

# 我国未来 15 年石油供需预测与对策

孙燕<sup>1</sup>, 林振山<sup>1</sup>, 管卫华<sup>2</sup>

(1. 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210097)

(2. 南京大学城市与资源学系, 江苏 南京 210093)

**[摘要]** 本文在各种建设条件下构建了若干我国石油供需动力模型, 在各种假设条件下对我国未来 15 年的石油供需量进行了数值模拟, 并提出了相应的解决我国石油供需矛盾的方案。

**[关键词]** 石油, 模型, 预测, 建议

**[中图分类号]** F206 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2006)02-0120-04

## Dynamic Prediction and Suggestion of Supply and Demand of Total Petroleum in China

Sun Yan<sup>1</sup>, Lin Zhenshan<sup>1</sup>, Guan Weihua<sup>2</sup>

(1. School of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

(2. Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** Along with the high-speed development of national economy, the dependence on international oil market is increasing. The balance of supply and demand of petroleum becomes a serious problem in China. Therefore, we present several recommendations and projects for solving the contradiction between supply and demand of petroleum in China correspondingly based on constructing several dynamic models of oil production and consummation, and made a prediction from 2005 to 2028. The author suggests that we should enhance the efficiency of oil utilization, use clean energy as much as possible and import petroleum by engaging in resources-oriented diplomacy, for ensuring the petroleum security in China.

**Key words:** petroleum, model, prediction, suggestion

石油资源是一种重要的战略性资源。随着我国经济的飞速发展, 我国石油消费日益增加, 2004 年我国的石油消费量达到 2.9 亿吨, 增长 16.8%<sup>[1]</sup>, 排名已经超过日本, 成为继美国之后的第二大石油消费国。相比之下, 一方面, 我国石油储量不多, 如果加大开采我国已经是十分有限的石油资源有悖于国家长期的可持续发展; 另一方面, 大幅度的进口石油将会严重威胁到我国的石油安全, 进而影响到经济安全<sup>[2]</sup>, 甚至政治、军事安全, 因此, 研究如何在保证子孙后代的石油需求的前提下, 解决石油供需矛盾将是非常有意义的。为此, 我国学者从不同角度对我国的石油安全问题进行了研究<sup>[3-9]</sup>, 但是从数值模拟角度进行预测分析并提出建议的较少。本文将根据动力学原理建立石油预测模型, 在各种假设条件下对我国未来 15 年石油供需量进行数值模拟, 提出若干种解决方案, 为政府和能源管理部门提供理论参考。

## 1 基于现状我国石油总量的动力学分析

根据文献<sup>[10]</sup>, 我国石油生产年均增长率为  $r_p = 1.67\%$ , 如果维持这个生产增长趋势不变, 那么未来石油生产总量的动力学方程为:

$$\frac{dx}{dt} = r_p x = 0.0167x \quad (1)$$

收稿日期: 2005-06-28.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40371044).

作者简介: 孙燕, 1981—, 女, 硕士生, 主要从事资源、生态方面的学习与研究. E-mail: synjnu@163.com

通讯联系人: 林振山, 1955—, 教授, 博士生导师, 主要从事生态—环境—地理科学的教学与研究. E-mail: linzhenshan@njnu.edu.cn

式中: $x$  为石油生产量; $r_p$  为石油每年平均增长率.

图 1 给出中国石油产量未来 15 年(2005 年—2020 年) 随时间变化的动态情况,其中初值取 1.75 亿吨(2004 年石油生产总量<sup>[2]</sup>).

根据文献<sup>[10]</sup>,我国石油消费年均增长率为  $r_{cl} = 5.77\%$ ,如果维持这个趋势不变,那么未来石油消费总量的动力学方程为:

$$\frac{dy}{dt} = r_{cl}y = 0.0577y \tag{2}$$

式中: $y$  为石油消费量; $r_{cl}$  为每年石油消费的平均增长率.

图 2 给出当  $r_{cl} = 5.77\%$  时,中国石油消费需求未来 15 年(2005 年—2020 年) 随时间变化的动态情况,其中初值取 2.9 亿吨(2004 年石油消费总量<sup>[2]</sup>).

