

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2020.04.15

引用格式: 郭晓茜,刘永权.基于部门消费混合模型的我国天然气未来需求预测[J].中国地质调查,2020,7(4):118-124.

基于部门消费混合模型的我国天然气未来需求预测

郭晓茜¹,刘永权²

(1.中国地质科学院矿产资源研究所,北京 100037;2.中国地质调查局地学文献中心,北京 100083)

摘要:天然气作为一种优质的清洁能源,在我国低碳经济的发展要求下受到越来越多的关注,分析我国未来天然气需求量可以为我国能源政策提供相关借鉴。影响天然气需求的因素很多,这些因素可以极大影响天然气的需求预测结果。从影响天然气需求预测的影响因子入手,分析了天然气的部门消费量,重点选取工业、生活和交通3个部门作为研究对象,并建立一个混合模型。根据单位根检验、协整方程以及格兰杰因果检验3个因果,确定了天然气需求量的影响因子,然后利用灰色预测和回归分析对每个部门的需求量进行预测。最后,基于以上研究预测我国天然气需求量到2025年将达到6378亿m³。

关键词:天然气;需求;影响因子;预测

中图分类号: F407.22; P962

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2020)04-0118-07

0 引言

化石能源对人类经济社会的发展和进步具有重要的意义。目前我国一次能源的消费量年均增速约在1.3%,2019年的一次能源消费量大约为48.6亿t标准煤^[1]。我国的化石能源主要以煤炭为主,占比达到60%以上。但是随着空气污染的加重,一次能源的消费结构正在面临转型。其中,天然气作为一种优质的清洁能源,对优化能源消费结构发挥着关键作用^[2]。与发达国家相比,中国能源消费中的天然气比重明显偏低,进一步提高天然气比重已成为国家能源发展的重要目标。根据“十三五”规划,天然气消费量的年均增长速度为19%,天然气占一次能源的比例到2020年要翻番,消费量要达到3500亿m³^[3]。近些年我国天然气的消费量持续增加,根据国家统计局的数据,天然气的消费量已经从2004年的396.7亿m³增长到2017年的2393.7亿m³^[1]。但是2017年天然气的产量仅仅达到1480.35亿m³,这意味着我国每年至少要进口900亿m³天然气,天然气对外依存度将近

40%。但是目前,涉及天然气需求预测的方法较为单一,对影响天然气需求量的影响因子分析也比较少。因此,深入剖析我国未来天然气需求量的影响因子,并且研判我国天然气未来需求量具有重要的现实意义。

1 天然气需求预测方法及技术路线

天然气的需求预测越来越多地吸引了世界各国学者的目光。目前主要集中于2个领域:一是关于天然气需求量的影响因子分析,主要包括协整分析、平均迪氏分解法(LDMI)、灰色关联分析、格兰杰因果检验等方法^[4-7];二是对天然气需求量的中长期预测方法,主要有传统预测方法和人工智能预测方法,传统预测方法包括时间序列、回归方程以及灰色预测^[8-10],人工智能预测方法包括人工神经网络分析、模糊逻辑以及支持向量函数等^[11-13]。表1对这些方法和应用实例进行了总结和展示。此外,选取不同种类的方法进行联合应用,建立相关的混合模型,可以综合各个方法的优点,保障天然气中长期需求预测的准确性^[14]。

收稿日期:2020-06-01;修订日期:2020-07-15。

基金项目:中国地质调查局“中国水资源生态配置及全球战略(编号:N1906)”项目资助。

第一作者简介:郭晓茜(1988—),女,助理研究员,主要从事能源和矿产资源战略方面的研究。Email: xiaoqianGuo88@163.com。

表 1 能源需求量因果分析及预测模型总结

Tab.1 Summary of energy demand causal and projection analysis models

模型	方法	应用实例
因果分析模型	协整分析	中美能源消费量影响因子对比 ^[4]
	平均迪式分解法	生活部门能源消费量影响因子 ^[5]
	灰色关联分析	原油价格波动的影响 ^[6]
	格兰杰因果检验	北京地区电力行业影响量和经济关系分析 ^[7]
传统预测模型	时间序列	印度能源消费量与二氧化碳排放关系分析 ^[8]
	回归方程	生活部门能源需求量预测 ^[9]
	灰色预测	我国 2030 年天然气需求量预测 ^[10]
人工智能预测模型	神经网络	波兰天然气消费量预测 ^[11]
	模糊逻辑	土耳其年均电力消费量预测 ^[12]
	支持向量回归	不同气候条件下电力消费量的预测 ^[13]

