

技术创新背景下江苏石化产业绿色竞争力评价

朱俊伟, 姜国刚, 阮婉妮, 韩乐江

摘要: 在系统分析现有评价方法的基础上, 构建了基于 AHP-FCE 的石化产业绿色竞争力评价方法, 从石化绿色生产、石化产业优势、石化绿色技术和区域竞争优势等四个方面构建了石化产业绿色竞争力评价指标体系, 并对江苏石化产业绿色竞争力历年变动情况作了系统分析, 发现其存在的问题, 提出将技术创新作为江苏石化产业提升绿色竞争力的内在动力, 将行业监管作为江苏石化产业提升绿色竞争力的外在压力。

关键词: 石化产业; 绿色竞争力; 技术创新; 行业监管

作者简介: 朱俊伟, 无锡太湖学院艺术学院研究实习员; 姜国刚, 管理学博士, 常州大学商学院教授, 硕士生导师; 阮婉妮, 常州大学商学院硕士研究生; 韩乐江, 佳木斯大学机械工程学院副教授。

基金项目: 国家社会科学基金一般项目“区域经济差异视角下我国碳减排的政府环境责任与公众参与机制研究”(16BJL074); 江苏高校哲学社会科学研究重点项目“江苏省市域循环经济发展的财税政策支持体系研究”(2015ZDIXM028); 江苏省“青蓝工程”项目资助。

中图分类号: F205 **文献标识码:** A **Doi:** 10. 3969/j. issn. 2095-042X. 2017. 03. 010

石化产业包括油气勘探开发、储运、炼制、下游化工及生产销售等产业链, 是能源和资源的生产和消耗大户。近年来, 石化行业安全事故频发, 社会影响巨大。“推进绿色发展、培育绿色竞争力”已经成为政府、行业和国内外专家学者共同关注的话题。

江苏拥有众多的石化企业, 是我国石化工业发展水平最高的地区之一。近年来, 石化产业在促进我省区域经济发展和能源保障方面均做出了积极贡献。但在苏南建设现代化示范区背景下, 资源节约、环境保护等政策方面也出现越来越多的刚性约束, 在一定程度上阻碍了江苏石化产业的快速发展。因此, 通过技术创新驱动石化产业提升绿色竞争力具有较强的现实意义。

一、文献综述

1991年, Porter首次提出了绿色竞争力的概念^[1], 掀起了国内外学术界的研究热潮。之后他与 Van der Linde提出了“波特假说”^[2], 进一步阐述了绿色竞争力的含义, 指出它是企业实现持续发展模式的基础, 是企业市场上获取竞争优势的综合能力^[3]。此后, 学者开始研究并不断丰富

富绿色竞争力的内涵。Hitchens 等^[4]构建了以公司增长、平均盈利能力、研发投入等指标为主的评价体系,在此基础上探索欧洲中小企业的环境绩效与竞争力之间的相关性,结果表明企业的环境绩效与这些指标是相关的。丁苗等^[5]采用因子分析法,选取全球主要的 10 家石油公司的最新数据作为样本,计算国际竞争力指标值。曾广层^[6]运用灰色综合评价模型对中石化企业竞争力进行了实证研究。王震宇^[7]设计了 BP 神经网络模型,选取 5 家实力较强的企业为样本,分析石油企业竞争力状况,这也为石油企业核心竞争力进行定量评价开辟了新途径。张在旭^[8]在分析中石化的国际竞争力状况时,运用层次分析法和熵权法,并用 TOPSIS 法对各指标进行评价和排序,量化了中石油的国际竞争力指数。张鑫^[9]运用钻石模型和 GEM 模型,从国际层面、经济总量层面、经济发展层面、投资环境层面和可持续发展层面构建了石化产业园区竞争力的评价体系。王伯安^[10]从生态环保、节能减排、盈利和持续发展四个维度构建评价指标体系来分析我国石化企业绿色竞争力状况。许学娜^[11]等依据企业生态管理理念和石油行业的特点构建竞争力评价的指标体系,运用 AHP 分析比较了国内外石油公司的竞争力状况及经营业绩水平。

