

安徽省新能源产业竞争力评价研究

——基于 AHP+改进的模糊综合评价法

潘和平, 储晓棒

(安徽建筑大学 经济与管理学院, 合肥 230601)

摘要:构建新能源产业竞争力综合评价指标体系,运用层次分析法确定各指标权重,并利用改进的模糊综合评价模型对安徽省新能源产业竞争力进行综合评价。结果表明,安徽省新能源汽车产业竞争力较强,其次为太阳能产业和风能产业,最后是生物质能产业。根据研究结果针对性地提出了对策和建议。

关键词:安徽省;新能源产业;竞争力;层次分析法;改进的模糊综合评价法

中图分类号:F426.54;F407.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2019)06-0080-08

DOI:10.16160/j.cnki.tsxyxb.2019.06.018

Evaluation of Competitiveness for the New Energy Industry in Anhui Province: Based on AHP and Improved Fuzzy Comprehensive Evaluation

PAN He-ping, CHU Xiao-bang

(School of Economics and Management, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China)

Abstract: In this paper, a comprehensive evaluation system of new energy industry competitiveness is constructed, which uses analytic hierarchy process (AHP) to determine the weight of each index, and applies the improved fuzzy comprehensive evaluation model to comprehensively evaluate the competitiveness of new energy industry in Anhui Province. The results show that the new energy automobile industry in Anhui Province has strong competitive edge, followed by the solar energy and the wind energy industry, and the biomass energy as the last one. According to the research results, the countermeasures and suggestions are proposed to solve the specific problems.

Key Words: Anhui Province; new energy industry; competitiveness; analytic hierarchy process; improved fuzzy comprehensive evaluation

0 引言

新能源作为绿色、低碳、环保和可持续的再生能源,已经成为全球性能源的重要组成部分,开发利用新能源是当今社会面对能源短缺、全球变暖的必然选择。新能源产业是国家确定的

八大战略性新兴产业之一,具有推进产业结构绿色转型发展、增强科技自主创新实力的重大意义。安徽省更是把发展新能源产业作为促进产业绿色转型、增强科技竞争力的重要抓手。目前,已有一些学者对新能源产业竞争力评价

作者简介:潘和平(1974—),男,安徽桐城人,教授,硕士,主要从事技术经济与企业管理研究。

进行了研究。孟浩、陈颖健通过层次分析法建立评价模型,对新能源产业的发展能力做了综合评价^[1]。杨洁、刘运材基于对太阳能光伏产业、风电产业以及新能源汽车产业发展现状的分析,提出了推动新能源产业发展的产业政策支持建议^[2]。宋晓晶通过对我国新能源领域财税政策的梳理和现状分析,提出了完善我国新能源产业发展的财税政策建议^[3]。徐枫、陈昭豪运用面板 VAR 模型对世界银行 WDI 数据库中的 29 家跨国公司面板数据进行了实证研究,从宏观上讨论了金融支持对新能源产业发展的影响^[4]。金飞、陈晓峰基于 AHP 法和 GEM 模型的内涵与实践特征构建了江苏沿海新能源产业集群竞争力的评价指标体系,对该地区的新能源产业集群的竞争力进行了综合测定和评价^[5]。闫世刚以北京市新能源产业为例,从产业创新能力、市场发展能力、产业战略能力以及产业环境建设 4 个维度构建了北京市新能源产业竞争力综合评价模型^[6]。

基于前人的研究,本文拟对安徽省新能源产业竞争力进行测评,首先,为避免传统算法信息不能得到充分利用的问题,提出一种评价新能源产业竞争力的改进多层次模糊综合评价模型;其次,构建新能源产业竞争力评价指标体系,运用层次分析法确定各指标权重;最后,利用评价模型对安徽省新能源产业竞争力进行评价分析。

1 模型与方法

1.1 改进的模糊综合评价模型

模糊综合评价法是一种对受多种因素影响的事件做出全面综合评价的多因素决策方法。由于新能源产业竞争力是一个综合系统概念,具有多因素、模糊性、动态性的特点,因此可以采用模糊综合评价进行研究。利用模糊综合评价对新能源产业竞争力进行评价主要存在两个问题:①评价指标是否可以量化的问题,新能源产业目前没有相关统计年鉴数据可以借鉴,所有指标数据皆为定性指标;②在进行模糊综合评价的合成运算时,如果所选合成运算方法不合适,则会导致评判结果的失效。基于此,本文

