

我国天然气消费的系统动力学预测与分析

李君臣 董秀成 高建

中国石油大学(北京)工商管理学院

李君臣等.我国天然气消费的系统动力学预测与分析.天然气工业,2010,30(4):127-129.

摘 要 天然气消费的影响因素众多,而以前的预测模型大多只考虑到两三个影响因素,预测结果难以达到准确。在总结前人研究成果的基础上,建立了我国天然气消费预测的系统动力学模型。该模型则对天然气消费进行了行业划分,综合考虑了各行业天然气消费的相关影响因素,从而能够进行更有效的预测。预测结果显示,我国未来天然气消费量将迅速增长,2020年达到 $1\,830.0 \times 10^8 \text{ m}^3$,2030年达到 $3\,027.4 \times 10^8 \text{ m}^3$;并且消费结构也将发生巨大变化,主要体现为化工用气、工业燃料用气比例下降,发电用气、第三产业用气比例上升,而居民生活用气比例先升后降。基于此,对我国未来天然气工业的政策提出了建议:加强天然气资源的勘探开发、加快天然气基础设施建设、加快天然气技术创新步伐等。

关键词 天然气消费 化工用气 发电用气 工业燃料用气 第三产业用气 居民生活用气 系统动力学

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2010.04.031

1 预测模型构建

天然气消费是一个复杂的非线性系统,影响因素众多。目前大多数以计量模型为基础的预测方法只能考虑到两到三方面的影响因素^[1-6]。为了能够更准确地预测我国天然气消费量,本文采取系统动力学的方法,利用能够考虑多因素的 Vensim 系统动力学软件进行建模预测。在构建天然气消费预测模型时,从国民经济的产业结构入手,将天然气消费系统分为第一产业天然气消费量、第二产业天然气消费量、第三产业天然气消费量以及居民生活天然气消费量4个子系统。同时,考虑到整个社会的经济发展水平以及人口数量对天然气消费量的直接影响,将GDP和全国人口数量作为预测我国天然气消费量的重要因素。我国天然气消费的系统动力学预测模型如图1所示。

2 基于模型的预测

2.1 天然气消费现状

2003年以来,我国的天然气消费年增长率都维持在15%以上,远高于以前6.4%的平均水平。从年增

长率的趋势来看,我国天然气消费仍将快速增长。

在我国天然气消费中,化工用气的比例最高,1999年之前一直占消费总量的40%以上。近年来由于其他行业用气量迅速上升,化工用气比例有所下降,但仍维持在35%以上;工业燃料用气的比例仅次于化工用气,其比例近年来也有所下降,2007年为27.0%;天然气发电用气增长速度最快,但根据国家的天然气利用政策,大规模发展天然气发电的可能性不大,未来的发展速度会有所减缓;第三产业用气和居民生活用气随着我国经济的发展和城市化进程的加快,比例逐步提高。

2.2 天然气消费预测

2.2.1 主要影响因素预测

在所建立的系统动力学模型中,GDP与总人口数量是预测我国天然气消费的重要因素。在进行各个子系统天然气消费预测时,必须首先掌握这两个因素的变化规律。根据国务院发展研究中心对我国经济增长前景的预测以及国家人口和计划生育委员会《国家人口发展战略研究报告》的基本判断,我国GDP的总量和未来全国总人口数量预测结果如图2所示。为了便于计算和对比,GDP以2005年不变价格计算。

基金项目 :国家自然科学基金重大研究计划资助项目(编号:90610033)。

作者简介 :李君臣,1985年生,博士研究生;主要从事天然气产业和能源经济方面的研究工作。地址:(102249)北京市昌平区府学路18号。电话:13811064215。E-mail:lijunchen198@yahoo.com.cn