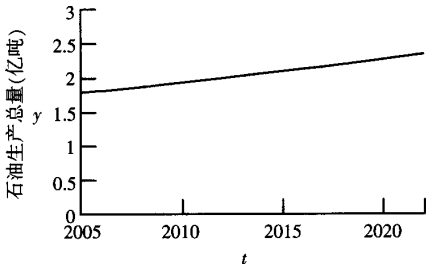


图 1 当  $r_p=1.67\%$ 时,中国石油生产总量变化趋势

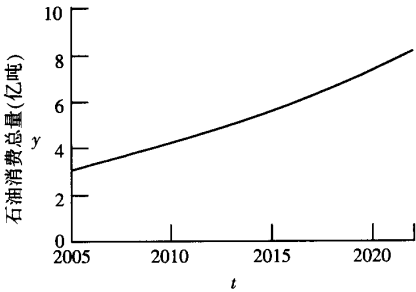


图 2 当  $r_{cl}=5.77\%$ 时,中国石油消费总量变化趋势

维持石油生产增长趋势  $r_p = 1.67\%$  和石油消费趋势  $r_{cl} = 5.77\%$  不变,表 1 给出了中国石油生产、消费及供需差若干年份的预测值,及石油保证度( = (石油生产产量 / 石油消费产量)  $\times 100\%$  ).

表 1 当  $r_{cl} = 5.77\%$  时,中国石油生产、消费及供需差预测值

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
石油生产预测(亿吨)	1.779	1.809	1.840	1.871	1.902	1.934	2.103	2.286
石油消费预测(亿吨)	3.072	3.255	3.448	3.653	3.870	4.100	5.471	7.300
石油供需差预测(亿吨)	1.293	1.446	1.608	1.782	1.968	2.166	3.368	5.014
石油保证度(%)	57.91	55.58	53.36	51.22	49.15	47.17	38.44	31.32

根据以上的分析,我国石油供需缺口越来越大,石油保证度越来越低. 经计算,2010 年,供需缺口为 2.166 亿吨,石油保证度为 47.17%,2020 年,供需缺口为 5.014 亿吨,石油保证度为 31.32%. 一般认为,一个国家的石油保证度小于 70% 时,也就是其石油进口额占总需求的 30% 以上时,将涉及国家安全问题<sup>[10]</sup>. 从表 1 可以看出,我国未来 15 年的石油安全问题是十分严重的. 因此,在维持石油生产增长趋势不变的前提下,未来 15 年我们必须降低石油消费增长率.

为了落实科学发展观,假设从 2005 年起,中国的趋势石油消费增长率从以前的 5.77% 减少 30%,即  $r_{c2} = 4.039\%$ ,那么表 2 给出了中国石油生产、消费及供需差若干年份的预测值,及石油保证度.

表 2  $r_{c2} = 4.039\%$  时,中国石油生产、消费及供需差预测值

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
石油生产预测(亿吨)	1.779	1.809	1.840	1.871	1.902	1.934	2.103	2.286
石油消费预测(亿吨)	3.020	3.144	3.274	3.408	3.549	3.695	4.522	5.534
石油供需差预测(亿吨)	1.241	1.335	1.434	1.537	1.647	1.761	2.419	3.248
石油保证度(%)	58.91	57.54	56.20	54.90	53.59	52.34	46.51	41.31

2 我国未来石油总量的若干动力预测方案

考虑到国家长期的可持续发展,我们必须开始实施石油的时代配置. 美国 2000 年起就禁止在国内开采石油,因此我们反对以任何理由加大开采我国已经是十分有限的石油资源. 为了保证目前的发展,我们认为解决石油缺口的最好方案是有计划、多渠道地进口石油、提高石油利用效率和寻找替代能源三个方面. 下面是具体实施这三个方案的数值模拟.

2.1 方案一 进口

假设  $r_i$  代表我国每年石油进口的平均增长率, $z_{2020}$ ,  $z_{2005}$  分别代表 2020 年和 2005 年我国石油供需缺口.

那么,未来 15 年我国石油进口的平均增长率将满足以下公式:

$$r_i = \ln(z_{2020}/z_{2005})/t$$

(3)

如果保持中国的石油消费增长率为 $r_{c1} = 5.77\%$ ,根据(3)式可以求得: $r_i = 8.83\%$ ,即未来 15 年我国石油进口的年平均增长率必须达到 8.83% 才能满足需求.

如果保持中国的石油消费增长率为 $r_{c2} = 4.039\%$ ,根据(3)式可以求得: $r_i = 6.19\%$ ,即未来 15 年我国石油进口的年平均增长率必须达到 6.19% 才能满足需求.

