

中国风能产业政策内在关系及其组合效率动态评价

陈 艳, 龚承柱, 尹自华

摘 要: 从风能产业政策系统的视角, 运用 PageRank 算法梳理我国 2000—2018 年间 199 项风能产业政策之间的内在关系, 并通过构建风能产业政策组合动态效率评价矩阵, 对政策组合的变迁效率进行评价。结果表明, 我国风能产业政策组合整体呈现多中心均衡结构, 其中运行规范、财税支持和政府激励三类政策是风能产业政策组合的关键中心节点, 与其他政策联系紧密, 政策组合较为稳定; 从政策组合动态变迁效率来看, 风能产业政策组合变迁效率总体呈下降趋势, 即风能产业政策之间相互联系的实现需要依靠颁布数量较多的同种类型政策不断强化, 而不是依靠政策内容之间的相互关联来实现。基于此, 建议减少制定风能产业政策的组织机构, 在制定政策时, 要充分考虑政策之间的相互关系, 搭建信息平台, 避免不同部门之间政策的重复实施。

关键词: 风能产业政策; 政策组合; 效率评价

中图分类号: F124.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2019)06-0142-11

DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.2019.06.013

发展风能产业被认为是实现二氧化碳减排、环境保护、节能降耗和能源安全的重要战略^[1]。同时, 风能也被认为是中国最有前途的可再生能源之一, 近年来发展迅速^[2]。风能产业的快速发展离不开政府政策的支持。在实践中, 各国风能产业政策普遍是几个或多个单项政策的组合^[3], 即是一种政策组合或一揽子政策。发达国家颁布了一系列政策推动风电发展, 如固定价格、投资补贴、关税优惠、免税、国内费率要求、出口援助计划、研发等, 我国同样如此。目前我国已经陆续出台以固定上网电价制为主, 还包括直接补贴、公共投资、税收优惠、政府采购等在内 20 多个相关配套政策^[4]的风能产业政策框架体系。

政策组合理论认为, 科学合理的政策组合体系能够为利益相关者提供激励机制、机会结构和约束机制, 从而推进产业的可持续发展。然而实际情况并不如此, 一方面, 这些政策促进了我国风能产业的迅猛发展, 在不到十年的时间内装机容量达到全球市场的领导地位, 奠定了我国可再生能源产业发展的良好基础。另一方面, 过多关注风能装机容量而相对忽略电网的配套政策, 导致我国风能产业出现了高装机容量与低发电量并存、限电、弃风、弃电、有电无市等问题^{[5][6][7]}。2013—2017 年, 我国弃风率分别为 11%、8%、15%、17%、12%^[8]。截至 2018 年 4 月, 风力发电装机容量超过 6 000 千瓦, 达到 1.644 6 亿千瓦, 几乎是我国全部装机容量的 9.85%, 而从 2017 年 1 月到 2018 年 4 月, 平均每月风力发电比为 5.28%, 这意味着将近一半的风力发电机组没有运行^[9]。

基金项目: 国家社会科学基金项目“我国绿色能源产业政策之间的相互作用及其组合策略研究”(17BJL083); 国家自然科学基金项目“天然气产业价格扭曲测度与市场均衡仿真研究”(71804167); 教育部人文社科基金项目“基于需求分析的天然气阶梯定价影响机制与效果评价”(17YJC630028)

作者简介: 陈艳, 中国地质大学(武汉)经济管理学院/矿产资源战略与政策研究中心副教授(湖北 武汉 430074); 龚承柱(通讯作者), 中国地质大学(武汉)经济管理学院/能源环境管理与决策研究中心副教授

除此以外, 重视生产环节轻视安全措施的政策体系, 使得风电大规模脱网事故频发。

基于上述现实, 本文拟对以下问题展开讨论: 我国风能产业政策组合之间具有怎样的内在逻辑结构? 我国风能产业政策组合变迁是否有效率? 对上述问题的思考有助于解决当前风能产业发展中出现的市场消纳不足问题, 促进我国风能产业深化改革, 持续发展。

一、文献综述

近年来, 对风能产业政策的研究文献较为丰富, 主要集中在以下几个方面:

(一) 对比和介绍各国的风能产业政策

相关研究主要是对国内外风电政策进行阐述, 指出我国风力发电政策的不足并提出改进建议^[10]。如选取德国、西班牙和丹麦的电价政策为典型, 结合我国风能电价政策的实际情况, 提出相关政策建议^[11]。比较中印两国风能技术创新体系的建设, 分析公共政策与不同阶段技术创新体系发展的相互作用, 说明两国各自的发展战略^[12]。针对欧盟和中国风力发电能力的快速发展做出解释, 认为在这两个地区, 风电的大规模投资是通过一套特定的政治动机产生的, 其中即包括基于类似主要目标的强有力的政府支持政策^[13]。