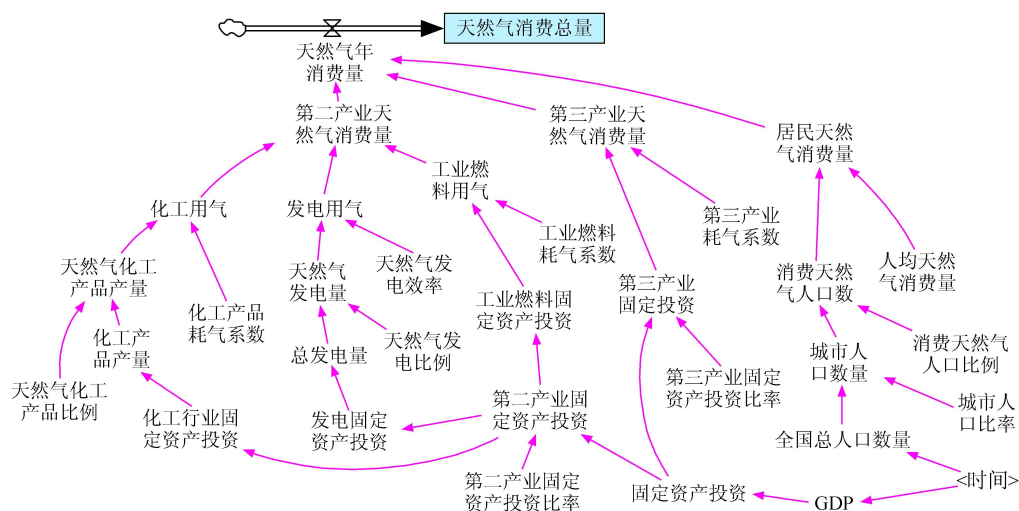


图 1 我国天然气消费预测的 Vensim 模型图

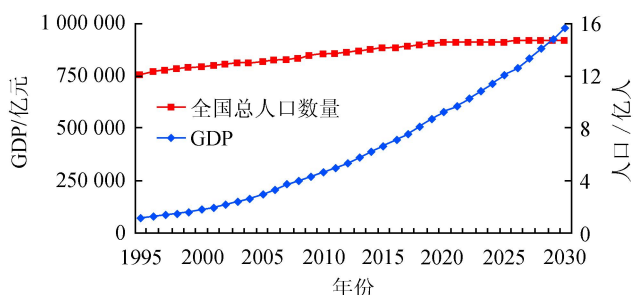


图 2 我国 GDP 及全国总人口数量预测图

2.2.2 子系统天然气消费量预测

为了能够更加有效地进行预测,需要对图 1 所示系统动力学模型中的相关变量进行必要的说明。

1)第二产业和第三产业的天然气消费量与我国固定资产投资密切相关。笔者根据固定资产价格指数,同样以 2005 年不变价格研究我国 1995~2007 年各年固定资产投资与 GDP 之间的相互关系,根据 GDP 的增长趋势确定未来的固定资产投资。另外,根据历史数据以及对我国未来产业发展前景的判断,假设未来我国固定资产投资中,第二产业比率为 45%,第三产业比率为 53%;在第二产业的固定资产投资中,化工行业固定资产投资占 12%,电力行业固定资产投资占 15%,工业燃料固定资产投资占 73%。

2)化工产品单位耗气量是基于天然气化工产品的历史产量以及相应的耗气量得到的;工业燃料以及第三产业的耗气系数则是基于各自固定资产投资历史数据和相应的耗气量得到的。

3)天然气发电效率是根据单位天然气能够产生的热值与产生单位电量所需要热值之间的相互关系得到

的。假设我国天然气热值为 $0.356 \times 10^8 \text{ J/m}^3$,天然气发电设备的能量转换效率为 50%,可以得到每立方米天然气发电量为 $4.94 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

4)在居民生活天然气消费量子系统中,消费天然气人口比例指的是消费天然气人口占城市人口的比例。我国城市居民用气主要包括人工煤气、液化石油气和天然气。2007 年消费天然气人口的比例为 17.2%。根据预测,这一比例在 2020 年将达到 33.9%,2030 年将达到 39.5%。

根据图 1 建立的系统动力学模型,以 2007 年子系统所处状态为预测初始状态,将数据输入 Vensim 系统动力学软件后进行仿真预测,即可得到我国天然气消费的预测值,预测结果如图 3 所示。

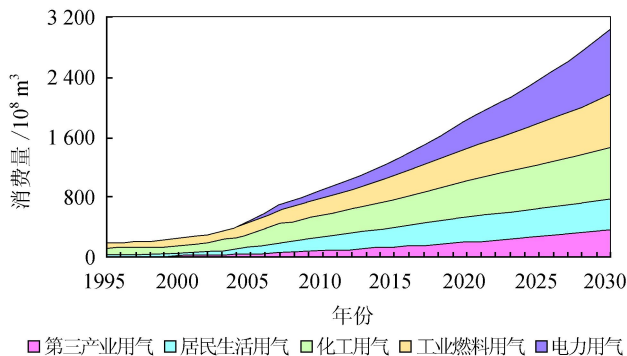


图 3 我国天然气消费量预测图

3 预测结果分析

根据预测结果,在 2030 年以前,我国天然气消费量将以年均 6.6% 的增长率快速增长,2015 年天然气消费量为 $1285.7 \times 10^8 \text{ m}^3$,约为 2007 年消费水平的 2

倍;2020年天然气消费量为 $1\,830.0 \times 10^8 \text{ m}^3$;2030年天然气消费量为 $3\,027.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。由此可见,我国正处在天然气消费利用的初级阶段,天然气消费有很大的上涨潜力。这与我国经济发展、产业结构的调整以及环保意识的增强密切相关。

目前我国天然气消费主体为化工用气与工业燃料用气,发电用气、第三产业用气以及居民生活用气的比例相对较小。随着天然气消费总量的增长,消费结构也将发生很大的变化,如图4所示。