选取层次分析法对评价指标进行定量转化,确定其指标权重,并选择加权平均模型 $M(\cdot, +)$ 替换 $M(\wedge, \vee)$,以修正 max-min 算法的缺陷,充分兼顾所有因素权重大小对评判结果的影响^[7-8]。改进后的模糊综合评价步骤如下。

(1) 确定评价因素集合 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, 其中, $u_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 为评价因素, n 是同一层次上因素的个数。

(2) 建立权重集合 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, 其中, $w_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 是因素 u_i 的权重。由于评价因素集合 U 中的各个元素在评价中的重要程度不同,因此必须按照其重要程度给出不同的权重,由各权重组成的权重集合 W 是评价因素集合 U 上的模糊子集,并满足归一性跟非负性两个条件: $\sum_{i=1}^n w_i = 1, 0 \leq w_i \leq 1$ 。

(3) 确定评价集合 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$, 其中, $v_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 是评价等级。

(4) 单因素模糊评价,对评价因素集合中的元素 u_i 就评价集合中的评价等级进行单因素评价,得到一个模糊向量: $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$ 。若对 n 个元素进行综合评价,其结果是一个 $n \times m$ 的单因素评价模糊矩阵: $R =$

$$\begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{pmatrix}, \text{显然,该矩阵中的每一行}$$

是对每一个单因素的评价结果,整个矩阵包含了按评价集合 V 对评价因素集合 U 进行评价所获得的全部信息。

(5) 模糊综合评价,对于权重集合 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ 取模型 $M(\cdot, +)$ 合成运算,可得综合评价矩阵 $B = A \times R = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$, 其中, b_i 为模糊综合评价指标。

1.2 层次分析法

1.2.1 构建评价体系

本文采用层次分析法构建安徽省新能源产业竞争力综合评价指标体系,步骤如下:设立目标层,综合考量新能源产业竞争力的各种影响因素,目的是准确全面地对新能源产业竞争力

做出综合评价;确定准则层,根据新能源产业的特点,选择产业创新能力、产业发展能力、产业战略能力以及产业建设环境 4 个评价因素作为安徽省新能源产业竞争力评价指标体系的准则层;确定指标层,将准则层中的各因素细化为具体的指标要素。评价体系的结构图见图 1。

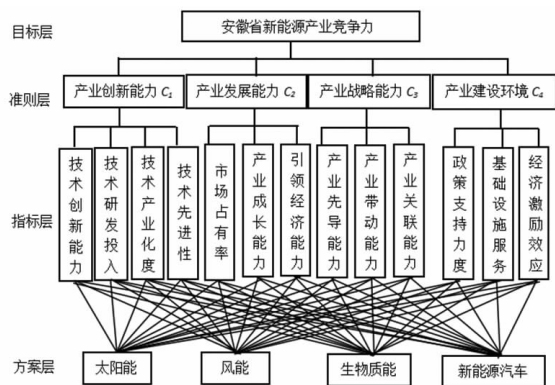


图 1 安徽省新能源产业竞争力评价指标体系结构图

1.2.2 构造判断矩阵及一致性检验

根据所构建的指标体系,建立一级评价因素集合 $U = \{C_1, C_2, C_3, C_4\} = \{\text{产业创新能力, 产业发展能力, 产业战略能力, 产业建设环境}\}$,再建立二级评价因素集合 $D_i = \{C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{im}\}$, ($i = 1, 2, 3, 4$), 并采用 1—9 标度法(如表 1 所示)对指标进行量化,构造判断矩阵 G ,验证判

表 1 层次分析 1—9 标度法

u_i 比 u_j	相同	稍强	强	很强	绝对强	稍弱	弱	很弱	绝对弱
r_{ij}	1	3	5	7	9	1/3	1/5	1/7	1/9

表 2 平均随机一致性指标值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

表 3 C_i 对于 G 的判断矩阵($i = 1, 2, 3, 4$)

$G - C_i$	C_1	C_2	C_3	C_4	权重 W
C_1	1	1	1	3	0.305 6
C_2	1	1	1	3	0.305 6
C_3	1	1	1	2	0.276 1
C_4	1/3	1/3	1/2	1	0.112 7

