

基于灰色模型的我国橡胶原材料供需分析与预测

周 林, 刘 帅

(青岛科技大学 化工学院, 山东 青岛 266042)

摘要:以天然橡胶和合成橡胶为主要研究对象,对我国橡胶原材料供需进行分析与预测。以 2006—2011 年我国橡胶原材料供需数据为基础,建立灰色预测模型,对 2006—2017 年我国橡胶原材料供需量进行预测,并将 2012 年预测数据与实际数据进行对比验证,得出未来几年我国橡胶原材料还将保持供需两旺的趋势。

关键词:橡胶;供需量预测;灰色预测模型

中图分类号:TQ332;TQ333 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-890X(2014)07-0399-05

橡胶产业是国民经济发展中的一个重要领域。目前我国橡胶产品生产及消费量位居世界第一,但对天然橡胶(NR)进口依存度超过 70%。因此,预测我国橡胶原材料供需量,有利于橡胶产业各部门采取主动措施,积极应对复杂的国际形势变化,促进我国橡胶产业发展壮大。

目前对供需量预测常用的模型有线性回归模型、年增长率模型、马尔柯夫链模型及灰色预测模型等。线性回归模型应用十分简单,设定预测量与影响因素之间是线性关系,但实际情况是预测量很少与影响因素呈典型的直线或曲线回归关系,因此在应用中受到一定限制;年增长率模型概念明确,容易计算,根据年份数据预测未来的发展趋势,但若预测量是非连续性渐进变化,则预测结果会有较大偏差;马尔柯夫链模型可预测随机事件未来的发展趋势及可能结果,但该理论比较抽象,数据处理过程较烦琐,需要借助计算机软件才能完成测算,应用难度较大;灰色预测模型是把数据序列看成随机时间变量的灰色量和灰色过程,并通过累加生成和累减生成,逐步使灰色量白化,从而建立相应于微分方程的模型并做出预测,预测模型所需样本数据少,且不需要计算统计特征量,建模后通过残差辨识,可以得到较高的预测精度^[1]。鉴于此,本文选用灰色预测模型对我国橡胶原材料供需量进行预测。本文所用统计数据源自 2007—2012 年《橡胶统计公报》。

作者简介:周林(1980—),男,山东青岛人,青岛科技大学在读博士研究生,从事化工企业管理研究。

1 我国橡胶原材料供需现状

1.1 我国 NR 供需现状

我国 NR 主产区分布在海南、云南、广西、广东及福建等地,现有种植面积 100 多万公顷,居全球第 5 位,年生产能力达 70 万 t,列世界第 6 位。

目前,我国已步入世界 NR 生产大国行列,但对 NR 需求量连年居世界首位,NR 供应缺口越来越大,进口依存度高达 70% 以上(见图 1)。过度依赖进口将使我国橡胶产业部门在国际竞争中处于被动地位,不利于我国橡胶产业健康持久发展。

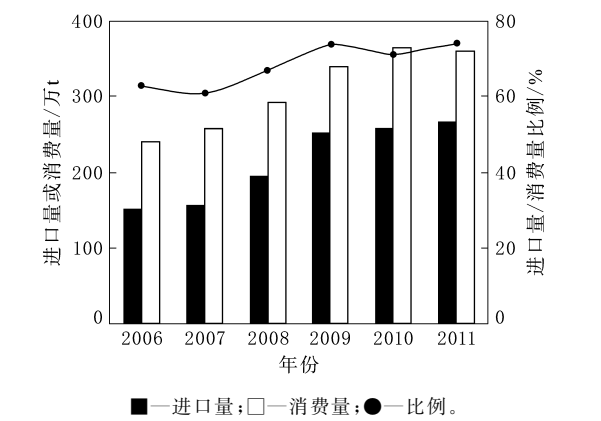


图 1 2006—2011 年我国 NR 消费量及进口量

1.2 我国合成橡胶(SR)供需现状

我国是世界上 SR 产量增长最快的国家,年均增长率约为 14%,2008 年首超美国,目前稳居世界之首。但国内 SR 出口很少,虽然近年来 SR 产能扩大,一定程度上带动了出口量攀升,但出口总量仍低于 30 万 t,占总产量比例不足 10%(见图 2)。相比发达国家出口量在 100 万 t 左右、出

