

# 运筹学大作业：船舶泊位联合调度的立方体排列问题

---

## 1. 问题模型：

将同时考虑潮汐、泊位长度约束的大型港口船舶泊位联合调度问题，建模为立方体排列问题。每个到港待泊的船舶用一个立方体来描述。每艘船有四维关键信息：

### 1.1 船舶模型

1.  $r_i$ ：到达时间
2.  $l_i$ ：船舶长度
3.  $p_i$ ：需要服务时间
4.  $d_i$ ：吃水深度

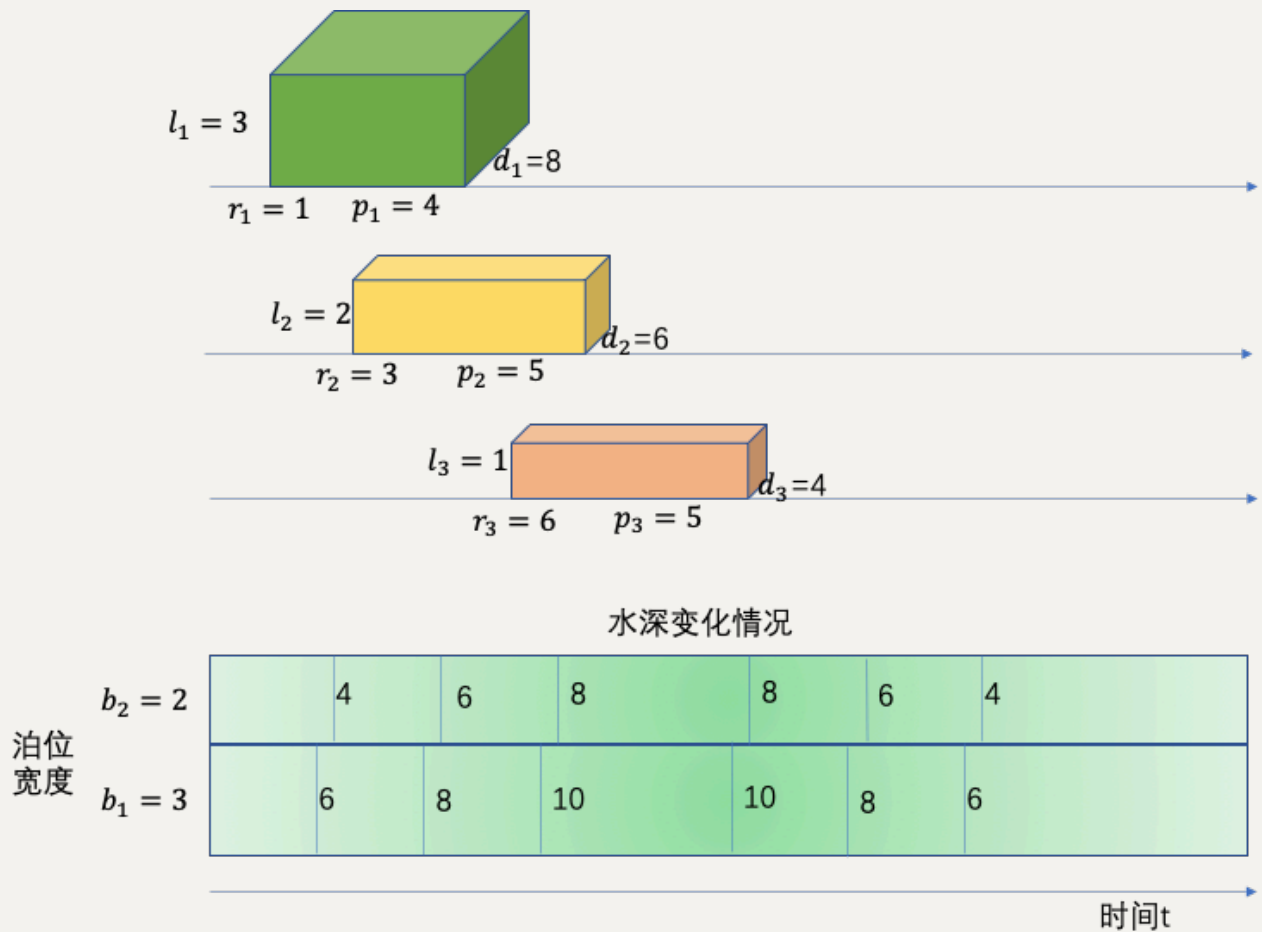
### 1.2 泊位模型

1.  $b_i$ ：泊位 $i$ 的长度
2.  $D_j^t = f(j, t)$ ： $t$ 时刻第 $j$ 个泊位的水深，是一个周期函数，随着潮汐周期，泊位的水深周期性变化。