$\lambda_{\max} = 4.020 6, C = 0.006 8, R = 0.9, C/R = 0.007 5 < 0.1$, 通过一致性检验

2.1.2 确定指标层相对于各准则层的权重

根据准则层 4 大指标权重的计算方法,分

断矩阵是否能通过一致性检验:首先采用根法求解判断矩阵的特征向量,直接将判断矩阵 G 中的每一行元素求积,其次求其 n 次方根,即 $W_i = n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n r_{ij}}, i = 1, 2, \dots, n$, 并进行归一化处理,得到一级指标的权重 $W = \{W_1, W_2, \dots, W_n\}$, 进而进行一致性检验,检验公式为:

$$C_R = C/R = \frac{(\lambda_{\max} - n)/(n-1)}{R},$$

其中, $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(GW)_i}{W_i}$, R 为平均随机一致性指标,对于 1—10 阶的判断矩阵, R 的值如表 2 所示。当随机一致性比例 $C_R < 0.1$ 时,判断矩阵 G 的一致性才能接受,否则必须调整判断矩阵^[9]。

2 安徽省新能源产业竞争力评价

2.1 应用层次分析法确定各指标权重

2.1.1 确定准则层相对于目标层的权重

首先构造准则层相对于目标层的判断矩阵 G ,其次通过根法求解判断矩阵的特征向量,进行归一化后得到准则层相对于目标层的权重 W ,并进行一致性检验求得 C_R ,所得结果如表 3 所示,准则层相对于目标层的权重为 $W = \{0.305 6, 0.305 6, 0.276 1, 0.112 7\}$,且该判断矩阵通过了一致性检验。

别计算指标层 13 个子指标的权重,判断矩阵如表 4—7 所示。

表 4 C_{1j} 对于 C_1 的判断矩阵($j = 1, 2, 3, 4$)

$C_1 - C_{1j}$	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	权重 W_1
C_{11}	1	2	5	1	0.390 8
C_{12}	1/2	1	3	1/2	0.204 5
C_{13}	1/5	1/3	1	1/2	0.093 9
C_{14}	1	2	2	1	0.310 8

$\lambda_{\max} = 4.131 7, C = 0.043 9, R = 0.9, C/R = 0.004 8 < 0.1$, 通过一致性检验

表5 C_{2j} 对于 C_2 的判断矩阵 ($j = 1, 2, 3$)

$C_2 - C_{2j}$	C_{21}	C_{22}	C_{23}	权重 W_2
C_{21}	1	3	1	0.460 0
C_{22}	1/3	1	1	0.221 1
C_{23}	1	1	1	0.318 9

$\lambda_{\max} = 3.115, C = 0.057 5, R = 0.58, C/R = 0.09 < 0.1$, 通过一致性检验

表6 C_{3j} 对于 C_3 的判断矩阵 ($j = 1, 2, 3$)

$C_3 - C_{3j}$	C_{31}	C_{32}	C_{33}	权重 W_3
C_{31}	1	2	3	0.539 6
C_{32}	1/2	1	2	0.297 0
C_{33}	1/3	1/2	1	0.163 4

$\lambda_{\max} = 3.021 3, C = 0.011, R = 0.58, C/R = 0.02 < 0.1$, 通过一致性检验

表7 C_{4j} 对于 C_4 的判断矩阵 ($j = 1, 2, 3$)

$C_4 - C_{4j}$	C_{41}	C_{42}	C_{43}	权重 W_4
C_{41}	1	4	3	0.630 0
C_{42}	1/4	1	2	0.218 4
C_{43}	1/3	1/2	1	0.151 6

$\lambda_{\max} = 3.109, C = 0.054 5, R = 0.58, C/R = 0.09 < 0.1$, 通过一致性检验

通过对指标层相对于各准则层的权重计算得出,技术创新能力、技术研发投入、技术产业化度、技术先进性相对于产业创新能力的权重为 $W_1 = \{0.390 8, 0.204 5, 0.093 9, 0.310 8\}$;市场占有率、产业成长能力、引领经济能力相对于产业发展能力的权重为 $W_2 = \{0.460 0, 0.221 1, 0.318 9\}$;产业先导能力、产业带动能力、产业关联能力相对于产业战略能力的权重为 $W_3 = \{0.539 6, 0.297 0, 0.163 4\}$;政策支持力度、基础设施服务、经济激励效应相对于产业建设环境的权重为 $W_4 = \{0.630 0, 0.218 4, 0.151 6\}$ 。