目前天然气的影响因子分析和需求预测方法是相对独立的,影响因子分析主要研究经济与天然气消费量之间的关系,而需求预测方法则是独立于影响因子的分析。因此,将影响因子分析方法和需求预测方法结合起来,可以提升天然气分析的精度,为我国能源政策制定提供相关的理论基础。

本次研究通过 3 个步骤建立一个综合模型来分析影响我国天然气需求量的因子,并且对我国未来天然气的需求量做出预测。首先通过单位根检验、协整分析和格兰杰因果检验来分析天然气需求量的影响因子,其次利用灰色预测模型来预测各个影响因子的变化,然后通过回归分析建立各个因子与需求量之间的数学关系,最后给出未来天然气的需求预测,具体步骤如图 1 所示。

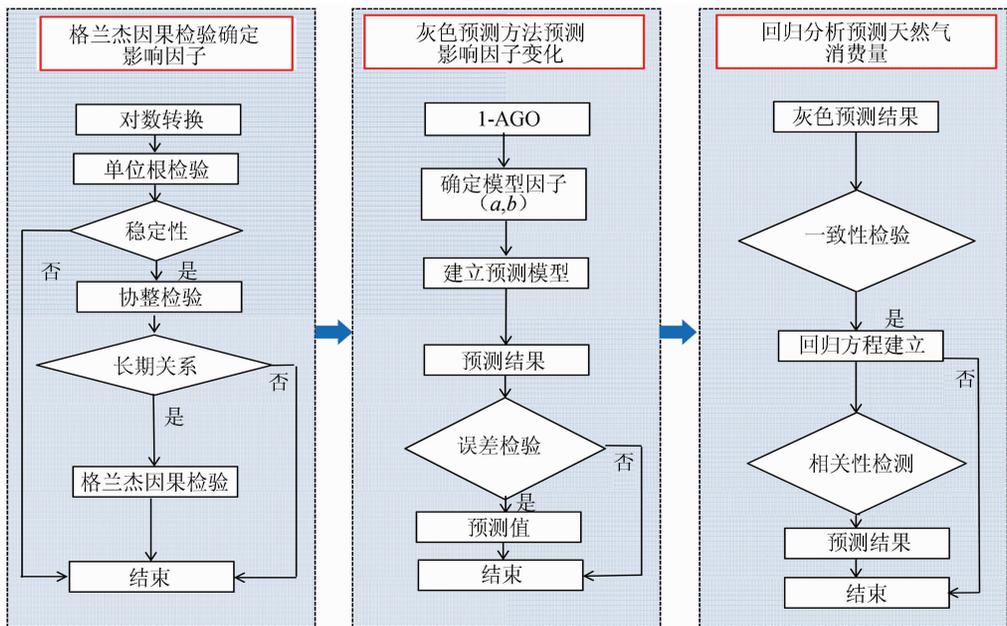


图 1 天然气量混合预测模型

Fig. 1 Hybrid forecasting model of natural gas

2 我国天然气消费概况及影响因子确定

根据《2010 中国统计年鉴》,我国天然气用户主要分为 7 个部门,在本次研究中简化为工业、生活、交通、商业、农业、建筑和其他部门。图 2 展示了我国天然气从 2004 年到 2017 年的各部门消费量变化趋势。2004—2017 年我国各部门天然气消

费量逐年攀升,农业和建筑业基本不消耗天然气,我国天然气消费主要集中于工业、交通和生活这 3 个部门,2017 年消费占比达 95%。

天然气在工业部门用途很广,主要用于 3 大产业,分别为采掘业,制造业和电力、煤气、水生产与供应业(后简称电力)。由图 3 可以看出,2004—2017 年采掘业和制造业天然气消费比例逐年降低,电力天然气消费份额却逐年增加。制造业消耗的天然气的比例明显下降,已经下降至 58.2%。此外,



