

基于信息熵的天然气区域市场消费 结构演变研究

——以大华北地区为例

秦云松¹, 张吉军¹, 王小林^{2,3}, 戴 胜²

(1. 中国石油化工股份有限公司 天然气分公司, 北京 100120; 2. 中国地质大学 经济管理学院, 湖北 武汉 430074;
3. 中国地质大学 资源环境经济研究中心, 湖北 武汉 430074)

[摘 要] 目前中国天然气消费结构不合理, 市场价值没有得到充分体现, 难以在市场中实现合理配置。基于此, 将信息熵理论用于天然气区域消费结构演变研究, 以大华北地区的北京、山东、山西以及内蒙古等 8 个省市区天然气消费结构变化为例, 深入研究该区域 2001—2010 年天然气消费结构信息熵变化过程。研究表明: 天然气管网网络化、供应主体多元化推动了大华北地区天然气需求的快速增长, 2008 年以后天然气市场进入快速发展和市场消费结构逐步调整阶段, 天然气资源流向由以工业用气为主转向城市燃气、商业和交通运输业等领域, 多元化消费结构逐步形成和优化。大华北地区天然气消费结构空间差异性较为显著, 天然气消费结构信息熵呈现出由东部向西部逐渐降低的规律, 表现东部地区天然气消费承受能力较高, 商业、公共服务和交通等行业消费比例进一步提高; 而西部地区则由于消费承受力较弱, 消费结构趋于单一, 主要以工业燃料和化工原料为主, 但随着管网完善和供气气源的丰富, 城市燃气中的居民消费比例将进一步提高, 消费结构逐步优化。

[关键词] 天然气市场; 区域消费结构; 信息熵; 时空演变

[中图分类号] F407. 22 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-5595(2013)04-0001-07

一、引言

能源是一个地区和一个国家发展的必要物质基础, 能源数量短缺或消费结构不合理都将严重影响地区和国家的安全与发展^{[1]1280-1285}。国际能源署(IEA)2010 年报告对中国天然气市场进行了全面评估, 报告显示, 2010 年中国天然气消费量为 $1\ 070 \times 10^8 \text{ m}^3$, 比 2009 年增长 18.2%, 已成为世界第四大天然气消费国, 并预计 2015 年消费量将达到 $2\ 600 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右, 占一次能源消耗量的 7%, 2020 年约为 $3\ 500 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。^[2] 目前中国天然气市场定价主要采用成本加成法, 其市场价格远低于替代能源价格(如

煤、LPG 等), 虽然极大推动了市场消费与扩张, 但导致了天然气消费结构比较单一, 结构不合理, 其市场价值没有得到充分体现, 天然气资源在市场中没有得到合理配置^[3-4]。中国天然气消费模式正逐步由供应驱动消费向需求拉动消费模式转变, 天然气市场结构如何变化直接关系到能源消费安全, 从长远来看, 中国天然气利用形势依然十分严峻^[5]。故研究天然气消费结构演变规律和演变趋势有利于国家天然气能源政策和产业政策的调整、天然气市场的结构优化、市场价值的实现和天然气资源的合理配置。

[收稿日期] 2013-03-04

[基金项目] 教育部人文社科基金(11YJC630211); 博士后基金(2011M501262); 中央高校基金(CUGW090228, CUGW090202, CUG110415); 中国地质大学(武汉)资源环境中心开放基金(2011B014, H2013003B); 中央高校基金特色团队项目(CUG120120)

