

慕课网《算法与数据结构》

算法

讲师：liuyubobobo

版权所有 侵权必究

liuyubobobo

慕课网《算法与数据结构》

并查集 Union Find

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

慕课网《算法与数据结构》

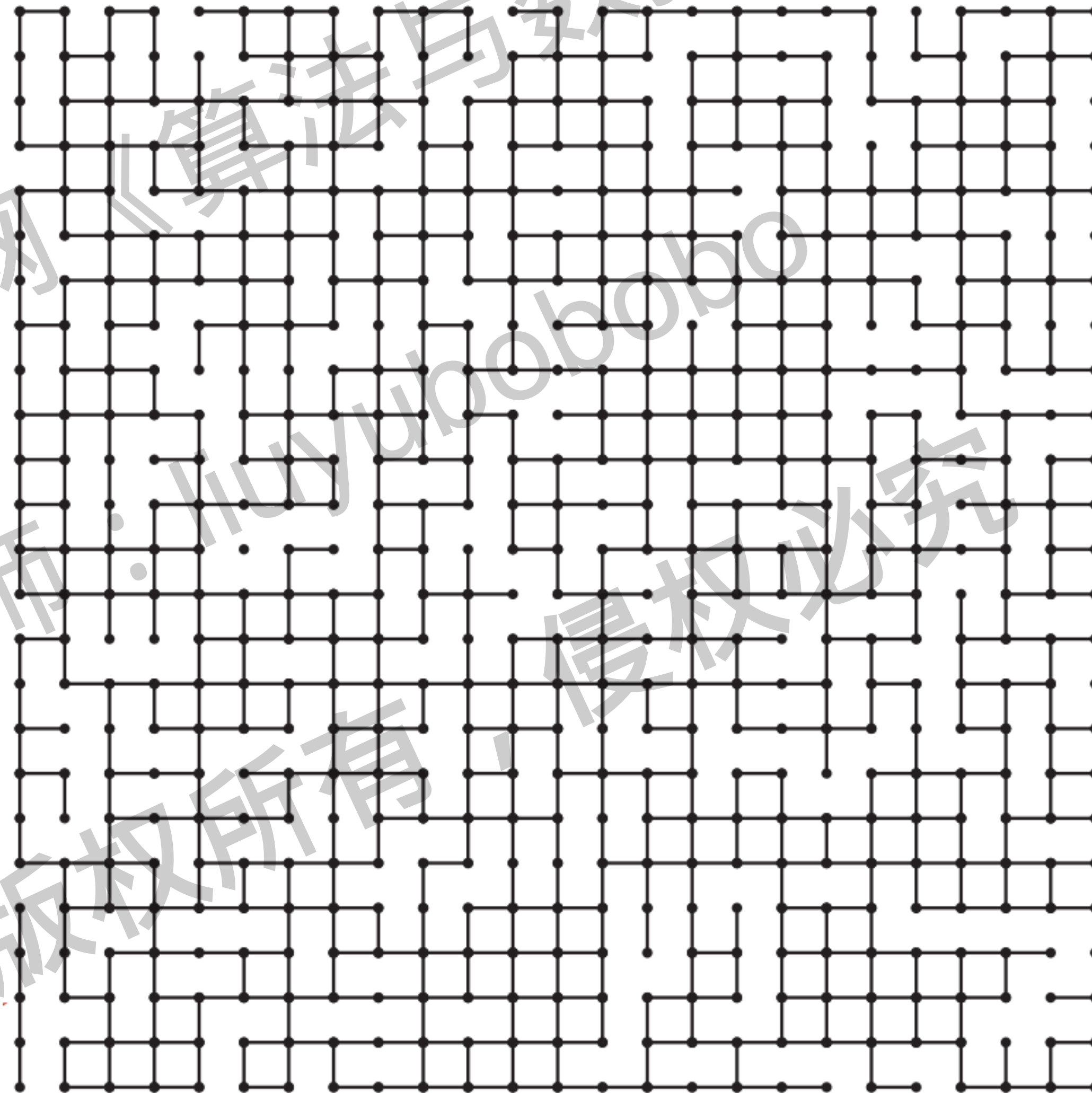
一种很不一样的树形结构

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

连接问题 Connectivity Problem

连接问题



连接问题

网络中节点间的连接状态

- 网络是个抽象的概念：用户之间形成的网络

数学中的集合类实现

连接问题和路径问题

比路径问题要回答的问题少

- 和二分查找作比较
- 和select作比较
- 和堆作比较

并查集 Union Find

对于一组数据，主要支持两个动作：

- `union(p , q)`
- `find(p)`

用来回答一个问题

- `isConnected(p , q)`

并查集的基本数据表示

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1

并查集的基本数据表示

id	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

操作：并查集的基本数据表示

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

Quick Find

id	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Quick Find 时间复杂度 $O(1)$

Quick Find 下的 Union

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
id	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Quick Find 下的 Union 时间复杂度 $O(n)$

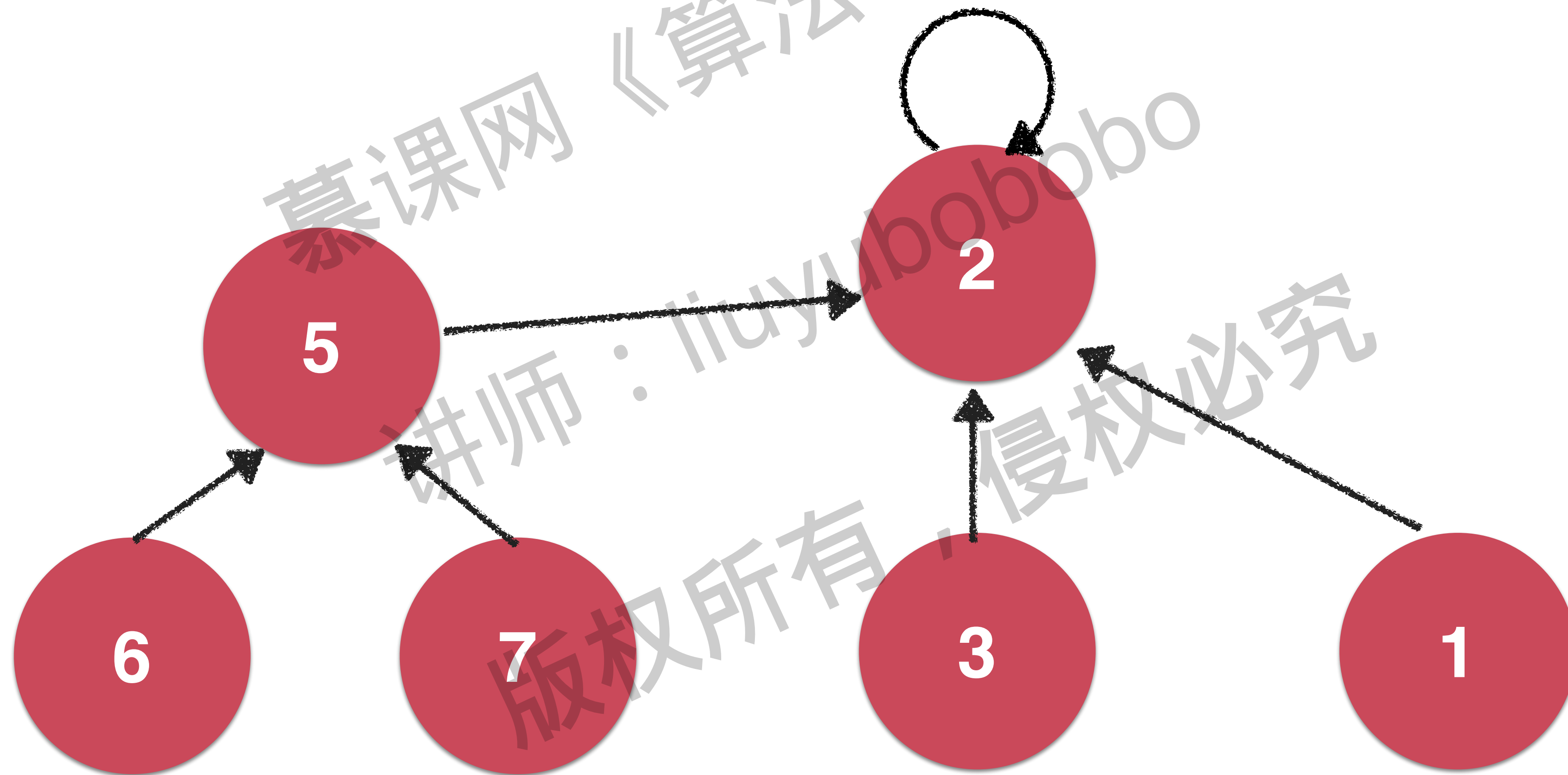
操作：Quick Find 和相应的 Union

操作：测试并查集的时间效率

并查集的另外一种实现思路

讲师：liuyubobobo
版权所有，侵权必究

将每一个元素，看做是一个节点



慕课网《算法与数据结构》

Quick Union

讲师：lilyubobobo

版权所有，侵权必究

Quick Union 下的数据表示

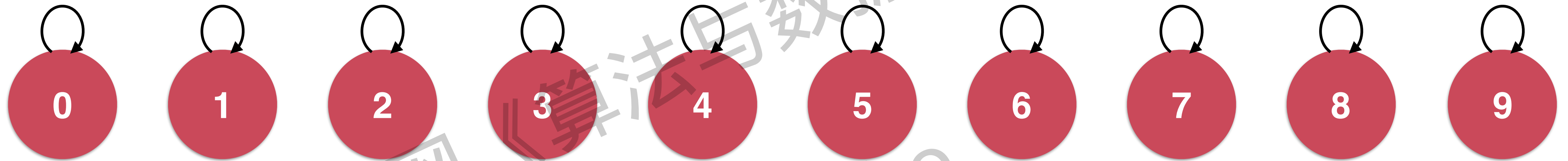
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Quick Union



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

union 4, 3



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

union 4, 3



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

union 4, 3



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9

union 3, 8



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9

union 3, 8



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	3	3	5	6	7	8	9

union 3, 8



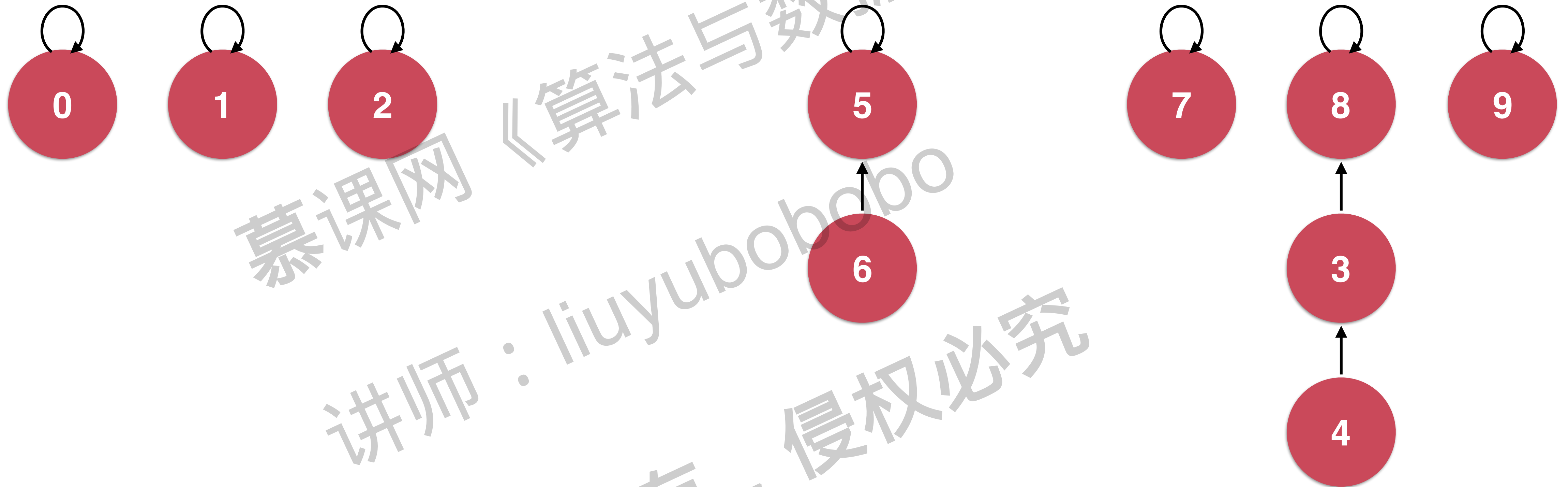
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	6	7	8	9

union 6, 5



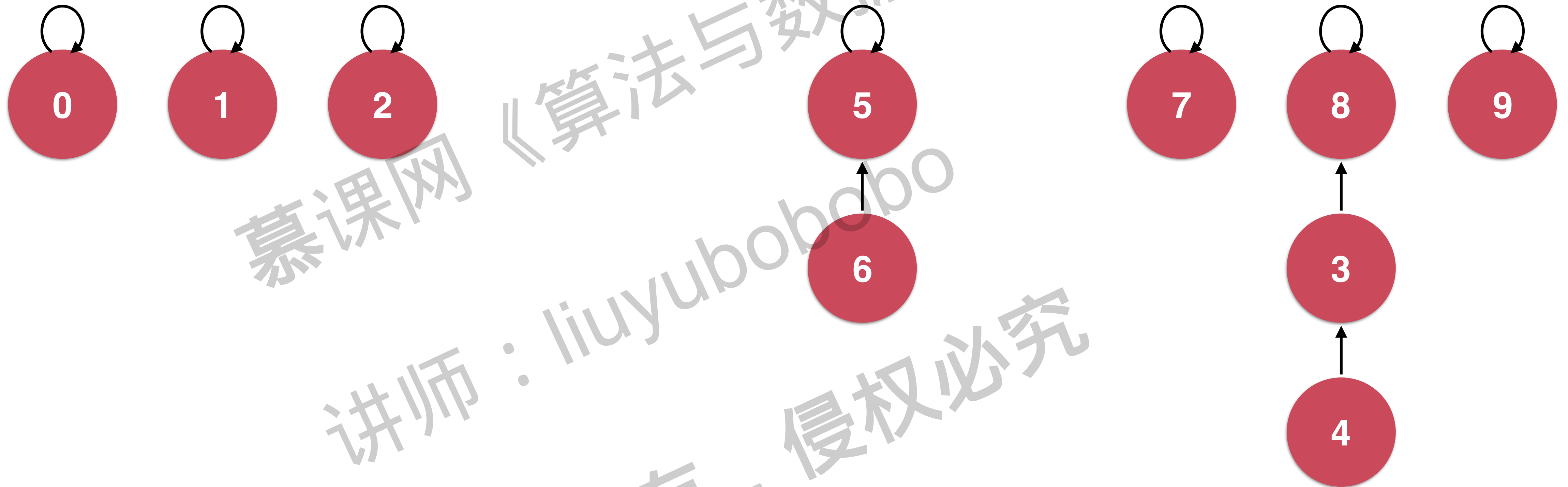
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	6	7	8	9

union 6, 5



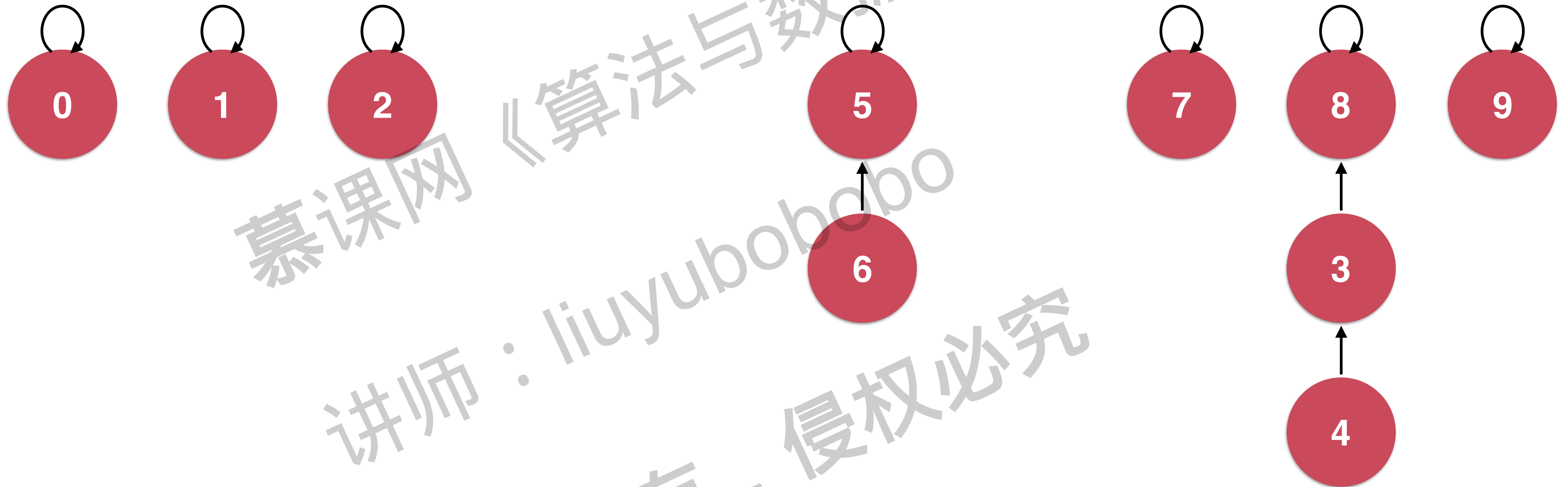
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	6	7	8	9

union 6, 5



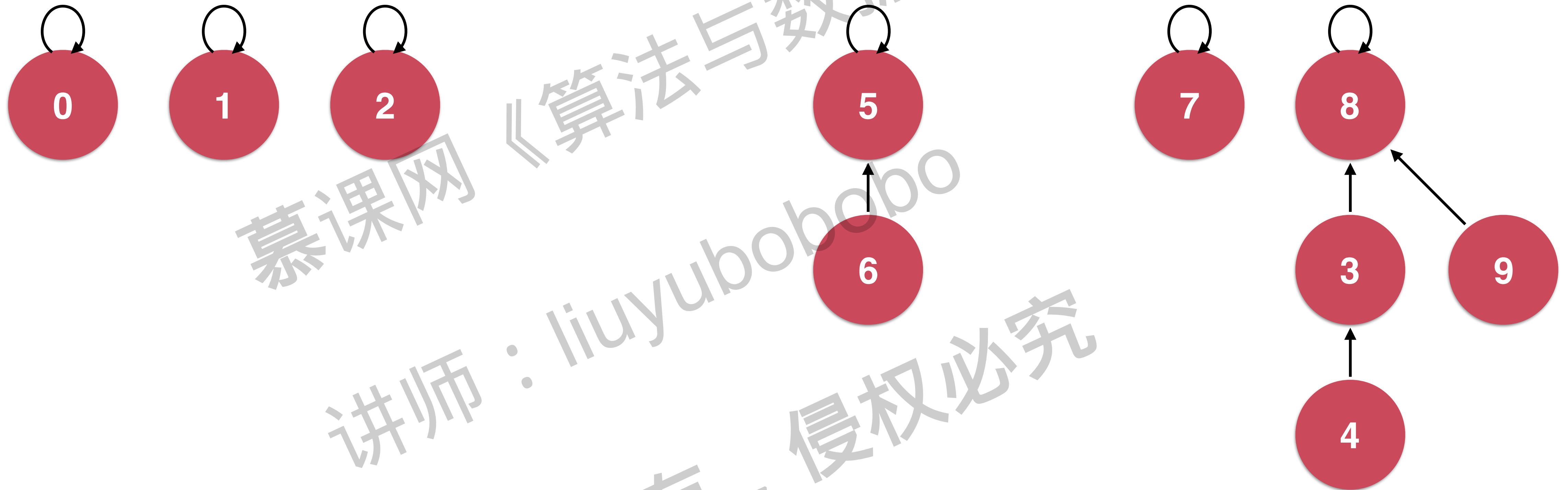
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	5	7	8	9

