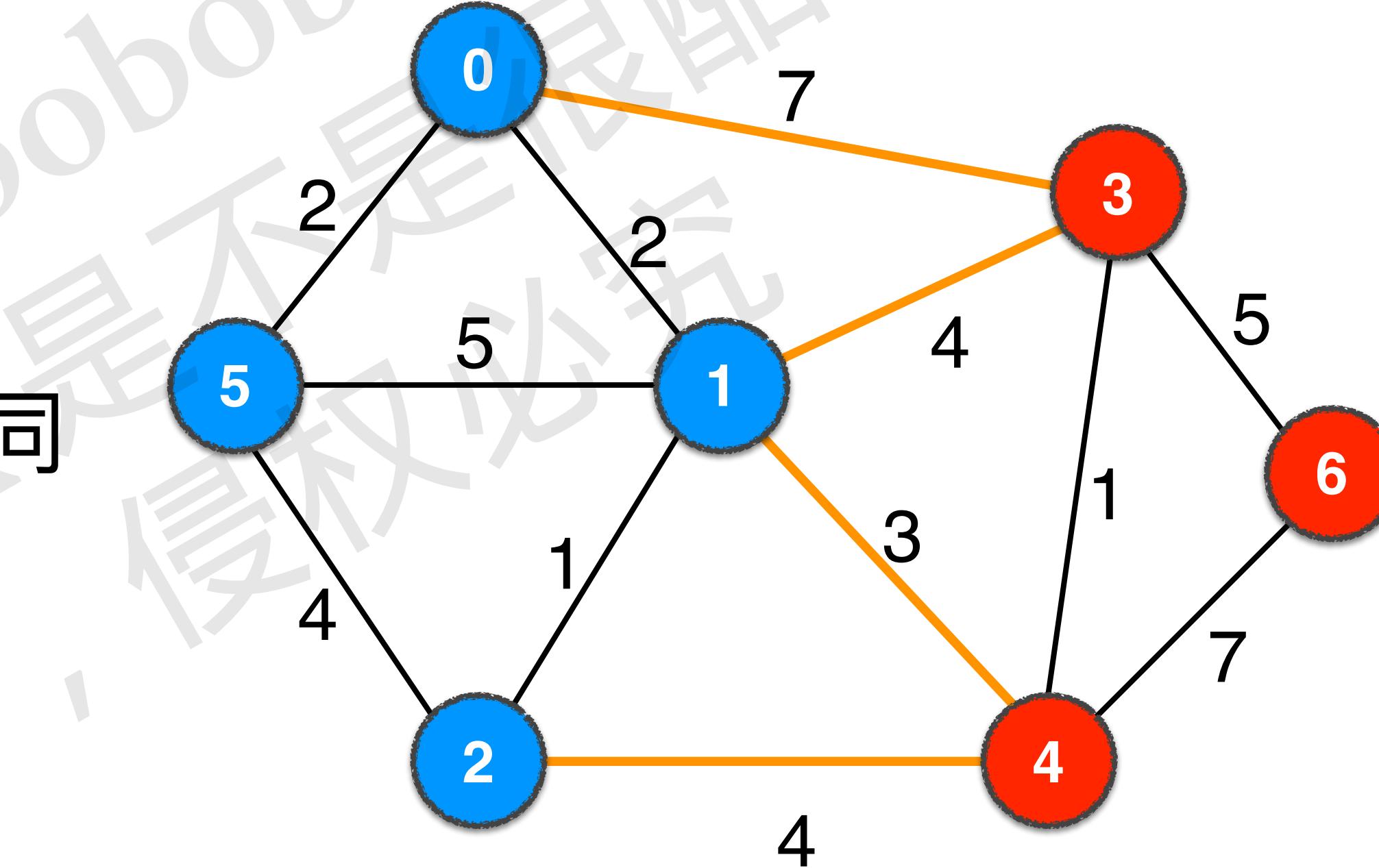


切分定理

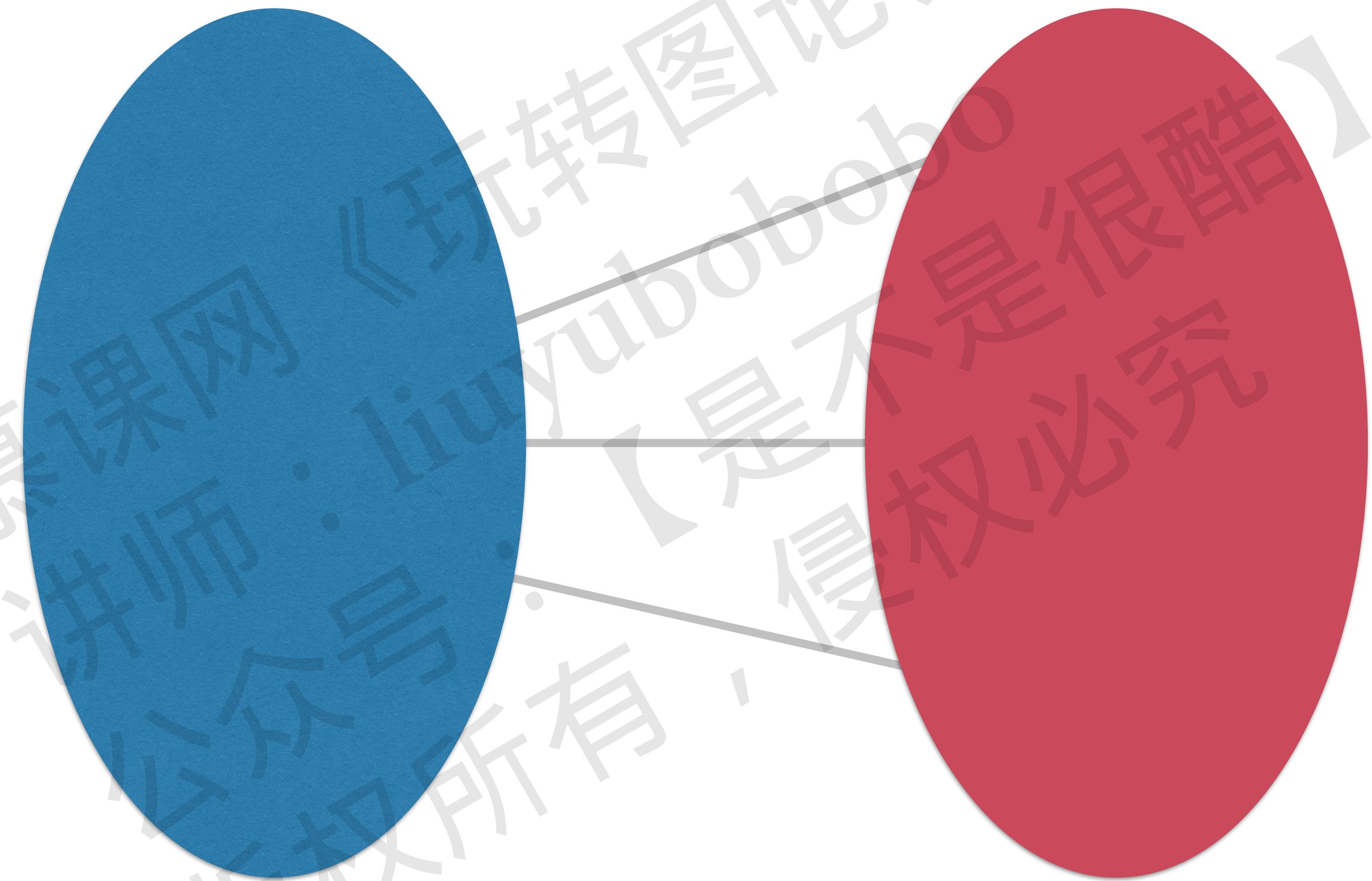
图中的顶点分为两部分，
就称为一个切分。

如果一个边的两个端点，属于切分不同的两边，这个边称为横切边。

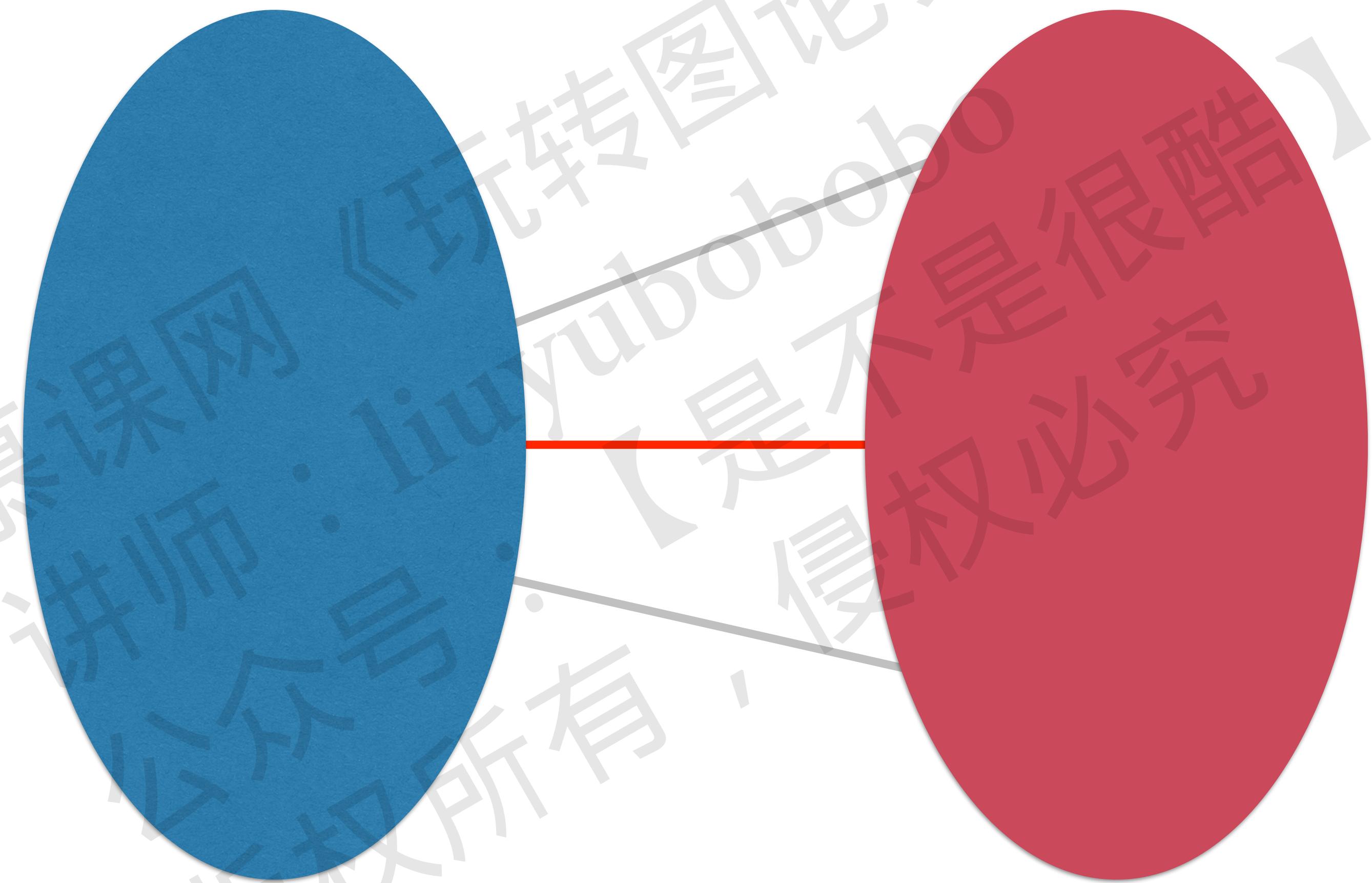
横切边中的最短边，属于最小生成树



切分定理

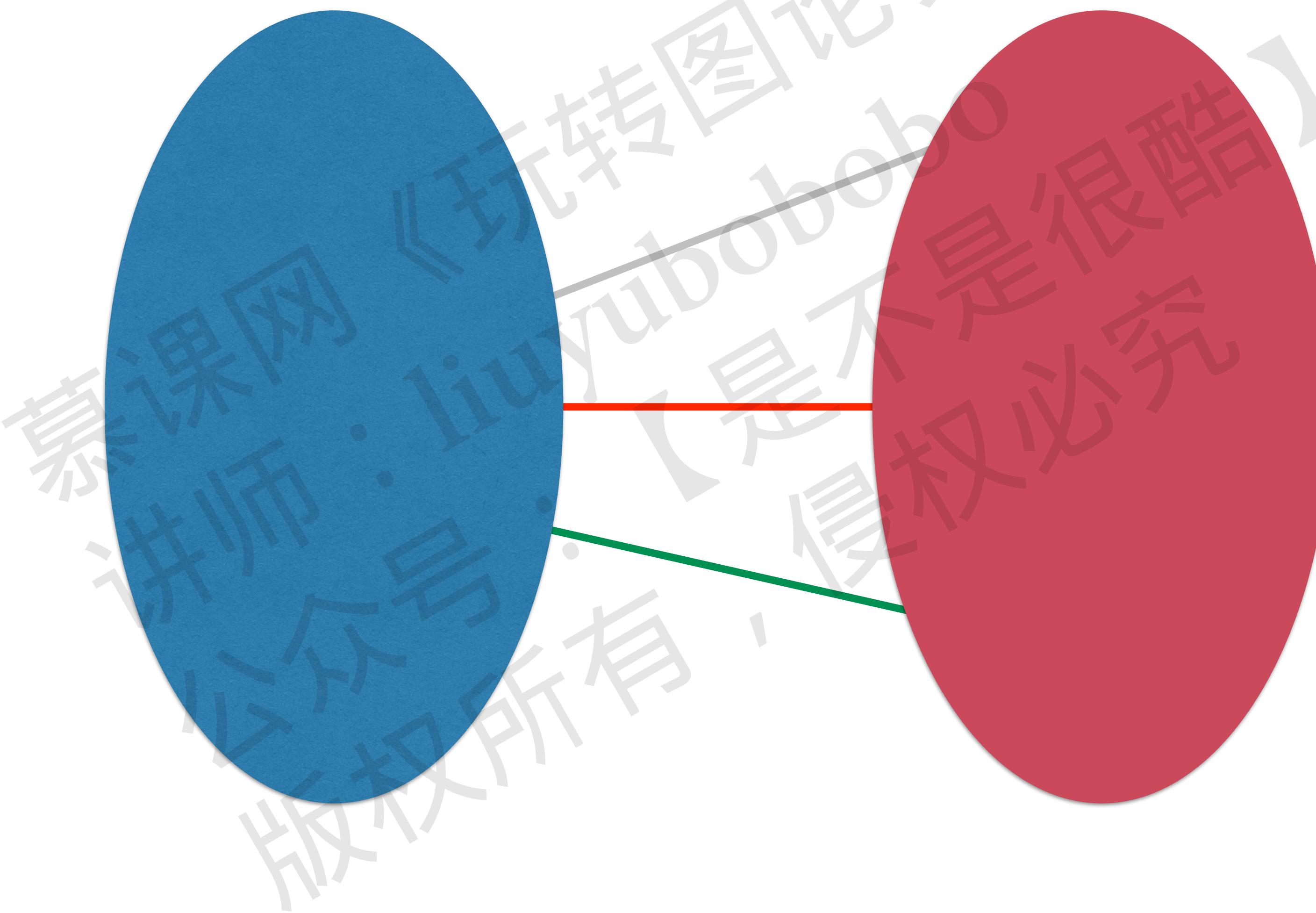


切分定理



《玩转图论》计算法
liuyubobobo
大是大非，极权所有，
慕课网《玩转图论》

切分定理

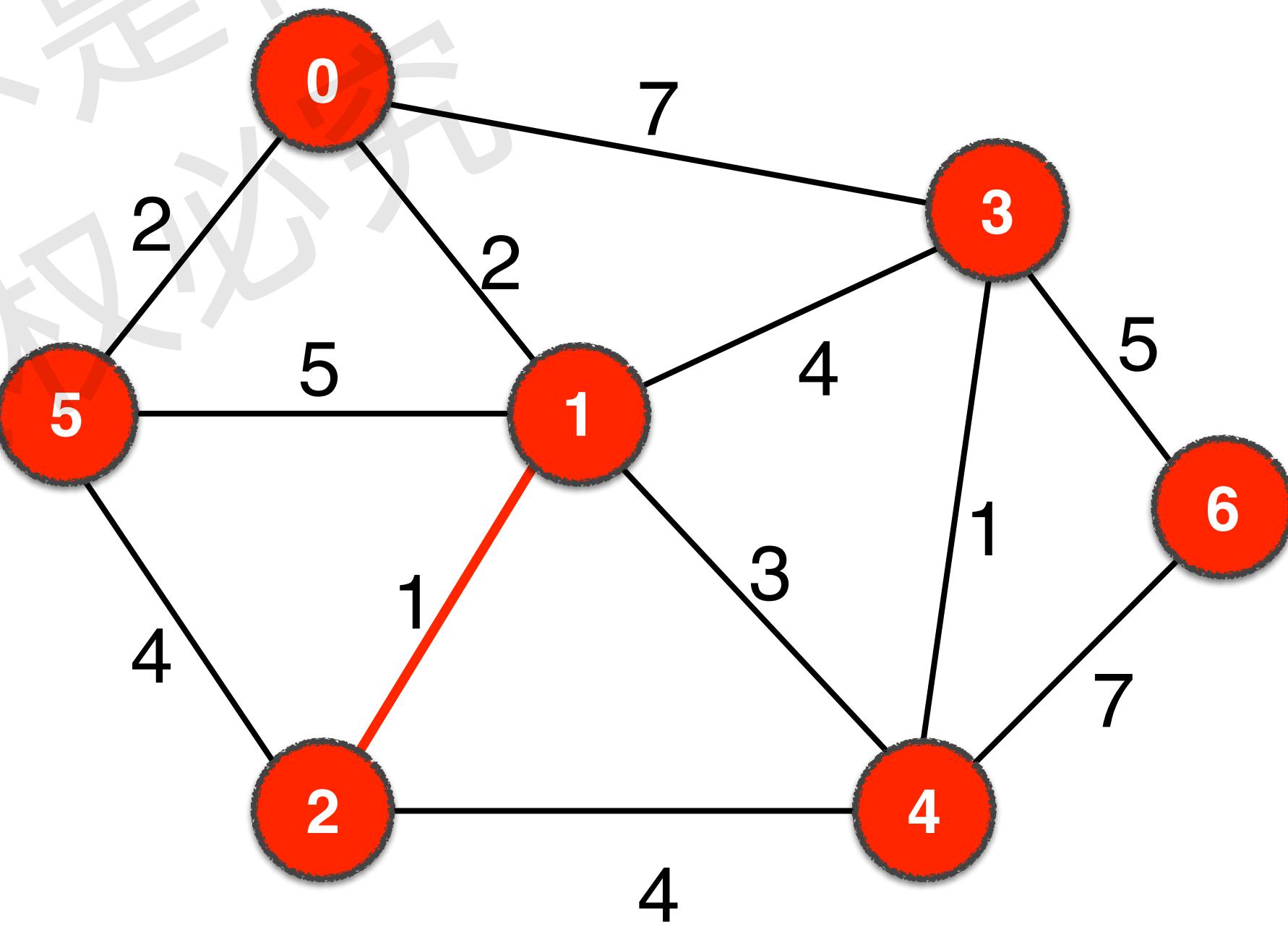


切分定理

Kruskal 算法每次选择一个最短边，如果这个边没有形成环：

相当于是对一个切分，选择了最短横切边

这个证明还不够严谨



Kruskal 算法的实现

liuyubobobo

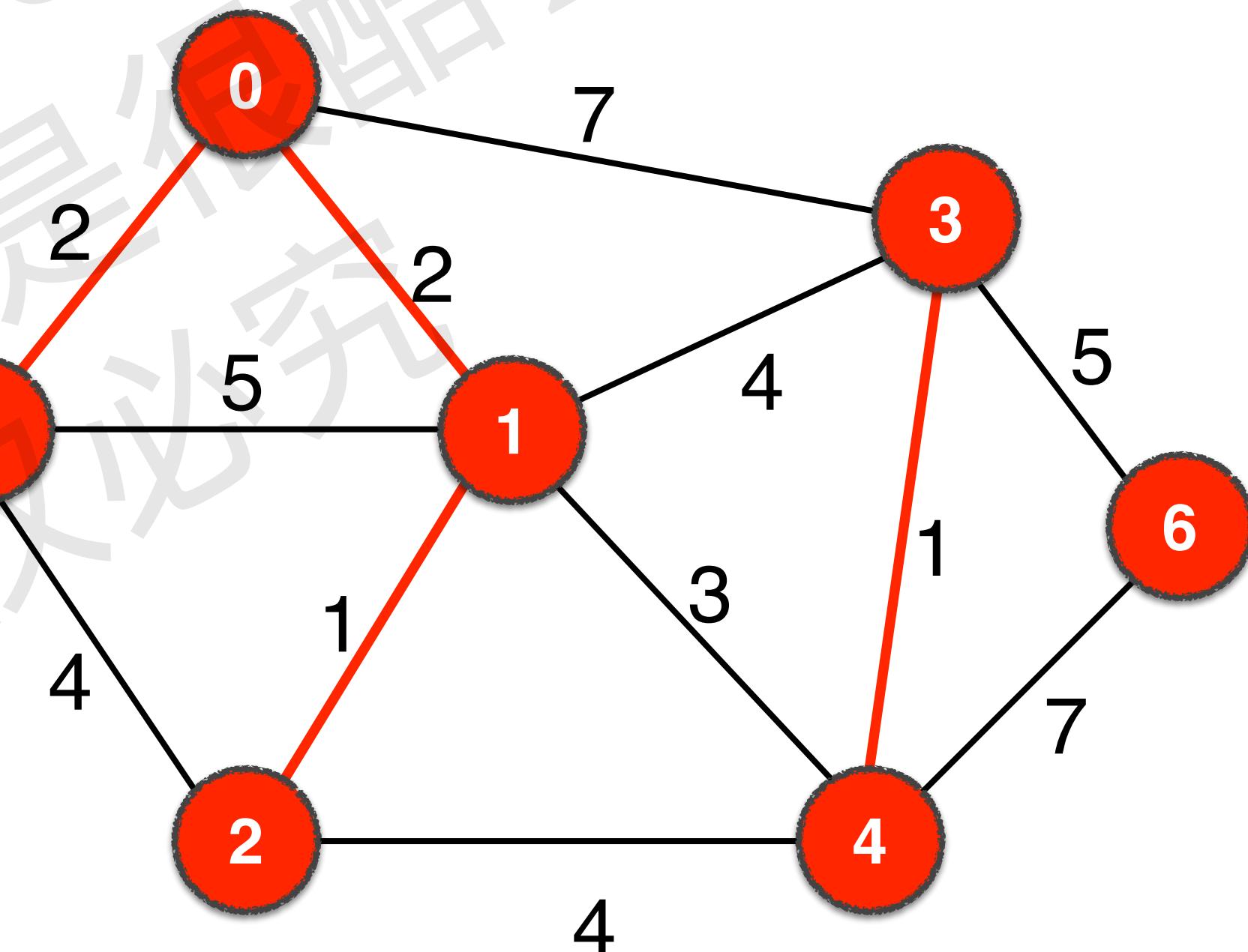
编程实践：实现 Kruskal 算法

慕课网 · liuyibobobo · 《玩转图论算法》

Kruskal 算法中的快速环判断

liuyubobobo

如何判断是否形成环？



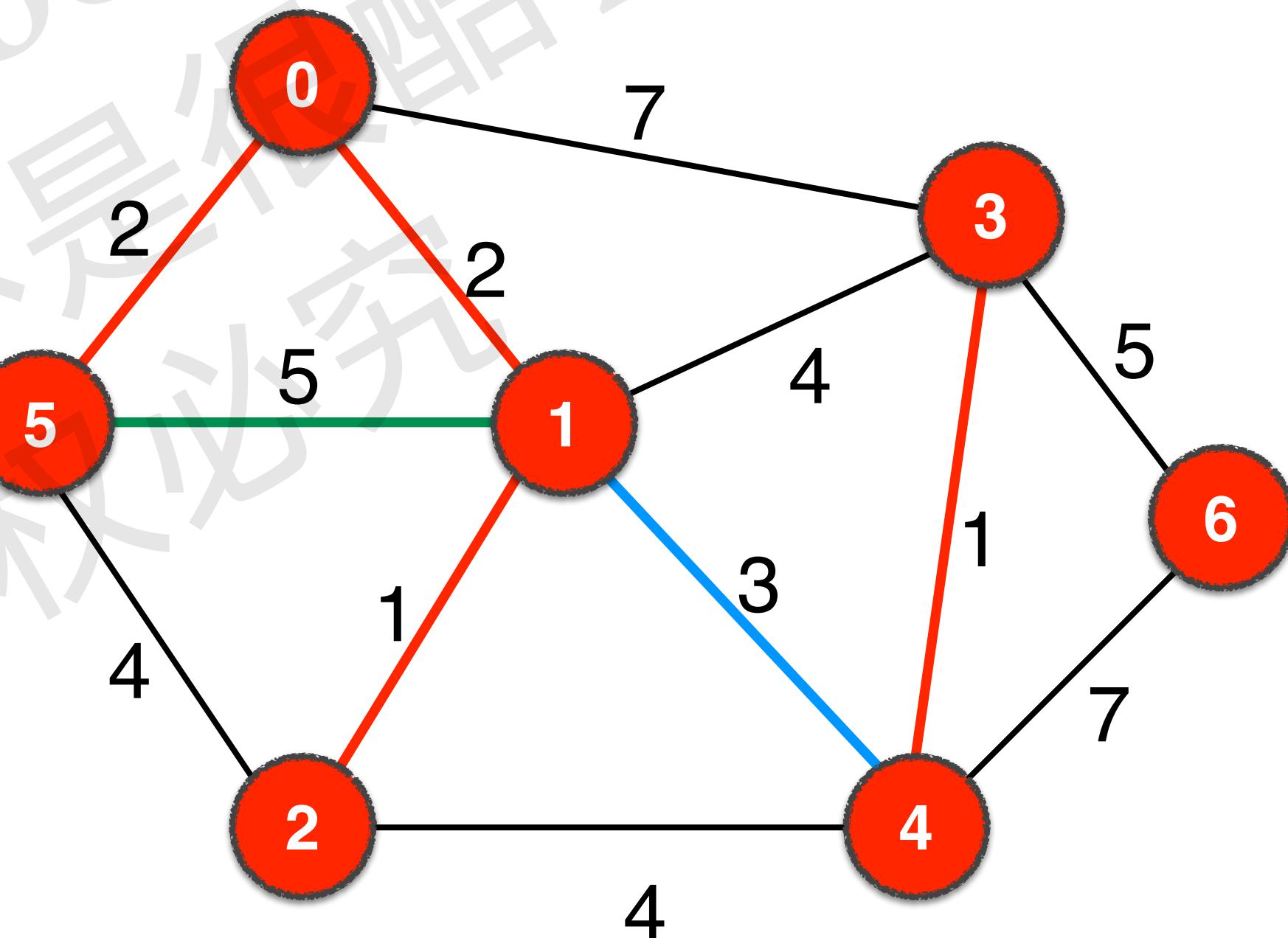
如何判断是否形成环？

判断连通性

DFS? 每次判断都是 $O(V+E)$

动态判断，回忆：6-6

使用并查集



如何判断是否形成环？

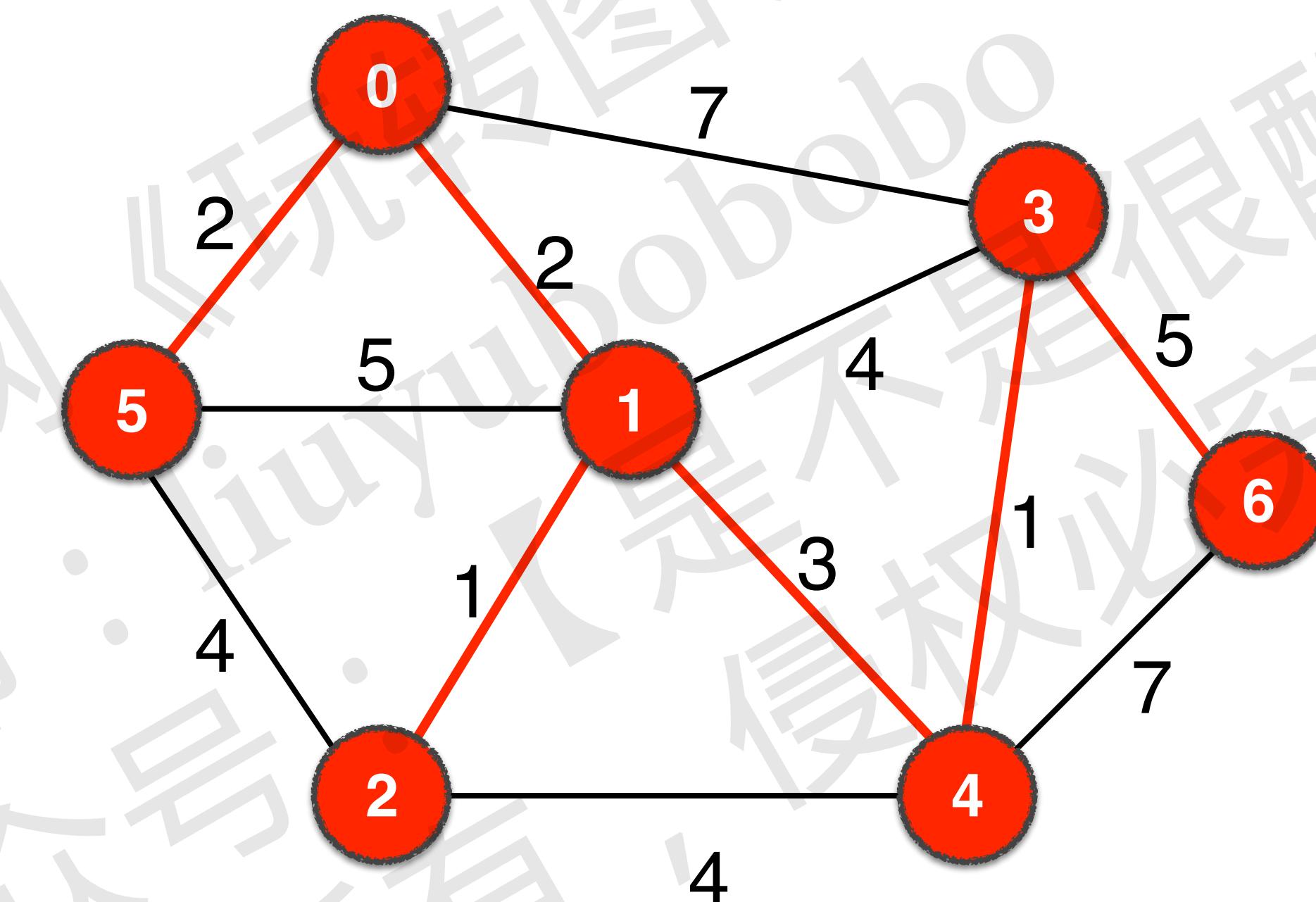
The screenshot shows a course landing page with the following details:

- Course Title:** 玩转算法系列--玩转数据结构 更适合0算法基础入门到进阶 (java版) (Mastering Algorithms Series -- Master Data Structures, Suitable for Beginner to Advanced Java Version)