[作者简介] 秦云松(1972-), 男, 河南濮阳人, 中国石油化工股份有限公司天然气分公司高级经济师, 长期从事天然气市场运营与管理工作。

天然气市场具有较强的区域消费特征,目前中国形成了西南、环渤海湾、西北等8大不同类型区域性消费市场。大华北市场涵盖陕西、山西、内蒙古、山东、河南、北京等省市,整个地区天然气管网密布,四通八达。该区域产业结构复杂,需求主体多样,经济水平差异较大,既有东部的发达地区山东、北京,又有中西部的欠发达地区山西、内蒙古、河南。该地区资源禀赋差异大:山西富产煤炭;陕北和内蒙古交界的鄂尔多斯气田和长庆气田为两省提供了可靠的供气保障;山东属于沿海 LNG 辐射地区,除接收管道气、海上气外,还接收进口气,用气结构比较复杂。整个大华北地区天然气需求主体主要以城市燃气、工业和发电为主,其市场需求量大且价格承受能力较强。由于中石油、中石化、中海油及内蒙古煤制天然气多个供气主体的并存,大华北地区气源结构也日趋多样化。该区现有管道气、海上气、煤制气、LNG 等多种天然气能源,种类丰富。内蒙古、宁夏天然气汽车试点的推行,使得 LNG、CNG 项目在大华北地区迅速开展,中石油、中海油和中石化积极布局 LNG 项目抢占天然气市场。由此可见,大华北地区具有鲜明的区域特征,对该地区天然气消费结构的演变研究将为中国天然气的区域配置、下游消费结构的优化配置以及天然气市场化提供必要的参考价值。

能源消费系统是一个复杂的耗散系统,其结构在外部扰动和内部涨落影响下不断演变,表现出自发的、不可逆的演化特征。信息熵(Information entropy)从信息源系统角度出发,利用概率测度和统计方法度量耗散系统无序状态,揭示系统内部结构演变过程^[6-7]。耿海青等考虑到能源消费结构的区域差异性,利用信息熵分析了区域市场内居民能源消费结构(电力、煤炭、LPG 和煤气等)的演变,认为电力和天然气将成为城市居民主要的消费能源^[8]。田志勇等分析了中国 2001—2006 年能源消费结构中的煤炭、石油和天然气的信息熵特征指标的动态变化,认为资源禀赋及煤炭、石油和天然气的储量影响能源消费结构的优化^[9]。揣小伟等从信息熵、均衡度和优势度等指标对中国 1991—2006 年煤炭、石油、天然气和电力等能源消费数量和结构进行了动态分析,并深入研究了经济发展水平、技术进步、产业结构对能源消费结构的影响^{[1]1280-1285}。目前信息熵理论用于天然气消费结构演变的研究还不多见,天然气能源系统作为整个能源系统的一个子系统,其消费结构演变既与其他能源有关(尤其是替代能源,如煤炭),又在工业、商业、民用等消费结构上呈

现出自身演变的特点,为此,本文将采用信息熵、均衡度、优势度等方法分析研究区域市场天然气消费结构时空演变过程和规律,以及影响天然气消费结构演变差异性的因素,以便更加清晰地认识和准确把握中国天然气消费结构的变化规律、动态发展趋势和消费结构的差异性,为中国天然气政策制定和调整提供依据,促进天然气消费结构进一步优化。

二、研究方法和数据来源

(一)研究方法

假设一个地区的天然气消费总量为 Q , 该地区利用天然气的行业有 m 种, 每种行业的天然气使用量为 $q_i (i=1, 2, \dots, m)$, 则各行业天然气的消费量占该地区天然气消费量总和的比例为 $p_i = q_i / Q$, $\sum p_i = 1$ 。

据此,根据信息论的原理,同时参照申农公式^[9],可以定义天然气消费结构的信息熵为

$$H = - \sum_{i=1}^m P_i \ln p_i. \quad (1)$$

式(1)可以用来描述某一地区天然气消费结构的有序度或复杂程度,揭示其动态演变规律。

一般来说,当一个地区的经济发展水平很低时,天然气消费结构比较单一,可能只有一两个行业使用量较大。假设处于极端状态,整个地区只有一个行业使用天然气,此时 $H_{\min} = 0$; 相反,若该地区所有行业天然气使用量的比例相等,即 $p_1 = p_2 = \dots = p_m = 1/m$, 则此时 $H_{\max} = \ln m$ 。事实上,这两种情况均不会出现,信息熵一般会介于两者之间,其值的大小反映该地区天然气消费结构的复杂程度,而均衡度和优势度则描述各行业天然气利用的差别和结构格局^[10-11]。一个系统越是有序,信息熵就越低;反之,一个系统越是混乱,信息熵越高。在这里,定义天然气消费结构均衡度的表达式为

$$J = - \sum_{i=1}^m P_i \ln p_i / \ln m, \quad (2)$$

即均衡度是信息熵和最大熵之间的比值,取值范围为 $J \in [0, 1]$, 其值越大,各行业天然气使用量的比例差别就越小;当 $J = 0$ 时,天然气消费结构的复杂程度最低。优势度的表达式为

$$D = 1 - J,$$

反映了一种或几种行业支配天然气消费的程度。

(二)数据来源

根据《中国能源统计年鉴》(2001—2011)、《中国统计年鉴》(2001—2011)、《中国国土资源统计年鉴》(2001—2011),整理选取出 2000—2010 大华北地区的北京、山东、内蒙古、山西、河北、陕西、宁夏以

