数据结构与算法（三）

张铭 主讲

采用教材：张铭，王腾蛟，赵海燕 编写
高等教育出版社，2008.6（“十一五”国家级规划教材）

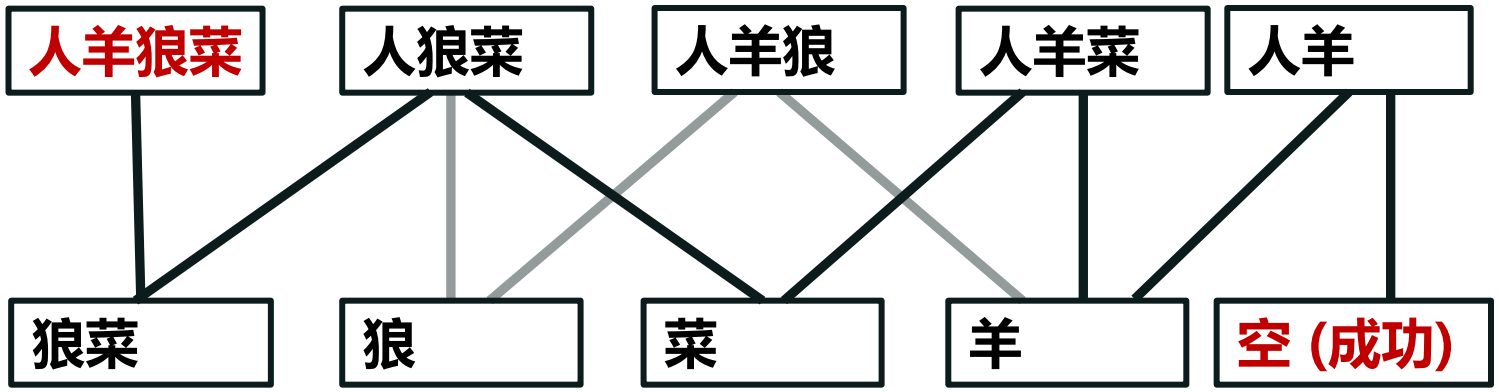
https://pkumooc.coursera.org/bdsalgo-001/