- Description:** 手把手从底层实现数据结构，层层深入，帮你提升编程内功 (Hand-teach from the bottom layer to implement data structures, gradually deepening, helping you improve programming skills)
- Price:** ¥ 299.00
- Purchase Options:** 花呗付款 (Huabei Payment), 京东白条 (JD Baijie), 有可用优惠券 (Has Available Discount Vouchers)
- Course Metrics:** 难度 中级 (Difficulty: Intermediate), 时长 25小时 (Duration: 25 hours), 学习人数 4524 (Number of Learners: 4524), 好评度 99.9% (Good Review Rate: 99.9%)
- Action Buttons:** 收藏 (Bookmark), 分享 (Share) icons for QQ, Weibo, and WeChat, and an 'Enter Course' button.

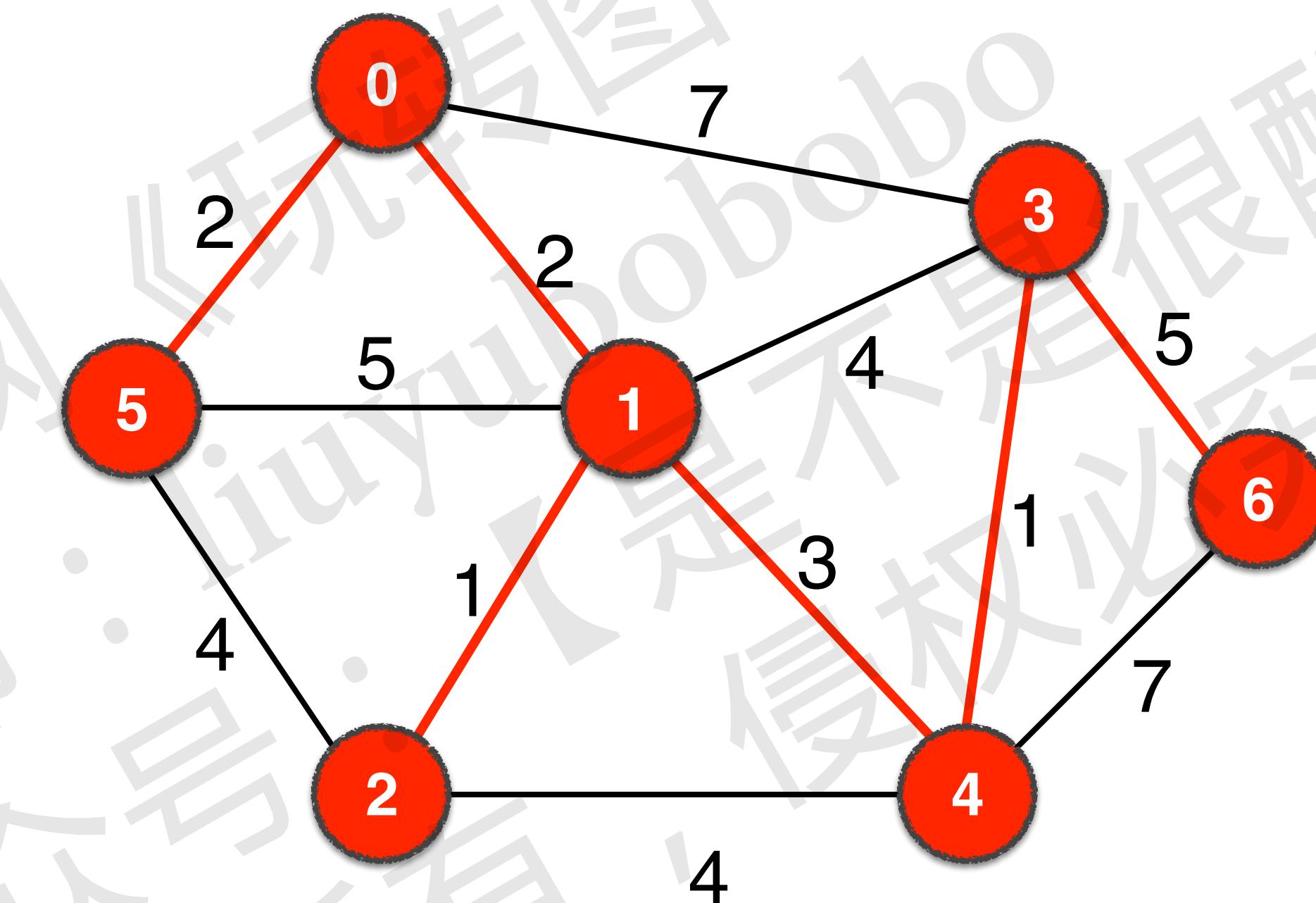
编程实践：继续实现 Kruskal 算法

慕课师 · liuyan · 《是权必决》
讲师 · 公众所有 · 版权所有
《玩转图论算法》 · 法 · 酷很界

最小生成树



最小生成树



时间复杂度： $O(E \log E)$

Prim 算法

liuyubobobo

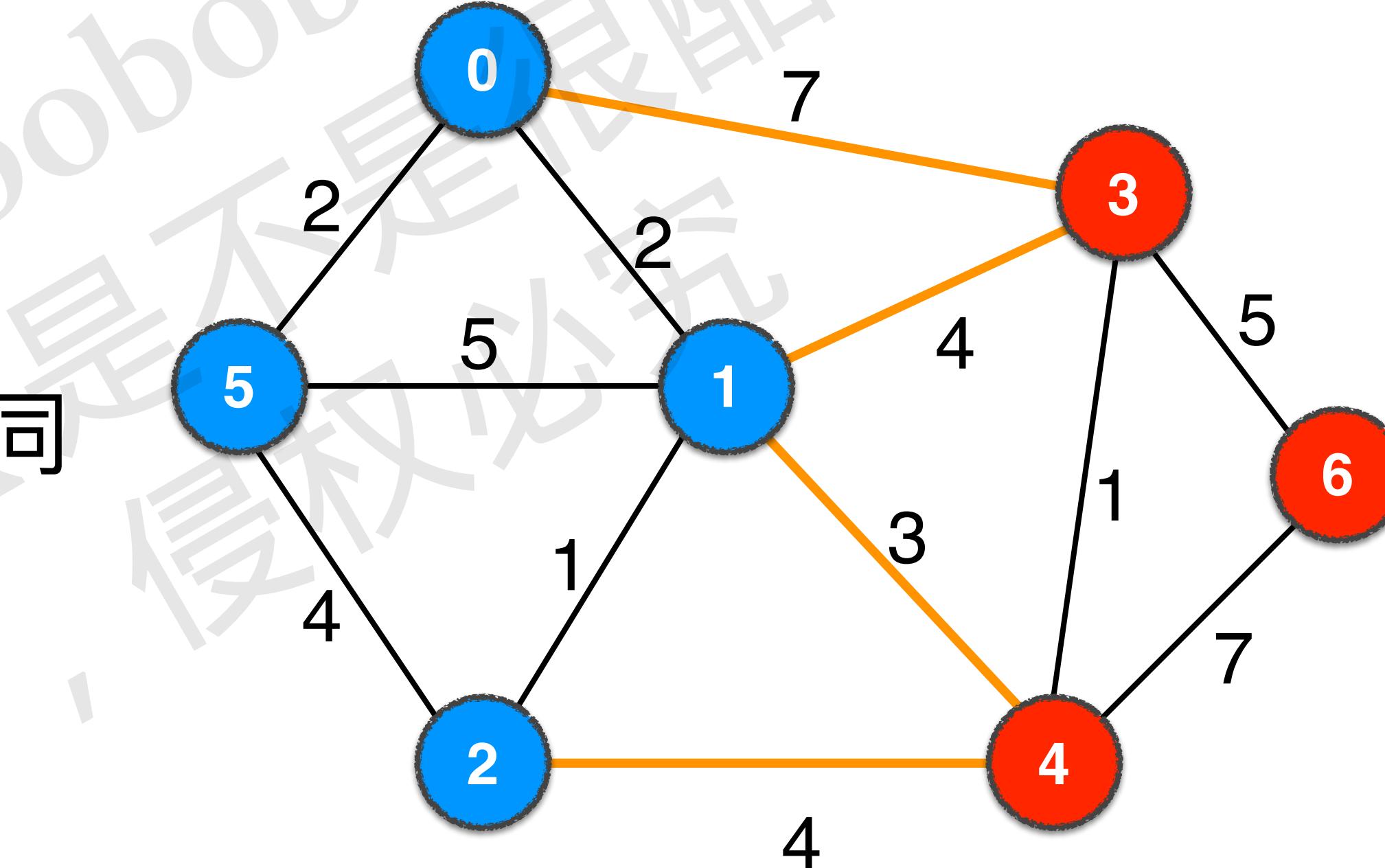
慕课网《玩转图论算法》
讲师：liuyubobobo
公众平台：跟着必乐
版权所有 © liuyubobobo