(数据来自于国家统计局)

图2 2004-2017年分行业天然气消费量

Fig.2 Natural gas consumption for each sector from 2004 to 2017

采掘业的比例也不断下降,从2004年的26.5%下降至2017年的10.5%。与此同时,电力的天然气消费份额却不断上升,从2004年的6.3%上升至2017年的28.7%。整体上,对于工业天然气的影 响因素来说,工业化率是影响工业天然气消费量的主要因素之一。此外,根据前人对经济和天然气消费量的因果关系分析,在本次研究中,将人均GDP也作为工业部门天然气消费量的影响因素。因此,工业化率(I)和人均GDP(GDP_{per})作为2个影响工

业部门天然气需求量的因子。

生活部门是天然气需求量增长最快的一个部门。2017年生活部门天然气消费量为420.3亿 m^3 ,年均增长速率为18.8%。由于我国城市对于煤炭使用的限制范围较广,居民燃气通常使用天然气^[15]。我国天然气的生产区大多集中于西部地区,天然气的消费区大多集中于东部地区,天然气的产消并不匹配,需要借助“西气东送”的天然气管道。因此,城市化率(U),居民消费水平(L_{con})和天然气管道长度(L_{pipe})三者可以看作是生活部门天然气需求量的影响因子。

2004—2017年,交通部门天然气消费逐年攀升,这与我国政策的支持有很大关系。值得注意的是,天然气在分布式能源、LNG重型卡车等领域也得到越来越广泛的重视。交通等领域的天然气消费份额从2004年的4%上升到2017年的12%。其中LNG重型卡车的天然气需求潜力较大。2013年我国LNG重型卡车的天然气年需求量达30亿 m^3 ^[16]。因此,交通部门影响天然气需求量的影响因子确定为天然气汽车数量($N_{vehicle}$)和交通部门的GDP(GDP_{trans})。

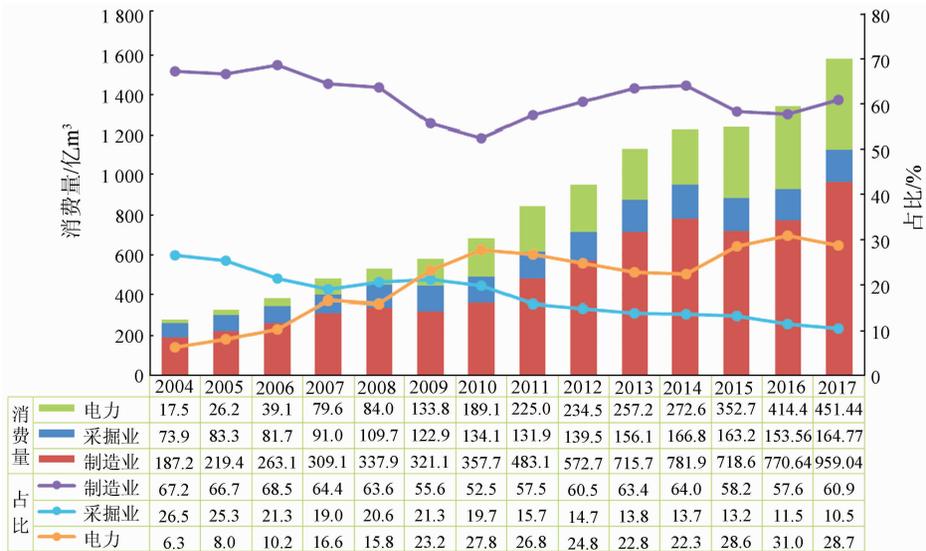


图3 2004—2017年工业部门天然气消费量

Fig.3 Consumption volume for industrial sector from 2004 to 2017

根据上述分析,工业、生活和交通3个部门的天然气需求量影响因子以及相关的参数详情见表2。

表2 工业、生活和交通部门需求量影响因子及相关参数

Tab.2 Influencing factors of natural gas consumption in industrial, residential and transport sectors

