

引用格式:赵彦云,李倩. 风电上网电价政策地区差异及其产业效应[J]. 资源科学, 2021, 43(1): 12-22. [Zhao Y Y, Li Q. Regional difference and industrial effects of wind power feed-in-tariff policy[J]. Resources Science, 2021, 43(1): 12-22.] DOI: 10.18402/resci.2021.01.02

风电上网电价政策地区差异及其产业效应

赵彦云,李倩

(中国人民大学统计学院,北京100872)

摘要:风力发电是发展新能源产业的重要任务之一,而国家对风力发电进行补贴的上网电价政策是促进风电产业发展的重要举措。分析上网电价政策的实施情况及其产业效应,对于有效落实政策、促进风电产业高质量发展具有重要意义。本文引入政策文本分析方法,从政策实施时间、政策数量、政策相似度多个角度量化评价上网电价政策实施的地区差异。然后,从资源区和省份两个层面,建立多水平模型分析上网电价政策的产业效应。结果表明:①不同资源区和省份实施风电上网电价政策的情况不同,多数属于国家发改委划分的第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类资源区的省份,风电上网电价政策实施情况较好,政策发布较早、数量较多,而且政策具有针对性。②风电上网电价政策产生了显著的产业效应,而且政策实施时间越早、数量越多、政策相似度越低,越有利于风电产业发展。但是,这些政策变量对不同地区的风电产业发展的影响程度不同。政策实施时间、政策数量对风能资源丰富区的风电产业发展影响较大,政策相似度对风电发展模式不完全成熟的地区的风电产业发展影响较大。因此,各个省份应该尽早实施上网电价政策,并结合地区差异针对性地多发布政策,从而利用政府政策有序推进风电产业发展。

关键词:风电;上网电价政策;地区差异;产业效应;文本相似度;多水平模型

DOI :10.18402/resci.2021.01.02

1 引言

新能源产业发展是近些年的热点问题。在新能源产业的各个行业中,由于风力资源丰富且分布广、风电清洁可再生、风力发电设备在退出生产时不存在残留有毒物质,风力发电成为发展新能源产业的重要任务之一。但是,目前风力发电需要投入大量研发资本,风电成本较高,而且市场机制不完全成熟。因此需要政府干预来协调宏观调控与市场机制的关系^[1]。为了促进风电产业发展,政府实施了财政补贴、税收优惠等多种财税政策,同时也制定了招标电价、上网电价等多种电价方案^[2]。由于风电产业的利润很大程度上取决于电价与发电成本之间的价差,因此,上网电价成为促进风电产业发展的重要举措^[3]。在上网电价政策中,政府通过规定高于市场的风能电力价格,实现对风电企业

的补贴,保障风电企业的可持续有效运转,同时稳定风电投资者的预期收益水平,吸引对风电项目的投资,从而促进风电产业发展^[2,4]。国家发改委先后在2009年、2014年、2016年、2019年等多个年份发布关于风力发电上网电价政策的通知。2009年,国家发改委发布《关于完善风力发电上网电价政策的通知》(发改价格[2009]1906号),在该通知中,按照风能资源状况和工程建设条件,将全国各个省(市、区)划分为4类风能资源区制定陆上风电标杆上网电价。随后在2014年、2016年、2019年等年份陆续下调各个资源区的标杆上网电价。各个省(市、区)陆续根据自己省份所在资源区实施上网电价政策,但是各个省(市、区)政策实施情况不同。因此,如何定量评价各个资源区和省份上网电价政策的地区差异?在不同资源区和省份,上网电价政策是否

收稿日期:2020-03-02 修订日期:2020-08-05

基金项目:教育部人文社科重点研究基地重大项目(17JJD910001)。

作者简介:赵彦云,男,天津人,教授,博士生导师,研究方向为宏观经济统计分析和互联网统计。E-mail: cas-kriu@ruc.edu.cn

通讯作者:李倩,女,河北保定人,博士研究生,研究方向为能源经济和宏观经济统计分析。E-mail: liqian03067@163.com

2021年1月

均有效促进风电产业发展?为了回答这些问题,本文通过爬虫技术获取风电上网电价相关政策,利用文本分析方法定量研究不同地区上网电价政策的实施情况;在此基础上,利用多水平模型在资源区^①和省份两个层面分析上网电价政策的产业效应。