union 9, 4



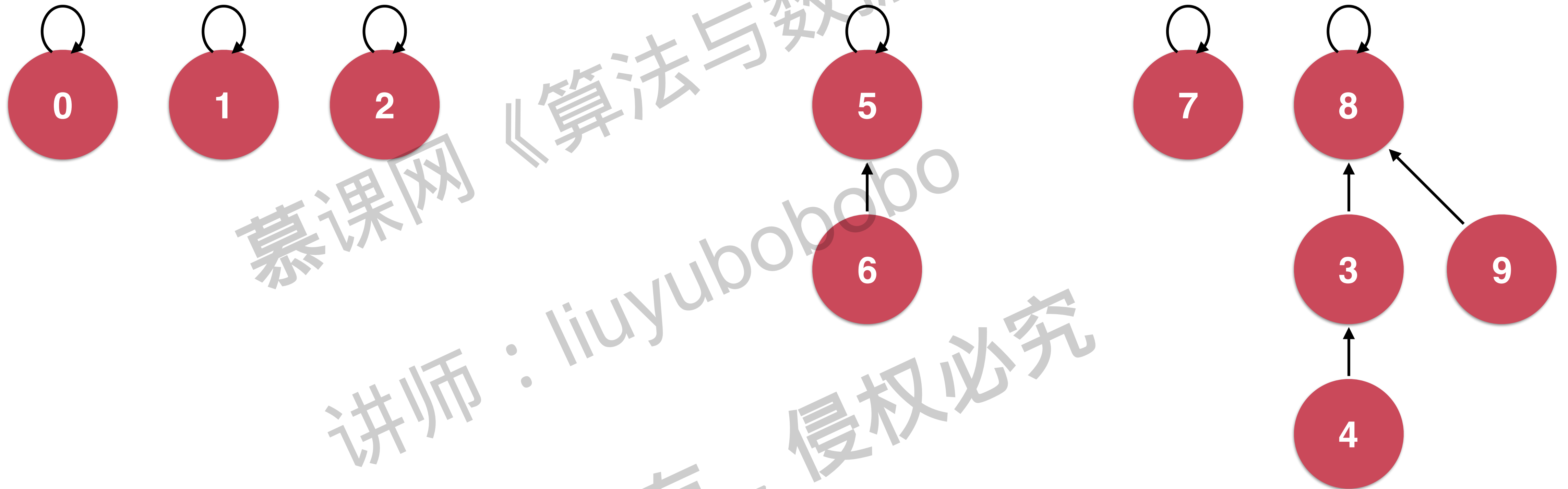
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	5	7	8	9

union 9, 4



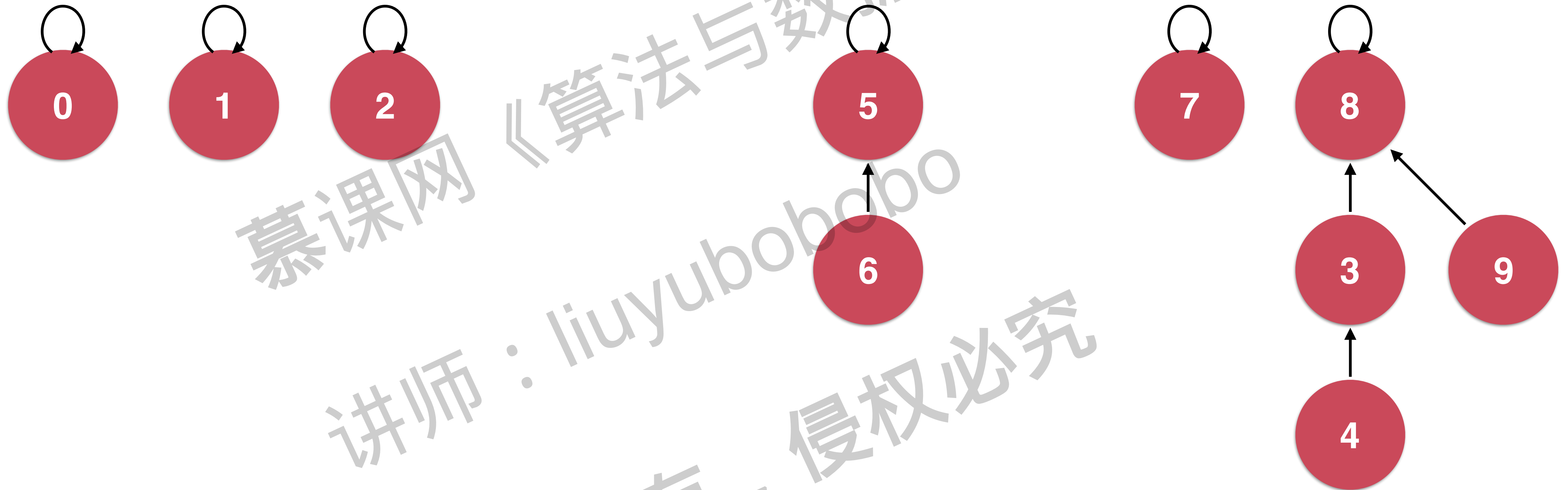
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	5	7	8	9

union 9, 4



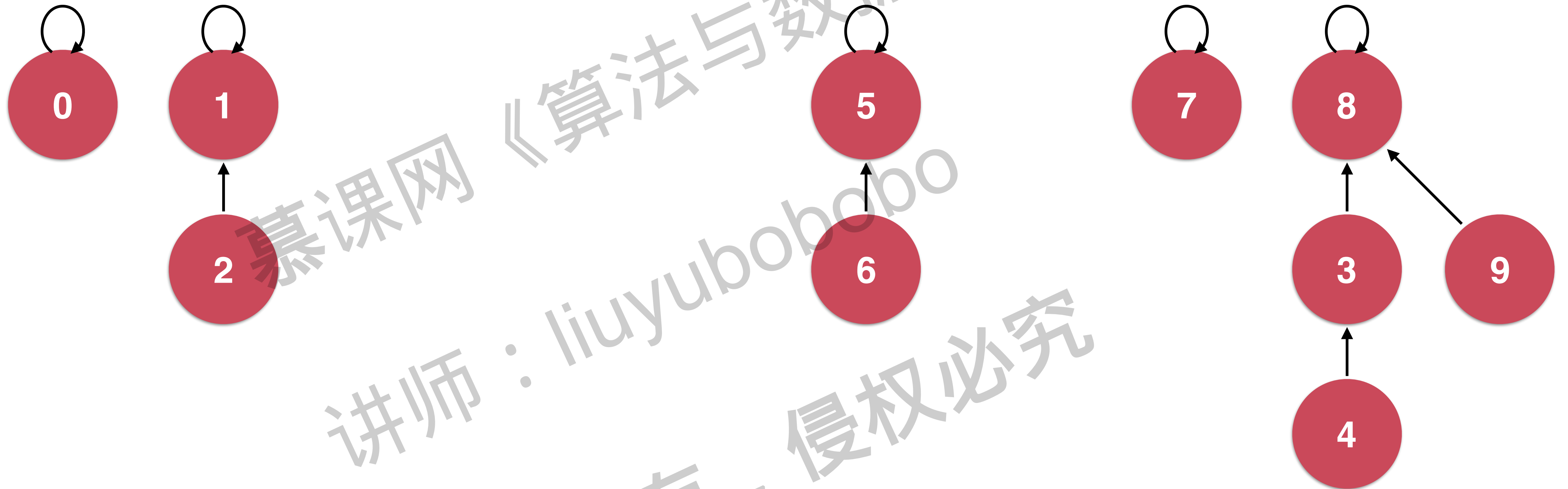
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	5	7	8	8

union 2, 1



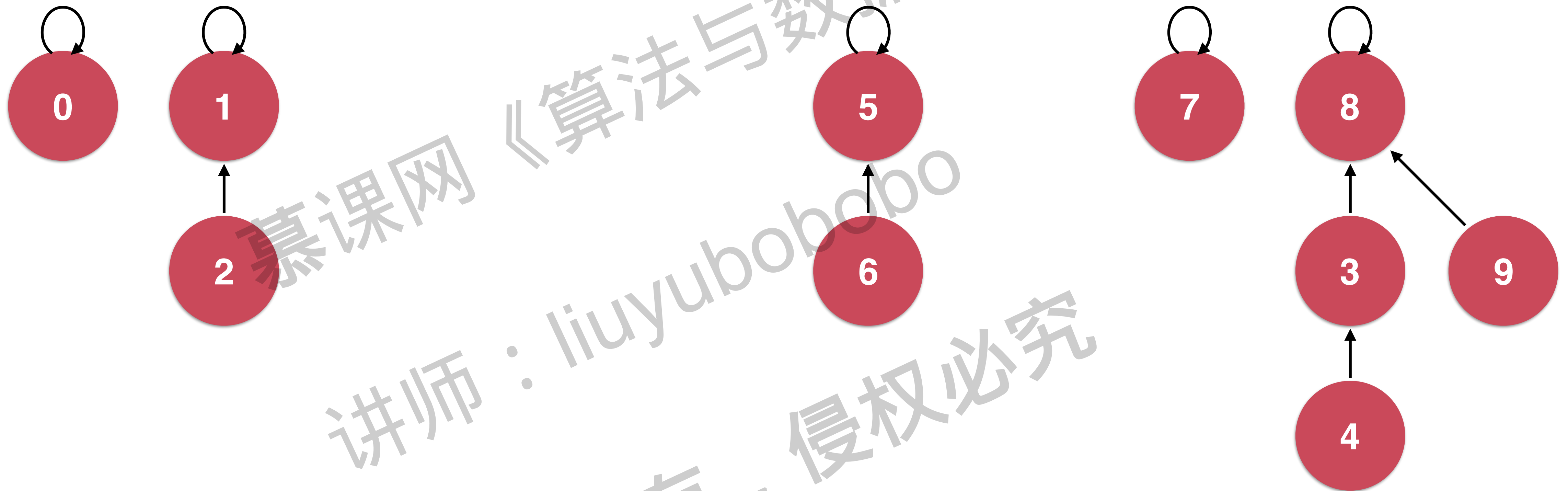
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	5	7	8	8

union 2, 1



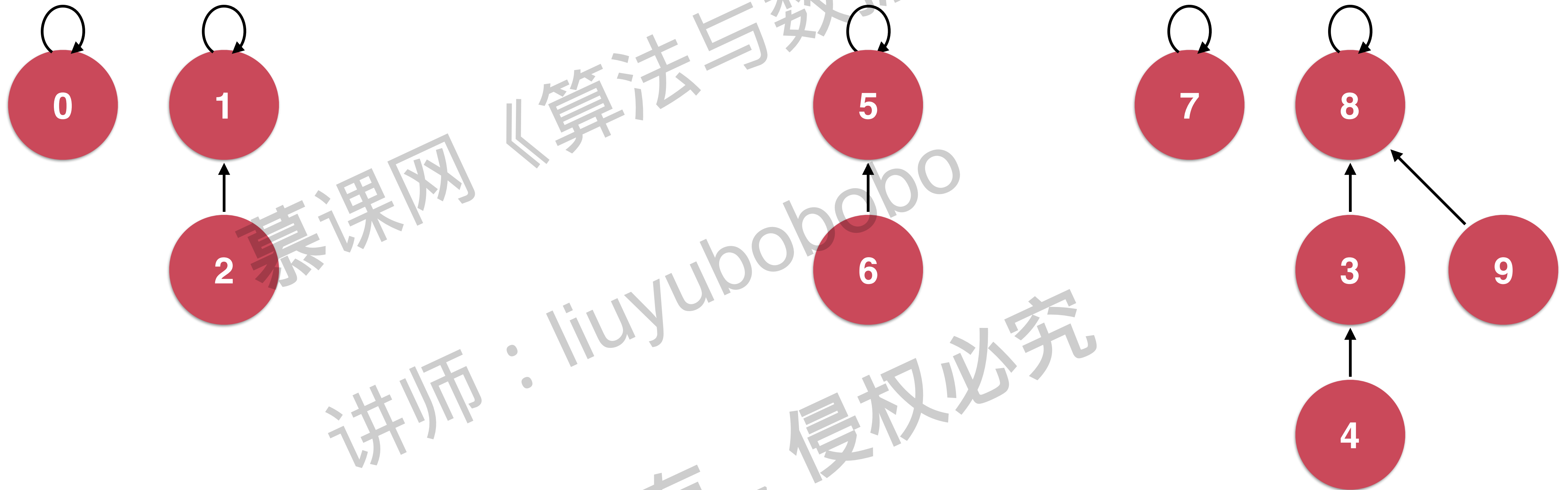
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	5	7	8	8

union 2, 1



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	1	8	3	5	5	7	8	8

union 5, 0



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	1	8	3	5	5	7	8	8

union 5, 0



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	1	8	3	5	5	7	8	8

union 5, 0



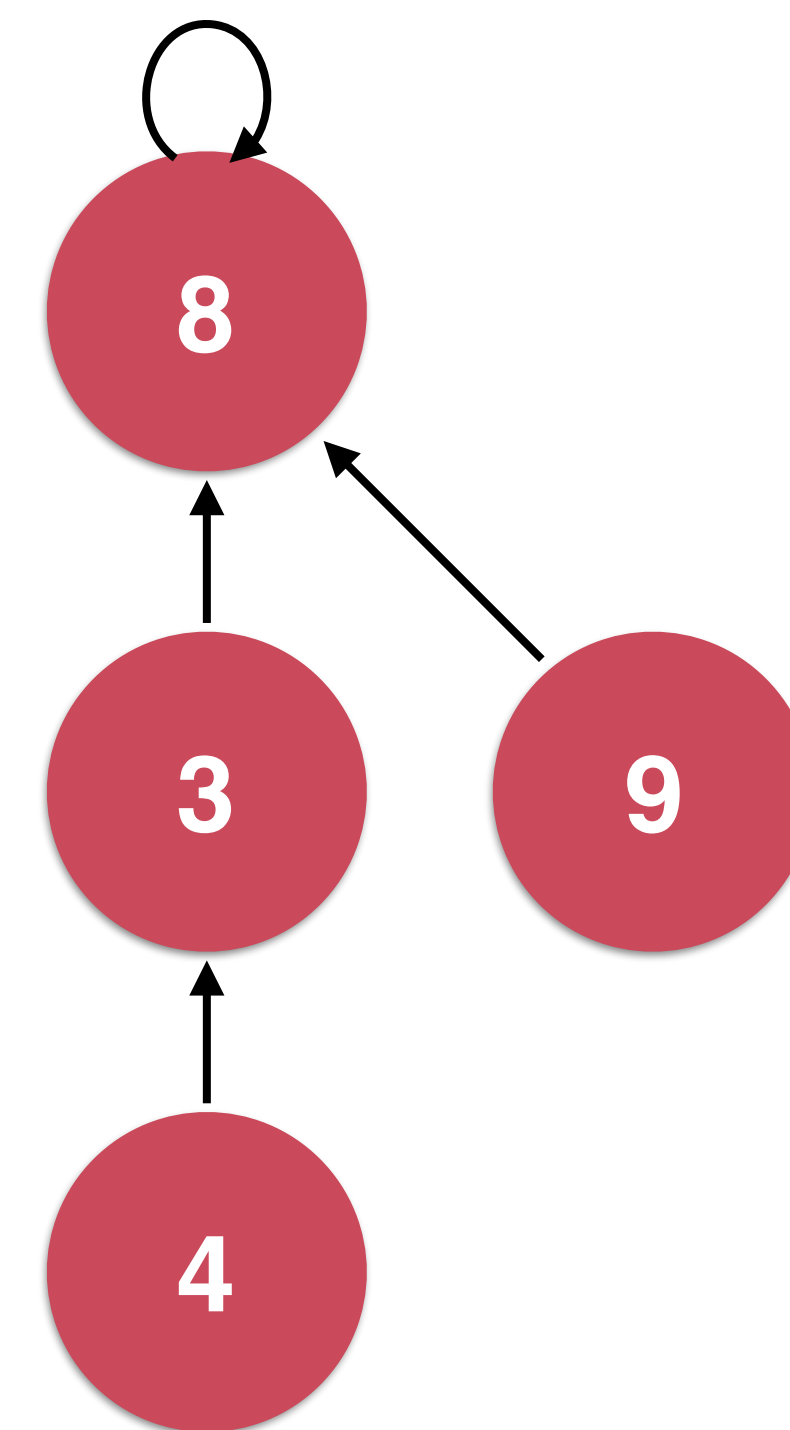
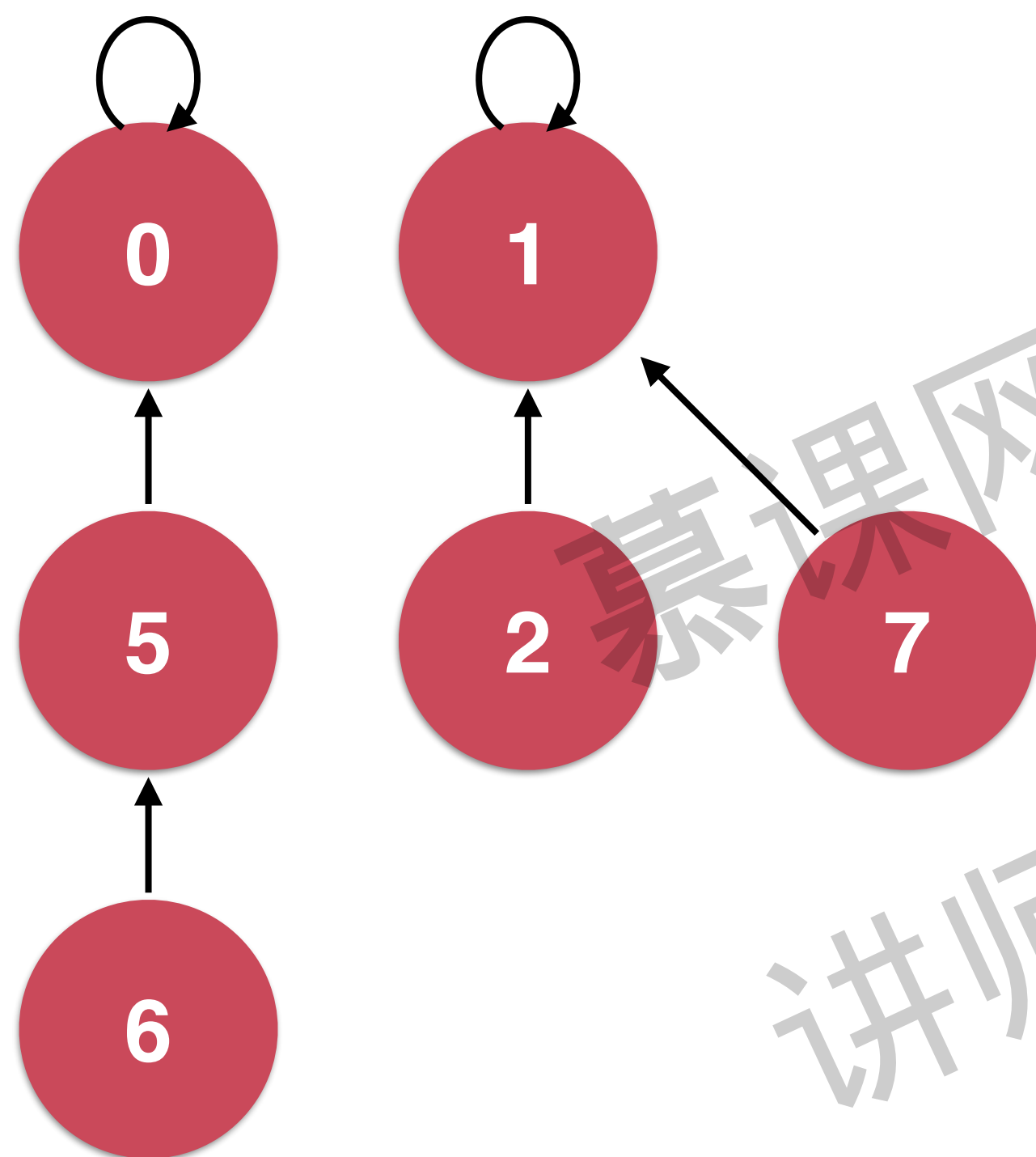
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	1	8	3	0	5	7	8	8