年份	工业			生活			交通			
	消费量/ 亿 m^3	人均GDP/ 万元	工业化率/%	消费量/ 亿 m^3	居民消费 水平/万元	城市化率/%	管道长度/ 万km	消费量/ 亿 m^3	交通GDP/ 万亿元	天然气汽车 数量/万辆
2004	278.60	1.25	41	67.2	0.89	42	7.14	26.20	0.93	6.93
2005	328.70	1.43	42	79.4	0.98	43	9.20	38.00	1.07	10.74
2006	383.90	1.67	42	102.6	1.07	44	12.15	47.20	1.22	16.65

(续表)

年份	工业			生活			交通			
	消费量/ 亿 m ³	人均 GDP/ 万元	工业化率/%	消费量/ 亿 m ³	居民消费 水平/万元	城市化率/%	管道长度/ 万 km	消费量/ 亿 m ³	交通 GDP/ 万亿元	天然气汽车 数量/万辆
2007	479.60	2.05	41	143.3	1.25	46	15.53	46.90	1.46	25.81
2008	531.60	2.41	41	170.1	1.41	47	18.41	71.60	1.64	40.00
2009	577.90	2.62	40	177.7	1.51	48	21.88	91.10	1.65	56.36
2010	680.90	3.09	40	226.9	1.71	50	25.64	106.70	1.88	79.42
2011	839.90	3.64	40	264.3	1.99	51	29.90	138.30	2.18	111.90
2012	946.70	4.00	39	288.2	2.19	53	34.28	154.50	2.38	157.70
2013	1 129.00	4.38	37	322.9	2.36	54	38.84	175.80	2.60	210.40
2014	1 221.30	4.72	36	342.6	2.54	55	43.46	214.40	2.85	280.80
2015	1 234.00	5.03	35	359.8	2.72	56	49.81	237.60	3.07	500.00
2016	1 338.60	5.38	39	379.7	2.86	57	55.10	254.80	3.30	510.42
2017	1 575.25	5.98	40	420.3	3.10	58	62.32	284.71	3.71	535.93

(续表)

3 影响因子检验

3.1 单位根检验

为了保证研究结果更准确和更具合理性,选取长时间序列来分析我国工业、生活和交通部门天然气消费与各影响因素之间的具体关系,其数据来源于 2005—2017 年《中国统计年鉴》。与此同时,为了直观反映模型参数估计的实际意义,模型采用原始数据分析。如果时间序列是非平稳的,在进行协整关系和因果检验时,有时不相关的变量也可能检验出因果关系,因此,在进行协整分析前必须进行单位根检验,以避免虚假因果关系的出现。采用 Eviews 8.0 对各时间序列作 ADF 单位根检验,其检验结果见表 3、表 4 和表 5。

表 3 工业部门消费量及其影响因素单位根检验结果

Tab.3 Industrial consumption and the results unit root tests for its influencing factors

差分等级	级别	工业消费总量	人均 GDP	工业化率
原始序列	1%	-4.200 056	-0.923 576	1.865 423
	5%	-3.175 352	-3.774 381	-3.115 289
	10%	-2.728 985	-3.536 127	-2.664 331
一阶差分	1%	-2.816 740	-3.384 412	-1.689 250
	5%	-1.982 344	-1.724 689	-1.765 490
	10%	-1.601 144	-2.465 891	-5.444 870
二阶差分	1%	-2.847 250	-1.962 489	-3.737 512
	5%	-1.988 198	-1.343 305	-1.628 517
	10%	-1.600 140	-1.600 140	-1.600 140

表 4 生活部门消费量及其影响因素单位根检验结果

Tab.4 Residential consumption and the results of unit root tests for its influencing factors

差分等级	级别	生活消费 总量	城镇居民 消费水平	城镇化率
原始序列	1%	-4.143 628	-4.442 060	-4.420 600
	5%	-3.259 808	-3.259 808	-3.259 810
	10%	-2.771 129	-2.771 129	-2.771 130