切分定理

图中的顶点分为两部分，
就称为一个切分。

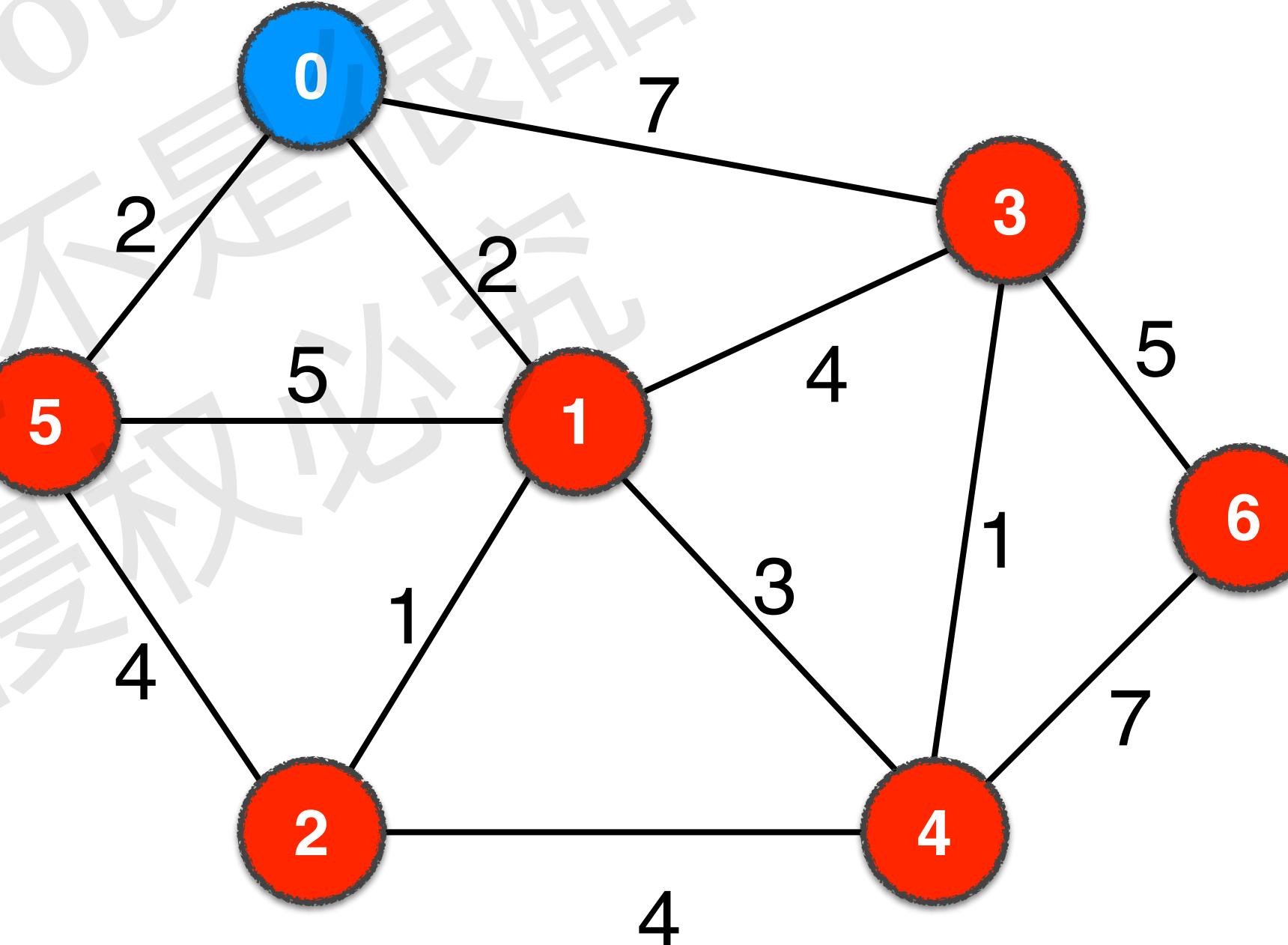
如果一个边的两个端点，属于切分不同的两边，这个边称为横切边。

横切边中的最短边，属于最小生成树



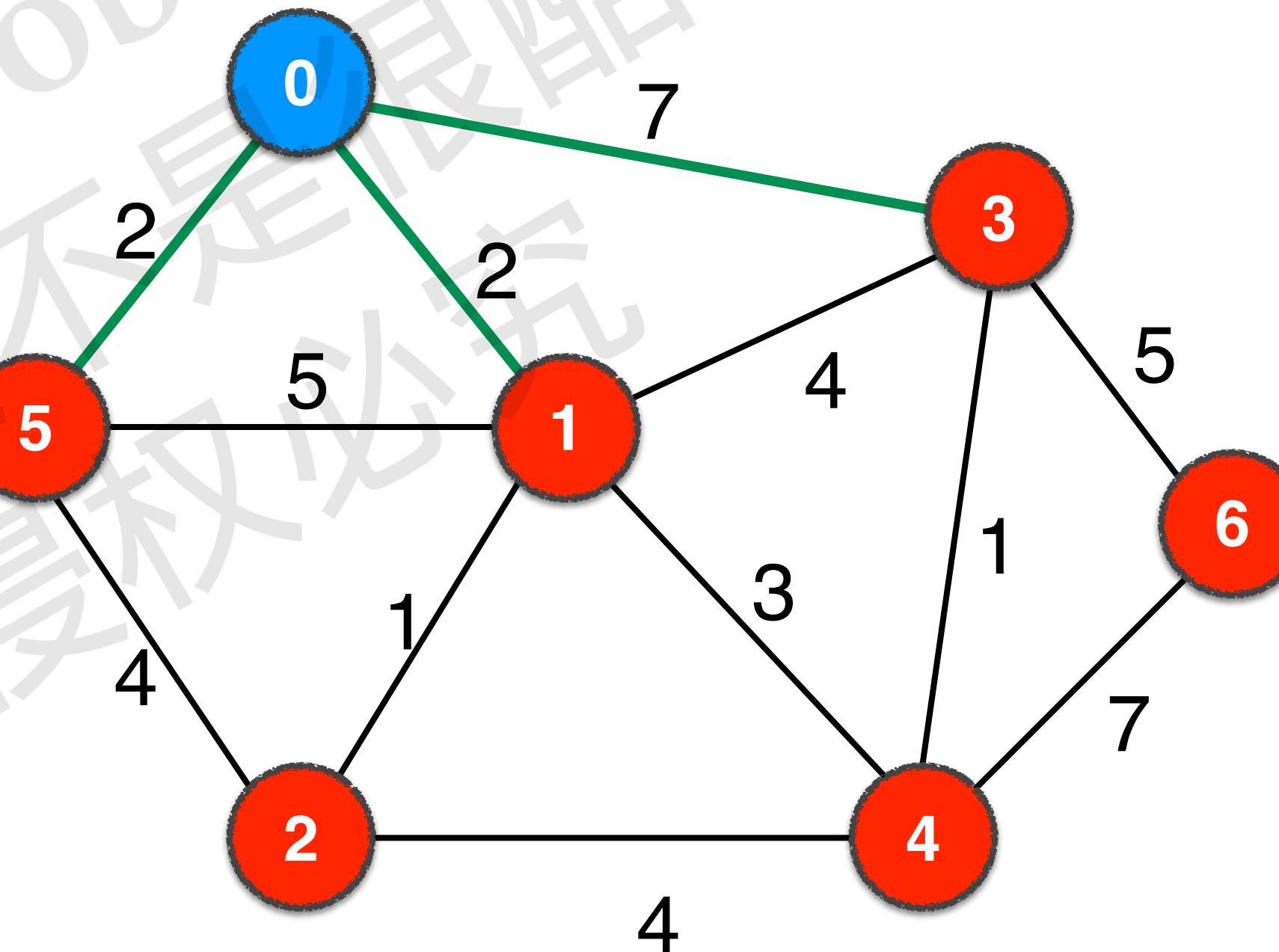
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



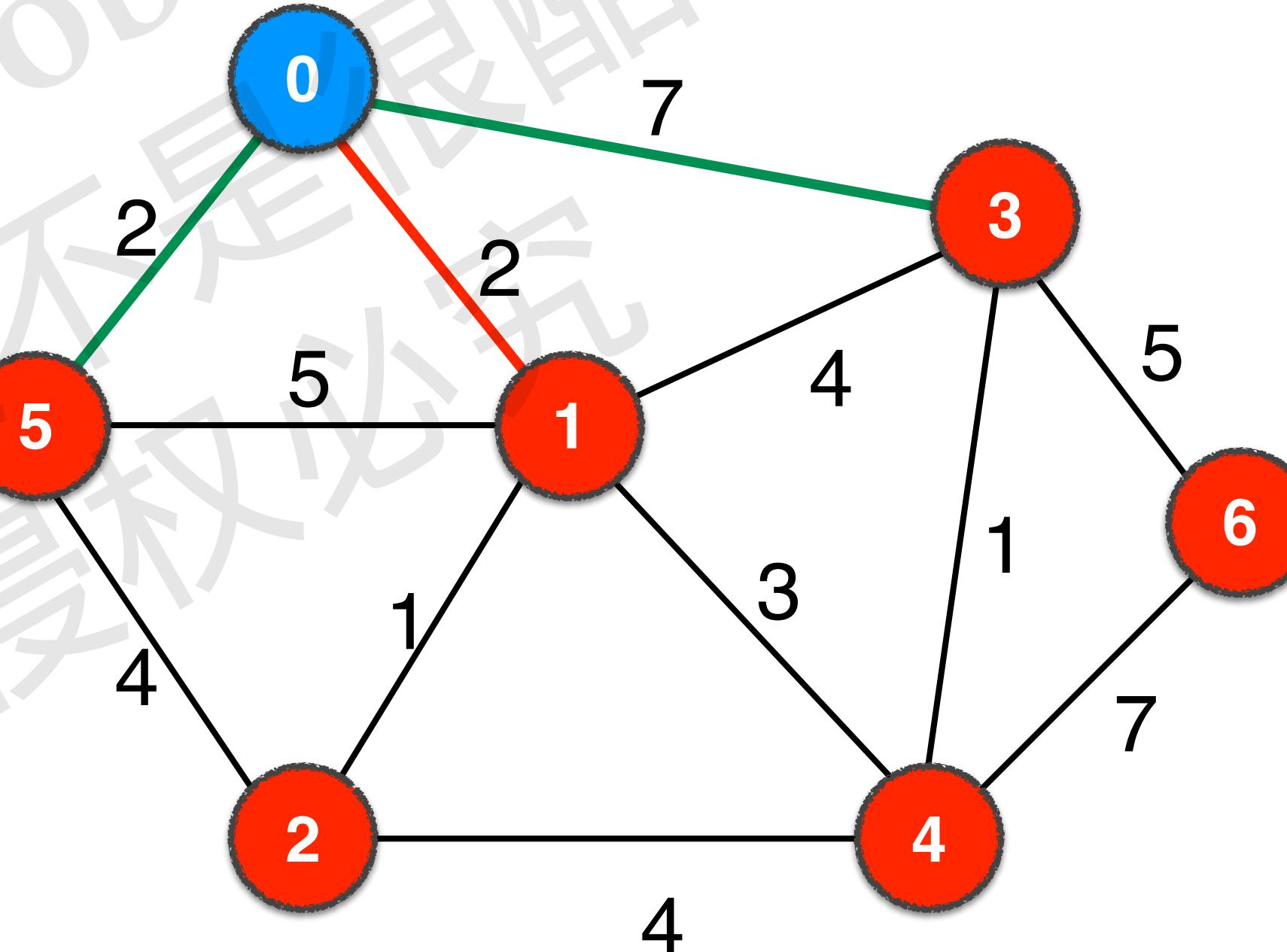
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



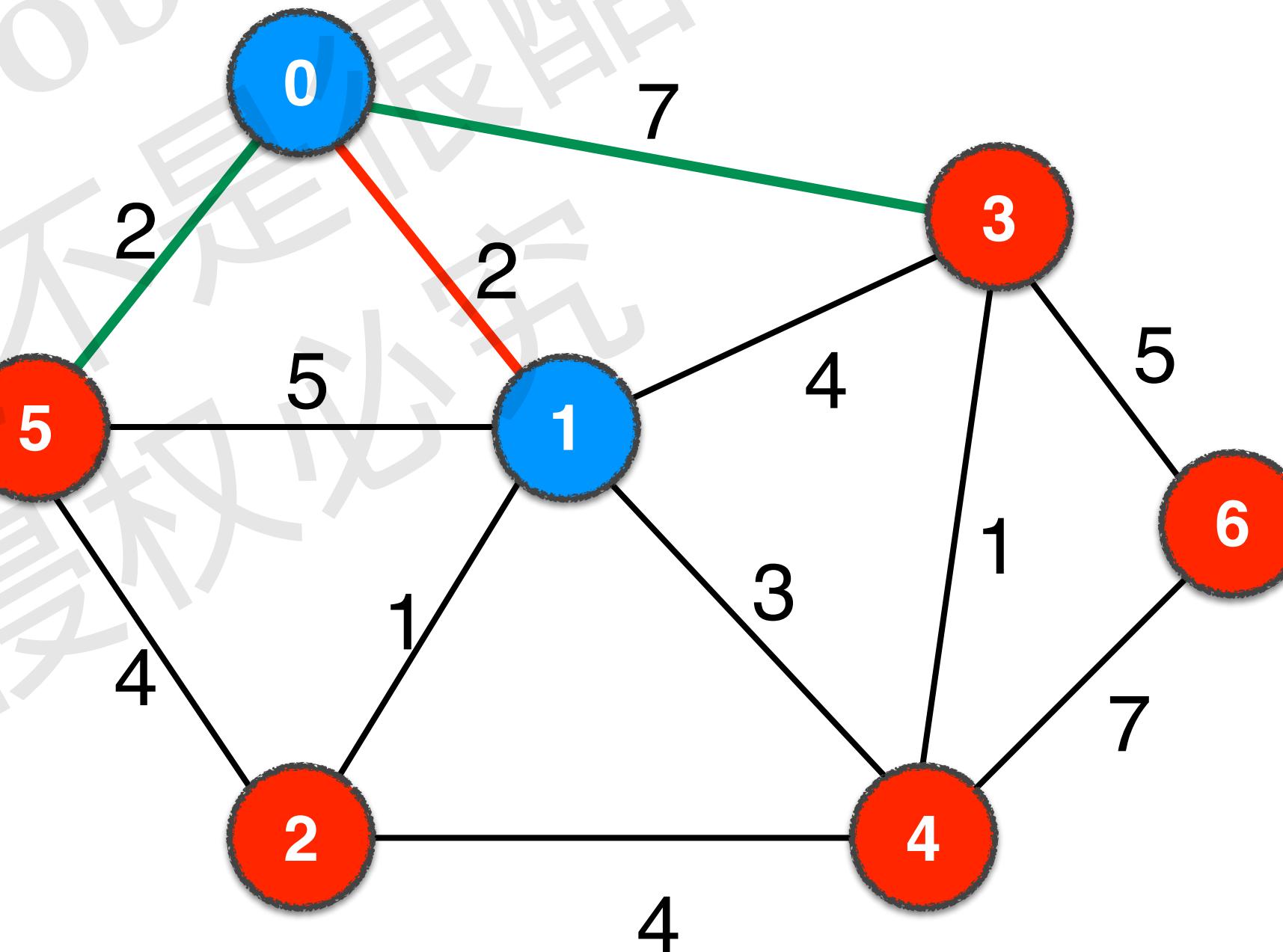
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



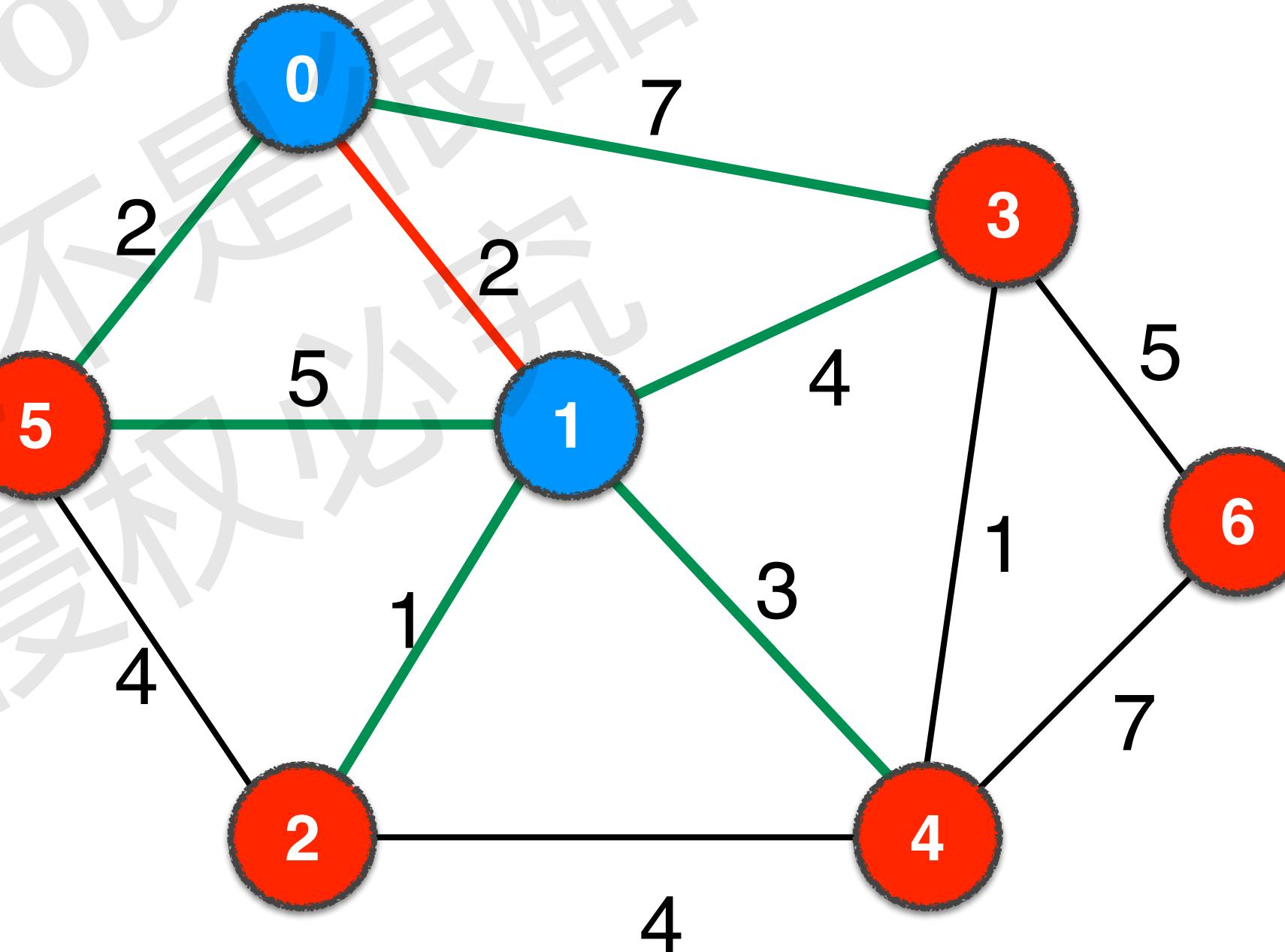
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



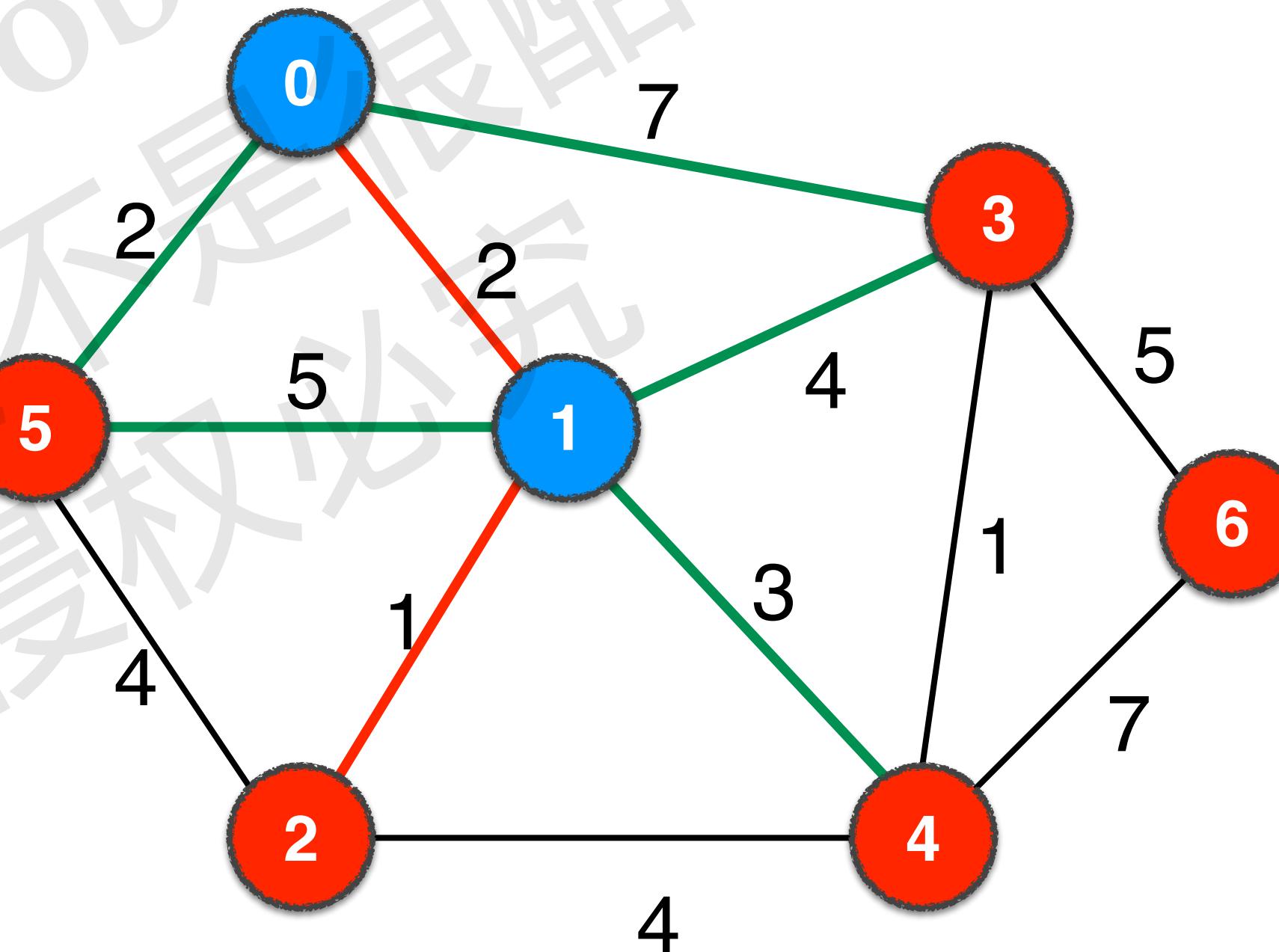
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



