

胶合板厂生产规划模型与运用

居志建 卢晓宁 宋丁全

(南京林业大学 南京 210037)

摘要 本文根据胶合板厂实际情况,建立了杨木胶合板厂生产规划模型。该模型考虑各主要设备工段、产品组合、产品混合、产品价格、流动资金、原材料供应以及市场约束等问题。本模型能够满足市场竞争,获取最佳利润,同时还能解决胶合板厂“三板”(表、背、芯单板)不平衡问题。

关键词 规划模型;产品混合;利润

任何一个生产企业,生产规划是一个核心问题。本文着重讨论胶合板厂生产规划模型,并结合江苏丰县胶合板厂实际情况,建立该厂生产规划模型。

一般说来,任何一个生产规划模型都具有时间性。不同的时期,由于市场,政策的变化都要导致模型的变化。因此,就需要有一个随之而来的模型来适应形势,制定长期规划与短期规划。长期规划指在根据历年来生产与销售情况制定的总体规划;短期规划则根据等同或某时期的市场预测值和订货数量而制定基本生产规划。本文限于篇幅,仅讨论短期规划。

1 胶合板厂生产规划模型的建立

首先本模型根据丰县胶合板厂实际情况作出如下决定:①根据市场情况,建立最佳产品混合,使经济效益达到最大;②平衡生产中表、芯、背三板数量;③根据最大经济效益,最省最佳地选择原材料;④控制主要工段的半成品数,使其达到生产过程在受控制下作业;⑤对主要工段的设备负荷作出正确评估,充分发挥主要工段设备的效率;⑥根据流动资金的来源与数量,以控制生产量;⑦根据原材料库存量,决定最佳产品混合。其次,明确

了该厂的生产工艺及各种产品的得率与损失率。实际生产规划模型如下:

目标函数:

$$\begin{aligned} \max f = & 41.93X_1 + 65.81X_4 - 941.60X_8 - \\ & - 706.2X_9 - 470.8X_{10} - 5.798X_{11} - \\ & - 21.5X_{13} - 21.5X_{14} + 56.15X_{15} + \\ & + 46.67X_{16} - 21.5X_{17} - 21.5X_{18} + \\ & + 11.17X_{20} + 18.56X_{23} - 823.9X_{27} - \\ & - 647.35X_{38} - 412X_{29} - 4X_{30} - 2X_{31} + \\ & + 8.64X_{34} - 3.5X_{37} - 706.2X_{39} - \\ & - 588.5X_{40} - 353.1X_{41} + 14.39X_{42} + \\ & + 3.6X_{53} + 4.26X_{54} + 5.92X_{55} + \\ & + 2.37X_{56} + 190X_{79} \end{aligned}$$

约束条件方程:

$$\begin{aligned} X_1 - X_2 = 0, \quad X_1 - X_3 = 0, \\ 2X_4 - X_5 = 0, \quad X_4 - X_6 = 0, \\ X_4 - X_7 = 0, \quad X_{13} - X_{14} = 0, \\ 0.97X_{13} - X_{15} = 0, \quad X_{17} - X_{18} = 0, \\ -X_{16} + 1.8X_{17} = 0, 1.8X_{17} - X_{19} = 0, \\ X_{20} - X_{21} = 0, \quad X_{21} - X_{22} = 0, \\ X_{23} - X_{26} = 0, \quad 2X_{23} - X_{24} = 0, \\ X_{23} - X_{25} = 0, \quad X_{34} - X_{35} = 0, \\ X_{34} - X_{36} = 0, \quad X_{42} - X_{43} = 0, \\ 2X_{42} - X_{44} = 0 \end{aligned}$$

上述设计思想是根据胶合板的组成结构,确保面、芯、背三种板的平衡。

原材料需求量约束方程:

$$X_1 + X_3 + X_6 + X_7 - 97.62X_8 -$$

• 5 •

收稿日期 1994-08-13

本文是在华毓坤教授指导下进行的,参加本职工作的还有刘升新、李刚、陈旭东、王显俊等。

$$\begin{aligned}
& -71.9X_9 - 40.95X_{10} + X_{16} \leq 0 \\
& X_2 + X_5 - 37.99X_8 - 37.20X_9 - \\
& -32.82X_{10} - X_{11} + X_{12} + X_{15} + X_{19} + \\
& + 0.5X_{36} - 45.96X_{39} - 43.5X_{40} - \\
& -34.5X_{41} + 0.5X_{44} \leq 0 \\
& -20.48X_8 - 16.63X_9 - 13.14X_{10} + \\
& + X_{20} + X_{22} + X_{23} + X_{25} + X_{26} - \\
& -201.7X_{27} - 172.4X_{28} - 131.4X_{29} - \\
& -X_{30} + X_{32} \leq 0 \\
& -15.7X_8 - 13.9X_9 - 12.3X_{10} + X_{21} + \\
& + X_{24} - 78.48X_{21} - 71.3X_{28} - 64.5X_{29} - \\
& -X_{31} + X_{33} \leq 0 \\
& X_{34} + X_{35} - X_{37} + X_{38} - 165.2X_{39} - \\
& -144.5X_{40} - 112.3X_{41} + X_{42} + X_{43} + \\
& + X_{57} \leq 0 \\
& -0.97X_{38} + X_{53} \leq 0 \\
& -0.97X_{32} + X_{54} \leq 0 \\
& -0.97X_{12} + X_{55} \leq 0 \\
& -0.97X_{33} + X_{56} \leq 0
\end{aligned}$$

上述设计思想是胶合板每个工段都需消耗木材,那么,实际胶合板内的单板数应该小于、等于原木换算成单板的数量,换算就是加工消耗。工艺过程与设备约束方程:

$$\begin{aligned}
& -0.28X_8 - 0.21X_9 - 0.134X_{10} + \\
& + X_{70} \geq 0 \\
& -0.141X_8 - 0.1488X_9 - 0.135X_{10} - \\
& -0.268X_{39} - 0.26X_{40} - 0.208X_{41} + X_{71} \geq 0 \\
& -0.031X_8 - 0.0258X_9 - 0.021X_{10} - \\
& -0.309X_{27} - 0.268X_{28} - 0.206X_{29} + X_{72} \\
& \geq 0 \\
& -0.052X_8 - 0.047X_9 - 0.042X_{10} - \\
& -0.28X_{27} - 0.239X_{28} - 0.218X_{29} + X_{73} \\
& \geq 0 \\
& -0.33X_{39} - 0.282X_{40} - 0.227X_{41} + \\
& + X_{74} \geq 0 \\
& -0.083X_8 - 0.073X_9 - 0.062X_{10} + \\
& + X_{75} \geq 0 \\
& -0.094X_{27} - 0.078X_{29} - 0.073X_{29} + \\
& + X_{76} \geq 0 \\
& 315.6X_{70} + 155.6X_{71} + 306.5X_{72} +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + 191.6X_{73} + 404X_{74} + 155.6X_{75} + \\
& + 306.5X_{76} \leq 16156 \quad (\text{规划天内的干燥时间}) \\
& 0.00446X_2 + 0.00416X_4 + \\
& + 0.00446X_{15} + 0.00446X_{19} + \\
& + 0.00251X_{21} + 0.00251X_{25} + \\
& + 0.00223X_{36} + 0.00223X_{44} \leq 83.4 \quad (\text{涂胶到组坯工段的最大规划天内产量, m}^3) \\
& -0.058X_8 - 0.075X_9 - 0.136X_{10} - \\
& -0.075X_{27} - 0.10X_{28} - 0.15X_{29} - \\
& -0.058X_{39} - 0.057X_{40} - 0.136X_{41} + X_{79} \\
& \leq 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 6X_1 + 8X_4 + 6X_{15} + 6X_{16} + 6X_{20} + \\
& + 8X_{23} + 6X_{34} + 8X_{42} \leq 76931 \quad (\text{规划天内热压机生产时间, min})
\end{aligned}$$

上述设计思想是胶合板生产除了过程消耗之外,还有工艺规程、设备、人工限制。因此,胶合板的产量必须受到上述的约束。

销售约束方程:

$X_1, X_4, X_{15}, X_{20}, X_{23}, X_{34}, X_{42}, X_{45}$ 分别大于等于各自的订货量或预测量。

流动资金约束方程:

$$\begin{aligned}
& 3.03X_1 + 5.56X_4 + 800X_8 + \\
& + 600X_9 + 400X_{10} + 5.798X_{11} + \\
& + 21.5X_{13} + 21.5X_{14} + 3.03X_{15} + \\
& + 3.03X_{16} + 21.5X_{17} + 21.5X_{18} + \\
& + 1.69X_{20} + 3.08X_{23} + 700X_{27} + \\
& + 550X_{28} + 350X_{29} + 4X_{30} + 2X_{31} + \\
& + 1.515X_{34} + 3.5X_{37} + 600X_{39} + \\
& + 500X_{40} + 300X_{41} + 2.78X_{42} \leq 0 \quad (\text{流动资金, 元})
\end{aligned}$$

