

灰色线性规划在家具生产中的应用

宋丁全 卢晓宁 周晓路

(南京林业大学 南京 210037)

摘要 本文讨论的是灰色系统在家具生产中的应用。采用的方法是用灰色线性规划取代传统的线性规划,为茶几生产建立了灰色规划模型,从而满足了家具生产的动态特征。从解的结果看,灰色线性规划在制定家具生产计划方面是切实可行的。

关键词 灰色线性规划;期望利润解;期望目标区;家具生产;茶几

1 前言

在相当长的时期里,家具生产大都是在经验和计划框架内进行的。可是在目前由计划经济转入市场经济的过程中,家具企业的经营、管理,如仍采用传统的方法,将难以对企业拥有的各种资源的作用、产品价格的变化、原材料的购进以及企业外部对产品量的需求等进行综合分析和处理,从而会严重地影响企业经济效益的提高。虽然线性规划在一定程度上弥补了企业在调整经济结构、生产结构、技术结构上的不足,而且在胶合板生产工艺管理中,国外已有了广泛应用^{〔4〕}。但也应看到,由于线性规划模型的静态性、以及在数学上对目标函数值要求的苛刻性,该模型在很大程度上不能适应家具生产的零散性、动态性特点。因此有必要提出一个与现代家具生产和经营方式相适应的新的规划方法。

本文利用灰色系统的灰色线性规划模型,为某家具厂模拟制定了茶几生产规划,取得了较好的经济效果。

2 灰色线性规划及其数学模型

灰色系统是1982年华中理工大学自控系邓聚龙教授提出的一门新型理论。该理论属系统论范畴,是一门新兴的、边缘性的、综合性学科,在国内外引起了较大的反响,

其中许多方法已被运用到社会、经济、农林、生态等领域。灰色线性规划是灰色决策的一个主要内容,它是一种处理线性目标函数和约束表达式中的系数含有波动数值,以及当约束值随时间序列变化的动态模型。它的目标可以是产值、成本、耗用资源、劳动量或机床负载等。

在家具生产中,灰色线性规划可以用来解决当原材料的购进量、家具的最大需求量是用时间来描述,以及产品的利润受市场的波动情况下的生产方案问题。由于计算机的迅猛发展,有关灰色线性规划的计算已不成问题。本文的数据处理,是在IBM-286型计算机上进行的。灰色线性规划模型的一般形式是:灰目标函数 $f = \otimes(c)^T \cdot X = \otimes(\max)$ (或 $\otimes(\min)$),式中: $\otimes$ 表示灰色参数, $\otimes(c)^T = [\otimes(c_1), \otimes(c_2), \dots, \otimes(c_n)]$ 灰约束条件

$$\otimes(A) \cdot X \leq \otimes(B) \quad X \geq 0$$

$$\text{其中: } \otimes(A) = \begin{Bmatrix} \otimes_{11} & \otimes_{12} \cdots \otimes_{1n} \\ \otimes_{21} & \otimes_{22} \cdots \otimes_{2n} \\ \dots & \dots \dots \dots \\ \otimes_{m1} & \otimes_{m2} \cdots \otimes_{mn} \end{Bmatrix}$$

$$= \begin{Bmatrix} \otimes(a_{11}) & \otimes(a_{12}) & \dots & \otimes(a_{1n}) \\ \otimes(a_{21}) & \otimes(a_{22}) & \dots & \otimes(a_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \otimes(a_{m1}) & \otimes(a_{m2}) & \dots & \otimes(a_{mn}) \end{Bmatrix}$$

$$\otimes(B) = [\otimes(b_1), \otimes(b_2), \dots,$$

收稿日期 1993-04-26

$$\otimes(b_m)]^T$$

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$$

$\otimes(\max)$ ($\otimes(\min)$) 表示最大 (小)
期望目标区 (也称灰靶)