2.2 应用改进的模糊综合评价法进行新能源产业竞争力综合评价

本文运用专家打分法对安徽省新能源产业涉及的二级指标进行综合分析,并就太阳能产业、风能产业、生物质能产业以及新能源汽车产业分别进行专家评价。设定产业竞争力的评语集合 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\} = \{\text{强}, \text{较强}, \text{中}, \text{较差}, \text{差}\}$, 赋予评语集合以不同的分值,并采用百分制,即 $X = \{95, 80, 60, 40, 20\}$ 。20位评审专家用投票的方法对评判对象给出各自的评价,其中, c_{ij} ($i = 1, 2, \dots, 13$) ($j = 1, 2, 3, 4, 5$) 是赞

成第 i 项因素为第 j 类评价的票数。令 $r_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sum_{j=1}^5 c_{ij}}$, 其中, $\sum_{j=1}^5 c_{ij} = 20$ 为评审专家人数。

2.2.1 一级综合评价

根据上述改进的模糊综合评判模型,需分别建立一级单因素评判矩阵,下面以安徽省太阳能产业为例进行实证分析。根据专家打分对指标层各指标进行单因素评判,从而得出产业创新能力(C_1)、技术创新能力(C_{11})、技术研发能力(C_{12})、技术产业化度(C_{13})、技术先进性(C_{14})上的单因素

$$\text{评判结果 } R_1 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.4 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}; \text{同理}$$

可得,产业发展能力(C_2)在市场占有率(C_{21})、产业成长能力(C_{22})、引领经济能力(C_{23})上的

$$\text{评判结果为 } R_2 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.4 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.1 & 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 & 0 \end{bmatrix};$$

产业战略能力(C_3)在产业先导能力(C_{31})、产业带动能力(C_{32})、产业关联能力(C_{33})上的评判

$$\text{结果为 } R_3 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0 \\ 0.1 & 0.4 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0 \end{bmatrix}; \text{产业}$$

建设环境(C_4)在政策支持力度(C_{41})、基础设施服务(C_{42})、经济激励效应(C_{43})上的评判结果

$$\text{为 } R_4 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0 \end{bmatrix}。$$

2.2.2 二级综合评价

根据各单因素矩阵计算安徽省太阳能产业4个一级指标的单因素评价矩阵,则安徽省太阳能产业创新能力的评价矩阵为 $B_1 = W_1^T R_1 = \{0.210 6, 0.409 4, 0.308 9, 0.031 1, 0\}$, 产业发展能力的评价矩阵为 $B_2 = W_2^T R_2 = \{0.131 9, 0.422 1, 0.346, 0.1, 0\}$, 产业战略能力的评价矩阵为 $B_3 = W_3^T R_3 = \{0.116 4, 0.437 6, 0.329 7, 0.116 3, 0\}$, 产业建设环境的评价矩阵为 $B_4 = W_4^T R_4 = \{0.206 7, 0.469 7, 0.293 3, 0.030 3, 0\}$ 。故安徽省太阳能产业竞争力评价总矩阵为:

$B = \begin{bmatrix} 0.210\ 6 & 0.409\ 4 & 0.308\ 9 & 0.031\ 1 & 0 \\ 0.131\ 9 & 0.422\ 1 & 0.346 & 0.1 & 0 \\ 0.116\ 4 & 0.437\ 6 & 0.329\ 7 & 0.116\ 3 & 0 \\ 0.206\ 7 & 0.469\ 7 & 0.293\ 3 & 0.030\ 3 & 0 \end{bmatrix}$, 则安徽省太阳能产业竞争力评价值为: $W^T B X = 71.92$ 。同理可得安徽省风能、生物质能、新能源汽车的产业竞争力评价价值分别为 63.43, 45.59 和 78.08, 具体实证数据如表 8 所示。

