

德庆县松脂收购—贮存—加工系统模拟

刘智华
(研究生处)

区晶莹
(农工系)

摘要 本文使用计算机模拟的方法对广东省德庆县的松脂收购—贮存—加工系统进行模拟仿真, 试图为松香生产管理及有关工艺设计提供数量化的依据。本研究发现广东省德庆县林化厂在松脂收购季节内松脂的日收购量的统计分布符合二阶爱尔朗分布, 其分布概率密度为:

$$f(I) = 0.0016 I e^{-0.0016 I}$$

这一统计分布规律对我国南方省区县级松香厂的工艺设计有一定的参考价值。通过模拟可知, 该厂按现有松脂资源的情况下生产, 在松香生产季节内设备利用率只有50%左右; 如果将该县松脂资源在现有的基础上增加80%, 在松香生产季节内该厂每日仍生产75 t松香时, 其设备利用率可达93%。

关键词 松香; 生产管理; 模拟; 爱尔朗分布; 设备利用率

松香是我国主要的一种林产品, 它作为一种工业原料广泛地用于肥皂、造纸、涂料等多种工业部门。同时, 它也是我国大宗出口物资之一。国内对采脂、加工技术、松香化学利用等方面有较多的研究, 而对其生产管理方面的研究较少^{[1][4]}。笔者用计算机模拟的方法对广东省德庆县的松脂收购—贮存—加工系统进行模拟仿真, 试图为松香生产管理及有关工艺设备提供数量化的数据。

松脂收购—贮存—加工系统中, 其日收购松脂量由于受季节、气象因素(温度、湿度、雨量等)、农忙周期、墟市周期、收购政策等多种因素的影响表现出一定的随机性。因此, 笔者采用随机模拟模型也就是蒙特卡罗的方法来研究该系统。蒙特卡罗方法是应用随机数进行模拟试验的方法, 它对要研究的系统进行随机观察抽样, 通过对样本的观察统计, 得到系统的参数值。本文对广东省德庆县林产化工厂1984~1989年松脂收购记录进行统计, 并在对该厂松脂贮存、加工情况进行研究的基础上得到随机模拟模型, 然后在计算机上模拟。通过多方案的比较, 得到与该系统相适应的最佳日产松香量和与之相应的设备利用率等。

1 系统分析与数据准备

1.1 系统分析

我们所研究的松脂收购—贮存—加工系统, 属于开放系统。系统的实体为松脂收购站、贮槽、松香加工设备, 实体属性为每日松脂收购量(t/d)、每日松脂储运量(t/d)、每日加工松脂量(t/d)。系统活动有松脂的收购活动、松脂的储运活动和加工活动。该系统可由图

• 现在广州市农村发展研究中心
1991-09-21 收稿

1 表示。

1.2 统计规律的数据准备

该系统随机模拟模型中松脂收购量是随机变量，首先应确定该变量模拟时的随机数数列。根据德庆县 1984~1989 年每日收购松脂量的统计资料，收购活动从 5 月 8 日开始到 12 月 11 日结束共 218 天，也就是有 218 个样本数，将该样本按以下公式进行分组^[1]：