及河南等地各行业使用天然气的消费量数据作为本文研究的基础数据。

三、大华北地区天然气市场发展特征

(一) 市场规模不断扩大

2010 年,中国天然气消费量达到 $1\,070\times10^8\text{ m}^3$,比 2009 年增长了 18.2%,是 2000 年的 4.4 倍。大华北地区各省市 2010 年天然气消费总量为 $335.28\times10^8\text{ m}^3$,远高于 2000 年 $46.88\times10^8\text{ m}^3$ 的消费总量(见图 1)。由于大华北地区天然气需求主体以城市燃气、工业和发电为主,价格承受能力较强,其天然气利用前景较为广阔。根据大华北地区各省市“十二五”天然气利用规划,预计到 2015 年,大华北地区天然气需求总量将达到 $1\,014\times10^8\text{ m}^3$,占全国天然气需求预测总量($2\,600\times10^8\text{ m}^3$)的 39%,大华北地区天然气市场规模将快速扩大。

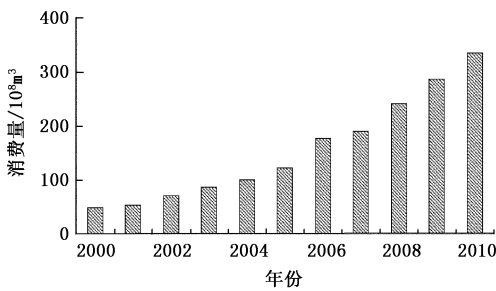


图 1 2000—2010 年大华北地区天然气消费量

(二) 供气主体由单一趋于多样

2005 年之前,大华北地区天然气主要由中石油供给,近年来随着中石化和中海油对大华北地区资源投放量的不断增加,该地区已经形成了多元的供气主体、多样化的气源结构,大大推动了大华北地区天然气消费量的迅速增加。预计到 2015 年,大华北地区天然气供应总量约为 $937\times10^8\text{ m}^3$,其中中石油的供气量约为 $546\times10^8\text{ m}^3$,占总供气量的 58.3%;中石化供气量约为 $243\times10^8\text{ m}^3$,占总供气量的 26%;中海油供气量约为 $73\times10^8\text{ m}^3$,占总供气量的 7.7%;内蒙古煤制天然气量约为 $75\times10^8\text{ m}^3$,占总供气量的 8%。同一市场多元化的供气格局的出现,“竞争中合作,共赢中发展”的模式将日趋完善,这将有利于实现管网、储气库等资源的优化配置和合理利用,避免重复建设,提高输气效益。

(三) 输气管网网络化

目前整个大华北地区已经形成了横跨东西、纵贯南北的天然气管网布局。截至 2010 年底,山东省境内长输天然气管道近 4 700km,主要有榆济管线、泰威线以及多条支线、青岛—威海干线及其支线。河南境内的主要管网通道有:陕京二线安平站—山

东管网—河南;陕京二线石家庄站—河北省管网—河南;陕京二线安平站—冀宁联络线—中沧线—河南。陕西省现已建成靖西线、咸宝线、西渭线、靖西复线等 4 条长输管道。山西省境内主干管道包括陕京线、陕京二线、西气东输管线等主要管道以及规划的陕京三线,还有榆济管线。2008 年末,内蒙古自治区境内已建成 7 条长距离输气管道,以化工用户为主,城市燃气用户次之。

四、大华北地区天然气消费结构演变研究

(一) 大华北地区能源消费结构演变

从 2001—2010 年大华北地区能源消费结构变化来看,该地区以煤炭消费为主,占整个能源消费的 90% 左右,而石油、天然气和电力等能源消费仅占 10% (见图 2)。该地区能源信息熵值变化在 2003 年之前逐年下降,而 2003 年后熵值不断增加,这表明尽管大华北地区能源消费以煤炭为主,但天然气、电力在整个能源消费结构中的比例正逐年上升,且天然气消费量从 2001 年的 $50\times10^8\text{ m}^3$ 增加到 2010 年的 $350\times10^8\text{ m}^3$ 左右(见图 1),这表明大华北地区天然气消费量的增加推动了能源消费结构逐步改善。

