



# 中国电力弹性系数与工业化阶段关系

单葆国<sup>1,2</sup>, 张成龙<sup>1</sup>, 王向<sup>1</sup>, 姚力<sup>1</sup>, 刘青<sup>1</sup>, 谭显东<sup>1</sup>

(1. 国网能源研究院有限公司, 北京 102209; 2. 华北电力大学 资源与环境系统  
优化教育部重点实验室, 北京 102206)

**摘要:** 电力弹性系数是用来表征电力消费与经济增长之间关系的指标, 研究电力弹性系数与工业化进程之间的关系, 具有实际指导意义。主要结论是在工业化中期, 各地区电力弹性系数普遍较高, 之后出现明显下降; 工业比重大的省份电力弹性系数比较高。“十四五”期间, 中国经济实现高质量发展, 电力需求将保持中速增长, 全国电力弹性系数在 0.83 左右, 与中国工业化后期发展阶段相吻合。

**关键词:** 电力弹性系数; 工业化阶段; 省级区域; 工业比重; 电力需求

**DOI:** 10.11930/j.issn.1004-9649.202004057

## 0 引言

电力弹性系数是用来表征电力消费与经济增长之间关系的指标。随着工业化进程的推进, 电力弹性系数的变化具有规律性, 在工业化发展的不同阶段, 电力弹性系数呈现不同特点。目前, 对于电力弹性系数与各地区工业化发展阶段之间的关系, 尚未有比较深入的研究。

学界与业界对经济发展与用电增长之间的关系、电力弹性系数等给予了持续关注<sup>[1-6]</sup>。文献 [1] 分析了中国 1952—1998 年各发展阶段的电力弹性系数, 研究发现在一定发展阶段电力弹性系数基本围绕某一特定水平值波动, 这一数值反映了这一时期经济增长与电力需求增长相对稳定的关系。文献 [2] 对比中国及国外发达国家在不同发展阶段电力弹性系数, 总结中国弹性系数特有的变化规律。文献 [3-6] 探究了电力弹性系数与经济发展一般规律。现有研究侧重于在中长期尺度上从国家层面分析电力弹性系数波动规律, 尚未细化到中国各省级区域工业化发展阶段与电力弹性系数的专门研究。

本文分析 1978 年以来中国电力弹性系数的变

化情况, 总结了短期和中长期电力弹性系数波动的主要特点, 研判了中国各省级区域工业化发展阶段, 分析了工业化阶段与电力弹性系数的内在关系, 预测了“十四五”期间中国电力弹性系数变化趋势。

## 1 电力弹性系数含义

电力弹性系数是一定时期内全社会 (或某产业) 电力消费增速与国内生产总值 (GDP)、地区生产总值 (或产业增加值) 增速的比值, 反映了两者的相对变化。其中, 电力消费是由电能计量表计汇总的物理量; 国内生产总值、地区生产总值 (或产业增加值) 是通过调查统计得到的价值量。电力消费与经济增加值密切相关, 但两者又分别受不同因素影响, 且影响程度各异, 电力弹性系数的变化取决于两者增速波动幅度大小及两者的相对变化。用电量是国民经济发展的晴雨表, 能够反映经济运行特点。电力弹性系数计算方便、简单直观, 常常作为开展经济运行分析的参考指标。从中长期来看, 用电量增长周期与经济周期基本一致, 电力弹性系数变化相对稳定, 电力弹性系数法可以作为校核方法来判断电力需求预测结果的科学性和合理性。

