

# 基于泰尔指数的中国能源消耗时空特征定量分析

徐超<sup>1,2,3</sup>, 王云鹏<sup>1</sup>, 黎丽莉<sup>1</sup>

(1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640; 2. 中国科学院大学, 北京 100039;  
3. 中国科学院广州能源研究所, 广东 广州 510640)

**摘要:**利用泰尔指数,对中国八大经济区1996—2013年能源消耗总量及能耗结构特征进行了定量分析,结果表明:中国能源消耗规模空间差异主要是由区域间的差异引起,能源政策制定和实施等应该依据八大区划实行分区化管理,对北部沿海地区内部省市差异逐渐扩大的趋势应该予以重视;中国各省区能源消耗结构空间差异要大于能源消耗水平的差异,其中天然气消耗占比差异最大;能源消耗结构差异来源与能源消耗规模差异来源不同,石油、天然气消耗占比差异主要是由区域内部省市差异引起;各区域内省区的能源消耗结构在趋同发展中,一定程度上说明了我国邻近省区能源结构的相似性。

**关键词:**泰尔指数;能源消耗;时空特征;能源结构

中图分类号:F224

文献标识码:A

文章编号:1674-9944(2017)8-0174-06

DOI:10.16663/j.cnki.lskj.2017.08.071

## 1 引言

作为世界上最大的发展中国家以及人口最多的国家,中国的能源问题不仅仅关系到自身的可持续发展,还会对全球的能源格局和环境带来重要影响。当前中国能源消耗仍然是以一次能源为主,2013年国内统计数据显示全国能源消耗达394794万t标准煤,其中煤炭消耗281488万t标准煤,占消耗总量的71.3%。而中国在第六个五年计划开始的1981年,全国能源消耗量为59447万t标准煤,煤炭消耗量为43243万t标准煤。33年时间,能源消耗总量翻了6.64倍,煤炭消耗总量翻了6.50倍,能源结构并没有发生大的变化。20世纪70年代以来的中国经济高速发展,能源消耗的不断增长,使得发达国家上百年工业化过程中分阶段出现的能源和环境问题在中国集中出现,国家的可持续发展受到严重挑战<sup>[1]</sup>。2014年,中国政府发布《能源发展战略行动计划(2014~2020年)》,提出到2020年,中国一次能源消耗总量控制在480000万t标准煤左右,煤炭消费总量控制在300000万t标准煤左右,煤炭消费比重控制在62%以内。要完成中国的能源消耗控制目标,实践能源政策,有必要对中国能源消耗特征进行分析。中国幅员辽阔,经济水平、能源禀赋以及能源消耗都存在着巨大的区域差异,能源消耗及能源结构的分布及演化也不完全相同。在合适的时空尺度准确研究我国能源消耗及能源结构的时空特征对于我国能源战略的制定与能源消耗的控制都具有重要的意义。但现有的研究多局限于单个研究区或省域尺度的分析,即使涉及能源消耗空间特征分析,也都局限于传统的东中西区域划分,空间特征分析较为笼统,并且同时从时间和空间两个纬度来进行分析的研究较少。本研究将充

分考虑中国能源相关指标的区域差异,利用中国1996~2013年共18年能源消耗数据,定量分析中国能源消耗时空特征,期望为中国能源政策的制定提供科学参考。

## 2 研究区域与方法

### 2.1 研究区域与数据

中国地大物博,地域间历史及地理条件、人口规模、资源禀赋、经济结构以及经济水平等都具有明显的差异,加上中国自改革开放以来,在不同时期对不同区域实行了一些针对性经济鼓励政策,从而形成了不同风格的经济区域。由于中国东部沿海地带在改革开放初期作为率先开放的窗口,经济得到了迅速的发展,沿海地区产生了一批中国经济领头羊的“经济特区”,这种经济发展水平的由高到低地差异体现在国内经济区域的划分即东部、中部、西部三大区域。诸多对中国能源消耗空间特征分析的研究都是采用传统的东、中、西三大地带划分方法<sup>[2,3]</sup>。这种划分方法沿用多年,但东、中、西地带间的省市差异较大,为了更真实反映中国能源消耗的空间特性,本研究采用中国“十一五”规划时提出的更细致的八大区划分方法。根据地域相邻、产业结构类似、发展水平相近的特点,对中国经济区域规划进行更为细致的划分,形成八大经济区:北部沿海地区(山东、河北、北京、天津)、东北地区(辽宁、吉林、黑龙江)、东部沿海地区(上海和江苏、浙江)、黄河中游地区(陕西、河南、山西、内蒙古)、南部沿海地区(广东、福建、海南)、西北地区(甘肃、青海、宁夏、西藏、新疆)、西南地区(广西、云南、贵州、四川、重庆)、长江中游地区(湖南、湖北、江西、安徽)。