差分等级	级别	生活消费 总量	城镇居民 消费水平	城镇化率
一阶差分	1%	-3.586 320	-3.437 820	-3.615 440
	5%	-1.838 620	-1.838 620	-1.838 620
	10%	-1.643 290	-1.643 290	-1.643 290
二阶差分	1%	-3.521 297	-4.089 920	-3.904 040
	5%	-1.732 645	-1.732 640	-1.732 640
	10%	-1.587 720	-1.587 720	-1.587 720

表 5 交通部门消费量及其影响因素单位根检验结果

Tab.5 Transport consumption and the results of unit root tests for its influencing factors

差分等级	级别	交通消费 总量	交通部门 GDP	电动汽车 数量
原始序列	1%	-1.492 805	-2.169 989	-8.280 303
	5%	-3.259 808	-3.259 808	-3.175 352
	10%	-2.865 273	-2.771 129	-2.728 985
一阶差分	1%	-1.867 382	-1.133 906	-1.087 762
	5%	-2.987 420	-2.685 242	-2.549 870
	10%	-1.962 850	-1.962 850	-1.962 850
二阶差分	1%	-4.809 264	-3.499 975	-2.376 450
	5%	-1.887 901	-1.887 901	-1.887 901
	10%	-1.502 897	-1.502 897	-1.502 897

3.2 协整检验

表 3—表 5 所示的各变量时间序列单位根检验结果表明:工业部门的天然气消费量、人均产值和工业化率,生活部门的天然气消费量、城镇居民消费水平和城镇化率,交通部门的天然气消费量和部门产值的原始序列和一阶差分序列在 10% 的显著性水平下都是不平稳的,而二阶差分序列平稳,由此可说明各变量是同阶单整的,序列之间有可能存在协整关系,为验证需进一步做协整关系检验。各解释变量与被解释变量间协整关系检验见表 6。

表6 协整检验的 Johansen 检验结果

Tab.6 Johansen test results for co-integration

部门	级别	r	痕量	痕量 关键值	最大 特征值	最大特征值 关键值
工业		0	91.403 840	35.192 750	65.459 180	22.299 620
	r ≤ 1	25.944 650	20.261 840	16.449 060	15.892 100	
	r ≤ 2	9.495 589	9.164 546	9.495 589	8.645 161	
生活		0	74.367 380	27.439 826	44.584 830	19.874 318
	r ≤ 1	29.782 550	18.253 010	23.445 110	14.386 611	
	r ≤ 2	6.337 433	10.339 152	6.337 433	8.222 981	
交通		0	177.861 400	22.873 167	149.431 900	14.871 030
	r ≤ 1	28.429 530	19.672 140	18.687 260	11.433 912	
	r ≤ 2	9.742 266	12.446 810	9.742 266	7.453 161	

协整检验结果表明：在 0.05 显著性水平下存在一个协整方程，且无论是协整检验的迹检验还是协整检验的最大特征值检验，都表明存在一个协整方程。因此，可以进行下一步的格兰杰因果检验。

表7 格兰杰因果检验结果

Tab.7 Granger causality test results

部门	滞后期	消费量不是人均 GDP 的格兰杰因	消费量不是工业 化率的格兰杰因	人均 GDP 不是 消费量的格兰杰因	工业化率不是 消费量的格兰杰因		
工业	1	0.357 2	0.363 4	0.150 2	0.237 6		
	2	0.522 6	0.222 1	0.007 2	0.231 4		
	3	0.327 0	0.109 1	0.028 0	0.036 5		
部门	滞后期	消费量不是居民 消费水平的 格兰杰因	消费量不是 城市化率的 格兰杰因	消费量不是 管道长度的 格兰杰因	居民消费水 平不是消费 量的格兰杰因	城市化率不 是消费量的 格兰杰因	管道长度不 是消费量的 格兰杰因
生活	1	0.125 4	0.698 3	0.423 5	0.704 1	0.844 3	0.702 3
	2	0.298 9	0.203 9	0.326 4	0.548 6	0.002 9	0.463 5
	3	0.176 5	0.481 4	0.014 3	0.024 4	0.031 2	0.289 6
部门	滞后期	消费量不是交通 GDP 的格兰杰因	消费量不是车辆 的格兰杰因	交通 GDP 不是消 费量的格兰杰因	车辆不是消费量 的格兰杰因		
交通	1	0.533 3	0.468 8	0.073 6	0.146 2		
	2	0.136 2	0.247 1	0.031 8	0.096 7		
	3	0.153 8	0.265 4	0.025 5	0.004 3		