(二) 探讨我国风能产业政策的问题、作用和经验

既有研究指出我国风能产业发展现状、存在的问题及其激励政策的作用^[14]。在考察风能产业取得的成就的基础上, 回顾我国为支持风能产业发展实施的政策体系, 探讨影响产业可持续发展的阻碍因素^{[15][16]}。

(三) 研究风能产业政策在促进风力发电方面的效果

多数研究认为, 风电政策工具对我国风能产业发展具有积极作用^[17]。文献集中研究上网电价政策^{[18][19][20]}、可再生能源证书^[20]、技术支持政策^[21]、价格政策和非价格政策^[22]以及其他类型政策^{[23][24][25][26]}对风能产业发展的影响。也有部分研究认为, 有些政策存在经济非效率性^[19], 或是不同的政策在不同的区域或不同的条件下作用是不完全相同的^{[22][24]}。

综上, 现有文献多从风能产业发展的视角研究其产业政策, 比如集中讨论某几种政策与风能产业发展之间的关系, 或对比研究某几种政策的效果, 缺少系统分析政策之间相互关系和内在结构的研究。本文认为, 风能产业政策是一个系统, 对风能产业政策效果的评价离不开对政策之间相互关系的梳理, 为此拟利用 2000—2018 年省部委及以上级别部门的 199 项风能产业政策文本, 系统分析风能产业政策之间的内在关系并评价风能产业政策组合变迁效率, 力求对现有研究做出有益补充。

二、数据来源及评价方法

(一) 风能产业政策组合分类及政策文本的选择

在对政策内容进行分析时, 参考王晓珍等^[27]的分类方法, 本文将风能产业政策分为三个大类、十一个小类, 分别为引导性政策: 环境保护、政府鼓励; 支持性政策: 财税支持、金融支持、信息支持、采购支持、人力支持、并网支持、技术支持; 规范类政策: 技术规范、运行规范。区别于传统的对于一项政策进行单类别归类, 本文通过提取关键词的方法对政策文本进行分析, 将一项政策按照其包含内容划分为同一时刻颁布的无权重多项不同类型的政策。

虽然自 1990 年代中期起, 我国政府就开始出台促进风能及其他可再生能源发展的相关政策, 但一直到 2005 年全国人大通过《中华人民共和国可再生能源法》, 风能等可再生能源产业政策才开

始大量出台。结合研究需要,本文最终选择从2000年1月1日起至2018年12月31日止我国部委及以上级别部门发布的风电产业政策。对于风能产业政策文本的选择,参考黄萃等^[17]、王晓珍等^[27]以及曾婧婧等^[28]的研究成果,政策来源于发改委、国务院、国家能源局等政府各部委官网及法律之星等网站,获取2000—2018年部委级别及以上部门发布的199项风电产业政策,按照上述11种政策类型细分为661项政策。为使政策尽可能无缺漏,收集过程严格遵循以下四点:第一,政策搜索关键词以“风能”、“风电”、“风力”为主,不限于“可再生能源”、“绿色能源”、“绿色发展”、“上网电价”、“可持续发展”等绿色经济相关索引词;第二,不同参与人员对同一关键词分别搜集并进行交叉检验,以防止直观因素导致的误差;第三,根据现有研究,对所寻找政策数量及质量进行反复评估;第四,本文对政策的定义是公开发布的以法律、法规、意见、措施、通知或其他不包括工业标准在内形式存在的政府文件。

(二) PageRank 算法在风能产业政策组合结构研究中的应用

本文利用 PageRank 算法作为政策结构研究方法。该算法最初通过对用户搜索结果进行排序来评价网页的重要性^[29],后来也被广泛用于期刊评价领域。PageRank 算法突破了网络搜索引擎以“关键词”和“词频”为核心的推荐算法的瓶颈。利用该算法对搜索结果进行排序时,除了考虑传统的点击次数外,还加入了“网页质量”的观察维度,从而直观上就可以假定:一个网页如果被其他网页打开次数越多,那么它应该越重要;一个网页被越重要的网页打开,那么它就越重要。

风能产业政策是一种政策组合或一揽子政策,各种政策之间往往存在相互影响,比如2016年发改委出台《可再生能源产业发展十三五规划》、国家能源局出台《风电发展十三五规划》,为了保证规划的顺利实施,相关部门或地方政府又会出台相应的配套政策。这些政策交织在一起,在相互影响的基础上共同促进风能产业发展。此外,在政策变迁的过程中往往会产生“路径依赖”,即一项新出台的政策受到以往政策前向影响的同时,还对后续政策产生后向影响,各类型政策之间因此产生相互影响,构成了基于政策文本内容类型的政策变迁组合结构。本文在对政策文本内容进行分类后,将 PageRank 算法应用于政策组合后的内部关系分析和政策组合的变迁效率评价,因为尽管政策重要性与网页重要性有所不同,但两者本质相同。Rothwell 等强调,合理的政策结构应该同时注意政策在时间层面的继承关系和空间层面的互补关系^{[30](P83-104)}。而风能产业政策在变迁过程中,由于路径依赖,政策之间会存在前后向联系,此其一。其二是,一项重要的风能产业政策往往会有系列配套政策辅助实施,进而形成风能产业政策体系。为解决网页跳转中的“随机事件”,PageRank 算法中添加了阻尼系数 d 模拟这种随机跳跃^{[29][31][32]}。政策也同样存在随机游走的现象,不是所有的政策都会有路径依赖;此外,少量没有搜集完整的政策还会产生误差。PageRank 算法可以对部分随机游走问题和政策的缺失问题进行一定程度的弥补。