本研究采用中国大陆30个省区(除西藏自治区)

收稿日期:2017-03-10

基金项目:国家科技支撑项目(编号:2012BAH32B03);广东省自然科学基金项目(编号:S2013010014097)

作者简介:徐超(1984—),男,硕士,主要从事环境遥感与GIS方面的研究。

通讯作者:王云鹏(1968—),男,研究员,博士生导师,主要从事环境遥感与地球化学专业的研究。

1996~2013年各能源消耗数据,包括能源消耗总量、煤炭消耗总量、石油消耗总量、天然气消耗总量。其中石油消耗总量中的石油包含原油以及原油制品。数据主要来源于《中国能源统计年鉴》,局部缺失数据由《新中国60年统计资料汇编》、《中国统计年鉴》以及各地方统计年鉴中数据补充。所有数据均折算为吨标准煤单位后,再进行其他相关指标的计算。

## 2.2 研究方法

本研究引入计量经济统计中的泰尔指数来定量分析中国能源消耗的空间分布差异。泰尔指数又称锡尔指数,1967年由计量经济学家 Theil Henri 根据信息理论中的熵概念提出,用于定量分析区域间经济发展差异、收入分配均衡等情况<sup>[4,5]</sup>。与其他衡量区域差异指标如变异系数、应用最广泛的基尼系数等的不同在于,泰尔指数能够深入考察对象各层次的差异及相互关系,即能够将区域总差异分解为子区域间及子区域内部等多层差异,并且能通过分析各层次差异的贡献率来揭示各层次差异在总体差异中的影响规律。由于泰尔指数的可分解性等优点,自提出以来,作为衡量区域差异的重要指标被广泛应用于经济学等领域<sup>[6,7]</sup>。近年来,国内学者从地理空间统计角度引入泰尔指数进行了一些扩展研究,如王贞超等利用泰尔指数从空间集聚角度揭示了常州市土地利用时空分布特征<sup>[8]</sup>,孙才志等借助泰尔指数计算方法,探索分析中国近11年的水足迹强度发展空间格局变化规律<sup>[9]</sup>,2010年,康晓娟等引入泰尔系数以中国东中西三大地带为子区域进行了能源消费总量的区域差异分析<sup>[10]</sup>,探讨了中国东中西部区域能源消费的差异。在前人研究的基础上,本研究基于1996—2013年中国能源消费相关数据,通过地理区域划分,引入泰尔指数分解,不仅研究中国能源消耗总量的时空分布特征,还将研究不同类型能源消耗的时空分布特征;不仅从整体角度上对能源消耗时空分布特征进行分析,而且根据不同经济发展水平和产业结构等,研究经济划分区域之间以及内部的能源消耗时空分布差异。

本研究的泰尔指数计算公式如公式1显示,其中 $n$ 为区域个数, $E_i$ 为地区 $i$ 能源消耗总量占全国能源消耗总量比重, $G_i$ 为地区 $i$ 的GDP占全国GDP比重,即选用与能源消耗关系最密切的地区GDP比重作为泰尔指数计算的权重。

$$T_n = \sum_{i=1}^n G_i \lg \frac{G_i}{E_i} \quad (1)$$

如果将研究区域按照一定规则分组,则可将泰尔指数分解为

$$T_n = T_a + T_b = \sum_{i=1}^n G_i \lg \frac{G_i}{E_i} + \sum_{i=1}^m (G_i \sum_{j=1}^m G_{ij} \lg \frac{G_{ij}}{E_{ij}}) \quad (2)$$

其中 $T_a$ 为组间差异, $T_b$ 为组内差异。 $i$ 表示组, $n$ 为分组的个数, $j$ 为组内的子区域(本研究中即为省), $G_i$ 表示第 $i$ 组的GDP占全国GDP的比重, $E_i$ 表示第 $i$ 组能源消耗总量占全国能源消耗总量的比重(分能源种类则是各能源消耗总量占分能源种类消耗总量的比重), $G_{ij}$

表示第 $j$ 省GDP在第 $i$ 组GDP中所占比重, $E_{ij}$ 则表示第 $j$ 省能源指标在第 $i$ 组能源指标中所占比重。泰尔指数计算可以采用不同正数为底的对数运算,结果仅具有相对意义,在本研究中以正数10为底进行运算。