表 8 安徽省新能源产业竞争力综合评价结果

		一级综合评价矩阵	$R_1 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.4 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$	二级综合评价矩阵	$R_2 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.4 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.1 & 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$	三级综合评价矩阵	$R_3 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0 \\ 0.1 & 0.4 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0 \end{bmatrix}$	四级综合评价矩阵	$R_4 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0 \end{bmatrix}$
太阳能产业	准则层评价矩阵	$B_1 = W_1^T R_1$		$B_2 = W_2^T R_2$		$B_3 = W_3^T R_3$		$B_4 = W_4^T R_4$	
	二级综合评价矩阵	$B = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.210 & 6 & 0.409 & 4 & 0.308 & 9 & 0.031 & 1 & 0 \\ 0.131 & 9 & 0.422 & 1 & 0.346 & & 0.1 & & 0 \\ 0.116 & 4 & 0.437 & 6 & 0.329 & 7 & 0.116 & 3 & 0 \\ 0.206 & 7 & 0.469 & 7 & 0.293 & 3 & 0.030 & 3 & 0 \end{bmatrix}$							
	产业得分	$W^T B X = 71.92$							
		一级综合评价矩阵	$R_1 = \begin{bmatrix} 0.15 & 0.25 & 0.5 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0 \\ 0.2 & 0.25 & 0.5 & 0.15 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0 \end{bmatrix}$	二级综合评价矩阵	$R_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0.25 & 0.4 & 0.35 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0.45 & 0.25 & 0 \\ 0 & 0.35 & 0.5 & 0.15 & 0 \end{bmatrix}$	三级综合评价矩阵	$R_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.4 & 0.5 & 0.1 & 0 \\ 0.1 & 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0 \end{bmatrix}$	四级综合评价矩阵	$R_4 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.3 & 0.6 & 0 & 0 \\ 0.25 & 0.55 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.15 & 0.35 & 0.4 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$
风能产业	准则层评价矩阵	$B_1 = W_1^T R_1$		$B_2 = W_2^T R_2$		$B_3 = W_3^T R_3$		$B_4 = W_4^T R_4$	
	二级综合评价矩阵	$B = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.099 & 1 & 0.216 & 2 & 0.469 & 0 & 0.176 & 7 & 0 \\ 0 & & 0.293 & & 0.442 & 9 & 0.264 & 1 & 0 \\ 0.016 & 3 & 0.383 & 7 & 0.429 & 7 & 0.170 & 3 & 0 \\ 0.140 & 3 & 0.362 & 2 & 0.482 & 3 & 0.015 & 2 & 0 \end{bmatrix}$							
	产业得分	$W^T B X = 63.43$							
		一级综合评价矩阵	$R_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0.1 & 0.2 & 0.35 & 0.35 \\ 0 & 0.1 & 0.25 & 0.3 & 0.35 \\ 0 & 0.1 & 0.2 & 0.45 & 0.25 \\ 0 & 0.1 & 0.2 & 0.5 & 0.2 \end{bmatrix}$	二级综合评价矩阵	$R_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0.15 & 0.2 & 0.45 & 0.2 \\ 0 & 0.1 & 0.15 & 0.55 & 0.2 \\ 0 & 0.1 & 0.2 & 0.35 & 0.35 \end{bmatrix}$	三级综合评价矩阵	$R_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0.1 & 0.3 & 0.4 & 0.2 \\ 0 & 0.1 & 0.3 & 0.5 & 0.1 \\ 0 & 0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 \end{bmatrix}$	四级综合评价矩阵	$R_4 = \begin{bmatrix} 0 & 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.15 & 0.5 & 0.25 & 0.1 \\ 0 & 0.15 & 0.4 & 0.35 & 0.1 \end{bmatrix}$
生物质能产业	准则层评价矩阵	$B_1 = W_1^T R_1$		$B_2 = W_2^T R_2$		$B_3 = W_3^T R_3$		$B_4 = W_4^T R_4$	
	二级综合评价矩阵	$B = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0.1 & 0.212 & 2 & 0.395 & 8 & 0.294 \\ 0 & 0.123 & 0.189 & 0.440 & 2 & 0.247 & 8 \\ 0 & 0.083 & 7 & 0.316 & 3 & 0.429 & 7 & 0.170 & 3 \\ 0 & 0.181 & 5 & 0.547 & 8 & 0.233 & 7 & 0.037 \end{bmatrix}$							
	产业得分	$W^T B X = 45.59$							
		一级综合评价矩阵	$R_1 = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.5 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.35 & 0.5 & 0.15 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	二级综合评价矩阵	$R_2 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.25 & 0.55 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$	三级综合评价矩阵	$R_3 = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.5 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0.25 & 0.4 & 0.25 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	四级综合评价矩阵	$R_4 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.35 & 0.5 & 0.15 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
新能源汽车产业	准则层评价矩阵	$B_1 = W_1^T R_1$		$B_2 = W_2^T R_2$		$B_3 = W_3^T R_3$		$B_4 = W_4^T R_4$	
	二级综合评价矩阵	$B = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.264 & 7 & 0.479 & 6 & 0.255 & 7 & 0 & 0 \\ 0.257 & & 0.433 & 2 & 0.277 & 9 & 0.031 & 9 & 0 \\ 0.241 & 8 & 0.470 & 3 & 0.258 & 2 & 0.029 & 7 & 0 \\ 0.326 & 1 & 0.469 & 7 & 0.204 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$							
	产业得分	$W^T B X = 78.08$							