2.2 方案二 提高能源利用效率

与发达国家相比,我国的能源利用效率低,每单位能源消耗生产的 GDP,仅相当于发达国家的 1/4 左右,因此我国节油的潜力巨大. 根据文献<sup>[11]</sup>,我国的能源消费弹性系数为 0.33 - 0.4,平均节能率可按 4.4% - 5% 计算(发达国家年均节能率也仅在 0.8% - 2.2% 之间). 所以如果国家能倡导社会积极开展节油工程,实现节油为原来的 95% 是有可能的.

因此假设未来 15 年我国石油消费可以实现能源节能为原来的 95%,那么与第一节里所对应的石油消费平均增长率分别取: $r_{c1} = 5.48\%$ , $r_{c2} = 3.837\%$ . 表 3、4 给出了中国石油生产、消费、供需差预测值和石油保证度的情况. 从表 3、4 可以看出,即使可以实现能源节能为原来的 95%,未来 15 年内我国的石油保证度仍然超过 30%,石油安全问题仍然不能有效解决.

表 3 当  $r_{c1} = 5.48\%$  时,中国石油生产、消费及供需差预测值

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
石油生产预测(亿吨)	1.779	1.809	1.840	1.871	1.902	1.934	2.103	2.286
石油消费预测(亿吨)	3.063	3.236	3.418	3.611	3.814	4.029	5.299	6.969
石油供需差预测(亿吨)	1.284	1.427	1.578	1.740	1.912	2.095	3.196	4.683
石油保证度(%)	58.08	55.90	53.83	51.81	49.87	48.00	39.69	32.80

表 4 当  $r_{c2} = 3.837\%$  时,中国石油生产、消费及供需差预测值

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
石油生产预测(亿吨)	1.779	1.809	1.840	1.871	1.902	1.934	2.103	2.286
石油消费预测(亿吨)	3.013	3.131	3.254	3.381	3.513	3.651	4.423	5.358
石油供需差预测(亿吨)	1.234	1.322	1.414	1.510	1.611	1.717	2.320	3.072
石油保证度(%)	59.04	57.78	56.55	55.34	54.14	52.97	47.55	42.67

2.3 方案三 使用替代能源,降低石油消费

我国目前的能源现状是,煤多油少,煤炭储量丰富,石油探明储量较低,不能满足日益增长的石油消费需求. 因此针对我国石油资源短缺的现状,走煤炭液化合成油的道路是解决能源危机最有效可行的途径.

另外,石油的潜在替代能源是天然气. 我国天然气探明储量近年来快速增长. 全国天然气资源量达 54 万亿  $m^3$ . 目前剩余可采储量在 1.5 万亿  $m^3$  左右,增产空间较大. 由于“西气东输”、“海气登陆”和“川气出川”等管道工程的带动,天然气储、产量将有一个较高的增长. 因此在部分能源供应方面可以实现以气代油. 另外,我国还有大量的可再生能源,如水电、太阳能、风能、生物能、地热、海洋能等可以利用,目前我国能源消费中可再生能源仅占 7.3%,其中 90% 是水能资源,而其它清洁可再生能源在我国能源结构中比重较小. 世界能源理事会在报告中预测,到 2050 年前后,新能源将替代 50% 的传统能源. 因此使用其它替代能源来降低石油消费潜力巨大.

所以基于以上的分析,如能采取有效措施,大量使用清洁替代能源来降低日益增长的石油消费,石油的消费减少为原来的 90% 是完全有可能的. 这样未来 15 年我国石油消费的平均增长率可以分别取: $r_{c1} = 5.193\%$ , $r_{c2} = 3.635\%$ . 表 5、6 给出了中国石油生产、消费、供需差预测值和石油保证度的情况. 从表 5、6 可以看出,单靠使用替代能源,石油安全问题依旧存在威胁.

表 5 当  $r_{c1} = 5.193\%$  时,中国石油生产、消费及供需差预测值

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
石油生产预测(亿吨)	1.779	1.809	1.840	1.871	1.902	1.934	2.103	2.286
石油消费预测(亿吨)	3.054	3.217	3.389	3.569	3.759	3.959	5.133	6.653
石油供需差预测(亿吨)	1.275	1.408	1.549	1.698	1.857	2.025	3.030	4.367
石油保证度(%)	58.25	56.23	54.29	52.42	50.60	48.85	40.97	34.36

表 6 当  $r_{c2} = 3.635\%$  时,中国石油生产、消费及供需差预测值

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
石油生产预测(亿吨)	1.779	1.809	1.840	1.871	1.902	1.934	2.103	2.286
石油消费预测(亿吨)	3.007	3.119	3.234	3.354	3.478	3.607	4.326	5.188
石油供需差预测(亿吨)	1.228	1.310	1.394	1.483	1.576	1.673	2.223	2.902
石油保证度(%)	59.16	58.00	56.90	55.78	54.69	53.62	48.61	44.06

### 3 讨论

结合方案二、三,我国石油消费平均增长率分别可降低为  $r_{c1} = 4.9\%$ ,  $r_{c2} = 3.433\%$ . 表 7、8 给出了中国石油生产、消费、供需差预测值和石油保证度的情况.