石化行业竞争力相关评价研究偏重于从技术、盈利、国际竞争力方面进行竞争力的评价,在构建评价体系分析石化行业竞争力状况时,较少采用绿色竞争力标准,研究所用的评价方法也各有优劣。少数关于石化行业绿色竞争力方面的研究也大都从微观角度分析石化企业绿色竞争力状况,缺乏从中观角度出发、对石化产业绿色竞争力进行评价、反映不同区域之间石化产业绿色竞争力状况的研究。

结合文献研究,本文将“石化产业绿色竞争力”定义为某一地区的石化产业相对于其他地区的石化产业在节能减排与安全生产、绿色技术研发与投入、产业基础优势与获利能力、区域整体竞争优势等方面所体现的竞争能力。

二、石化产业发展的行业背景:技术创新

(一) 全球基础化学品产能持续扩张,市场竞争关注创新

近年来,包括中国在内的化工大国在化学品生产上更加注重实施本地化战略,通过建设大型化学品生产基地,在原材料的供给上逐渐减轻对国外的依赖,提高本土企业的国际竞争力。随着产能持续扩张,未来市场竞争加剧,竞争的焦点就在技术研发和新产品创新上。

(二) 原料多元化进程加快,推动全球能源原料结构创新

页岩油气的成功开发,美国成为全球第一产气大国,在原料市场上提供了大量更具价格优势的产品,为下游石化产业提供了更多原料选择。现代煤化工重大突破为原料供应开辟了新途径,将成为原料多元化进程中的又一重要分支。为了减少能源资源的消耗,生物质能成为石化企业的重要原料之一,迫使石化企业技术不断改进。

(三) 高端化、差异化深入发展,推动产业向价值链高端创新

化工新材料是近年来发展最快、竞争最激烈的行业之一,已经成为很多跨国企业未来发展的战略重点,科技创新也成为石化产业转型升级的主要驱动力。其中,高端化工新材料因其价值和

性能更高而成为市场开发和应用的重点,市场份额迅速扩大,不断推动价值链向高端延伸,尤其是生物医药、包装材料、汽车轻量化材料、电子化学品、建筑材料。

(四) 安全环保约束日趋强化,倒逼行业向绿色低碳创新

不断加大科技研发投入,提高自主创新能力,促进产业结构调整升级,已经成为世界各国石化工业发展的必然趋势。石化行业只有重视科技创新,引进和培养创新人才,提高企业的自主创新能力,才能适应不断变化的新环境,加快提升市场竞争能力。

三、石化产业绿色竞争力评价指标体系构建

(一) 基于 AHP-FCE 的评价方法

石化产业绿色竞争力概念比较模糊,在评价产业绿色竞争力上面也有着无法明确的因素。FCE(模糊综合评价法)可以较好地解决综合评价中的模糊性(如专家对石化产业绿色竞争力因素认识上的模糊性等),减少人为因素,因此非常适合评价区域产业绿色竞争力。而 AHP(层次分析法)可以把复杂问题分解成若干子问题,随后进行相互比较,得出决策数据,并给出备选方案的排序权重,解决 FCE 中复杂评价指标权重确定的问题。

因此本文采用基于 AHP-FCE 的评价方法,即在运用 AHP 进行细分指标和计算权重集的基础上,运用 FCE 对方案进行综合判断筛选,以此作为评价石化产业绿色竞争力的方法,找出石化产业在转型升级与技术创新大趋势下绿色竞争力不足的原因,提出创新驱动绿色竞争力的对策。

(二) 确定石化产业绿色竞争力评价指标

依据石化产业竞争力内涵,综合比较各地产业发展评价指标,依据国内不同地区的石化产业发展程度及自然资源与环境的实际情况,重点考虑绿色竞争力特征,提出以石化绿色生产、石化产业优势、石化绿色技术、区域竞争优势为核心和基本框架的 4 大类 25 个指标组成的石化产业绿色竞争力评价指标体系(如图 1),从定量的角度测度绿色竞争力发展水平。