电力弹性系数也有局限性。受经济发展阶段、产业结构、技术进步、气候气温以及突发事件等因素影响, 短期用电量与经济增速波动幅度

**收稿日期:** 2020-04-09; **修回日期:** 2020-05-20。

**基金项目:** 国家电网公司科技项目 (基于新时代“两步走”战略的我国能源电力需求预测技术研究及应用, 52130N18001G)。

存在明显差异,导致年度电力弹性系数波动起伏较大,实际参考意义不大。

## 2 电力弹性系数波动的主要特点

从年度看,电力弹性系数波动较大。1978—2019年,中国年度电力弹性系数最大值为1.79(1989年),最小值为0.14(2015年)。1989年受紧缩调控政策及有关政治事件影响,经济增速大幅下降,电力弹性系数跃升为1.79;1998年,受亚洲金融危机的影响,GDP增速显著下降,但电力消费增速下降更显著,电力弹性系数下降到0.36;2008年,受国际金融危机等影响,电力消费增速大幅下降,电力弹性系数为0.57;2015年,经济保持平稳增长,但钢铁、煤炭去产能力度很大,“三去一降一补”等政策措施见效,电力消费增速下降至1%左右,电力弹性系数仅为0.14。年度电力弹性系数波动幅度较大,无法用来进行年度电力需求预测,实际应用价值不大。图1是1978年以来中国电力弹性系数的变化情况。

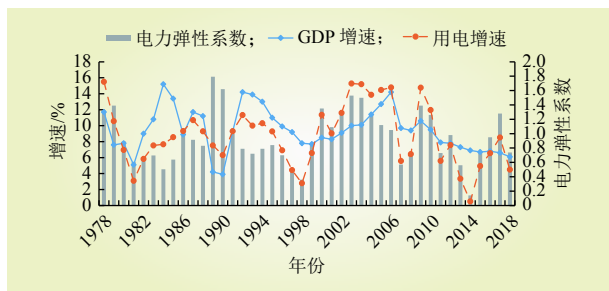


图1 1978~2019年中国电力弹性系数变化情况  
Fig. 1 Variation of China's electricity elasticity coefficient during 1978~2019

从中长期看,电力弹性系数相对稳定,具有一定的规律性。1981—2019年,电力消费年均增速为8.5%,GDP年均增速为9.4%,电力弹性系数为0.91。改革开放以来,中国经济发展大体经历了4个周期,每个周期10年左右。1981—1990年,中国产业结构以农业和轻工业为主,电力弹性系数为0.82;1991—1999年,产业结构以轻工业为主,电力弹性系数为0.74;2000—2009年,经济步入重工业化阶段,电力弹性系数为1.13;2010—2019年,经济逐步进入新常态,工业化进入中后期阶段,电力弹性系数下降至0.92。在工业化前期阶段,电力弹性系数 $< 1$ ;在工业化

中期阶段,电力弹性系数 $> 1$ ;进入工业化后期,电力弹性系数下降到1以下。不考虑工业化中期阶段,其他三个经济周期电力弹性系数均在0.74~0.92,相对稳定。因此中长期电力弹性系数具有参考价值,可以作为中长期电力需求预测的校核依据。表1是1981年以来中国不同时期的电力弹性系数。

表1 1981年以来4个经济周期电力弹性系数  
Table 1 Electricity elasticity coefficients of four economic periods in China since 1981

周期年份	经济年均增速/%	电力消费平均增速/%	电力弹性系数
1981—1990	9.3	7.6	0.8
1991—1999	10.6	7.8	0.7
2000—2009	10.3	11.7	1.1
2010—2019	7.7	7.0	0.9

## 3 中国各地区工业化发展阶段判断

工业化指的是以工业部门为代表的现代经济持续发展变化为主,并伴随着人均收入的增长和经济社会结构转换的综合过程<sup>[7-9]</sup>。已有文献通常从经济发展水平、产业结构(尤其是工业产值比重)、就业结构、工业内部结构、人口城乡分布等方面对工业化进行综合评价。本文选择人均GDP(以2010年美元为可比价)、产业产值结构(第一产业增加值比重、第二产业增加值比重、第三产业增加值比重)、第一产业就业占比、城镇化率作为具体评价指标。工业化指数的计算过程如下。