2 文献综述

鉴于政府对风电产业发展的重要作用,大量学者研究风电产业相关政策。由于国外一些国家在风电产业发展方面已逐渐形成了较为完善的政策框架和配套扶持体系,部分学者对国外风电产业政策进行了研究,主要包括国外风电产业政策框架研究^[5,6]、对比各国风电产业政策^[7]以及对中国风电产业政策的启示^[8,9]。在国内风电产业政策研究中,Yuan等^[10]回顾了中国1986—2017年间的关键性风电产业政策,系统梳理风电产业政策体系。Sahu^[11]详细介绍了中国的上网电价、专项资金、税收优惠等风电产业政策,并分析现有政策存在的不足之处。彭月兰等^[2]提出风电产业发展尤其需要财税政策的支持,未来可以通过设计全产业链税收优惠政策、提高税收政策精准度等方式更好地促进风电产业发展。

但是,上述研究主要集中于政策归纳、政策对比等定性研究。近几年关于风电产业政策的定量研究逐渐增多,目前常见的定量研究方法主要有3类。第一类,构建实物期权模型等市场相关模型。如李庆等^[12]根据风电项目投资的实物期权原理,建立风电固定上网电价政策实物期权模型。林伯强等^[3]同样借鉴实物期权思想,以风电标杆电价政策为例,利用随机动态递归构建风电标杆电价政策量化评价模型。第二类,将风电产业政策作为虚拟变量或者利用政策数量建立回归模型。郭晓丹等^[13]将是否实施上网电价等政策作为虚拟变量,利用中国31个省(市、区)的可再生能源政策实施情况和产业发展数据,建立因变量受限的Tobit模型回归估计各种政策的有效性。Zhang等^[14]将上网电价价格作为

虚拟变量,即价格 ≥ 0.6017 元则为1,否则为0,建立面板模型分析风电上网电价政策的有效性。第三类,对风电产业政策进行文本分析。政策文本分析是大数据环境下政策分析科学与计算科学交叉融合的产物^[15]。学者常用的政策文本分析方法有关键词分析^[16]、政策分类、政策编码等多种方法,而目前风电产业政策文本分析主要采用政策工具分类方法。Liao^[17]借助政策“目标-工具”分析框架,利用文本分析方法,分时期、分类(环境型、需求型、供给型)研究风能政策的历史演化过程。黄萃等^[18]从政策工具和产业价值链两个维度对中国风能政策进行文本量化分析,其中政策工具也采用了环境面、供给面、需求面的分类方法。王晓珍等^[19]则基于“两阶段政策刺激-创新绩效”分析框架,分析风电产业创新政策中单一政策工具、政策工具组合对风电企业创新绩效的影响。

上述研究多数是从风能产业政策整体水平出发,较少关注产业政策实施的地区差异,只有郭晓丹等^[13]提及上网电价、费用分摊等政策实施的地区差异。而且现有研究中,政策文本分析和回归分析不能很好地衔接,即政策文本分析可以有效地实现政策解析、政策内容分析,但是利用政策工具等文本分析方法,无法将政策作为自变量加入回归模型中;若利用虚拟变量或者政策数量变量建立回归模型,则忽略了政策内容等信息。因此,本文尝试引入文本分析中的文本相似度方法进行分析。具体来讲,首先通过爬虫技术获取法律之星、国家发改委、国家能源局、各个省(市、区)发改委等网站上相关的风能上网电价政策;然后利用文本相似度法计算各个省(市、区)政策与国家发改委政策的相似度,并汇总各个省(市、区)上网电价政策的实施时间、政策数量,从而从政策实施时间、政策数量、政策相似度3个方面量化分析风电上网电价政策的地区差异;在此基础上,从资源区和省份两个层面建立多水平模型分析风电上网电价政策的产业效应。