union 7, 2



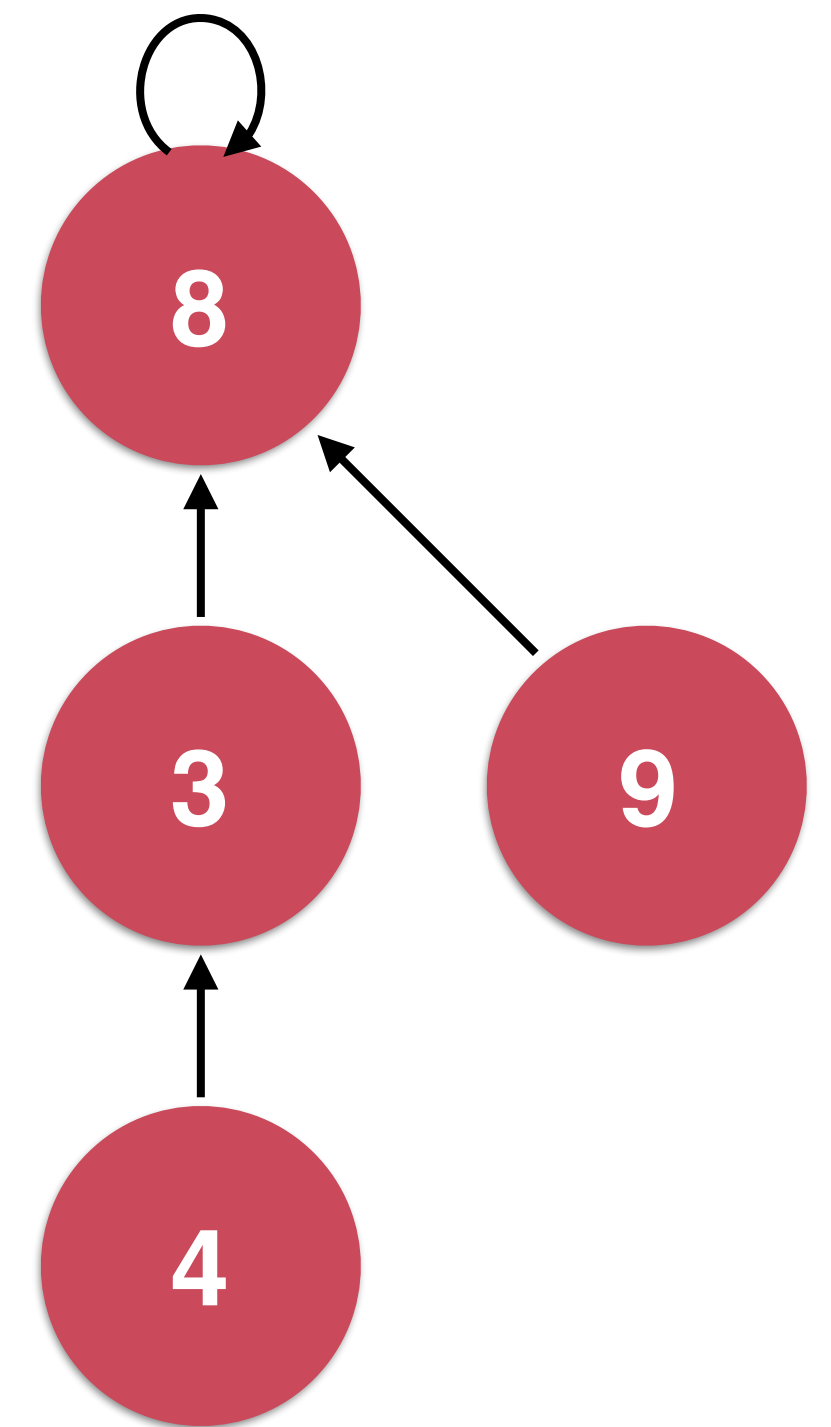
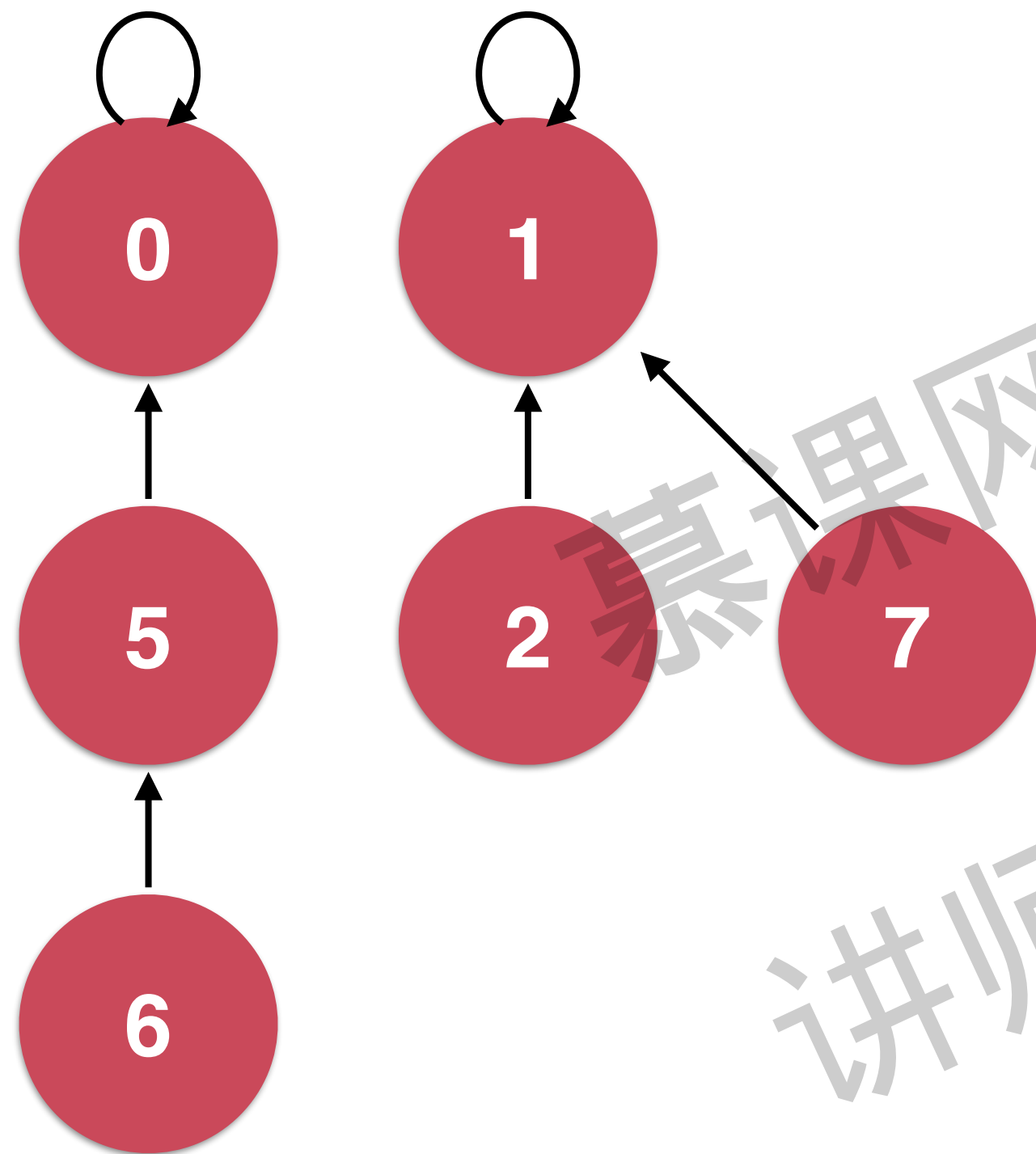
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	1	8	3	0	5	7	8	8

union 7, 2



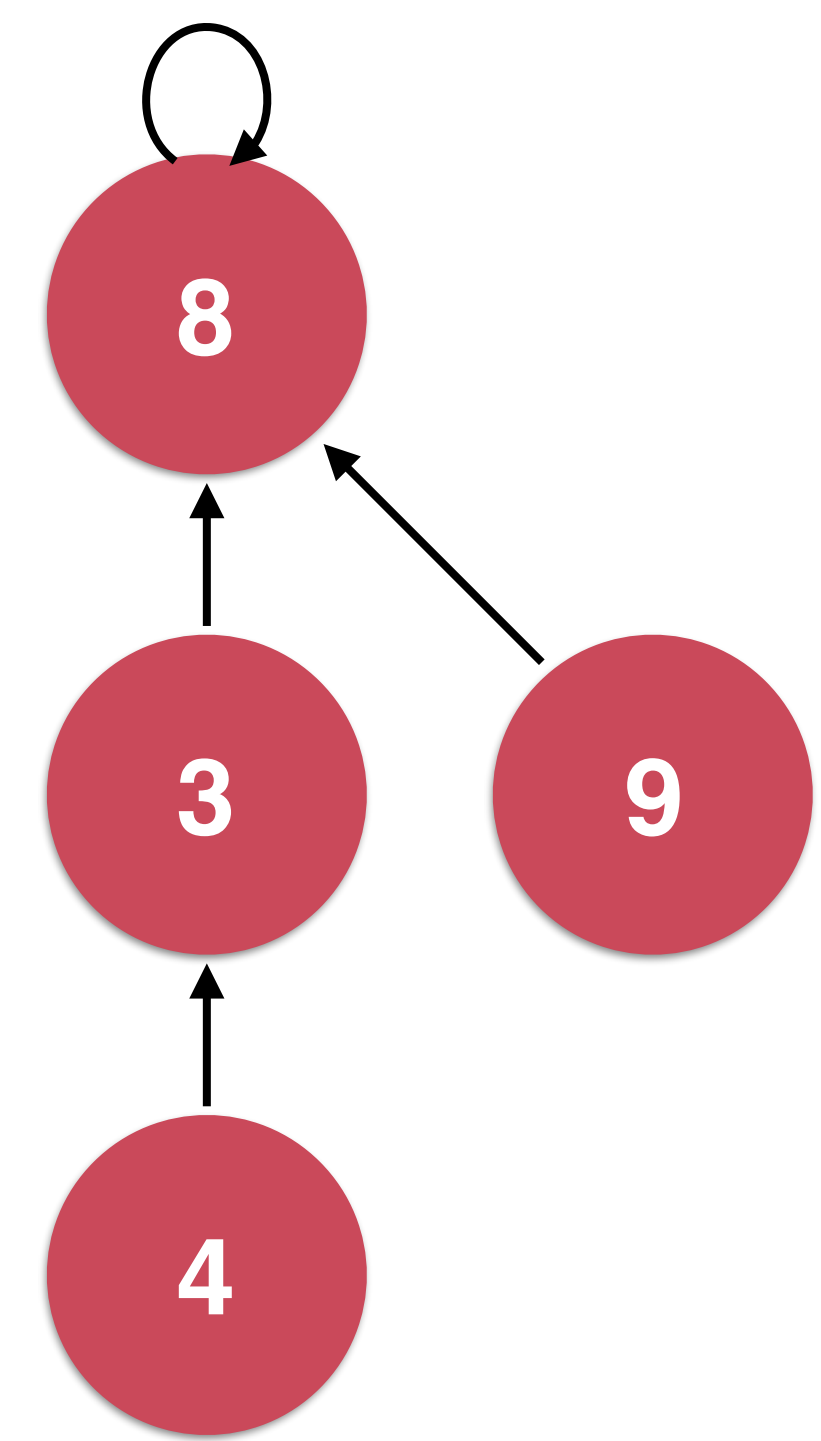
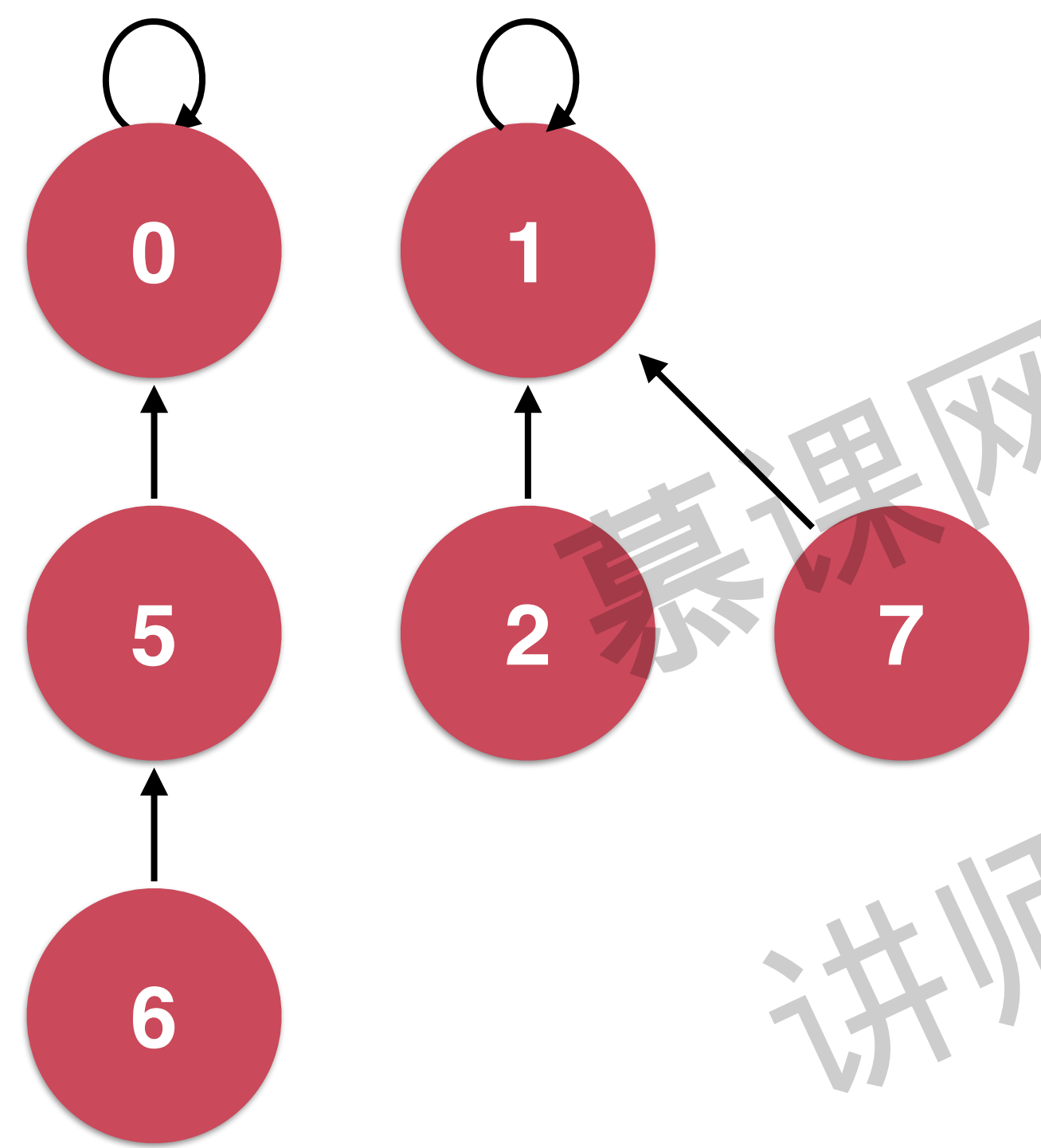
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	1	8	3	0	5	7	8	8

union 7, 2



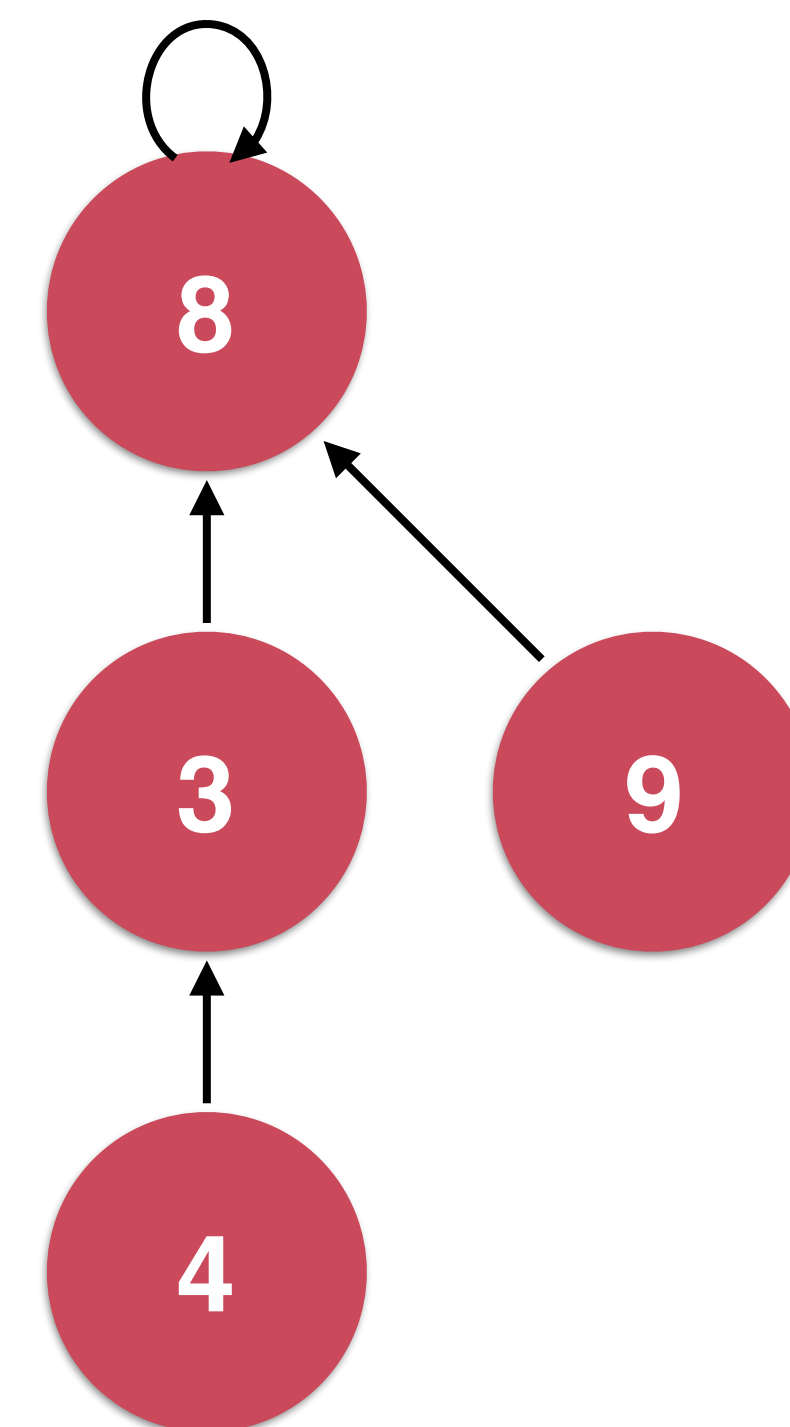
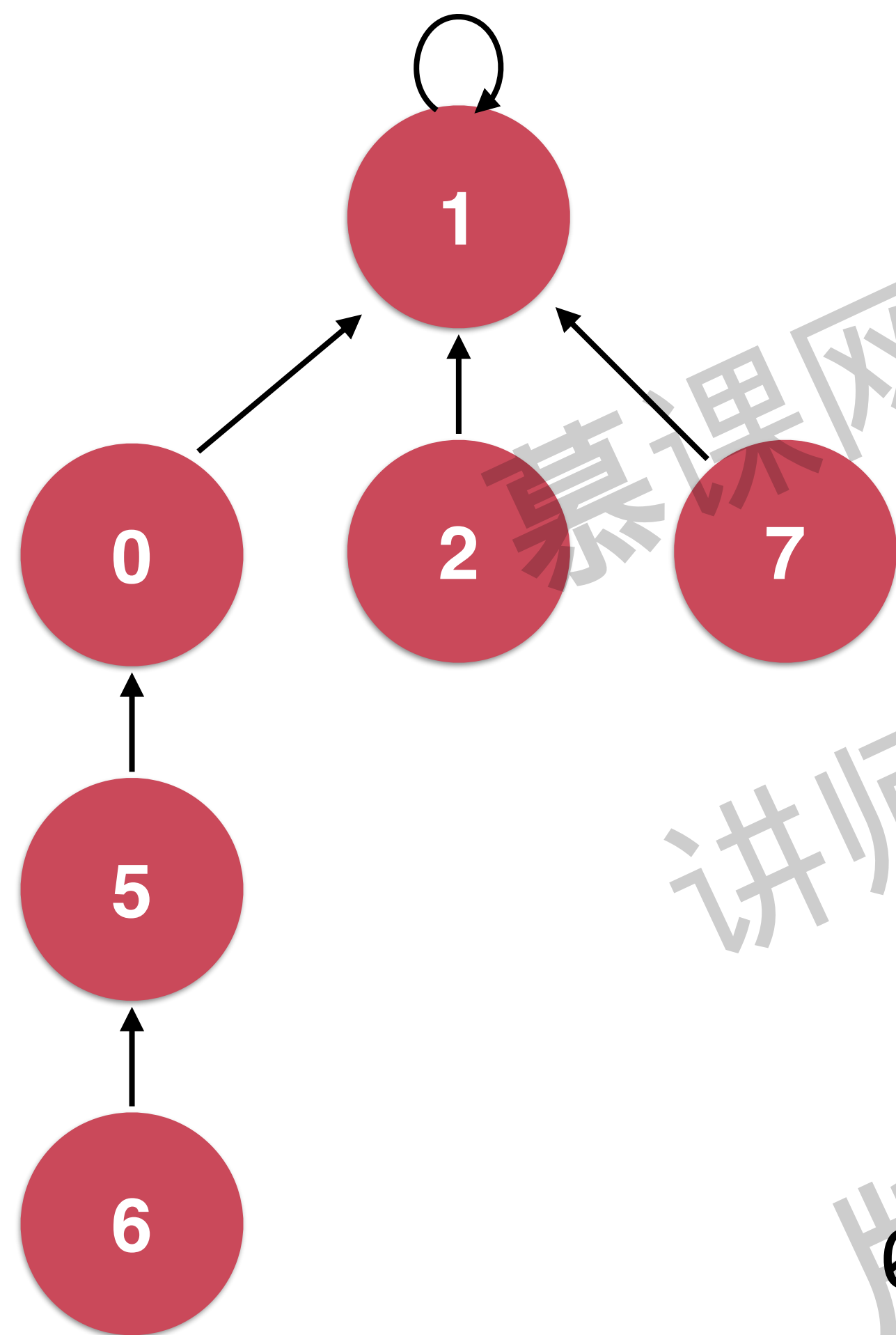
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	1	8	3	0	5	1	8	8

