

毛条配毛的优化

金世和

张文忠

周家谊

陆鸿妹

(上海纺织工业职工大学) (上海第一毛条厂) (上海第十五羊毛衫厂) (上海章华毛纺织公司)

【摘要】 本文介绍用系统的观点和数学规划进行毛条配毛优化的方法和降低成本的效果。

我们运用系统的观点和数学规划的方法, 在上海第一毛条厂进行毛条配毛优化, 并在 U64[®] 毛条上实践, 成品的各项质量都能达到或优于国家标准, 且每千克可降低成本 0.39 元, 现介绍如下。

一、数学模型的建立

1. 决策变量,

设 x_{ij} 为第 i 种毛条产品配用第 j 种原料的百分比。

2. 约束条件

(1) 质量约束

$$\sum_{j=1}^n \alpha_{kj} x_{ij} + d_{ki}^- - d_{ki}^+ = B_{ki}$$

$$(i = 1, 2, \dots, m), (K = 1, 2, \dots, l)$$

式中: α_{kj} 为第 j 种原料中第 K 项质量指标值, B_{ki} 为第 i 种毛条产品中对第 K 项的质量目标值, d_{ki}^+ 为离差变量。

(2) 成本约束

$$\sum_{j=1}^n C_j x_{ij} + d_{i+1,i}^- - d_{i+1,i}^+ = F_i$$

$$(i = 1, 2, \dots, m)$$

式中: C_j 为第 j 种原料单价, F_i 为第 i 种毛条产品的目标成本值, $d_{i+1,i}^+$ 为相应的离差变量。

(3) 库存约束

$$\sum_{i=1}^m G_i x_{ij} + d_{i+1,j}^- - d_{i+1,j}^+ = W_j$$

$$(j = 1, 2, \dots, n)$$

式中: G_i 为第 i 种毛条产品的批量, W_j 为第 j 种原料允许的库存量目标值, $d_{i+1,j}^+$ 为相应的离差变量。

(4) 原料百分比约束

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

(5) 原料选配比例约束

$$\sum_{j=1}^n W_{ij} x_{ij} + d_{i+n+1,i}^- - d_{i+n+1,i}^+ = Y_{ki}$$

$$(i = 1, 2, \dots, m); (K = 1, 2, \dots, l)$$

式中: W_{ij} 为相关因子, 若 i 种毛条产品配用 j 种原料与指标值 Y_{ki} 有关, 则取 $W_{ij} = 1$, 否则取 $W_{ij} = 0$; Y_{ki} 为第 i 种毛条产品对第 K 项指标的百分比目标值, $d_{i+n+1,i}^+$ 为相应的离差变量。

(6) 变量约束

$x_{ij} \geq 0, d_{ki}^+ \geq 0$, 且有 $d_{ki}^+, d_{ki}^- = 0 (i=1, 2, \dots, m), (j=1, 2, \dots, n), (K=1, 2, \dots, l+n+1)$

3. 目标函数

$$\min Z = \sum_{q=1}^l P_q \left[\sum_{i=1}^m (Y_{ki}^- d_{ki}^- + Y_{ki}^+ d_{ki}^+) \right]$$

(K = 1, 2, \dots, l, l+1, \dots, l+n+1)

式中: P_q 为目标优先级权数, $P_1 \gg P_2 \gg \dots \gg P_l$, Y_{ki}^+ 为目标优先级相关因子, 当第 i 种毛条产品中要求第 K 项指标不得低于其规定的目标值, 也即在最终解里希望 $d_{ki}^- = 0$ 时, 则取 $Y_{ki}^- = 1$, 否则取 $Y_{ki}^- = 0$ 。当第 i 种毛条产品中要求第 K 项指标不得高于其规定的目标值, 也即在最优解里希望 $d_{ki}^+ = 0$ 时, 则取 $Y_{ki}^+ = 1$, 否则取 $Y_{ki}^+ = 0$; 同时还应有 $Y_{ki}^+ \cdot Y_{ki}^- = 0$ 。

