



移动阅读

谢和平,吴立新,郑德志. 2025年中国能源消费及煤炭需求预测[J]. 煤炭学报, 2019, 44(7): 1949-1960. doi: 10.13225/j.cnki.jccs.2019.0585

XIE Heping, WU Lixin, ZHENG Dezhi. Prediction on the energy consumption and coal demand of China in 2025[J]. Journal of China Coal Society, 2019, 44(7): 1949-1960. doi: 10.13225/j.cnki.jccs.2019.0585

## 2025年中国能源消费及煤炭需求预测

谢和平<sup>1</sup>, 吴立新<sup>2</sup>, 郑德志<sup>2</sup>

(1. 深圳大学 深地科学与绿色能源研究院, 广东 深圳 518060; 2. 煤炭工业规划设计研究院有限公司, 北京 100120)

**摘要:**煤炭在相当长时间内依然是我国最重要的能源资源,为预测未来我国能源消费结构,尤其是煤炭消费需求,以更好的指导煤炭工业发展,系统分析了中国近20 a 经济发展、各分能源消费、能源弹性系数等变化特点,根据变化情况对经济发展、能源消费和弹性系数等进行了阶段划分。采用弹性系数法预测了2025年中国能源消费总需求;提出了煤炭等各分能源增量对能源消费弹性系数贡献值的概念和计算公式,并采用分能源增量贡献值法测算了2025年我国煤炭、石油、天然气和非化石能源消费需求。研究表明:2000—2025年,我国经济发展可划分为规模速度型、中高速增长型和质量效率型增长3个阶段;能源消费总量可划分为更多依靠高耗能重工业的粗放发展、粗放发展向高质量发展过渡和新常态高质量发展3个阶段;能源消费弹性系数以及分能源增量贡献值也明显呈现出3个阶段特征。研究认为2025年中国能源消费需求为55亿~56亿t标准煤。其中,煤炭、石油、天然气、非化石能源消费需求分别为28亿~29亿t标准煤、11亿t标准煤、6亿t标准煤、10亿t标准煤,分别占能源消费总量的50%~52%,20%,11%,18%。中国能源消费结构将进一步优化,煤炭占比由2007年最高72.5%降至2018年59%,2025年进一步降到50%~52%;非化石能源占比由2018年的14.3%增加至2025年的18%。

**关键词:**经济增速;能源消费弹性系数;分能源增量贡献值;煤炭需求

中图分类号:F426

文献标志码:A

文章编号:0253-9993(2019)07-1949-12

## Prediction on the energy consumption and coal demand of China in 2025

XIE Heping<sup>1</sup>, WU Lixin<sup>2</sup>, ZHENG Dezhi<sup>2</sup>

(1. Institute of Deep Earth Sciences and Green Energy, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China; 2. Planning and Design Research Institute of Coal Industry Co., Ltd., Beijing 100120, China)

**Abstract:** Coal is still the most important energy resource in China for a long time. In order to predict China's energy consumption structure, especially coal consumption demand for guiding the coal industry development, this paper systematically analyzes the characteristics and trend of economic development, total and individual sub-energy consumption and the elastic coefficient of energy consumption in China in the past 20 years, then the stages of economic development, the consumption and elastic coefficient of energy are divided according to their changes. The elasticity coefficient method is used to forecast China's total energy consumption demand in 2025. The concept of Incremental Contribution Value of Sub-energy (ICVS, i. e. contribution value of sub-energy consumption increment to elasticity coefficient) and its formula are put forward to predict the consumption demand of coal, oil, gas and non-fossil energy in 2025. It shows that China's economic development can be divided into three stages during the period between the

收稿日期:2019-05-06 修回日期:2019-06-21 责任编辑:常琛

基金项目:中国工程院咨询项目(2018-XY-21);中国煤炭科工集团有限公司科技创新创业资金专项资助项目(2018-2-MS028)

作者简介:谢和平(1956—),男,湖南双峰人,中国工程院院士。E-mail: xiehp@scu.edu.cn

years of 2000 and 2018, which includes scale-speed period, medium-to-high-speed growth period and quality-efficiency period. Total consumption of energy can be divided into three stages: extensive development of energy intensive heavy industry, transition from extensive development to high quality development, and new normal high quality development. The elasticity coefficient of energy consumption and contribution value of sub-energy consumption increment also show three stages. According to the study, the demand of China's energy consumption in 2025 will be 5.5 to 5.6 billion tons of coal equivalent, among which, coal, petroleum, natural gas and non-fossil energy consumption demand are 2.8-2.9 billion tons of coal equivalent, 1.1 billion tons of coal equivalent, 0.6 billion tons of coal equivalent and 1.0 billion tons of coal equivalent, accounting for 50%-52%, 20%, 11% and 18% of total energy consumption respectively. China's energy structure will be further optimized in next five years. Proportion of coal declined from 72.5% in 2007, to 59% in 2018 and will be 50%-52% in 2025 while the non-fossil energy increases from 14.3% in 2018 to 18% in 2025.

**Key words:** economic growth; elastic coefficient of energy consumption; Incremental Contribution Value of Sub-energy (ICVS); coal demand

能源是国家繁荣和经济可持续发展的基础和支撑<sup>[1]</sup>,经济的发展往往与能源需求的上升呈正相关关系<sup>[2]</sup>。

煤炭是我国的主导能源,也是重要的工业原料。过去几十年经济发展的实践表明,我国国民经济与煤炭发展之间始终保持着一种唇齿相依的依赖关系<sup>[3]</sup>。自改革开放以来,煤炭支撑了国内生产总值实现年均9%以上的速度增长。2018年全国煤炭消费总量27.4亿t标准煤,占全国一次能源消费总量的59%<sup>[4]</sup>。当前,我国能源发展正处于油气替代煤炭、非化石能源替代化石能源的双重更替期,新能源和可再生能源对化石能源,特别是对煤炭的增量替代效应明显。但煤炭在我国经济发展中的战略地位依旧不可动摇<sup>[5-6]</sup>。未来我国经济仍将保持高质量发展的新常态增长,进一步深入研究未来的能源消费需求,研判煤炭在能源结构中的占比,对制定能源尤其是煤炭战略规划提供科学依据,为我国全面建成小康社会、实现“两个百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴的中国梦提供能源保障。