值得注意的是,对风能产业政策的评价与网页排名还有所不同:对网页的排名可以单纯依赖被其他网页打开的次数确定,因为点击量是几乎没有成本的,只是损耗上网者的时间;而一项政策的出台需要花费大量的物质成本和时间成本,因而从风能产业政策组合变迁的角度看,如果仅仅依靠增加内容相似的政策数量来提升政策的重要性,从经济的角度来看是无效率的。PageRank 算法在评价风能产业政策重要性时,PageRank 值越高,说明该项政策越重要。为什么这项政策重要,其原因主要有两种情况:(1)该项政策与很多其他政策相关联;(2)出台的与该项政策类似的其他政策的数量较多。为了进一步区别这两种情况,本文将构建政策组合变迁效率评价矩阵模型对2000—2018年间风能产业政策组合动态效率进行评价。

(三) 风能产业政策组合中相互作用结构图的构建

将风能产业政策间的相互关系视为一个有向图,利用 Gephi 软件,根据各类风能政策在2000—2018年的时间顺序和直接文本关联关系,绘制有权政策组合结构变迁图谱,利用 Matlab 软

件对分类政策节点的 PageRank 值进行计算。定义 $G = (V, E, A)$, 表示一段时间内, 各类风能政策在时间上的前后联系关系以及部分政策之间的直接文本联系关系, G 是一个有权重的有向图。其中, V 是顶点, 即各类型政策的集合; E 是边的集合, 即用连线表示不同种类风能政策之间的相互关系; A 是一段时间内不同种类政策的概率转移矩阵: $A = A_{i,j}(i \in E, j \in E)$, 表示的是不同类型政策间相互传导所构成的权重矩阵:

$$A_{ij} = \begin{cases} \frac{M_{ij}}{N_i} & (i, j) \in E \\ 0 & (i, j) \notin E \end{cases} \quad (1)$$

其中, $A_{i,j}$ 表示概率转移矩阵 A 中第 i 行第 j 列元素的数值, N_i 表示类型为 i 的风能政策发布后与该政策有关的后向政策的数量总和, M_{ij} 表示类型为 i 的风能政策所有的后向政策中类型为 j 的风能政策数量, i, j 分别表示不同类型的风能政策, 即节点, E 表示有向有权图的点集。

图 1 为由四种不同种类政策构成的示意图。图中的 ABCD 四个顶点代表 4 种不同类型的政策; 箭头表示两种不同类型政策时间上的先后关系和直接的文本关联关系, 连线的粗细表示两政策之间连接关系的强弱, 这些连线属于该有向图的边集。如图所示, AD 政策之间联系最强, AB 之间联系强度次之。

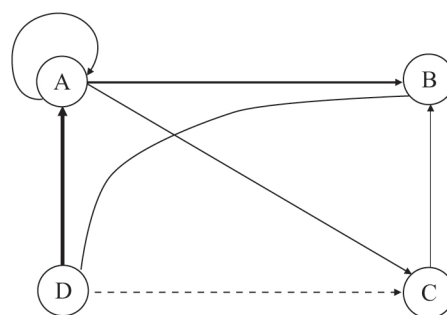


图 1 政策有向示意图

PageRank 算法在使用时, 要求矩阵所对应的有向图 G 必须是强连通的, 如果对于任意两节点 i, j 必然存在一条边 u 且 $u \in E$, 则称有向图 G 是一个强连通图。风能政策的传递关系图就是一个强连通图, 即任意两种类型的风能政策之间都有过前向或后向的联系。

本文中有向有权图采用 PageRank 算法进行计算的公式为:

$$PR_i = \frac{1-d}{n} + d \sum_{(j,i)} \frac{PR_j}{N_j} \quad (2)$$

其中, PR_i 表示第 i 种类型政策的 PageRank 值, 用以衡量该种类型政策的排名, 其 PageRank 值越大, 则该种类型政策在政策演变过程中与其他政策联系配合作用越大; n 是政策种类总数, i, j 分别表示不同种类的风能政策, N_j 表示类型为 j 的风能政策发布后该政策后续政策种类的数量; d 表示阻尼系数, 一般选为 0.85。