泰尔指数分析空间差异性的优势在于,不仅能够判断对象整体差异水平,还能够区分组间差异和组内差异对整体差异的贡献大小。本研究中以八大区划为单元计算能源消耗泰尔指数,分为八大区划间泰尔指数计算和区划内各省市泰尔指数计算,则我们可以定义区划间差异对整体差异贡献率为 $P_a$ ,区划内差异整体差异贡献率为 $P_i$ ,其中 $i=1,2,3,4,5,6,7,8$ 分别代表北部沿海、东北地区、东部沿海、黄河中游、南部沿海、西北地区、西南地区、长江中游:

$$P_a = \frac{T_a}{T_n} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i \lg \frac{G_i}{E_i}}{\sum_{i=1}^n G_i \lg \frac{G_i}{E_i} + \sum_{i=1}^m (G_i \sum_{j=1}^m G_{ij} \lg \frac{G_{ij}}{E_{ij}})} \quad (3)$$

$$P_i = \frac{G_i \sum_{j=1}^m G_{ij} \lg \frac{G_{ij}}{E_{ij}}}{\sum_{i=1}^n G_i \lg \frac{G_i}{E_i} + \sum_{i=1}^m (G_i \sum_{j=1}^m G_{ij} \lg \frac{G_{ij}}{E_{ij}})} \quad (4)$$

根据公式分别区划间和区划内差异对整体差异的贡献率大小。

## 4 实证结果与分析

### 4.1 能源消耗规模的时空差异测量

本研究分别以各省市为单元以及八大区域为单元,用泰尔指数对我国能源消耗规模以及能源消耗结构的时空差异进行了测度。能源消耗规模测度结果如表1和图1所示。

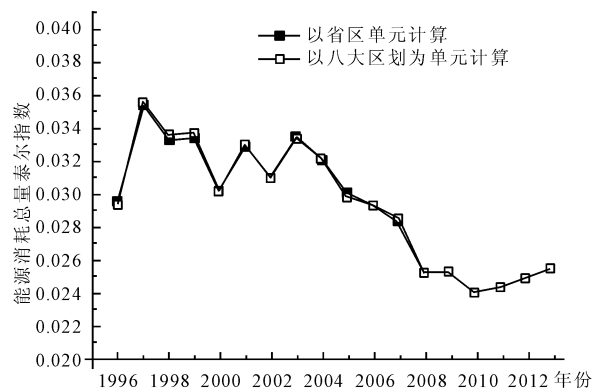


图1 能源消耗总量泰尔指数变化

从表1和图1可以看出,对于能源消耗总量,以省市为单元计算的结果与以八大区域为单元计算的结果趋势和数值都几乎一致,能源消耗水平的泰尔指数都随时间呈缩小趋势,表明我国的能源消耗空间差异是逐渐缩小的。

进一步分析表1可以得出,区域间差异是构成我国能源消耗总量空间差异的主要原因,历年对总空间差异的贡献率都达60%以上,表明各区域之间能源消耗总量水平的差异要远远大于各区域内部省市能源消耗总量水平的差异,这从侧面表明八大区域的划分在能源消