国内学者对我国能源消费需求、煤炭消费需求预测研究较多<sup>[7]</sup>,研究方法一是基于煤炭影响因素的分析方法,例如能源消费弹性系数法和情景分析法。郭云涛<sup>[8]</sup>,李德波等<sup>[9]</sup>,王妍等<sup>[10]</sup>采用能源消费弹性系数法对中国2010年和2020年的煤炭需求量进行了预测。张宏等<sup>[11]</sup>采用情景分析法对2010年和2020年中国煤炭需求进行了情景分析和预测。二是基于煤炭需求序列的分析预测,例如时间序列法、BP神经网络模型法和灰色预测模型法。王立杰等<sup>[12]</sup>运用灰色系统理论,建立了煤炭消费量的灰色预测模型并利用该模型对2000—2010年中国煤炭消费量进行了预测。荆全忠等<sup>[13]</sup>使用灰色系统理论建立了煤炭

需求预测模型。林伯强等<sup>[2]</sup>采用协整技术的分析方法研究了中国的煤炭需求问题,估算了中国长期收入弹性、长期价格弹性、长期经济结构弹性和长期运输成本弹性。

虽然现有研究方法多样,但大多为仅从煤炭单一角度进行直接预测,鲜有从整个能源消费总量出发,考虑石油、天然气、非化石能源发展趋势,得出煤炭消费需求。且近5a来对我国未来尤其是2025年能源消费、煤炭消费需求预测的研究较少。

笔者在借鉴相关学者研究成果的基础上,采用能源消费弹性系数法预测2025年我国能源消费需求。将能源消费弹性系数分解为各分能源增量贡献值,并采用贡献值法和情景分析法预测2025年我国石油、天然气、非化石能源的消费需求,进而得出2025年我国煤炭消费需求。

## 1 中国经济发展现状分析及预测

新常态下,中国经济增长速度从高速转向中高速,发展方式从规模速度型转向质量效率型,经济结构调整从增量扩能为主转向调整存量、做优增量并举,发展动力从主要依靠资源和低成本劳动力等要素投入转向创新驱动,科技对经济增长动力转型的推动作用将不断加强<sup>[14]</sup>。根据中国经济发展特点,将中国过去、现在和未来共25a的经济发展分为3个阶段进行分析和预测。第1阶段(2000—2011年)和第2阶段(2012—2018年)为过去和现状分析,第3阶段(2019—2025年)为对未来的预测。

### 1.1 规模速度型阶段(2000—2011年)

2000—2011年,中国工业化进程加快,经济发展速度快速增长,该阶段中国国内生产总值(GDP)年

增速一直保持在8%以上,远高于世界经济发展水平,最高时为2007年的14.2%(图1,表1),发展特点为规模速度型。

### 1.2 中高速增长阶段(2012—2018年)

随着世界经济已由金融危机前的快速发展期进

入深度转型调整期,中国逐步进入经济发展新常态,经济增长速度从高速转向中高速,GDP增速由2012年的7.9%下降至2018年的6.6%(表2,图1),经济发展从规模速度型,转向更多关注提高经济发展质量和效益。

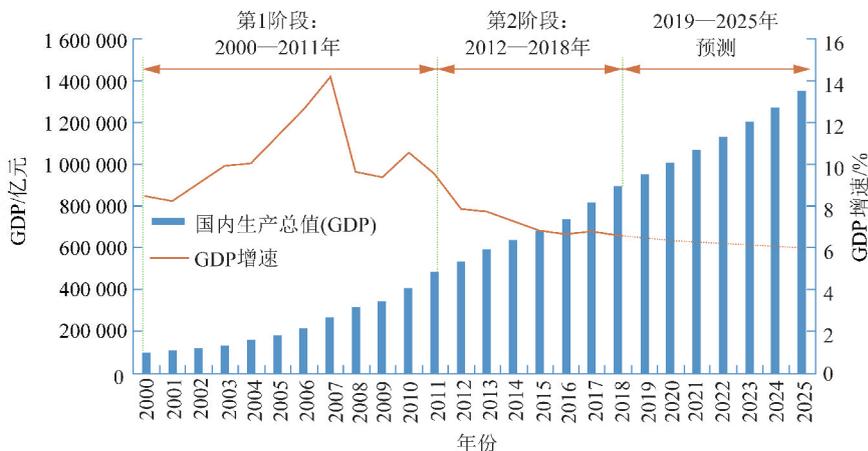


图1 2000—2018年中国国内生产总值(GDP)变化与2019—2025年预测

Fig. 1 Changes of China's gross domestic product (GDP) from 2000 to 2018 and the prediction for 2019—2025

表1 2000—2011年中国国内生产总值(GDP)变化(国家统计局<sup>[15-16]</sup>)

Table 1 Changes of China's gross domestic product (GDP) from 2000 to 2011 (According to National Bureau of Statistics<sup>[15-16]</sup>)

项目	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
国内生产总值/亿元	100 280.1	110 863.1	121 717.4	137 422.0	161 840.2	187 318.9	219 438.5	270 092.3	319 244.6	348 517.7	412 119.3	487 940.2
增速/%	8.5	8.3	9.1	10.0	10.1	11.4	12.7	14.2	9.7	9.4	10.6	9.6

表2 2012—2018年中国国内生产总值(GDP)变化(国家统计局<sup>[15-16]</sup>)

Table 2 Changes of China's gross domestic product (GDP) from 2012 to 2018 (According to National Bureau of Statistics<sup>[15-16]</sup>)

项目	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
国内生产总值/亿元	538 580.0	592 963.2	641 280.6	685 992.9	740 060.8	820 754.3	900 309.5
增速/%	7.9	7.8	7.3	6.9	6.7	6.8	6.6

### 1.3 质量效率型增长阶段(2019—2025年)

党的十八大提出,加快完善社会主义市场经济体制和加快转变经济发展方式,把推动发展的立足点转到提高质量和效益上来。十九大报告提出“建设现代化经济体系”,必须坚持质量第一、效益优先。中国经济增长将进入质量效率型增长阶段。

2019年政府工作报告提出,2019年GDP增长预期目标6%~6.5%。世界银行、中国石油经济技术研究院等相关机构及专家预测:未来10a(至少5~6a内)中国GDP增速为6%左右。预测2025年中国GDP增速为6%(图1),进入质量效益型的高质量

发展阶段。

## 2 能源消费总量分析及预测

对能源需求分析和预测有多种方法。能源消费弹性系数预测方法来源于经济学中表示两个变量之间变动敏感程度的“弹性”概念,是反映能源消费与经济发展定量关系的国际通用指标,是预测能源消费总量的重要方法<sup>[17-18]</sup>。国内外能源消费总量与经济增长具有明显的相关性,国外工业化进程中的能源消费总量及经济发展相关性对中国现阶段及未来一段时间的发展具有借鉴和参考