(1) 指标数据获取。中国及各省数据来自Wind金融资讯数据库、国家统计局网站、WDI数据库,其中河北、吉林、西藏等个别省份2018年及黑龙江2011—2013年第一产业就业占比数据缺失,通过趋势推算得到;各省人均GDP(2010年美元价)基于中国人均GDP与WDI数据库里中国2010年美元计价的人均GDP折算系数得到。

(2) 指标阶段判断。参考文献<sup>[9-11]</sup>对各省指标对应的工业化阶段进行判断。其中,工业化前期、中期、后期及后工业化阶段分别标记为1、2、3、4。



(3) 指标无量纲化。针对指标特点，通过分段计算公式进行指标无量纲化，即

$$\begin{cases} \theta_{lk} = (S_{lk} - 1) * 33 + (X_{lk} - \min_{ks}) / (\max_{ks} - \min_{ks}), (S_{lk} = 1, 2, 3) \\ \theta_{lk} = 100, (S_{lk} = 4) \end{cases} \quad (1)$$

式中： $l$ 、 $k$  分别代表地区和指标； $\theta_{lk}$  即为  $l$  地区  $k$  指标的值； $S_{lk}$  为  $l$  地区  $k$  指标所处的阶段； $\min_{ks}$ 、 $\max_{ks}$  分别为  $k$  指标在  $S$  阶段的最小参考值、最大参考值。

(4) 指标权重确定。结合文献 [9] 通过层次分析法测算的指标权重、相关文献 [10] 及专家意见，确定人均 GDP（2010 年美元价）、产业产值结构、第一产业就业占比、城镇化率的权重分别为 0.40、0.25、0.25、0.10。

(5) 加权合成工业化综合指数。根据计算出的工业化综合指数得分划分工业化阶段，指数值在 1~33 时为工业化前期，在 34~66 时为工业化中期，在 67~99 时为工业化后期，100 及以上为后工业化阶段 [11]。从中国看，工业化综合指数超过 95，表明中国已处在工业化后期阶段。从各省看，东部沿海除海南、河北外其他各省及西部的重庆均已基本完成工业化，进入后工业化阶段；东北三省、中部六省、西部的陕西、内蒙古、宁夏、青海以及河北处在工业化后期；其余八省（均为西部省份）尚处在工业化中期，见表 2。

#### 4 电力弹性系数与工业化阶段的关系

产业结构和用电结构的不对称性对电力弹性系数影响很大。改革开放以来，中国第二产业用电量占全社会用电量的比重长期在 68% 以上，而其增加值占 GDP 的比重仅为 39%~48%；第三产业用电量占全社会用电量比重不到 17%，但其增加值比重已由 1978 年的 25% 上升到 2019 年的 54%；第二产业产值电耗是第三产业的 5~9 倍。因此产业结构调整对用电量增速的影响要远远大于对经济增速的影响。如 2000—2007 年，第二产业增加值占 GDP 比重持续提高，电力消费增速远远快于经济增速，第二产业电力弹性系数 > 1，导致全社会电力弹性系数也 > 1；2012 年以后，第二产业增加值占 GDP 比重持续下降，第二产业电力弹性系数下降到 0.61，尽管第三产业电力弹性系

表 2 2018 年全国 31 个省份工业化阶段判断  
Table 2 Determination of industrialization stage for China's 31 provinces in 2018

省份	指数	阶段	省份	指数	阶段
北京	140.4	4	山西	76.3	3
上海	140.3	4	江西	71.4	3
天津	140.1	4	黑龙江	70.0	3
浙江	112.9	4	湖南	68.5	3
广东	112.2	4	河北	68.3	3
江苏	105.4	4	安徽	68.0	3
福建	103.7	4	海南	67.9	3
重庆	102.7	4	河南	67.9	3
山东	100.1	4	四川	59.7	2
内蒙古	98.3	3	新疆	59.5	2
辽宁	85.6	3	广西	56.2	2
湖北	82.4	3	贵州	55.8	2
吉林	82.3	3	云南	55.7	2
陕西	77.3	3	甘肃	55.5	2
宁夏	77.1	3	西藏	50.9	2
青海	76.7	3			