二、投产实例

1. 设备情况

和毛: TEMAF, 梳毛 FOR 梳毛机, 针梳头道 B291A 针梳机, 三道 B301 针梳机, 平梳 B311 精梳机, 四道 B305 针梳机, 末道 B306 针梳机。

2. U64[#] 产品的质量和成本要求

平均细度 22.2 μ ; 平均长度 75mm; LB 毛含量 $\leq 30\%$; 配毛标准成本 18.98 元/千克; 毛粒 3.5 只/克; 草屑, 0.4 只/克。

3. 仓库可供配用的有关原料情况(见表 1)

厂方的配毛目标要求为: 配 2.5 万千克 U64[#] 毛条。

第一目标: 保证细度, 尤其不能偏细, LB 毛含量尽量不超过 30%; 配用百分比之和尽可能趋于 1。

第二目标: 产品成本要降低 0.30 元/千克以上。

第三目标: 保证长度; 库存量最少。

将以上数据、已知条件和目标要求代入上述数学模型, 运算结果, 最优基(决策)变量是 $x_B = 0.01$; $x_{14} = 0.3$; $x_{15} = 0.2$; $x_{17} = 0.32$; $x_{18} = 0.16$ (\because 只有

表 1 可供配用的原料情况

序号	批号及品种	单价	平均细度	平均长度	库存量	混用上限
1	214U55	18.98	22.22	86.20	5160	1
2	246U56LB	18.41	22.44	84.00	5100	0.3
3	228U55	18.98	21.27	97.70	1000	1
4	245U56LB	18.41	21.15	81.00	40884	0.3
5	240U56	18.98	21.08	82.60	6247	1
6	331/219U56 LB复	18.98	22.14	77.7	6400	0
7	256U74	18.98	21.68	81.80	8122	1
8	256U74	17.63	23.55	84.50	30000	1

注: 除序号 8 的级别为 60 以外, 序号 1~7 的级别均为 64。

一个品种, $\therefore x_{ij}$ 中 i 取为 1)。尽管解已求得, 但在实际运行中, 还要考虑到“情意性”, 即要考虑具体配毛操作工人的劳动强度。通过工艺技术的分析, $x_{13} = 0.01$ 可忽略, x_{14} 、 x_{15} 、 x_{17} 与 x_{18} 四个取值中, x_{14} 因是 LB 毛, 不能增加, 当 x_{17} 取 0.32 时, 已是用到库存的上限; x_{18} 由于受细度的限制, 也不能再增加; 因此只有把 x_{15} 调整到 0.22。于是, 满足可实际操作的最优基(决策)变量是: $x_{14} = 0.3$; $x_{15} = 0.22$; $x_{17} = 0.32$; $x_{18} = 0.16$ 。主要目标的细度约束中的 $d_{11}^- = 0$, 长度约束中的 $d_{12}^+ = 15.3$, 成本约束中的 $d_{13}^+ = 0$, LB 毛含量的约束中的 $d_{14}^- = 0$, 都基本满足目标要求。

三、优化分析

经优化配毛后, 各项实际值见表 2。

从表 2 可见 U64[#] 的细度已达到规定的要求, 长度比标准值超过 15mm, LB 毛成份达到最大含量, 单位成本比标准值降低 0.39 元/千克, 即降低率为 2.05%, 按正常生产情况下该品种每年计划生产 2752 吨, 则每年可节约原料成本 107 万元。

表 2 优化配毛后的各项指标实际值

项目	毛粒 (只/克)	草屑 (只/克)	平均长度 (mm)	长度离散	平均细度 (μ m)	细度离散	30mm短毛 (%)	LB含毛 量(%)	成本 (元/千克)
标准值	3.5	0.4	75	37	22.2	23	4.5	30	18.98
实际值	2.77	0.33	84	34.12	22.2	20.88	1.9	30	18.59