意义。本文根据中国经济发展的3个阶段,采用能源消费弹性系数法,对中国能源消费总量进行分析和预测。

## 2.1 第1阶段(2000—2011年)更多依靠高耗能重工业的粗放发展

该阶段分为2个时段:前一时段为2000—2007年,经历1997—1998年的亚洲金融危机之后,中国经济逐步恢复并快速发展,能源消费需求大幅增加,从

2000年的14.7亿t标准煤增长至2007年的31.1亿t标准煤,年均增长率为11.3%;后一时段为2008—2011年,能源消费需求增速放缓,从2008年的32.1亿t标准煤增长至2011年的38.7亿t标准煤,年均增长率为6.5%。该阶段的能源消费粗放发展,对生态环境的影响逐步显现。化石能源占比一直维持在90%以上,其中煤炭从10亿t增至27亿t标准煤,占比由68.5%提高到70.2%(表3,图2)。

表3 2000—2011年中国能源消费及结构变化(国家统计局<sup>[19]</sup>)

Table 3 Changes of energy consumption and structure in China from 2000 to 2011 (According to National Bureau of Statistics<sup>[19]</sup>)

项目		2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
能源总量	消费量/亿t标准煤	14.7	15.6	17.0	19.7	23.0	26.1	28.6	31.1	32.1	33.6	36.1	38.7
	增速/%	4.50	5.80	9.00	16.20	16.80	13.50	9.60	8.70	2.90	4.80	7.30	7.30
煤炭	消费量/亿t标准煤	10.1	10.6	11.6	13.8	16.2	18.9	20.7	22.6	22.9	24.1	25.0	27.2
	占比/%	68.50	68.00	68.50	70.20	70.20	72.40	72.40	72.50	71.50	71.60	69.20	70.20
石油	消费量/亿t标准煤	3.2	3.3	3.6	4.0	4.6	4.7	5.0	5.3	5.4	5.5	6.3	6.5
	占比/%	22.00	21.20	21.00	20.10	19.90	17.80	17.50	17.00	16.70	16.40	17.40	16.80
天然气	消费量/亿t标准煤	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.8
	占比/%	2.20	2.40	2.30	2.30	2.30	2.40	2.70	3.00	3.40	3.50	4.00	4.60
水电、核电、风电	消费量/亿t标准煤	1.1	1.3	1.4	1.5	1.8	1.9	2.1	2.3	2.7	2.9	3.4	3.3
	占比/%	7.30	8.40	8.20	7.40	7.60	7.40	7.40	7.50	8.40	8.50	9.40	8.40

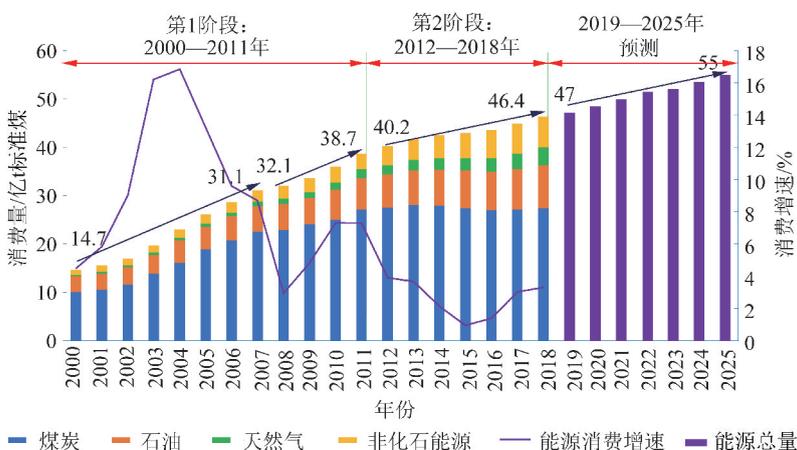


图2 2000—2018年中国能源消费变化情况与2019—2025年预测(国家统计局<sup>[19]</sup>)

Fig. 2 Changes of energy consumption in China from 2000 to 2018 and prediction for 2019—2025 (According to National Bureau of Statistics<sup>[19]</sup>)

总体上,该阶段能源消费弹性系数呈大幅波动态势,但均在0.5以上(2008年受国际金融危机影响,能源消费弹性系数为0.3,作为异常点考虑),均值达到0.91(接近1),该阶段中国经济的发展主要依靠耗能高的重工业的发展(表4,图3)。

从分能源弹性系数看,煤炭消费弹性系数的变化

趋势与能源消费弹性系数变化趋势一致,基本在0.5以上,波动范围0.16~1.91,均值0.86;石油消费弹性系数波动范围与能源和煤炭相比较小,均值0.66;天然气消费弹性系数呈波动向上趋势,均值1.62;非化石能源消费弹性系数的变化波动范围最大(-0.43~3.45),均值1.27(表5,图4)。

表4 2000—2011年我国能源消费弹性系数变化(国家统计局<sup>[20]</sup>)Table 4 Changes of the elasticity coefficient of energy consumption in China from 2000 to 2011 (According to National Bureau of Statistics<sup>[20]</sup>)

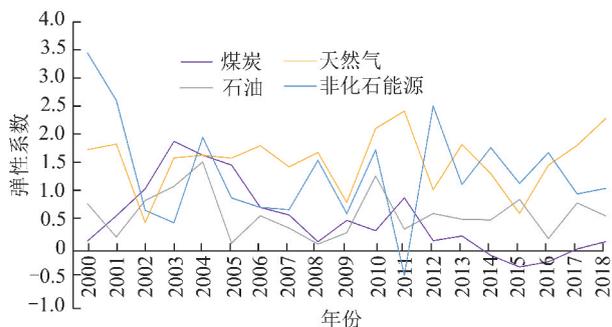
年份	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
能源消费弹性系数	0.54	0.70	0.99	1.62	1.67	1.18	0.76	0.61	0.30	0.51	0.69	0.77

图3 2000—2018年中国能源消费弹性系数变化与2019—2025年预测(国家统计局<sup>[20]</sup>)Fig. 3 Changes of the elasticity coefficient of energy consumption in China from 2000 to 2018 and prediction for 2019—2025 (According to National Bureau of Statistics<sup>[20]</sup>)

表5 2000—2011年各分能源消费弹性系数变化

Table 5 Changes of the elasticity coefficient of individual sub-energy consumption