(四) 风能产业政策组合动态效率评价矩阵

此处效率指的是在政策组合变迁过程中, 风能产业政策 PageRank 值的变动与政策数量的变动之比, 反映的是政策的重要性是依靠大量颁布同种类型政策, 还是依靠政策之间的内在联系来体现。如果一项政策的重要性需要依靠颁布大量的同种类型政策来实现, 则是无效率的。

$$M_{i,j} = \begin{cases} 1 & \frac{PR_i/PR_u}{ZC_i/ZC_u} \geq 1 \text{ 且 } PR_i > PR_u \\ 0 & \frac{PR_i/PR_u}{ZC_i/ZC_u} < 1 \text{ 或 } PR_i > PR_u \end{cases} \quad (3)$$

其中, $M_{i,j}$ 表示矩阵中第 i 行第 j 列的数值; PR_i 表示在所研究时间段内, PageRank 值排名第 i 的某类型政策所对应 PageRank 值; PR_u 表示在所研究时间段内, PageRank 值排名第 u 的某类型政策所对应 PageRank 值; ZC_i 表示在所研究时间段内, PageRank 值排名第 i 的某类型政策的数量; ZC_u 表示在所研究时间段内, PageRank 值排名第 u 的某类型政策的数量。对应以上比较矩阵

模型的定义, 给出该矩阵的约束条件:

$$s, t \begin{cases} PR_i > PR_{i+1}; PR_u > PR_{u+1} \\ i \in [1, 10]; j \in [1, 10]; u = j + 1 \end{cases} \quad (4)$$

其中, $PR_i > PR_{i+1}$, $PR_u > PR_{u+1}$ 表示各类型风能政策按照 PageRank 值的高低进行排列, $u \in [2, 11]$; $u = j + 1$ 的约束条件保证矩阵中每一值都是由 PageRank 值排名较前的政策类型与排名较后的政策类型作比较得到的。

该矩阵可以反映某一阶段的政策组合中, 各种类型政策互相联系时有无效率。若一种类型政策相对于另一种类型政策在前后向联系上更有效率, 则矩阵中相应元素为 1, 否则为 0。某一时间段的政策组合总体效率可以通过下式进行计算:

$$\overline{P_{year}} = \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} M_{ij} \quad (5)$$

其中, $\overline{P_{year}}$ 表示某一静态政策组合结构下, 各类政策的比较效率 (0 或 1) 之和。 $\overline{P_{year}}$ 值越大, 表示总体政策组合结构的效率越高。各阶段的 $\overline{P_{year}}$ 对比可以得出整个阶段政策组合的动态效率。

三、风能产业政策组合内部结构及其动态效率评价

(一) 风能产业政策组合内部结构整体分析

根据 2000—2018 年我国各部委及以上级别部门发布的 199 项政策细分的 661 项不同类型的政策数据, 以政策在时间上的前后联系和直接的文本关联关系为基础, 通过 Gephi 软件, 绘制不同种类政策间的有权有向网络图谱 (权重为两政策间联系的频繁程度, 即联系度)。不同种类风能政策间传递的有权有向图如图 2 所示。

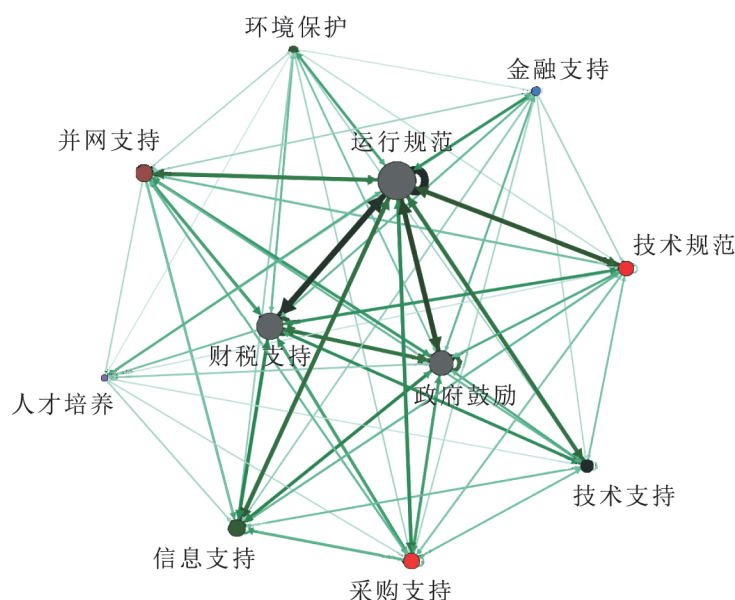


图2 不同种类风能政策有权有向图

图谱中每一节点代表一种类型的风能政策, 节点大小代表这个政策在所研究时间内的 PageRank 值高低。节点越大, 则该类型政策 PageRank 值越高, 反之亦然; 不同类型风能政策即不同节点之间的连线越粗, 则两节点之间前后向联系越多, 反之亦然。其中, 运行规范性政策的 PageRank

ank 值最高, 人才培养类风能政策的 PageRank 值最小。以运行规范与财税支持为例, 两者之间前后性联系较强, 政策组合时则呈现出一种前后向联系性和相互扶持性。将 2000—2018 年不同类型的风能政策按照 PageRank 值排序, 结果如表 1 所示。