$$k = 1 + 3.22 \text{ Log } n$$

式中 k ——组数

n ——统计次数

以 $n=218$ 代入，

$$k = 1 + 3.22 \text{ Log } 218 = 8.53$$

取 $k=8$

根据分布序列两端点值之差就可以确定组距 (i)：

$$i = (x_{\max} - x_{\min}) / k$$

式中， x_{\max} ——统计数据中的最大值

x_{\min} ——统计数据中的最小值

本研究中， $x_{\max}=172$ ， $x_{\min}=0$ ，

$$\text{则得：} i = (172 - 0) / 8 = 21.5$$

取 $i=22$

于是得到每日收购松脂量的统计规律如表 1 所示：

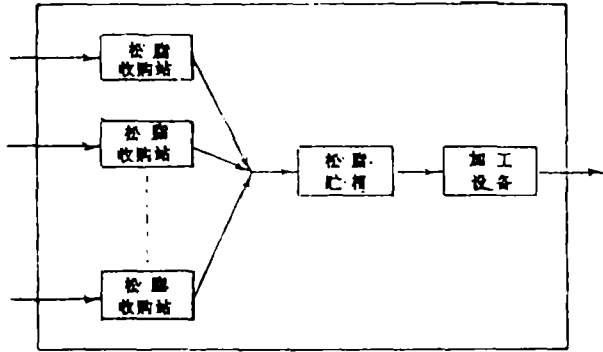


图 1 松脂收购—贮存—加工系统

表 1 松脂日收购量统计规律计算表

组数	组距 I	组中值 I'	发生频数 n	发生频率 f	平均数 I' f	I' - M (I)	[I' - M(I)] ² f
1	0~22	11	45	0.206 4	2.270 6	-41.477 0	355.117 5
2	22~44	33	57	0.261 5	8.628 4	-19.477 0	99.189 4
3	44~66	55	48	0.220 2	12.110 1	2.522 9	1.401 5
4	66~88	77	35	0.160 6	12.362 4	24.522 9	96.550 9
5	88~110	99	20	0.091 7	9.082 6	46.522 9	198.567 3
6	110~132	121	7	0.032 1	3.885 3	68.522 9	150.769 5
7	132~154	143	4	0.018 3	2.623 8	90.522 9	150.355 9
8	154~176	165	2	0.009 2	1.513 8	112.522 9	116.159 7
$\Sigma 218$						$\Sigma 1 168.111 8$	

在表 1 中，I——每日收购松脂量 (t) 分组组距

I' —— 组中数

n —— 发生的频数 (统计频数)

f —— 发生的频率 (统计频率)

1.3 概率分布的数字特征

1.3.1 数学期望 (平均数)

$$M(I) = 1/n \sum_{i=1}^k I_i = 52.48 \quad t/d$$

1.3.2 松脂到达强度

$$\lambda = 1/M(I) = 0.019 \quad d/t$$

1.3.3 收购松脂量的方差

$$\sigma^2(I) = \sum_{i=1}^k [I_i - M(I)]^2 f_i = 1168.11 \quad t^2$$

$$\text{均方差为: } \sigma(I) = \sqrt{1168.11} = 34.18 \quad t$$

$$\text{偏离系数: } V(I) = \sigma(I) / M(I) = 0.65$$

$$\text{爱尔朗分布阶数: } k = 1/V^2(I) = 2.36$$

1.4 χ^2 检验

假设统计分布服从二阶爱尔朗分布, 其分布概率密度为:

$$f(I) = \lambda^2 I e^{-\lambda I} \quad \text{式中 } \lambda = 2\lambda_0 = 0.04$$

$$\text{得: } f(I) = 0.0016 I e^{-0.04 I}$$

现用皮尔逊 χ^2 检验法检验统计分布与理论分布的吻合程度:

1.4.1 求 I 落入每个区间的概率

$$\begin{aligned} P_i = P(\alpha < I < \beta) &= \int_{\alpha}^{\beta} f(I) dI \\ &= \int_{\alpha}^{\beta} \lambda^2 I e^{-\lambda I} dI \\ &= e^{-\lambda \alpha} (\alpha \lambda + 1) - e^{-\lambda \beta} (\beta \lambda + 1) \end{aligned}$$

对第 1 组:

$$P_1 = P(0 < I < 22) = e^{-0.04 \times 0} (0.04 \times 0 + 1) - e^{-0.04 \times 22} (0.04 \times 22 + 1) = 0.2202$$

同理可得 2 至 8 组的理论概率

1.4.2 求理论频数

$$n_i = NP_i = 218 P_i$$

1.4.3 比较理论分布与统计分布, 可得到表 2 和图 2。

表2 比较理论分布与统计分布的计算表

组数	组距 I	组中数 I'	统计频数 n	理论概率 p	理论频数 n'	$(n-n')$ ²	$\frac{(n-n')^2}{n}$
1	0~22	11	45	0.220 2	48.005 2	9.032 2	0.188 1
2	22~44	33	57	0.304 9	66.478 6	89.845 2	1.351 5
3	44~66	55	48	0.215 6	46.889 3	1.233 5	0.026 3
4	66~88	77	35	0.125 9	27.460 4	56.844 1	2.070 0
5	88~110	99	20	0.067 4	14.713 2	27.950 1	1.899 6
6	110~132	121	7	0.034 2	7.481 1	0.231 4	0.030 9
7	132~154	143	4	0.016 8	3.672 7	0.105 7	0.028 7
8	154~176	165	2	0.008 1	1.761 3	0.056 9	0.032 3
$\Sigma 218$						$X_{\frac{1}{2}}=5.63$	

从表2可知： $X_{\frac{1}{2}}=5.63$

设显著性水平： $\alpha=0.05$

在 χ^2 分布中，参数只与自由度有关

$$R=k-S-1=8-2-1=5$$

式中 R——自由度，k——分组数，
S——估计参数的数目

查 χ^2 表^[6]得 $X_{\frac{1}{2}}=11.1$

因为 $X_{\frac{1}{2}} < X_{\frac{1}{2}}$ ，所以假设的理论分布可以接受，也就是说广东省德庆县林化厂在松脂收购季节内每日收购的松脂量服从二阶爱尔朗分布。