能源类型	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
煤炭	0.17	0.61	1.08	1.91	1.67	1.50	0.76	0.62	0.16	0.53	0.35	0.92
石油	0.82	0.24	0.88	1.12	1.55	0.13	0.61	0.40	0.12	0.31	1.31	0.38
天然气	1.77	1.86	0.49	1.62	1.67	1.62	1.83	1.46	1.72	0.84	2.13	2.44
水电、核电、风电	3.45	2.63	0.71	0.49	1.98	0.92	0.76	0.72	1.58	0.65	1.76	-0.43

图4 各分能源消费弹性系数(国家统计局<sup>[19]</sup>)Fig. 4 Elasticity coefficients of individual sub-energy consumption (According to National Bureau of Statistics<sup>[19]</sup>)

## 2.2 第2阶段(2012—2018年)粗放发展向高质量发展过渡阶段

随着中国经济发展进入新阶段,能源生产结构更多元、更合理,能源消费更清洁、更集约,由粗放发展

向高质量发展过渡。科技创新对能源结构优化的推动作用显著增强,能源清洁利用水平不断提高,非化石能源对煤炭的替代作用加强,节能降耗不断推进。2018年中国单位GDP能耗比2012年降低30.9%,年均下降6%,使中国该阶段的能源消费总量增速放缓,从2012年的40.2亿t标准煤增长至2018年的46.4亿t标准煤,年均增长率从第1阶段的9%降为2.4%。化石能源占比由90%以上稳步下降至85%左右,其中煤炭占比下降到59%(表6,图2)。

该阶段能源消费与GDP相关性降低,中国开始逐渐进入工业化后期,在科技进步的推动下,能源利用技术水平不断提高,能源消费结构不断优化,能源消费弹性系数均小于0.5(2015年,受世界经济整体下行时期影响,该年的能源消费弹性系数为0.14,为异常点),均值为0.40(表7,图2),接近发达国家工

业化后期的初期水平。

与第1阶段相比,煤炭消费弹性系数大幅下降,均值降到0.01;石油消费弹性系数相对稳定,均值为

0.61;天然气消费弹性系数波动范围加大,均值基本保持不变;非化石能源消费弹性系数波动范围变小,均值1.49比第1阶段略有上升(表8,图4)。

表6 2012—2018年中国能源消费及结构变化(国家统计局<sup>[19]</sup>)

Table 6 Changes of energy consumption and structure in China from 2012 to 2018 (According to National Bureau of Statistics<sup>[19]</sup>)

项目		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
能源总量	消费量/亿t标准煤	40.2	41.7	42.6	43.0	43.6	44.9	46.4
	增速/%	3.90	3.70	2.10	1.00	1.40	3.00	3.30
煤炭	消费量/亿t标准煤	27.5	28.1	27.9	27.4	27.0	27.1	27.4
	占比/%	68.50	67.40	65.60	63.70	62.00	60.40	59.00
石油	消费量/亿t标准煤	6.8	7.1	7.4	7.9	8.0	8.4	8.8
	占比/%	17.00	17.10	17.40	18.30	18.30	18.80	18.90
天然气	消费量/亿t标准煤	1.9	2.2	2.4	2.5	2.8	3.1	3.6
	占比/%	4.80	5.30	5.70	5.90	6.40	7.00	7.80
水电、核电、风电	消费量/亿t标准煤	3.9	4.3	4.8	5.2	5.8	6.2	6.6
	占比/%	9.70	10.20	11.30	12.10	13.30	13.80	14.30

表7 2012—2018年我国能源消费弹性系数变化(国家统计局<sup>[20]</sup>)

Table 7 Changes of elasticity coefficient of energy consumption in China from 2012 to 2018 (According to National Bureau of Statistics<sup>[20]</sup>)

年份	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
能源消费弹性系数	0.49	0.47	0.29	0.14	0.21	0.42	0.51

表8 2012—2018年各分能源消费弹性系数变化

Table 8 Changes of elasticity coefficient of individual sub-energy consumption from 2012 to 2018

能源类型	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
煤炭	0.18	0.26	-0.08	-0.28	-0.19	0.03	0.16
石油	0.65	0.55	0.54	0.90	0.21	0.84	0.61
天然气	1.07	1.86	1.35	0.65	1.49	1.84	2.31
水电、核电、风电	2.53	1.16	1.80	1.18	1.71	0.99	1.09

### 2.3 第3阶段(2019—2025年)新常态高质量发展阶段

一般来讲,进入工业化中后期,由于生产力的发展和科学技术的进步,产业结构和技术结构随之变化,原来耗能多的比重相对下降,同时能源利用率普遍提高,能源消费弹性系数回落速度加快<sup>[21]</sup>。中国开始步入工业化后期,随着2020年后开启全面建设社会主义现代化国家新征程,中国将从高速度工业化向高质量工业化转变,能源消费弹性系数将保持较低水平。

从第1阶段到第2阶段,中国能源消费弹性系数逐步下降,均值降幅近60%;近两年基于中国经济和

能源利用水平高质量发展和经济恢复性增长等因素,能源消费弹性系数保持在0.4~0.5。参考国外发达国家工业化后期能源消费弹性系数水平,综合考虑未来中国经济增长态势、科技发展水平和能源需求发展趋势,预测2019—2025年中国能源消费弹性系数0.40~0.45(图3)。

采用弹性系数法预测能源消费总量,以2018年为基准年,2018年我国能源消费总量为46.4亿t标准煤。

预测期(2019—2025年)内GDP增速为6%,能源消费弹性系数分别取0.40和0.45,则2025年能源消费需求为55~56亿t标准煤(表9)。

表 9 弹性系数法预测 2025 年中国能源消费需求

Table 9 Energy consumption demand of China in 2025 predicted by the elasticity coefficient method

项目	2018 年能源消费量/亿 t 标准煤	预测期国内生产总值平均增长率/%	预测期弹性系数	预测年数 (2019—2025 年)	2025 年预测/亿 t 标准煤
情景 1	46.4	6	0.45	7	55.91
情景 2	46.4	6	0.40	7	54.78

### 3 分能源消费分析及需求预测

#### 3.1 分能源增量贡献值预测方法

根据以上分析,能源消费弹性系数法对能源消费总量的预测相对可靠,但应用到对各分能源消费分析和需求预测时,规律性不明显(图 4),误差较大;这是因为煤炭、石油、天然气、非化石能源等分能源的消费需求不仅与宏观经济发展相关,还与能源消费总量变化相关,也与这些能源发展之间的相互影响有关,因此本文提出了分能源增量贡献值(CVSI)的概念,建立分能源需求预测模型和计算方法,对 2019—2025 年分能源需求进行预测。