设计思想是在规划天内,原材料购置费应该小于、等于流动资金。

模型说明:

①该模型为10天生产规划。

②该厂产品有8种,分别为4'×4'杨木三合板(X_1);4'×8'杨木五合板(X_4);4'×8'一面为柳安贴面的三合板(X_{15});4'×8'双面柳安贴面三合板(X_5);3'×6'杨木三合板(X_{20});3'×6'杨木五合板(X_{23});4'×4'杨木三

合板(X_{34}); $4' \times 4'$ 杨木五合板(X_{42}),此外还有5种副产品。

③该厂可以外购单板组织生产,也可外销单板,可根据市场情况而定。

④变量名 X_1 为 $4' \times 8'$ 杨木三合板表板张数或胶合板张数; X_2, X_3 分别为 $4' \times 8'$ 杨木三合板芯板和背板张数; X_4 为 $4' \times 8'$ 杨木五合板面板张数或胶合板张数; X_5, X_6, X_7 分别为 $4' \times 8'$ 杨木五合板芯板、长中板和背板张数; X_8, X_9, X_{10} 分别为生产 $4' \times 8'$ 杨木单板的一、二、三等木材量(m^3); X_{11}, X_{12} 分别为 $4' \times 8'$ 杨木芯板外购、外销张数; X_{13}, X_{14}, X_{15} 分别为 $4' \times 8'$ 二面柳安三合板面板、背板和芯板张数; X_{16}, X_{17}, X_{19} 分别为 $4' \times 8'$ 一面柳安三合板背板、面板和芯板张数; X_{18} 为 $4' \times 8'$ 一面柳安三合板背板做面板张数; X_{20} 为 $3' \times 6'$ 杨木三合板面板张数或杨木三合板张数; X_{21}, X_{22} 分别为 $3' \times 6'$ 杨木三合板芯板、背板张数; X_{23} 为 $3' \times 6'$ 杨木五合板面板张数或杨木五合板张数; X_{24}, X_{25}, X_{26} 分别为 $3' \times 6'$ 杨木五合板芯板、长芯板和背板张数; X_{27}, X_{28}, X_{29} 分别为生产 $3' \times 6'$ 杨木胶合板一、二、三等木材量(m^3); X_{30}, X_{31} 分别为 $3' \times 6'$ 杨木面、芯板外购张数; X_{32}, X_{33} 分别为 $3' \times 6'$ 杨木面、芯板外销张数; X_{34} 为 $4' \times 4'$ 杨木三合板面板张数或胶合板张数; X_{35}, X_{36} 分别为 $4' \times 4'$ 杨木三合板背、芯板张数; X_{37}, X_{38} 分别为 $4' \times 4'$ 杨木面板外购、外销张数; X_{39}, X_{40}, X_{41} 分别为生产 $4' \times 4'$ 杨木胶合板一、二、三等木材量(m^3); X_{42} 为 $4' \times 4'$ 杨木五合板面板张数或胶合板张数; X_{43}, X_{44} 分别为 $4' \times 4'$ 杨木五合板背板芯板张数; X_{53}, X_{54} 分别为 $4' \times 4'$ 、 $3' \times 6'$ 杨木面板实际外销张数; X_{55}, X_{56} 分别为 $4' \times 8'$ 、 $3' \times 6'$ 杨木芯板实际外销张数; X_{57} 为 $4' \times 4'$ 杨木五合板长中板张数; X_{70} 为 $4' \times 8'$ 杨木面、背、芯板干燥体积量(m^3); X_{71}, X_{75} 均为杨木芯板干燥体积量(m^3); X_{72} 为 $3' \times 6'$ 杨木面、背、长中板干燥体积量(m^3); $X_{73} \sim X_{76}$ 均为 $3' \times 6'$ 杨木芯板干燥体积量(m^3); X_{74} 为 $4' \times 4'$ 杨木面、背、长中板干燥

体积量(m^3); X_{79} 为杨木木芯总量(m^3)

⑤目标函数 f

f 为经济效益=产品销售额-产品销售税-产品各种成本(胶、电、煤、水、汽、人工、管理等费用)-设备折旧费-各种附加税-其他费用

如果流动资金是贷款形式,那么

$$f_0 = f - a \cdot c$$

式中: a —贷款利息; c —流动资金

模型的目的是求最大利润,但产品的数量与品种受到市场、销售、政策、原料、设备、工艺、原料的种类等多种因素限制,故该模型变量较多,其约束条件也较多。然而在普通286计算机上只需运行10分钟。