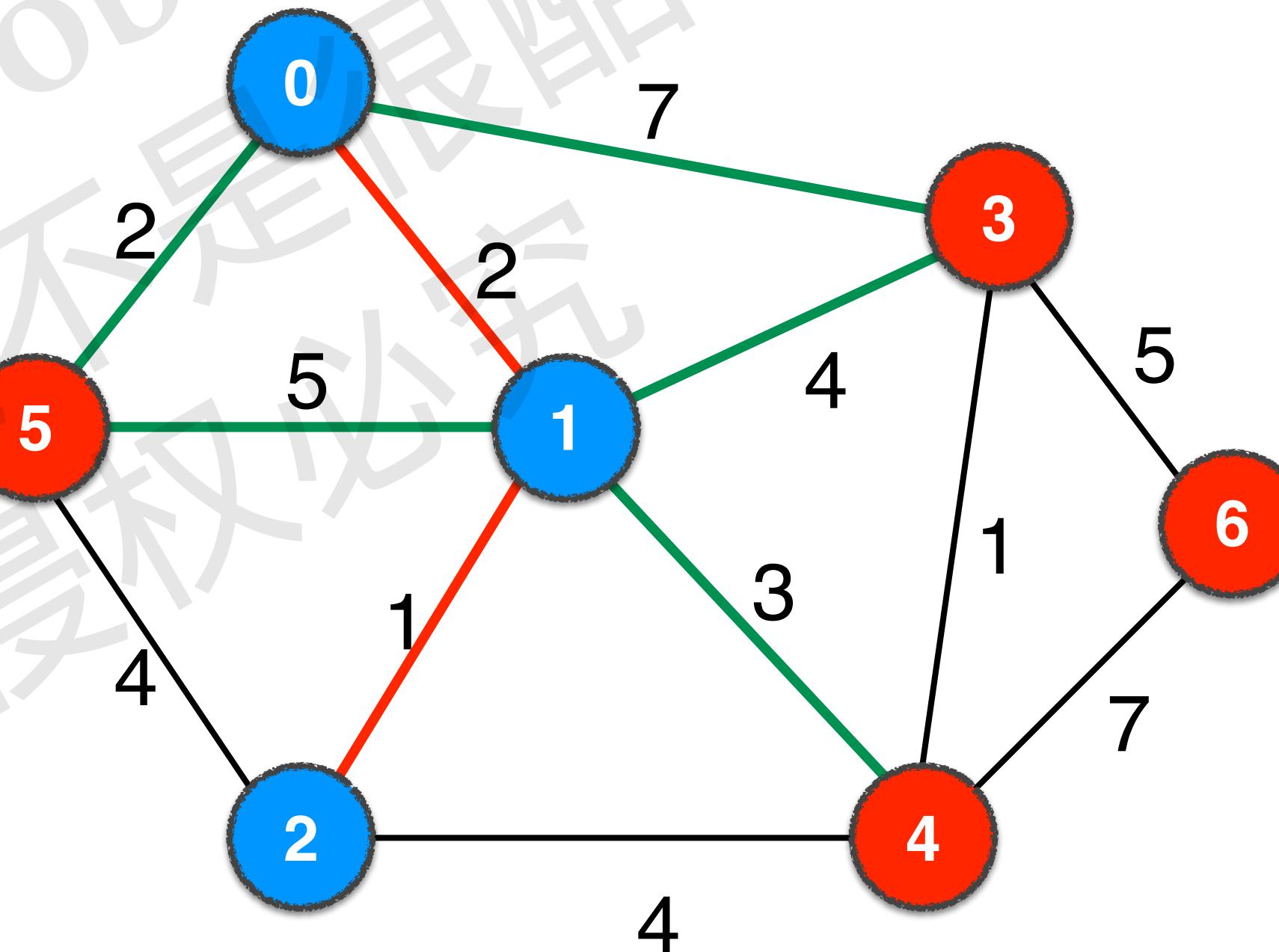
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



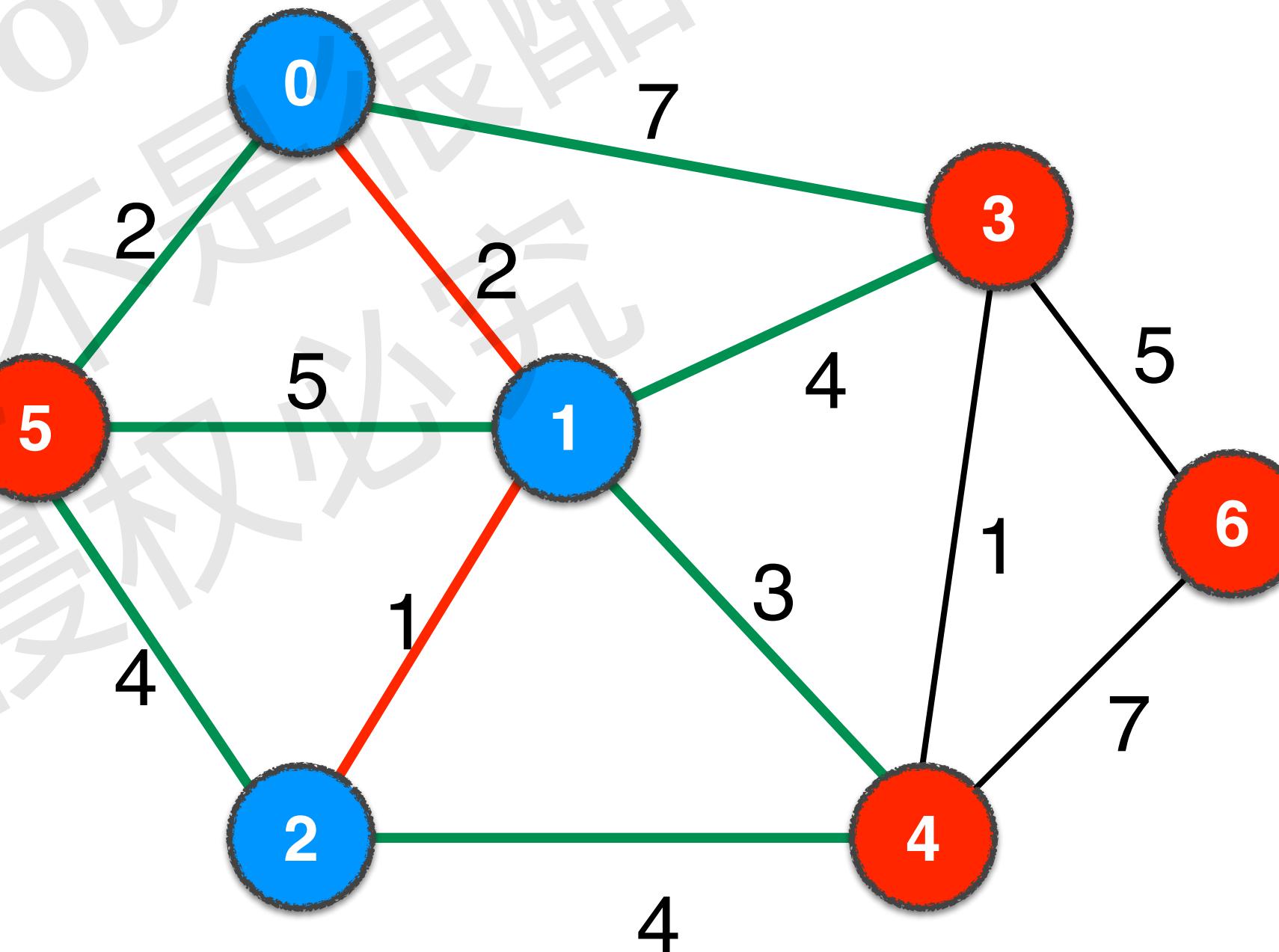
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



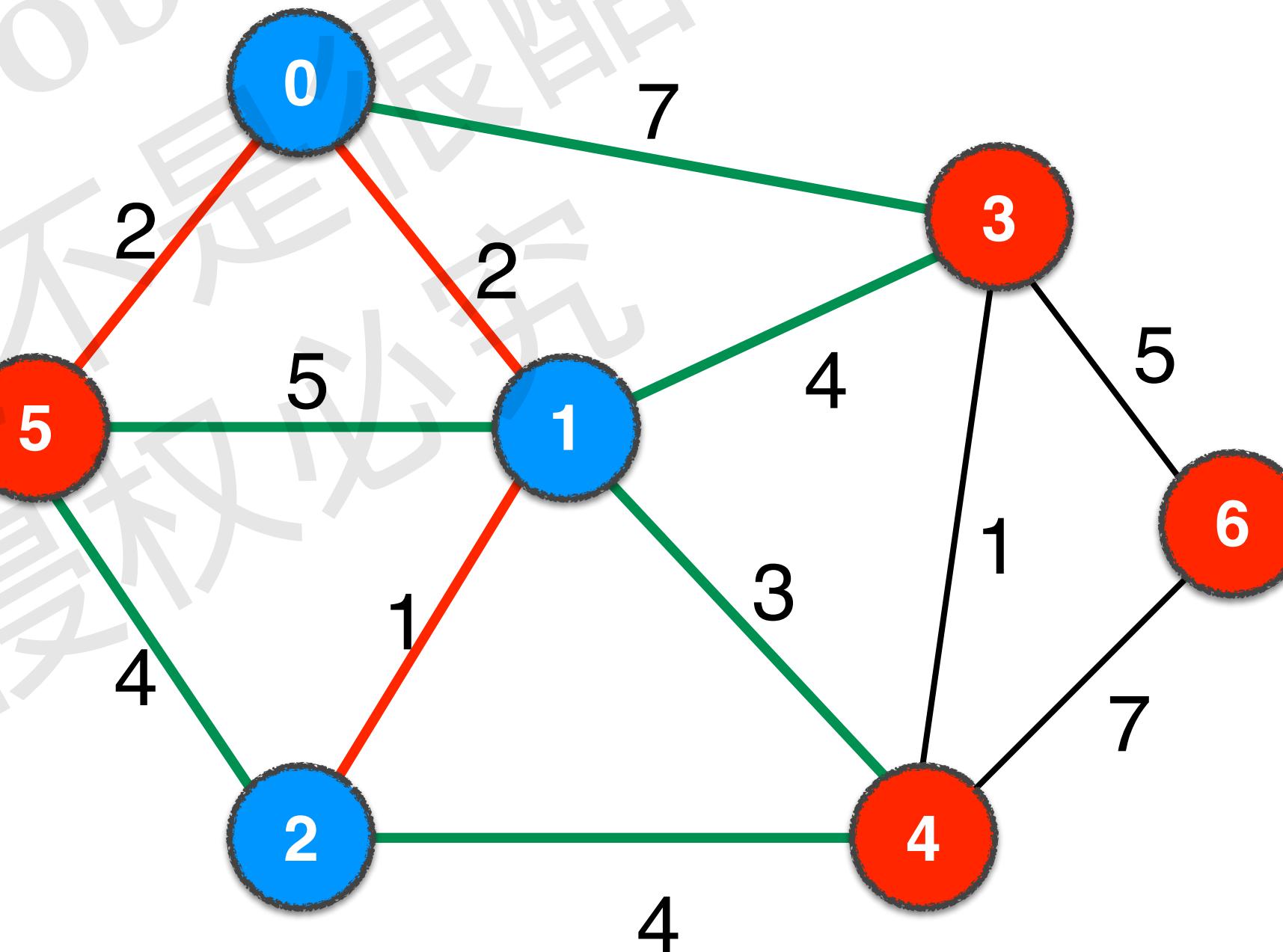
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



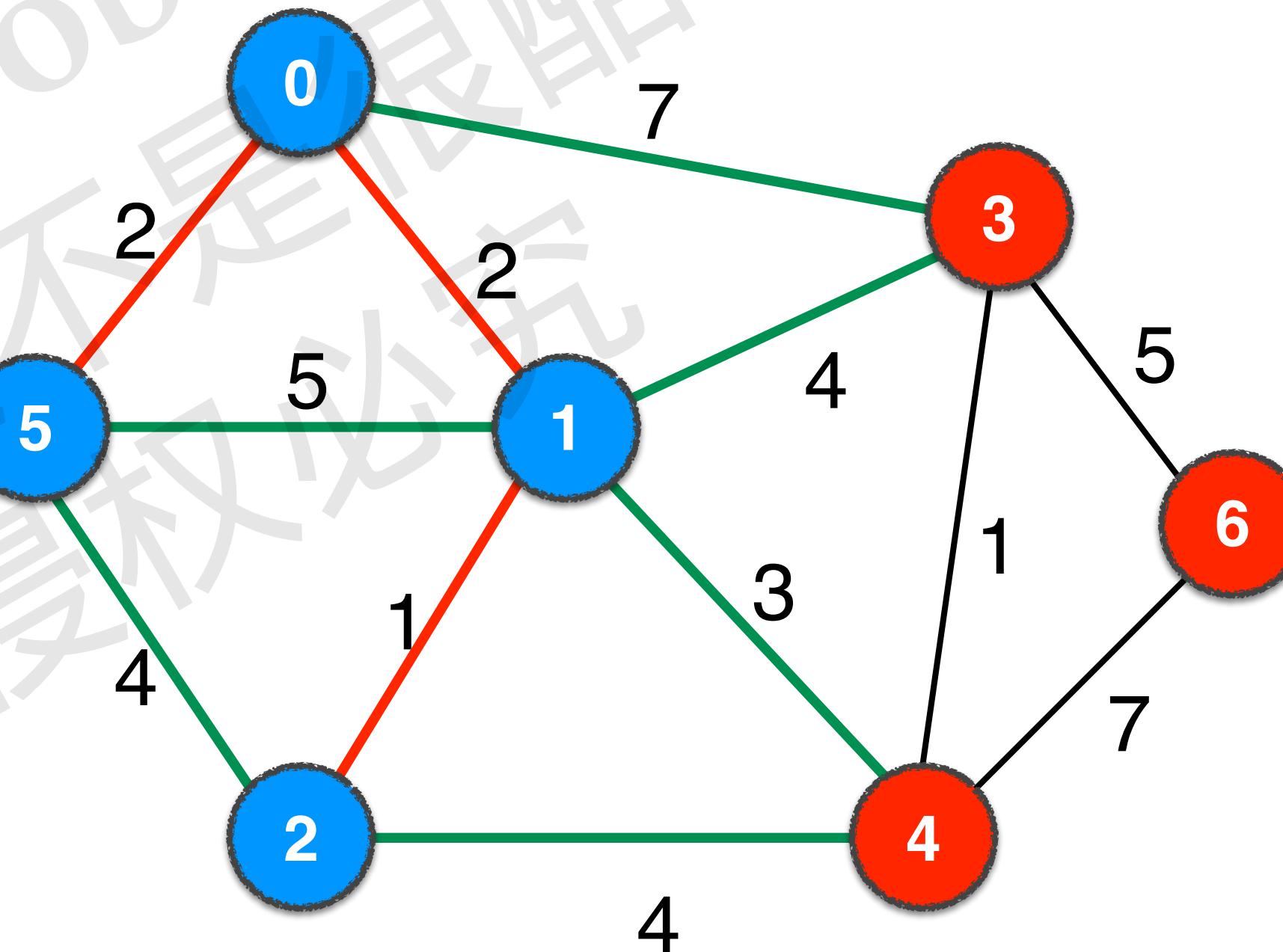
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



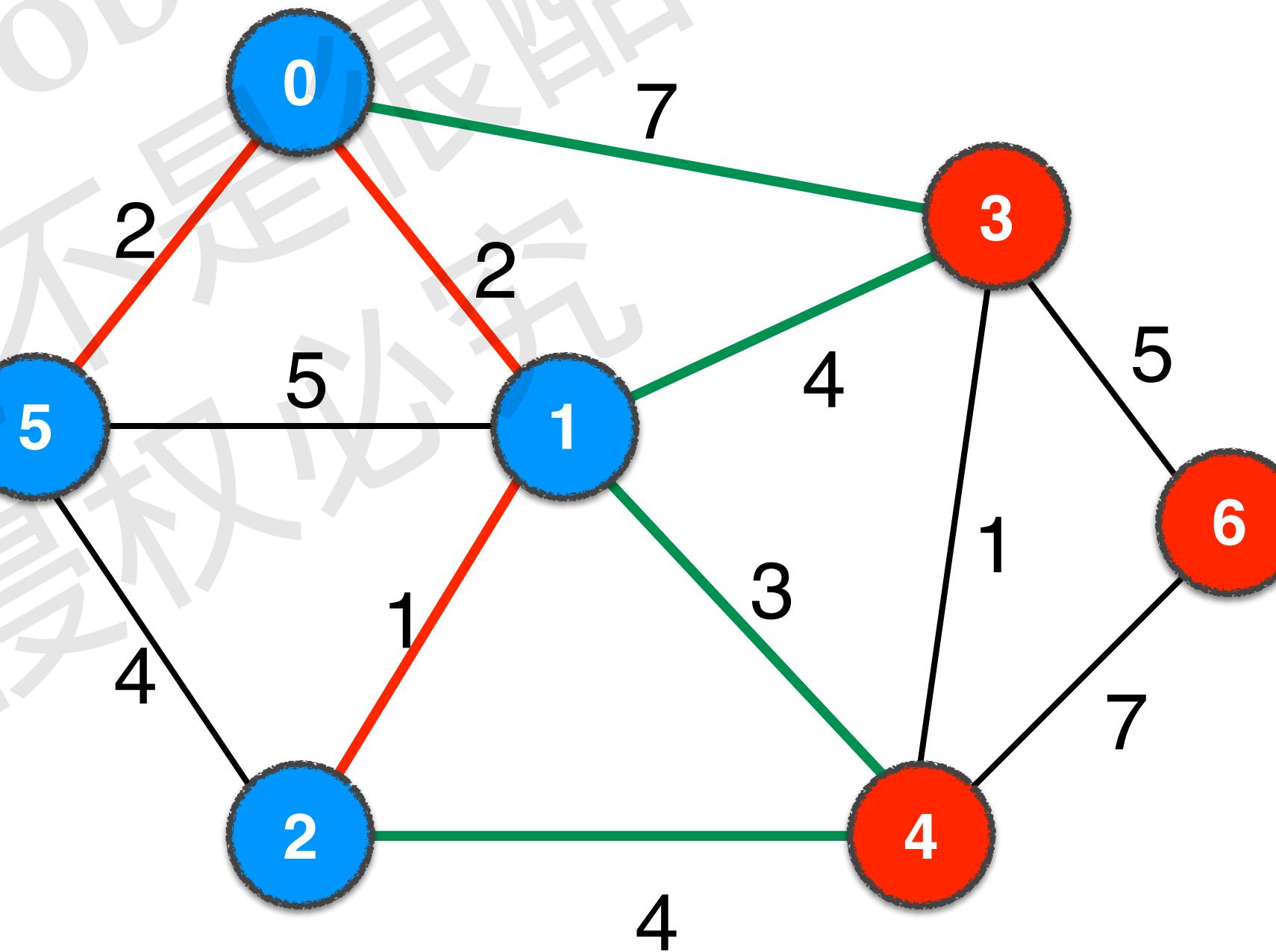
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