表 7 当  $r_{c1} = 4.9\%$  时,中国石油生产、消费及供需差预测值

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
石油生产预测(亿吨)	1.779	1.809	1.840	1.871	1.902	1.934	2.103	2.286
石油消费预测(亿吨)	3.046	3.199	3.359	3.528	3.705	3.891	4.917	6.352
石油供需差预测(亿吨)	1.267	1.390	1.519	1.657	1.803	1.957	2.814	4.066
石油保证度(%)	58.40	56.55	54.78	53.03	51.34	49.70	42.77	35.99

表 8 当  $r_{c2} = 3.433\%$  时,中国石油生产、消费及供需差预测值

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
石油生产预测(亿吨)	1.779	1.809	1.840	1.871	1.902	1.934	2.103	2.286
石油消费预测(亿吨)	3.001	3.106	3.215	3.327	3.443	3.563	4.231	5.023
石油供需差预测(亿吨)	1.222	1.297	1.375	1.456	1.541	1.629	2.128	2.737
石油保证度(%)	59.28	58.24	57.23	56.24	55.24	54.28	49.70	45.51

根据表 7 可以知道,在维持石油需求增长率为  $5.77\%$  的前提下,如果我们在未来的 15 年里能将石油实际消费减少为原来的  $85\%$ ,那么在未来 15 年里实际的石油需求增长率可以降低为  $r_{c1} = 4.9\%$ . 即使如此,到 2010 年我国仍需 3.891 亿吨的石油. 如果维持国内石油生产的年增长率为  $r_p = 1.67\%$ ,那么到 2010 年我国需年进口 1.957 亿吨的石油,而到 2020 年我国则需年进口 4.066 亿吨的石油.

根据表 8 可以知道,未来 15 年里,如果削减  $30\%$  的石油需求增长率,即维持石油需求增长率为  $r_{c2} = 3.433\%$  的前提下,如果我们在未来的 15 年里能将石油实际消费减少为原来的  $85\%$ ,相应地石油需求增长率可以降低为  $r_{c2} = 3.433\%$ ,那么,到 2010 年我国只需 3.563 亿吨的石油. 如果维持国内石油生产的年增长率为  $r_p = 1.67\%$ ,那么到 2010 年我国需年进口 1.629 亿吨的石油,而到 2020 年我国则需每年进口 2.737 亿吨的石油. 因此,在不加大开采我国已经是十分有限的石油资源的前提下,通过有计划、多渠道地进口石油、提高石油利用效率和寻找替代能源三个方面综合实施,完全有可能保障我国的石油安全.

#### [参考文献]

- [1] 中国国家统计局. 2004 年中国统计公报[R]. 2004.
- [2] 韩冬炎,陈蕊. 石油价格波动对我国国民经济的影响及其对策建议[J]. 商业研究,2004(14):135-138.
- [3] 刘飞龙,谷树忠. 中国石油安全及其保障机制初探[J]. 资源科学,2001,23(2):8-12.
- [4] 王礼茂. 中国资源安全战略——以石油为例[J]. 资源科学,2002,24(1):5-10.
- [5] 周总英. 从石油供需缺口论中国石油安全策略[J]. 资源科学,2004,26(6):111-117.
- [6] 袁富华,陈余富,史彦刚. 石油短缺与中国经济安全[J]. 中国人口. 资源与环境,2001,11(4):38-41.
- [7] 段进军. 从地缘政治角度论冷战后资源的战略地位——以石油和水资源为例[J]. 地理科学进展,2000,19(2):181-186.
- [8] 阎长乐. 中国能源发展报告[R]. 北京:经济管理出版社,1997.
- [9] 周凤起,周大地. 中国中长期能源战略[M]. 北京:中国计划出版社,1999.
- [10] 刘庆成. 中国石油安全现状及未来对策分析[J]. 宏观经济管理,2004(7):25-27.
- [11] 中华人民共和国国家计划委员会交通能源司. 中国能源[M]. 北京:中国物价出版社,1997.

[责任编辑:陆炳新]