数 > 1，但全社会电力弹性系数也回落至 0.74。第二产业对电力弹性系数的影响最大，1987 年以来第二产业电力弹性系数与全社会电力弹性系数走势高度吻合。图 2 是全社会与三次产业电力弹性系数的变化走势。

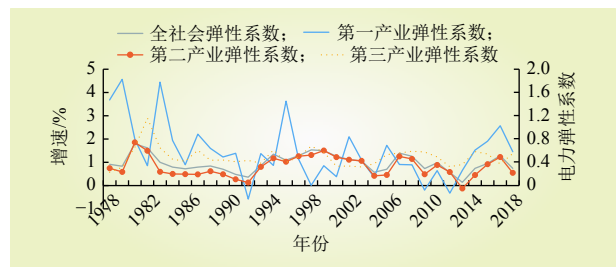


图 2 全社会和三次产业电力弹性系数变化情况  
Fig. 2 Variation of electricity elasticity coefficient for the whole society and three industries

随着工业化进程的推进，各地区电力弹性系数也经历了先上升后下降的过程。通过对 1990 年以来 31 个省份工业化进程各阶段电力弹性系数变化分析发现，在工业化前期和中期阶段，电力弹性系数普遍偏高，工业化中期多数省份电力弹性系数 > 1；工业化后期和后工业化阶段电力弹性系数逐渐下降，多数省份电力弹性系数 < 1。在



工业化前期阶段，约 60% 的省份电力弹性系数  $< 1$ ；在工业化中期阶段，约 62% 的省份电力弹性系数  $> 1$ ；在工业化后期阶段，约 74% 的省份电力弹性系数  $< 1$ ；在后工业化阶段，约 89% 的省份电力弹性系数  $< 1$ 。工业比重大的省份如新疆、青海、宁夏、内蒙古等，其工业化中期阶段电力弹性系数要远远  $> 1$ ，高于其他省份。图 3 是 1990 年以来各地区不同工业化阶段工业化综合指数与对应电力弹性系数的散点图。其中 9 个省份经历 2 个阶段，16 个省份经历 3 个阶段，6 个省份经历 4 个阶段，共形成 90 个散点。

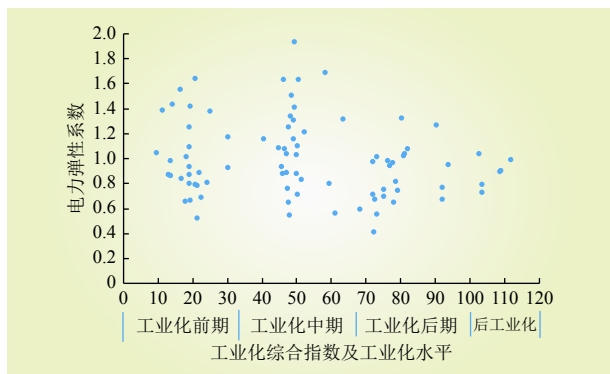


图 3 1990 年以来各省份电力弹性系数与工业化阶段的关系

Fig. 3 Relationship between electricity elasticity coefficient and industrialization stage for each province since 1990

国际经验显示，工业增加值占 GDP 比重对电力弹性系数影响很大；随着工业增加值比重的下降，电力弹性系数呈明显下降趋势。根据 1960 年以来美国、日本、韩国数据分析可知：美国、日本工业增加值比重不断下降，电力弹性系数也出现大幅下降；韩国工业增加值比重先提高后保持相对稳定，电力弹性系数相对较高，各阶段均在 1.0 以上。表 3 是美国、日本、韩国不同经济发展阶段的电力弹性系数。

### 5 “十四五”期间电力弹性系数预测

2020 年年初发生的新冠肺炎疫情将对宏观经济运行产生短期冲击，但不会改变中国经济长期向好的基本面。当前，境外疫情扩散蔓延势头并没有得到有效遏制，病毒或在较长时间与人类共存，全球经济下行可能通过外资外贸、供应链、