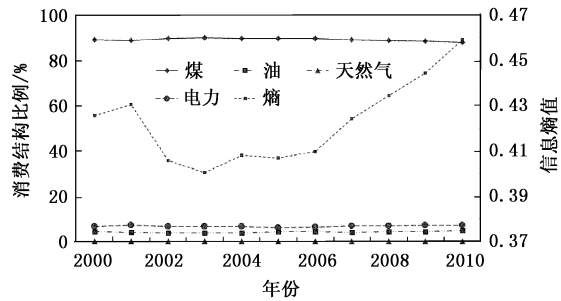


图 2 大华北地区能源消费结构信息熵与消费结构变动趋势

从大华北地区各省市能源消费结构熵值变化来看,总体上各省市能源消费结构熵值不断增大,天然气消费比例不断上升,但熵值变化与波动呈现出较为明显的聚类特征,见图 3、图 4。因而,可依据熵值变化范围将大华北地区划分为 4 个能源消费次区域:北京为次区域一;陕西为次区域二;宁夏、山东、河南、河北和内蒙古为次区域三;山西为次区域四。北京地区能源消费信息熵值不断增加,且天然气消费比例急剧上升,主要是北京地区经济发展迅速,对清洁能源需求旺盛;同时中石油陕京一、二线投产运行,推动了北京市天然气消费量的迅速增长(见图 3),极大地改善和调整了北京市能源消费结构。陕西、内蒙古、河南和山东等地区能源消费熵值总体增大,消费比例增长也保持同样的趋势,但增长缓慢

(见图4),而中石油、中石化和中海油三大公司积极培育该区域的天然气市场、逐步加大对这些地区天然气资源的投放量,客观上改善了这些省市区的能源消费结构。而山西作为中国的煤炭供给基地,尽管天然气比例增加和能源消费结构有所改善,但丰富的煤炭资源和价格优势制约了作为清洁能源的天然气在该地区的消费。

总体上来说,尽管大华北地区仍以煤炭为主要消费能源,但该地区天然气管网网络化、供应主体多元化和市场中工业及燃气用户对清洁能源天然气的旺盛需求,推动了整个大华北地区能源结构的改善。同时由于各省市资源禀赋和天然气市场发育程度不同,使得能源消费结构呈现出明显的区域特征。

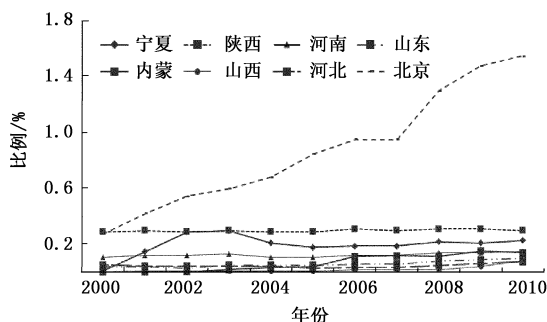


图3 大华北地区各省市能源消费比例变化

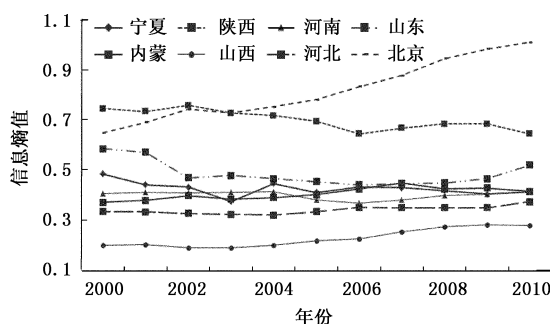


图4 大华北地区各省市能源消费结构信息熵演变

(二) 大华北地区天然气消费结构时间变化

本文根据中国能源统计年鉴公布的2000—2010年大华北地区工业、居民生活、公共服务和商业等天然气消费量数据,并依此计算这11年该地区天然气消费结构、信息熵、均衡度和优势度(见图5、图6),其中公共服务和商业消费包括建筑业、交通运输业、餐饮和批发零售业。从信息熵和均衡度变化来看,熵值在0.5~0.7之间波动,均衡度在0.4以下,即表明该地区消费结构变化较大,且单一。从消费结构变化来看,该地区以工业用气为主,消费比例占50%左右,其波动变化直接影响整个区域熵值变化,同时居民生活用气、公共服务和商业用气比例逐渐趋于稳定,在20%左右