安全生产达成度指依据媒体通报的近年石化企业事故发生、导致的人员伤亡、财产损失等因素,综合评定省级层面的石化产业安全生产达成度。本指标是效益型指标,是指标体系中唯一的定性指标。

产值利润率指单位产值获得的利润,以区域内石化产业利润总额与其工业总产值的比值来表示。产值利润率越高,说明企业利润率越高,市场竞争优势越强。本指标是效益型指标。

本文提出“行业利润产值系数”这一概念,即行业利润比重与行业产值比重之比,用来衡量石化产业在区域内是否具有增长优势。如该系数大于 1,表示该产业能以较低的产值创造较多的经济效益,在区域产业中具备竞争优势;如该系数小于 1,表示该区域该产业竞争优势有待提高。本指标是效益型指标。

本文提出“行业出口产值系数”这一概念,即行业出口交货值比重与行业产值比重之比,用来衡量石化产业在区域内是否具有相对国际竞争优势。如该系数大于 1,表示该产业能以较低的产值创造较多的出口,在区域产业中具备国际竞争优势;如该系数小于 1,表示该区域该产业国

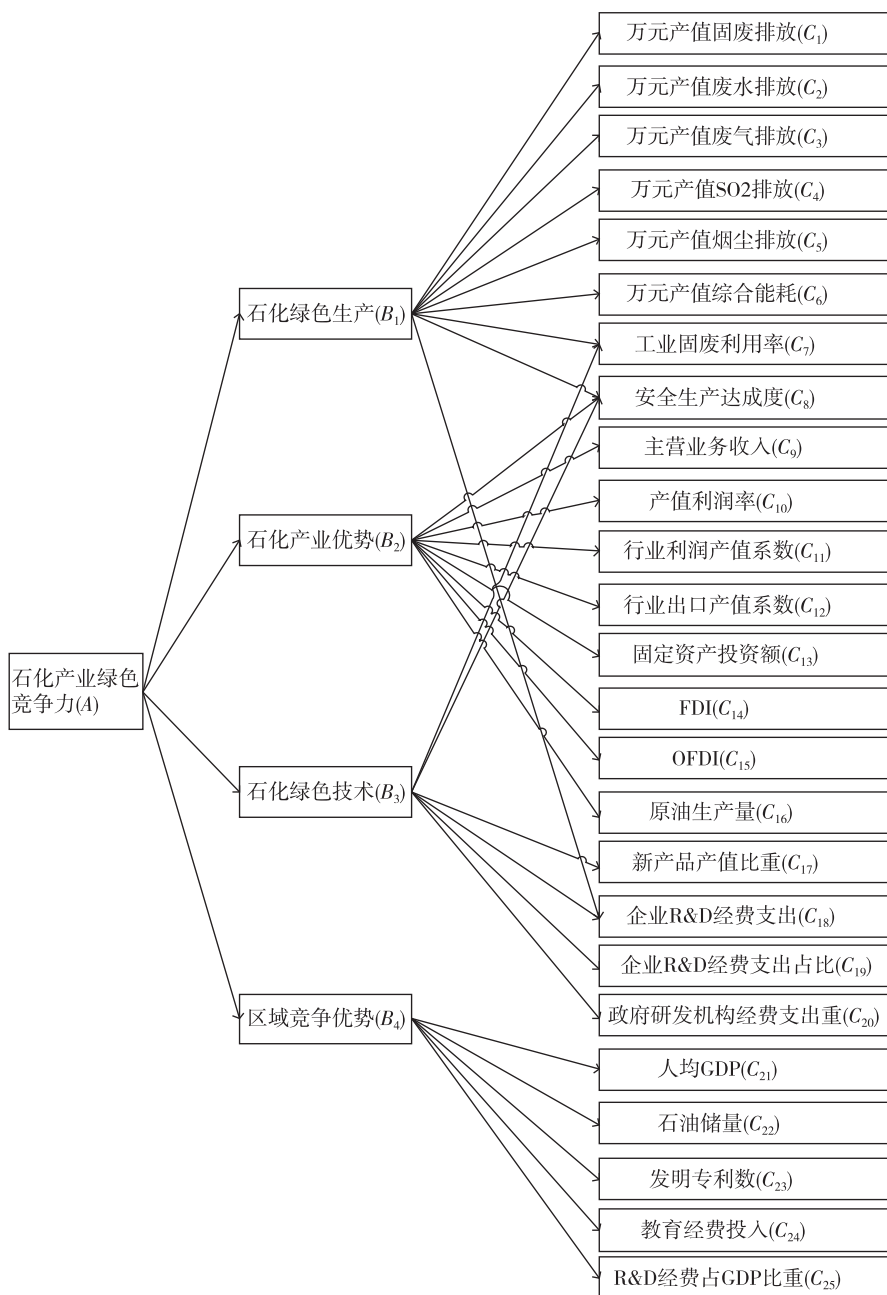


图1 石化产业绿色竞争力评价指标体系层次结构模型

际竞争优势有待提高。本指标是效益型指标。

新产品产值率指新产品占产值的比重,以区域内石化产业新产品产值与石化产业工业总产值的比值来表示,可以反映产品的技术含量。本指标是效益型指标。

(三) 指标权重与排序

为使评价结论更具有代表性,确定了由产业经济专家、环境工程专家、政府相关部门负责人、石化企业高管及中层管理人员组成的专家组,人数共11人。通过采集专家意见,可以得到判断矩阵 $A-B$ 、 B_i-C (过程略)。

根据 **A-B** 判断矩阵，用几何平均值法计算 B_i ($i=1, 2, 3, 4$) 对 A 的相对重要性系数 W_{Bi} (见表 1)。

表 1 W_{Bi} 计算详表

A	B_1	B_2	B_3	B_4	M_{B_i}	$\overline{W_{B_i}}$	W_{B_i}
B_1	1	2	1/2	3	3.000 0	1.316 1	0.277 6
B_2	1/2	1	1/3	2	0.333 3	0.759 8	0.160 3
B_3	2	3	1	4	24.000 0	2.213 4	0.466 8