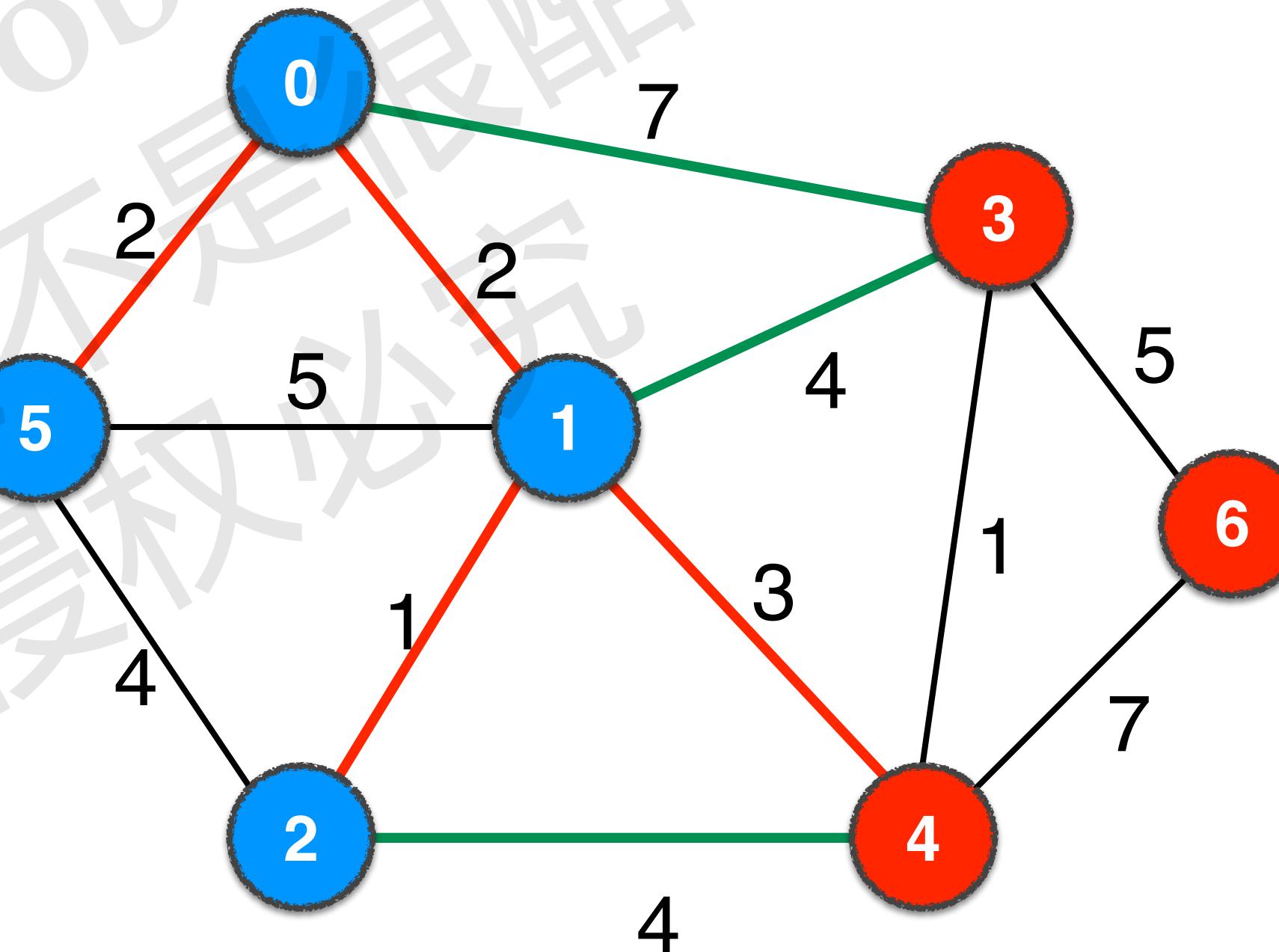
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



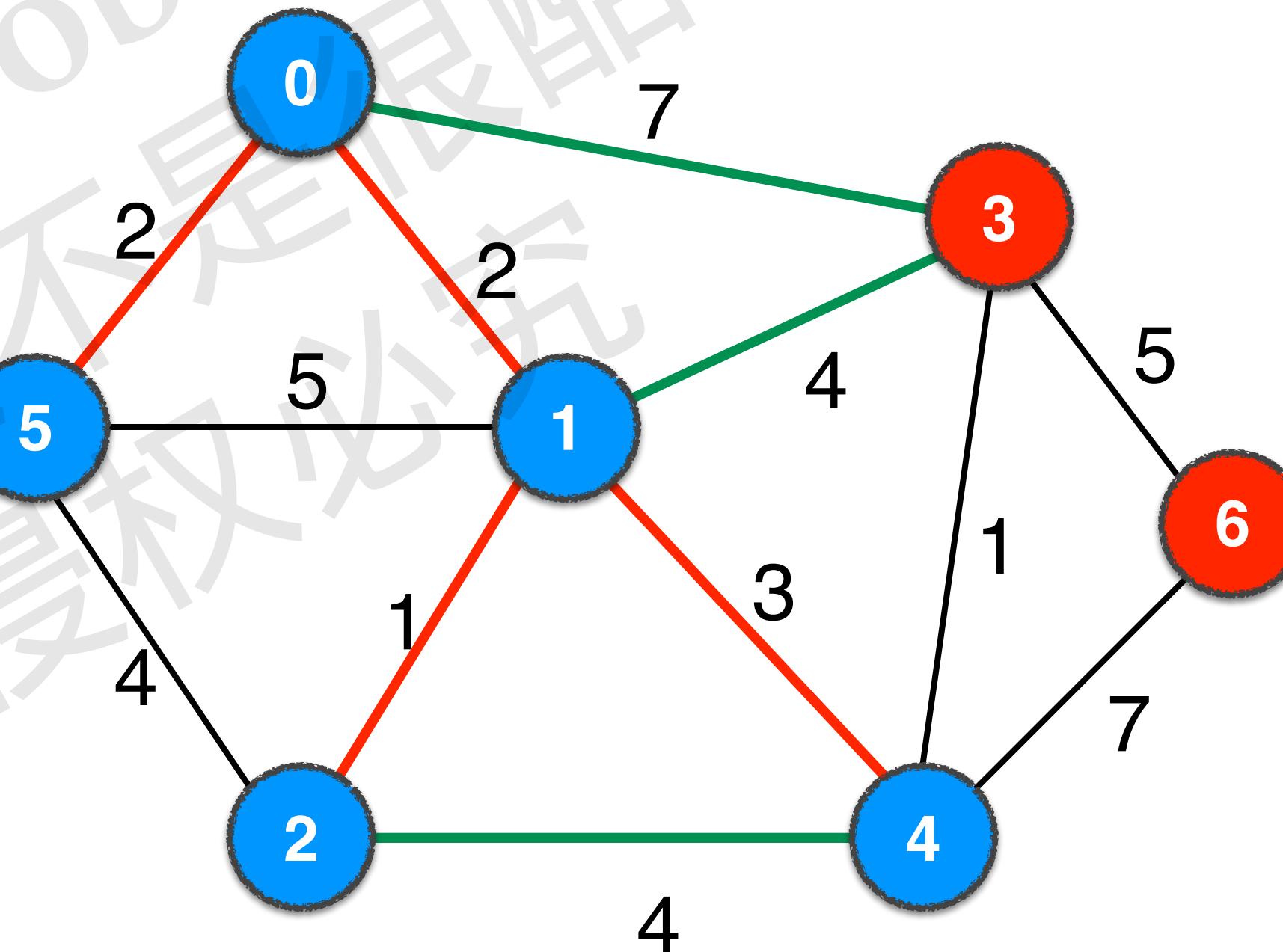
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



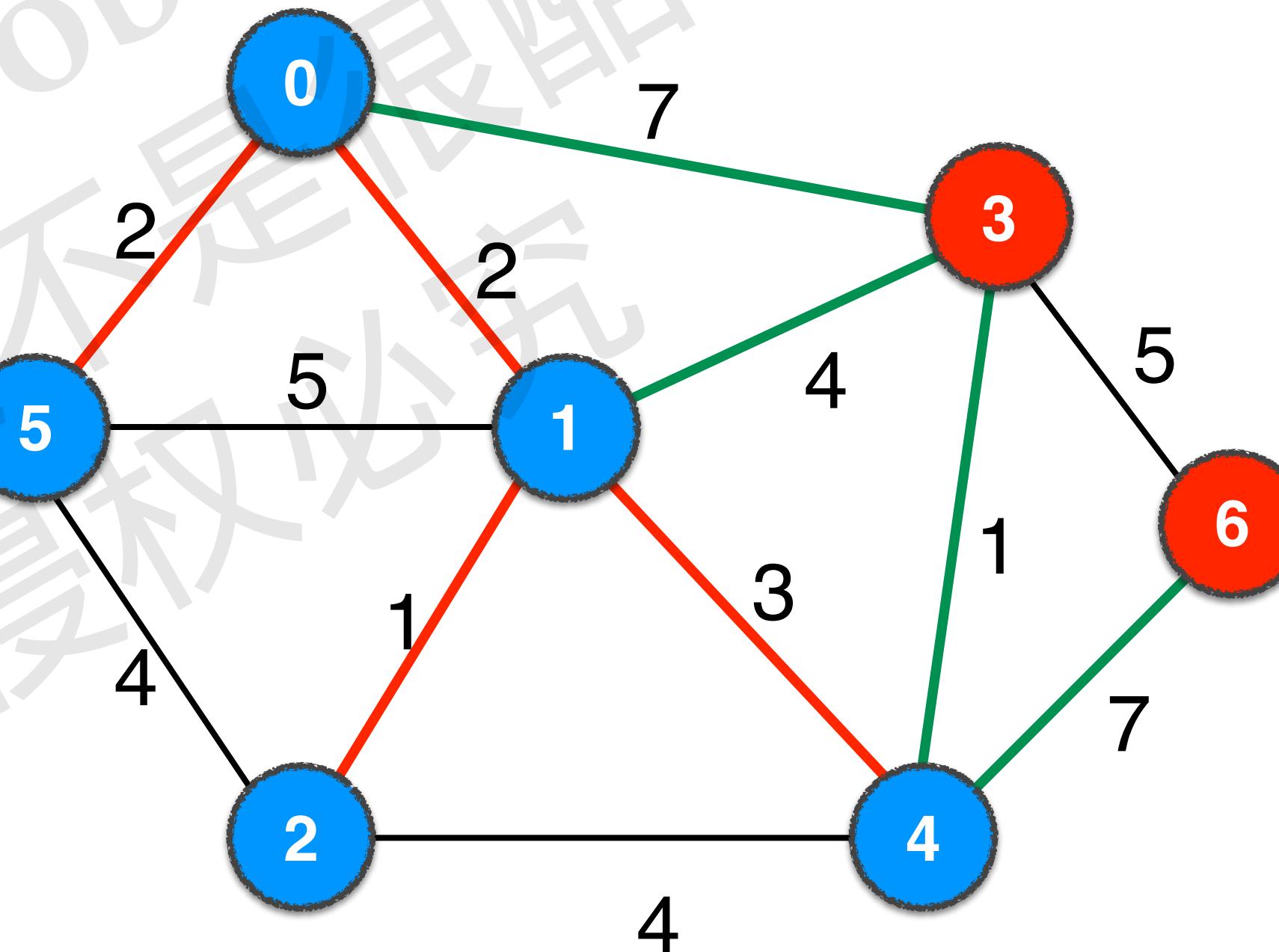
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



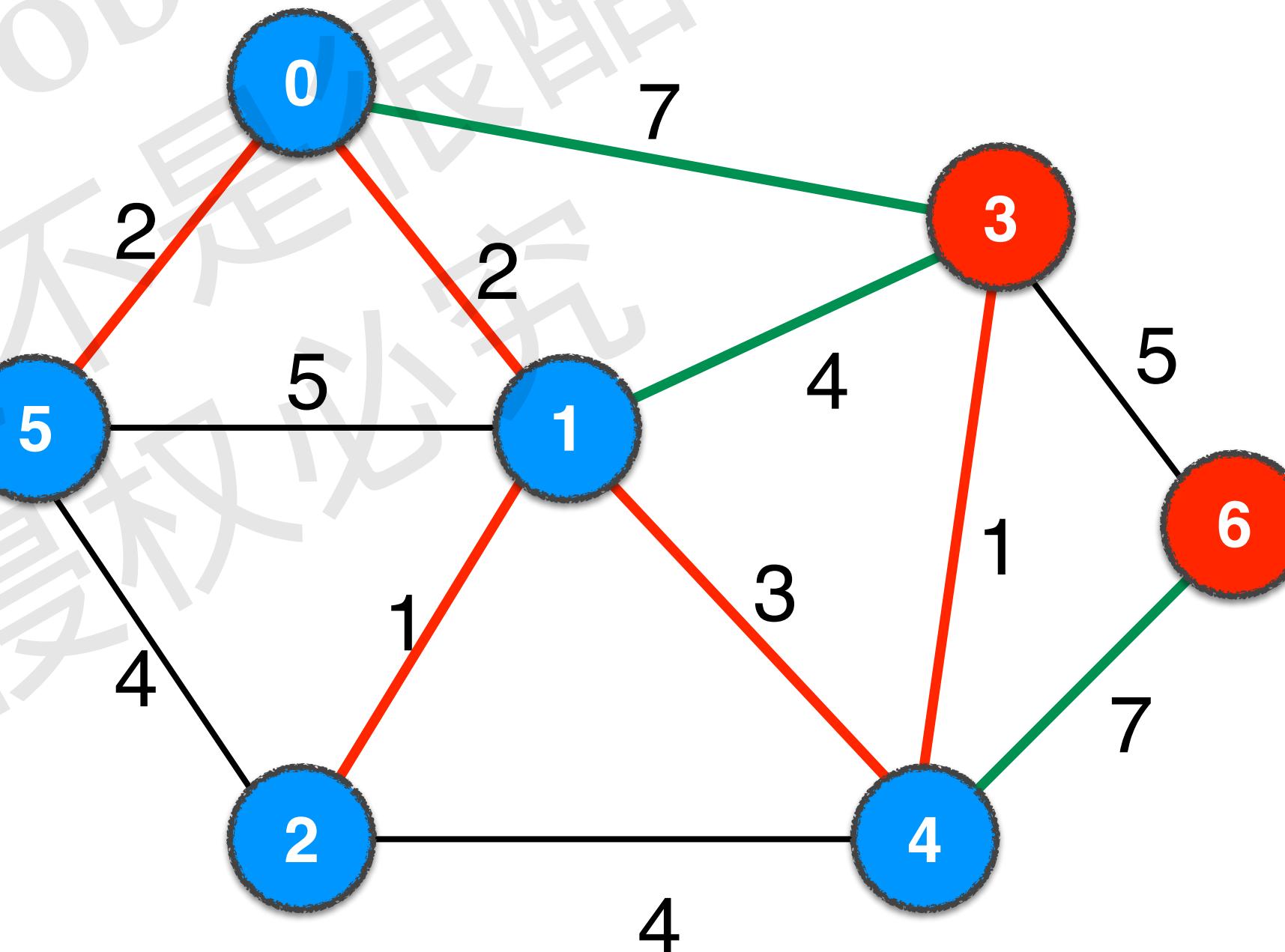
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



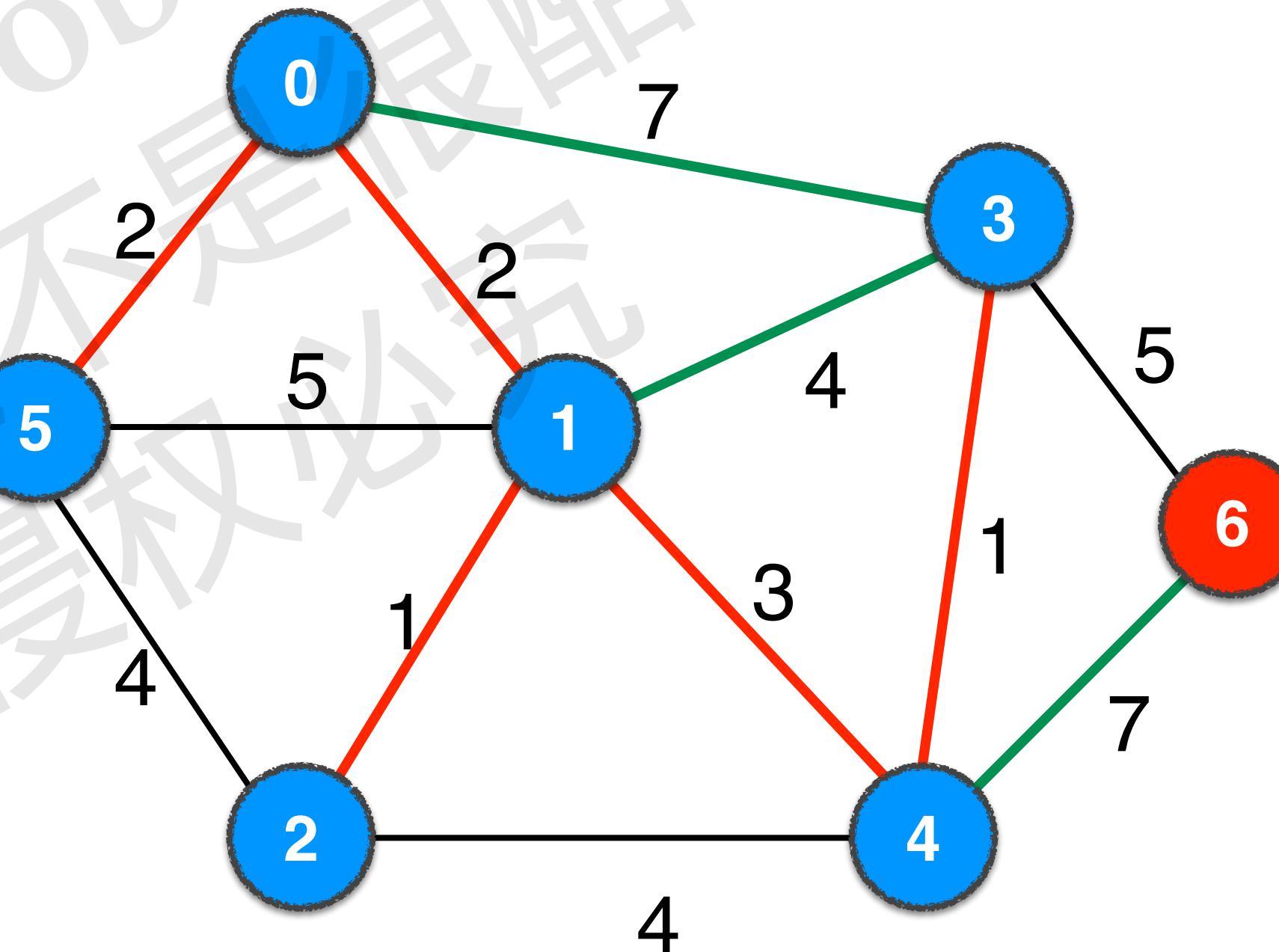
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