union 6, 2



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	1	8	3	0	5	1	8	8

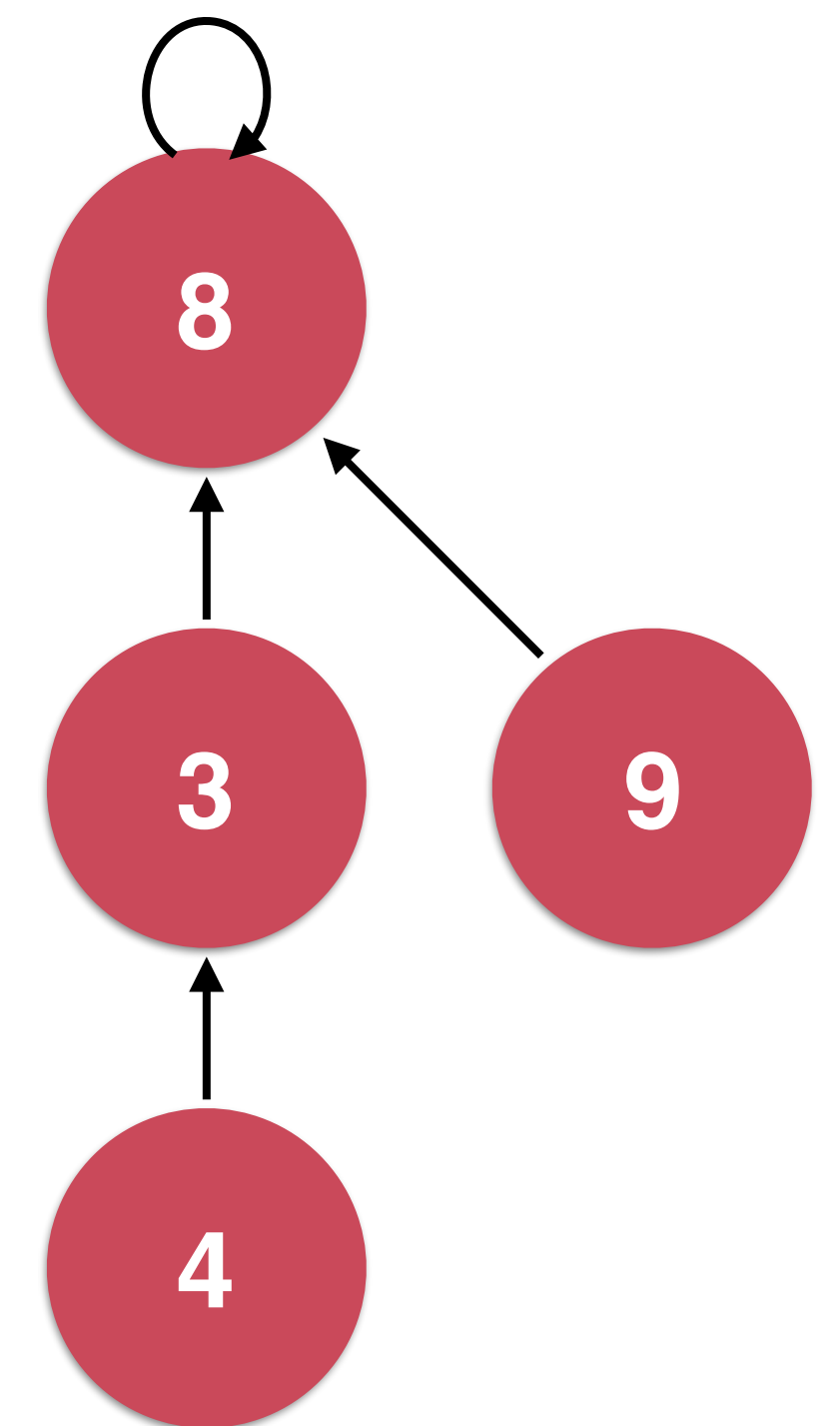
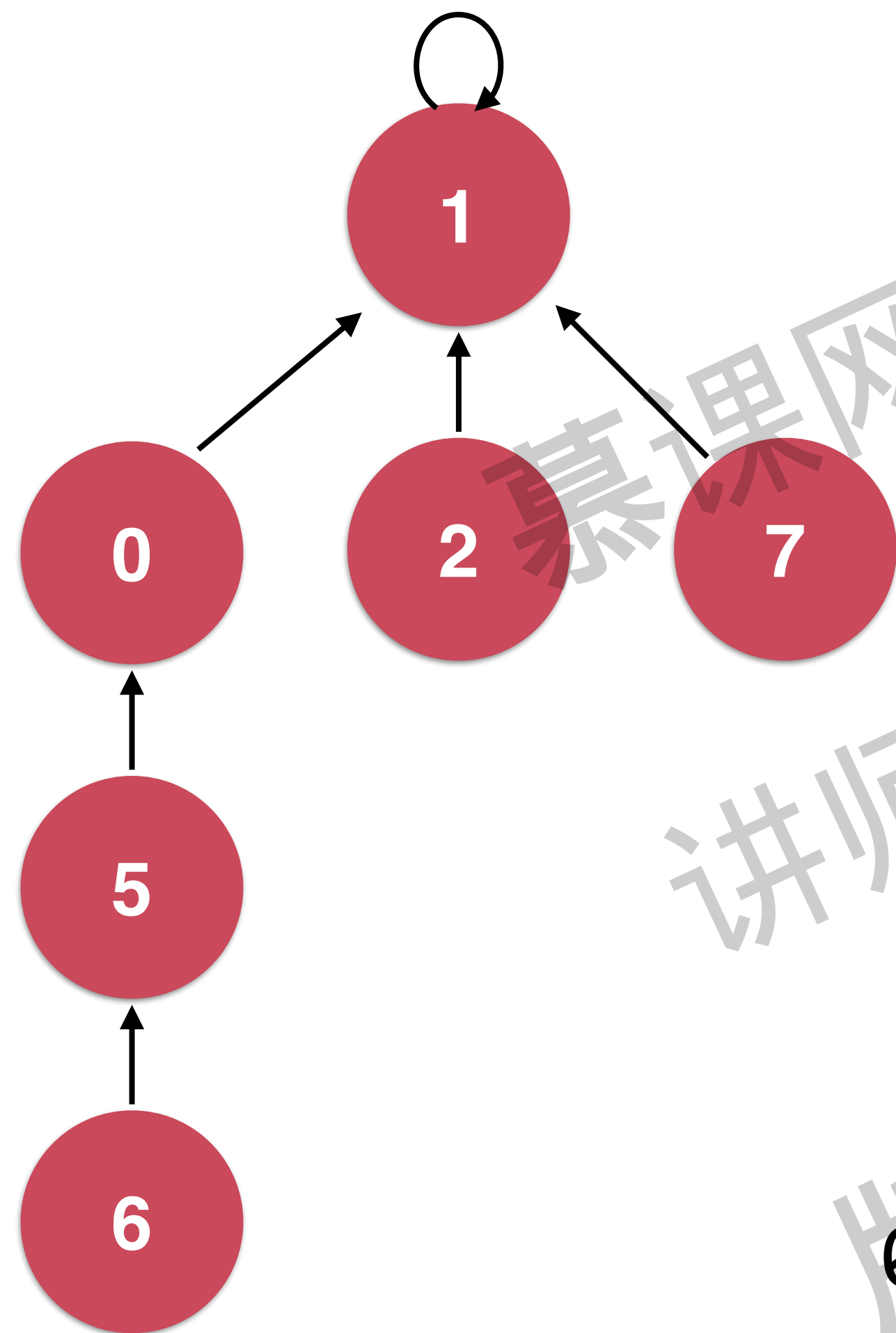
union 6, 2



parent

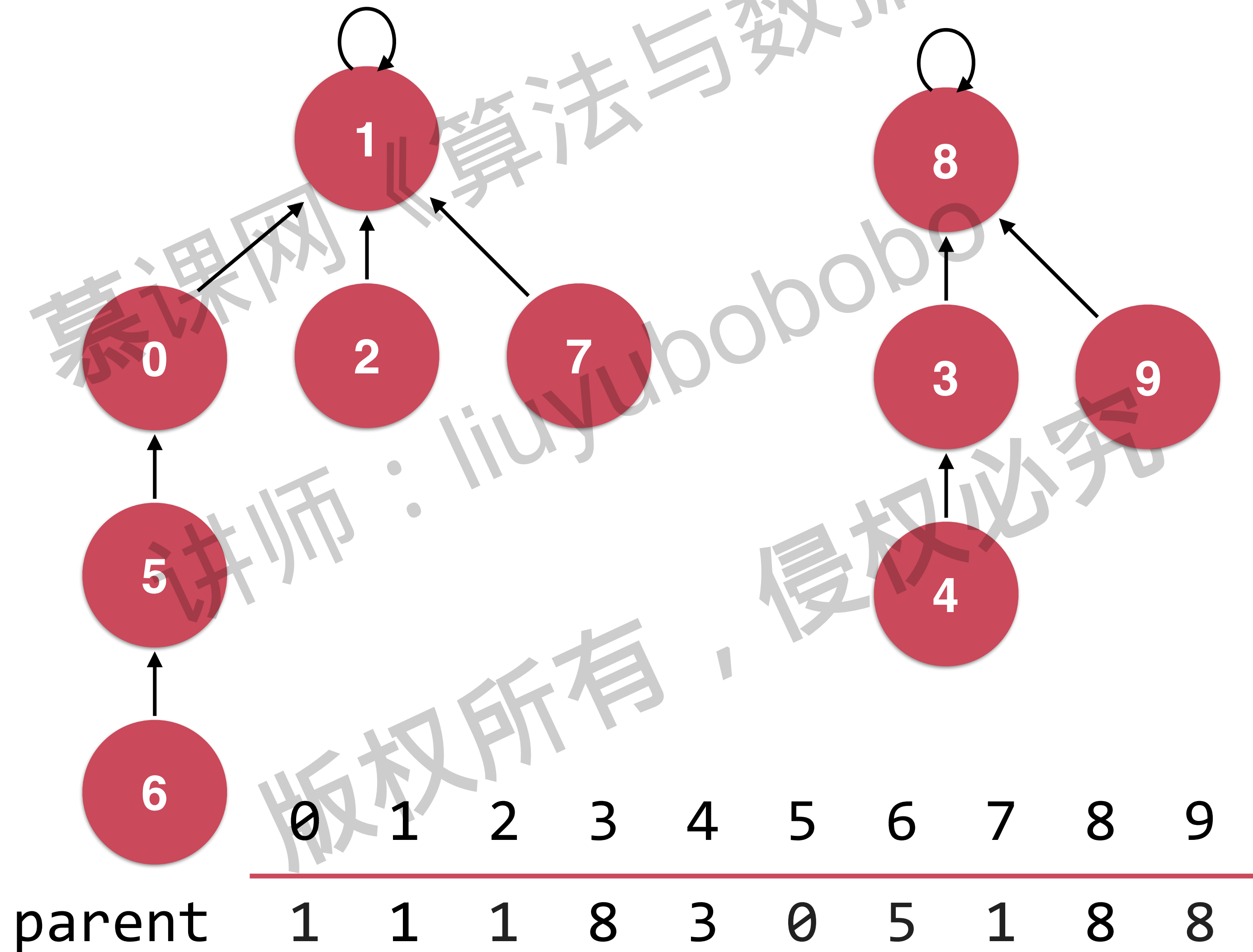
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	1	8	3	0	5	1	8	8