小幅度波动。

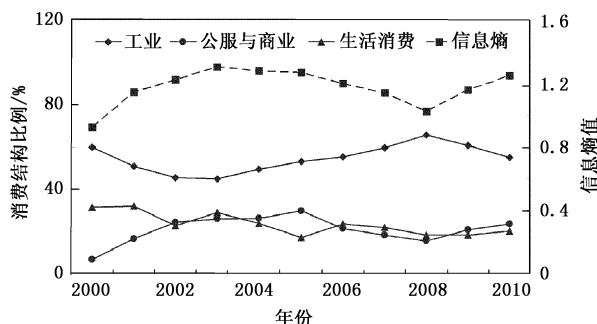


图5 大华北地区天然气消费结构和信息熵演变

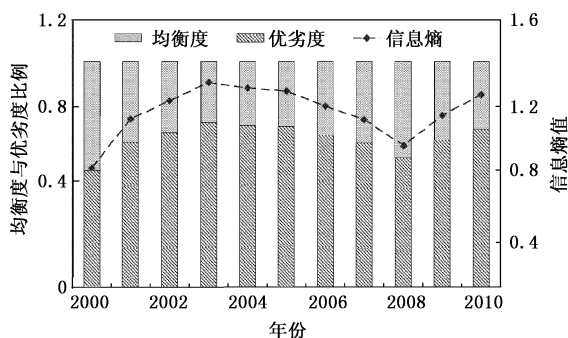


图6 大华北地区天然气消费结构优劣度与均衡度

2001—2010年大华北地区天然气市场是从初步开发到快速发展的阶段,依据信息熵变化过程,可将该地区天然气消费结构变化按照时间划分为3个阶段,具体如下:

2003年之前市场处于初始开发阶段。该地区主干管网没有形成,天然气主要消费市场集中在油气田周边,中原油田和胜利油田通过气田集输管网向附近城市的工业、居民生活供气,仅长庆苏里格气田通过陕京一、二线跨区域向北京供气。由于天然气价格由政府规制,化肥、工业原料和居民用气出厂价分别为0.69元/m³、1.27元/m³和0.92元/m³左右,过低的气价极大地刺激了市场消费,使得天然气消费在气田周边局部市场形成了短期有序结构(熵值接近1.3)。

2004—2008年为市场培育与发展阶段。2004年以后,中石油西气东输一、二线管线贯通,而各省级支线管网与主干管网对接,极大地推动了沿线市场天然气消费;中石化鄂尔多斯大牛地气田勘探开发取得突破,并利用陕京一、二线代输到山东、河南、北京等市场。由此,大华北地区初步形成了较为完善的网络,中石油和中石化加大了该地区资源投放量,利用上述管网实现跨区域供气,积极进行市场培育。而大华北地区以工业用户居多,因此整个用气结构逐渐以工业为主,虽然商业和公共服务用气比例、居民生活用气比例有所下降,但用气绝对量明显

增加(见图 1、图 5)。然而,由于天然气价格采用成本加成法,且化工原料用气受到政府规制,其价格低于工业燃料价格,导致化工用气从 2004 年的 43% 上升到 2008 年的 55%,而工业燃料用气比例则从 57% 下降到 45%。由此可见,在此阶段,大华北地区管网逐步完善推动了市场需求,而上游气田采取的低价销售策略,既刺激了消费进一步增加,也客观上造成了消费结构不合理(熵值从 1.3 降到 1.0),天然气资源未能在市场中得到合理配置。