表 1 2000—2018 年不同种类风能政策 PageRank 排名

排序	政策类型	PageRank 值 (PR)	政策数量 (C)	综合评价 (PR×C)
1	运行规范	0.161 032	114	18.357 420
2	财税支持	0.123 311	83	10.234 813
3	政府鼓励	0.115 216	77	8.871 632
4	并网支持	0.090 169	59	5.319 971
5	信息支持	0.090 030	57	5.131 71
6	采购支持	0.086 233	55	4.742 815
7	技术规范	0.083 126	58	4.821 308
8	技术支持	0.076 808	53	4.070 824
9	金融支持	0.063 353	37	2.344 061
10	环境保护	0.056 719	37	2.098 603
11	人才培养	0.054 004	31	1.674 124

由表 1 可知, 从各类政策同其他政策的联系度来看, 2000—2018 年运行规范性政策的前后向联系重要性程度最大, 表现为政策组合结构中的关键节点。这是因为一方面, 规范性政策不受时期的限制, 可以在不同类型政策间起到过渡作用; 另一方面, 一项政策颁布实施都有对其后规范性政策的需求。政策组合结构中联系度最低的是人才培养类政策, 主要原因是现有政策文本中关于人才培养类政策的数目较少, 只有 31 条, 而 PageRank 得分最高的运行规范性政策相关政策数目有 114 条。不仅如此, 在运用 PageRank 迭代计算的过程中, 由人才培养类政策指向的其他政策也很少。即人才培养类政策不仅相关的政策数量少, 同时该政策与其他政策之间的相互联系也很少。可能的原因在于, 在风能产业发展过程中, 与其他政策相比, 同风能产业人才培养相关的政策多分散于政府各部门颁布的“十一五”、“十二五”、“十三五”规划, 以及可再生能源法、能源发展战略行动计划等政策文本。零散的政策文本中关于人才培养的内容相互之间缺乏联系, 而人才培养又是一个长期过程, 从而导致人才培养类政策存在时滞现象。环境保护类的宏观政策虽然覆盖面较广, 但往往与前向政策的联系较少, 因此在政策组合中也体现出较低的重要性程度。

综上, 我国风能产业政策组合以运行规范、财税支持、政府鼓励为交叉联系中心, 整体表现为一种多中心的均衡结构。三类中心政策均与其他任意类型政策的匹配度都较高。究其原因在于: (1) 其他类型政策在推广过程中, 往往都需要运行规范化标准以保证政策达到预期目标而不被滥用; (2) 对于大部分企业而言, 直接的财税支持能够带来直接刺激生产的作用; (3) 政府鼓励起到了间接拉动生产的效果。

(二) 不同阶段风能产业政策组合内部结构分析

《可再生能源法》的颁布实施是我国风能政策的分界点。从 2005 年开始, 风电装机容量连续五年翻番, 截至 2010 年底, 中国风电总装机容量位居世界第一, 到 2012 年中国累计风电总装机容量超过第二名美国约 1 500 万千瓦。伴随风能产业的快速发展, 也出现了严重的弃风现象, 2012 年我国弃风率达 17.12%, 成为有史以来弃风最为严重的一年。从 2012 年至 2018 年, 国家能源局连年出台关于解决风能并网消纳的政策文本。基于此, 本文将我国风能产业发展分为起步阶段 (2000—2006 年)、起飞阶段 (2007—2012 年) 和发展阶段 (2013—2018 年)。各时间段不同种类风能政策 PageRank 值排名变化如表 2 所示。

表2 分段各类风能政策 PageRank 排名变化

政策类型	2000—2006PageRank 排名	2007—2012PageRank 排名	2013—2018PageRank 排名	排名变化
运行规范	1	1	1	保持不变
财税支持	2	2	4	下降
政府鼓励	3	3	2	上升
并网支持	10	5	5	上升
信息支持	6	4	3	上升
采购支持	4	6	6	下降
技术规范	7	7	7	保持不变
技术支持	5	9	8	下降
金融支持	11	10	9	上升
环境保护	9	9	10	下降
人才培养	8	11	11	下降