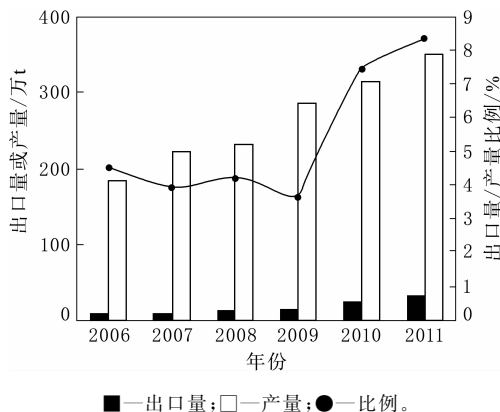
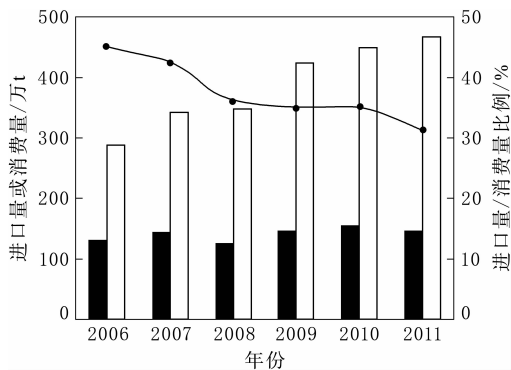


图2 2006—2011年我国SR产量及出口量

口量占比约50%的出口规模还存在较大差距。

我国是橡胶消费大国,SR消费量多年来处于世界首位。近年来我国汽车行业快速发展,带动了SR的消费,但国内SR产量难以满足需求,还需从其他国家如韩国、日本、俄罗斯及美国等进口,年进口量约150万t。随着我国SR新建装置的陆续投产,增加国内产品供给的同时,也有效降低了市场对进口SR的依赖程度。自2006年以来,我国SR进口量占比呈现下降趋势(见图3)。



注同图1。

图3 2006—2011年我国SR消费量及进口量

2 我国橡胶原材料供需量的灰色预测

2.1 模型的建立

我国橡胶原材料的产量及消费量既受国民经济产业结构的直接影响,还要受国际形势、政府政策和法律法规等的间接影响。由于影响因素较多,而且很多因素无法直接量化,很难找到各影响因素与供需量之间明确的对应关系,其影响因素相当于一个灰色空间,因此可以运用灰色预测模型进行预测,主要步骤如下。

对于给定的原始数列 $X^{(0)}$ 进行一阶累加生成,得到数列:

$$X^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k X^{(0)}(i) \quad k = 1, 2, 3, \dots, n。$$

设 $Z^{(1)}$ 为 $X^{(1)}$ 的紧邻均值生成序列, $Z^{(1)} = \{Z^{(1)}(2), Z^{(1)}(3), \dots, Z^{(1)}(n)\}$, 其中,

$$Z^{(1)}(k) = \frac{1}{2}[X^{(1)}(k) + X^{(1)}(k-1)] \quad k = 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

建立一阶线性微分方程 $\frac{dX^{(1)}}{dk} + \alpha X^{(1)} = \mu$, 将

其离散化,微分变差分可得到灰微分方程 $X^{(0)}(k) + \alpha Z^{(1)}(k) = \mu$, 求得反映序列 $X^{(0)}$ 增长速度的发展系数 α , 内生的灰作用量是 μ :

$$\alpha = \frac{(\sum_{k=1}^n X_k)(\sum_{k=1}^n Z_k) - n(\sum_{k=1}^n X_k Z_k)}{n(\sum_{k=1}^n Z_k^2) - \sum_{k=1}^n Z_k^2} \quad (2)$$

$$\mu = \frac{(\sum_{k=1}^n Z_k^2)(\sum_{k=1}^n X_k) - (\sum_{k=1}^n Z_k)(\sum_{k=1}^n X_k Z_k)}{n(\sum_{k=1}^n Z_k^2) - (\sum_{k=1}^n Z_k)^2} \quad (3)$$