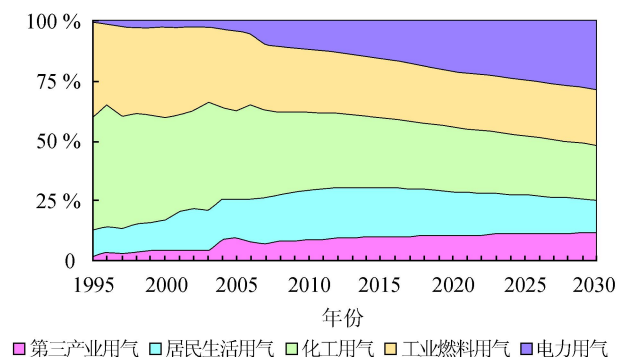


图4 天然气消费结构变化图

第二产业仍是天然气消费的主体,虽然在2010~2015年间由于居民生活用气和第三产业用气的迅速增长使其比例有所降低,但一直占消费总量的70%以上。预测显示,天然气化工用气依然保持增长,2020年将达到 $488.9 \times 10^8 \text{ m}^3$,2030年将达到 $689.4 \times 10^8 \text{ m}^3$,年均增长4.5%,但由于天然气化工投资风险大、成本高、产业链短、效益低,未来不会大规模建设,因而增长速度逐步放缓。这使化工用气比例逐渐下降,2020年降为26.7%,2030年降为22.8%。发电用气增长速度最快,年均增长11.5%;2020年达到 $381.3 \times 10^8 \text{ m}^3$,占天然气消费总量的20.8%;2030年达到 $864.4 \times 10^8 \text{ m}^3$,比例上升为28.6%。天然气发电具有效率高、建设周期短、设备运行灵活、环境污染低等诸多优点,但是根据我国2007年颁布的《天然气利用政策》,目前我国天然气发电将主要用于调峰电站。工业燃料用气在2020年将达到 $432.0 \times 10^8 \text{ m}^3$,2030年将达到 $707.3 \times 10^8 \text{ m}^3$,年均增长5.9%;虽然绝对数量不小,但其在天然气消费总量中的比例一直在缓慢降低,2020年为23.6%,2030年为23.4%,这与未来我国工业化程度逐步加深,经济发展趋缓是密不可分的。

第三产业天然气消费量2020年将为 $191.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,2030年为 $350.2 \times 10^8 \text{ m}^3$,年均增长8.9%。随着我国经济的发展,第三产业在整个产业结构中的比例不断提高,科技、服务等行业对经济的促进作用越来越

明显,突出反映在我国未来第三产业固定资产投资的迅速增加上。第三产业的发展使其天然气消费比例不断上升,从2007年的7.2%上升到2020年的10.5%,2030年则为11.6%。

居民生活天然气消费量2020年为 $336.2 \times 10^8 \text{ m}^3$,2030年为 $416.1 \times 10^8 \text{ m}^3$,年均增长5.1%。随着我国人口的增加和城市化进程的加快,城市人口不断增加,促使居民生活用气量不断增长。虽然人工煤气、液化石油气、天然气都是我国居民生活用气来源,但是由于天然气热值高、清洁环保等优势,更有国家对城市天然气发展的大力支持,使其逐步成为我国主要的居民生活用气来源。居民生活用气比例2020年达到18.4%,最高值将出现在2012年的21.0%;随后,由于城市化进程的趋缓、用气市场的逐步饱和,以及其他行业尤其是电力行业用气的快速增长,居民生活用气比例有所降低,2030年降为13.7%。

4 结论与建议

利用系统动力学模型,在综合考虑各方因素基础上对我国未来天然气消费量进行了预测。结果显示:我国天然气消费量将快速增长,天然气在能源消费结构中的比例将越来越高,能源消费结构将得到优化;在天然气消费迅速增长的同时,其消费结构也发生巨大的变化,化工用气、工业燃料用气比例下降,发电用气、第三产业用气比例上升;而居民生活用气比例先升后降。据此建议:我国应当加强天然气资源的勘探开发,确保天然气产量不断上升,满足消费需求。

参 考 文 献

- [1] NOUREDDINE KRICHENE. World crude oil and natural gas: a demand and supply model[J]. Energy Economics. 2002(24):557-576.
- [2] BRABC MAREK, KONAR ONDREJ, PELIKAN EMIL, et al. A nonlinear mixed effects model for the prediction of natural gas consumption by individual customers[J]. International Journal of Forecasting. 2008, 24(4):659-678.
- [3] 钱凯. 中国天然气资源[M]. 北京:石油工业出版社,1999.
- [4] 焦文玲. 城市燃气短期周期负荷预测的时序模型[J]. 天然气工业, 2002, 22(1):92-94.
- [5] 殷建成. 天然气需求自适应优化组合预测模型研究[J]. 天然气工业, 2004, 24(11):167-169.
- [6] 高建, 董秀成. 天然气消费量自组织数据挖掘预测研究[J]. 统计与决策, 2008(7):50-52.