① 国家发改委4类资源区划分标准为:Ⅰ类资源区包括内蒙古自治区除赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市以外其他地区;新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市、伊犁哈萨克族自治州、昌吉回族自治州、克拉玛依市、石河子市。Ⅱ类资源区包括河北省张家口市、承德市;内蒙古自治区赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市;甘肃省张掖市、嘉峪关市、酒泉市。Ⅲ类资源区包括吉林省白城市、松原市;黑龙江省鸡西市、双鸭山市、七台河市、绥化市、伊春市,大兴安岭地区;甘肃省除张掖市、嘉峪关市、酒泉市以外其他地方;新疆维吾尔自治区除乌鲁木齐市、伊犁哈萨克族自治州、昌吉回族自治州、克拉玛依市、石河子市以外其他地区;宁夏回族自治区。Ⅳ类资源区包括除Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类资源区以外的其他地区。

3 研究方法和数据来源

3.1 研究方法

3.1.1 文本相似度

文本相似度计算是指通过一定的方法比较两个或多个实体(包括词语、短文本、文档)之间的相似程度,得到一个量化的相似度数,包括基于字符串、基于术语、基于语料库、基于知识库的多种比较方法^[20]。其中,基于术语包括基于表面术语和基于空间向量模型。在建立空间向量模型的过程中,由于词频-逆文档频率(Term Frequency-Inverse document Frequency, TF-IDF)原理清晰、计算相对简单,成为使用最广泛的权重计算方法^[21]。

TF-IDF技术中,主要涉及词频(TF)和反文档频率(IDF)。以文章为例,TF表示某个词在文章中出现的频率,用于衡量某个词在文章中的重要性。一般情况下,某个词出现次数越多,则该词对于该文章越重要。为了把所有的词频在同一个维度上分析,一般会将词频标准化,常用的词频标准化有以下两种方法。

$$TF = \frac{\text{某个词在文章出现的次数}}{\text{文章的总词数}} \quad (1)$$

$$TF = \frac{\text{某个词在文章中出现的次数}}{\text{该文章出现次数最多的词的出现次数}} \quad (2)$$

但是,如果某个词在语料库的多数文章中都出现,例如“发布”,则这个词具有很强的普遍性,从而该词对于文章的重要性降低。因此引入IDF衡量词语的普遍性,其计算方法如公式(3)所示。如果这个词在语料库的多数文章中都出现,则该词IDF值会较低。

$$IDF = \log \frac{\text{语料库的文章总数}}{\text{包含该词的文章数} + 1} \quad (3)$$

然后,将TF和IDF相乘则得到该词的TF-IDF值。TF-IDF通过TF和IDF对文章中词语按照重要性赋予不同的权重,从而实现词频向量化。

$$TF-IDF = TF \times IDF \quad (4)$$

最后,计算词频向量之间的余弦相似度,得到文本相似度。当然,一些学者指出,采用TF-IDF值作为权重的向量空间模型只包含统计信息,而无法表达每个词语的语义信息,从而提出基于语义的文本相似度计算方法^[22]。但是,由于本文中仅是计算

各个省(市、区)发改委发布的上网电价政策与国家发改委发布的上网电价政策之间的相似度,较少存在语义歧义问题,同时考虑到TF-IDF较高的准确率和召回率,所以本文采用以TF-IDF值作为权重的向量空间模型计算文本相似度。

3.1.2 多水平模型

多水平模型是专门针对嵌套或分层数据发展起来的一种新的统计模型,成功突破了最小二乘回归方法在处理这些数据上的局限性。其分析思路是将多层结构数据在因变量上的总变异明确区分为组内和组间两个层次,然后分别在不同的层次上引入自变量加以解释。多水平模型的子模型主要有空模型、随机系数模型和完全模型^[23]。

(1) 空模型

空模型主要用于判别数据是否具有分层结构。在空模型中,各个层次不包括任何自变量,将因变量的总方差分解到不同层次,观察各层次随机方差占总方差的比例分布。

以两水平模型为例,空模型的表达式为:

$$\text{水平1: } y_{ij} = \beta_{0j} + e_{ij} \quad (i=1, \dots, l; j=1, \dots, n) \quad (5)$$

$$\text{水平2: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (j=1, \dots, n) \quad (6)$$

式中: y_{ij} 是因变量,下标 i 代表第一水平的第 i 个单元, j 代表第二水平的 j 个单元; e_{ij} 为第一水平的随机误差; β_{0j} 是第一水平的截距; γ_{00} 是第二水平的截距; u_{0j} 为第二水平的随机误差。