分能源增量贡献值的含义是各分能源需求增量对能源消费弹性系数的贡献,指各分能源需求增量在当年能源消费总量增量的占比与能源消费弹性系数的乘积(式(1)),各分能源增量贡献值之和为能源消费弹性系数。

$$C_i = \frac{\Delta E_i}{\Delta E} e \quad (1)$$

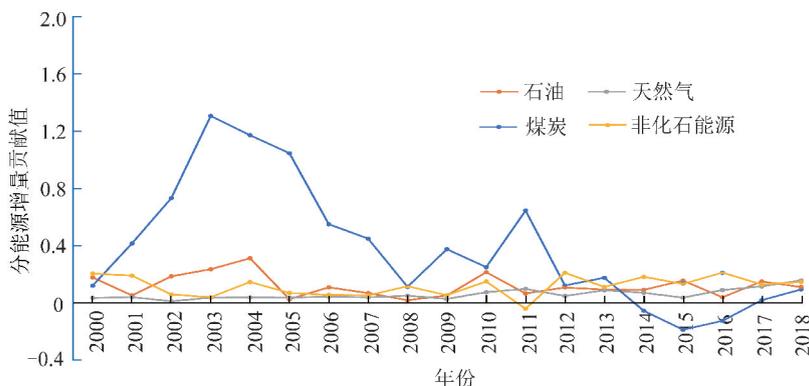


图 5 各分能源增量贡献值

Fig. 5 Contribution values of sub-energy increments

#### 3.2.2 第 2 阶段(2012—2018 年)煤炭增量贡献值显著下降

该阶段为向高质量发展过渡阶段,煤炭增量贡献值快速下降,且明显低于其他能源增量贡献值,非化石能源和天然气的增量贡献值快速上升,

其中,  $C_i$  为各分能源增量贡献值;  $\Delta E_i$  为各分能源消费增量(其中  $\Delta E_c$  为煤炭消费增量;  $\Delta E_o$  为石油消费增量;  $\Delta E_g$  为天然气消费增量;  $\Delta E_m$  为非化石能源消费增量);  $\Delta E$  为能源消费总量增量;  $e$  为能源消费弹性系数。能源消费量总量增量及各分能源消费增量根据国家统计局数据整理,能源消费弹性系数为国家统计局公布数据。

#### 3.2 分能源增量贡献值分析及预测

根据分能源贡献值理论、模型及测算方法,分析 2000—2018 年分能源增量贡献值现状,对 2019—2025 年分能源增量贡献值及消费量进行预测。

##### 3.2.1 第 1 阶段(2000—2011 年)煤炭增量贡献值远高于其他能源

该阶段为粗放发展阶段,煤炭增量贡献值与能源消费弹性系数的变化趋势一致,均值 0.6,是其他能源增量贡献值均值之和的 2 倍以上;与煤炭相比,其它能源增量贡献值较小且基本稳定。石油增量贡献值均值 0.13,天然气增量贡献值基本在 0.04 左右;非化石能源增量贡献值均值为 0.09(图 5,表 10)。

石油增量贡献值保持稳定。与第 1 阶段相比,煤炭增量贡献值大幅下降,均值降为 0.01;石油增量贡献值均值稳定在 0.11;天然气增量贡献值均值 0.09,增幅一倍多;非化石能源增量贡献值均值达到 0.16,增幅一半以上(表 11,图 5)。

表 10 2000—2011 年分能源增量贡献值变化

Table 10 Changes of contribution values of sub-energy increments from 2000—2011

项目	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
能源消费弹性系数	0.54	0.7	0.99	1.62	1.67	1.18	0.76	0.61	0.3	0.51	0.69	0.77
煤炭	0.12	0.42	0.73	1.31	1.17	1.05	0.55	0.45	0.11	0.38	0.25	0.65
石油	0.18	0.05	0.19	0.24	0.31	0.03	0.11	0.07	0.02	0.05	0.21	0.07
天然气	0.04	0.04	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	0.07	0.10
水电、核电、风电	0.21	0.19	0.06	0.04	0.15	0.07	0.06	0.05	0.12	0.05	0.15	-0.04

表 11 2012—2018 年分能源增量贡献值变化

Table 11 Changes of contribution values of sub-energy increments from 2012—2018

项目	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
能源消费弹性系数	0.49	0.47	0.29	0.14	0.21	0.42	0.51
煤炭	0.12	0.18	-0.05	-0.19	-0.13	0.02	0.09
石油	0.11	0.09	0.09	0.16	0.04	0.15	0.11
天然气	0.05	0.09	0.07	0.04	0.09	0.12	0.16
水电、核电、风电	0.21	0.11	0.18	0.13	0.21	0.13	0.15

### 3.2.3 第3阶段(2019—2025年)分能源增量贡献值预测

#### (1)非煤能源增量贡献值预测

充分考虑未来世界发展趋势,中国经济发展特点以及各能源发展态势、科技进步等因素,预测非化石能源、石油、天然气等各能源增量贡献值及消费需求。

石油增量贡献值基本保持稳定,尤其是近7a来一直保持在0.1左右,预测未来一段时期,石油增量贡献值基本保持不变,2025年贡献值仍将维持在0.1左右。

天然气增量贡献值增幅较大,预测未来天然气增量贡献值仍有上浮空间,根据移动平均法预测2025年天然气增量贡献值为0.11~0.13。

非化石能源增量贡献值保持稳步上升态势,根据2030年前能源相关技术发生革命性突破可能性较低的判断以及中国将继续支持非化石能源的发展预测,2025年非化石能源增量贡献值仍继续增长,但不会有突破性跨越。根据移动平均法预测2025年非化石能源增量贡献值为0.15~0.16。

#### (2)煤炭增量贡献值预测

煤炭增量贡献值受能源消费总量需求变化和其它能源发展的影响较大,同时,煤炭又是中国的基础能源,为保障和支撑国家经济发展对能源总量的需求,充分考虑石油天然气发展态势以及非化石能源发展潜力,预测煤炭的增量贡献值。考虑总能源消费弹

性系数的变化以及石油、天然气、非化石能源等增量贡献值对煤炭贡献值的最大和最小影响,设置两个情景预测2025年煤炭增量贡献值(表12)。

表 12 不同情景下2025年各分能源增量贡献值预测

Table 12 Prediction of the contribution values of individual sub-energy increment in 2025 under different scenarios

情景	能源消费弹性系数	石油增量贡献值	天然气增量贡献值	非化石能源增量贡献值	煤炭增量贡献值
情景1	0.45	0.1	0.11	0.15	0.09
情景2	0.40	0.1	0.13	0.16	0.01