消费量和城市化率的格兰杰因果检验结果大于 0.05，说明消费量不是这 2 个因素的格兰杰原因，支持了这 2 个影响因素。对于管道长度则可以发现：格兰杰因果检验结果大于 0.05，说明管道长度不是生活消费量的格兰杰原因；同时，消费量对管道长度的格兰杰因果检验结果小于 0.05，说明了消费量是管道长度的格兰杰原因。因此，管道长度并不能作为生活部门的消费影响因素，而居民消费量和城市化率则作为生活部门的影响因素。

交通部门的影响因素交通 GDP 和车辆数量的格兰杰因果检验结果小于 0.05，说明这 2 个因素是交通消费量的格兰杰因；同时，消费量对交通 GDP 和车辆数量的格兰杰因果检验结果大于 0.05，说明消费量不是这两个因素的格兰杰原因，支持了这 2 个影响因素。

3.3 格兰杰因果检验

对不同部门天然气消费量的影响因素进行了格兰杰因果检验，详细结果如表 7 所示，选择了滞后期为 3 的检验结果。

工业部门的影响因素人均 GDP 和工业化率的格兰杰因果检验结果小于 0.05，说明这 2 个因素是工业消费量的格兰杰因；同时，消费量对人均 GDP 和工业化率的格兰杰因果检验结果大于 0.05，说明消费量不是这 2 个因素的格兰杰原因，支持了这 2 个影响因素。

对生活部门 3 个影响因素居民消费量、城市化率、管道长度的分析发现：居民消费量和城市化率的格兰杰因果检验结果小于 0.05，说明这 2 个因素是生活消费量的格兰杰原因；同时，消费量对居民

因此，各个部门的天然气消费量的影响因素分别为：①工业部门为人均 GDP 和工业化率；②生活部门为居民消费量和城市化率；③交通部门为交通 GDP 和车辆数量。

4 我国天然气需求预测分析

4.1 灰色预测模型

灰色预测主要是通过对给定的原始序列进行一次累加(1-AGO)、矩阵转换、差分方程和反转计算得出的。选取国家统计局 2004 年至 2017 年的天然气消费数据进行天然气消费影响因素的预测。影响因子的预测结果如图 4—图 6 所示。到 2025 年，人均 GDP 将会增长到 17.11 万元，工业化率将到 36.4%，城镇化率将增加到 79%，居民消费水平将会增加到 7.75 万元，交通 GDP 将会增长到 9 万