3 生产实例与建模

3.1 问题的提出

某家具厂生产五种型号茶几, 茶几的原材料耗用量、单位产品利润以及库存情况如表 1 所示。

第 1~2 季度的茶几销售量以及原材料购进量见表 2。

表1 材料耗用量、茶几利润及库存情况一览表

	计 量 单 位	单 位 茶 几 耗 用 量				
		I 型	II 型	III 型	IV 型	V 型
水 曲 柳	m ³	0.00558	0.00404	0.00497	0.00375	0.0056
南 方 什 木	m ³	0.00603	0.00454	0.00368	0.0042	0.00377
刨 花 板 16mm	m ²	1.25	0.62	0.89	0.7	1.23
刨 花 板 19mm	m ²	0.34	0.41	0.53	0.39	0.3
水 曲 柳 切 片	m ²	2.99	2.89	3.2	2.2	3.3
胶	kg	0.89	0.86	0.96	0.66	0.98
涂 料	kg	0.99	0.95	1.05	0.73	1.08
单位茶几利润	元	45.29~50.1	22.04~23.68	22.04~41.05	35.85~39.67	49.86~55.14
单位茶几库存成本	元	1.87	1.28	1.62	1.79	1.96
六月底库存量	张	32	275	124	89	26
单位茶几存贮面积	m ²	0.47	0.35	0.39	0.42	0.56

表2 1~6月份茶几销售量及材料购进量表

名 称	单 位	1~6月茶几销售量及材料购进量					
		1月	2月	3月	4月	5月	6月
I ($a_1^{(0)}$)	张	653	691	701	720	751	745
II ($a_2^{(0)}$)	张	1025	1056	1087	1121	1135	1156
III ($a_3^{(0)}$)	张	285	276	290	295	300	330
IV ($a_4^{(0)}$)	张	410	435	442	467	485	506
V ($a_5^{(0)}$) m ³	张	302	296	315	327	344	360
水曲柳 ($b_1^{(0)}$)	m ³	12.64	134.2	13.75	14	14.5	15.2
南方什木 ($b_2^{(0)}$)	m ³	14.1	14.72	14.7	15.2	16.1	18.4
刨花板 16mm ($b_3^{(0)}$)	m ²	3000	3100	3150	3180	3205	3250
刨花板 19mm ($b_4^{(0)}$)	m ²	1300	1322	1335	1370	1385	1405
水曲柳切片 ($b_5^{(0)}$)	m ²	8750	8800	8850	8875	8890	8910

层重迭排放, 故实际库容量可达到400平方米。由于实行了经济承包制, 该厂每月把十万元以上作为利润期望目标区。那么应如何安排生产, 才能保证7月的利润落入目标区?

3.2 灰色建模

为了预测7月份市场对茶几的最大需求量以及原材料的购进量, 首先对 $a_i^{(1)}$ 、 $b_i^{(1)}$ 作AGO累加生成序列 $a_i^{(0)}$ 、 $b_i^{(0)}$ 然后对 $a_i^{(1)}$ 、 $b_i^{(1)}$ ($i=1, 2, 3, 4, 5$) 建立GM (1, 1) 模型^[1,2], 得7月预测模型及约束值如表3所示。

设: x_i 为7月份第 i 种型号茶几生产量;
 y_i 为7月份第 i 种型号茶几销售量;
 z_i 为7月底第 i 种型号茶几库存量。
($i=1, 2, 3, 4, 5$)

由表1~3, 可建立该问题的灰色线性规划模型如下:

灰目标函数

$$f = \otimes_1 y_1 + \otimes_2 y_2 + \otimes_3 y_3 + \otimes_4 y_4 + \otimes_5 y_5 - 1.87z_1 - 1.28z_2 - 1.62z_3 - 1.79z_4 - 1.95z_5 = \otimes(\max)$$

注: 1. $a_i^{(0)}$ 、 $b_i^{(0)}$ ($i=1, 2, 3, 4, 5$) 分别表示1~6月第 i 种型号茶几的销售序列和第 i 种原材料购进量序列;