将(6)式代入(5)式中,得到:

$$y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + e_{ij} \quad (i=1, \dots, l; j=1, \dots, n) \quad (7)$$

每个水平观测值的相关程度用组内相关系数(ICC)测量。ICC被定义为组间方差与总方差之比。多数学者认为 $ICC > 0.059$ 则适合采用多水平模型^[24]。

$$ICC = \hat{\sigma}_{u0}^2 / (\hat{\sigma}_{u0}^2 + \hat{\sigma}_e^2) \quad (8)$$

式中: $\hat{\sigma}_{u0}^2$ 为 u_{0j} 方差的估计值,即组间方差; $\hat{\sigma}_e^2$ 为 e_{ij} 方差的估计值,即组内方差。

(2) 完全模型

完全模型即在各个层次加入自变量的模型,两水平模型的完全模型的表达式为:

水平1:

2021年1月

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \sum_{p=1}^P \beta_{pj} x_{pij} + e_{ij} \quad (i=1, \dots, l; j=1, \dots, n) \quad (9)$$

水平2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{m=1}^M \gamma_{0m} w_{mj} + u_{0j} \quad (j=1, \dots, n) \quad (10)$$

$$\beta_{pj} = \gamma_{p0} + \sum_{m=1}^M \gamma_{pm} w_{mj} + u_{pj} \quad (p=1, \dots, P; j=1, \dots, n) \quad (11)$$

将(10)、(11)式代入(9)式中,得到:

$$y_{ij} = \gamma_{00} + \sum_{m=1}^M \gamma_{0m} w_{mj} + \sum_{p=1}^P \gamma_{p0} x_{pij} + \sum_{p=1}^P \sum_{m=1}^M \gamma_{pm} w_{mj} x_{pij} + \sum_{p=1}^P x_{pij} u_{pj} + u_{0j} + e_{ij} \quad (12)$$

$$(i=1, \dots, l; j=1, \dots, n)$$

式中: x_{pij} 是第一水平的自变量; β_{pj} 是第一水平的回归系数; w_{mj} 是第二水平的自变量; γ_{p0} 是第二水平的截距; γ_{0m} 、 γ_{pm} 是第二水平的回归系数; u_{pj} 为第二水平的随机误差。公式(10)、(11)表明第一水平模型中回归系数与第二水平模型中自变量有关,即第一水平模型中回归系数受到第二水平中自变量的影响。

3.2 变量选取与数据来源

3.2.1 变量选取

2009年国家发展改革委发布《关于完善风力发电上网电价政策的通知》以后,各个省(市、区)开始按照资源区分类实施上网电价政策,所以本文选取2009—2017年为研究区间,以2009—2017年中国30个省(市、区)为研究对象(因数据缺失,不包括西藏及港澳台地区,下同)。分析风电上网电价政策的地区差异时,选取政策实施时间、政策数量、政策相似度这3个变量定量分析风电上网电价政策的地区差异。其中,政策实施时间为各个省(市、区)开始实施上网电价政策的时间,在模型中,该变量为虚拟变量,未实施为0,实施为1;政策数量为各个省(市、区)每年发布的与上网电价政策相关的政策个数;政策相似度则是利用文本相似度方法计算的各个省(市、区)发布的上网电价政策与国家发展改革委发布的上网电价政策的相似程度,取值范围介于0和1之间,取值越接近1,政策相似程度越高。

在利用多水平模型分析上网电价政策的产业效应时,省份为第一水平,资源区为第二水平。因

变量为风电产业发展水平。多数学者选取风力发电量或者风电装机容量反映风电产业发展水平,其中,风力发电量侧重于实际发电量情况,风电装机情况更加体现各个省(市、区)风电建设水平^[25]。在本文中,上网电价政策的实施首先会推进各个省(市、区)的风电建设,因此采用风电装机容量反映各个省(市、区)风电产业发展水平。

第一水平中,自变量除了加入前面提及的3个政策变量以外,另外选取二氧化碳排放量、电力需求两个控制变量。二氧化碳排放量用消耗一次能源所带来的二氧化碳排放量代表;电力需求用电力消费量代表。第二水平中,自变量为资源区类型,资源区类型使用虚拟变量进行重新编码,并以第Ⅰ类资源区作为参照组。

