

我国原煤产量的灰色预测研究

叶 斌

(商丘职业技术学院电教中心,商丘 476000)

摘 要 煤炭资源不可再生,是保障国民经济发展的基石,故煤炭产量预测意义重大。利用灰色系统理论对我国原煤产量进行预测,构建预测模型,根据预测 2012 年我国煤炭产量达 42 亿吨,2015 年达 60 亿吨。并对预测过程软件实现,采用 MATLAB 建立小型预测系统。

关键词 原煤产量 灰色系统理论 小型灰色预测系统

中图法分类号 F407. 21; TD82029 **文献标志码** A

我国是世界第一产煤大国,煤炭产量占世界的 37%。2009 年我国探明煤炭资源量 1 500 亿吨,按照目前消耗量年 30 亿吨计算,可消耗 50 年。煤炭资源不可再生,同时煤炭是保障国民经济平稳快速发展的能源安全基石,因此对煤炭产量的预测意义重大。影响煤炭产量的因素很多,难以采用具体的几个参数表示,是典型的灰色系统。本文采用灰色系统理论构建模型进行预测,选取合适的预测模型,进行预测误差检验给出预测结果。

1 我国煤炭产量概况

2007 年国家发改委的煤炭工业十一五规划指出,煤炭是我国的主要能源,分别占一次能源生产和消费总量的 76% 和 69%。在未来相当长的时期内,我国仍将是煤为主的能源结构。随着煤炭工业经济增长方式的转变、煤炭用途的扩展,煤炭的战略地位仍然十分重要。十一五期间,我国新增煤炭产量将以大型煤矿为主,中型煤矿为辅,我国将压减小型煤矿产量,严格限制煤矿超能力生产。表 1 列出 2004 年至 2009 年我国原煤产量数据^[1] (数

据来自中国煤炭资源网)。

表 1 2004—2009 年我国原煤产量

年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009
原煤产量/亿吨	19.56	18.32	20.66	22.96	26.22	29.65

从表 1 中可以看出,我国原煤产量在稳步增长,原煤产量对经济发展至关重要。同时,随着煤炭产量的增加,给交通运输带来压力尤其是铁路运输。预测煤炭产量可提供一些信息,对如何解决运输问题提前进行布局。

2 灰色理论预测建模方法

2.1 灰色系统建模方法

设 $X^{(0)} = [x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)]$ 为原始数据序列,对序列 $X^{(0)}$ 进行一阶累加生成,得生成序列 $X^{(1)}$,即

$$x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i); (k = 1, 2, \dots, n);$$

GM(1, 1) 预测模型是一阶单变量的灰色微分方程动态模型^[2]

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b(k = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式(1)中 $z^{(1)}(k) = 0.5[x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k - 1)]$,式(1)白化方程形式为: $\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b$;其中 a, b 为

2011 年 3 月 1 日收到 河南省教育厅项目(2010A520032)资助
作者简介:叶 斌(1976—),男,河南商丘人,商丘职业技术学院电教中心讲师,硕士,研究方向:计算机网络维护,神经网络应用等。
E-mail:lost_lamb@163.com。

发展系数和灰色作用量。应用最小二乘法可经式(2)求得。

$$\hat{a} = (a, b)^T = (B^T B)^{-1} B^T Y_n \tag{2}$$

式(2)中 $B = \begin{pmatrix} -1/2(x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)) & 1 \\ -1/2(x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -1/2(x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)) & 1 \end{pmatrix}$;

$Y_n = [x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)]$ 。

最后得时间响应函数为：

$$\begin{cases} \hat{x}^{(1)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right)e^{-ak} + \frac{b}{a} \\ \hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) \end{cases} \tag{3}$$

2.2 灰色模型检验

一般需要按下述步骤进行检验^[3]：

(1) 求出 $x^{(0)}(k)$ 与 $\hat{x}^{(0)}(k)$ 之残差 $e(k)$ 、相对误差 Δ_k 和平均相对误差 $\bar{\Delta}$ 。

$$e(k) = x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k), \Delta_k = \left| \frac{e(k)}{x^{(0)}(k)} \right| \times 100\%, \bar{\Delta} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \Delta_k。$$

(2) 求出原始数据平均值 $\bar{x}$ ，残差平均值 $\bar{e}$ ：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x^{(0)}(k), \bar{e} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n e^{(0)}(k)。$$

(3) 求出原始数据方差 s_1^2 与残差方差 s_2^2 的均方差比值 C 和小误差概率 P ：

$$s_1^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [x^{(0)}(k) - \bar{x}]^2,$$
$$s_2^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n [E^{(0)}(k) - \bar{e}]^2,$$

$$C = s_2/s_1, p = P\{|e^{(0)}(k) - \bar{e}| < 0.6745s_1\}。$$

通常 $e(k)$ 、 Δ_k 、 C 值越小, p 值越大, 则模型精度越好。若 $\bar{\Delta} < 0.01$ 且 $\Delta_k < 0.01$, $C < 0.35$, $p > 0.95$, 则模型精度为一级。根据灰色系统理论, 当发展系数 $a \in (-2, 2)$ 且 $a \geq -0.3$ 时, 则所建 GM(1, 1) 模型则可用于中长期预测^[3]。