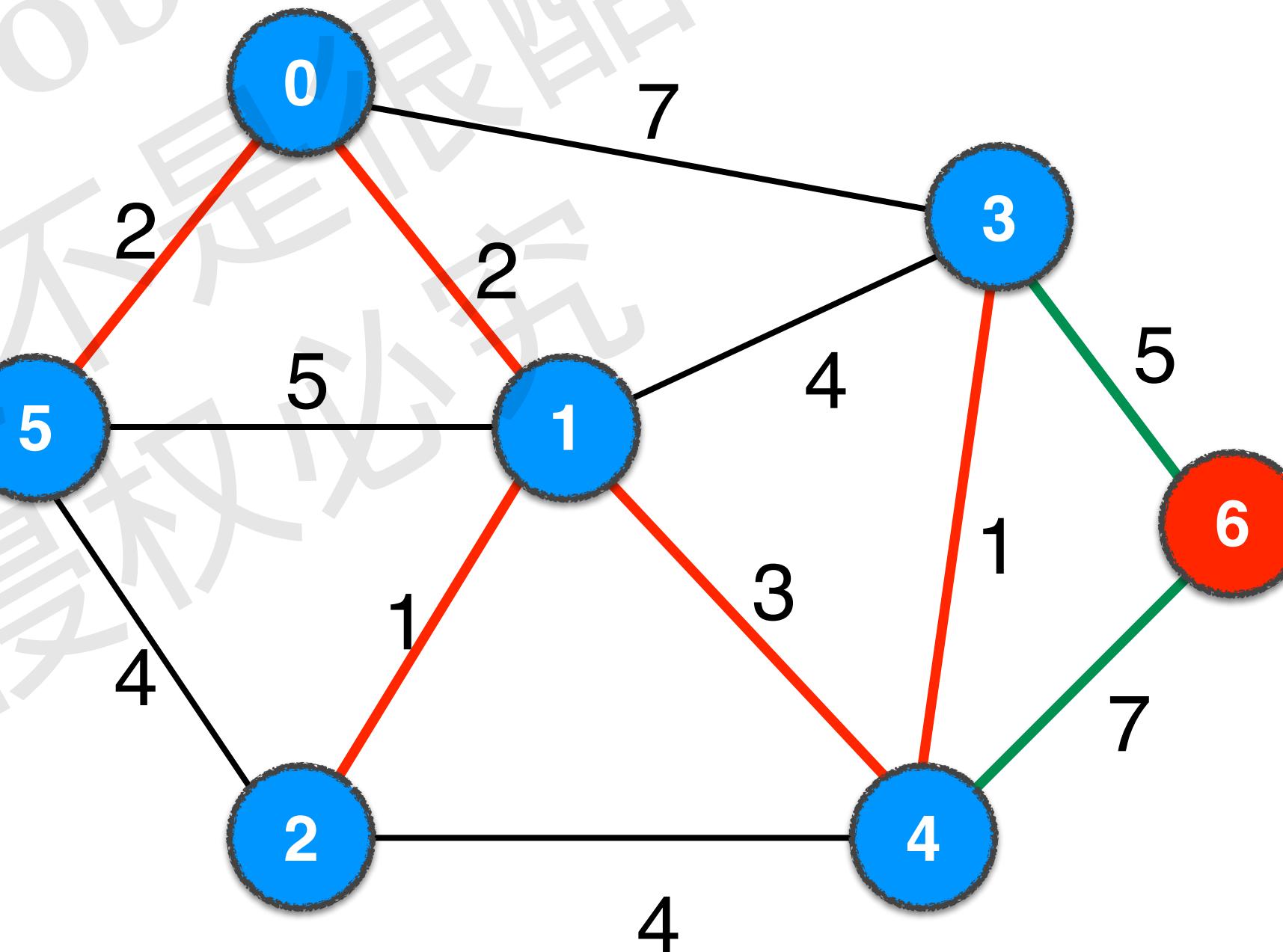
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



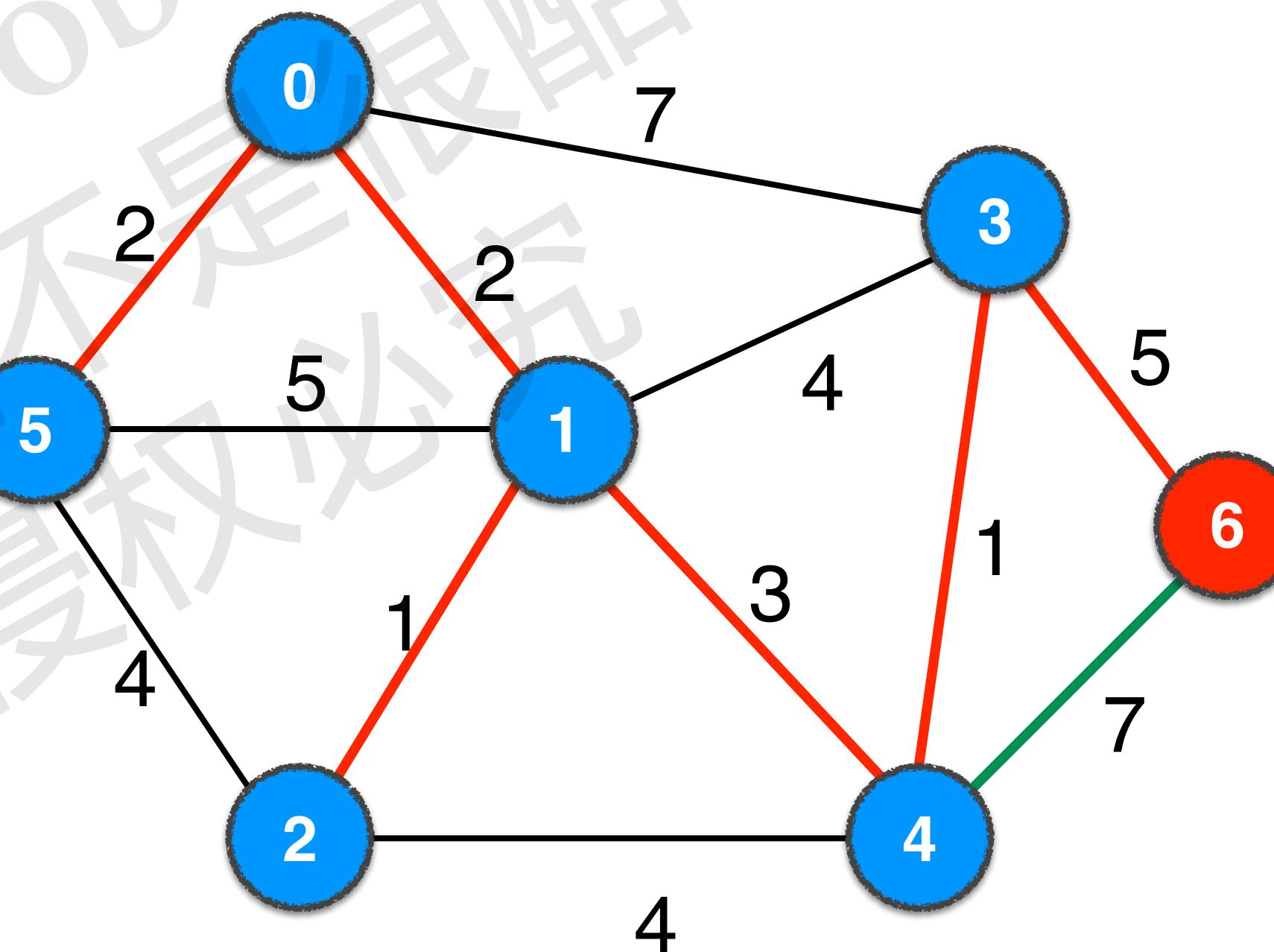
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



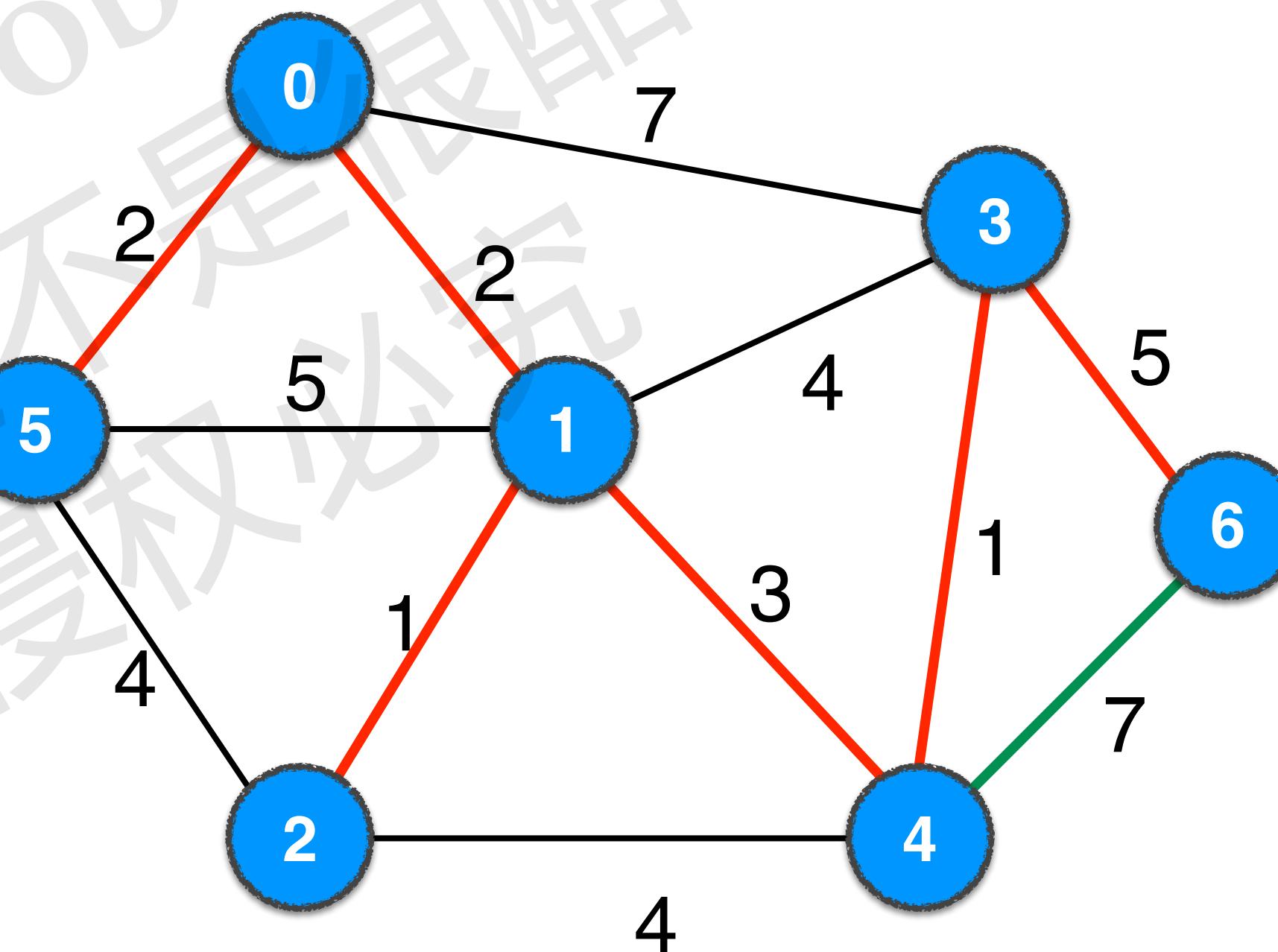
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始