3.2.2 数据来源

风能上网电价的政策资料主要来源于国家发改委、国家能源局和各个省(市、区)发改委,同时综合法律之星网站中的上网电价相关政策。通过爬虫技术获取这些网站中的相关政策,并对政策进行人工筛选和整理,最终确定111条有效政策,主要数据字段包括发文时间、发文单位、政策名称和政策全文。

其他变量,风电装机容量数据来源于国家能源局,电力消费量数据来源于《中国统计年鉴》,二氧化碳排放量数据依据《中国能源统计年鉴》数据和IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)公布的二氧化碳排放指数计算得到。资源区类型根据国家发展改革委2009年发布的《关于完善风力发电上网电价政策的通知》中内容整理。对于属于多类资源区的省(市、区),按照省(市、区)所属的较小资源区划分,例如,内蒙古的部分市属于Ⅰ类资源区,另外部分市属于Ⅱ类资源区,则将内蒙古归入Ⅰ类资源区。为了消除数据量纲对模型回归结果的影响,对数据进行离差标准化处理。

4 结果与分析

4.1 上网电价政策的地区差异分析

汇总爬虫技术获取的风电上网电价政策,得到不同地区的政策实施时间、政策数量、政策相似度,从而有效地量化分析上网电价政策的地区差异。

4.1.1 政策实施时间

在国家发改委发布风电上网电价政策之后,各个省(市、区)都会陆续转发和实施该政策。以国家发改委2009年发布的《关于完善风力发电上网电价政策的通知》为例,各个省(市、区)先后在2009、2010、2011等年份实施上网电价政策,表1列出了部分省(市、区)实施该政策的时间及电价。由表1可以知道,辽宁、黑龙江、河北、甘肃、新疆等省(区)在2009年实施上网电价政策;吉林、内蒙古、山东、宁夏、江苏等省(区)在2010年实施上网电价政策。整体上,属于国家发改委划分的第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类资源区的省(市、区),更为重视与风电产业发展相关的政策,实施上网电价政策的时间较早。

4.1.2 政策数量

政策数量在一定程度上可以反映各个省(市、区)对上网电价的重视程度。政策数量越多,对风电产业发展越重视。汇总各个省(市、区)发改委和法律之星等网站的上网电价政策可以发现,各个省(市、区)发布的上网电价相关政策主要有两种类型,一种是转发国家发改委上网电价政策,另一种是对所在省(市、区)的风电场上网电价的批复。而且每次国家发改委发布新的上网电价政策之后,各个省(市、区)会集中转发国家上网电价政策,并根据自己省份所在资源区域实施上网电价,从而出现政策发布集中期。尤其2009年国家发改委第一次发布《关于完善风力发电上网电价政策的通知》时,2009—2010年各个省(市、区)集中发布了相关上网电价政策。

表1 2009—2012年部分省(市、区)上网电价政策
实施时间

Table 1 Implementation of the feed-in-tariff policy in some provinces (cities, districts), 2009-2012

实施时间	实施省份及价格(元/kWh)
2009年	辽宁(0.61)、黑龙江(0.58或0.61)、河北(0.54或0.61)、甘肃(0.54或0.58)、新疆(0.51或0.58)、北京(0.61)、天津(0.61)
2010年	吉林(0.58或0.61)、内蒙古(0.51或0.54)、山东(0.61)、宁夏(0.58)、江苏(0.61)、浙江(0.61)、海南(0.61)、云南(0.61)
2011年	广东(0.61)、陕西(0.61)、福建(0.61)、青海(0.61)
2012年	安徽(0.61)、湖北(0.61)、广西(0.61)

注:根据各个省(市、区)的上网电价相关政策信息整理。

从具体数量来看,2009—2017年发布的上网电价政策数量较多的省(市、区)有黑龙江、河北、广东、山东、宁夏、新疆等,有时这些省份一年会发布几则与上网电价相关的政策;数量较少的省(市、区)有上海、湖南、重庆、海南、江西等,基本上很难找到这些省(市、区)与上网电价相关的政策。由于篇幅限制,此处不列出各个省(市、区)历年上网电价政策的数量表格。