B_4	1/3	1/2	1/4	1	0.041 7	0.451 8	0.095 3
Σ	—	—	—	—	27.375 0	4.741 1	1.000 0

由表 1 可知，石化绿色技术 (B_3) 对石化产业绿色竞争力 (A) 的影响是第一位的，其次是石化绿色生产 (B_1)，再次是石化产业优势 (B_2) 和区域竞争优势 (B_4)，为评价石化产业绿色竞争力状况奠定基础。

用同样方法计算 **B-C_i** 四个判断矩阵。根据计算求得的数值进行层次总排序，测算各评价指标在指标体系中的重要程度 (见表 2)。

表 2 层次总排序计算表

	B_1	B_2	B_3	B_4	层次总排序
	$W_{B_1}=0.277\ 6$	$W_{B_2}=0.160\ 3$	$W_{B_3}=0.466\ 8$	$W_{B_4}=0.095\ 3$	
C_1	0.082 7	0	0	0	0.023 0
C_2	0.082 7	0	0	0	0.023 0
C_3	0.082 7	0	0	0	0.023 0
C_4	0.082 7	0	0	0	0.023 0
C_5	0.082 7	0	0	0	0.023 0
C_6	0.082 7	0	0	0	0.023 0
C_7	0.082 7	0	0.081 7	0	0.061 1
C_8	0.153 1	0.146 0	0.148 5	0	0.135 2
C_9	0	0.146 0	0	0	0.023 4
C_{10}	0	0.146 0	0	0	0.023 4
C_{11}	0	0.146 0	0	0	0.023 4
C_{12}	0	0.146 0	0	0	0.023 4
C_{13}	0	0.075 3	0	0	0.012 1
C_{14}	0	0.075 3	0	0	0.012 1
C_{15}	0	0.075 3	0	0	0.012 1
C_{16}	0	0.044 2	0	0	0.007 1
C_{17}	0	0	0.269 8	0	0.125 9
C_{18}	0.268 0	0	0.269 8	0	0.200 3
C_{19}	0	0	0.148 5	0	0.069 3
C_{20}	0	0	0.081 7	0	0.038 1
C_{21}	0	0	0	0.297 9	0.028 4
C_{22}	0	0	0	0.088 5	0.008 4