2008 年以后为市场快速发展和市场消费结构调整阶段。2008 年金融危机对大华北地区的工业影响较大,特别是对化工企业形成较大冲击,工业用气量相对下降,而居民、商业和公共服务用气稳定增长,同时,国家上调天然气价格,限制化工原料等低附加值行业天然气消费,鼓励工业燃料、发电和商业等高附加值的行业用气。根据等热值法计算的天然气市场价值可以看出,出租车、公共汽车、工业燃料以及制氢等行业天然气市场价值较高,而尿素、甲醛和发电等领域经济价值较低(见表 1)。因此,2008 年后,整个大华北地区天然气消费结构逐步改善(熵值上升到 1.3,均衡度上升到 0.7),天然气资源逐步流向附加值较高和价格承受力较强的行业。特别是 2010 年后,国家发改委制定的天然气利用政策突出强调了要节约、高效使用天然气,大量消耗天然气的化工项目、部分发电项目和甲醇项目被列为禁止范围,而居民炊事、生活热水等用气、天然气分布式能源项目等被列为优先用气类。因此,国家对天然气利用政策的出台将进一步引导大华北地区天然气消费结构的优化。

表 1 等热值法天然气市场价值

替代燃料或原料	市场价值
居民气代电	3.03
居民气代 LPG	4.28
集中采暖气代煤	1.94
CNG 出租车	5.67
CNG 公共汽车	5.70
工业燃料	3.50
蒸汽生产气代煤	1.31
调峰电站气代煤	2.31
尿素	1.38
甲醇	1.65
制氢	4.52

(三)大华北地区天然气消费结构空间差异

2010 年大华北地区 8 个省市区天然气消费结构信息熵的空间差异性较为显著(见表 2),地理空间上由东部向西部逐渐降低,即北京最大(1.46),其次是山东(1.26),内蒙古最小(1.02)。如果从

各省人均 GDP 来看,则可发现经济发达省市区的天然气消费结构信息熵高,消费结构也较为多样化(如北京);而 GDP 低的省,其信息熵则较小,天然气消费结构较为单一(如宁夏、陕西)。由此可见,经济发达的地区天然气消费承受能力较高,其消费结构多样性显著,反之则消费结构趋于单一。

表 2 2010 年大华北地区各省市区信息熵、均衡度、优势度和人均 GDP

地区	信息熵(H)	均衡度(S)	优势度(E)	人均 GDP(元)
北京	1.46	0.817	0.183	71938
山东	1.26	0.705	0.295	40854
山西	1.22	0.696	0.304	25743
河北	1.21	0.683	0.317	28351
河南	1.17	0.653	0.347	24552
宁夏	1.05	0.695	0.305	26694
陕西	1.22	0.682	0.318	27103
内蒙古	1.02	0.626	0.374	47213

如上所述,大华北地区能源消费结构呈现出明显 4 个区域特征,故本文对这 4 个次区域天然气消费结构比例和信息熵变化过程进一步分析,可以发现这 4 个次区域的天然气消费结构各有其特点并且在空间上呈现出不同的演变规律(见图 7)。

次区域一:北京市天然气消费结构信息熵从 2001 年的 1.3 上升到 2010 年的 1.4,用气结构逐步多样化,主要以非工业用气为主(见图 7a)。2005 年以来中石油通过陕京线加大了对北京市的天然气供应,其供气气源逐渐丰富,天然气消费量在能源消费结构中的比例从 2007 年急剧增加后有稳定的趋势。由于北京市人均 GDP 较高(71938 元),价格承受能力较强,第三产业比例大(2010 年比例为 75%),同时考虑到北京市碳减排压力,可以预见未来北京市天然气消费在交通运输、公共服务和商业等经济价值较高的第三产业的天然气消费比例会进一步提高。

次区域二:陕西省天然气消费结构信息熵从 2001 年的 1.3 下降到 2010 年的 1.2 左右,用气结构较为单一,主要以工业为主,居民生活、公共服务、商业和交通运输业次之(见图 7b)。主要原因是陕西省第二产业比重过大(约占 53.8%),而第三产业较小(约为 36.4%)。目前陕西省已基本形成“四纵两横一枢纽”的天然气管网体系,“十二五”期间随着“气化陕西”工程的推进,靖西三线、榆林—西安等管线将在“十二五”后期陆续建成,最终形成“六纵两横一环”的管网体系。同时,该地区毗邻长庆气田和大牛地气田,以及西气东输一线、二线管道,能就近获取价格较低的天然气。可预见,在“十二五”