第3章　栈与队列

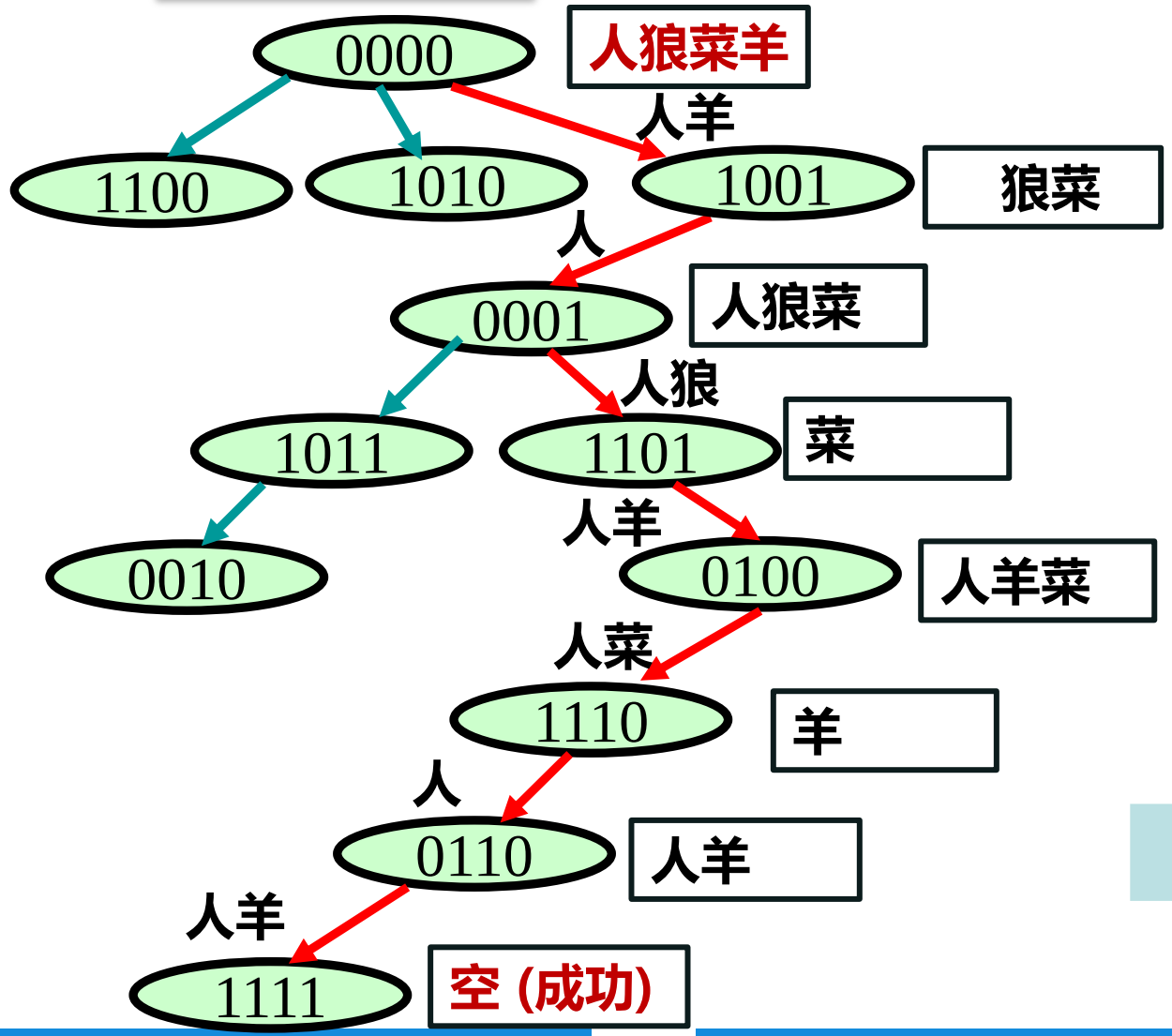
- 栈
- 栈的应用
- 队列
  - 队列的应用

农夫过河问题

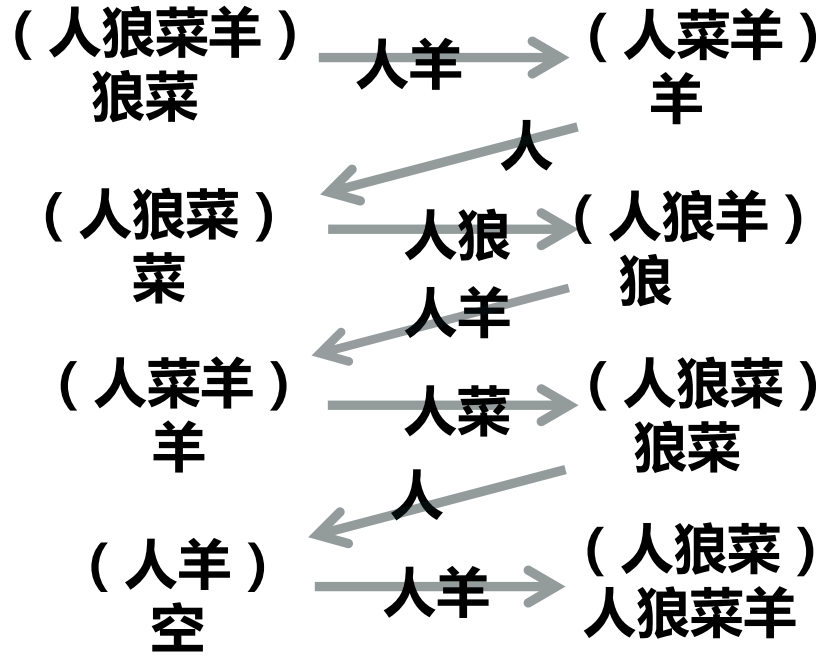
- **问题抽象**：“人狼羊菜”乘船过河
  - 只有人能撑船，船只有两个位置（包括人）
  - 狼羊、羊菜不能在没有人时共处