union 6, 2



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	1	1	1	8	3	0	5	1	8	8

并查集



操作：Quick Union 的并查集实现

慕课网《算法与数据结构》

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

操作：Quick Union 和 Quick Find 的时间效率比较

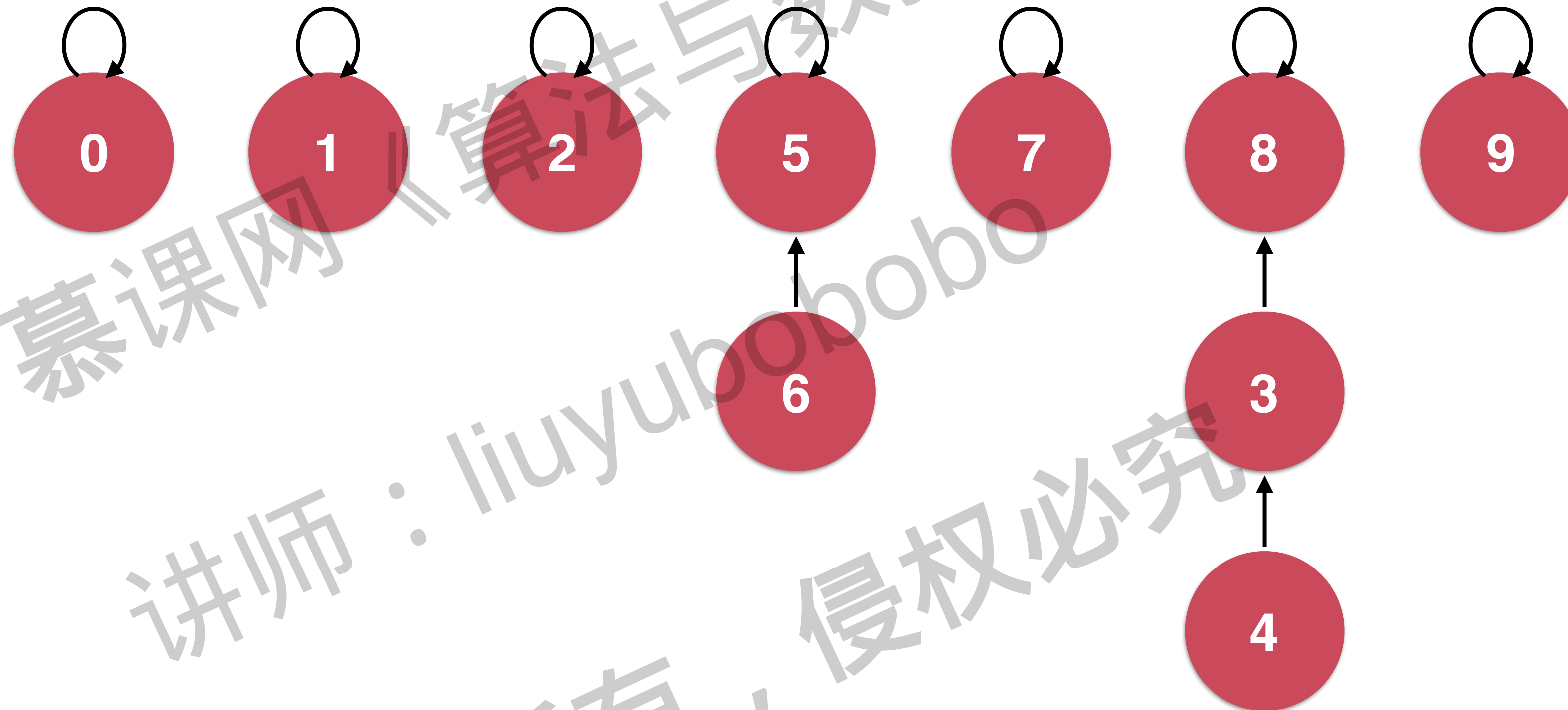
慕课网《算法与数据结构》

并查集优化

讲师：liuyubobobo

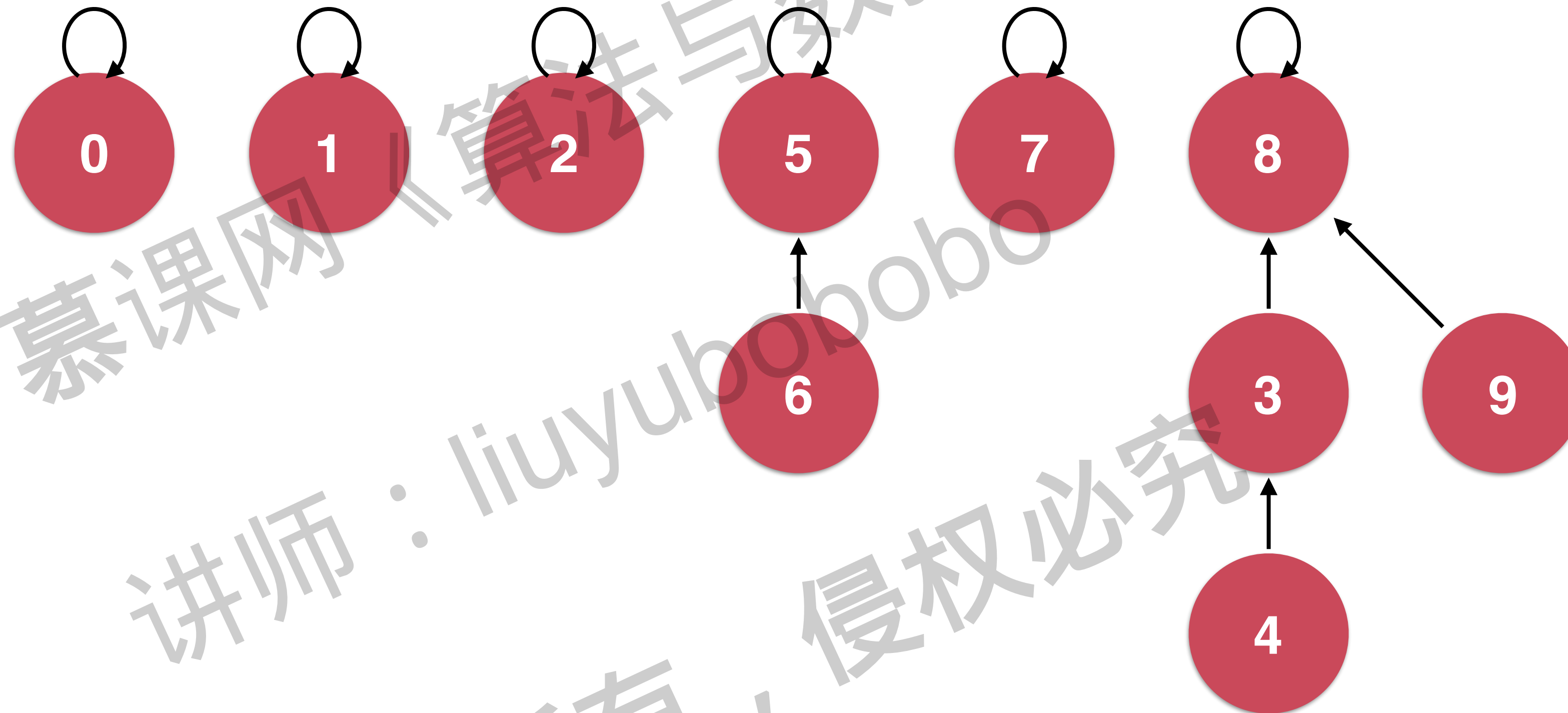
版权所有，侵权必究

union 9, 4



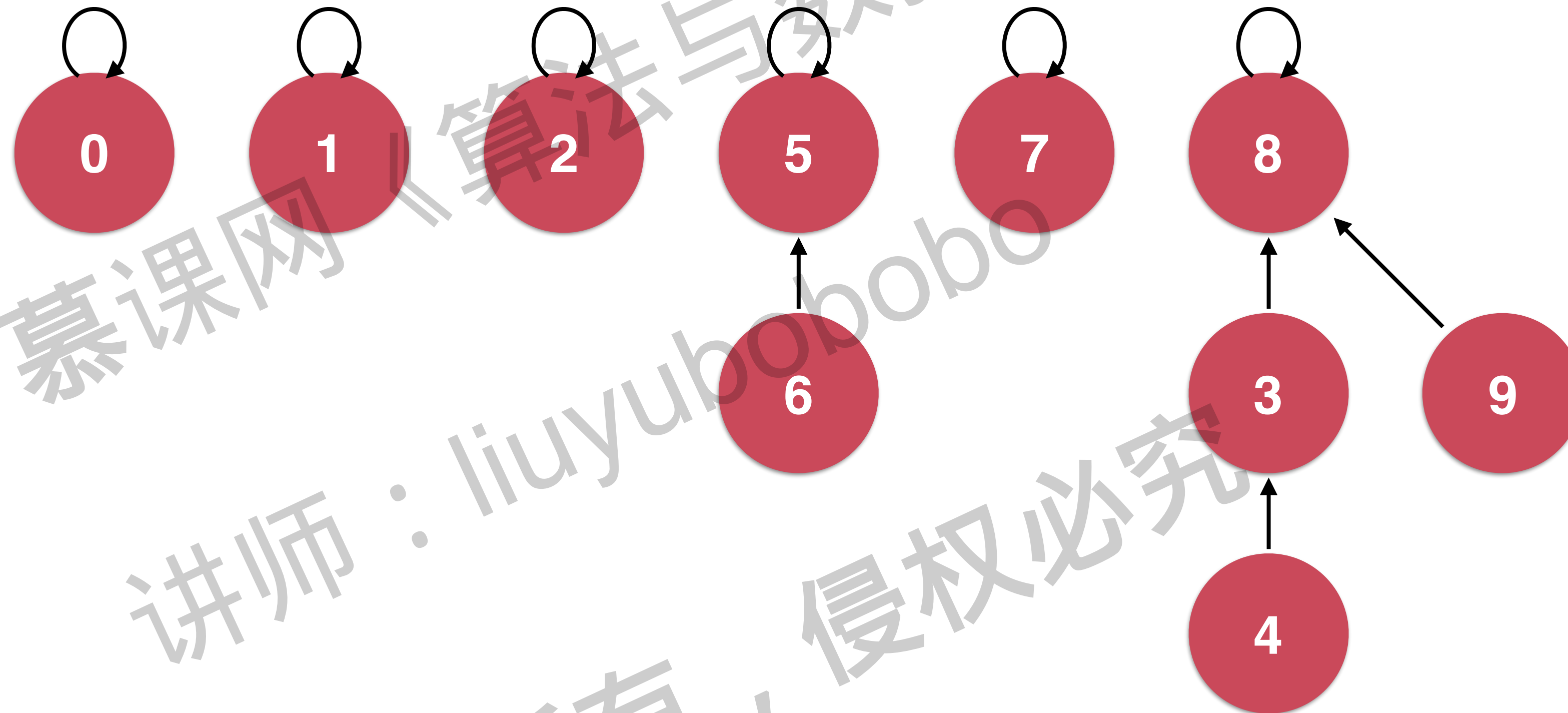
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	5	7	8	9

union 9, 4



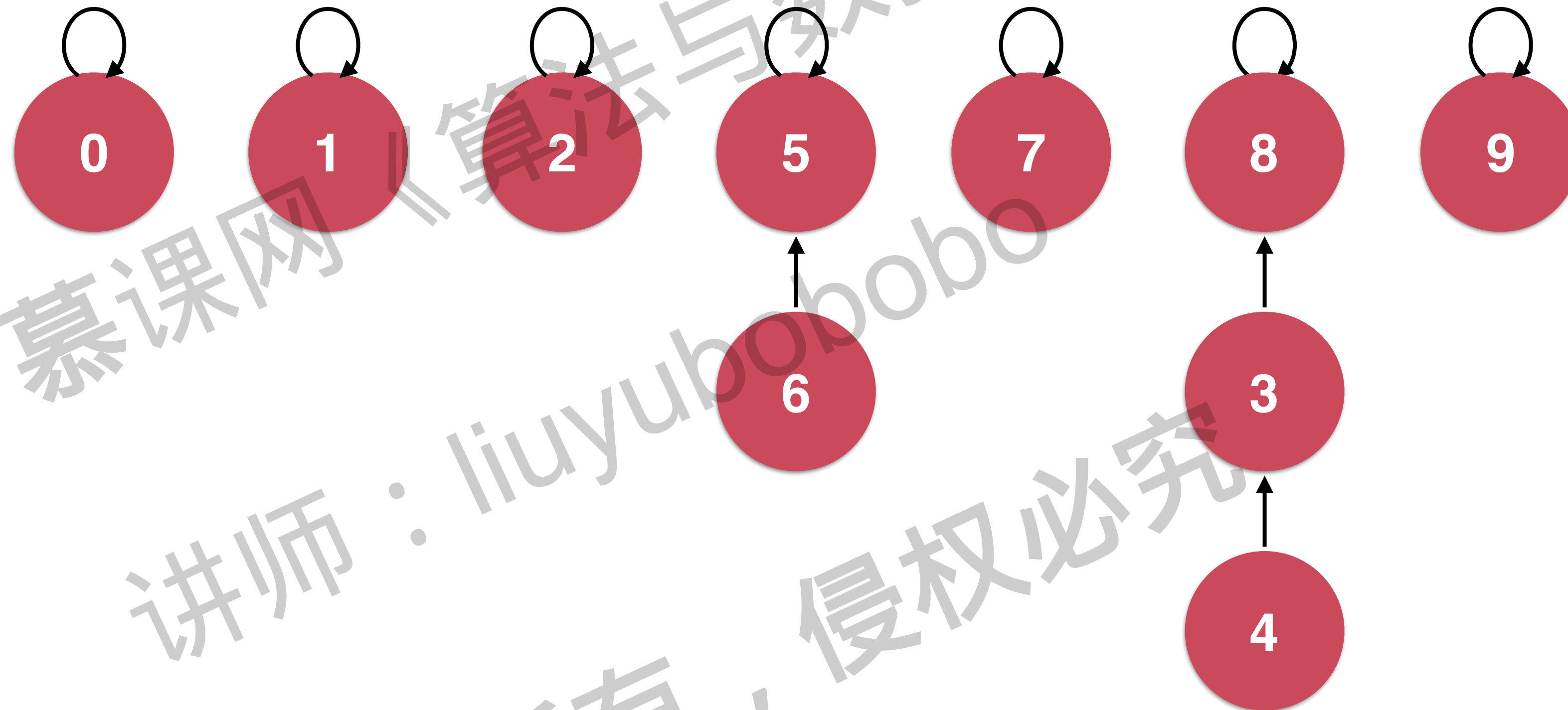
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	5	7	8	9

union 9, 4



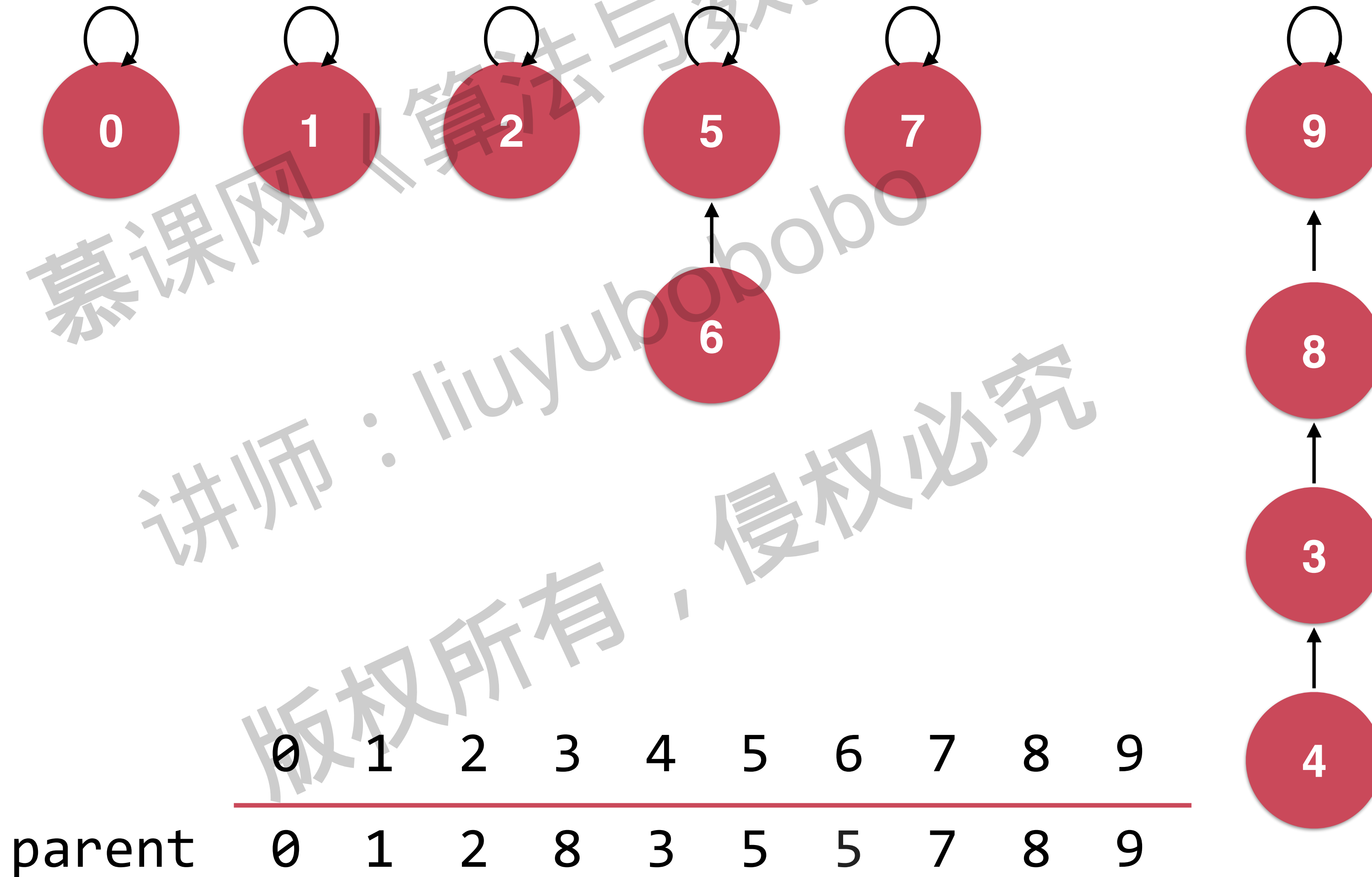
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	5	7	8	8