2.3 评价结果分析

由安徽省新能源产业竞争力评价结果可知,安徽省新能源产业竞争力排名由强到弱依次为:新能源汽车产业、太阳能产业、风能产业、生物质能产业。

2.3.1 新能源汽车产业

安徽省新能源汽车产业的竞争力评价值为78.08,体现出较强的竞争力,这主要是因为安徽省新能源汽车在产业创新能力(C_1)与产业发展能力(C_2)方面具有较高得分。在产业发展能力(C_2)方面,安徽省以合肥、芜湖为中心已经形成汽车生产企业集群,有以江淮汽车、奇瑞汽车为代表的新能源乘用车生产企业,以安凯客车为代表的新能源客车生产企业,以芜湖宝骐汽车为代表的新能源专用车生产企业,以合肥国轩高科、中盐红四方锂电、芜湖天弋能源、合肥华霆动力为代表的动力电池及系统生产企业,以巨一自动化为代表的电机及控制系统生产企业,以国网电力、普天新能源、国轩特来电、易开租车为代表的充电设施建设运营服务企业。新能源汽车产业链初步形成,且奇瑞新能源汽车和江淮大众新能源汽车还分别获得国家纯电动乘用车批复^[10]。随着能源变革的重大趋势以及产业结构绿色转型发展要求,安徽省新能源产业规模在整个能源产业结构中的比例不断扩大。2017年,安徽省新能源汽车生产和销售分别达到6.76万辆、6.51万辆,同比分别增长51.3%,46.9%,新增充电桩1.5万个。

虽然安徽省新能源汽车产业发展进步较快,但是产业战略能力(C_3)以及产业建设环境(C_4)方面得分较低。在产业建设环境(C_4)方面,存在着充电基础设施之间不能互联互通、已建成充电基础设施利用率低、电动汽车用户充电难等问题;在产业战略能力(C_3)方面,存在着充电桩建设如何实现与新增新能源车同步匹配、技术标准如何实现统一、旧有建筑如何解决新桩安装、新建建筑如何预留用电量等问题。

2.3.2 太阳能产业

安徽省太阳能产业的竞争力评价值为71.92,竞争力相对较强,其在产业建设环境

(C_4)方面存在较高得分,尤其是在指标层中的政策支持力度(C_{41})、经济激励效应(C_{43})两个指标得分荷载高,这主要归功于安徽省有多重利好政策支持。安徽省先后出台了《安徽省战略性新兴产业“十三五”发展规划》《安徽省可再生能源发展“十三五”规划》等文件,相关文件明确提出要加大力度推广安徽省太阳能、风能的技术应用,并且大力支持太阳能、风能产业的发展。安徽省积极创新光伏发展模式,率先在全国采用公开招标、先建先得方式配置光伏发电规模,率先在全省31个贫困县实施光伏扶贫工程。经过多年发展,安徽省在光伏并网发电核心技术、太阳能电池制造技术等方面国内领先,安徽省阳光电源光伏逆变器市场占有率连续十年保持全国第一,光伏组件、光伏逆变器等产品不断抢占以印度为代表的东南亚、南亚、欧美市场,集聚了通威太阳能、晶澳太阳能等一批光伏电池及组件制造龙头企业。

