

# 第四次作业

学号: 12115990136

姓名: 刘抗非

课程: 化工过程模拟及软件应用

## 1 T1.jl

### 1.1 问题描述

用硝酸钾 ( $\text{KNO}_3$ )、磷酸钙 ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) 和硫酸铵 ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) 配制 A、B、C 三种牌号的化肥，分别含不同的成分配比和售价：

- A:  $\text{KNO}_3$  含量 57%， $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  含量 43%，售价 350 元/吨；
- B:  $\text{KNO}_3$  含量 57%， $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  含量 29%， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  含量 14%，售价 300 元/吨；
- C:  $\text{KNO}_3$  含量 29%， $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  含量 29%， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  含量 42%，售价 250 元/吨。

原料供应限制： $\text{KNO}_3$  为 70 吨， $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  为 60 吨， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  为 30 吨。

目标是确定各化肥的配制量，使得销售额最大化。

### 1.2 求解思路

1. 设定变量：设 A、B、C 三种化肥的配制量分别为  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 。

2. 目标函数：最大化销售额，即

$$\text{销售额} = 350x_1 + 300x_2 + 250x_3$$

3. 约束条件：

- $\text{KNO}_3$  供应量限制： $0.57x_1 + 0.57x_2 + 0.29x_3 \leq 70$ ；
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  供应量限制： $0.43x_1 + 0.29x_2 + 0.29x_3 \leq 60$ ；
- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  供应量限制： $0.00x_1 + 0.14x_2 + 0.42x_3 \leq 30$ ；
- 非负约束： $x_1 \geq 0$ ， $x_2 \geq 0$ ， $x_3 \geq 0$ 。

数学模型：

构建的线性规划模型如下：

$$\begin{aligned} \max \quad & 350x_1 + 300x_2 + 250x_3 \\ \text{s.t.} \quad & 0.57x_1 + 0.57x_2 + 0.29x_3 \leq 70, \\ & 0.43x_1 + 0.29x_2 + 0.29x_3 \leq 60, \\ & 0.14x_2 + 0.42x_3 \leq 30, \\ & x_1, x_2, x_3 \geq 0. \end{aligned}$$

### 1.3 Mworks 程序

```
1 using TyOptimization
2
3 ## 定义目标函数系数
4 coefficients = [-350, -300, -250] ## 注意这里取负值,因为intlinprog默认是最小化问题
5
6 ## 定义约束条件矩阵A和向量b
7 A = [0.57 0.57 0.29; ## KNO3约束
8      0.43 0.29 0.29; ## Ca3(PO4)2约束
9      0.00 0.14 0.42] ## (NH4)2SO4约束
10
11 b = [70, 60, 30]
12
13 ## 定义约束条件矩阵Aeq和向量beq
14 Aeq = []
15 beq = []
16
17 ## 定义变量的下界和上界
18 lb = [0, 0, 0]
19 ub = [] ## 不设上界
20
21 ## 求解
22 result = linprog(coefficients, A, b, Aeq, beq, lb, ub)
```

### 1.4 结果讨论

运行结果如下:

```
1 julia> 正在运行 T1.jl
2 Optimal found.
3 ([86.46616541353384, 0.0, 71.42857142857143], -48120.30075187971, 1, (iterations = 2,
algorithm = "dual-simplex-highs", message = "Optimal found.", constrviolation = 0.0,
firstorderopt = 0.0), (lower = [0.0, 73.9766081871345, 0.0], upper = [0.0, 0.0, 0.0],
ineqlin = [614.0350877192983, 0.0, 171.2614870509607], eqlin = Float64[]))
```