4.1.3 政策相似度

根据已获取的风电上网电价相关政策,利用文本相似度方法,计算得到各个省(市、区)发布的上网电价政策和国家发改委发布的上网电价政策的相似度。表2是计算得到的2009年、2014年、2016年各个省(市、区)发布的上网电价政策与国家发改委上网电价政策的相似度。

从表2可以看出,上海、浙江、海南、贵州、云南的政策相似度值为1.00,这些省(市)都是完全转发或者复制国家发改委上网电价政策。山西、辽宁、吉林、江苏、安徽、福建、江西等13个省(市、区)的政策相似度平均值介于0.90和1.00之间,这些省(市、区)发布政策时会提及自己省份的情况,在此基础上再附上国家发改委上网电价政策。北京、天津、河北、内蒙古、黑龙江、山东、广东、重庆、四川、甘肃、宁夏、新疆这12个省(市、区)的政策相似度平均值小于0.90,这些省(市、区)会详细阐述自己省份所在资源区及其定价等情况,甚至会介绍所在省(市、区)的风电场的具体情况,从而在一定程度上反映其对上网电价政策实施的重视。

从整体来看,政策相似度较低的省(市、区)有两类,第一类是河北、内蒙古、黑龙江、甘肃、宁夏、新疆等属于国家发改委划分的第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类资源区的省(市、区),这些省(市、区)由于具有风能资源优势,因此较为重视风电产业发展,倾向于结合自己省份的实际情况更详细地发布上网电价政策;第二类是北京、天津、山东、广东、重庆、四川等属于国家发改委划分的第Ⅳ类资源区的省(市、区),这些省(市、区)虽然风能资源较少,但是也会结合所在地区实际情况针对性地发布政策。其余大部分省(市、区)的政策相似度都较高。

4.2 上网电价政策的产业效应分析

根据前面分析可知,上网电价政策的实施情况

2021年1月

表2 2009、2014和2016年各省(市、区)上网电价政策的相似度

Table 2 Policy similarity of feed-in-tariff policies in different provinces (cities, districts), 2009, 2014 and 2016

地区	政策相似度			平均值
	2009年	2014年	2016年	
北京	0.75	0.80	0.82	0.79
天津	0.77	0.73	0.78	0.76
河北	0.85	0.83	0.72	0.80
山西	0.90	1.00	0.89	0.93
内蒙古	0.81	0.76	0.78	0.78
辽宁	1.00	0.95	0.98	0.98
吉林	0.95	0.97	0.93	0.95
黑龙江	0.80	0.85	0.83	0.83
上海	1.00	1.00	1.00	1.00
江苏	1.00	0.95	0.98	0.98
浙江	1.00	1.00	1.00	1.00
安徽	0.95	1.00	1.00	0.98
福建	0.98	0.92	0.94	0.95
江西	0.90	1.00	0.95	0.95
山东	0.80	0.72	0.67	0.73
河南	0.95	1.00	0.92	0.96
湖北	0.95	0.93	0.93	0.94
湖南	1.00	1.00	0.98	0.99
广东	0.90	0.88	0.88	0.89
广西	0.98	0.92	0.90	0.93
海南	1.00	1.00	1.00	1.00
重庆	0.90	0.90	0.88	0.89
四川	0.70	0.76	0.68	0.71
贵州	1.00	1.00	1.00	1.00
云南	1.00	1.00	1.00	1.00
陕西	0.95	0.87	0.90	0.91
甘肃	0.72	0.92	0.90	0.85
青海	0.90	0.86	1.00	0.92
宁夏	0.83	0.82	0.87	0.84
新疆	0.88	0.86	0.85	0.86

在省份和资源区层面均存在地区差异。为了研究不同地区的上网电价政策对风电产业发展的影响

程度,引入政策实施时间、政策数量、政策相似度以及其他控制变量,从资源区和省份两个层面,建立多水平模型进一步分析上网电价政策的产业效应。

4.2.1 空模型的建立与检验

在建立多水平模型之前,首先利用空模型估计ICC,从而判断是否有必要建立多水平模型。在空模型中,风电装机容量作为因变量,不添加任何自变量。从表3中的估计结果可知,空模型中卡方检验 P 值小于0.01,表明该模型显著有效。而且空模型估计得到的组内方差为2.376,组间方差为1.547,ICC为0.394,这表明风电装机容量总的变异中有39.4%来源于资源区之间的差异。因此,资源区是影响风电装机容量的主要因素,应该在模型中加入该因素。

