

# 我国一次能源生产总量的影响因素及发展趋势研究

褚文杰 周川博

牡丹江师范学院 数学科学学院金融数学系 黑龙江省牡丹江市 157011

**摘要:** 针对我国一次能源生产总量的影响因素及发展趋势研究。第一, 对2002年-2021年我国一次能源生产总量的影响因素进行灰色关联分析, 得出对其影响程度最高的因素是焦炭生产量、最低的是原油生产总量。第二, 利用GM(1, 1)模型对2022年-2026年我国一次能源生产总量进行预测, 结果显示未来五年我国一次能源生产总量呈上升趋势。

**关键词:** 灰色关联分析; GM(1, 1)模型; 我国一次能源生产总量

## Research on Influencing Factors and Development Trends of Total Amount of Primary Energy Production in Our Country

Wenjie Chu, Chuanbo Zhou

School of Mathematical Sciences Mudanjiang Normal University, Mudanjiang 157011, China

**Abstract:** Research on influencing factors and development trends of total amount of primary energy production in our country. Firstly, the grey correlation analysis is conducted on the factors affecting the total primary energy production in China from 2002 to 2021, and it is concluded that the highest influencing factor is the coke production, and the lowest is the total crude oil production. Secondly, using GM(1,1) model to predict the total production of primary energy in China from 2022 to 2026, and the results show that the total primary energy production in China will show an upward trend in the next five years.

**Keywords:** grey correlation analysis; GM(1,1) model; total primary energy production in China

我国是全球能源生产和消耗第一大国, 因此为了分析我国一次能源生产总量的影响因素及发展趋势, 本文选取9个正向指标, 即水力发电量(亿千瓦时)、火

力发电量(亿千瓦时)、发电量(亿千瓦时)、原油生产总量(万吨)、焦炭生产量(万吨)、天然气生产量(亿立方米)、原煤生产总量(万吨)、一次电力及其他能源生产总量(亿千瓦时)、一次能源生产总量(万吨标准煤), 依次记为:  $X_i$  ( $i=1, 2, \dots, 9$ ), 并综合运用灰色关联分析及GM(1, 1)模型对该问题进行研究探讨。

### 一 对我国一次能源生产总量影响因素的灰色关联分析

本文基于国家统计局官网搜集2002年-2021年我国一次能源生产总量影响因素的原始数据。以 $X_0$ 为参考数列, 对数据采用均值化方法进行无量纲处理。对处理后的数据, 运用灰色关联系数计算公式:

$$\gamma^0_i(k) = \frac{\min |x^0(k) - x'_i(k)| + \rho \max |x^0(k) - x'_i(k)|}{|x^0(k) - x'_i(k)| + \rho \max |x^0(k) - x'_i(k)|} \quad (1)$$

**基金项目:** 2018年度省教育厅青年培育项目(1353MSYQN016); 2021年度本科高校教育教学改革研究一般项目(SJGY20210898、SJGY20210890); 2022年度本科高校教育教学改革研究一般项目(SJGY20220609)。

### 作者简介:

褚文杰(1989年3月16日-), 女, 汉族, 黑龙江省牡丹江人, 牡丹江师范学院数学科学学院教师, 讲师, 硕士, 研究方向: 应用数学(随机过程及其应用、应用统计学);