分段来看，运行规范、财税支持和政府鼓励在每个阶段均很重要，而信息支持和并网支持这两类政策的重要性上升显著。在 PageRank 值排名上升的政策中，信息支持的上升程度尤其显著。伴随产业信息化程度的提高，数据在各行业发展中的重要性不言而喻。建立风能信息公开和分享平台，归纳统计各种风能产业发展相关数据和指标，能够引导行业规范化运行和破除信息不对称。从政策间的相互联系来看，信息支持政策对于前向政策能够起到公开透明的作用，有利于政府推进政策落地；对于后向政策而言，信息支持政策能够帮助政策制定者及时了解产业发展状况和需求情况，因此后向政策也能够与信息支持政策产生较强的联系。并网支持政策的 PageRank 值排名上升后保持相对稳定的状态。自 2012 年《关于加强风电并网和消纳工作有关要求的通知》出台后，对解决风能消纳问题的政策重视程度逐渐提高。为了保证风电消纳问题的妥善解决，必须合理设计政策，使消纳各流程有序推进，其中风电并网就是风电消纳的关键环节之一。为了使并网政策能够达到合意的效果，必然需要相配套的其他类型政策的支持，因此并网支持政策在政策联系中目前保持一个较高且相对稳定的状态。

（三）风能产业政策组合动态效率评估

由 PageRank 算法的计算方法可知，不同类型风能产业政策的 PageRank 值同时受该政策数量 and 该政策与其他政策联系的影响。对于政策制定者来说，要以尽量小的政策成本达到政策组合的目的，即以较少的政策数量实现预期的政策间联系。由式（4）—（5）得到的政策效率矩阵如表 3、4、5、6 所示。

表3 2000—2018 年政策效率矩阵

	财税支持	政府鼓励	并网支持	信息支持	采购支持	技术规范	技术支持	金融支持	环境保护	人才培养
运行规范	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
财税支持		1	0	1	0	1	0	0	0	0
政府鼓励			0	0	0	0	0	0	0	0
信息支持				1	1	1	1	1	1	0
并网支持					0	1	0	0	0	0
采购支持						1	0	0	0	0
技术规范							0	0	0	0
技术支持								0	0	0
金融支持									1	0
环境保护										0

表 4 2000—2006 年政策效率矩阵

	财税支持	政府鼓励	采购支持	技术支持	信息支持	技术规范	人才培养	环境保护	并网支持	金融支持
运行规范	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
财税支持		1	0	1	0	1	0	1	1	1
政府鼓励			0	0	0	0	0	0	1	1
采购支持				1	1	1	0	1	1	1
技术支持					0	0	0	1	1	1
信息支持						1	0	1	1	1
技术规范							0	1	1	1
人才培养								1	1	1
环境保护									1	1
并网支持										0

表 5 2007—2012 年政策效率矩阵

	财税支持	政府鼓励	信息支持	并网支持	采购支持	技术规范	技术支持	环境保护	金融支持	人才培养
运行规范	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
财税支持		0	1	1	1	1	1	1	0	1
政府鼓励			1	1	1	1	1	1	0	1
信息支持				1	1	1	1	0	0	0
技术支持					0	1	0	0	0	0
并网支持						1	0	0	0	0
技术规范							0	0	0	0
技术支持								0	0	0
环境保护									1	1
金融支持										1

表 6 2013—2018 年政策效率矩阵

	政府鼓励	信息支持	财税支持	并网支持	采购支持	技术规范	技术支持	金融支持	环境保护	人才培养
运行规范	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
政府鼓励		0	0	0	0	0	0	0	0	0
信息支持			1	1	1	1	1	0	0	0
财税支持				0	1	0	0	0	0	0
并网支持					1	0	0	0	0	0
采购支持						0	0	0	0	0
技术规范							0	0	0	0
技术支持								0	0	0
金融支持									1	0
环境保护										0

本文将矩阵中的元素命名为效率值, 用符号 $\overline{P_{year}}$ 表示。利用式 (4)、(5) 分别计算 2000—2018 年、2000—2006 年、2007—2012 年、2013—2018 年这四个时间段的政策结构效率矩阵。

$$\begin{cases} \overline{P_{2000-2018}} = 12; \overline{P_{2000-2006}} = 33; \\ \overline{P_{2007-2012}} = 23; \overline{P_{2013-2018}} = 9. \end{cases} \quad (6)$$

由式 (6) 可以直观地看出, 我国风能产业政策组合变迁过程中, 整体政策效率 (无论是三大中心政策还是其他政策) 呈现明显下降趋势。效率值的下降, 说明需要颁布大量的同类型政策才能实现政策之间的相互联系。造成这种状况的原因可能是由于不同政府部门之间信息不对称或是政策

制定意见时交流不充分。

如表 7 所示，信息支持类政策平均效率值一直保持在较高水平，表明该类政策能够以较少的数量实现其在政策组合中的预期效果。对比三个中心政策可以发现，由于财税支持类政策存在较高施政成本，所以综合效率水平较高；但是运行规范性政策施政成本相对很低，所以重复施政的现象较为明显，综合效率较低。除信息支持外，多数政策不能有效率地实现预期政策效果，而是通过同类型政策重复使用来实现预期目标。