耗总量规模上也是相对合理的。但区域间差异的贡献率随时间呈现明显下降趋势,我国八大区域内部省市差异对整体差异的贡献比重在增加。

表1 各省市及区域能源消耗规模空间差异情况

		以省区	以八大区域为单元										
		为单元	总体	区域间	区域内	北部沿海	东北地区	东部沿海	黄河中游	南部沿海	西北地区	西南地区	长江中游
1996	指数值	0.029 7	0.029 6	0.025 1	0.004 5	0.001 94	0.000 24	0.000 63	0.003 95	0.000 16	0.000 01	-0.002 99	0.000 57
	贡献率(%)	100.00	100	84.81	15.19	6.55	0.81	2.13	13.34	0.54	0.03	-10.1	1.93
1997	指数值	0.035 4	0.035 5	0.025 5	0.009 9	0.001 79	0.000 12	0.000 35	0.003 94	0.000 13	0.000 02	0.002 92	0.000 68
	贡献率(%)	100.00	100	71.98	28.02	5.04	0.34	0.99	11.10	0.37	0.06	8.23	1.92
1998	指数值	0.033 3	0.033 6	0.024 0	0.009 6	0.001 95	0.000 04	0.000 27	0.002 81	0.000 20	0.000 01	0.003 58	0.000 73
	贡献率(%)	100.00	100	71.45	28.55	5.80	0.12	0.80	8.36	0.60	0.03	10.65	2.17
1999	指数值	0.033 4	0.033 8	0.024 1	0.009 8	0.002 14	0.000 02	0.000 29	0.002 99	0.000 14	0.000 07	0.003 10	0.001 01
	贡献率(%)	100.00	100	71.14	28.86	6.33	0.06	0.86	8.84	0.41	0.21	9.17	2.99
2000	指数值	0.030 3	0.030 3	0.021 4	0.008 9	0.002 04	0.000 14	0.000 13	0.002 77	0.000 01	0.000 08	0.002 78	0.000 96
	贡献率(%)	100.00	100	70.62	29.38	6.73	0.46	0.43	9.14	0.03	0.26	9.18	3.17
2001	指数值	0.032 9	0.033 1	0.023 4	0.009 7	0.002 42	0.000 14	0.000 24	0.003 45	0.000 05	0.000 05	0.002 71	0.000 63
	贡献率(%)	100.00	100	70.67	29.33	7.31	0.42	0.73	10.43	0.15	0.15	8.20	1.91
2002	指数值	0.031 1	0.031 1	0.021 4	0.009 7	0.002 96	0.000 11	0.000 27	0.003 58	0.000 10	0.000 05	0.002 27	0.000 31
	贡献率(%)	100.00	100	68.91	31.19	9.53	0.35	0.87	11.53	0.32	0.16	7.31	1.00
2003	指数值	0.033 5	0.033 4	0.023 3	0.010 1	0.003 69	0.000 08	0.000 15	0.002 89	0.000 16	0.000 32	0.002 53	0.000 25
	贡献率(%)	100.00	100	69.84	30.16	11.05	0.24	0.45	8.65	0.48	0.96	7.58	0.75
2004	指数值	0.032 2	0.032 2	0.022 9	0.009 3	0.003 68	0.000 17	0.000 01	0.002 38	0.000 16	0.000 32	0.002 17	0.000 45
	贡献率(%)	100.00	100	71.02	28.98	11.43	0.53	0.03	7.39	0.50	0.99	6.74	1.40
2005	指数值	0.030 2	0.029 9	0.020 6	0.009 3	0.003 68	0.000 19	0.000 02	0.002 71	0.000 17	0.000 33	0.001 76	0.000 41
	贡献率(%)	100.00	100	69.04	30.96	12.32	0.64	0.07	9.07	0.57	1.10	5.89	1.37
2006	指数值	0.029 4	0.029 4	0.020 1	0.009 4	0.003 91	0.000 10	0.000 02	0.003 04	0.000 17	0.000 37	0.001 28	0.000 50
	贡献率(%)	100.00	100	68.13	31.87	13.28	0.34	0.07	10.32	0.58	1.26	4.35	1.70
2007	指数值	0.028 5	0.028 6	0.019 3	0.009 4	0.003 88	0.000 12	0.000 02	0.003 12	0.000 13	0.000 31	0.001 35	0.000 45
	贡献率(%)	100.00	100	67.28	32.72	13.55	0.42	0.07	10.90	0.45	1.08	4.71	1.57
2008	指数值	0.025 4	0.025 4	0.016 8	0.008 6	0.003 62	0.000 08	0.000 02	0.002 87	0.000 14	0.000 26	0.001 21	0.000 35
	贡献率(%)	100.00	100	66.26	33.74	14.27	0.32	0.08	11.31	0.55	1.02	4.77	1.38
2009	指数值	0.025 5	0.025 5	0.016 9	0.008 6	0.004 31	0.000 09	0.000 01	0.002 46	0.000 16	0.000 14	0.001 03	0.000 38
	贡献率(%)	100.00	100	66.42	33.58	16.91	0.35	0.04	9.65	0.63	0.55	4.04	1.49
2010	指数值	0.024 2	0.024 2	0.015 9	0.008 3	0.004 18	0.000 08	0.000 03	0.002 28	0.000 10	0.000 14	0.001 06	0.000 44
	贡献率(%)	100.00	100	65.69	34.31	17.27	0.33	0.12	9.42	0.41	0.58	4.38	1.82
2011	指数值	0.024 6	0.024 6	0.016 2	0.008 4	0.004 18	0.000 09	0.000 02	0.002 20	0.000 11	0.000 18	0.001 13	0.000 48
	贡献率(%)	100.00	100	65.91	34.09	17.01	0.37	0.08	8.95	0.45	0.73	4.60	1.95
2012	指数值	0.025 1	0.025 1	0.016 5	0.008 6	0.004 23	0.000 10	0.000 03	0.002 47	0.000 08	0.000 17	0.001 07	0.000 44
	贡献率(%)	100.00	100	65.75	34.25	16.88	0.40	0.12	9.86	0.32	0.69	4.27	1.76
2013	指数值	0.025 7	0.025 7	0.016 2	0.009 5	0.004 99	0.000 13	0.000 02	0.003 02	0.000 10	0.000 22	0.000 93	0.000 11
	贡献率(%)	100	100	62.94	37.06	19.44	0.51	0.08	11.77	0.39	0.86	3.62	0.43