周川博(2000年9月2日-), 男, 汉族, 浙江省温州市人, 牡丹江师范学院数学科学学院学生, 学士, 研究方向: 应用数学(数学建模)。

其中 $\rho$ 为分辨系数，并取为 $\rho$ 为0.5，得到2002年-2021年各影响因素的关联系数表如表1所示。

表1 2002年-2021年各影响因素的关联系数表

年份	$X'_1$	$X'_2$	$X'_3$	$X'_4$	$X'_5$	$X'_6$	$X'_7$	$X'_8$
2002年	0.79	0.81	0.78	0.33	0.83	0.74	0.54	0.74
2003年	0.72	0.81	0.77	0.39	0.86	0.7	0.55	0.89
2004年	0.71	0.78	0.74	0.47	0.84	0.67	0.6	0.99
2005年	0.69	0.78	0.73	0.55	0.96	0.67	0.64	0.9
2006年	0.69	0.82	0.75	0.61	0.97	0.7	0.68	0.84
2007年	0.69	0.86	0.78	0.71	0.94	0.73	0.73	0.78
2008年	0.76	0.81	0.77	0.78	0.96	0.79	0.79	0.81
2009年	0.77	0.87	0.8	0.87	0.94	0.82	0.82	0.8
2010年	0.82	0.88	0.82	0.99	0.95	0.83	0.94	0.77
2011年	0.7	0.96	0.84	0.76	0.89	0.83	0.95	0.63
2012年	0.9	0.93	0.87	0.72	0.93	0.85	0.86	0.71
2013年	0.95	0.95	0.97	0.69	0.81	0.94	0.82	0.73
2014年	0.8	0.91	0.93	0.68	0.83	0.93	0.78	0.87
2015年	0.73	0.95	0.92	0.69	0.94	0.88	0.76	0.98
2016年	0.63	0.82	0.77	0.72	0.87	0.79	0.78	0.72
2017年	0.65	0.77	0.72	0.63	1	0.72	0.74	0.71
2018年	0.67	0.74	0.67	0.56	0.97	0.68	0.68	0.71
2019年	0.65	0.76	0.66	0.52	0.97	0.62	0.62	0.71
2020年	0.62	0.77	0.65	0.5	0.92	0.55	0.59	0.69
2021年	0.7	0.72	0.59	0.45	0.79	0.52	0.54	0.72

最后，由关联度计算公式：

$$\gamma_{oi} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma_{oi}(k), i=1,2,\dots,m \quad (2)$$

得到各指标的灰色关联度，如表2所示。

表2 关联度

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$
关联度	0.733	0.835	0.777	0.631	0.908	0.748	0.721	0.785

由表2可知，对我国近二十年一次能源生产总量的影响程度由高到低的排序为焦炭生产量 $X_5$ >火力发电量 $X_2$ >一次电力及其他能源生产总量 $X_8$ >发电量 $X_3$ >天然气生产量 $X_6$ >水力发电量 $X_1$ >原煤生产总量 $X_7$ >原油生产总量 $X_4$ ，总体关联度普遍较高。其中焦炭的关联度最高，也进一步说明我国的能源消费是以焦炭为主。

## 二 对我国一次能源生产总量的预测分析

考虑GM(1, 1)方法更适合小样本数据的短期预

测。因此，选取2015-2021年一次能源生产总量数据，得到

$$X_0 = (362193, 345954, 358867, 378859, 397317, 407295, 433000)$$

进而，采用一次累加公式：

$$X_1 = (x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(n)) \quad (3)$$

其中， $x_1(k) = \sum_{i=1}^k x_0(i)$ ， $k=1,2,\dots,n$ 。对数据作一次累加生成处理，得到

$$X_1 = (362193, 708147, 1067014, 1445873, 1843190, 2250485, 2683485)$$

首先，通过 $z_1(k) = \frac{1}{2}(x_1(k) + x_1(k-1))$ ， $k=2,3,\dots,n$ ，生成邻紧序列

$$Z_1 = (535170, 887580.5, 1256443.5, 1644531.5, 2046837.5, 2466985)$$

其次，通过最小二乘法对GM(1, 1)模型

$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = b$ 求解，其中 $\hat{a} = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ 为待估参数向量，且

$$Y_n = \begin{bmatrix} 345954 \\ 358867 \\ 378859 \\ 397317 \\ 407295 \\ 433000 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} -535170 & 1 \\ -887580.5 & 1 \\ -1256443.5 & 1 \\ -1644531.5 & 1 \\ -2046837.5 & 1 \\ -2466985 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{则参数的解为 } \hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T Y_n = \begin{pmatrix} -0.044293616 \\ 321640.8407 \end{pmatrix},$$