### 1.3 举例：

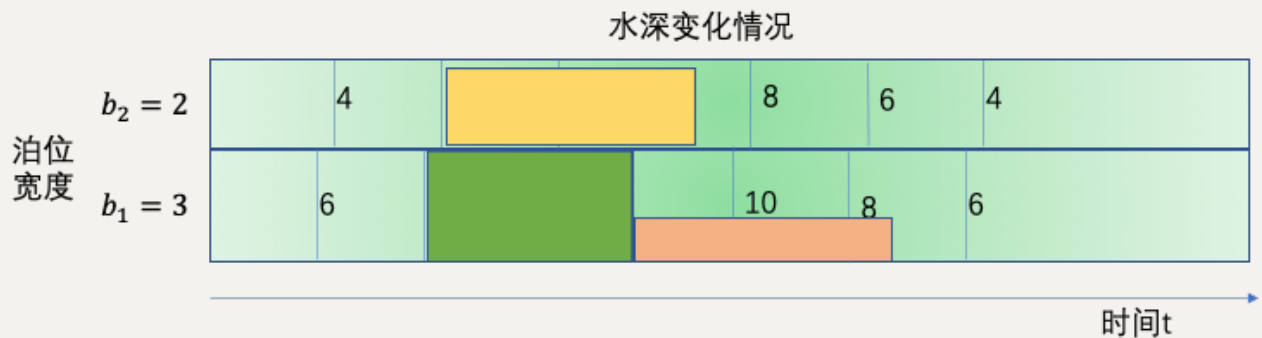
考虑如下三个船舶，可停靠的泊位有 $B_1, B_2$ 两个，两个泊位的长度分别是 $b_1 = 3$ ,  $b_2 = 2$ 。两个泊位上随水深的时间变化如图中标注所示，泊位1水深较深，泊位2水深较浅。

考虑三个船舶的长度分别是 $l_1 = 3, l_2 = 2, l_3 = 1$ ，要求的吃水深度分别为 $d_1 = 8, d_2 = 6, d_3 = 4$ ，到达锚地的时间分别为 $r_1 = 1, r_2 = 3, r_3 = 6$ ，需求的卸货时间分别为 $p_1 = 4, p_2 = 5, p_3 = 5$ 。



本例的最优靠泊方案，将 $V_1$ 停靠在 $B_1$ ，停靠时间 $t_1 = 4$ ， $V_2$ 停靠在 $B_2$ ，停靠时间 $t_2 = 5$ ， $V_3$ 停靠在 $B_1$ ，停靠时间为 $t_3 = 8$ 。所以所有船最后离港时间为13。所有船的总等待时间为：

$$(t_1 - r_1) + (t_2 - r_2) + (t_3 - r_3) = 3 + 2 + 2 = 7 \quad (1)$$



所以问题要求一个最佳的船舶停靠方案，使得船舶的总等待时间成本最小，所以再进一步定义如下符号：

- $N$ : 船舶数量

- $M$ : 泊位数量

## 1.4 数据集说明

### **ship**

{

No #编号

arrival\_time #到达时间

stay\_time #工作耗时

width #船长

draft #吃水深度要求

}

### **port**

{

No #编号

initial\_water\_depth #泊位长度

draft #初始水位

}

## 1.5 潮汐变化函数

水深变化函数为在泊位初始水深的基础上添加潮汐变化函数，设总的仿真时间为 $T$ ，潮汐的幅度为 $amp$

$$draft_i(t) = draft_i + amp * \sin\left(\frac{2\pi * t}{T}\right) \quad (2)$$

其中 $draft_i$ 是第 $i$ 个泊位的初始水深，我们取 $amp = 2$ ， $T = 1440$ 。

## 2. 作业要求：

1. 建立使得所有船舶总等待时间最小的优化问题模型
2. 设计优化调度方案，给出可行优化调度方案，并尽可能使得总等待时间最小。
3. 测试在给定数据集上算法的运行效果，给出你的调度方案给出的在各个数据集上的调度结果，统计总等待时间。
4. 给出结果的可视化效果，如下图，其中颜色代表水深，横轴是时间，纵轴是泊位编号，每个长方形代表一艘船的停靠时间，以直观展示调度方案的可行性。