union 4, 9

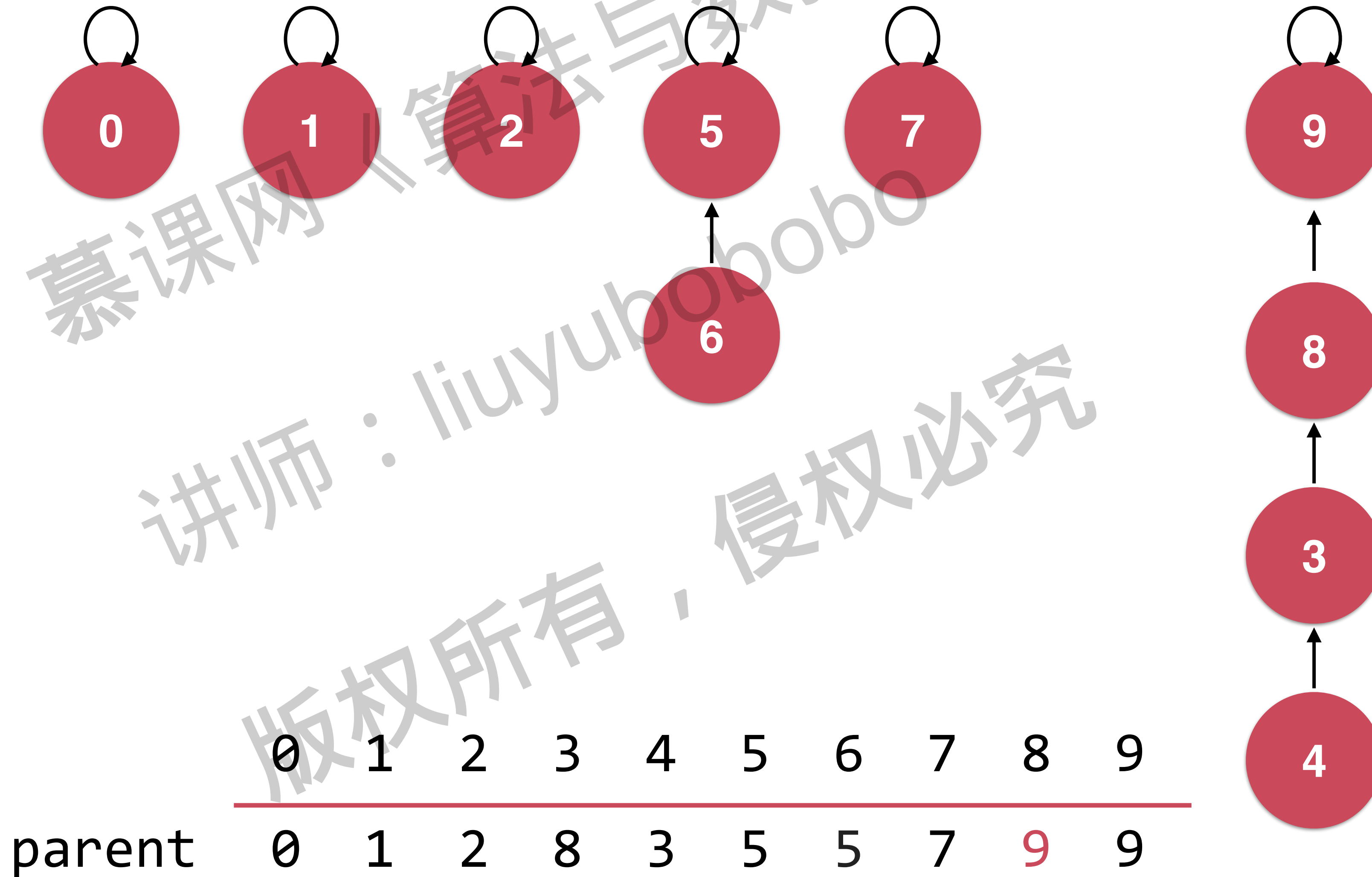


	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	0	1	2	8	3	5	5	7	8	9

union 4, 9



union 4, 9



慕课网《算法与数据结构》

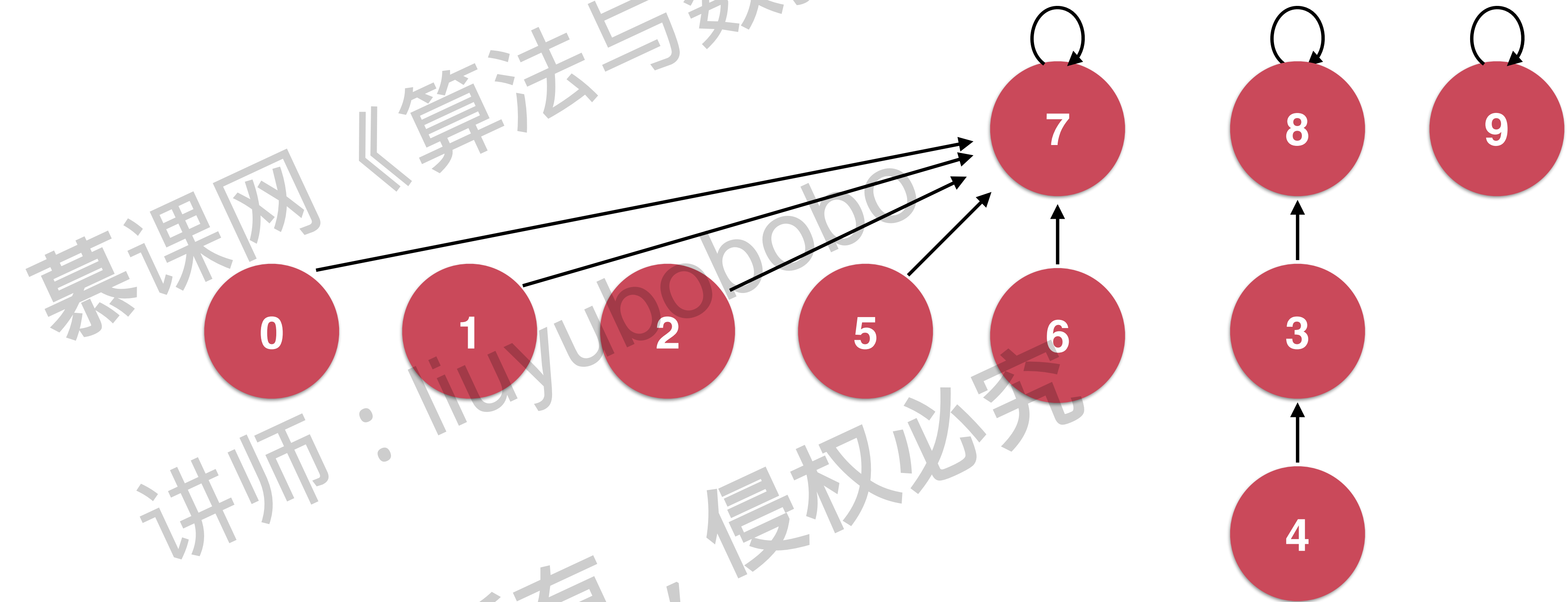
操作：基于sz的优化

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

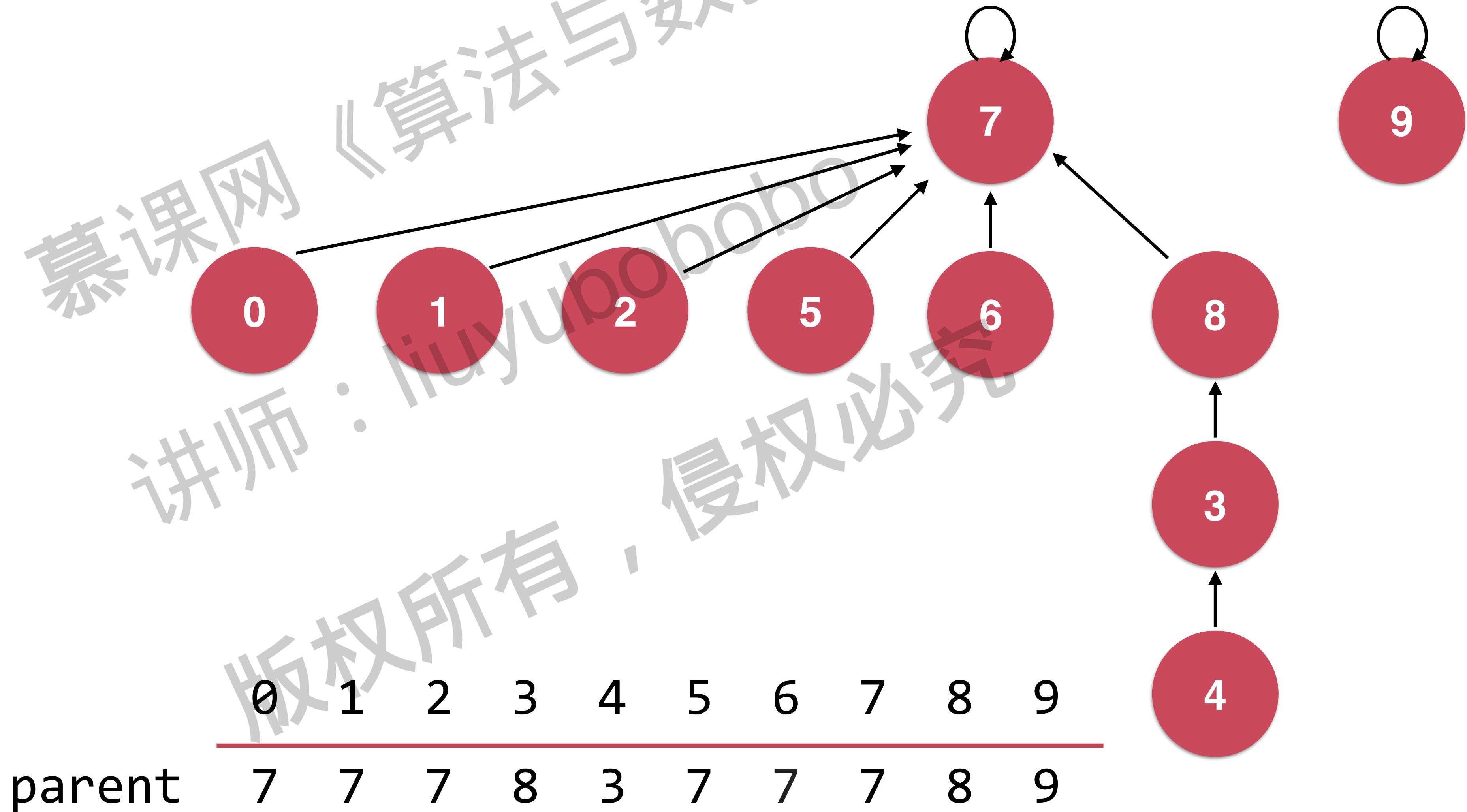
操作：Quick Union 和优化后的时间效率比较

union 4, 2

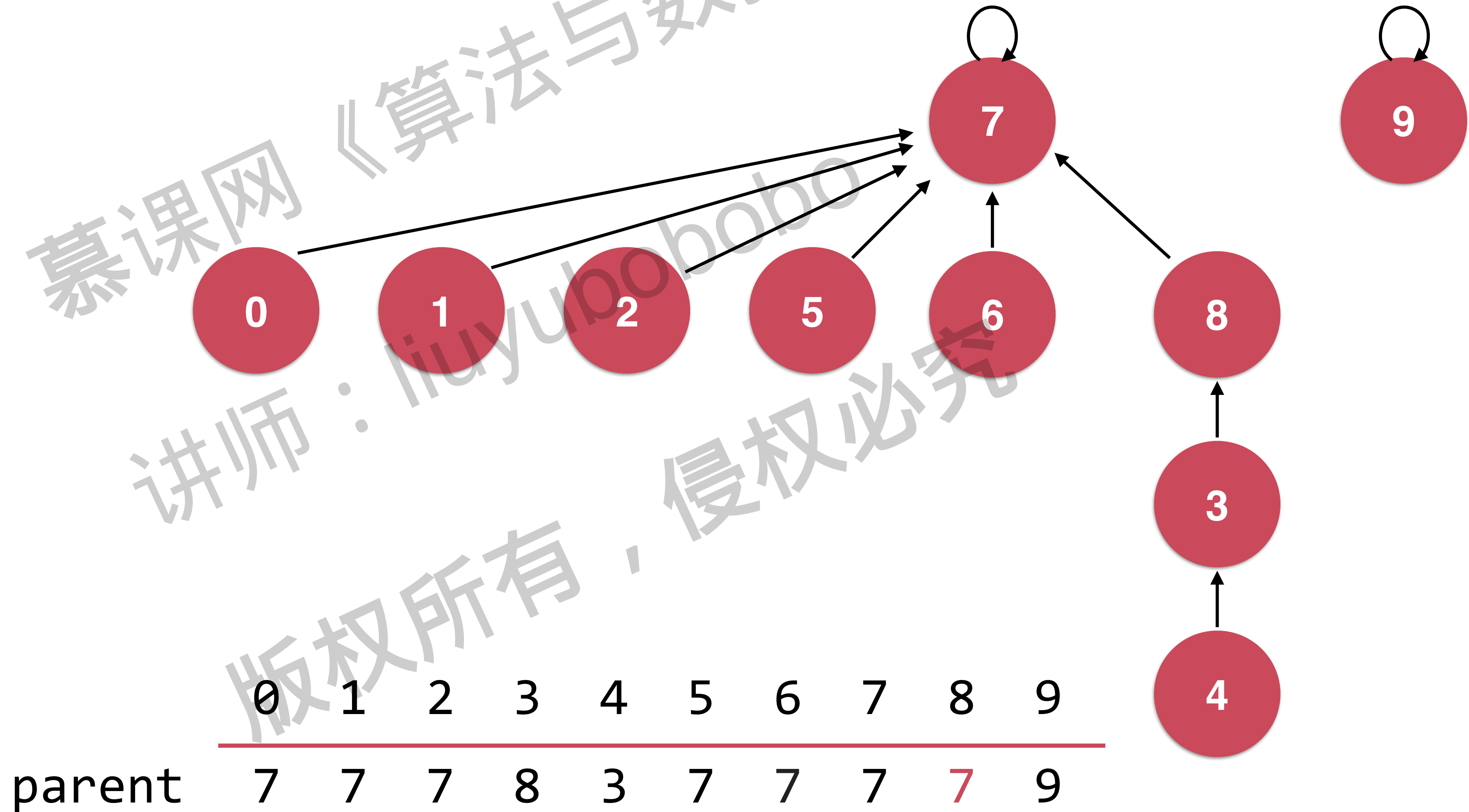


	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	7	7	7	8	3	7	7	7	8	9

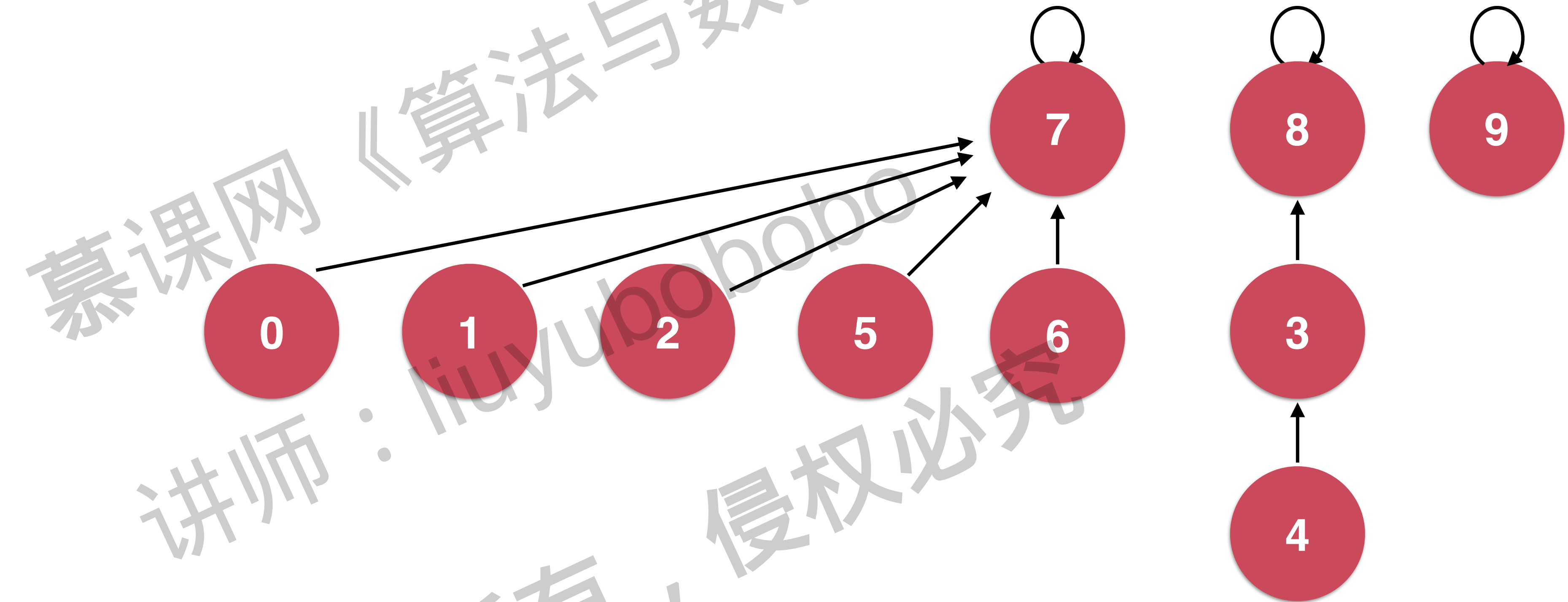
union 4, 2



union 4, 2

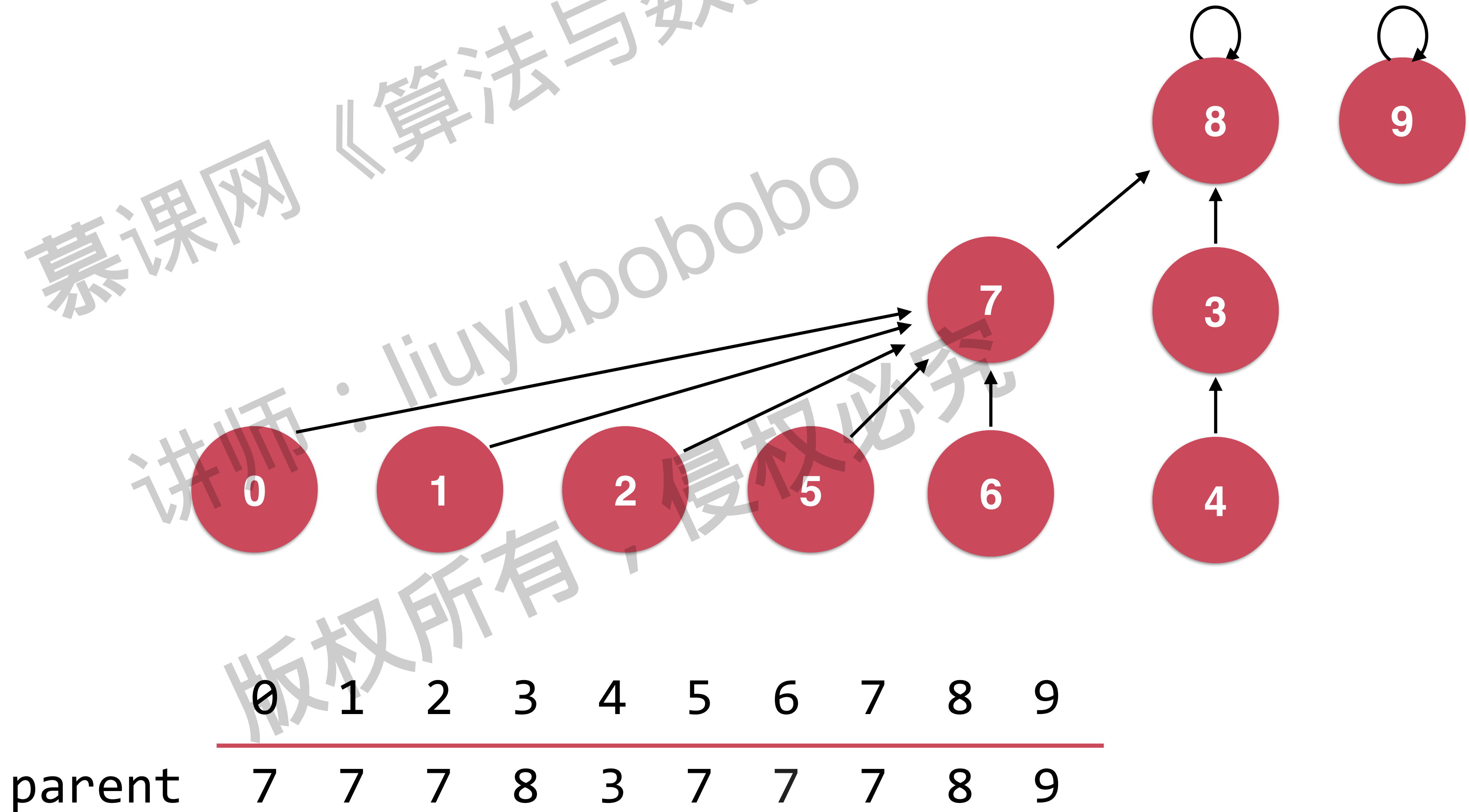


union 4, 2

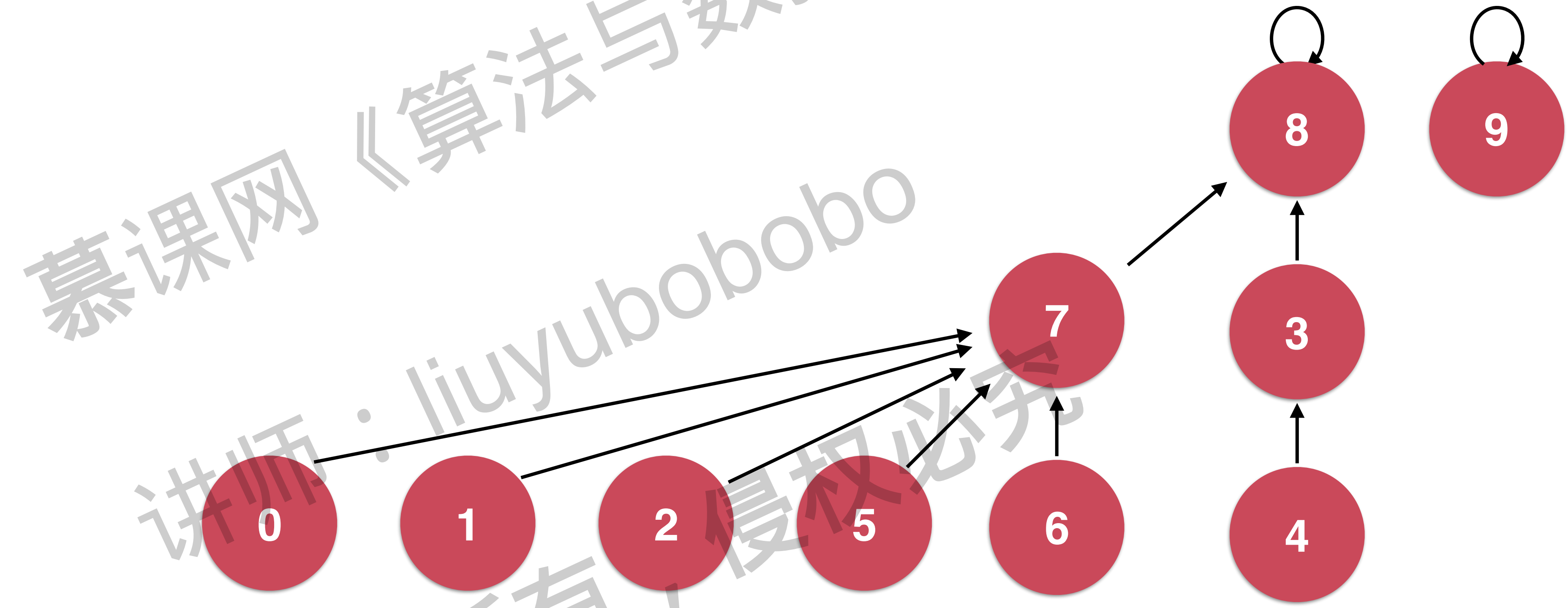


	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	7	7	7	8	3	7	7	7	8	9

union 4, 2



union 4, 2



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
parent	7	7	7	8	3	7	7	8	8	9

慕课网《算法与数据结构》

基于rank的优化

$\text{rank}[i]$ 表示根节点为 i 的树的高度

讲师: 何子扬

版权所有，侵权必究

慕课网《算法与数据结构》

操作：基于rank的优化

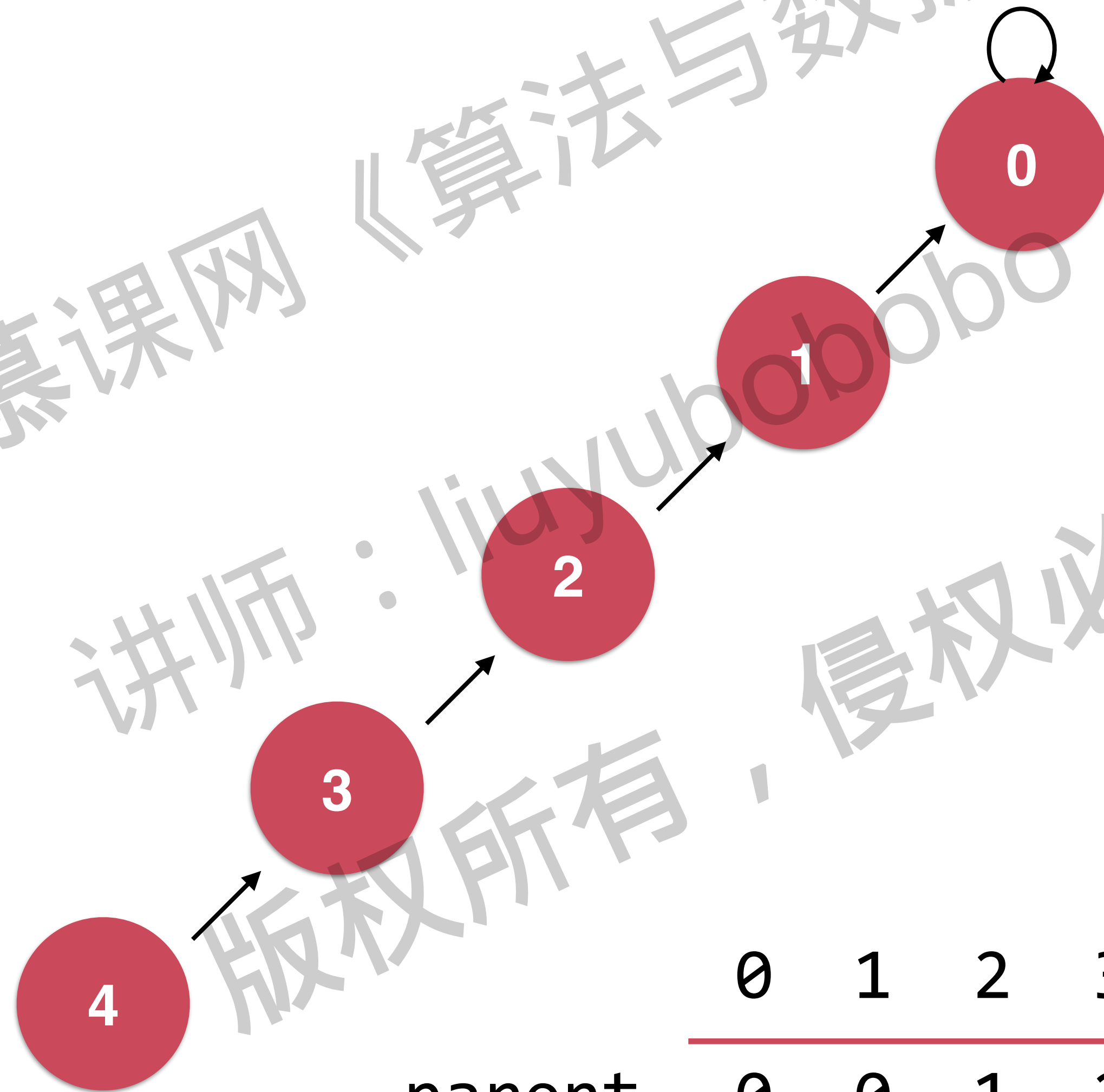
讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

