**自动调配模型设计**

**模型假设**

该机场存在m个调配区域（独立的子项可视为一个“区域”，如地基处理余土、飞行区排水沟余土分属两个区域，如按标段切分子项，则可视为多个区域）；

调配方案的最终目标是费用最优；

土基区、土面区压实度全场统一；

\*目前该模型暂不考虑各区的土料按性质的分类；

**参数定义**

**输入值/计算常量**

内部距离/计价矩阵Linterior，维度为m×m；

注：

可按如下所示理解该矩阵：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 目标区域编号 | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | … | m |
| 各区编号 | 1 | L11 | L12 | L13 | L14 | L15 | L1m |
| 2 | L21 | L22 | L23 | L24 | L25 | L2m |
| 3 | L31 | L32 | L33 | L34 | L35 | L3m |
| 4 | L41 | L42 | L43 | L44 | L45 | L4m |
| … | … | … | … | … | … | … |
| m | Lm1 | Lm2 | Lm3 | Lm4 | Lm5 | Lmm |

外部距离/计价矩阵Lexterior,维度为m×1，代表外借土源距离1~m区各区的距离；

人为因素H，维度为m×m；

将人为因素矩阵设置为m×m的目的是可对调配方向进行控制，如在工程实施中，要限制i区向j区进行调运，但允许j区向i区进行运输，则在矩阵中设置**Hij = 1**，**Hji = 0**，以通过对距离矩阵L的控制，在优化计算前实现人为因素的预定义。

可按如下所示理解该矩阵：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 目标区域编号 | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | … | m |
| 各区编号 | 1 | H11 | H12 | H13 | H14 | H15 | H1m |
| 2 | H21 | H22 | H23 | H24 | H25 | H2m |
| 3 | H31 | H32 | H33 | H34 | H35 | H3m |
| 4 | H41 | H42 | H43 | H44 | H45 | H4m |
| … | … | … | … | … | … | … |
| m | Hm1 | Hm2 | Hm3 | Hm4 | Hm5 | Hmm |

土基区填挖比矩阵Ф，维度为m×1；

外借土源在土基区填挖比系数Ф0；

土面区填挖比矩阵θ，维度为m×1；

外借土源在土面区填挖比系数θ0；

注：

通过对各区填挖比分开定义，可依据勘察资料实现更精细化的土方工程量计算；

各区土基填方F，维度为m×1；

各区土面填方D，维度为m×1；

各区挖方N，维度为m×1；

**自变量/计算值**

土基区料源矩阵P，维度为m×m；

每一列，代表该行所代表的料源区向1~m各区分配的土方，可按如下所示理解该矩阵：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 各区分配量 | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | … | m |
| 各区编号 | 1 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P1m |
| 2 | P21 | P22 | P23 | P24 | P25 | P2m |
| 3 | P31 | P32 | P33 | P34 | P35 | P3m |
| 4 | P41 | P42 | P43 | P44 | P45 | P4m |
| … | … | … | … | … | … | … |
| m | Pm1 | Pm2 | Pm3 | Pm4 | Pm5 | Pmm |

\* Pij允许为0；

\* 允许预先定义部分Pij的值（人为干预因素）；

土面区料源矩阵Q，维度为m×m；

与土基区料源矩阵同理；

外借土方矩阵ε（土基区）及ε′（土面区），维度为m×1；

注：

外借土方矩阵的首要目的是为了平衡差值；

松弛变量，由于“外借土方矩阵ε”的存在，维度为m×(2m-1),该变量为计算过程值，不在输入及输出中体现。

**约束条件**

F = np.c\_[P ·Ф,ε·Ф0].sum(axis = 1)；

D = np.c\_[Q ·θ,ε′·θ0].sum(axis = 1)；

(P+Q).sum(axis = 0) ≤ N；

Pij ≥ 0；

Qij ≥ 0；

εij≥ 0；

**目标函数**

min((P·Linterior ·Hp+ Q·Linterior·Hq).sum() + (ε·Lexterior·HE) .sum())，

以此为目标求解P、Q；

**可行性**

基于上述约束条件转化为标准型，构建方程组后，存在行列式列数大于行数的情况，即求解变量的个数大于求解方程的数量。

本次不考虑使用遗传算法/退火算法/其它基于梯度下降原理算法的原因如下，由于约束规则对变量结果影响极强，当变量收敛于约束规则后，再次迭代的结果将不服从约束，受惩罚因子影响，变量将再次回归到上一结果，失去优化目标函数的意义。

\*求解变量包括P、Q矩阵中各m2个变量，ε及ε′个m个变量，共2(m2+m)\*个变量

预定规则如下：

1. 区域内的挖方优先满足区域内的填方，且以满足土基区填方需求为优先；

在此规则下，对于i区，当Fi·Фi + Di·θi＞ Ni时（即该区为缺方状态），Pij及Qij（j＞1）均为0；

当Fm·Фm + Dm·θm＜ Nm时（即m区为余方状态），Pm1 = Fm·Фm，Qm1 = Dm1·θm且Pij、Qij、εm及εm′（当j=m & j≠1时）均为0（无需其它区域借土）；

1. 地基处理余土仅可用作土面区的填方，且地基处理余方不可用于地基处理填方；

当设地基处理子项为m区时，对应的Pmj、Qim（当i为包括m在内的地基处理区域时）均为0；

在上述规则下，假设某个机场存在m个区域，其中n个区域为缺方区，则m-n个区域为余方区。

根据规则①中所述的缺方区，2×m×n个求解变量已削减；

根据规则①中所述的余方区，2×（m-n）×（m-n）+ 2×（m-n）个求解变量已削减；

根据规则②，假设仅存在1个地基处理分区，则（m+1）个变量已削减；

令n = m – Δ，

因此，共有2m2 + 2n2 - 2mn + 3m -2n + 1个求解变量被削减，剩余的求解变量为 -m-2n2+2mn+2n-1个，-m - 2n2 + 2mn + 2n - 1（变量数） – 3m（约束条件数） = -2n2+2mn+2n-4m-1

论证 -2n2 + 2mn + 2n - 4m - 1（m≥n）的增减性:

令n = m – Δ(Δ≥1)，

ƒ(m) = -2n2 + 2mn + 2n - 4m - 1 = 2mΔ - 2Δ2 - 2Δ - 2m - 1,

对上述公示进行求导，得出ƒ ′= 2Δ-2，由于Δ≥1，ƒ(m)单调递增，因此需引入第三个原则，以降低其复杂度。