续表 2

	B_1	B_2	B_3	B_4	层次总排序
	$W_{B_1}=0.277\ 6$	$W_{B_2}=0.160\ 3$	$W_{B_3}=0.466\ 8$	$W_{B_4}=0.095\ 3$	
C_{23}	0	0	0	0.157 8	0.015 0
C_{24}	0	0	0	0.297 9	0.028 4
C_{25}	0	0	0	0.157 8	0.015 0
Σ	1	1	1	1	1

一致性检验结果符合要求,说明权重比较合理、有效,可以作为石化产业绿色竞争力的评价依据。

以上指标体系权重排序说明,在提升石化产业竞争力时,首先应关注 R&D 经费支出,并增加 R&D 占产值比重及占 GDP 中的份额,以便从技术层面提升竞争力,因此本指标在提升石化产业绿色竞争力中意义重大。其次,应重视生产安全,减小石化企业事故发生率。工业废弃物排放是现阶段对环境破坏最大,也是应该首先处理的环境问题,因此工业废弃物综合利用也具有现实意义,为提升石化产业绿色竞争力奠定基础。地区科技研究占 GDP 比重的高低对当地石化发展同样具有重要意义,同时本地区的区位优势也具有一定作用。

(四) 石化产业绿色竞争力的模糊综合评价

一级指标、二级指标评价集和权重集如上所示。对石化产业绿色竞争力评价集分为由强至弱的四阶段,包括竞争力较强,竞争力一般,竞争力较弱,缺乏竞争力。

评价集 $V = (V_1, V_2, V_3, V_4) = (\text{竞争力较强}, \text{竞争力一般}, \text{竞争力较弱}, \text{缺乏竞争力})$

隶属度确定是 FCE 的关键内容。结合石化产业绿色竞争力指标特征,确定成本型指标为降半梯形隶属函数,具体的指标包括 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 、 C_6 ,隶属度函数表示如下。

$$\mu_{ij}(x_i) = \begin{cases} 1 & \text{当 } x_i \leq \min a_i \\ \frac{\max a_i - x_i}{\max a_i - \min a_i} & \text{当 } \min a_i < x_i \leq \max a_i \text{ 时 } i=1, 2, \dots, n \\ 0 & \text{当 } \max a_i < x_i \text{ 时} \end{cases} \quad (1)$$

效益型指标为升半梯形隶属函数,具体的指标包括 C_7 、 C_8 、 C_9 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 、 C_{14} 、 C_{15} 、 C_{16} 、 C_{17} 、 C_{18} 、 C_{19} 、 C_{20} 、 C_{21} 、 C_{22} 、 C_{23} 、 C_{24} 、 C_{25} ,隶属度函数表示为

$$\mu_{ij}(x_i) = \begin{cases} 0 & \text{当 } x_i \leq \min a_i \\ \frac{x_i - \min a_i}{\max a_i - \min a_i} & \text{当 } \min a_i < x_i \leq \max a_i \text{ 时 } i=1, 2, \dots, n \\ 1 & \text{当 } \max a_i < x_i \text{ 时} \end{cases} \quad (2)$$

式中, x_i 为第 i 个指标实际值, $\max a_i$ 、 $\min a_i$ 分别为第 i 个指标值域的上限和下限。指标体系中的定性指标由专家评估之后,取得评价集结果。

经一级、二级综合模糊矩阵运算和归一化处理,结合评价集,根据模糊识别的“最大隶属度”原则,就可以对某一区域石化产业绿色竞争力做出评价,判断出该区域石化产业绿色竞争力是处于竞争力较强阶段、竞争力一般阶段、竞争力较弱阶段、还是缺乏竞争力阶段。

