

目标函数：加权多目标

机位空闲时间，某机位上当前航班的到达时间与前一航班的离开时间的差值

$$f_1 = \min \sum_{k \in M} \sum_{i,j \in N} T_k = \sum_{k \in M} \sum_{i,j \in N} (T_j^A - T_i^D) x_{i,j,k}$$

机位周转率：某机位上停靠航班的个数/(该机位最后一个航班的离开时间-该机位上第一个停靠航班的到达时间)

航班等待入位时间，无机位可用时，航班等待进入机位的时间 $f_3 = \min T^W = \sum_{i=1}^N T_i^W$

约束条件：

1、唯一性约束，每个航班能且只能被分配一个停机位 $\sum_k x_{i,k} = 1$

2、独占失效条件约束，若机位属于复合机位且停靠的航班机型为 s 型机，则无需遵守

独占性约束，否则同一时间段只能服务一架航班 $(T_j^D - T_i^A)(T_i^D - T_j^A)x_{i,k}x_{j,k} \leq B \cdot y_{i,j,k}$

3、航班-停机位类型匹配约束，不同机型的航班分配到的停机位必须满足机型许可范围，

$$(g_k - f_i)x_{i,k} \geq 0$$

4、相同机位运行冲突约束，被分配到同一机位的两个航班之间的到达离开时间必须满

足安全时间间隔， $T_j^A - T_i^D \geq T_A \cdot x_{i,j,k}$

5、相邻机位运行冲突约束，位于相邻机位的两个航班推出、滑入、一进一出的时

$$\text{间之差均要满足最小安全时间间隔} \begin{cases} |T_i^A - T_j^A| \geq T_B \cdot x_{i,k} \cdot x_{j,k+1} \\ |T_i^D - T_j^D| \geq T_B \cdot x_{i,k} \cdot x_{j,k+1} \\ |T_i^A - T_j^D| \geq T_B \cdot x_{i,k} \cdot x_{j,k+1} \end{cases}$$

6、复合机位子机位间冲突约束，复合机位内部两个子机位上航班的运行冲突限制条件，

$$\text{保证两航班到达的间隔、离开的间隔} \begin{cases} |T_i^A - T_j^A| \geq T_C \cdot y_{i,j,k} \\ |T_i^D - T_j^D| \geq T_C \cdot y_{i,j,k} \\ |T_i^A - T_j^D| \geq T_C \cdot y_{i,j,k} \\ |T_i^D - T_j^A| \geq T_C \cdot y_{i,j,k} \end{cases}$$

7、同组机位运行冲突约束，同一组内的机位上航班的进出须满足安全时间间隔，

$$\begin{cases} |T_i^A - T_j^A| \geq T_D \cdot x_{i,k} \cdot x_{j,l} \cdot z_{k,l} \\ |T_i^D - T_j^D| \geq T_D \cdot x_{i,k} \cdot x_{j,l} \cdot z_{k,l} \\ |T_i^D - T_j^A| \geq T_D \cdot x_{i,k} \cdot x_{j,l} \cdot z_{k,l} \\ |T_i^A - T_j^D| \geq T_D \cdot x_{i,k} \cdot x_{j,l} \cdot z_{k,l} \end{cases}$$

参数定义：

符号	意义
N	航班总数
M	停机位总数
i, j	航班编号
k	停机位编号
B	足够大的常数
T_i^A	第 <i>i</i> 架航班的到港时刻
T_i^D	第 <i>i</i> 架航班的离港时刻
T_k	机位空闲时间
T_i	航班占用机位时间
T	总的机位开放时间，取 24h
T^W	航班等待时间，航班占用等待机位的时间
$x_{i,j,k}$	0-1 决策变量，若航班 <i>i</i> ， <i>j</i> 连续被分配至停机位 <i>k</i> ，且航班 <i>i</i> 是航班 <i>j</i> 的前序航班时， $x_{i,j,k} = 1$ ，否则为 0
$y_{i,i,k}$	$f_i = f_i = 1$ 且 $g_k = 3$ 时为 1，其他情况为 0
$x_{i,k}$	0-1 决策变量，当航班 <i>i</i> 被分配到机位 <i>k</i> 时， $x_{i,k} = 1$ ，否则为 0
$z_{k,l}$	0-1 决策变量，机位 <i>k</i> 、 <i>l</i> 为同组机位时为 1，其他情况为 0
g_k	机位 <i>k</i> 的类型， $g_k = 1, 2, 3$ 分别表示 S（小型）、L（大型）、复合机位
f_i	航班 <i>i</i> 的机型， $f_i = 1, 2$ 分别表示 s（小型）、l（大型）两类机型
T_A	分配到相同机位上的两个相邻航班之间的最小安全时间间隔，15min
T_B	分配到相邻机位上的两个航班之间的最小安全时间间隔，5min
T_C	复合机位内部两个子机位间的安全时间间隔，30min
T_D	同组机位之间的最小安全时间间隔，45min

设置等待机位，当正常机位全部被占满但是依然有航班到达时，将航班分到等待机位进行等待，当正常机位上的航班离开，有机位空出时，再将等待机位上的航班分至正常机位，统计航班的等待时间，即在等待机位上的时间，航班等待后进入机位在机位上的时

间不足 1 小时的话，将航班离开时间延后直到满足 1 小时。以上约束条件均针对正常机位，正常机位分为大、小、复合机位三种类型，等待机位无任何限制。

对于代码的要求，将目标函数、约束条件、算法这几部分定义为函数来调用，输出结果包括：

停机位分配方案：即哪个航班分配到哪个停机位，数据和甘特图，航班在等待机位上的时间；

迭代过程：迭代曲线和迭代的数值，每个目标函数的迭代和总的目标函数的迭代。

数据包括航班数据：航班到达离开时间，航班机型，航班编号；机位数据：机位编号，机位类型。