表 7 各时段特定政策结构平均效率值

	2000—2006	2007—2012	2013—2018
环境保护	—	—	—
政府鼓励	0.25	0.875	0
财税支持	0.67	0.78	0.14
金融支持	—	—	—
信息支持	0.80	0.57	0.625
采购支持	0.86	0.2	0
人才培养	1.00	—	—
并网支持	—	0.17	0.17
技术支持	0.50	0	0
技术规范	0.75	0	0
运行规范	0.4	0	0.1

注：“—”表示该政策在某一时间段 PageRank 值排名在后三位，比较意义较小。

四、研究结论与政策建议

（一）研究结论

1. 我国风能产业政策结构表现为多中心均衡结构。运行规范、财税支持、政府鼓励为风能产业政策结构中起到关键联系作用的重要节点。分段来看，运行规范、财税支持和政府鼓励在每个阶段仍然表现为中心政策，而信息支持和并网支持这两类政策的重要性上升显著。

2. 在我国风能产业政策组合变迁的过程中，整体政策效率呈明显下降趋势，即风能产业政策之间相互联系的实现需要依靠颁布数量较多的同种类型政策不断强化，尤其是三大中心政策之一的运行规范。在已有政策组合中，信息支持类政策效率最高。

（二）政策建议

1. 应在充分考虑各种政策之间相互关系的基础上制定风能产业政策。国家相关职能部门要担负起风能产业政策制定的协调工作，对产业发展的重大政策问题进行研究，对风能资源禀赋不同的区域分类规划、区别指导，以提高政策的针对性。应重视对风能产业发展相关信息的发布，加强对政策实施情况的评估和监督，做好政策实施绩效的研究与反馈，为后续风能产业政策的制定提供科学指导意见。

2. 应减少风能产业政策制定部门，提高风能产业政策变迁效率。出台风能产业政策的部门涉及发改委、能源局、财政部、科技部电监会、发改委、商务部等，形成了多头、分类管理的状态。这些部门在制定政策时往往从各自职能出发，相互缺乏沟通与协调，导致同一种风电产品可能有多种政策，甚至各类政策在实施中存在冲突，直接降低了政策执行效果。目前我国出台风能产业政策的主体是国家能源局，在具体职能设计上来讲，虽然具有综合管理能源问题的色彩，但该单位隶属于发改委，仅是副部级单位，而与其相对应的协调对象中，很多都是正部级行政主管部门。为了进

进一步加强风能产业政策运用的连续性和统一性,建议成立相应的能源管理部门,减少制定风能产业政策的组织机构,以避免不同部门之间政策的重复实施,提高政策的公信力。

3. 保持对信息支持类政策的重视。研究结果表明,信息支持类政策在政策组合变迁过程中发挥了重要的作用。不仅要保持风能产业政策制定部门之间的信息共享,也要充分重视对风能产业政策起促进作用的信息共享平台的建设。

参考文献

- [1] Duan, H. B. Emissions and temperature benefits: The role of wind power in China[J]. *Environmental Research*, 2017, 152.
- [2] Liu, C. , Y. Wang, R. Zhu. Assessment of the economic potential of China's onshore wind electricity[J]. *Resources Conservation and Recycling*, 2017, 121.
- [3] 戴玉才, 杨洪云, 李倩, 等. 关于发展可再生能源政策组合的初步分析[J]. *农业工程技术(新能源产业)*, 2009(10).
- [4] 史丹. 我国新能源产能“过剩”的原因与解决途径[J]. *中国能源*, 2012(9).
- [5] 刘新宇. 破解金融危机后新能源产能过剩的政策困局[J]. *经济问题探索*, 2010(3).
- [6] 韩秀云. 对我国新能源产能过剩问题的分析及政策建议——以风能和太阳能行业为例[J]. *管理世界*, 2012(8).
- [7] Del Río, P. , P. Mir-Artigues. Support for solar PV deployment in Spain: Some policy lessons[J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2012(8).
- [8] 智研咨询. 我国风电行业延续增长趋势, 2018 年风能利用率显著提高[EB/OL]. http://www.souhu.com/a/322904141_775892, 2019-06-25.
- [9] Miao, R. Q. , P. N. Ghosh, M. Khanna, et al. Effect of wind turbines on bird abundance: A national scale analysis based on fixed effects models[J]. *Energy Policy*, 2019, 132.
- [10] Liu, P. , S. Tan. Comparison of policies for wind power development in China and abroad[J]. *Procedia Engineering*, 2011, 16.
- [11] Hu, Z. , J. Wang, J. H. Byrne, et al. Review of wind power tariff policies in China[J]. *Energy Policy*, 2013, 53.
- [12] Surana, K. , L. D. Anadon. Public policy and financial resource mobilization for wind energy in developing countries: A comparison of approaches and outcomes in China and India[J]. *Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions*, 2015, 35.
- [13] Ydersbond, I. M. , M. Korsnes. Wind power in China and in the EU: Comparative analysis of key political drivers[J]. *Energy Procedia*, 2014, 58.
- [14] Liao, C. P. , E. Jochem, Y. Zhang, et al. Wind power development and policies in China[J]. *Renewable Energy*, 2010(9).
- [15] Wang, Z. Y. , H. Y. Qin, J. I. Lewis. China's wind power industry: Policy support, technological achievements, and emerging challenges[J]. *Energy Policy*, 2012, 51.
- [16] Kang, J. J. , J. H. Yuan, Z. G. Hu, et al. Review on wind power development and relevant policies in China during the 11th Five-Year-Plan period[J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2012(4).
- [17] 黄萃, 苏峻, 施丽萍, 等. 政策工具视角的中国风能政策文本量化研究[J]. *科学学研究*, 2011(6).
- [18] Smith, M. G. , J. Urpelainen. The effect of feed-in tariffs on renewable electricity generation: An instrumental variables approach[J]. *Environmental and Resource Economics*, 2014(3).
- [19] Pena, I. , I. L. Azevedo, L. A. F. M. Ferreira. Lessons from wind policy in Portugal[J]. *Energy Policy*, 2017, 103.