四、石化产业绿色竞争力实证分析

（一）隶属度计算

实证部分研究主要涉及两方面的数据，一是各评价指标最大值与最小值的确定；二是江苏石化产业绿色竞争力本身各个评价指标的数据。

在各评价指标最大值与最小值的确定上，本文主要通过行业调查和文献阅读，综合考虑了江苏省具体情况及全国行业数据，同时参照国内各省该项指标的最大值、最小值、全国平均值以及发达国家的具体数值，设定了上下限的具体数值（见表 3），并据此对评价集 $V = (V_1, V_2, V_3, V_4)$ 即竞争力较强、竞争力一般、竞争力较弱、缺乏竞争力进行赋值。

式中， $V_1 \in [0.75, 1]$ ， $V_2 \in [0.5, 0.75)$ ， $V_3 \in [0.25, 0.5)$ ， $V_4 \in [0, 0.25)$ 。

表 3 石化产业绿色竞争力评价指标标准值设定

序号	名称	最小值	最大值
1	万元产值固废排放/（吨·（万元） ⁻¹ ）	0	1.5
2	万元产值废水排放/（吨·（万元） ⁻¹ ）	0	10
3	万元产值废气排放/（m ³ ·元 ⁻¹ ）	0	3
4	万元产值二氧化硫排放/（千克·（万元） ⁻¹ ）	0	8
5	万元产值烟（粉）尘排放/（千克·（万元） ⁻¹ ）	0	5
6	万元产值综合能耗/（吨·（万元） ⁻¹ ）	0.05	0.375
7	工业固废利用率/%	80	100
8	安全生产达成度/%	80	100
9	主营业务收入/亿元	0	50 000
10	产值利润率/%	0	25
11	行业利润产值系数	0	1
12	行业出口产值系数	0	1
13	固定资产投资额/亿元	0	5 000
14	FDI/亿美元	0	800
15	OFDI/亿美元	0	18
16	原油生产量/万吨	0	4 000
17	新产品产值比重/%	0	50
18	企业 R&D 经费支出/亿元	0	250
19	企业 R&D 经费占产值比重/%	0	5
20	政府所属研发机构经费支出/亿元	0	10
21	人均 GDP/（万元·人 ⁻¹ ）	2.5	10
22	石油储量/亿吨	0	5.8
23	发明专利数/万件	0	10
24	教育经费投入/亿元	120	2 500
25	R&D 经费占 GDP 比重/%	0	2.5

绿色竞争力不是短期发展所能反映的,因此不宜就某一短期时间内进行评价,而要在较长时间内指标数据的基础上把握绿色竞争力的相关状况。鉴于此,本文采用 2010—2014 年的数据,并结合表 5-1 对江苏省石化产业 2010—2014 年的相关数据进行了软件运算,得出 2010 年—2014 年江苏石化产业绿色竞争力一级和二级指标隶属度计算结果。数据主要采集自《中国统计年鉴》《中国能源年鉴》《中国石油和化学工业年鉴》《江苏统计年鉴》等相关的统计年鉴与资料。

(二) 石化产业绿色竞争力总体变动

结果显示,江苏石化产业绿色竞争力处于相对较弱水平,且近五年没有明显提升,呈现波动发展的态势。总体而言,江苏石化产业虽然基础较好,但由于新产品产值总体占比偏低、能耗水平偏高、安全事故频发,绿色竞争力存在较大的提升空间。

(三) 石化产业二级绿色竞争力指标变动

江苏石化产业绿色生产总体呈现出中等以上竞争能力,从 2010 年开始不断上升,在 2012 年达到最高点。2013 年、2014 年江苏石化产业绿色生产水平呈现下降趋势,与废气排放量上升、石化企业事故频率发生有关,但是江苏石化行业绿色生产水平还是具有较高竞争力的。隶属度计算数据显示,江苏石化产业万元产值固废排放、万元产值废气排放、万元产值 SO_2 排放、万元产值烟(粉)尘排放量状况较好,说明江苏石化产业清洁生产程度相对较好。