2. 原材料购进量=当月实际购进量+上月底库存量。

根据人员和设备, 该厂月生产茶几能力为2500~2600张, 具有时效性的胶和涂料的最大储备量分别为3000kg和4000kg, 仓库容量为200平方米。在贮存茶几时, 因可以双

表3 预测模型及预测值

序列	预测模型 (GM (1, 1))	7月预测值
$a_1(0)$	$\hat{a}_1(1)(k+1)=3998.165\exp(0.01711413 \cdot k)-39328.66$	752
$a_2(0)$	$\hat{a}_2(1)(k+1)=47231.17\exp(0.02223821 \cdot k)-46206.17$	1187
$a_3(0)$	$\hat{a}_3(1)(k+1)=6736.269\exp(0.039983 \cdot k)-6451.269$	336
$a_4(0)$	$\hat{a}_4(1)(k+1)=10612.25\exp(0.039769 \cdot k)-10202.25$	525
$a_5(0)$	$\hat{a}_5(1)(k+1)=6086.971\exp(0.047756 \cdot k)-5784.971$	378
$b_1(0)$	$\hat{b}_1(1)(k+1)=428.4515\exp(0.03061175 \cdot k)-415.8115$	15.52
$b_2(0)$	$\hat{b}_2(1)(k+1)=239.2977\exp(0.0571045 \cdot k)-225.1977$	18.71
$b_3(0)$	$\hat{b}_3(1)(k+1)=276593.1\exp(0.0111683 \cdot k)-273593.1$	3284.81
$b_4(0)$	$\hat{b}_4(1)(k+1)=82739.6\exp(0.0158341 \cdot k)-81409.6$	1429.33
$b_5(0)$	$\hat{b}_5(1)(k+1)=3002993\exp(0.00293047 \cdot k)-2994243$	8943

灰约束条件

$$0.00558x_1 + 0.00404x_2 + 0.00497x_3 + 0.00375x_4 + 0.0056x_5 \leq 15.52$$

$$0.00603x_1 + 0.00454x_2 + 0.00368x_3 + 0.0042x_4 + 0.00377x_5 \leq 18.71$$

$$1.25x_1 + 0.62x_2 + 0.89x_3 + 0.7x_4 + 1.23x_5 \leq 3284.41$$

$$0.34x_1 + 0.41x_2 + 0.53x_3 + 0.39x_4 + 0.3x_5 \leq 1429.33$$

$$2.99x_1 + 2.89x_2 + 3.2x_3 + 2.2x_4 + 3.3x_5 \leq 8943$$

$$0.89x_1 + 0.86x_2 + 0.96x_3 + 0.66x_4 + 0.98x_5 \leq 3000$$

$$0.99x_1 + 0.95x_2 + 1.05x_3 + 0.73x_4 + 1.08x_5 \leq 4000$$

$$0.47z_1 + 0.35z_2 + 0.39z_3 + 0.42z_4 + 0.56z_5 \leq 400$$

$$-x_1 + y_1 + z_1 = 32$$

$$-x_2 + y_2 + z_2 = 275$$

$$-x_3 + y_3 + z_3 = 124$$

$$-x_4 + y_4 + z_4 = 89$$

$$-x_5 + y_5 + z_5 = 26$$

$$y_1 \leq 752, y_2 \leq 1187, y_3 \leq 336, y_4 \leq 525, y_5 \leq 378$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq \otimes$$

$$x_i \geq 0 \quad y_i \geq 0 \quad z_i \geq 0 \quad (i=1, 2, 3, 4, 5)$$

$$\text{式中: } \otimes_1 \in [45.29, 50.1]$$

$$\otimes_2 \in [22.04, 23.68]$$

$$\otimes_3 \in [38.12, 41.05]$$

$$\otimes_4 \in [35.85, 39.67]$$

$$\otimes_5 \in [49.86, 55.14]$$

$$\otimes \in [2500, 2600]$$

3.3 模型求解与分析

在上述模型中, 取

$$\otimes_1 = 45.29 \quad \otimes_2 = 22.04 \quad \otimes_3 = 38.12$$

$$\otimes_4 = 35.85 \quad \otimes_5 = 49.86 \quad \otimes = 2500$$

用单纯形法可得优化解 (X_{max}) 及目标值 (f_{max}) 为:

$$x_1 = 720, x_2 = 780, x_3 = 212, x_4 = 436, x_5 = 352$$

$$y_1 = 752, y_2 = 1055, y_3 = 336, y_4 = 525, y_5 = 378$$

$$z_1 = z_2 = z_3 = z_4 = z_5 = 0$$

$$f_{max} = 107786.9 \text{ (元)}$$

因为灰数 $\otimes_1$ 和 $\otimes$ 均取的是下界值, 所以此时的 f_{max} 可称为最小优化利润值。由于最小优化利润值进入了期望目标区, 因此我们至少可以把 X_{max} 作为期望利润解。

从上述期望利润解中, 可得如下结论:

(1) 对五种型号茶几, 7月份实际销售预测量为3046张, 而社会需求预测量为3178张, 求大于供。因该厂生产能力达不到市场需求量, 所以7月份只能获得最小优化利润值。

(2) 因为优化利润值 f_{max} 已进入了目标区, 所以可以按 X_{max} 来安排生产。但必须指出的是, 这是一种最保守的规划(或称满足型规划)。如果该模型中每个灰数均取

下界值时, 优化值没有进入目标区, 那么可以根据市场的供求、价格等变化以及采取措施扩大生产能力 (这是最重要的), 来逐步调整灰数的白化值, 以达到增大利润, 使之进入期望目标区的目的。

(3) 预测需求值和销售之间常常存在一定的误差, 库存量就是这个误差的直接反映。该期望利润解中, 虽然茶几的贮存量均为零, 但在实际经营中, 很可能会出现贮存量为非零情况。关于这个问题, 决策人员在安排生产时, 应给予一定的重视。

在实例中, 由于我们对约束值采用了动态预测, 所以该模型在生产规划方面具有了

超前功能。本文提出的灰色线性规划模型, 虽然只是针对家具生产的, 但实际上该模型的应用可以推广到其他许多方面。

4 参考文献

- 1 邓聚龙. 灰色系统基本方法. 华中理工大学出版社, 1987, 96~164
- 2 邓聚龙. 灰色预测与决策. 华中理工大学出版社, 1989, 126~134
- 3 罗庆成、徐国新. 灰色线性规划与应用. 江苏科学技术出版社, 1989
- 4 Stewart Holmes. Introduction to operations research as applied in forest products industries. Forest Products Journal Vol:26, No. 1

Application of grey linear programming in furniture manufacturing

Song Dingqian Lu Xiaoning Zhou Xiaolu

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract This paper deals grey system (GS) to the management for furniture manufacturing. The grey linear programming (GLP) models are built for expected profit values on tea table manufacturing, instead of linear programming (LP) model, which satisfy dynamic characteristics of furniture manufacturing. Resulted from the solution, GLP is a sort of practicable method on working out the plans for furniture manufacturing.

Keywords Grey linear programming; Expected target; Expected profit value; Furniture manufacturing; Tea table

(上接第21页)

A study on activities of lignin decomposition enzyme of wood-rot fungi

Liu Xiuying Wang Jianjiun Li Xingfang

(The Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Abstract Activities of lignin decomposition enzyme of 13 individual wood-rot fungi in 8 species have been studied. The result showed that all of the 13 fungi have capability of lignin decomposition to different extent. White wood-rot fungi have higher activities than brown wood-rot fungi. The rate of activity increasing and the period of high activity remaining of white wood-rot fungi are quicker and longer than that of brown wood-rot fungi.

Keywords Wood-rot fungi; White wood-rot fungi; Brown wood-rot fungi; Enzyme of lignin decomposition