各区域内部空间差异水平不尽相同,黄河中游地区内部差异水平较高,位于八大区域的前列,贡献率历年均在10%上下波动;西南地区内部空间差异呈明显下降趋势,表明西南地区内部省市差异在逐渐缩小,2002年西南地区泰尔指数被北部沿海地区超越,退于八大区域的第三位;与黄河中游和西南地区发展趋势相悖的是北部沿海地区,泰尔指数呈明显上升趋势,贡献率由1996~2001年7%左右,上升至2013年的19%以上,内部差异也于2002年开始位于八大区域之首。由此也可以看出,北部沿海地区差异扩大是区域内差异贡献率增加的主要原因。黄河中游、西南地区以及北部沿海3个地区的内部差异的贡献率达区域内贡献率的90%以上。其他5个地区内部差异都较小,表明其他五个地区内部省市间能源消耗总量水平相当,比较均衡。

2013年空间差异最大的北部沿海地区平均能源消耗为19907万t标准煤,其中的北京和天津消耗分别为6724万t标准煤和7882万t标准煤,仅在平均水平的1/3左右;而剩下的河北(29664万t标准煤)和山东(35358万t标准煤)则高于平均水平1.5倍以上,能源消耗总量在北部沿海地区呈现两极分化的情况,两极分化的程度在时间上是呈加剧态势。

#### 4.2 能源消耗结构的时空差异测量

分别以省区和八大区域为单元,计算单元历年3种能源消耗占消耗总量的比重(分省区的数据来源于中国能源统计年鉴,但年鉴中,煤炭消耗量换算为标准煤后,比能源消耗总量还要大,所以算比重存在问题。本文中占比就是用分类能源消耗量/煤炭+石油+天然气),并利用公示(1)、(2)、(3)、(4)依次完成空间差异和贡献率

的测度(由于数据统计缺失的原因,能源消耗结构空间差异测度时间序列为2005~2012年)。

图2显示了以省区和八大区域为单元的煤炭占比、石油占比和天然气占比的泰尔指数变化图。从图中可以看出,天然气占比泰尔指数远远超过煤炭和石油,表明我国各省市和区域的天然气消耗水平差距很大。我国天然气消耗比重相对靠前的省区都是天然气资源禀赋较丰富的省区,如海南、青海、四川和重庆、新疆,以及天然气管道建设完善的北京,历年比重均达10%以上,2013年,北京天然气消耗比重达到23.4%,海南则历年均在20%以上。而天然气比重低的省区比值非常小,以贵州、广西为代表,天然气消耗比重历年均小于1%。两极分化现象明显,天然气消耗水平不平衡现象突出。但从泰尔指数的时间趋势上,可以看出,地区不平衡的差距处于缩小的趋势,随着天然气相关的应用推广,包括资源辐射和管道建设,天然气消耗的地区差异会进一步缩小。

石油和煤炭占比的泰尔指数相对较小,表明煤炭和石油在省区消耗中相对平衡。以省区为单元来看,煤炭占比位于前列的有山西、内蒙古、宁夏,大部分年份比重在90%以上,其次河南、河北、安徽、江西、湖南等大部分年份比重在80%以上,最低的北京、上海,比重虽然下降明显,仍然在30%左右。石油占比历年位于前列的有北京、天津、上海、辽宁、广东,历年比重位于40%以上,北京能源消耗结构中石油占比上升明显,2012年北京石油消耗比重最大,广东石油占比呈下降趋势,2005年广东石油占比以55%超过其他省区,后下降至2013年的45%,但仍然位于前列;相对比重低的是山西、宁夏、内蒙古,比重小于7%。

从时间序列上分析,煤炭消耗水平差异逐渐在缩小中,而石油消耗的差距在2005年到2007年呈扩大趋势,2007年以后呈相对明显的缩小趋势。表明无论是石油还是煤炭,消耗在地区上的差异都在逐渐的缩小中。