队列的应用



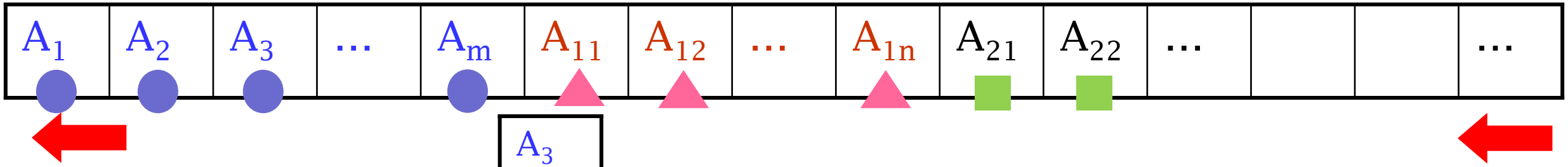
算法示意



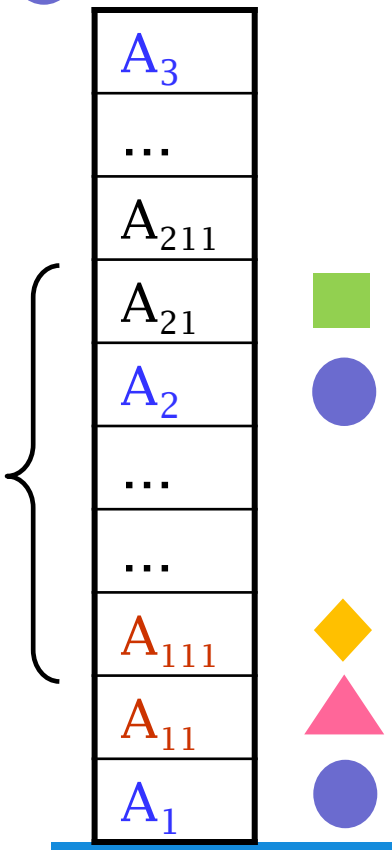
0	1	0	1
人	狼	菜	羊

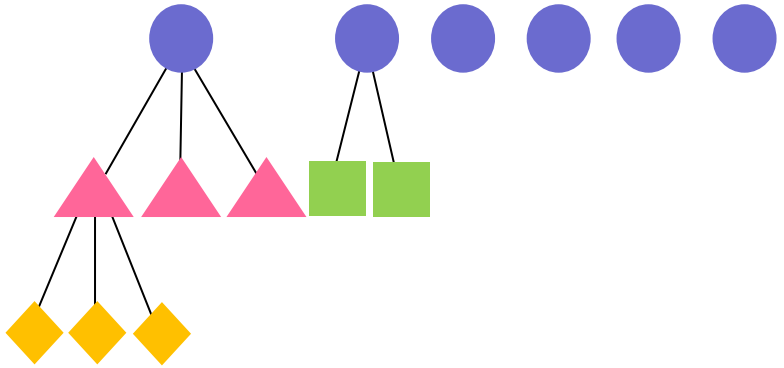
问题分析

广度优先：(m 种状态)



深度优先：(m 种状态)