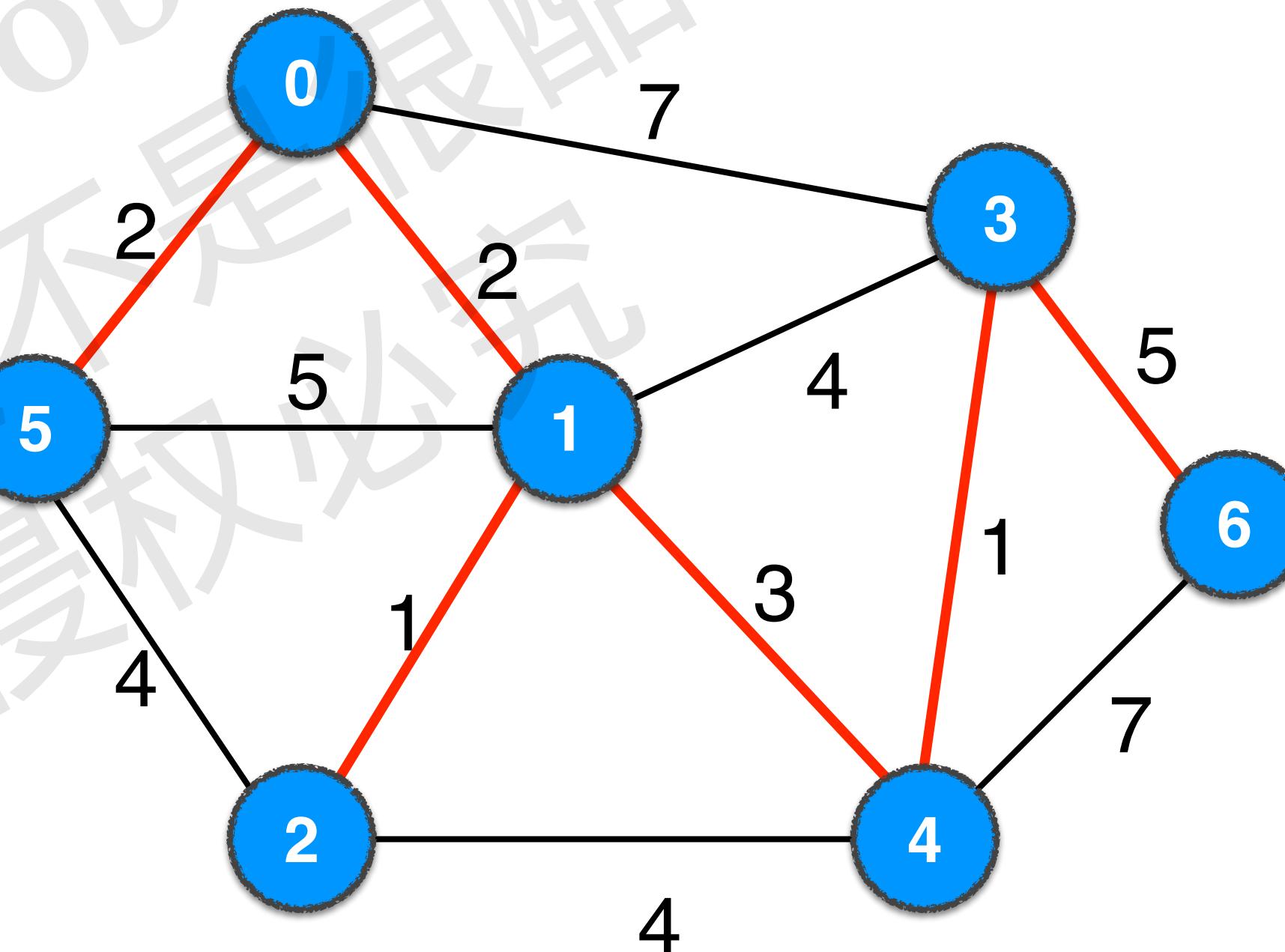


Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始

每次找当前切分的最短横切边

扩展切分，直到没有切分



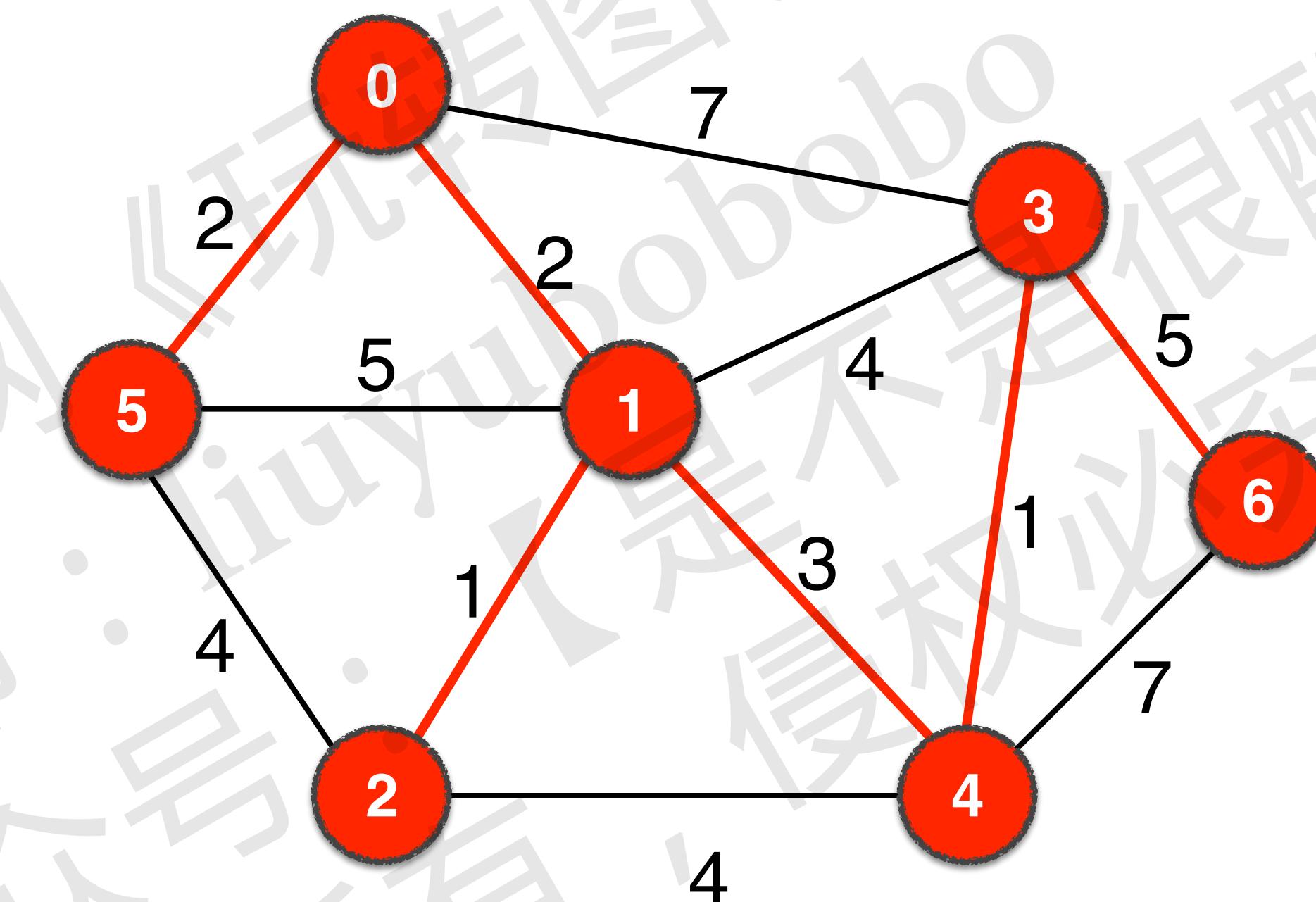
实现 Prim 算法

liuyubobobo

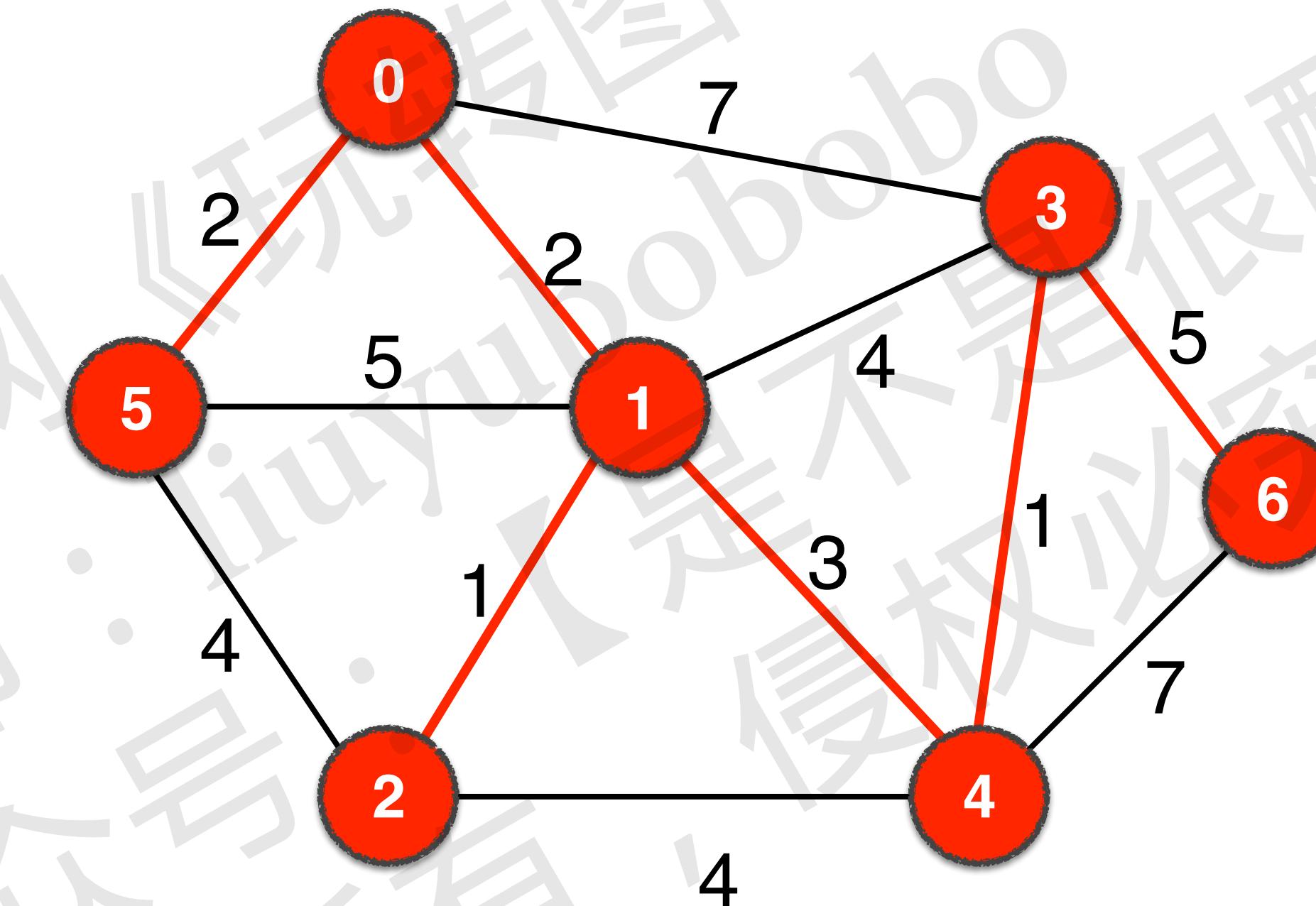
编程实践：实现 Prim 算法

慕课网 · liuyubobobo · 图论算法《玩转图论算法》

最小生成树



最小生成树



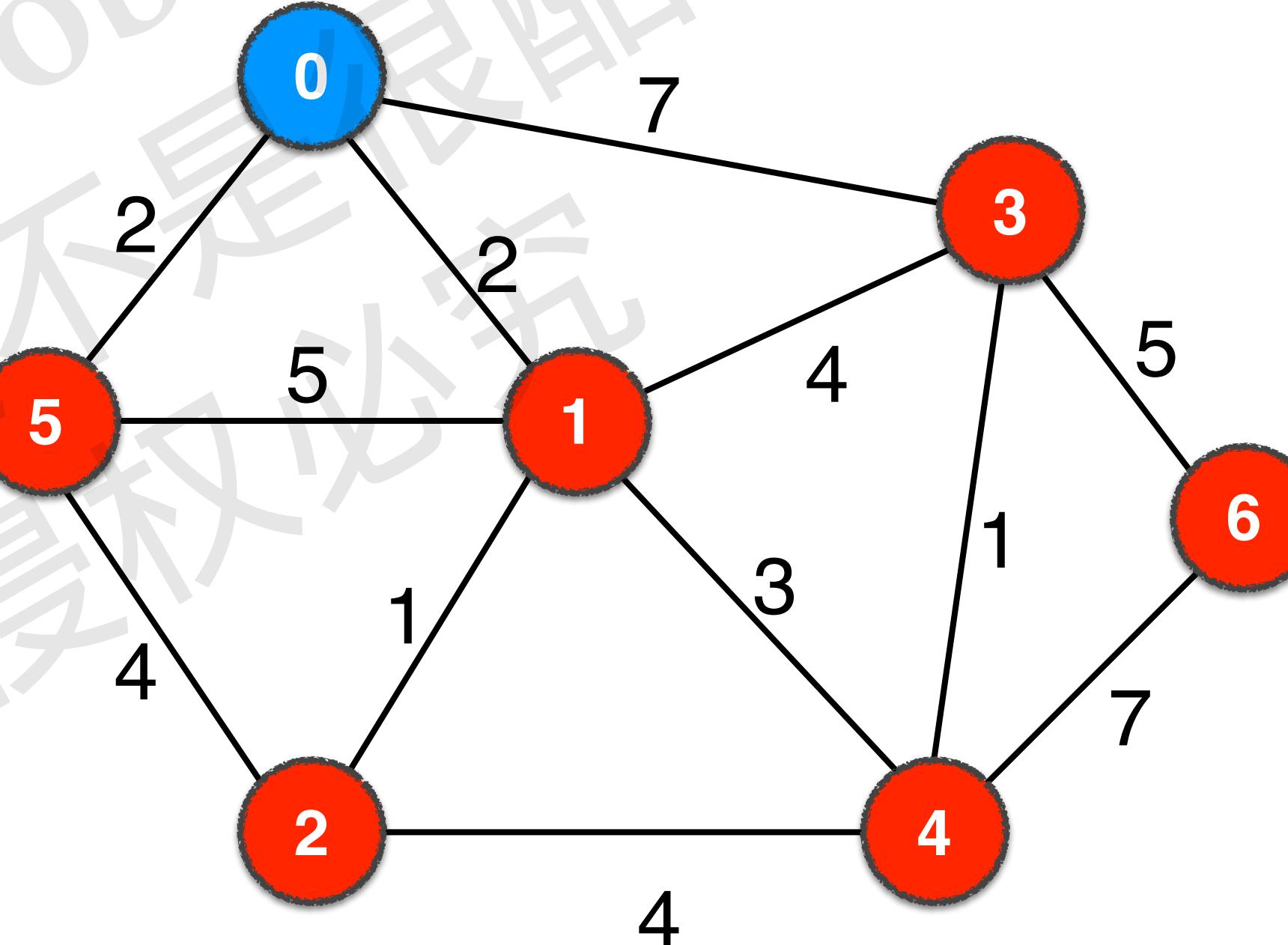
时间复杂度： $O((V-1)*(V+E)) = O(VE)$

Prim 算法的优化

liuyubobobo

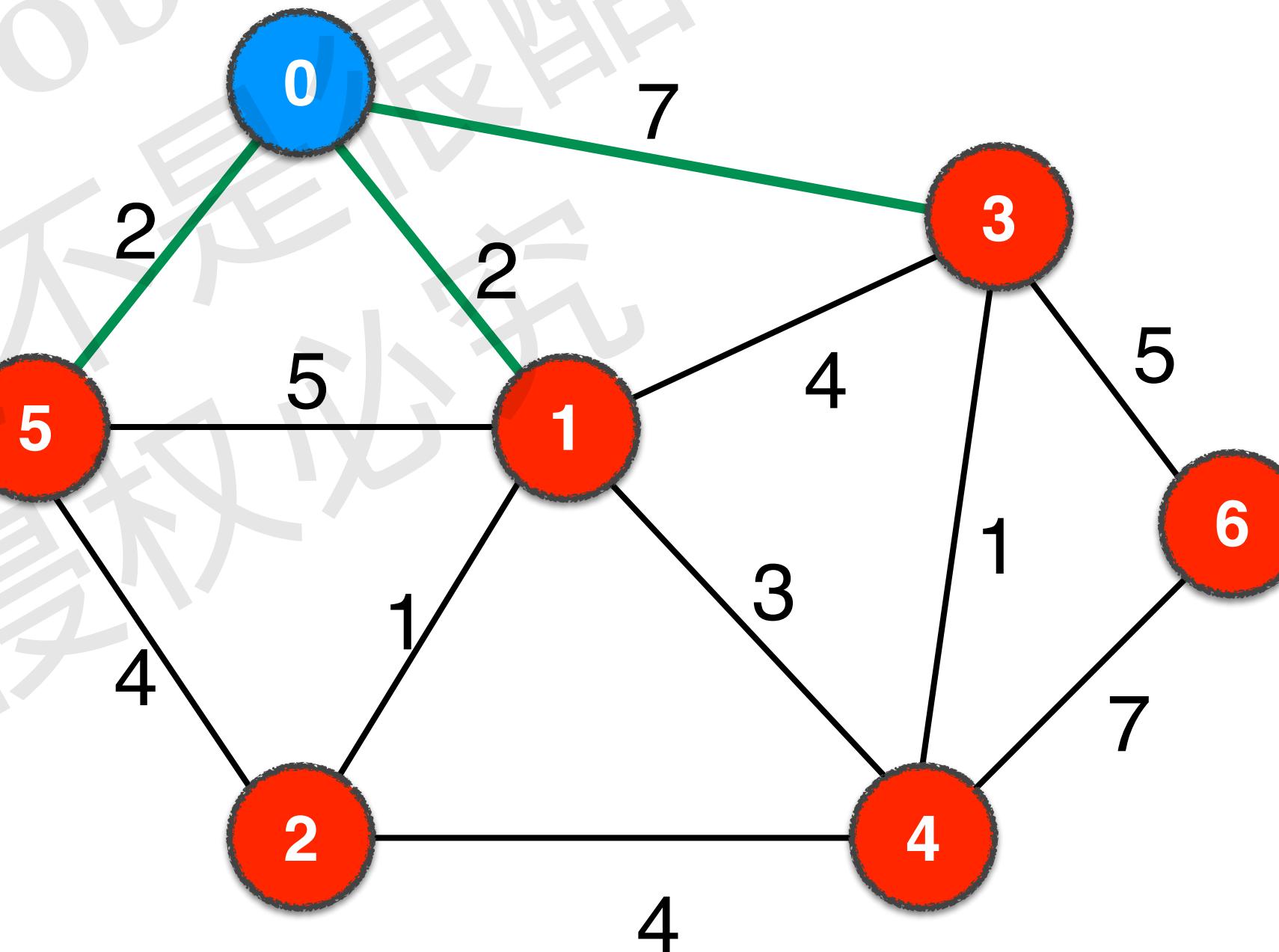
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



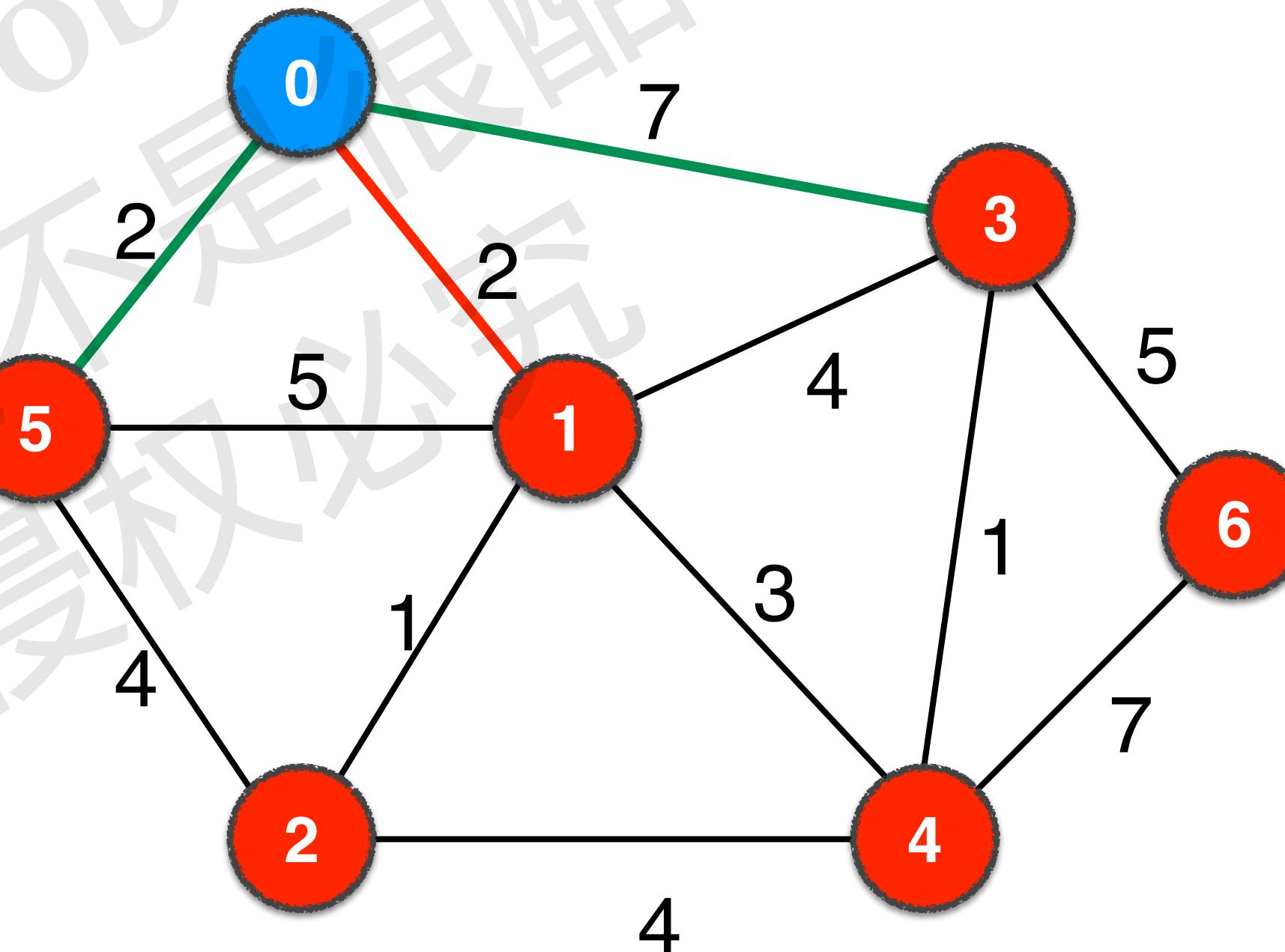
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



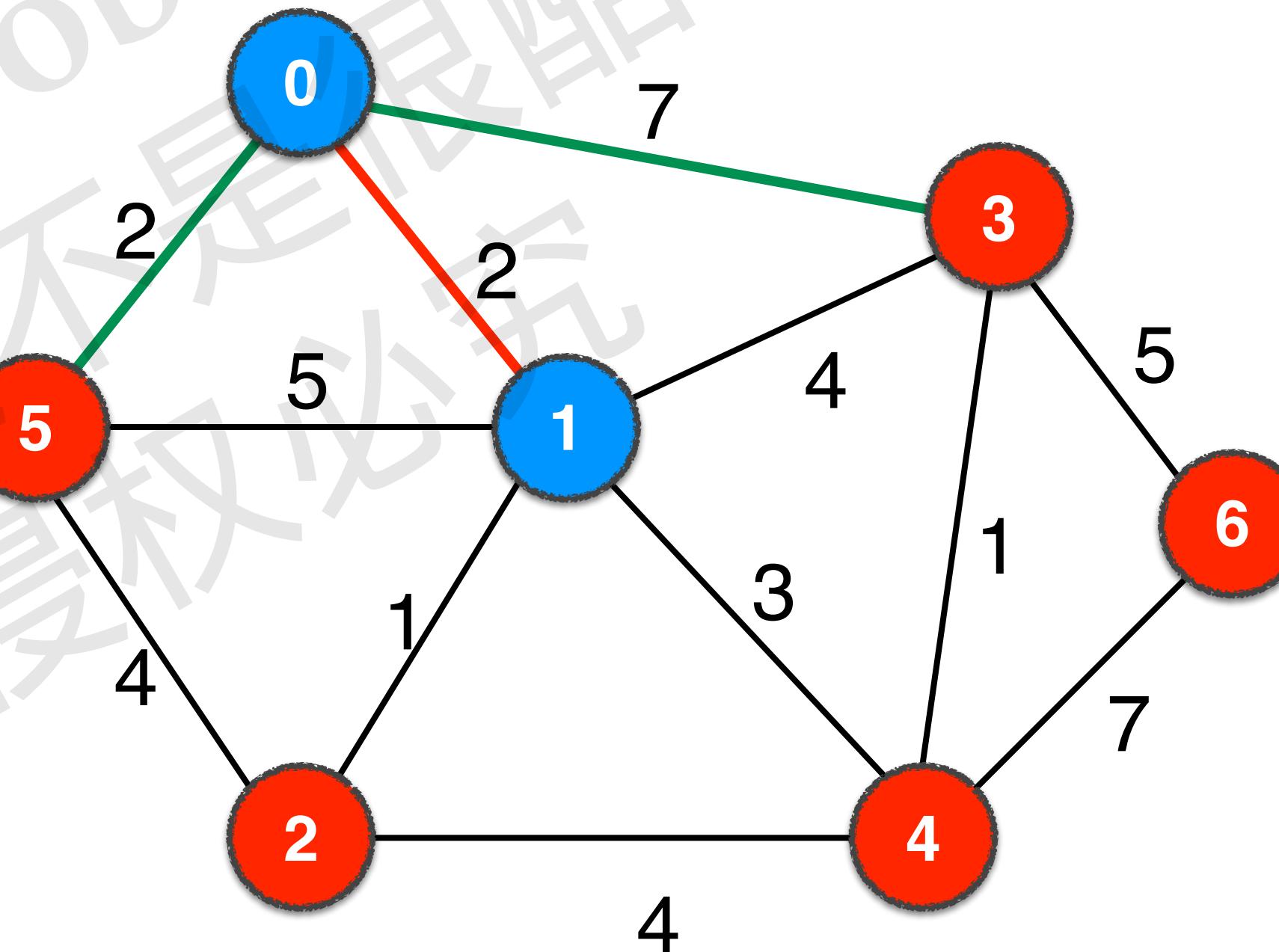
Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



Prim 算法

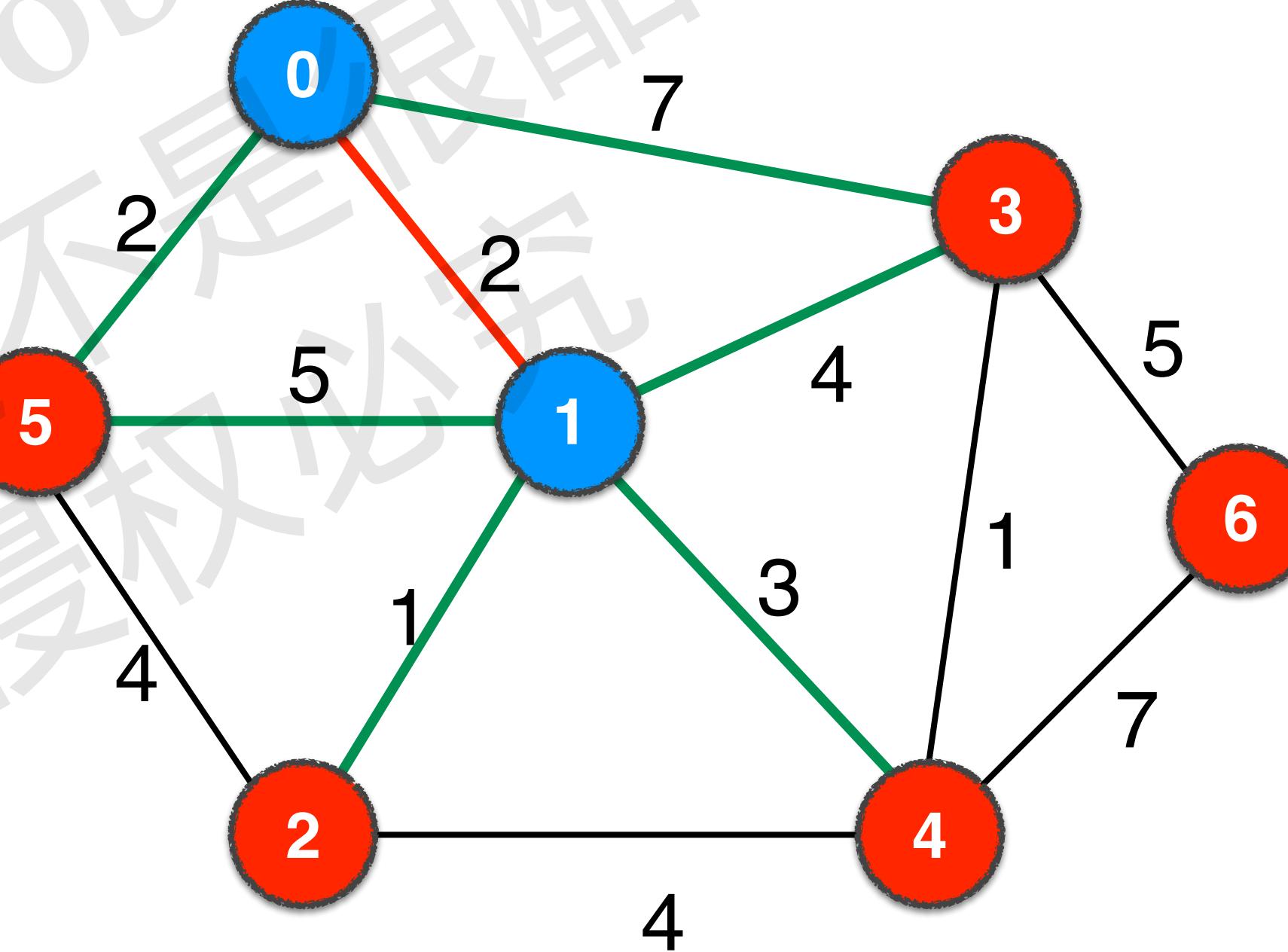
操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始



Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始

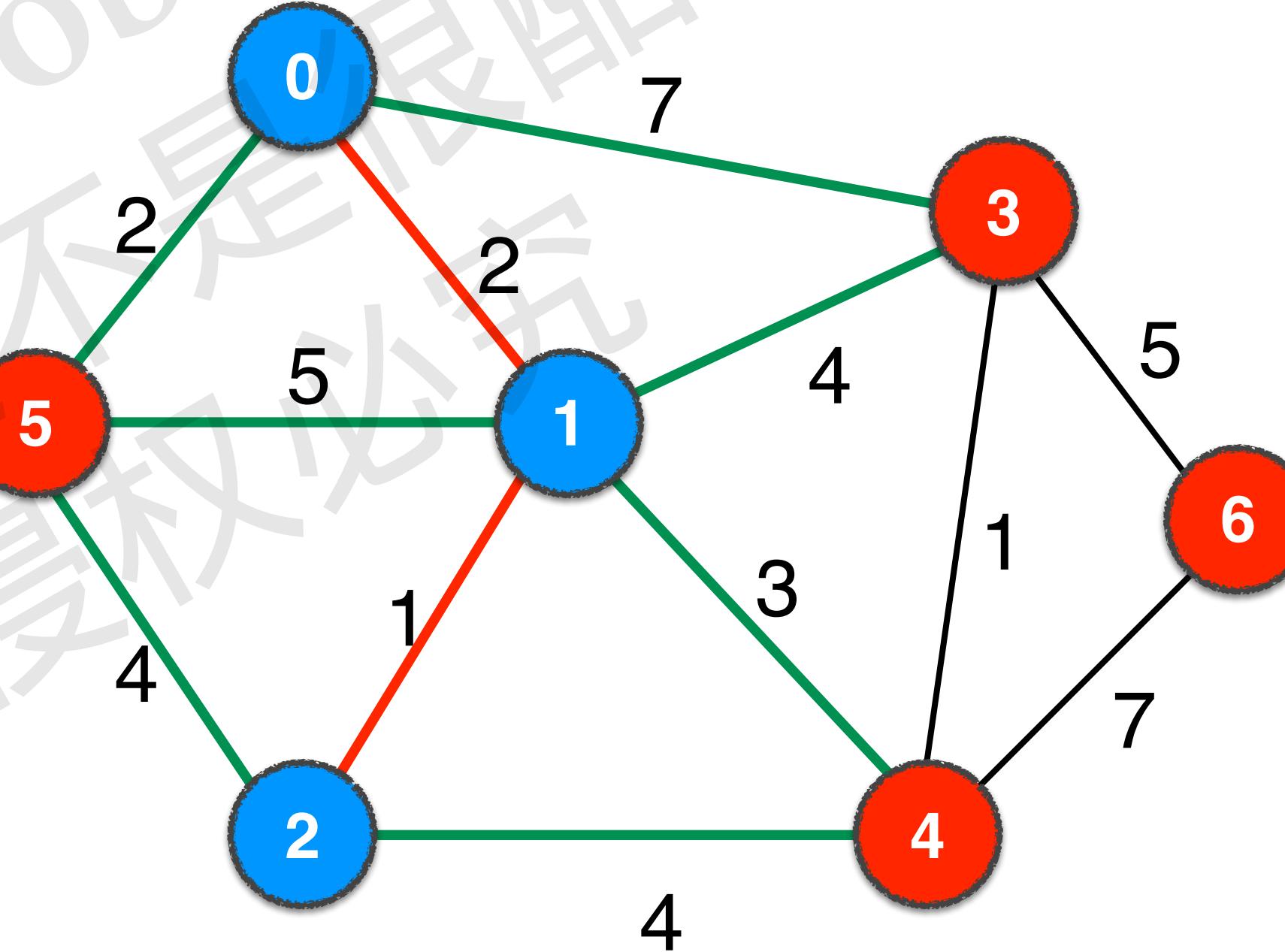
使用优先队列



Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始

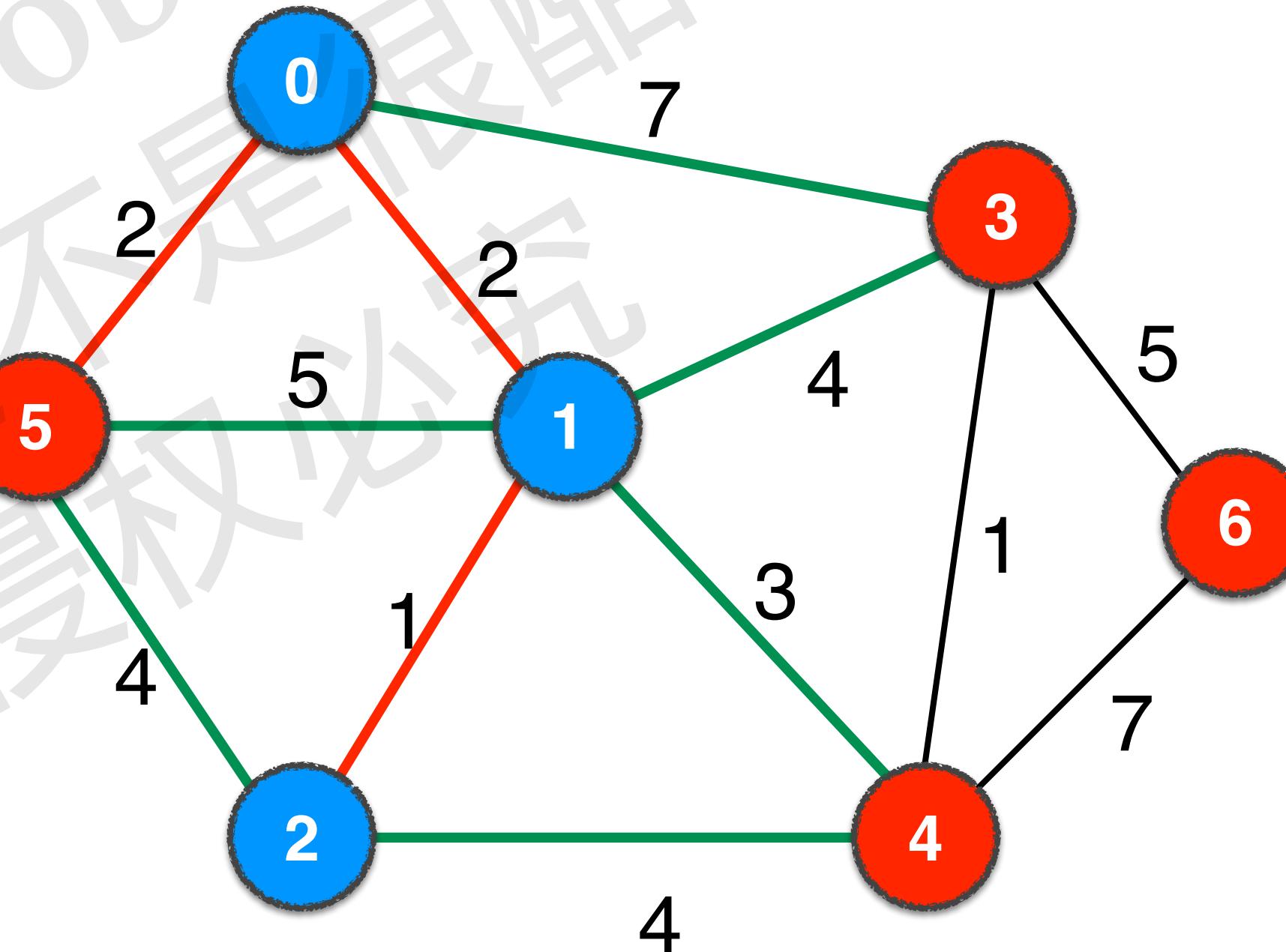
使用优先队列



Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始

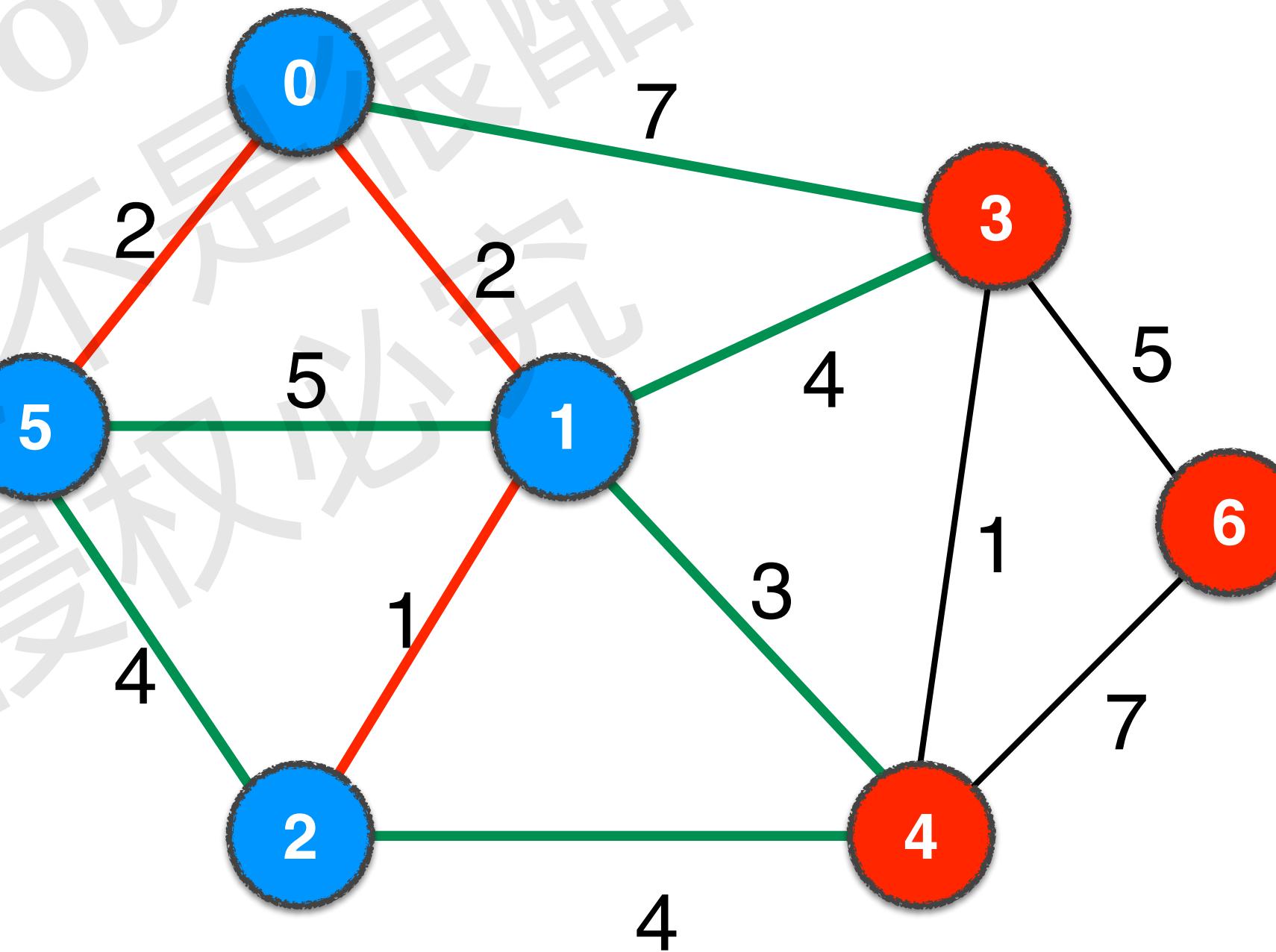
使用优先队列



Prim 算法

操作切分，从 $1 : V - 1$ 开始

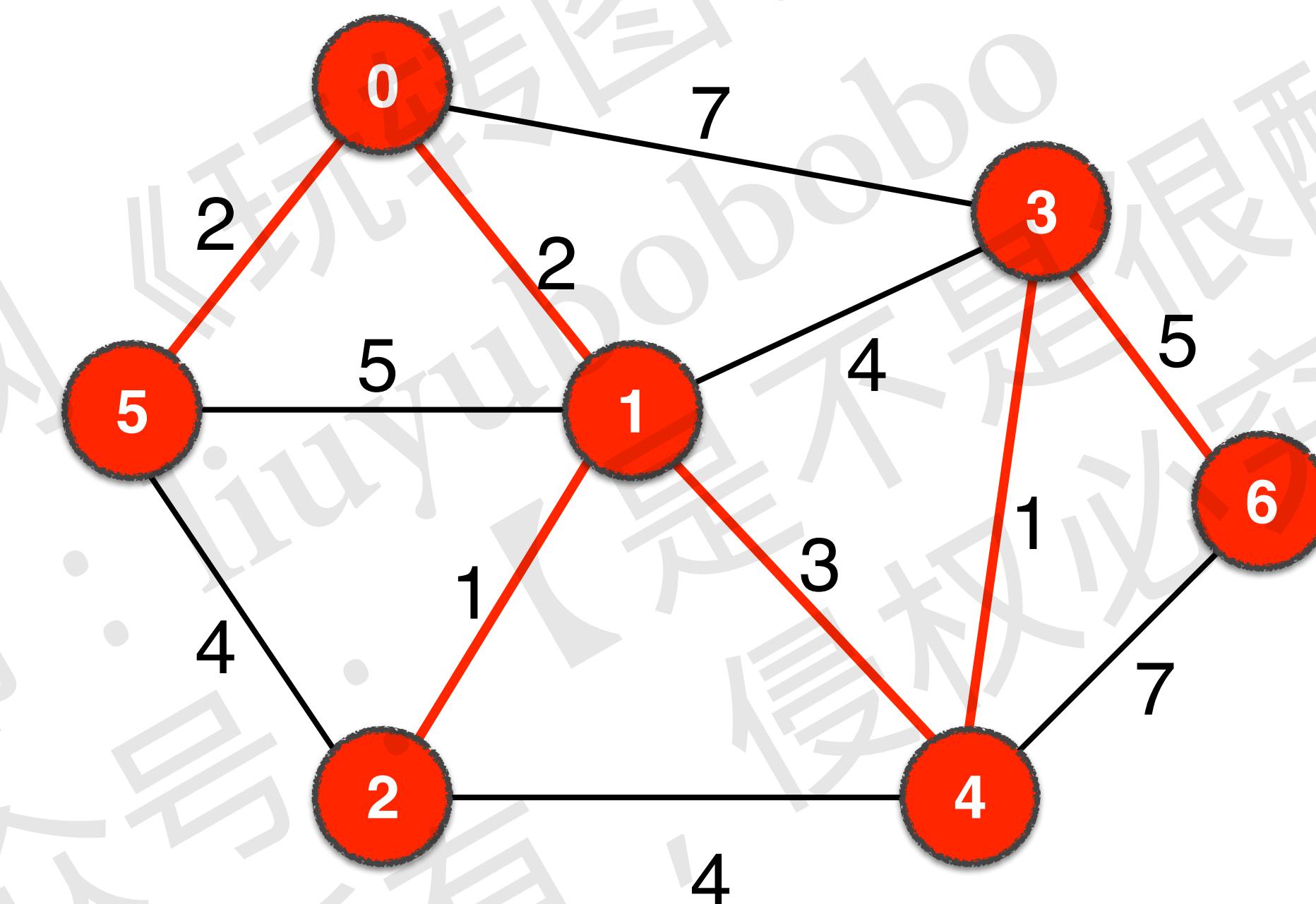
使用优先队列



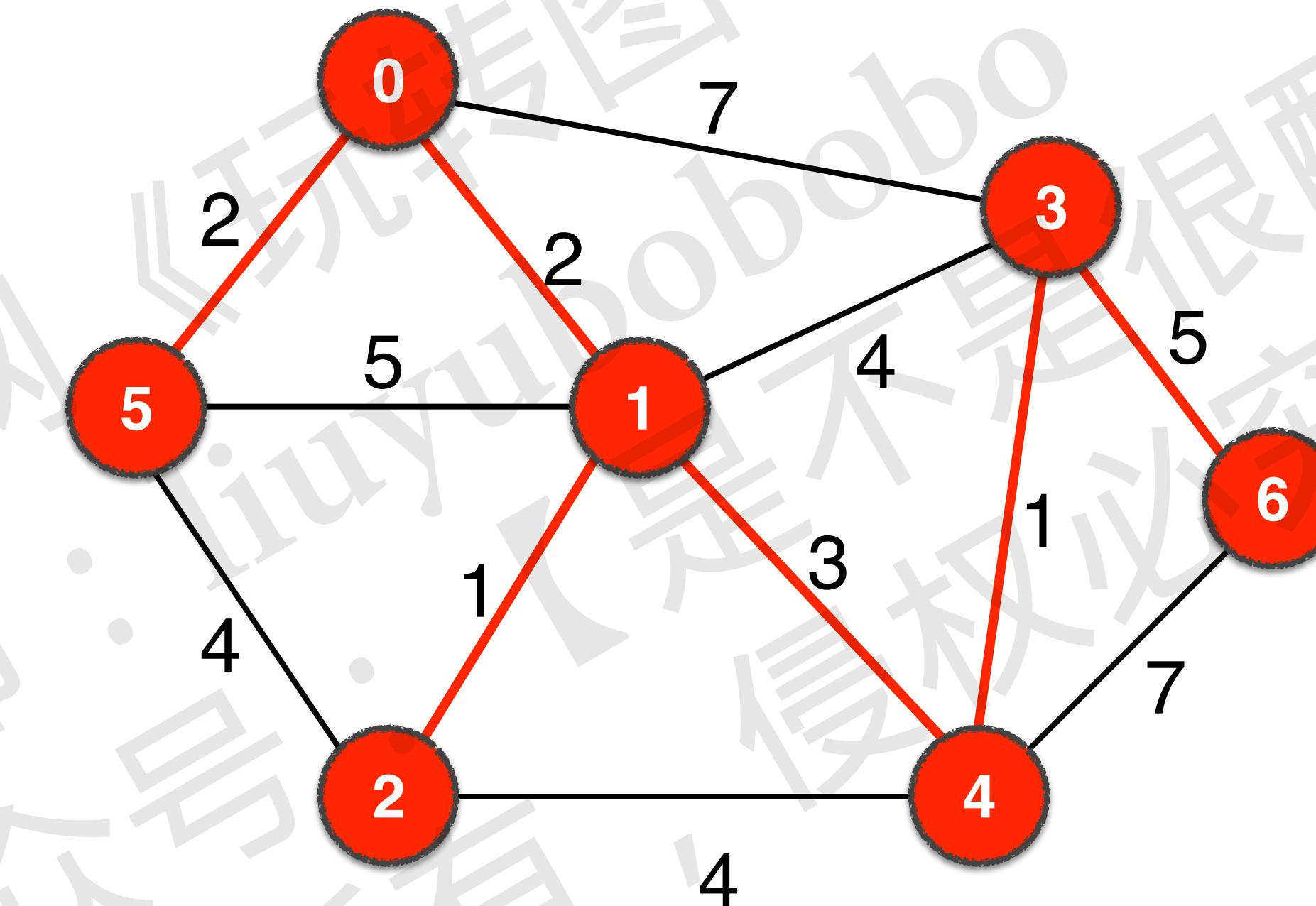
编程实践：Prim 算法的优化

慕课网 · liuyibobobo · 《图论算法》

最小生成树



最小生成树



时间复杂度： $O(E \log E)$

更多关于最小生成树问题的讨论

liuyubobobo

最小生成树

带权图

最小生成树问题

Kruskal

切分定理

Prim

最小生成树

Kruskal

$O(E \log E)$

借助并查集

Prim

$O(E \log E)$

借助优先队列（最小堆）

$O(E \log V)$

借助索引堆

The screenshot shows a course page with the following details:

- Category: 实战 / 算法与数据结构—综合提升篇 (c++版)
- 收藏 (Collection): Star icon
- 分享 (Share): Icons for Douyin, Weibo, and QQ
- Title: 算法与数据结构--综合提升篇 (c++版)
- Description: 口碑人气双高的bobo老师算法课，让算法变得简单好学，真实好评看的到
- Price: ¥ 166.00
- Payment Options: 花呗付款, 京东白条, 有可用优惠券
- Difficulty: 中级
- Duration: 13小时35分钟
- Student Count: 8701
- Review Rate: 99.9%
- Enter Course button: 进入课程

最小生成树

Kruskal	$O(E \log E)$	借助并查集
Prim	$O(E \log E)$	借助优先队列（最小堆）
	$O(E \log V)$	借助索引堆
Fredman-Tarjan	$O(E + V \log V)$	
Chazelle	$O(E^*)$	
?	$O(E)$	

大家加油！

欢迎大家关注我的个人公众号：是不是很酷



「是不是很酷」

坚持有质量的技术原创

用技术人的视角看世界

玩儿转图论算法

liuyubobobo