求解微分方程可得预测模型:

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = [X^{(0)}(1) - \frac{\mu}{\alpha}]e^{-\alpha k} + \frac{\mu}{\alpha} \quad k = 0, 1, 2, \dots, n$$

$X^{(0)}$ 的预测公式为

$$\hat{X}^{(0)}(k+1) = \hat{X}^{(1)}(k+1) - \hat{X}^{(1)}(k) \quad k = 0, 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

根据预测值计算平均相对误差:

$$e = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{|X^{(0)}(k) - \hat{X}^{(0)}(k)|}{X^{(0)}(k)} \quad (5)$$

对于预测出的数列 $\hat{X}^{(0)}$, 还应检验 $\hat{X}^{(0)}$ 和 $X^{(0)}$ 的拟合精度。求出原始数列均值 $\bar{X}$ 、残差均值 $\bar{e}$ 、原始数据值方差 S_x^2 及残差方差 S_e^2 。最后求得后验差比值 $C = \frac{S_e}{S_x}$, 小误差概率 $p = p[|e(k) - \bar{e}| < 0.674 \cdot 4S_x]$ 。

根据后验差比值 C 及小误差概率 p , 可将预测结果分为4个等级(见表1^[2])。

2.2 我国橡胶原材料供需量预测

根据上述灰色预测模型建立过程,以2006—2011年数据为原始数列,用Excel表格进行运算处理,对我国NR及SR的供需量进行预测。

表 1 预测精度等级判定

预测精度等级	p	C
好	>0.95	<0.35
合格	>0.8	<0.5
勉强	>0.7	<0.45
不合格	≤ 0.7	≥ 0.45

2.2.1 我国 NR 供需量预测

我国 NR 产量原始数据为 $X^{(0)} = \{53.3, 60, 63.8, 64.6, 66.5, 70.7\}$, 通过累加生成建模型, 得 $\alpha = -0.037\ 1, \mu = 57.234\ 9$, 建立预测公式求得 NR 产量预测数据, 如表 2 所示。

表 2 2006—2017 年我国 NR 产量预测 万 t

年份	原始数据	预测数据	年份	预测数据
2006	53.3	53.30	2012	72.64
2007	60.0	60.33	2013	75.39
2008	63.8	62.61	2014	78.25
2009	64.4	64.98	2015	81.21
2010	66.5	67.44	2016	84.28
2011	70.7	69.99	2017	87.47

根据预测值计算平均相对误差 $e = 0.014\ 5$, 后验差比值 $C = 0.14$, 可得小误差概率 $p > 0.95$, 预测精度等级为好, 且原始数据与预测数据曲线的拟合度较好(见图 4)。2012 年, 我国 NR 实际产量为 79.5 万 t, 与预测数据相差较小, 故得出的我国 NR 产量预测数据合理, 此模型是可信的^[3]。

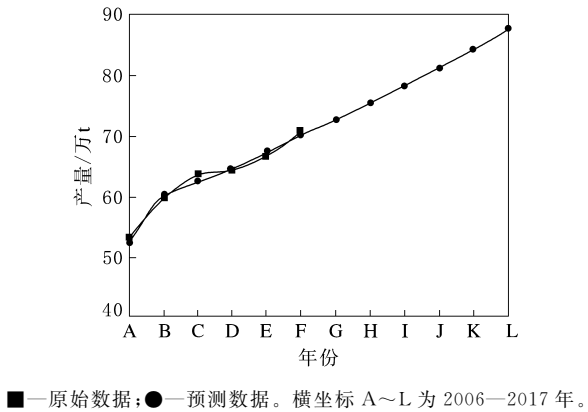


图 4 2006—2017 年我国 NR 产量原始数据与预测数据拟合曲线

我国 NR 消费量原始数据为 $X^{(0)} = \{240, 255, 292.43, 338.36, 364.6, 360.27\}$, 通过累加生成建模型, 得 $\alpha = -0.084\ 8, \mu = 238.33$, 建立预测公式求得 NR 消费量预测数据, 如表 3 所示。