数据抽象

- 每个角色的位置进行描述
  - 农夫、狼、菜和羊，四个目标各用一位（假定按照农夫、狼、白菜、羊次序），目标在起始岸位置：0，目标岸：1

0	1	0	1

  - 如 0101 表示农夫、白菜在起始岸，而狼、羊在目标岸（此状态为不安全状态）

数据的表示

- 用整数 status 表示上述四位二进制描述的状态
  - 整数 0x08 表示的状态

1	0	0	0

  - 整数 0x0F 表示的状态

1	1	1	1

- 如何从上述状态中得到每个角色所在位置？
  - 函数返回值为真（1），表示所考察人或物在目标岸
  - 否则，表示所考察人或物在起始岸

确定每个角色位置的函数

```
bool farmer(int status)
{  return ((status & 0x08)  != 0);      }

bool wolf(int status)
{  return ((status & 0x04)  != 0);      }

bool cabbage(int status)
{  return ((status & 0x02)  != 0);      }

bool goat(int status)
{  return ((status & 0x01)  != 0);      }
```

人	狼	菜	羊
1	x	x	x
x	1	x	x
x	x	1	x
x	x	x	1

人	狼	菜	羊
0	1	0	1

安全状态的判断

```
bool safe(int status)                    // 返回 true:安全，false:不安全
{
    if ((goat(status) == cabbage(status)) &&
        (goat(status) != farmer(status)))
            return(false);               // 羊吃白菜
    if ((goat(status) == wolf(status)) &&
        (goat(status) != farmer(status)))
            return(false);               // 狼吃羊
    return(true);                        // 其它状态为安全
}
```

算法抽象

- 问题变为

从状态0000（整数0）出发，寻找全部由安全状态构成的状态序列，以状态1111（整数15）为最终目标。

  - 状态序列中 每个 状态都可以从前一状态通过农夫（可以带一样东西）划船过河的动作到达。
  - 序列中不能出现 重复 状态

算法设计

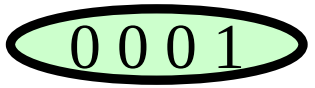
- 定义一个整数队列 moveTo，它的每个元素表示一个可以安全到达的中间状态
- 还需要定义一个数据结构 记录已被访问过的各个状态，以及已被发现的能够到达当前这个状态的路径
  - 用顺序表 route 的第 *i* 个元素记录状态*i*是否已被访问过
  - 若 route[i] 已被访问过，则在这个顺序表元素中记入前驱状态值； -1表示未被访问
  - route 的大小（长度）为 16

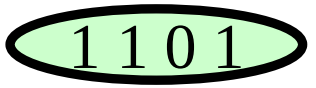
算法实现

```
void solve() {
    int movers, i, location, newlocation;
    vector<int> route(END+1, -1);
                        // 记录已考虑的状态路径
    queue<int> moveTo;
    // 准备初值
    moveTo.push(0x00);
    route[0]=0;
```