亿元,天然气汽车保有量将会增长到 3 122.99 万辆。这些预测结果将用于下一步的回归分析。

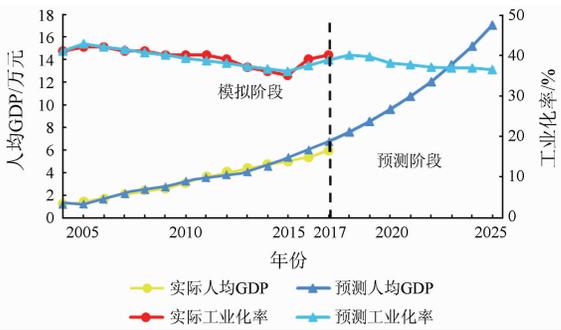


图 4 工业部门影响因子灰色预测

Fig. 4 GM prediction for the influencing factors of the industrial sector

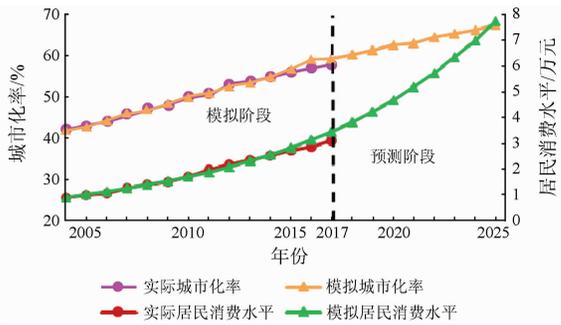


图 5 生活部门影响因子灰色预测

Fig. 5 GM prediction for the influencing factors of the residential sector



图 6 交通部门影响因子灰色预测

Fig. 6 GM prediction for the influencing factors of the transport sector

4.2 回归分析

采用线性回归方程对我国各部门的天然气消费量进行预测。回归分析预测的结果如下。

(1)对于工业部门来说,消费和各个因子之间的回归关系为

$$C_{ind} = 105.78 + 22.04GDP_{per} - 254.41I, \quad (1)$$

其中关联因子 R^2 为 0.995 1。式中: C_{ind} 为工业部门消费量,亿方数据; GDP_{per} 为人均 GDP,万元; I 为工

业化率,%。

(2)对于生活部门来说,消费量和各个因子之间的回归关系为

$$C_{res} = -60.89 + 4.99L_{con} + 149.79U, \quad (2)$$

其中关联因子 R^2 为 0.998 7。式中: C_{res} 为生活部门消费量,亿 m^3 ; L_{con} 为居民消费水平,万元; U 为城市化率,%。

(3)对于交通部门来说,消费量和各个因子之间的回归关系为

$$C_{trans} = -5.85 + 8.36GDP_{trans} + 0.0089N_{vehicle}, \quad (3)$$

其中关联因子 R^2 为 0.993 4。式中: C_{trans} 为交通部门消费量,亿 m^3 ; GDP_{trans} 为交通部门 GDP,万亿元; $N_{vehicle}$ 为天然气汽车数量,万辆。

因此,根据上述回归方程,可以推测我国未来天然气的需求量。从 2018 年到 2025 年,天然气的需求预测如表 8 和图 7 所示。

表 8 我国天然气需求预测

Tab. 8 China natural gas demand prediction

年份	各部门预测需求量/亿 m^3			占比/%	总体需求量/亿 m^3
	工业	生活	交通		
2018	1 728.2	529.8	364.7	96.40	2 720.7
2019	1 965.8	582.0	423.8	95.92	3 097.9
2020	2 233.8	638.2	495.2	96.18	3 501.0
2021	2 536.1	698.9	594.3	96.47	3 969.6
2022	2 877.0	764.6	671.2	96.79	4 455.9
2023	3 261.2	835.9	803.7	97.15	5 044.6
2024	3 694.2	913.5	925.6	97.55	5 672.5
2025	4 182.2	998.1	1 069.8	97.99	6 378.6

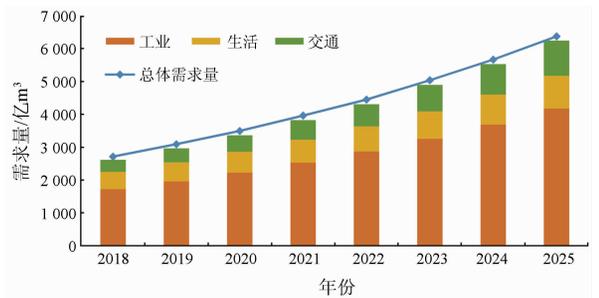


图 7 我国天然气需求预测

Fig. 7 China natural gas demand prediction

5 结论与建议

(1)影响我国天然气消费的因素比较复杂,通过单位根检验、协整检验和格兰杰因果分析,可以得出各个部门天然气消费的影响因素。其中,人均 GDP 和工业化率被证明是工业部门的格兰杰影响因素;生活部门的影响因素是居民消费量和城市化率;

交通部门的影响因素是交通 GDP 和车辆数量。

(2)我国天然气需求量预测的方法众多,其中本次研究采用的是灰色预测模型和回归分析模型相结合的办法。2025 年天然气的需求量为 6 378 亿 m³。

(3)对比我国的天然气产能可以看出,我国天然气需求仍旧面临比较大的对外依存风险,因此,对我国的天然气发展提出以下建议:首先是聚焦一带一路,保障天然气进口渠道,推动周边国家天然气市场体系改革,建立海外天然气发展统筹协调机制,确保海外天然气的可获得和可持续;其次是积极推动国内非常规天然气开发,提升国内供应能力,加大低品位天然气资源开发的财税扶持力度,提高探明储量的动用率。

参考文献:

[1] 国家统计局. 2017 统计年鉴[M]. 北京:国家统计局,2018.