但是安徽省太阳能产业在产业创新能力(C_1)方面还存在着技术创新能力(C_{11})以及技术先进性(C_{14})不足的问题,安徽省太阳能产业分上、中、下游3个部分,上游产业包括提炼太阳能级硅、制造硅棒等产业,中游产业主要包括太阳能电池和装嵌电池制造业,下游产业主要是光伏发电产业。目前安徽省太阳能产业的上游产业所需研发投入最高,但上游企业数量最少,其次是中游产业,最后是下游产业,在新能源企业数量上形成了一个典型金字塔模式,而在研发投入上则形成了一个倒金字塔模式。安徽省太阳能产业在产业战略能力(C_3)方面得分荷载较小,主要体现在前向关联和后向关联的产业关联能力(C_{33})不强,以及产业过度依靠政府补贴,形成了产业链补贴的“夹击效应”^[11]。

2.3.3 风能产业

安徽省风能产业的竞争力评价值为63.43,竞争力较为一般,其在产业创新能力(C_1)各指标上总体得分较低,这表明安徽省风能产业技术创新还很薄弱,缺乏自主知识产权的核心技术,因此在很大程度上要依赖国外设备和技术,且安

安徽省中小型风能产业发展的关键难题和障碍是标准的缺失,标准的确定有着很强的紧迫性和重要性。克服当前产业发展的困难是先搭建起标准框架,更新原来的标准,制定新的标准,积极推广国际先进标准,这是本产业发展的基石,也是本行业应该积极研究的一项课题。

同时安徽省风能产业在产业发展能力(C_2)方面还存在产业成长较为缓慢的问题,这主要是因为安徽省风电装备制造产业水平中等,风电运行数据在全国居于全国平均水平,且对于政策扶持和度电补贴的依赖度较强,受政策影响较大,随着国家逐步调低可再生能源上网电价,企业收益减少,投资意愿和能力呈下降趋势,导致整个风能产业前进受阻。

2.3.4 生物质能产业

安徽省生物质能产业的竞争力评价值为 45.59,竞争力发展水平为中等偏下水平。在产业创新能力(C_1)方面,由于生物质能科研机构分散,技术研发能力薄弱,市场空间较为狭小,科研资金、专业人才匮乏,科技经费的投入不足,使得安徽省生物质能产业在基础技术研究、应用技术创新、产品研发等方面还存在着产品单一且技术含量低、无法满足市场需求、缺乏具有自主知识产权的核心技术等问题;在产业发展能力(C_2)方面,虽然安徽省生物质发电初具规模,但其产业化和商业化程度低,主要问题是生物质秸秆燃烧组织较困难,表现在收购难、运输难以及储存难,生物质重量轻、体积大,不适合长距离运输,且秸秆收购具有较强的季节性要求,不能够连续均匀收购;在产业战略能力(C_3)方面,安徽省生物质能产业的先导、带动及关联能力较弱,主要体现在“小电厂、大燃料”特点上,且建设和运营成本较高,收益与投入不相匹配;在产业建设环境(C_4)方面,安徽省生物质能以宏观政策指导为主,缺乏实施细则,而且配套设施没有跟上,针对生物质发电项目也未得到明确的税收优惠政策。

3 对策和建议

3.1 提高自主创新,加强产学研合作

安徽省高校和科研院所众多,因此应鼓励

行业龙头企业联合高校、科研院所、政府以及社会服务机构组建产学研合作平台,联合攻关共性技术、核心技术以及关键技术,形成持续演进的技术创新链,从而提升行业产业技术创新能力;要加快研究制定新能源发展战略规划,政府相关部门应在研究编制各产业技术创新的路线图基础上,选择重大的产业共性技术、急需解决的关键技术和核心技术作为调控支持的产业技术创新的方向和重点,引导产学研等主体围绕该方向和重点构建联盟;注重组建新能源技术交易平台,加快达成与国内先进地区新能源企业的合作。

3.2 引导产业高端化发展,推动产业升级

第一,加大新能源汽车的推广,实现由“量”到“质”的突破。加快新能源汽车充电设施建设,将充电桩的建设范围由市向县铺开,新能源汽车充电桩和电动汽车的生产需要同步展开;政府应积极引导,逐步完善车联网等互联网技术,让新能源汽车和充电桩设施纳入智慧城市管理中,减少因车辆及充电桩的增加而带来的城市交通管理压力;政府应适当对消费端和上游生产端予以补贴,支持电池等技术的研发,并促使缺乏先进性及生产标准的低档企业退出市场,实现新能源汽车由“量”到“质”的突破。