煤炭增量贡献值 = 能源消费弹性系数 - 其他

能源(石油、天然气、非化石)增量贡献值 (2)

情景1:能源消费弹性系数最大、其他能源增量贡献值最小时,得到煤炭增量贡献值的最大值。

情景2:能源消费弹性系数最小、其他能源增量贡献值最大时,得到煤炭增量贡献值的最小值。

### 3.3 中国分能源消费分析及需求预测

根据上述分析以及3.2.3节中设定的情景,对中国分能源消费和需求进行分析和预测。

#### 3.3.1 非化石能源发展及需求预测

##### (1)非化石能源发展分析

2000—2018年,中国非化石能源需求基本保持稳定快速增长(图6(a)),尤其是2007年以来,中国相继出台了《可再生能源中长期发展规划》《可再生能源发展“十一五”规划》《可再生能源发展“十三五”规划》等

政策文件支持非化石能源发展,加大对水电、风电及光伏发电产业补贴支持。中国的非化石能源消费规模由 2000 年的 1.1 亿 t 标准煤增长至 2018 年 6.6 亿 t 标准煤,增长 5 倍,明显高于同时期的美国、英国等国家非

化石能发展速度以及全球平均发展速度(表 13)。中国非化石能源的快速发展大幅提高了对煤的替代作用,2000—2018 年,非化石能源在能源消费总量中的占比由 7.3% 提高到 14.3%。

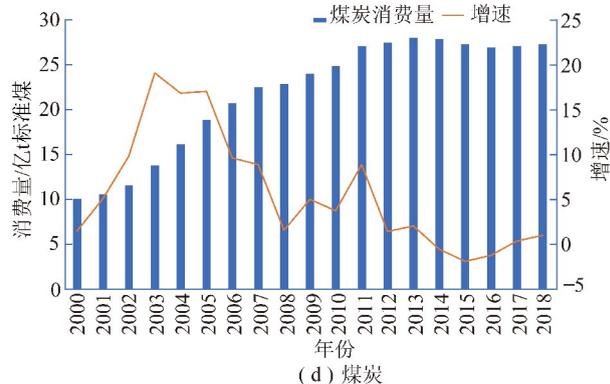
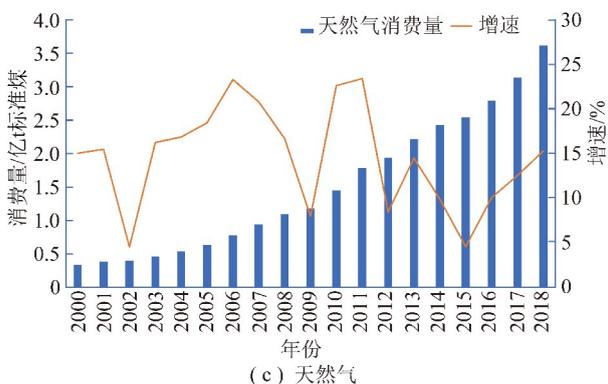
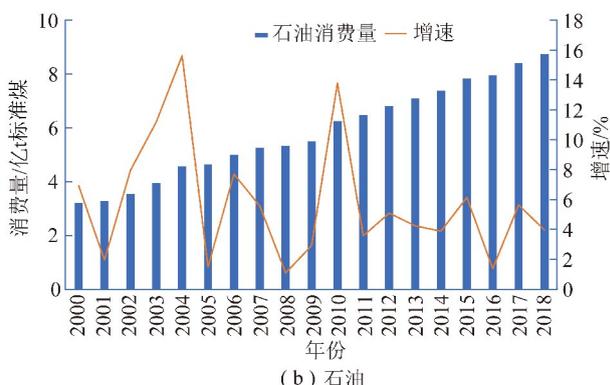
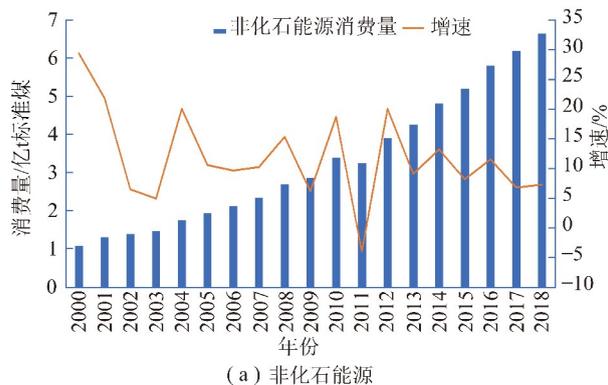


图 6 2000—2018 年中国能源消费变化(国家统计局<sup>[19]</sup>)

Fig. 6 Changes of energy consumption in China from 2000 to 2018 (According to National Bureau of Statistics<sup>[19]</sup>)

表 13 美国、英国等国家 2000—2017 年非化石能源发展(《BP 统计年鉴 2019》<sup>[22]</sup>)

Table 13 Changes of non-fossil energy development in other countries from 2000 to 2017 (《BP Statistical Yearbook 2019》<sup>[22]</sup>)

序号	地区	核能、水电、可再生能源消费量及占比	2000 年	2017 年
1	美国	消费量/百万吨油当量	257.7	353.6
		占比/%	11.41	15.82
2	英国	消费量/百万吨油当量	21.5	38.2
		占比/%	9.45	19.97
3	澳大利亚	消费量/百万吨油当量	4.0	8.8
		占比/%	3.61	6.31
4	德国	消费量/百万吨油当量	47.2	66.5
		占比/%	13.93	19.84
5	全球	消费量/百万吨油当量	1 234.1	2 001.8
		占比/%	13.19	14.82

## (2) 不同情景下中国非化石能源需求预测

情景 1:2025 年,能源消费弹性系数 0.45,非化石能源增量贡献值 0.15,则 2025 年非化石能源消费需求为 9.8 亿 t 标准煤,占能源消费总量 17.5%。

情景 2:2025 年,能源消费弹性系数 0.4,非化石

能源增量贡献值 0.16,则 2025 年非化石能源消费需求为 10 亿 t 标准煤,占能源消费总量 18.2% (表 14)。

综合分析不同情景测算结果,2025 年非化石能源需求约为 10 亿 t 标准煤,占能源消费总量的 18%。

表 14 不同情景下 2025 年中国能源需求预测

Table 14 Prediction of energy demand in China in 2025 under different scenarios

情景		2018 年分能源消 费/亿 t 标准煤	预测期能源消 费弹性系数	能源增量 贡献值	2025 年能源消费总量 增量/亿 t 标准煤	2025 年分能源消费 增量/亿 t 标准煤	2025 年分能源消 费量/亿 t 标准煤	占比/ %
非化石	情景 1	6.6	0.45	0.15	9.51	3.17	9.77	17.5
	情景 2	6.6	0.40	0.16	8.38	3.35	9.95	18.2
石油	情景 1	8.80	0.45	0.10	9.51	2.11	10.91	19.5
	情景 2	8.8	0.40	0.10	8.38	2.10	10.90	19.9
天然气	情景 1	3.60	0.45	0.11	9.51	2.32	5.92	10.6
	情景 2	3.6	0.40	0.13	8.38	2.72	6.32	11.5
煤炭	情景 1	27.4	0.45	0.09	9.51	1.90	29.30	52.4
	情景 2	27.4	0.40	0.01	8.38	0.21	27.61	50.4