[2] 栾锡武. 世界油气资源现状与未来发展方向[J]. 中国地质调查,2016,3(2):1-9.

[3] 国家发展改革委. 天然气发展"十三五"规划[A]. 北京:国家发展改革委,2016.

[4] 吴巧生,成金华,王华. 中国工业化进程中的能源消费变动——基于计量模型的实证分析[J]. 中国工业经济,2005(4):30-37.

[5] Zhang Q,Li Z,Wang G, et al. Study on the impacts of natural gas supply cost on gas flow and infrastructure deployment in China[J]. Appl Energy,2016,162:1385-1398.

[6] Yuan C Q,Yang Y,Liu S F, et al. Relation between China's gaso-

line prices and international crude oil prices[J]. Energy Sources, Part B:Econom,Plann,Pol,2016,11(10):953-959.

[7] Liu D,Ruan L,Liu J C, et al. Electricity consumption and economic growth nexus in Beijing:A causal analysis of quarterly sectoral data[J]. Renew Sust Energy Rev,2018,82:2498-2503.

[8] Sen P,Roy M,Pal P. Application of ARIMA for forecasting energy consumption and GHG emission;a case study of an Indian pig iron manufacturing organization [J]. Energy,2016,116:1031-1038.

[9] Fumo N,Biswas M A R. Regression analysis for prediction of residential energy consumption [J]. Renew Sust Energy Rev,2015,47:332-343.

[10] Shaikh F,Ji Q,Shaikh P H, et al. Forecasting China's natural gas demand based on optimised nonlinear grey models [J]. Energy,2017,140:941-951.

[11] Azadeh A,Ghaderi S F,Sohrabkhani S. A simulated-based neural network algorithm for forecasting electrical energy consumption in Iran [J]. Energy Pol,2008,36(7):2637-2644.

[12] Günay M E. Forecasting annual gross electricity demand by artificial neural networks using predicted values of socio-economic indicators and climatic conditions; case of Turkey [J]. Energy Pol,2016,90:92-101.

[13] de Oliveira E M,Oliveira F L C. Forecasting mid-long term electric energy consumption through bagging ARIMA and exponential smoothing methods [J]. Energy,2018,144:776-788.

[14] 李兰兰,徐婷婷,李方一,等. 中国居民天然气消费重心迁移路径及增长动因分解[J]. 自然资源学报,2017,32(4):606-619.

[15] 董康银,孙仁金,李慧. 中国天然气消费结构转变及对策[J]. 科技管理研究,2016,36(9):235-241.

[16] 郭文,孙涛. 城镇化对中国区域能源消费及居民生活能源消费的影响[J]. 中国环境科学,2015,35(10):3166-3176.

Demand projection of natural gas in China based on the hybrid model of sector consumption

GUO Xiaoqian¹, LIU Yongquan²

(1. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;
2. Geoscience Documentation Center, China Geological Survey, Beijing 100083, China)

Abstract: As a main clean energy in China, natural gas has received great attention under the requirement of the low-carbon development strategy. The demand projection of natural gas in China is very important for energy policymakers in future energy sources planning. The natural gas demand is influenced by a series of factors, which have a huge causal impact on demand projection. Therefore, the authors analyzed the influencing factors and the sector consumption of natural gas, and focused on the industrial, residential and transport sector to build a hybrid model. Based on the unit root tests, co-integration test and Granger causality test, the influencing factors of the natural gas demand were identified. Then the grey model and regression analysis were utilized to predict the demand for each factor. Finally, based on the projection above, the total natural gas demand for China will be 6 378.6 × 10⁸ m³ in 2025.

Keywords: natural gas; demand; influencing factors; projection
万方数据

(责任编辑:刘永权)