第二,推动太阳能和风能产业向高端发展,使产业变得更大更强。太阳能产业应依托高产业化技术水平和完善的产业配套能力,提升自主研发能力,推动产品高端化,大力拓展应用示范领域与范围,推动公共机构光伏应用试点的开展,形成以应用促发展的良好互动;风能产业应整合国内现有技术资源,建立省级风电技术研发机构,推动风电技术进步,保证风电产品质量,研发拥有自主知识产权的核心技术产品,从而提高风电整机运行的可靠性。

第三,因地制宜提升生物质能的竞争力。根据安徽省资源禀赋特点,探索适合自身特点的生物质能产业发展模式,生物质电力企业应通过有效整合资源,提高技术创新能力,降低电力生产成本,引进国内外先进技术,促进企业科技成果转化。

3.3 优化产业建设环境

第一,政府要在政策、融资、产业环境等方面帮助新能源中小科技企业解决实际困难,促使各中小高科技企业聚焦主业,提高自主创新能力;政府要引导资本支持新能源产业发展,加大银行或金融机构对新能源产业的扶持力度,设立新能源发展基金,拓宽融资渠道,以满足高科技研发过程中的资金需求。

第二,企业及相关单位要注重引进和培育创新型人才,创新型人才是提高企业自主创新能力的战略基石,要积极开展高质量的人才培训和专业宣传等活动。

第三,相关部门要完善新能源法律制度体系,细化或补充配套法律制度。新能源快速发展但相关法律制度未及时跟上,因此要补充和细化《可再生能源法》,以及完善其他配套法律制度,并借助政府的政策支持,建立具体有效的经济激励机制,评估政策法律的实施效果,及时调整执行性较差的法律制度。

4 结论与展望

本研究的主要结论如下:

(1)构建的新能源产业竞争力评价指标体系,涵盖了产业创新能力、产业发展能力、产业战略能力、产业建设环境4个准则和13个具体指标。

(2)综合考虑了竞争力评价过程中的模糊性以及不确定性等多方面的影响,运用AHP确定权重,以改进的模糊综合评价模型对安徽省新能源产业竞争力进行评估,避免了权重难以确定及传统算法信息利用不充分的问题。

(3)实证分析与现实情况基本吻合,根据安徽省新能源产业潜在的问题,提出的对策建议更有针对性。

基于本研究,安徽省相关政府部门应该正确认识新能源产业在经济发展中存在的问题,以提升新能源产业竞争力为突破口,制定新能

源产业发展战略、组建产学研合作平台,联合攻关核心关键技术,优化产业建设环境,助推新能源产业可持续发展。

参考文献:

- [1] 孟浩,陈颖健. 基于层次分析法的新能源产业发展能力综合评价[J]. 中国科技论坛, 2010, 26(6): 51-58.
- [2] 杨洁,刘运材. 我国新能源产业的政策支持研究——基于太阳能光伏、风电、新能源汽车产业发展的分析[J]. 价格理论与实践, 2012, 32(5): 72-73.
- [3] 宋晓晶. 完善财税政策推动我国新能源产业发展[J]. 生态经济, 2013, 29(6): 127-130.
- [4] 徐枫,陈昭豪. 金融支持新能源产业发展的实证研究[J]. 宏观经济研究, 2013, 35(8): 78-85.
- [5] 金飞,陈晓峰. 江苏沿海新能源产业集群竞争力研究——基于GEM和AHP模型的实证分析[J]. 科技管理研究, 2014, 34(12): 152-159.
- [6] 闫世刚. 基于层次分析法—模糊综合评价的北京市新能源产业竞争力研究[J]. 科技管理研究, 2017, 37(7): 93-97.
- [7] 王亚伟,韩珂. 基于改进模糊综合评价模型的区域科技创新能力评估——以河南省为例[J]. 科技进步与对策, 2012, 29(13): 119-124.
- [8] 叶珍. 基于AHP的模糊综合评价方法研究与应用[D]. 广州:华南理工大学, 2010.
- [9] 谢季坚,刘承平. 模糊数学方法及其应用[M]. 武汉:华中科技大学出版社, 2013: 137.
- [10] 周晓东. 制造强省:新能源汽车铸造新动力[N]. 江淮时报, 2018-08-31(5).
- [11] 吴昱,边永民. 新能源产业链激励政策及其补贴合规性[J]. 求索, 2013, 33(4): 1-4.

(责任编辑:李秀荣)