根据预测值计算平均相对误差 $e = 0.043\ 0$,

表 3 2006—2017 年我国 NR 消费量预测 万 t

年份	原始数据	预测数据	年份	预测数据
2006	240.00	240.00	2012	412.40
2007	255.00	269.95	2013	448.87
2008	292.43	293.83	2014	488.57
2009	338.36	319.81	2015	531.79
2010	364.60	348.10	2016	578.82
2011	360.27	378.89	2017	630.01

后验差比值 $C = 0.29$, 可得小误差概率 $p > 0.95$, 预测精度等级为好, 且原始数据曲线与预测数据曲线基本吻合(见图 5)。2012 年, 我国 NR 实际消费量为 410 万 t, 与预测数据极为接近, 故得出的我国 NR 消费量预测数据合理, 此模型可信^[4]。

由预测数据可知, 未来几年我国 NR 产量与消费量均增长。从 2012 年起 NR 产量年均增长率将保持在 3.8% 左右, 而 NR 消费量年均增长率约为 8.8%, 供给量增长远小于消费量增长。2015 年我国 NR 产量约为 80 万 t, 至 2017 年仍未超过 90 万 t; 而 NR 消费量在 2012 年超过 400 万 t, 2015 年将突破 500 万 t, 2017 年将高达 630 万 t。NR 消费量与产量二者比值将由 2011 年的 5 增长至 2017 年的 7.2, 国内 NR 供应缺口持续增长将继续增大我国 NR 的进口依存度, 不利于我国橡胶产业部门在国际竞争中发挥主动权。

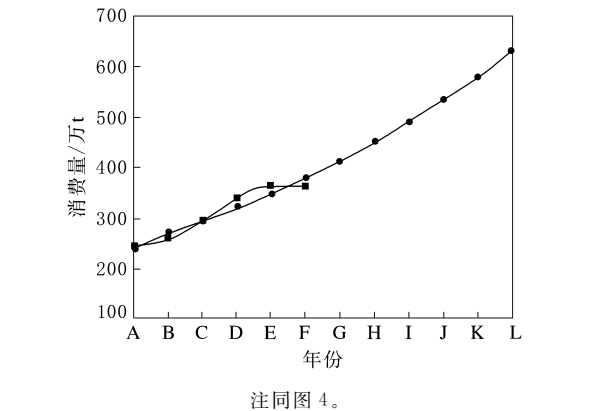


图 5 2006—2017 年我国 NR 消费量原始数据与预测数据拟合曲线

2.2.2 我国 SR 供需量预测

我国 SR 产量原始数据为 $X^{(0)} = \{181.26, 221.5, 232.5, 285.64, 313.69, 349.02\}$, 通过累加生成建模型, 得 $\alpha = -0.120\ 2, \mu = 182.476\ 2$, 建立预测公式求得 SR 产量预测数据, 如表 4 所示。

根据预测值计算平均相对误差 $e = 0.024\ 0$,

表 4 2006—2017 年我国 SR 产量预测 万 t

年份	原始数据	预测数据	年份	预测数据
2006	181.26	181.26	2012	395.91
2007	221.50	217.05	2013	446.48
2008	232.50	244.77	2014	503.51
2009	285.64	276.04	2015	567.82
2010	313.69	311.30	2016	640.35
2011	349.02	351.06	2017	722.15

后验差比值 $C=0.12$, 可得小误差概率 $p>0.95$, 预测精度等级为好, 且原始数据与预测数据曲线的拟合度较好(见图 6)。2012 年, 国内 SR 实际产量为 378.62 万 t, 与预测数据较为接近, 故得出的我国 SR 产量预测数据合理, 模型可信^[5]。