期间,陕西地区居民生活用气和交通运输业用气将大幅增长,工业用气比例将有所降低,天然气消费将

转向价格承受力较高的第三产业,天然气消费结构逐渐趋于合理。

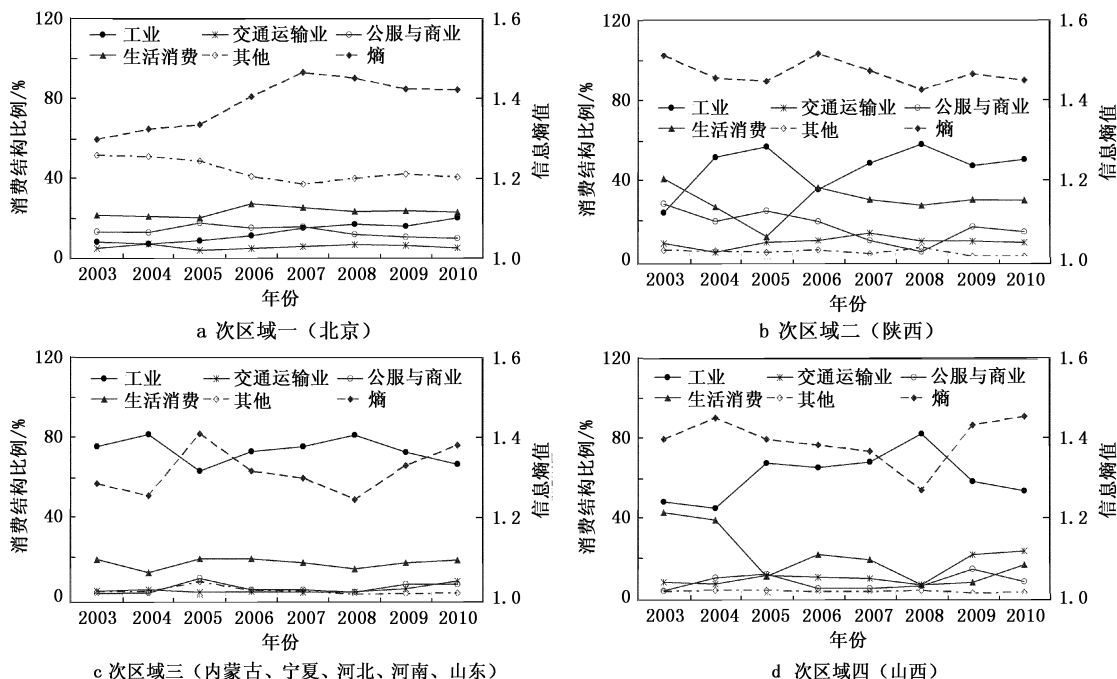


图7 大华北地区分区天然气消费结构信息熵差异

次区域三:宁夏、内蒙古和山东等5省区天然气消费信息熵值较小,该地区天然气消费结构单一,仍然以工业为主,居民消费较为稳定(见图7c)。主要原因是该地区第二产业比重过大(约占53%),第三产业较小(约为37%),同时,除山东和内蒙古以外,其他各省区人均GDP不到30000元(见表2),总体上制约了该地区居民用气和第三产业用气的消费能力。可以预见,在“十二五”期间该区域天然气消费仍以工业为主,第三产业中的交通运输、公共服务和商业用气有提升空间。

次区域四:山西省天然气消费信息熵值在上升,工业比重在下降,交通运输业和生活消费比重上升(见图7d)。工业用气分布在太原、忻州、阳泉、运城等城市,用气行业以钢铁、陶瓷和镁业为主,而居民天然气消费主要以液化气为主。该省拥有丰富的煤层气(资源量约 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$),随着2010年山西省“气化山西”战略的提出,可以预见,在“十二五”期间居民用气、运输业用气比例将增加。

五、结束语

本文利用信息熵对天然气区域消费结构演变进行研究,以大华北地区的北京、山东、山西以及内蒙古等8个省市天然气消费结构变化为例,分析与研究了该地区2000—2010年天然气消费结构信息熵变化过程,得出如下几点认识:

第一,大华北地区天然气管网网络化、供应主体

多元化推动了大华北地区天然气需求的快速增长和工业、民用、商业、交通运输、发电等领域的消费,天然气消费结构信息熵将进一步增加。随着城市化进程加快和环境保护力度加大,大华北地区天然气消费结构逐渐由化工和工业燃料转向城市居民、公共服务、商业和交通运输等领域,将形成多元化消费结构。