### 3.3.2 中国石油天然气消费分析及预测

#### (1) 中国石油天然气能源消费现状

2000—2018 年, 中国石油消费量保持稳定增长(图 6(b)), 由 2000 年的 3.2 亿 t 标准煤增至 2018 年的 8.8 亿 t 标准煤, 增长 1 倍多。而天然气消费量增速非常快, 由 2000 年的 0.3 亿 t 标准煤增至 2018 年的 3.6 亿 t 标准煤, 增长 10 倍多(图 6(c))。

#### (2) 不同情景下中国石油天然气能源消费预测

情景 1: 2025 年, 能源消费弹性系数 0.45, 石油增量贡献值为 0.1, 天然气的增量贡献值为 0.11, 则 2025 年石油消费为 11 亿 t 标准煤, 天然气消费 6 亿 t 标准煤, 分别占能源消费总量的 19.5%, 10.6%。

情景 2: 2025 年, 能源消费弹性系数 0.4, 石油增量贡献值为 0.1, 天然气增量贡献值为 0.13, 则 2025 年石油消费 11 亿 t 标准煤, 天然气消费 6.3 亿 t 标准煤, 分别占能源消费总量的 19.9%, 11.5%(表 14)。

综合分析不同情景测算结果, 2025 年石油消费需求约为 11 亿 t 标准煤左右, 占能源消费总量的 20%; 2025 年天然气消费需求约为 6 亿 t 标准煤左右, 占能源消费总量的 11%。

### 3.3.3 中国煤炭消费分析及需求预测

#### (1) 中国煤炭消费现状分析

2000—2018 年, 中国煤炭消费量总体保持稳定

增长(图 6(d)), 尤其是第 1 阶段, 煤炭消费增速较快, 由 2000 年的 10 亿 t 标准煤增至 2011 年的 27 亿 t 标准煤。随后煤炭消费量增速下降, 甚至在 2014—2016 年连续 3 a 出现负增长, 2017—2018 年又恢复正增长。

#### (2) 不同情景下中国煤炭消费需求预测

情景 1: 2025 年, 能源消费弹性系数 0.45, 煤炭增量贡献值 0.09, 则 2025 年煤炭消费需求为 29.3 亿 t 标准煤, 占能源消费总量 52.4%。

情景 2: 2025 年, 能源消费弹性系数 0.4, 煤炭增量贡献值 0.01, 则 2025 年煤炭消费需求为 27.6 亿 t 标准煤, 占能源消费总量 50.4%(表 14)。

综合分析不同情景测算结果, 2025 年煤炭消费需求为 28 亿 ~ 29 亿 t 标准煤, 占能源消费总量的 50% ~ 52%。

### 3.3.4 中国能源消费结构趋势分析

随着我国经济迈向高质量发展, 未来几年我国 GDP 增速仍在 6% 左右。城镇化的逐步推进、人民对美好生活的愿望仍会导致我国能源需求总量逐步增长, 由 2018 年的 46.4 亿 t 标准煤增长至 2025 年的 55 亿 ~ 56 亿 t 标准煤。在能源结构优化、产业结构调整、科技进步、非化石能源发展等因素影响下, 煤炭消费比例稳步下降, 由 2018 年的 59% 下降至 2025 年的 50% ~ 52%, 但煤炭的基础能源地位不变, 煤炭需求总量保持稳定(表 15, 图 7)。

表 15 中国能源消费结构预测

Table 15 Structure change of energy consumption in China

亿 t 标准煤

项目	能源总量	煤炭	石油	天然气	非化石能源
2018 年	46.40	27.4(59%)	8.8(18.9%)	3.6(7.8%)	6.6(14.3%)
2025 年情景 1	55.91	29.3(52.4%)	10.9(19.5%)	5.9(10.6%)	9.8(17.5%)
2025 年情景 2	54.78	27.6(50.4%)	11.0(19.9%)	6.3(11.5%)	10.0(18.2%)

注: 括号内数字为该能源在能源总量的占比。

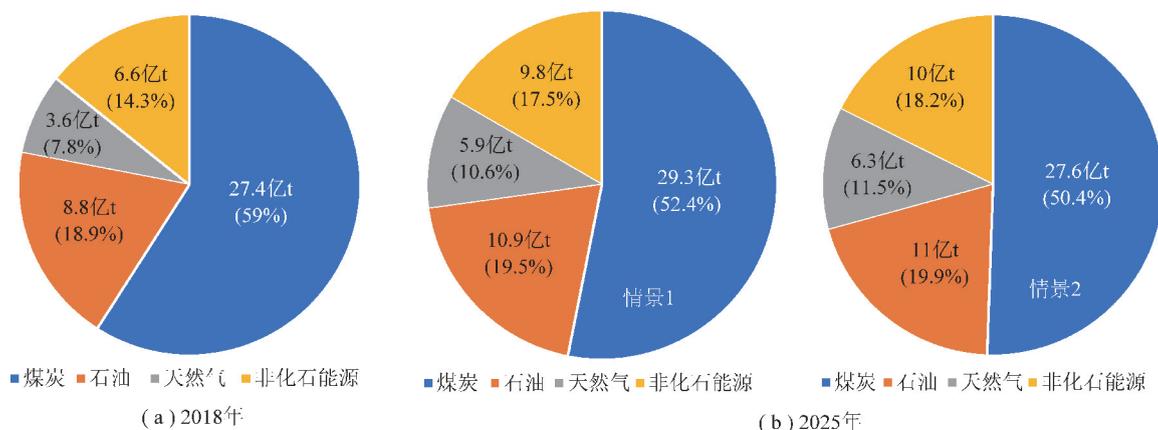


图7 2018年我国能源消费结构及2025年预测

Fig. 7 Energy consumption structure of China in 2018 and the prediction for 2025

## 4 结 论

(1)系统分析了近20 a中国经济发展、能源消费、能源弹性系数等变化情况,将我国经济发展划分为规模速度型、中高速增长、质量效率型增长3个阶段;我国能源消费经历了更多依靠高耗能重工业的粗放发展、粗放发展向高质量发展过渡、新常态高质量发展3个阶段。