Excel 规划求解器结果如下图所示,结果显示最大销售额为 48120.30 元。

T1: 规划配置化肥				
原始数据				
	A	B	C	
KNO3	0.57	0.57	0.29	
Ca(PO4)2	0.43	0.29	0.29	
(NH4)2SO4	0	0.14	0.42	
售价	350	300	250	
决策变量				
各个产品配置	x1	x2	x3	
	86.46616548		71.42857182	
规划目标				
max 销售额	w1 x1	w2 x2	w3 x3	
		48120.30087		
约束条件				
1.KNO3供应量	表达式	约束取值	约束条件	
2.Ca(PO4)2供应量	sum(r1 xi)	70.00000015	<= 70	
3.(NH4)2SO4供应量	sum(r2 xi)	57.89473698	<= 60	
4.各变量非负勾选	UnSign	None	None	

## 2 T2.jl

### 2.1 问题描述

一家化工公司生产三种产品，其收入函数为  $R = 10x + 4.4y^2 + 2z$ ，其中  $x$ 、 $y$  和  $z$  为三种产品的月生产量。根据历史记录，达到盈亏平衡要求的生产约束为：

- 盈利平衡条件： $x \geq 2$  且  $\frac{1}{2}z^2 + y^2 \geq 3$ ;
- 原材料限制：
  - $x + 4y + 5z \leq 32$ ;
  - $x + 3y + 2z \leq 29$ 。

目标是确定最佳的生产方案，使收入最大化。

### 2.2 求解思路

1. 目标函数：最大化收入，即

$$R = 10x + 4.4y^2 + 2z$$

因为 Mworks 的 `fmincon` 函数默认求解最小化问题，所以将目标函数取负值求解。

2. 约束条件：

- 非线性约束条件： $\frac{1}{2}z^2 + y^2 \geq 3$ ，等效为  $3 - \frac{1}{2}z^2 - y^2 \leq 0$ ;
- 线性约束条件：
  - $x + 4y + 5z \leq 32$ ;
  - $x + 3y + 2z \leq 29$ ;
- 边界条件： $x \geq 2$ ,  $y, z \geq 0$ 。

### 2.3 Mworks 程序

```
1 using TyOptimization
2
3 ## 目标函数(注意这里是最小化负收益,相当于最大化收益)
4 function objective(x)
5     return -(10*x[1] + 4.4*x[2]^2 + 2*x[3])
6 end
7
8 ## 初始猜测值
9 x0 = [2, 1, 1]
10
11 ## 非线性约束条件
12 function nonlcon(x)
13     C = [3 - 0.5*x[3]^2 - x[2]^2] ## 非线性不等式约束
14     Ceq = [] ## 没有非线性等式约束
15     return C, Ceq
16 end
17
18 ## 线性约束条件
19 A = [
20     1 4 5;
```

```

21     1 3 2
22 ]
23
24 b = [
25     32,
26     29
27 ]
28
29 ## 变量下界
30 lb = [2, 0, 0]
31
32 ## 使用fmincon求解
33 result = fmincon(objective, x0, A, b, [], [], lb, [], nonlcon)

```

## 2.4 结果讨论

运行结果如下：

```

1 julia> 正在运行 T2.jl
2 Active inequalities (to within options.ConstraintTolerance = 1.0e-6):
3   lower      upper      ineqlin  ineqnonlin
4     1
5
6 ([2.0, 7.5, 0.0], -267.5, 1, (iterations = 4, funcCount = 16, lssteplenght = 1.0,
  stepsize = 0.0, algorithm = "active-set", firstorderopt = 0.0, contrviolation = 0.0,
  message = ""), (lower = [6.50000025431315, 0.0, 80.50000127156575], upper = [0.0, 0.0,
  0.0], eqlin = Float64[], eqnonlin = Float64[], ineqlin = [16.50000025431315, 0.0],
  ineqnonlin = [0.0]), [-10.0, -66.0000010172526, -2.0], [0.03433689694322262
  0.08734775429292592 0.04115271025448893; 0.08734775429292592 3.0825474359824216
  0.16461084101795567; 0.04115271025448893 0.16461084101795567 0.9758812787074328])

```

通过运行 Mworks 程序，得到了如下最优生产方案：

- 最优解： $x = 2$ ， $y = 7.5$ ， $z = 0$ 。
- 对应的最大收入为 267.5 元。