路径压缩 Path Compression

慕课网《算法与数据结构》
讲师：liuyubobobo
版权所有，侵权必究

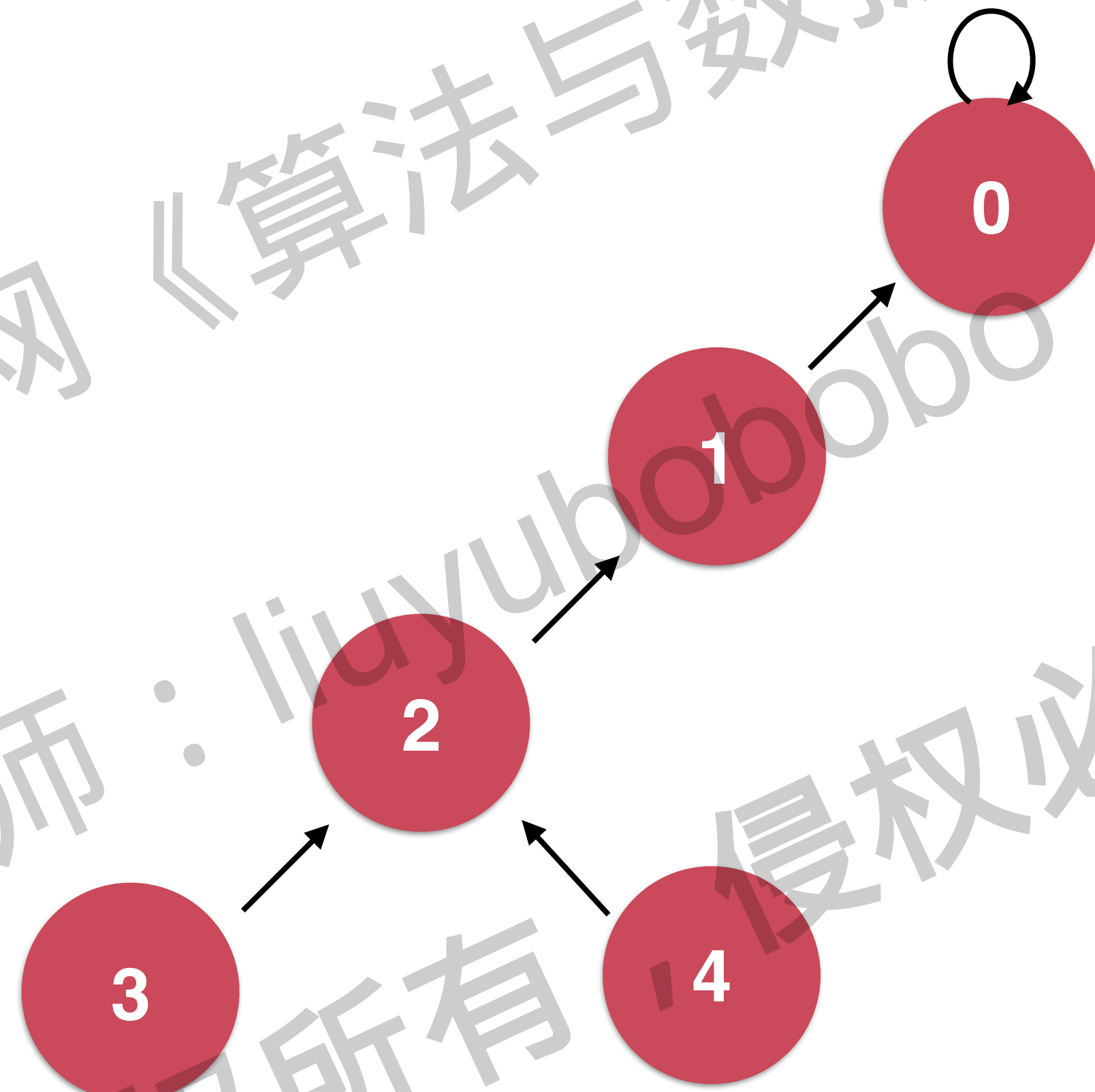
find 4



parent

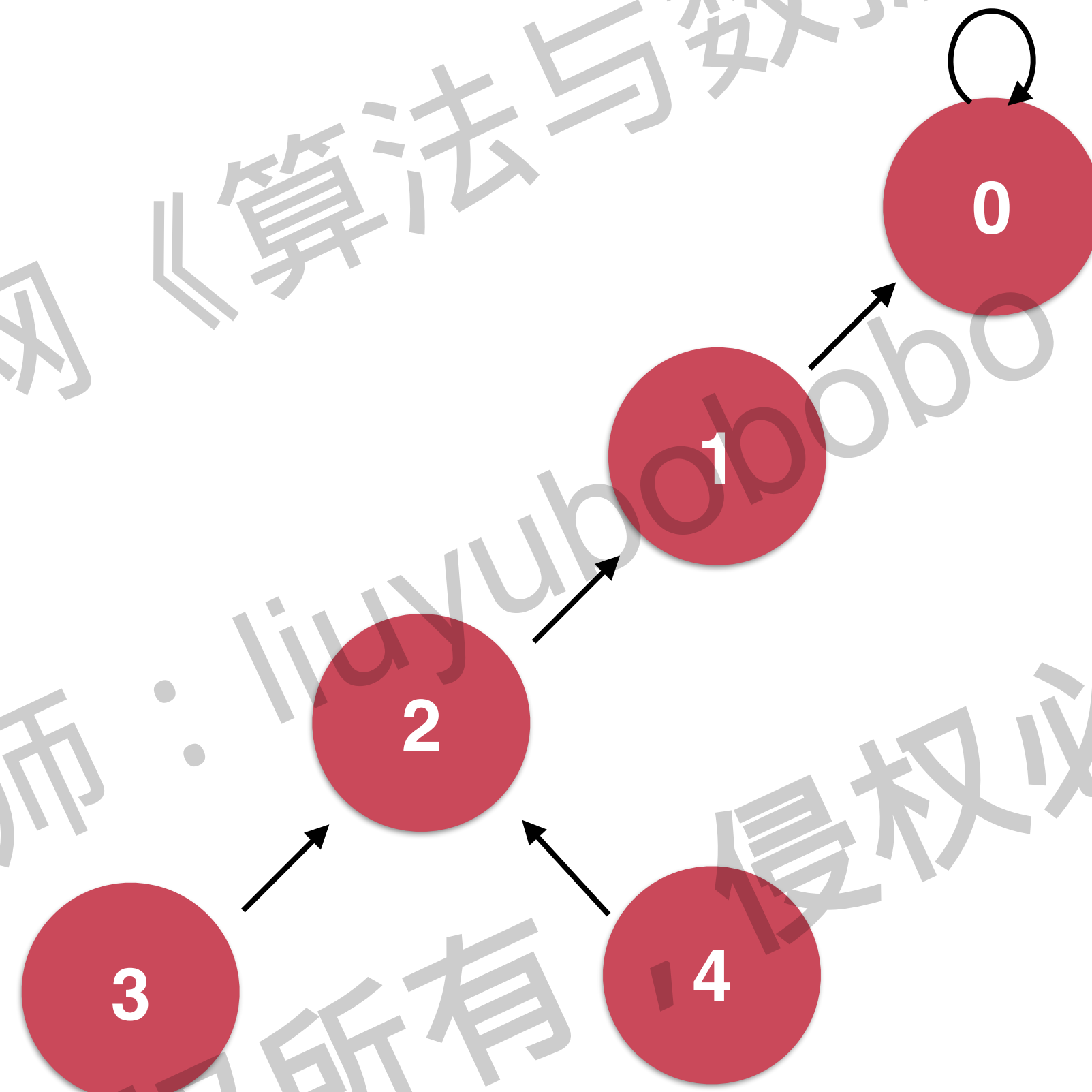
0	1	2	3	4
0	0	1	2	3

find 4



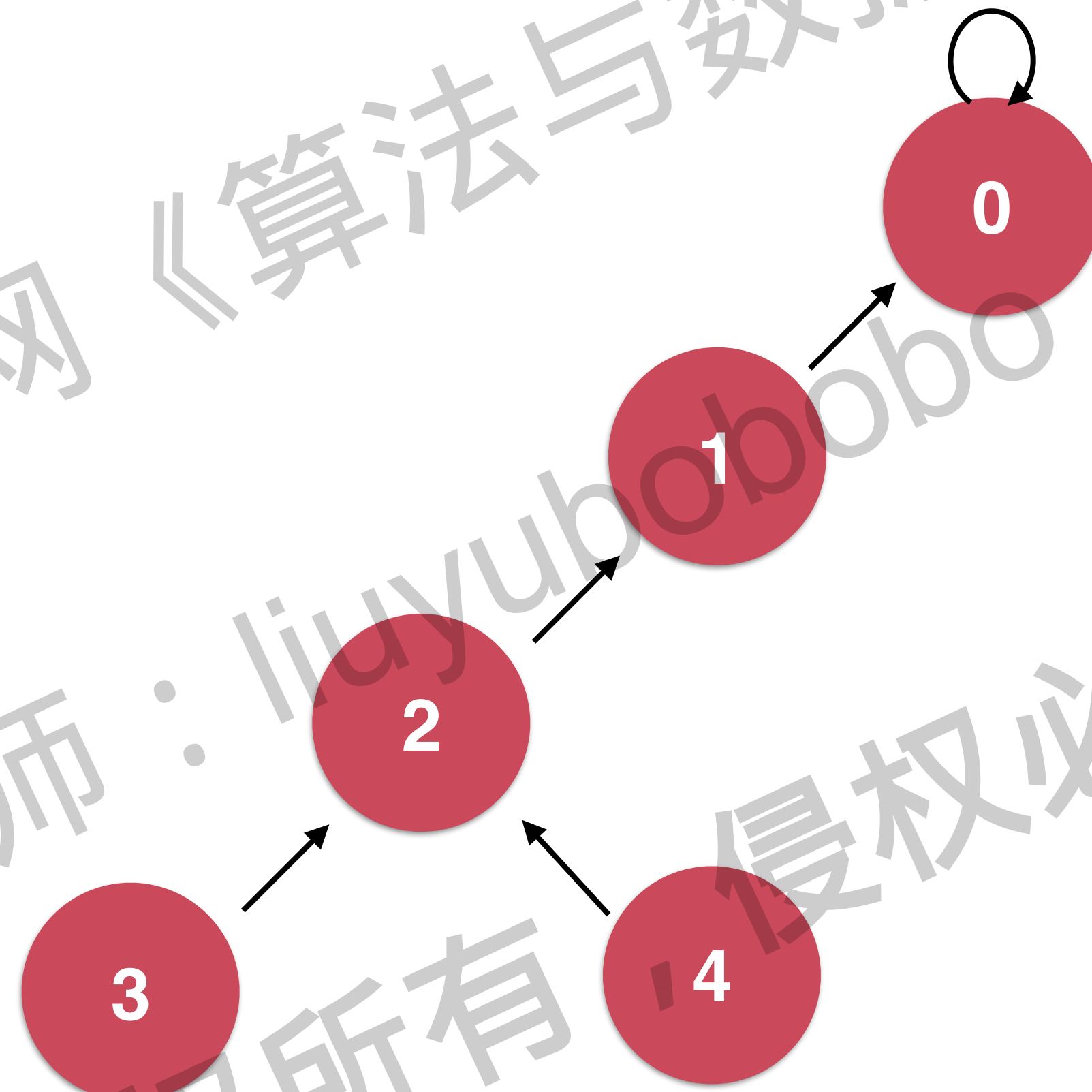
	0	1	2	3	4
parent	0	0	1	2	3

find 4



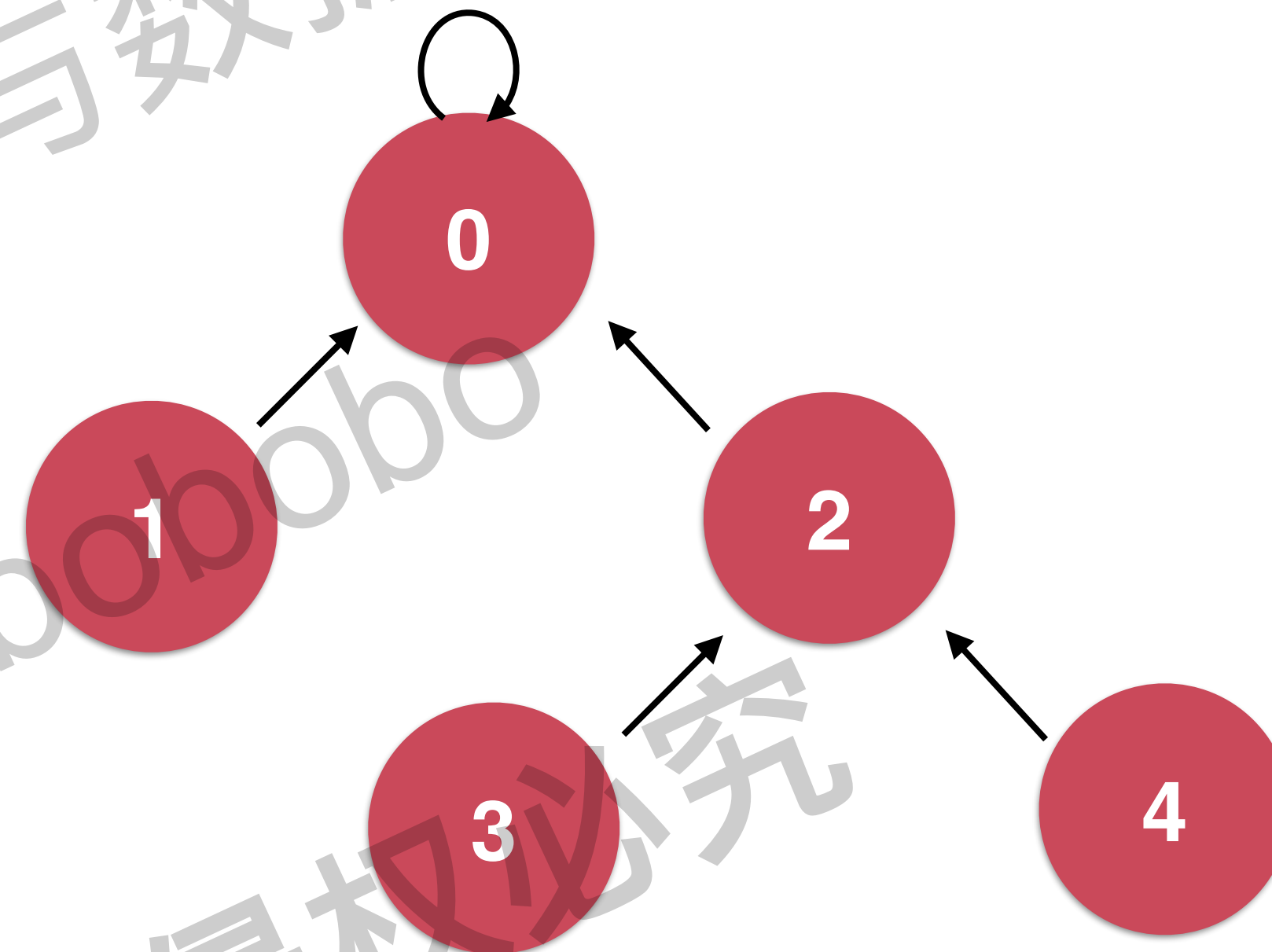
	0	1	2	3	4
parent	0	0	1	2	2

find 4



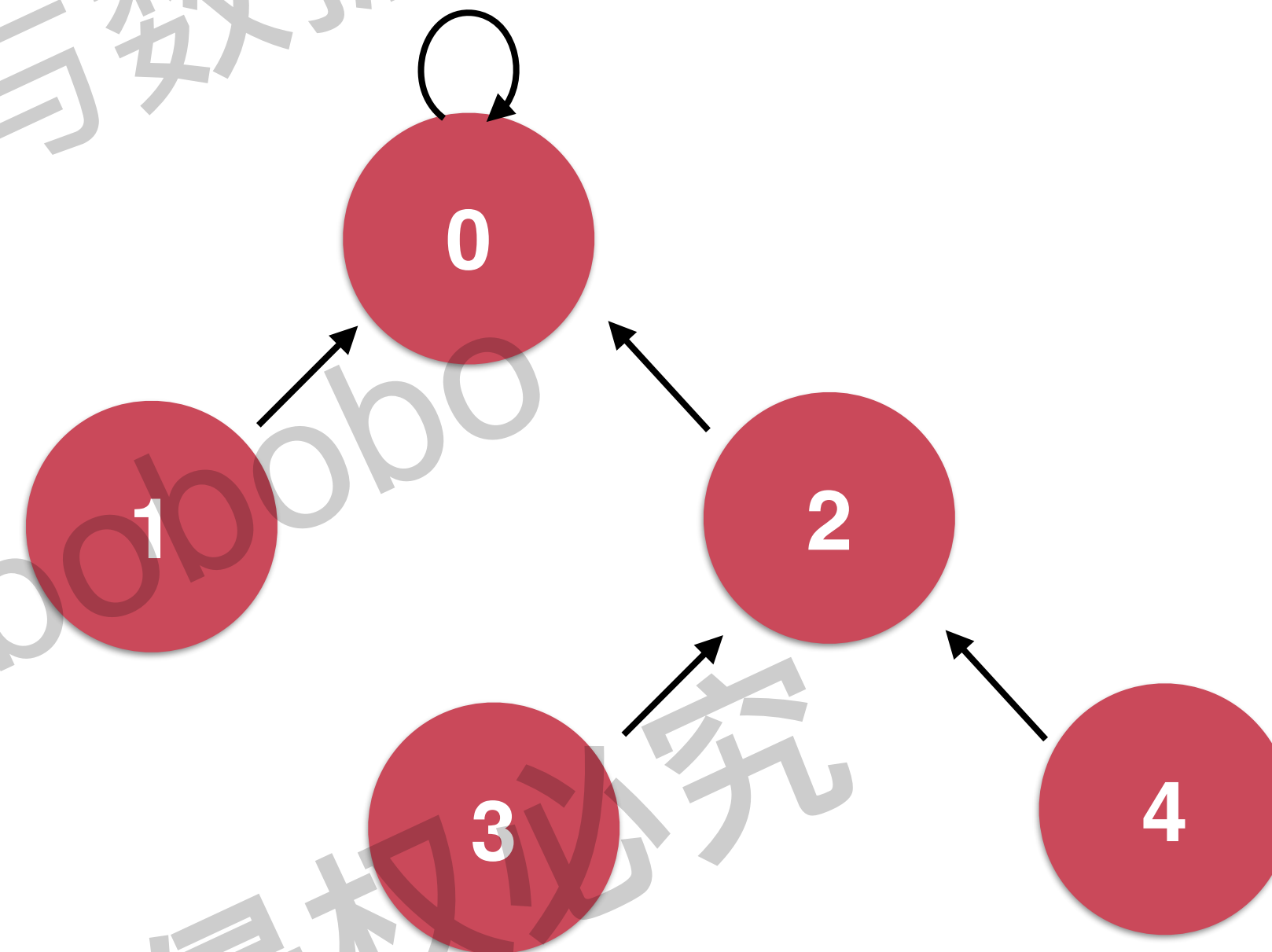
	0	1	2	3	4
parent	0	0	1	2	2

find 4



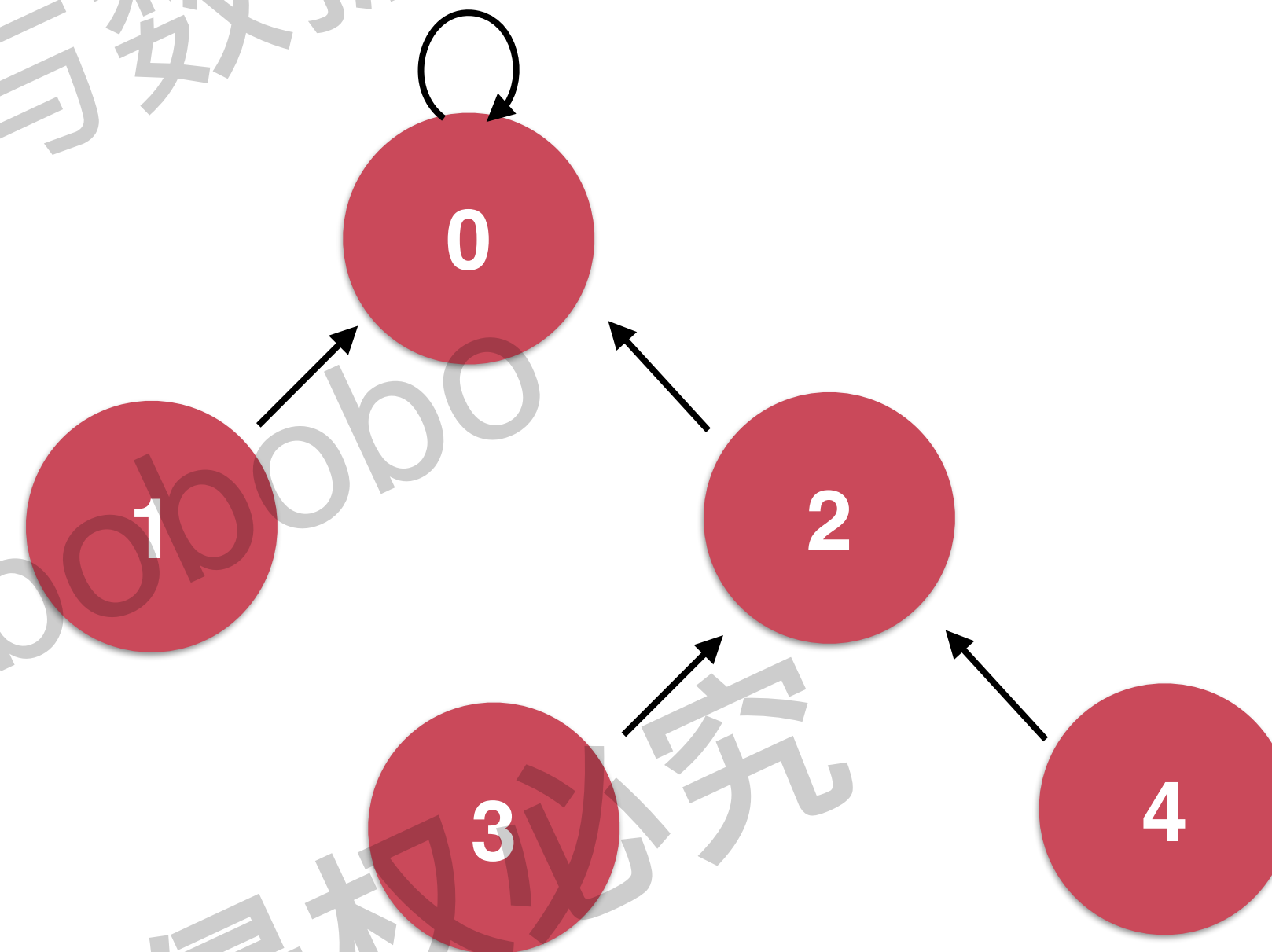
	0	1	2	3	4
parent	0	0	1	2	2

find 4



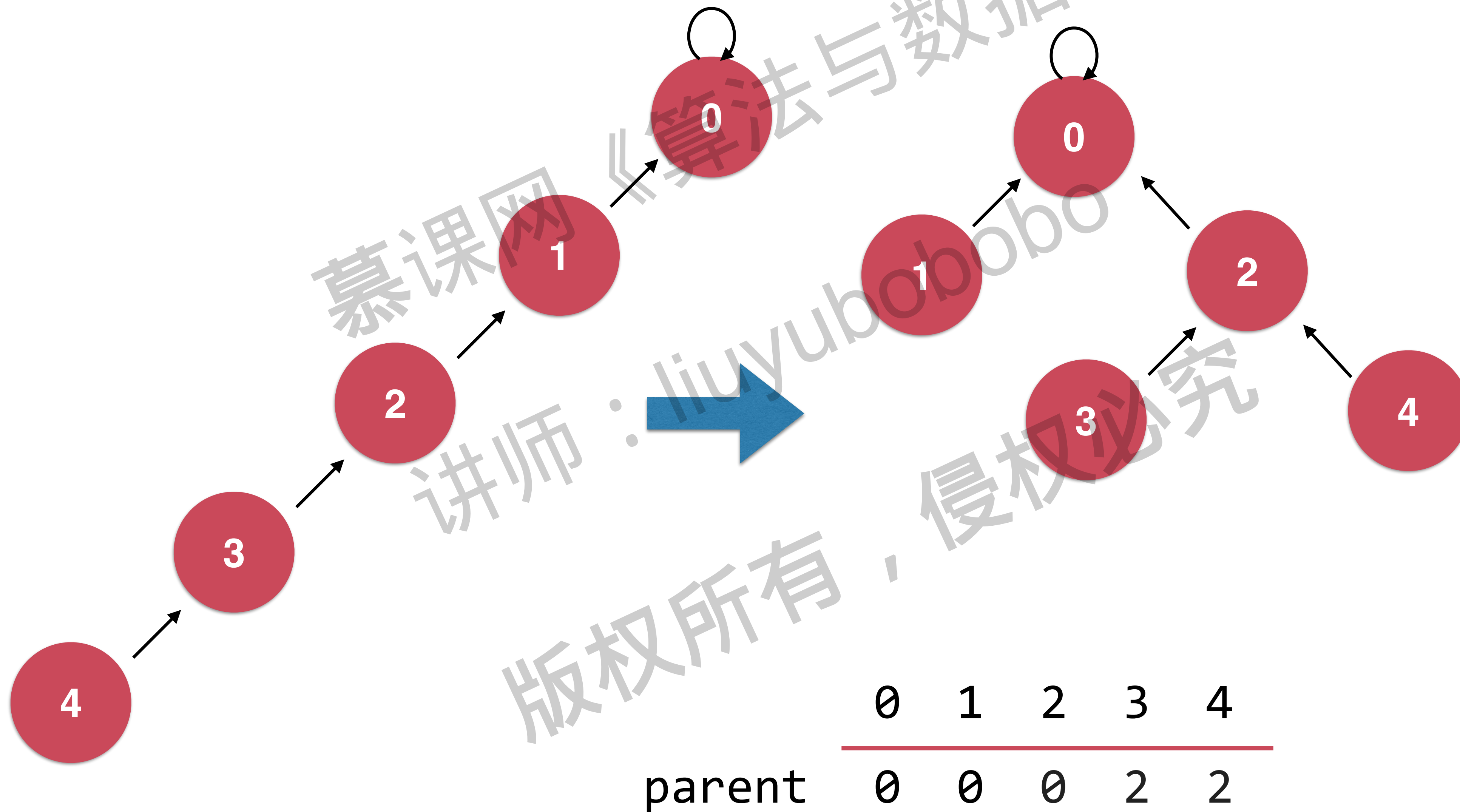