表 3 美国、日本、韩国不同发展阶段电力弹性系数  
Table 3 Electricity elasticity coefficients in different development stages for USA, Japan and South Korea

国家	年代	工业比重/%	电力弹性系数
美国	1960—1980	34	1.6
	1981—2000	26	0.8
	2001—2018	21	0.2
日本	1960—1975	42	1.3
	1976—2000	36	1.0
	2001—2018	28	-0.1
韩国	1961—1980	25	1.7
	1981—1998	35	1.3
	1999—2018	34	1.2

资金链等渠道对我国经济和金融市场产生冲击。此外，发达国家的技术封锁日趋严格，中国高技术产业发展面临严峻的“卡脖子”困境，产业结构升级面临阻碍。同时，“十四五”是实现两个百年奋斗目标的交汇期，中国将继续坚持供给侧结构性改革，深化要素市场化配置改革，以更高层次和更高水平的改革开放推动经济高质量发展。“十四五”期间中国经济仍然具有长期向好的基础。综合国内外权威机构判断，预计 2020 年中国 GDP 增长 2.0%~3.0%；考虑中国经济潜在增长率在 6.0% 左右，预计 2021 年 GDP 增速回升至 8.0% 左右，“十四五”期间年均增速在 5.5%~6.0%，中方案 5.8%。

新冠肺炎疫情对今年电力需求产生影响，但“十四五”期间中国电力需求仍有较大增长空间。目前，中国人均用电水平总体偏低，2019 年中国人均用电量 4 877 kW·h/人（不含线损电量），约为经济合作与发展组织 (OECD) 国家平均水平的 58%；人均生活用电量 732 kW·h/人，约为 OECD 国家平均水平的 28%。随着居民收入增长和生活水平提升，家庭电气化率将进一步提高，居民生活用电将大幅提高。考虑国内外疫情对中国经济的影响、国家“六稳”“六保”政策、电能替代及气候气温等因素，应用国家电网公司电力供需研究实验室<sup>[12]</sup>相关模型<sup>[13-14]</sup>（如图 4 所示），预计 2020 年全国全社会用电量增速处于 1.5%~3.5%，2020 年中国全社会用电量将分别达到 7.3 万亿~7.5 万亿 kW·h；受基数影响，2021 年用电增速大幅反弹，达 8.0%~10.0%；“十四五”