4.2.2 完全模型回归结果分析

结合选取的因变量和自变量,多水平模型表达式为:

水平1:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}time_{ij} + \beta_{2j}number_{ij} + \beta_{3j}similarity_{ij} + \beta_{4j}emission_{ij} + \beta_{5j}consumption_{ij} + e_{ij} \quad (13)$$

水平2:

$$\begin{cases} \beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}C_1 + \gamma_{02}C_2 + \gamma_{03}C_3 + \mu_{0j} \\ \beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}C_1 + \gamma_{12}C_2 + \gamma_{13}C_3 + \mu_{1j} \\ \beta_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21}C_1 + \gamma_{22}C_2 + \gamma_{23}C_3 + \mu_{2j} \\ \beta_{3j} = \gamma_{30} + \gamma_{31}C_1 + \gamma_{32}C_2 + \gamma_{33}C_3 + \mu_{3j} \\ \beta_{4j} = \gamma_{40} + \mu_{4j} \\ \beta_{5j} = \gamma_{50} + \mu_{5j} \end{cases} \quad (14)$$

式中: i 表示第 i 个省份; j 表示第 j 个资源区; β_{0j} 表示截距; $\beta_{1j} - \beta_{5j}$ 为回归系数; $time_{ij}$ 为政策实施时间; $number_{ij}$ 为政策数量; $similarity_{ij}$ 为政策相似度; $emission_{ij}$ 为二氧化碳排放量; $consumption_{ij}$ 为电力消费量; e_{ij} 为第 j 个资源区第 i 个省份的随机扰动项。由于政策实施时间、政策数量、政策相似度都是与上网电价政策相关的变量,而且根据前面分析

表3 空模型估计结果

Table 3 Estimation results of the empty model

固定效应及显著性检验				随机效应及显著性检验			
参数	回归系数	t	P	参数	标准差	方差	$P(>Chisq)$
γ_{00}	0.255	2.635	0.000	u_{0j}	1.244	1.547	0.000
				e_{ij}	1.541	2.376	

可知,这些变量与所在资源区有较大关系,因此需要在资源区层面进一步回归。在第二水平模型中,引入资源区类型作为解释变量。其中,资源区类型使用虚拟变量进行重新编码,*first*、*second*、*third*、*fourth*分别代表第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类资源,并以第Ⅰ类资源区为参照组。 C_1 、 C_2 、 C_3 分别在资源区类型为*second*、*third*、*fourth*时取值为1,其他情况取值为0。将(14)式代入(13)式即可得到完全模型。

在模型拟合过程中,部分变量回归系数未通过显著性检验。经过多次建模,最终得到的完全模型估计结果如表4所示。

从表4可知,在固定效应部分,政策变量中*time*、*number*的回归系数为正,表明政策实施越早、政策数量越多,越有利于风电装机容量增加;*similarity*的回归系数为负,表明政策相似度越低越有利于风电装机容量增加。上网电价政策作为促进风电产业发展的重要政府政策,利用高于市场的电力价格,吸引投资者投资风力发电项目,保障风电企业的有效运转。部分省份较早实施风电上网电价政策,为所在省份风电投资者和风电企业争取了时间,从而借助时间优势更好地发展风电产业。同时,如果省份多次发布与风电上网电价相关的政

策,会吸引投资者和企业将生产要素向风电产业倾斜,促进风电产业发展。而政策相似度低,表明政策具有针对性,即省份会结合所在地区实际情况实施政策,从而更好地实现政策效果。其他自变量,*emission*的回归系数为正,即二氧化碳排放量高的地区,风电装机容量比较大。这与省份在实施风力发电政策时受到的环保因素制约有关,二氧化碳排放量较高的省份会大力推广风力发电,优化电力生产结构,从而改善环境水平^[26]。*consumption*的回归系数为负,即电力消费量大的地区,风电装机容量反而比较小,表明省份间电力消费水平与风力发电水平存在空间不匹配现象。例如,位于经济发达、人口稠密的东南沿海地区的上海、浙江等省(市),电力消费量大,但是风力资源缺乏,风力发电量较少;而位于西北、东北地区的内蒙古、甘肃、吉林等省(区),风力资源丰富,风力发电水平高,但是电力消费量较少。