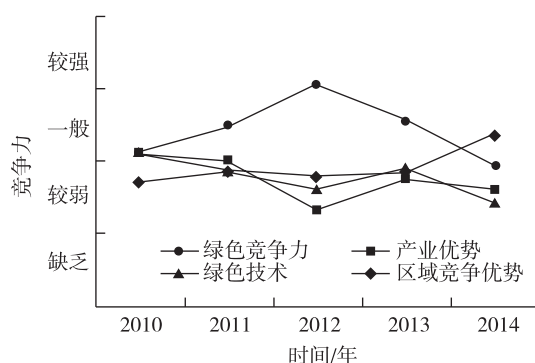
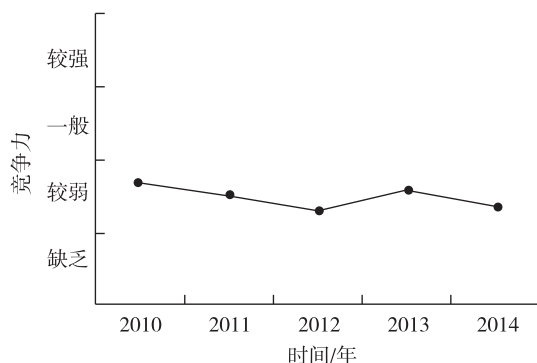


图2 江苏石化产业绿色竞争力总体趋势变动图 图3 江苏石化产业绿色竞争力二级指标趋势变动图

江苏石化行业相较与全国来说,具备较强的产业优势,主营业务收入呈现上升趋势,但由于距离原材料产地较远,在行业发展上先天条件不足。与石化大省相比,江苏石化产业优势水平相对较弱,产值利润率、行业利润产值系数、行业出口产值系数、FDI、OFDI 等数据仍相对偏低,与行业整体固定资产投资数额增长速度比较,江苏石化产业优势仍需不断加强。

江苏石化产业绿色技术竞争力偏弱。数据显示,江苏石化新产品产值比重、企业 R&D 经费支出、企业 R&D 经费占产值比重、政府所属研发机构经费支出等数据虽逐年提高,可以体现江苏石化绿色技术处于较高发展水平。但相对设定值来说,其总体比重仍相对偏低,特别是近年来江苏石化行业安全事故频发,2014 年扬子石化重大安全事故的发生更是拉低了安全生产达成度,这对江苏石化产业绿色技术水平显示性指标产生了较大的负面影响。因此,缺乏自主创新能力成为制约江苏石化企业持续快速发展的关键因素之一。同时,在保持江苏石化行业技术优势的同时,提升石化企业的安全生产状况势在必行。

江苏石化产业区域竞争优势水平相对较高,且呈现稳步上升的态势。江苏地处长江三角洲,区位优势明显,铁路、公路、机场、港口等交通要素富集,这对发展石化产业具有得天独厚的优势;同时,江苏作为我国教育大省,教育经费投入较高,居民受教育水平普遍较高,政府对石化产业科技研发的经费投入占GDP比重也不断加大,对江苏石化产业发展形成了较大的支持。

五、结论及对策建议

总体分析,“十二五”期间,江苏石化产业快速发展,石化产品生产能力大幅度提高,但是产品大都是同质化的中低端产品,低端产品产能过剩,缺少高质量的创新产品,拥有核心竞争优势的企业较少。企业生产相对分散,企业内部技术创新组织体系简单松散,研发投入强度普遍不高,科技创新能力不足,安全环保水平不高,缺少尖端的研发设备,人员配备不合理,技术创新人才缺乏,激励机制不到位,创新驱动能力不足,技术创新能力较弱,仍以生产传统石化产品或模仿发达国家创新产品为主,远不能达到企业在国际市场竞争中的需求。这在一定程度上影响了江苏石化产业的绿色竞争力水平。