3 我国原煤产量灰色建模及预测结果

大量灰色预测实例表明, 进行灰色预测, 原始

数据不一定全部用来建模, 使用数据个数(维数)不同, 得到的参数 a 、 b 值也不同, 致使模型预测值也不同。原始数据选择维数越大, 误差反而越大, 预测时间越近, 误差会越小。预测一年的精度等级当维数取 5—7 时基本是一级, 精度较高。下面建立 GM(1, 1) 模型, 分别建立五维与六维模型对 2010 年—2015 年煤炭产量进行预测, 其中, 五维模型 $x(t+1) = -139.124869 + 157.444869e^{0.122277t}$, 参数 $a = -0.122277$, $b = 17.011771$, $C = 0.0338$, $p = 1$, $Q_{\min} = -0.00035$ 。六维模型 $x(t+1) = -122.277576 + 141.837576e^{0.12077t}$ 。参数 $a = -0.12077$, $b = 14.767428$, $C = 0.0338$, $p = 1$, $Q_{\min} = 0.00761$, 具体结果见表 2, 附上精度检验参照表 3。

表 2 五维预测结果与六维预测结果对照表

年份	五维预测结果	六维预测结果
2010	33.39741	33.30322
2011	37.74131	37.57818
2012	42.65022	42.40191
2013	48.19761	47.84483
2014	54.46653	53.98644
2015	61.55083	60.91641

表 3 精度检验等级参照表

序号	指标临界值 精度等级	小误差概率(P)	均方差 比值(C)
1	好(一级)	>0.95	<0.35
2	合格(二级)	>0.8	<0.45
3	勉强(三级)	>0.7	<0.5
4	不合格(四级)	≤ 0.7	≥ 0.65

预测利用 MATLAB 6.2 进行软件实现^[4,5,6], 开发小型原煤产量预测系统, 输入原始数据, 对数据进行处理, 自动建立五维与六维预测模型, 显示预测结果并对预测精度进行检验修正。系统程序流程图如图 1 所示：

4 结论

从上述预测结果可以看出, 2012 年我国煤炭产

量达 42 亿吨,2015 年达 60 亿吨左右,呈稳定增产趋势,两种预测结果提供了一个可供参考的煤炭产量区间范围。

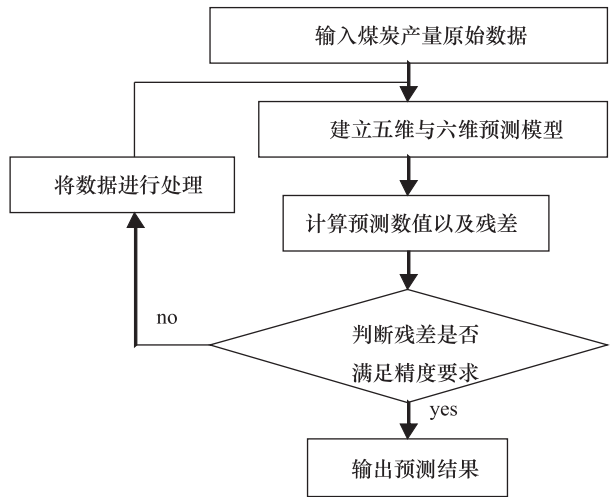


图 1 煤炭产量预测系统程序流程图

参 考 文 献

1 中国煤炭资源网 <http://www.sxcoal.com/>
2 王淑霞,张德生,武新乾. 我国原煤产量的部分线性自回归预测模型. 安阳师范学院学报,2008;10(5):15—18
3 王鉴雪,宁云才. 基于灰色理论的煤炭消费影响因素分析. 煤炭技术,2009;28(11):24—28
4 马兴义,杨立群,林 敏,等. Matlab 6 应用开发指南. 北京:机械工业出版社,2001;11
5 尚 涛,石端伟,安 宁,等. 工程计算可视化与 Matlab 实现. 武汉:武汉大学出版社,2002
6 罗佑新,张龙庭. 灰色系统理论及其在机械工程中的应用. 长沙:国防科技大学出版社,2001

Prediction Research on China’s Coal Production Based on Grey Theory

YE Bin

(Audiovisual Education Center Shang-qiu Professional Technical College ,Shangqiu 476000,P. R. China)

[Abstract] Coal resource is non-renewable, and it is the foundation of national economy, therefore coal production forecast is significant. With gray system theory, China’s coal production is to be predicted, to build prediction models. According to China’s coal forecast output, in 2012 the yield is 4.2 billion tons, up to 6 billion tons in 2015. At last, process of prediction is complied with MATLAB, and a small prediction system is founded.

[Key words] coal production gray system theory small gray prediction system