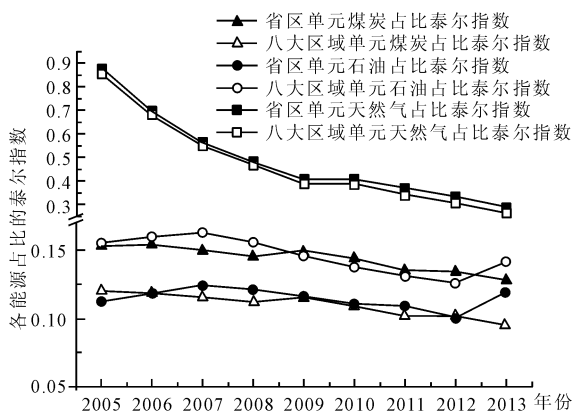


图2 煤炭、石油和天然气占比的泰尔指数

图3显示了各能源占比在八大区域间和区域内的泰尔指数变化,与能源消耗总量差异构成并不相同。煤炭占比的历年的区域间和区域内的差异贡献率相当,均在50%左右,表明八大区域能源消耗结构中煤炭比例差异和区域内各省市能源结构中煤炭比例差异水平相

当,他们共同导致了我国能源消耗结构中煤炭消耗水平的差异。石油消耗,区域内差异贡献率略高于区域间,并且两者贡献差距随时间呈缓慢增加趋势,表明区域内各省区石油消耗占比的差别要大于区域间石油消耗占比的差异,并且随着时间的发展,我国能源消耗结构中石油占比差异更多来源于八大区域内省区的差异。这种趋势更明显的体现在天然气消耗中,2005年以来,我国能源消耗结构中天然气消耗占比的空间差异大部分都来源于区域内各省区的差异,并且区域内差异贡献比重一直在增加,到2013年,区域内差异贡献率达到了67.8%。

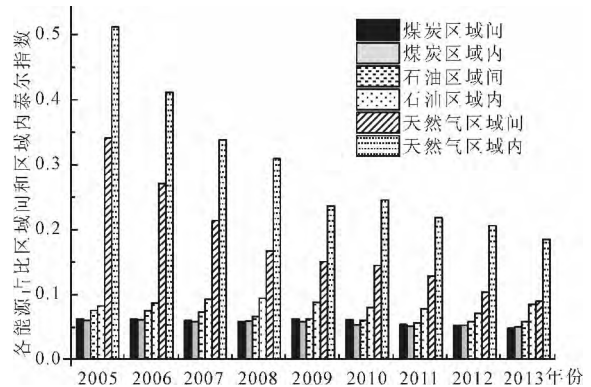


图3 各能源占比区域间和区域内泰尔指数变化

与能源消耗总量差异构成中区域间差异远远大于区域内差异所不同,天然气消耗占比、石油消耗占比空间差异大部分都来源于区域内的差异,并且随时间呈加重趋势,即使是煤炭占比,区域间和区域内差异贡献也是相当。因此,有必要对各区域内差异进行进一步的分析。

从图4中可以清晰地看出各区域内能源消耗结构差距随时间呈现明显缩小趋势,表明各区域内省区的能源消耗结构在趋同发展中。东部沿海、黄河中游、长江中游各自区域内省区的能源消耗结构差异缩小明显。

南部沿海地区内能源消耗结构差别最大,天然气占比差别非常明显,这是由于南部沿海地区内的海南由于资源禀赋原因,天然气消耗占比远远高于广东和福建,而福建的煤炭占比又远高于广东和海南,石油占比差距要小于天然气和煤炭,但与其他区域内石油占比差异相比仍然处于前列,广东石油占比高于福建和海南。北部沿海地区能源消耗结构差别强度仅次于南部沿海地区,天然气占比差别明显的原因在于北部沿海地区内的北京能源消耗结构相对合理,天然气占比远超过区域内其他省区,石油占比和煤炭占比差异主要来源于河北与其他三省的差异,河北能源消耗结构中煤炭一直位于前列,且占比下降不明显,而北京、天津和山东煤炭消耗占比下降明显。东北地区 and 西北地区内各省区的能源消耗结构相近,能源消耗结构趋同。西南地区内省区的能源消耗结构,四川和重庆由于天然气资源丰富,在能源消耗中占比远远高于其他省区,且天然气占比的差距并没有随时间明显缩小。西北地区能源消耗结构差别相对其他地区不大,但可以发现青海、新疆天然气消耗比