- [20]Johnstone,N. ,I. Hascis,D. Popp. Renewable energy policies and technological innovation:Evidence based on patent counts[J]. *Environmental and Resource Economics* ,2010(1).
- [21]Zhang, H. M. , Y. Zheng,D. Q. Zhou, et al. Selection of key technology policies for Chinese offshore wind power:A perspective on patent maps[J]. *Marine Policy* ,2018,93.
- [22]Zhao,X. L. ,S. J. Li,S. F. Zhang, et al. The effectiveness of China's wind power policy: An empirical analysis [J]. *Energy Policy* ,2016,95.
- [23]Zhao,Y. ,K. K. Tang,L. L. Wang. Do renewable electricity policies promote renewable electricity generation?Evidence from panel data[J]. *Energy Policy* ,2013,62.
- [24]Baldwin,E. ,S. Carley,J. N. Brass, et al. Global renewable electricity policy:A comparative policy analysis of countries by income status[J]. *Journal of Comparative Policy Analysis,Research and Practice* ,2017(3).
- [25]Li,L. Y. ,X. Q. Ren,Y. L. Yang, et al. Analysis and recommendations for onshore wind power policies in China[J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* ,2018,82.
- [26]Polzin,F. ,M. Migendt,F. A. Täube, et al. Public policy influence on renewable energy investments—A panel data study across OECD countries[J]. *Energy Policy* ,2015,80.
- [27]王晓珍,彭志刚,高伟,等. 我国风电产业政策演进与效果评价[J]. *科学学研究* ,2016(12).
- [28]曾婧婧,胡锦涛. 政策工具视角下中国太阳能产业政策文本量化研究[J]. *科技管理研究* ,2014(15).
- [29]Brin,S. ,L. Page. The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine[J]. *Computer Networks and ISDN Systems* ,1998(1-7).
- [30]Rothwell,R. ,W. Zegveld. *Reindustrialization and Technology*[M]. London:Logman Group Limited,1985.
- [31]曹军. Google 的 PageRank 技术剖析[J]. *情报杂志* ,2002(10).
- [32]黄德才,戚华春. PageRank 算法研究[J]. *计算机工程* ,2006(4).

Interrelationship and Portfolio Efficiency Dynamic Evaluation of Wind Power Industry Policies in China

CHEN Yan, GONG Cheng-zhu, YIN Zi-hua

Abstract: From the perspective of the wind industrial policy system, this study attempts to use the PageRank algorithm to systemically sort out the interrelationship and evaluate the portfolio efficiency of 199 wind power industry policies from 2000 to 2018 in China by constructing dynamic efficiency evaluation matrix. The results indicate the overall wind policy portfolio shows a multi-center equilibrium structure, in which the operational-specification, fiscal and tax support and government incentive policies are the key nodes of the wind policy portfolio, closely linked to other policies and relatively stable. In view of the dynamic efficiency of policy portfolio, the overall efficiency of wind policy portfolio shows a declining trend, that is, the realization of expected goals needs to be reinforced by enacting a large number of policies of the same type, rather than relying on the interrelationship between policies. Based on the above conclusions, the study proposes the following recommendations: reduce the number of policy-making departments, consider the interrelationship between policies, build information platforms so as to avoid repeated implementation of policies among different departments.

Key words: wind power industry policy; policy portfolio; efficiency evaluation

(责任编辑 朱 蓓)