算法实现

人狼菜羊



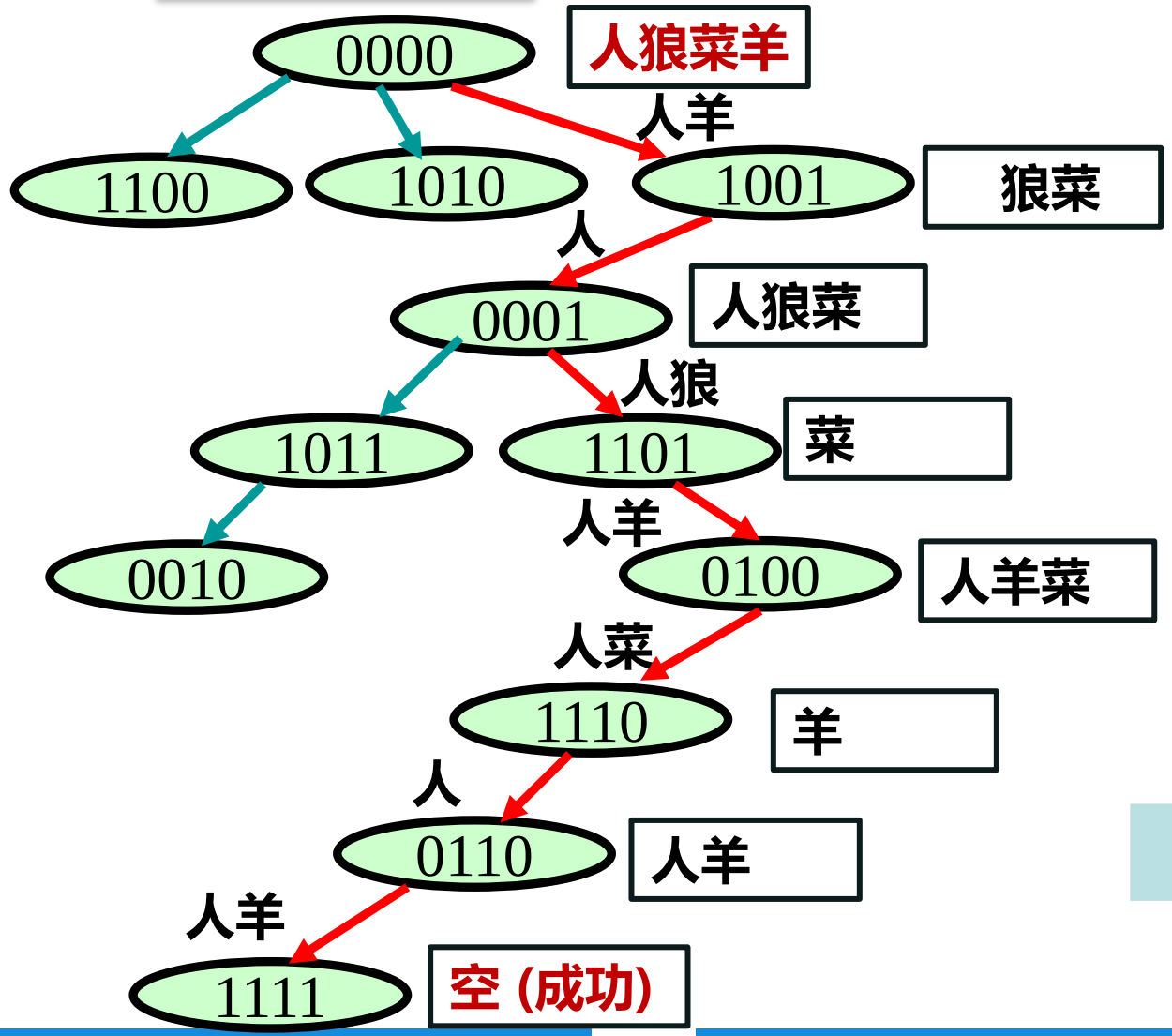



```
while (!moveTo.empty() && route[15] == -1) {
    // 得到现在的状态
    status = moveTo.front();
    moveTo.pop();
    for (movers = 1; movers <= 8; movers <<= 1) {
    // 农夫总是在移动，随农夫移动的也只能是在农夫同侧的东西
        if (farmer(status)  == (bool)(status & movers)) {
            newstatus = status ^ (0x08 | movers);
            // 安全的，并且未考虑过的走法
            if (safe(newstatus) && (route[newstatus] == -1)) {
                route[newstatus] = status;
                moveTo.push(newstatus); }
        }
    }
}
```