第二,2008年以后天然气市场进入快速发展和市场消费结构调整阶段,大华北地区天然气消费结构逐步改善,天然气资源逐步流向附加值较高和价格承受力较强的出租车、公共汽车、工业燃料以及制氢等天然气市场价值较高的行业。特别是2010年以后,国家发改委制定的天然气利用政策突出强调要节约、高效使用天然气,将进一步引导大华北地区天然气消费结构的优化。

第三,大华北地区天然气消费结构空间差异性较为显著,天然气消费结构信息熵由东部向西部逐渐降低。经济发达的东部地区天然气消费承受能力较高,消费结构多样性显著,商业、公共服务和交通业等附加值较高的第三产业消费比例将进一步提高。而西部地区则由于天然气消费承受力较弱,消费结构趋于单一,主要以工业燃料和化工原料为主,但随着管网的完善和供气气源的丰富,城市燃气中的居民消费比例将进一步提高,消费结构逐步优化。

[参考文献]

- [1] 揣小伟,黄贤金,王倩倩,等. 基于信息熵的中国能源消费动态及其影响因素分析[J]. 资源科学,2009,31(8).
- [2] IEA. World Energy Outlook 2001 [EB/OL]. (2011-11-09). <http://www.iea.org/>.
- [3] 刘道信. 中国天然气市场研究[J]. 中国市场,2009(1): 6-7.
- [4] 陈富良,廖鹏. 中国天然气产业规制的基本经验与教训[J]. 经济与管理研究,2009(3):66-75.
- [5] 刘小丽. 中国天然气市场发展现状与特点[J]. 天然气工业,2010(7):1-6.
- [6] 王晓明. 能源系统的复杂性分析及其应用研究[D]. 天津:天津大学,2002.
- [7] 齐梅,林秀梅,王燕,等. 重庆市土地结构利用信息熵时序变化及驱动力研究[J]. 国土资源科技管理,2009,26(3):64-68.
- [8] 耿海青,谷树忠,国冬梅. 基于信息熵的城市居民家庭能源消费结构演变分析——以无锡市为例[J]. 自然资源学报,2004,19(2):257-262.
- [9] 田志勇,关忠良,王思强. 基于信息熵的能源消费结构演变分析[J]. 交通运输系统工程与信息,2009,9(1): 117-121.
- [10] Kawachi T, Murayama T, Singh VP. Rainfall entropy for de-lineation of water resources zones in Japan [J]. Journal of Hydrology, 2001(246):36-44.
- [11] 赵晶,徐建华,梅安新,等. 上海市土地利用结构和形态演变的信息熵与分维分析[J]. 地理研究,2004,23(2):137-146.

[责任编辑:张岩林]

Research on the Evolution of Regional Gas Consumption Structure Based on Information Entropy

QIN Yunsong¹, ZHANG Jijun¹, WANG Xiaolin^{2,3}, DAI Sheng²

(1. Natural Gas Distribution Branch of Sinopec, Beijing, 100120, China;

2. School of Economics & Management, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074, China;

3. Research Center of Resource and Environmental Economics, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074, China)

Abstract: China's natural gas consumption structure is irrational up to now, the market value is not fully reflected and it is difficult to achieve a rational allocation. Under this situation, this paper introduces the concept of information entropy into the analysis of the gas consumption evolution, and creatively uses the gas consumption data from 2001 to 2010 in the eight major provinces in North China, in terms of Beijing, Shandong, Shan Xi, Inner Mongolia, and so on. The results indicate: ① The soaring of natural gas consumption in North China has been triggered by the perfection of pipeline network and the diversification of the suppliers. The natural gas market has become expansion and evolved the adjustment of consumption structure since 2008. Meanwhile, the main natural gas usage transfers from industrial to civil, commercial and transportation, to diversify the consumption structure. ② In China, with the time and space changing from east to west, the information entropy of gas consumption structure decreases. More detailed, the Eastern China shows a high duration with well-developed consumption structure, while the Western presents a weak endurance with industrial fuel and chemical raw materials dominating structure. However, it is predictable that the key natural gas consumption will lie in civil and transportation industry in future.

Key words: natural gas market; consumption structure; information entropy; temporal and spatial evolution