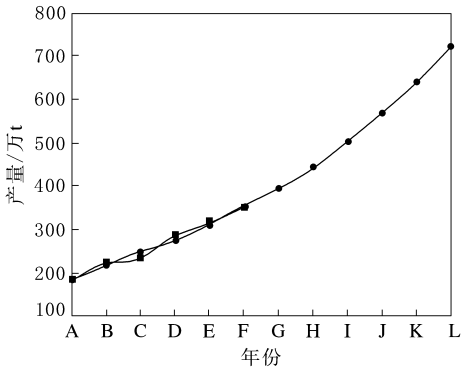


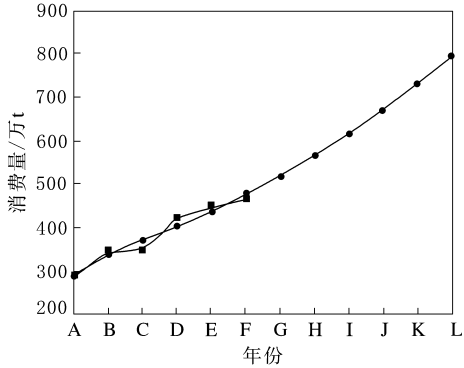
图 6 2006—2017 年我国 SR 产量原始数据与预测数据拟合曲线

我国 SR 消费量原始数据为 $X^{(0)} = \{288, 343.5, 347.93, 423, 447.91, 466.42\}$, 通过累加生成建模, 得 $\alpha = -0.0845, \mu = 301.5515$, 建立预测公式求得 SR 消费量预测数据, 如表 5 所示。

表 5 2006—2017 年我国 SR 消费量预测 万 t

年份	原始数据	预测数据	年份	预测数据
2006	288.00	288.00	2012	518.83
2007	343.50	340.05	2013	564.57
2008	347.93	370.03	2014	614.35
2009	423.00	402.66	2015	668.51
2010	447.91	438.16	2016	727.45
2011	466.42	476.79	2017	791.59

根据预测值计算平均相对误差 $e=0.0331$, 后验差比值 $C=0.21$, 可得小误差概率 $p>0.95$, 预测精度等级为好, 而且原始数据曲线与预测数据曲线基本吻合(见图 7)。2012 年, 国内 SR 的实际消费量为 501 万 t, 与预测数据比较接近, 故得出的我国 SR 消费量预测数据合理, 模型



注同图 4。

图 7 2006—2017 年我国 SR 消费量原始数据与预测数据拟合曲线

可信^[6]。

由预测数据可知, 未来几年我国 SR 产量与消费量将保持增长趋势, 产量年均增长率将达 12.77%, 消费量增长率为年均 8.82%, 供给量增长率持续高于消费量增长率。2014 年我国 SR 产量将超 500 万 t, 2016 年达 640 万 t, 2017 年则将超过 700 万 t, 与 2016 年 SR 消费量基本持平。我国 SR 消费量与产量的比值将由 2011 年的 1.37 降至 2017 年的 1.1, 供给与消费差距缺口逐渐减小, 将降低我国橡胶产业部门对 SR 的进口依赖, 有利于推动我国橡胶产业发展壮大。

近年来我国橡胶产业发展迅速, 但我国适宜种植橡胶树的土地面积有限, NR 产量主要还需依靠技术进步拉动, 因此短期内我国 NR 产量难现大幅增长, 前文预测数据比较合理。“十一五”期间我国汽车年复合增长率为 24%, “十二五”期间仍能保持 10% 以上的年复合增长率^[7], 我国轮胎工业也正处于快速增长期, “十二五”规划又提出“基本建成国家快速铁路网和高速公路网, 发展高速铁路, 加强省际通道和国省干线公路建设”^[8], 汽车、轮胎工业及路网建设都将加大对国内橡胶产业的拉动, 我国对橡胶原材料的需求将在原有基础上加速增长, 因此未来几年我国对 NR 及 SR 的实际需求将比预测数据略有增加。我国石化产业调整及振兴规划措施的出台, 极大地推动了国内 SR 工业发展, SR 企业生产规模不断扩大, 研发力度逐渐增强, 因此未来我国 SR 供应量将出现较大幅度增长, 实际数据将比预测结果有所增大。