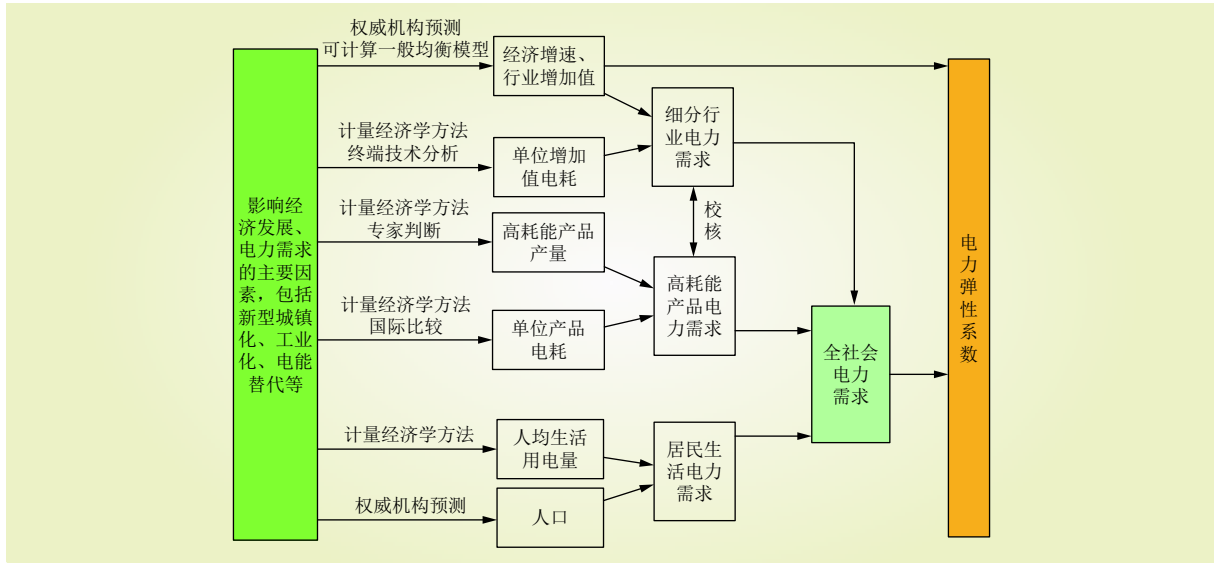


图 4 电力弹性系数预测模型  
Fig. 4 Prediction model of electricity elasticity coefficient

后四年用电增长恢复常态，处于 3.0%~4.6%；“十四五”期间年均增速处于 4.0%~5.6%，2025 年中国全社会用电量将分别达到 9.1 万亿~9.8 万亿 kW·h，中方案增速为 4.8%。

中方案下“十四五”期间全国电力弹性系数为 0.83，略低于 2010—2019 年水平，与中国处于工业化后期发展阶段相吻合。通过电力弹性系数的校核，说明“十四五”期间电力需求预测结果也符合中国经济发展阶段特征。

## 6 结语

电力弹性系数用以表征电力消费与经济增长之间关系，由于第二产业具有用电量比重大、产值单耗高等特征，全社会电力弹性系数与第二产业电力弹性系数关联性强。在工业化中期，各地区电力弹性系数普遍较高，之后出现明显下降；工业比重大的省份电力弹性系数比较高。“十四五”期间，中国经济实现高质量发展，电力需求将保持中速增长，2025 年全国电力需求将达到 9.1 万亿~9.8 万亿 kW·h，全国电力弹性系数在 0.83 左右，与中国工业化后期发展阶段相吻合。

## 参考文献：

- [1] 伍萱, 李琼慧. 关于我国电力弹性系数研究 [J]. 中国电力企业管
- [2] 郝卫平, 李琼慧, 赵一农. 我国电力弹性系数的现实意义 [J]. 中国电力, 2003, 36(5): 8-10.  
HAO Weiping, LI Qionghui, ZHAO Yinong. Current significance of electricity elasticity coefficient in China[J]. *Electric Power*, 2003, 36(5): 8-10.
- [3] 国家发展改革委宏观经济研究院能源研究所课题组. 我国电力消费弹性系数分析 [J]. 宏观经济研究, 2004(1): 38.
- [4] 姜绍俊. 电力与经济发展的相关性分析 [J]. 电力技术经济, 2006, 18(5): 11-13.  
JIANG Shaojun. Correlation analysis on electric power and economic development[J]. *Electric Power Technologic Economics*, 2006, 18(5): 11-13.
- [5] 单葆国, 李江涛, 谭显东. 经济转型时期电力弹性系数应用 [J]. 中国电力, 2017, 50(12): 1-4.  
SHAN Baoguo, LI Jiangtao, TAN Xiandong. The Application of electricity elasticity coefficient during economic transition period[J]. *Electric Power*, 2017, 50(12): 1-4.
- [6] 刘亚南, 林其友, 王骏等. 电力消费弹性系数与各产业关联度的研究 [J]. 广东电力, 30(5): 52-55.  
LIU Yanan, LIN Qiyu, WANG Jun, et al. Research on correlation between electricity elastic coefficient and corresponding industrial structure[J]. *Guangdong Electric Power*, 2017, 30(5): 52-55.
- [7] 约翰·伊特韦尔, 默里·米尔盖特. 新帕尔格雷夫经济学词典 [M]. 北京: 经济科学出版社, 1992.
- [8] 张培刚. 论工业化与现代化的涵义及其相互关系 [J]. 经济学家,



1992(4): 53-61.