(2)采用弹性系数法预测了2025年中国能源消费总需求为55亿~56亿t标准煤。

(3)提出了分能源增量贡献值(CVSI)的概念,并采用分能源增量贡献值法测算了2025年煤炭、石油、天然气、非化石能源消费需求分别为28亿~29亿t标准煤、11亿t标准煤、6亿t标准煤、10亿t标准煤,分别占能源消费总量的50%~52%,20%,11%,18%。

(4)在政府努力和市场机制调节下,中国经济已全面转型发展,未来5 a中国的能源结构将进一步优化,煤炭占比持续下降,由2018年59%下降到2025年50%左右;充分考虑非化石能源发展潜力,占比由2018年14.3%进一步增加到18%。绿色能源发展将迈上新台阶,中国将进一步推进绿色能源的创新发展、高质量发展。

## 参考文献 (References):

[1] 谢和平,王金华,王国法,等. 煤炭革命新理念与煤炭科技发展构想[J]. 煤炭学报,2018,43(5):1187-1197.  
XIE Heping, WANG Jinhua, WANG Guofa, et al. New ideas of coal revolution and layout of coal science and technology development [J]. Journal of China Coal Society, 2018, 43(5): 1187-1197.

[2] 林伯强,魏巍贤,李丕东. 中国长期煤炭需求:影响与政策选择[J]. 经济研究,2007(2):48-58.  
LIN Boqiang, WEI Weixian, LI Pidong. China's long-run coal demand: Impacts and policy choice [J]. Economic Research Journal,

2007(2):48-58.

[3] 谢和平,刘虹,吴刚. 经济对煤炭的依赖与煤炭对经济的贡献分析[J]. 中国矿业大学学报(社会科学版),2012,14(3):1-6.  
XIE Heping, LIU Hong, WU Gang. A quantitative analysis of dependent index and contribution rate between China's economic and coal development [J]. Journal of China University of Mining & Technology (Social Science), 2012, 14(3): 1-6.

[4] 国家统计局. 2018年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. [http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201902/t20190228\\_1651265.html](http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201902/t20190228_1651265.html), 2019-06-10.

[5] 谢和平,王金华,鞠杨,等. 煤炭革命的战略与方向[M]. 北京:科学出版社,2018:1-31.

[6] 中国工程院项目组. 中国能源中长期(2030、2050)发展战略研究节能. 煤炭卷. [M]. 北京:科学出版社,2011:228-256.

[7] 郑欢. 中国煤炭产量峰值与煤炭资源可持续利用问题研究[D]. 成都:西南财经大学,2014.  
ZHENG Huan. Research on Chinese coal production peak and sustainable utilization of coal resources [D]. Chengdu: Southwestern University of Finance and Economics, 2014.

[8] 郭云涛. 中国煤炭中长期供需分析与预测[J]. 中国煤炭, 2004(10):22-25,6.  
GUO Yuntao. Analysis and prediction of medium and long term coal supply and demand in China [J]. China Coal, 2004(10): 22-25, 6.

[9] 李德波,叶旭东,柳春明. 2010年和2020年全国煤炭需求预测[J]. 煤炭经济研究,2006(9):11-13,17.  
LI Debo, YE Xudong, LIU Chunming. China's coal demand forecast for the year of 2010 and 2020 [J]. Coal Economic Research, 2006(9): 11-13, 17.

[10] 王妍,李京文. 我国煤炭消费现状与未来煤炭需求预测[J]. 中国人口·资源与环境,2008(3):152-155.  
WANG Yan, LI Jingwen. China's present situation of coal consumption and future coal demand forecast [J]. China Population, Resources and Environment, 2008(3): 152-155.

[11] 张宏,李仲学. 煤炭需求影响因素及情景分析[J]. 煤炭学报, 2007,32(5):557-560.  
ZHANG Hong, LI Zhongxue. Affecting factors and projected scenarios for coal demand in China [J]. Journal of China Coal Society, 2007, 32(5): 557-560.

- [12] 王立杰,孙继湖.基于灰色系统理论的煤炭需求预测模型[J].煤炭学报,2002,27(3):333-336.  
WANG Lijie, SUN Jihu. Coal required quantity forecasting based on grey system theory [J]. Journal of China Coal Society, 2002, 27(3):333-336.
- [13] 荆全忠,苏同营.基于灰色理论的煤炭需求预测模型研究[J].山东科技大学学报(自然科学版),2004(1):91-93.  
JING Quanzhong, SU Tongying. Study on the predictive model of coal demand based on the grey theory [J]. Journal of Shandong University of Science and Technology, 2004(1):91-93.
- [14] 高建昆,程恩富.论中国经济新常态下的价值导向[J].探索,2015(1):108-113.  
GAO Jiankun, CHENG Enfu. On the value orientation under the new normal state of China's economy [J]. Probe, 2015(1):108-113.
- [15] 国家统计局.2000—2018年国内生产总值[EB/OL].  
<http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01,2019-06-10>.
- [16] 国家统计局.2000—2018年国内生产总值增长[EB/OL].  
<http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01&zb=A0208&sj=2018,2019-06-10>.
- [17] 邓江,吴剑波.能源消费弹性系数与国内替代能源预期[J].生态经济,2009(2):66-69.  
DENG Jiang, WU Jianbo. Energy resource consumption elasticity coefficient and domestic substitution energy prediction [J]. Ecologic Economy, 2009(2):66-69.
- [18] 苏璟,谭忠富,严菲.能源消费弹性系数计算方法及其实例分析[J].中国能源,2008(8):26-29.  
SU Jing, TAN Zhongfu, YAN Fei. Method of calculating elastic coefficient of energy consumption and its application in Beijing [J]. Energy of China, 2008(8):26-29.
- [19] 国家统计局.2000—2018年能源消费总量[EB/OL].  
<http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01,2019-06-10>.
- [20] 国家统计局.2000—2018年能源消费弹性系数[EB/OL].  
<http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01,2019-06-10>.
- [21] 秦容军.煤炭市场预测方法分析与比较[J].煤炭经济研究,2012,32(8):50-63.  
QIN Rongjun. Analysis and comparison on prediction method of coal market [J]. Coal Economic Research, 2012, 32(8):50-63.
- [22] BP.《BP统计年鉴2019》[R].英国:BP,2019.