从图2可知理论分布与统计分布是相当吻合的。

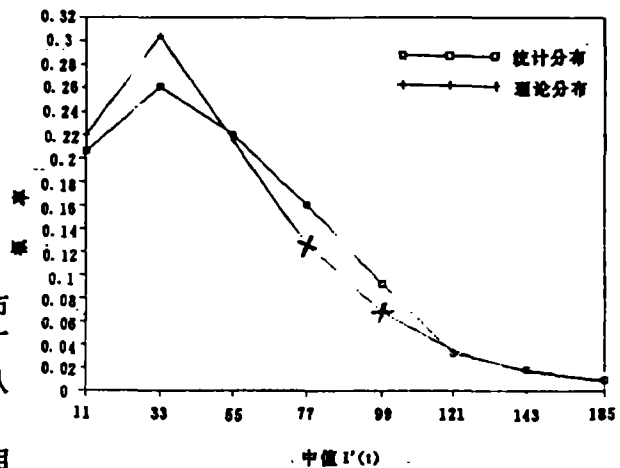


图2 理论分布与统计分布图

1.5 随机数数列

二阶爱尔朗分布的随机数数列可用组合法产生^[2]，组合法是利用某些容易求的随机变量组合得到所要求的随机变量的一种方法。

如果随机变数 x_i 为指数分布 $F(x)=1-e^{-\lambda x}$ ， $x_i=-(1/\lambda) \ln R$

R为[0, 1]区间的均匀分布随机数。

由于二阶爱尔朗分布是两个互相独立的同指数分布之和的分布。即：

$$x_i = x_{2i-1} + x_{2i}$$

其参数： $\lambda_{\Sigma} = 1/2 \lambda_0$

得到二阶爱尔朗分布随机变数为：

$$x_i = 1/2 \lambda_{\Sigma} \ln (R_1, R_2)$$

式中 R_1, R_2 为在[0, 1]区间的均匀分布数值。

因此，每日收购松脂量随机数数列为：

$$I_i = -26.24 \ln (R_1, R_2)$$

2 系统的随机模拟

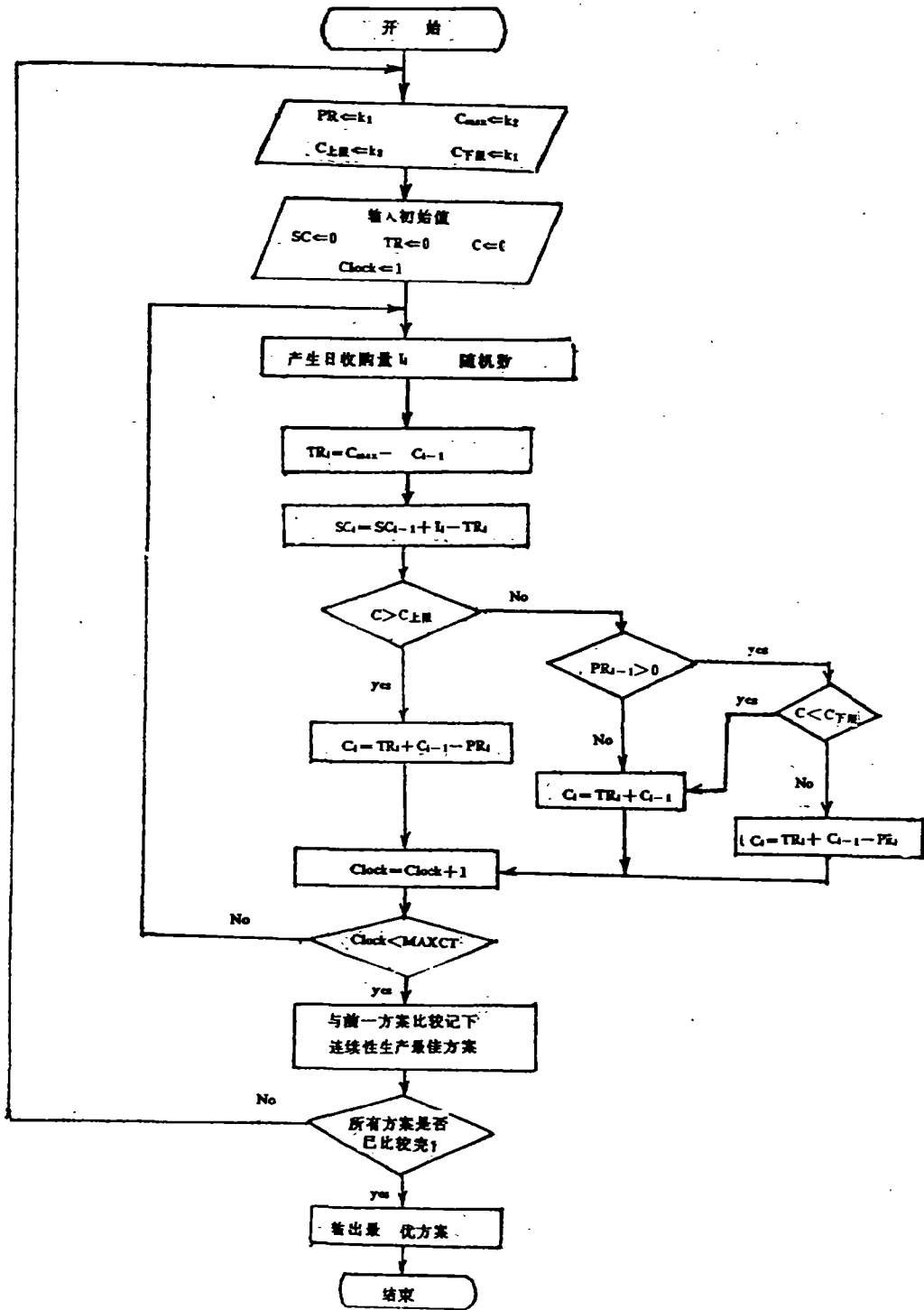


图3 模拟框图

本模拟采用时间步长法,就是以日作为时间步长,按照时间的进展,一步一步地对系统的活动进行动态模拟。

设下列符号的意义为:

I——每日收购的松脂量

SC——收购站贮存的松脂量

TR——每日从收购站调运到厂部的松脂量

C——厂部贮存的松脂量

C_{max} ——厂部贮槽的最大容积

$C_{上限}$ ——当贮存量大于该量时便生产

$C_{下限}$ ——当贮存量低于该量时便停止生产

PR——每日生产的松香量,并按 PR/0.74 换算成每日加工的松脂量

模拟假设每日加工的松脂量是某一定值。

系统的随机模拟框图见图 3。

该模拟是用集成软件 LOTUS 1-2-3 进行的,其模拟结果见表 3。

表 3 模拟结果

日生产松香量 PR (t/d)	设备利用率 (%)	贮槽最大容积 C_{max} (t)
75	50	800
60	63	700
45	85	800
40	93	800
35	98	950

3 结论与讨论

3.1 松脂的日收购量受季节、气象因素(温度、湿度、雨量等)、农忙周期、墟市周期、收购政策等多种因素影响而表现出随机性。本研究发发现广东省德庆县林化厂在松脂收购季节内松脂的日收购量的统计分布符合二阶爱尔朗分布,其分布概率密度为:

$$f(I) = 0.0016 I e^{-0.0016 I}$$

这一统计分布规律对我国南方省区县级松香厂的工艺设计有一定的参考价值。

3.2 该厂现有设备的设计生产能力为每日生产75 t松香。在正常的生产条件下,按目前该县松脂资源情况来看,设备的利用率只有50%左右,说明该县需要扩大松脂资源。如果每日生产45 t松香,比较符合现有松脂资源的情况,在这种情况下,厂部的松脂贮槽仅需要800 t松脂的容积即可满足正常生产的要求。

3.3 如果将松脂资源在现有的基础上增加80%,情况就比较理想,其模拟结果为:每日生产75 t松香,设备利用率为93%,厂部的松脂贮槽应有950 t的容积。

参 考 文 献

- 1 南京林产工业学院主编. 天然树脂生产工艺学. 北京: 中国林业出版社, 1983, 188
- 2 胡运权. 运筹学. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1985, 217~218