3 结论与建议

根据对我国橡胶原材料供需现状分析及未来趋势的预测,未来几年我国橡胶原材料消费量还将增长,供给量的增长无法满足国内需求,短期内不能摆脱依赖进口的局面。国内 NR 巨大的供需缺口还将长期存在,而 SR 产量持续增长,消费量增长减缓,未来有望实现供需平衡。因此,各级政府部门、行业机构和相应企业应采取以下措施。

(1)加大支持我国 NR 生产的政策力度。①继续落实 NR 产业发展扶持政策。增加财政补贴力度,加大对橡胶园的基础设施投入、农资补贴及人员培训等,以提高橡胶种植者积极性。②提高 NR 单位产量。加快橡胶树优良品种繁育、土壤肥力改良、病虫害防治技术研发、先进割胶和采胶技术推广等,依靠科技进步提高 NR 生产能力^[9]。③提高 NR 利用效率。延长 NR 加工产业链条,由初级加工向精深加工转变;利用循环经济原理,提高轮胎等行业对橡胶的利用效率。④积极引导橡胶种植企业实施“走出去”战略。引导、支持国内有条件的橡胶种植企业在境外建立 NR 生产、加工及销售基地,增加对橡胶资源的可控量,在保证经济发展对 NR 长期需求的同时降低对 NR 的进口依赖,增加我国对全球橡胶资源的话语权^[10]。

(2)加快 SR 生产结构的调整。①调整 SR 产品结构。加大多品种、多牌号、专用化 SR 产品开发力度,减少产能过剩的 SR 生产规模,增加高价值橡胶品种生产规模,根据市场需求研发、生产橡

胶稀缺品种,减少我国对 SR 的进口依赖。②提高 SR 产品品质。提高企业生产技术水平与工艺装备水平,研发、生产达到国际先进技术水平,符合低碳、环保、节能等技术标准的 SR 产品。③加快国际品牌建设步伐。SR 生产企业要加快做大、做强、做优,加快研发有自主知识产权的核心技术,增强企业的国际市场竞争力,从而提高企业品牌的国际知名度,逐步缩小与发达国家的差距。

参考文献:

- [1] 刘金国,张希.中国城市建设用地需求量预测研究综述[J].国土与自然资源研究,2011(2):16-18.
- [2] 邓聚龙.灰预测与灰决策[M].武汉:华中科技大学出版社,2002.
- [3] 全球天然橡胶产能研究分析[EB/OL].(2013-10-12)<http://www.askci.com/news/201310/12/121754334035.shtml>.
- [4] 中华人民共和国农业部网站[EB/OL].(2013-10-07)http://www.moa.gov.cn/zwllm/zwtd/201310/t20131007_3621806.htm.
- [5] 中华商务网[EB/OL].(2013-01-29)http://www.chinaccm.com/34/20130129/341902_1102566.shtml.
- [6] 中国行业咨询网[EB/OL].(2013-03-29)<http://www.chinaconsulting.cn/news/20130329/s85646.html>.
- [7] 东北证券股份有限公司.特种合成橡胶行业深度研究报告[J].中国科技信息,2011(14):2-8.
- [8] 田建德,王希来.我国工程橡胶产业发展展望和对策建议[J].中国橡胶,2011,27(20):8-11.
- [9] 刘海清,方佳,张慧坚,等.中国天然橡胶产业现状研究[J].广东农业科学,2009(9):240-243.
- [10] 邓海燕.全球天然橡胶供需概况与发展趋势[J].橡胶科技市场,2011,9(5):4-10.

收稿日期:2014-02-27

Analysis and Forecast about Supply and Demand of Rubber Raw Materials in China Based on Gray Model

ZHOU Lin, LIU Shuai

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: Taking the natural rubber and synthetic rubber as the main studying objects, the supply and demand of rubber raw materials in China were analyzed and forecasted. Based on supply and demand of rubber raw materials in China from 2006 to 2011, the gray forecast model was established to forecast the supply and demand of rubber raw materials from 2006 to 2017 in China, and the actual data in 2012 was compared with the forecast data in 2012. The results showed that the strong supply and demand of natural rubber and synthetic rubber would be continued in the future in China.

Key words: rubber; supply and demand forecast; gray forecasting model