较高,宁夏、甘肃占比较小;石油占比,新疆、甘肃比青海、尤其是宁夏要高,而煤炭占比,宁夏远高于其他地区。

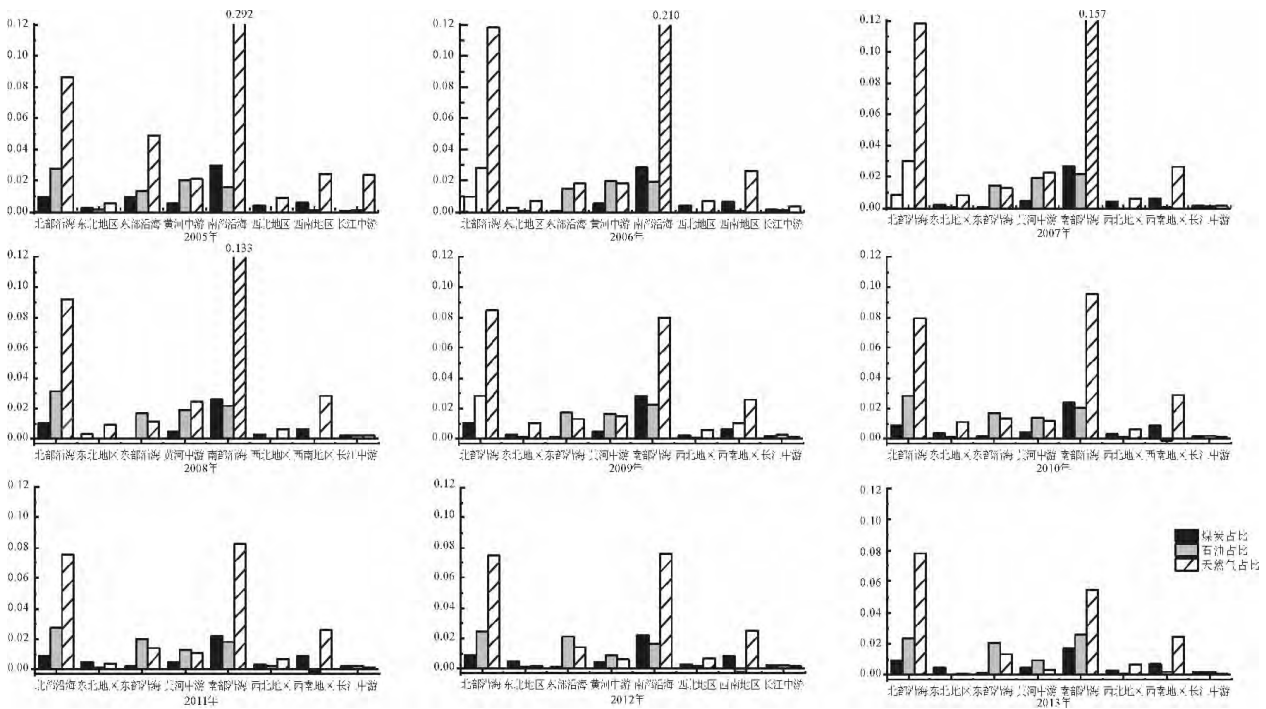


图4 各区域内历年各能源占比的泰尔指数

### 4 结论与讨论

中国能源消耗水平无论在规模还是在结构上都存在明显差异,相关能源政策的制定和节能工作的展开都需要针对差异实行区别对待。

(1)能源消耗规模空间差异主要是由区域间的差异引起。能源政策制定和实施等应该依据八大区划实行分区化管理。虽然各区域内能源消耗规模差异贡献较小,但对北部沿海地区内部省市差异逐渐扩大的趋势应该予以重视。

(2)从泰尔指数数值上可以判断出中国各省区能源消耗结构空间差异要大于能源消耗水平的差异。天然气消耗差异最大,天然气消耗占比受天然气资源禀赋影响最大,比重相对靠前的省区都是天然气资源禀赋较丰富的省区,如海南、青海、四川和重庆、新疆,以及天然气管道建设完善的北京。但天然气消耗的差异随时间呈明显缩小趋势,相信随着天然气相关设施的建设和应用推广,差距有望进一步缩小。能源消耗结构中煤炭和石油的空间差异水平相当,煤炭占比位于前列的有山西、内蒙古、宁夏,他们同时是石油占比最低的三个省区,煤炭占比低是北京、上海。石油占比历年位于前列的有北京、天津、上海、辽宁、广东。

(3)能源消耗结构差异来源与能源消耗规模差异来源不同,石油、天然气消耗占比差异主要是由区域内部省市差异引起。区域间和区域内煤炭差异贡献均等,而区域内各省区石油消耗占比的差别要大于区域间石油消耗占比的差异,并且随着时间的发展,中国能源消耗结构中石油占比差异更多来源于八大区域内省区的差异。这种趋势更明显的体现在天然气消耗中。