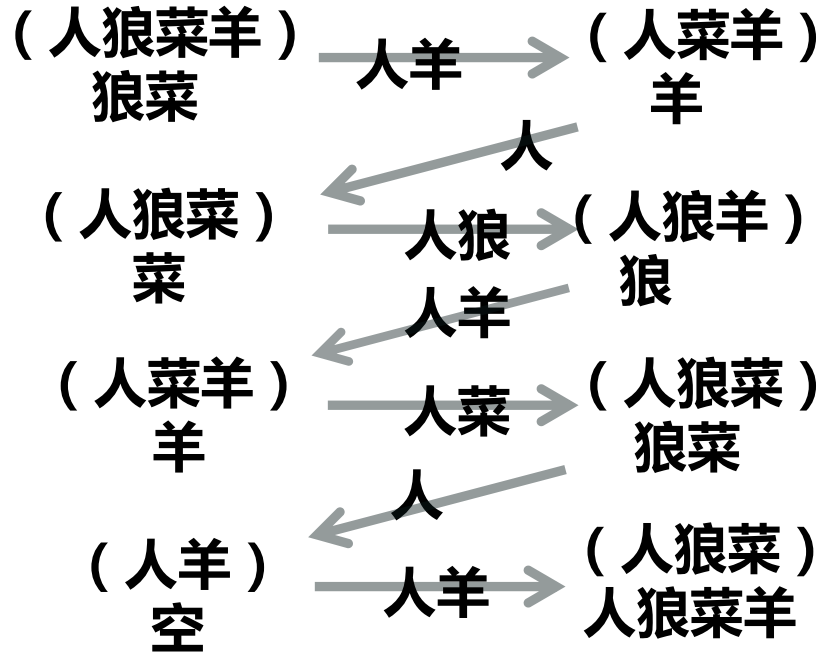
算法实现

```
    // 反向打印出路径
    if (route[15] != -1) {
        cout << "The reverse path is : “ << endl;
        for (int status = 15; status >= 0; status = route[status]) {
            cout << "The status is : “ << status << endl;
            if (status == 0) break;
        }
    }
    else
        cout << "No solution.“ << endl;
}
```

队列的应用



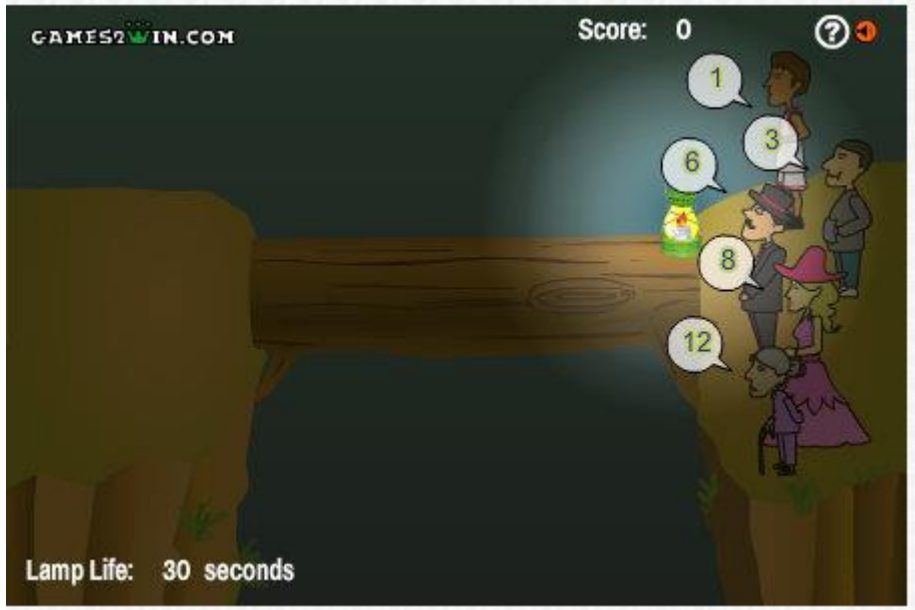
算法示意



0	1	0	1
人	狼	菜	羊

思考：另一个小游戏

- 五人提灯过独木桥：
  - 有一盏灯能使用30秒，要在灯熄灭前过这座桥；
  - 一家五口人每个人过桥的速度不同：哥哥 1 秒，弟弟 3 秒，爸爸 6 秒，妈妈 8 秒，奶奶 12 秒；
  - 每次只能过两个人。 过去后，对岸要有一个人再把灯送回来。



数据结构与算法

谢谢聆听

国家精品课“数据结构与算法”
https://pkumooc.coursera.org/bdsalgo-001/

张铭，王腾蛟，赵海燕
高等教育出版社，2008. 6。“十一五”国家级规划教材