(一) 将技术创新作为绿色竞争力的内在动力

外部环境压力变化在淘汰一部分企业的同时,也有助于另一部分企业克服内部惰性,培养企业的创新思考能力,引致石化产业的绿色技术创新、绿色产品创新、绿色服务创新,从而给企业、产业带来新的竞争力。在未来发展中,江苏石化产业应以绿色发展为核心,以创新驱动为基础,提升石化产业绿色竞争力。一是要加强与科研院所之间的技术合作,重视知识产权和原始创新,着重突破核心关键技术;二是鼓励石化企业将精细化工作为产业重点发展方向,引导企业把握好市场方向;三是发展石化企业生产性服务业,重点关注石化物流仓储布局优化、污染治理外包,有效缩短石化产业流通链。

(二) 将行业监管作为绿色竞争力的外在压力

一是提高行业准入条件,严格目标考核,强化环保、安全、节能等指标约束,加快淘汰落后产能。将污染物排放和能源消耗指标作为淘汰落后产能的最重要指标,对能耗高于标准的企业给予惩罚性能源价格,对环保排放超标的企业进行严厉惩罚,推动落后产能退出。二是对石化项目要构建事前、事中、事后的全程监管体系。三是要真正推进生产中的常态化监管机制,及时消除安全环保隐患。四是督促企业危化品管理,建立事故应对预案和救援体系。政府可优选一些专业化公司试点建设,对废弃危化品进行市场化运作、专业化管理。五是发挥行业协会专业所长,在政府管理中引入“行业评估意见”,减少决策失误,依托行业协会协调、引导、规范石化行业绿色发展。

参考文献:

- [1] PORTER E M. Green competitiveness [N]. New York Times, 1991-5-5 (4).
- [2] PORTER E M, CLAAS V D L. Green and competitive: ending the stalemate [J]. Harvard Business Review, 1995 (9-10): 120-134.

- [3] PORTER E M, CLAAS V D L. Toward a new conception of the environment competitiveness relationship [J]. *Economic Perspectives*, 1995 (9): 97-118.
- [4] THANKAPPAN H D. Environmental performance, competitiveness and management of small businesses in europe [J]. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 2005, 96 (5): 541-557.
- [5] 丁苗, 谢光亚. 中国石油企业国际竞争力评价 [J]. *经济问题探索*, 2008 (11): 93-99.
- [6] 曾广层, 王风云, 王伯安. 基于灰色综合评价法的中国石化行业竞争力研究 [J]. *价格月刊*, 2009 (6): 39-41.
- [7] 王震宇, 余晓钟, 张斌. 基于 BP 神经网络的石油企业核心竞争力评价 [J]. *西南石油大学学报*, 2010 (6): 22-26.
- [8] 张在旭, 姜泉飞, 于洁. 基于对标分析的 CNPC 国际竞争力研究 [J]. *中外能源*, 2014 (12): 15-21.
- [9] 张鑫, 焦阳. 我国石化产业园区竞争力评价研究 [J]. *经济论坛*, 2014 (12): 110-114.
- [10] 王伯安. 我国石化企业绿色竞争力的评价研究——以某石化企业为例 [J]. *技术经济与管理研究*, 2015 (8): 67-70.
- [11] 许学娜, 李勇. 生态管理理念下石油企业集团竞争力问题研究 [J]. *企业经济*, 2015 (11): 146-150.

An Evaluation of the Green Competitiveness of Petrochemical Industry under the Background of Technological Innovation in Jiangsu

Zhu Junwei, Jiang Guogang, Ruan Wanni, Hang Lejiang

Abstract: Based on the systematic analysis of existing evaluation methods, the AHP-FCE based evaluation method of the green competitiveness of petrochemical industry was constructed and the evaluation index system of the green competitiveness of petrochemical industry was proposed in four aspects, namely, petrochemical green production, petrochemical industrial advantages, petrochemical green technologies and regional competitive advantages. Changes of the green competitiveness of petrochemical industry over the years in Jiangsu were systematically analyzed to further find out the existing problems, and put forward that the technological innovation should be the internal driving force, and the industrial regulation should be the external pressure, so as to promote the green competitiveness of petrochemical industry in Jiangsu.

Key words: petrochemical industry; the green competitiveness; technological innovation; industrial regulation

(收稿日期: 2017-01-24; 责任编辑: 沈秀)