	0	1	2	3	4
parent	0	0	0	2	2

find 4



	0	1	2	3	4
parent	0	0	0	2	2

路径压缩 Path Compression



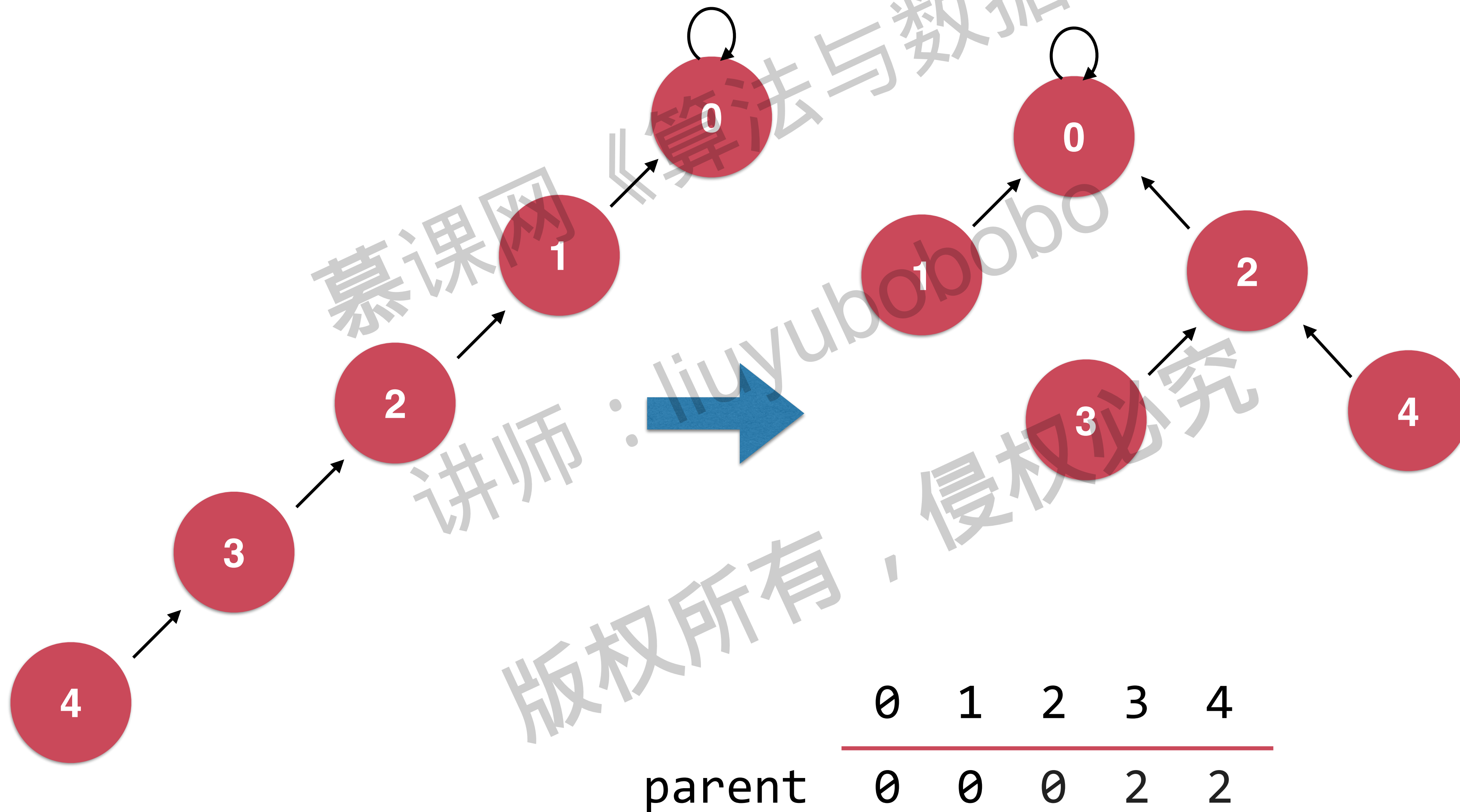
慕课网《算法与数据结构》

操作：路径压缩

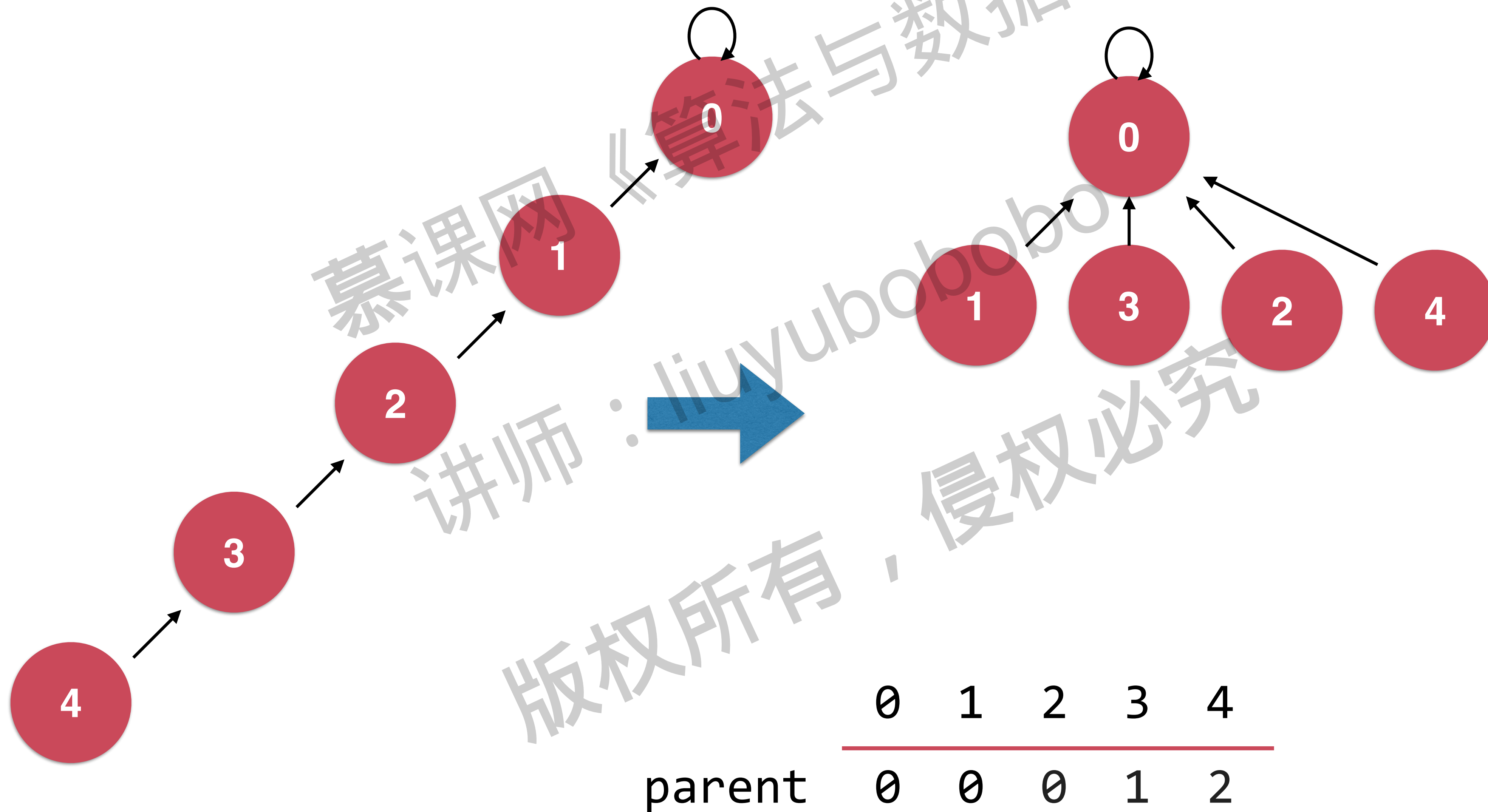
讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

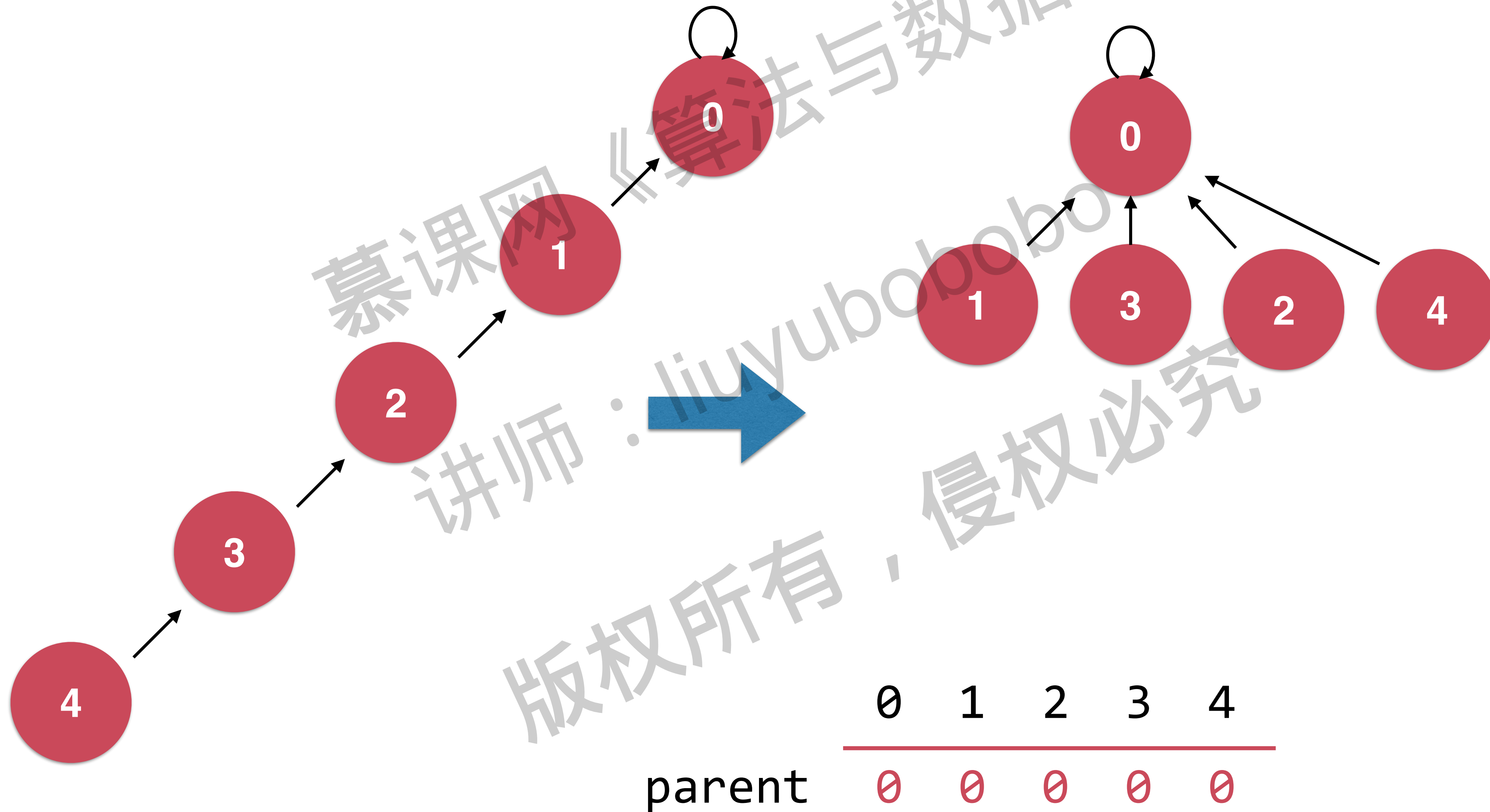
路径压缩 Path Compression



路径压缩 Path Compression



路径压缩 Path Compression



慕课网《算法与数据结构》

操作：递归的路径压缩

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

并查集的操作，时间复杂度近乎是 $O(1)$ 的

慕课网《算法与数据结构》

算法

讲师：liuyubobobo

版权所有 侵权必究

liuyubobobo