- 3 陆凤山. 排队论及其应用. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1984. 60~89
- 4 曾韬. 近10年我国松脂化学与工艺研究论文剖析. 林产化工通讯. 1990 (3), 2~5
- 5 Mcclave J T. Dietrich F H, Statistics. 2nd Ed. San Francisco: Dellen Publishing Company, 1982. 730

THE SIMULATION OF THE OLEORESIN PURCHASING, INVENTORY,
PROCESSING SYSTEM IN DEQING COUNTY

Liu Zhihua

(Office of Postgraduate Students)

Ou Jingying

(Dept. of Agricultural Engineering)

Abstract The simulation of the oleoresin purchasing, inventory, processing system in Deqing county Guangdong province was studied to provide quantitative basis for production management and technology design of gum rosin. It was found that the probability distribution of oleoresin daily purchase in Deqing county during the purchasing season accords with the Erlang distribution of second order. Its probability density function is shown below:

$$f(I) = 0.0016 I e^{-0.0016 I}$$

The found probability distribution which is valuable to gum rosin manufacture of county scale in southern China has certain consult value. After simulation, it came to be known that the utilization rate of equipment was only 50% during the gum rosin producing season according to current oleoresin resource, if the oleoresin resource increased by 80%, the utilization rate of equipment would be 93% with a gum rosin production of 75 tons per day during the gum rosin producing season.

Key words Gum rosin; Production management; Simulation; Erlang Distribution; Utilization rate of equipment