其中 $a$ 称为发展灰数， $b$ 称为内生控制灰数。

进而把待估参数向量代入灰色预测的离散时间响应函数：

$$\hat{X}^{(1)}(t+1) = \left[ X^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-at} + \frac{b}{a}, t=0,1,2,\dots,n-1 \quad (4)$$

得

$$\hat{X}^{(1)}(t+1) = 7623755.072765e^{-0.44294t} - 7261562.072765$$

最后，根据 $\hat{X}^{(0)}(t+1) = X^{(1)}(t+1) - X^{(1)}(t)$ ，将预测值还原，有

$$\hat{X}^{(0)} = (362193, 345273.95, 360911.13, 377256.52, 394342.17, 412201.63, 430869.92)$$

由此，可以得到我国2022-2026年的一次能源生产总量预测值，见表3。

由表3可知，2002年-2011年我国一次能源生产总

表3 我国2022-2026年一次能源生产总量预测值

年份	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年
一次能源生产总量	450383.68	470781.21	492102.52	514389.46	537685.76

量大致呈比例上升；2011年-2015年的一次能源生产总量上升趋势有所减缓；2015年-2016年由于国家出台能源政策，一次能源生产总量开始呈现下降趋势；2016年-2026年我国一次能源生产总量恢复上升趋势且近似呈比例上升。由此可知，随着社会经济的不断发展，我国对一次能源的需求量在不断上升。

### 三 总结

本文利用灰色关联分析法和GM(1,1)模型对2002年-2021年我国一次能源生产总量的影响因素进行分析并基于2015年-2021年我国一次能源生产总量的数据对未来五年进行预测。通过上述分析可知每个能源都是物尽其用的，通过对一次能源生产总量的预测可得出我国对能源的需求量是随着时间的挪移逐步上升的，都说明了能源在我们生活中是不可缺席的。但能源开发利用在支撑经济社会发展的同时，也影响生态环境，还涉及国家安全。所以要坚持“双碳”目标，积极适应新形势下的能源变革，走洁净、低碳的道路。

### 参考文献：

- [1]中国一次能源安全影响因素、评价与展望[J].经济纵横, 2021, (01): 31-45+2.
- [2]厉桦楠.中国一次能源消费产出效力影响因素研究[J].未来与发展, 2019, 43(05): 65-72.
- [3]龙厚印, 林琳, 刘卫东.我国一次能源开发潜力

分析[J].宁德师范学院学报(自然科学版), 2018, 30(03): 260-267.

[4]邵敏兰.我国能源消费、能源结构与经济增长的灰色关联分析[J].中国集体经济, 2021, (18): 5-6.

[5]温鹏, 李若兰, 李丽华, 霍利民.基于灰色关联分析的鸡舍综合环境评价主要影响因子及其权重研究[J].中国家禽, 2022, 44(01): 51-59.

[6]张琳, 张志浩, 宋扬.基于GM(1,1)模型的生物质材料产生量预测[J].应用能源技术, 2022, (10): 23-27.

[7]盛建龙, 张鑫, 胡斌.基于GM(1,1)模型的老鹰嘴边坡位移变形预测[J].矿业研究与开发, 2022, 42(11): 82-87.

[8]王璨.我国新能源汽车的现状与发展前景分析[J].中国设备工程, 2022, (22): 263-265.

[9]唐葆君, 王崇州, 邹颖, 吴郎.中国能源经济指数演进及趋势预测[J].北京理工大学学报(社会科学版): 1-8.

[10]史丹, 薛钦源.中国一次能源安全影响因素、评价与展望[J].经济纵横, 2021, (01): 31-45+2.

[11]辛保安, 单葆国, 李琼慧, 闫湖, 王彩霞.“双碳”目标下“能源三要素”再思考[J].中国电机工程学报, 2022, 42(09): 3117-3126.