(4)各区域内省区的能源消耗结构趋同发展,一定程度上反映了我国邻近省区能源结构的相似性。东部沿海、黄河中游、长江中游各自区域内省区能源消耗结构差异随时间呈现明显缩小趋势。南部沿海地区能源消耗结构差异在缩小,但步伐应该要继续加大,海南的天然气资源如果能够突破地理限制为广东、福建所用,能源消耗结构应该更为合理。北部沿海地区的河北能源消耗结构亟需进行调整,要向同地区的北京、天津和山东学习,缩小煤炭占比差距。西南地区应该向东部沿海地区学习,缩小能源消耗结构中天然气占比差距,应该依托四川和重庆资源禀赋,推广天然气应用。西北地区的宁夏亟需要调整能源消耗结构,摆脱超级依赖煤炭消耗发展的模式。

#### 参考文献:

[1] 国务院. 中国的环境保护(1996—2005)[R]. 北京: 国务院, 白皮书, 2006.

[2] 梁 竞, 张力小. 基于 Theil 指数的城市能源消费空间差异测度分析[J]. 中国人口资源与环境, 2010, 20(3): 85~88.

[3] 张志辉. 中国区域能源效率演变及其影响因素[J]. 数量经济技术经济研究, 2015(8): 73~88.

[4] Henri Theil, James L. Seale. The Geographic Distribution of World Income, 1950—1990 [J], DeEconomist, 1994(4): 142.

[5] Henri Theil, Charles B. Moss. A Proposed Set of Nine Regions For The United States and The Inequality of Population Densities [J]. Empirical Economics, 2000(25): 715~719.

[6] Pedro Conceicao, James K. Galbraith, Peter Bradford. The Theil Index in Sequences of Nested and Hierarchic Grouping Structures: Implications for the Measurement of Inequality through Time with Data Aggregated at Different Levels of Industrial Classification [M]. UTIP(the University of Texas Inequality Project) working

paper, 2000.

- [7]丁建福,王绍光,萧今. 中国县际经济差异的时空演变趋势: 1997—2010 [J]. 经济地理, 2015, 35(11): 15~28.
- [8]王贞超,李满春,李飞雪. 基于锡尔指数的区域土地利用时空分布特征——以常州市为例 [J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(8): 951~956.

- [9]孙才志,刘玉玉,陈丽新,等. 基于基尼系数和锡尔指数的中国水足迹强度时空差异变化格局 [J]. 生态学报, 2010, 30(5): 1312~1321.
- [10]康晓娟,杨冬民. 基于泰尔指数法的中国能源消费区域差异分析 [J]. 资源科学, 2010, 32(3): 485~490.

## Quantitative Analysis on Spatiotemporal Characteristics of China Energy Consumption Based on Theil Index

Xu Chao<sup>1,2,3</sup>, Wang Yunpeng<sup>1</sup>, Li Lili<sup>1</sup>

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, 510640, China)

**Abstract:** The Chinese government set a target to control its energy consumption in Energy development strategy Action Plan (2014—2020). A quantitative analysis on the temporal and spatial characteristics of China energy consumption has significant and practical meaning to realize the target. Recent research mostly confined to single research area or provincial level area. Even analysis related with space characteristics of energy consumption, research area was only divided into three parts: east area, middle area and west area. The present study analyzed the temporal and spatial characteristics of energy consumption among China's eight regions with energy consumption data from 1996—2013 based on the method of Theil Index. Results show that China energy consumption scale difference between eight regions is bigger than that each region inside. The increasing disparity among the inner area of North Sea coast should be concerned. Difference of energy consumption structure is bigger than that energy consumption scale. Difference of oil and gas consumption mostly comes from the inner province of region. The provinces' energy consumption structures in each region inside shows the identical tendency, which indicated in part that adjacent provinces have the similar energy consumption structure.

**Key words:** Thiel index; energy consumption; temporal and spatial characteristics; energy consumption structure

(上接第 173 页)

## Analysis on Key Points of Energy Saving Assessment of Railway Logistics Base Project

Cui Dongkun

(China Railway Engineering Consulting Group Co. LTD, Beijing 100055, China)

**Abstract:** Taking the reconstruction and extension project of a railway logistics base as an example, the analysis on the content and points of energy saving assessment are made starting from the main energy consumption equipment assessment and energy saving measures, so as to provide practical reference and guidance for the specific energy saving assessment.

**Key words:** railway logistics base; energy saving assessment; energy saving measures