ZHANG Peigang. The meaning of industrialization and modernization and their mutual relation[J]. *Economist*, 1992(4): 53-61.

[9] 陈佳贵, 黄群慧, 钟宏武. 中国地区工业化进程的综合评价和特征分析[J]. *经济研究*, 2006, 41(6): 4-15.

CHEN Jiagui, HUANG Qunhui, ZHONG Hongwu. The synthetic evaluation and analysis on regional industrialization[J]. *Economic Research Journal*, 2006, 41(6): 4-15.

[10] 中国经济增长与宏观稳定课题组. 城市化、产业效率与经济增长[J]. *经济研究*, 2009, 44(10): 4-21.

China's Growth and Macroeconomic Research Group. Urbanization, industrial efficiency and economic growth[J]. *Economic Research Journal*, 2009, 44(10): 4-21.

[11] 黄群慧. 中国的工业化进程:阶段、特征与前景[J]. *经济与管理*, 2013, 27(7): 5-11.

HUANG Qunhui. The Industrialization Process of China: Stages, Features and Prospects[J]. *Economics and Management*, 2013, 27(7): 5-11.

[12] 胡兆光, 单葆国. 电力供需模拟实验: 基于智能工程的软科学实验室[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.

[13] 单葆国, 孙祥栋, 李江涛, 等. 经济新常态下中国电力需求增长研判[J]. *中国电力*, 2017, 50(1): 19-24.

SHAN Baoguo, SUN Xiangdong, LI Jiangtao, *et al.* Analysis on China's electricity demand growth under the new economic norm[J]. *Electric Power*, 2017, 50(1): 19-24.

[14] 张成龙, 谭显东, 翁玉艳, 等. “十三五”以来电力消费增长原因分析及中长期展望[J]. *中国电力*, 2019, 52(8): 149-156.

ZHANG Chenglong, TAN Xiandong, WENG Yuyan, *et al.* Research on the reasons of the growth of electricity consumption during the 13th five-year plan period and medium- and long-term perspective[J]. *Electric Power*, 2019, 52(8): 149-156.

作者简介:

单葆国(1971—), 男, 硕士, 高级工程师(教授级), 从事能源经济模型、电力市场分析预测、电力需求与经济发展关系、电力需求侧管理等研究, E-mail: shanbaoguo@sgeri.sgcc.com.cn;

张成龙(1976—), 男, 通信作者, 博士, 高级工程师, 从事能源电力供需预测及预警研究, E-mail: zhangchenglong@sgeri.sgcc.com.cn.

(责任编辑 杨彪)

## Relationship between Electricity Elasticity Coefficient and Industrialization Stage in China

SHAN Baoguo<sup>1,2</sup>, ZHANG Chenglong<sup>1</sup>, WANG Xiang<sup>1</sup>, YAO Li<sup>1</sup>, LIU Qing<sup>1</sup>, TAN Xiandong<sup>1</sup>

(1. State Grid Energy Research Institute Co., Ltd., Beijing 102209, China; 2. MOE Key Laboratory of Resources and Environmental Systems Optimization, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

**Abstract:** The electricity elasticity coefficient is an index used to express the relationship between electricity consumption and economic growth. This paper studies the relationship between the electricity elasticity coefficient and industrialization process, which will have practical significance. The main conclusions of this study are that in the middle stage of industrialization, the electricity elasticity coefficient in various regions is generally high, and then it decreases obviously; the electricity elasticity coefficient in the provinces where the industry ratio is significant is relatively high. During the Fourteenth Five-Year Plan period (2021~2025), China will achieve high-quality economic development, and the electricity demand will maintain a moderate speed of growth with the national electricity elasticity coefficient of about 0.8, which is consistent with the later stage of China's industrialization.

This work is supported by the Science and Technology Project of SGCC (Research and Application of Energy and Power Demand Forecasting Technology based on "Two Step" Strategy in the New Era, No.52130N18001G).

**Keywords:** electricity elasticity coefficient; industrialization stage; provincial region; industry ratio; electricity demand