2 模型运用

2.1 经济效益与流动资金

在工艺、设备一定的情况下,不同的流动资金,在获得最大经济效益前提下,产品的结构都发生一定的变化,同时,在一定范围内,流动资金愈大,经济效益愈高。但到了一定的程度,经济效益反而会有所下降,尤其是利用贷款做流动资金的工厂。图1是在不同的流动资金和假设市场情况良好下,由计算机得出的经济效益。

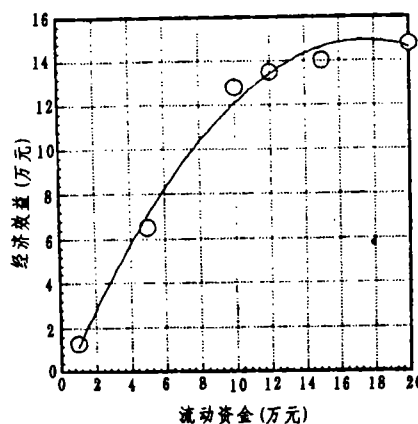


图1 流动资金(C)与经济效益(f)

$$\therefore f = -0.567 + 1.61c - 0.0506c^2 \text{ 又 } \frac{df}{dc}$$

$$=0 \text{ 且 } \frac{d^2f}{dc^2} < 0$$

$\therefore c=15.91$ 万元时, $\max f_0=12.3$ 万元

这里: $f_0=f-ac$ 说明该厂的流动资金(如果考虑到产品无积压的情况下,且能及时回收资金)最多为 16 万元。因为更多的资金对该厂已不起多大作用,其设备限制了它的发展,过多的流动资金,贷款还息反而就起到较大的作用。

从约束变量灵敏度分析中发现,干燥机的生产率限制了该厂的发展。从灵敏度分析,可以发现该厂如果在市场良好的情况下, $c=10$ 万元时,干燥机就已满负荷生产了,如果还需扩大生产,就不得不外购于其他公司的干单板。

2.2 流动资金与产品混合

图 2、图 3 说明不同的流动资金,产品混合原木组成也不同, $c>10$ 万元时,杨木 4'×8' 三合板产品急剧下降到零,而代入 4'×8'

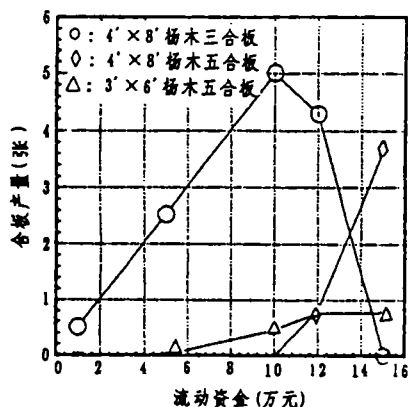


图 2 不同的流动资金与产品混合

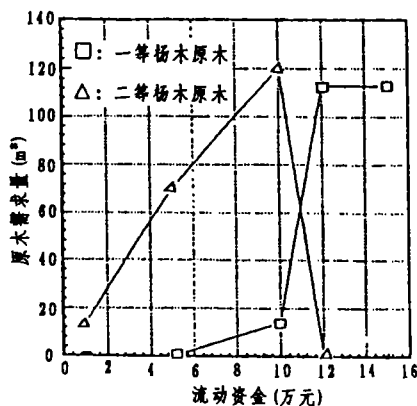


图 3 不同流动资金与原木混合

五合板和 3'×6' 杨木五合板相应迅速增加。这个问题产生于约束,由于 4'×8' 杨木面、背板在市场上难以购得,而 3'×6' 面、背、芯板和 4'×8' 杨木芯板易购得。也就是由于该厂的干燥机不能完成生产要求,只得求助于外购。同时还可见到,再多的流动资金,工厂只能去利用外购与外销的差价去获取利润。这样对工厂经济风险增大;或者工厂只能靠卖半成品——单板来获益。

从原材料角度来看: $c>10$ 万元,趋向于购买一等原木; $c\leq 10$ 万元,趋向于购买二等原木。当然还得从原木价格、出板率方面考虑,但是对于工厂来讲,一等原木难以购得,无疑会给工厂生产带来不便,从这方面来看,该厂在市场旺季,流动资金可以控制在 10~20 万元之间(8 天)。另外,从当时的市场情况看,生产 4'×4' 柳安板是不合算的。

2.3 产品与市场约束

上述情况是在市场情况良好条件下计算而来。但是实际上胶合板市场是一个波动的市场,产品的品种与销售不仅随着市场波动而且还和季节有关。因此,产品的产量与品种就得受到约束,这种约束来源于两个方面,一是市场预测,二是用户订货。下面就是一例:

$$X_1 \leq 2000^{**}, X_{16} \geq 500^*, X_{20} \leq 200^{**}$$

$$X_4 \leq 500^*, X_{15} \geq 500^*, X_{23} \leq 200^*$$

$$X_{34} \geq 200^{**}, X_{42} \geq 300^*$$

说明: ** 表示预测+订货值; * 表示订货值。

另外,单板难以外售,但易于购到(除 4'×8' 表、背、芯板之外)

故: $X_{12} \leq 1, X_{32} \leq 1, X_{33} \leq 1, X_{38} \leq 1$ (这些约束说明该厂不能向外售单板)

此时流动资金 $C=10$ 万元

结果: $\max f_0=74424.02$ 元

$$X_1=2000 \text{ 张}, X_4=314 \text{ 张}, X_{15}=500 \text{ 张}$$

$$X_{16}=500 \text{ 张}, X_{20}=200 \text{ 张}, X_{23}=200 \text{ 张}$$

$$X_{34}=200 \text{ 张}, X_{42}=300 \text{ 张}, X_9=35.98 \text{ m}^3$$

$X_{10}=69.72 \text{ m}^3$ (三等原木), $X_{41}=11.62 \text{ m}^3$ (1.5m 长三等原木)

流动资金分析 89687~106106 元(最小至最大);干燥机分析 11800— $t(\text{min})$ 。

从例中可看出,一旦有市场约束,最大效益总是要低于理想最大效益。

例 2:工厂考虑到干燥机的生产能力,故不考虑芯板干燥,仅对面、背、长中板干燥。根据用户订货: $X_1 \geq 8000$ 张,此时工厂流动资金为 20 万元。计算值如下:

$$f_0 = 201783.8 \text{ 元}$$

$$X_1 = 8000 \text{ 张板}, \quad X_8 = 124.98 \text{ m}^3, \quad X_{11} = 1287 \text{ 张},$$

$$X_{23} = 2917 \text{ 张板}, \quad X_{30} = 5366 \text{ 张 (外购 } 3' \times 6' \text{ 表板)},$$

$$X_{31} = 3144 \text{ (外购 } 3' \times 6' \text{ 芯板)}$$

干燥机分析 16044—16156(min)满负荷;热压机分析 71362—压机最大生产量(min)基本满负荷;流动资金 20 万元全部用完。

从数字上看,经济效益十分可观。实际上产量是达到了,但质量却因去掉了芯板人工干燥造成大量的合板开胶,次品率达 30%~

40%,即使修补也未能达到合格产品。

3 总结

本模型是根据厂内实际情况建立。模型对产品产量的变化以及设备负荷进行了变化性分析,得到一定的经济抗风险能力。这给工厂决策人员提供了理论性依据,从该厂实际出发,如果 1 天为一小规划,那么在产品无积压的情况下,建议流动资金在 10~20 万元之间。从经济角度和设备固有的生产情况看,单板可以外购方式组织原料,也可作为产品而外销。

模型是建立在工艺规程已定下的前提下,一旦工艺规程改变,模型则必须修改。

本模型解决了人的思维难以作出的规划,其经济效益是非常可观的。同时也减少了生产的盲目性,为现代化生产管理和决策提供了依据。

A Production Programing Model for Poplar Plywood Mill and its Application

Ju Zhijian Lu Xiaoning Song Dingquan
(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract According to the production condition in Feng County plywood Mill Jiangsu Province, a practical programing model for the poplar plywood mill was developed. Production procedurces, product combination, product mix, selling price, working capital, raw material supply, designing capital and market restrictions were included. This model can be used for analysing plywood market competition and for keeping the balance between face veneer, back veneer and core veneer.

Keywords Programing model; Product mix; Profit

· 新书介绍 ·

《竹材的工业化利用》

南京林业大学张齐生主编,20 万字,定价 10.80 元

本书以“竹材高温软化—展平工艺”为核心,系统介绍了竹材经物理、化学、机械加工,应用于工程建设领域,实现工业化利用的制造工艺。内容包括:竹材胶合板、竹编胶合板、竹蔑集成胶合板、竹材碎料板、竹木复合板、合成树脂胶粘剂等。本书介绍的竹材胶合板工艺曾获林业部科技进步一等奖;其系列产品为车厢底板、建筑模板、集装箱底板等结构用材,广泛应用于大型厂家及重点工程;其主要技术指标达到或超过国际先进水平。

该书 1995 年 3 月出版,现开始征订。请将书款汇至本编辑部(需邮寄者,另附邮挂费 1.2 元)。