在资源区层面差异方面,*time*×*third*、*time*×*fourth*回归系数为负,而且通过显著性检验,表明第Ⅲ、Ⅳ资源区政策实施时间对风电装机容量的影响小于第Ⅰ类资源区。*time*×*second*回归系数未通过显著性检验,即第Ⅱ类资源区政策实施时间对风电装机容量的影响与第Ⅰ类资源区未存在显著差异。探究其原因是由于风电开发投资、风电企业发展大部分集中于风力资源丰富的地区,因此,对于风力资源丰富的第Ⅰ、Ⅱ类资源区而言,较早实施上网电价政策,可以大幅度提升风力发电水平。而第Ⅲ、Ⅳ资源区风力资源相比第Ⅰ、Ⅱ类资源区较少,所以政策实施时间对其影响较小。

number×*fourth*回归系数为负,在5%显著性水平下通过检验,表明第Ⅳ类资源区政策数量对风电装机容量影响小于第Ⅰ类资源区。*number*×*second*、*number*×*third*回归系数未通过显著性检验,即第Ⅱ、Ⅲ资源区政策数量对风电装机容量的影响与第Ⅰ类资源区未存在显著差异。总体而言,政策数量在第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类资源区对风电产业发展的影响程度相似,对第Ⅳ类资源区的影响较小。这可能与第Ⅳ类资源区的风力资源缺乏有关。受到地区风力资源的约束,第Ⅳ类资源区不太具备风电项目建设条件,因此政策数量不会对其风电产业发展产生

表4 完全模型估计结果

Table 4 Estimation results of the complete model

固定效应	回归系数	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
<i>intercept</i>	0.336	0.972	0.435
<i>time</i>	0.349	4.233	0.000
<i>number</i>	0.065	2.518	0.012
<i>similarity</i>	-1.860	-12.584	0.000
<i>emission</i>	0.148	3.599	0.000
<i>consumption</i>	-0.042	-1.813	0.072
<i>time</i> × <i>second</i>	-0.527	-0.764	0.526
<i>time</i> × <i>third</i>	-0.230	-2.298	0.022
<i>time</i> × <i>fourth</i>	-0.289	-3.465	0.001
<i>number</i> × <i>second</i>	-0.179	-0.731	0.466
<i>number</i> × <i>third</i>	-0.006	-0.027	0.978
<i>number</i> × <i>fourth</i>	-0.235	-2.344	0.020
<i>similarity</i> × <i>second</i>	2.071	12.314	0.000
<i>similarity</i> × <i>third</i>	1.855	10.955	0.000
<i>similarity</i> × <i>fourth</i>	1.857	12.483	0.000
随机效应	方差	标准差	<i>P</i> 值
<i>Intercept</i>	0.352	0.593	0.000
<i>Residual</i>	0.006	0.077	0.000

2021年1月

很大影响。

$similarity \times second$ 、 $similarity \times third$ 、 $similarity \times fourth$ 的回归系数均为正,而且通过显著性检验,表明第Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类资源区政策相似度对风电装机容量的影响大于第Ⅰ类资源区。这主要由于第Ⅰ类资源区的风力发电已经形成了一套较为完整成熟的模式,因此政策是否具有针对性对于第Ⅰ类资源区的影响较小。而第Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类资源区的风力发电仍存在提升空间,针对性的政策可以引导这些地区更好地落实政策,从而促进风电产业发展。

在随机效应部分,随机截距项(*Intercept*)的标准差尤为重要,它的显著与否代表着风电装机容量是否存在各个资源区间存在显著差异。表4中随机截距项的标准差为0.593,在1%显著性水平下通过了检验,表明风电装机容量在资源区层面显著差异。

4.2.3 与 OLS 模型对比

为了与多水平模型对比,更好地评估多水平模型拟合效果,表5列出了OLS回归模型的估计结果。

在OLS回归结果中, $time$ 、 $emission$ 的回归结果与多水平模型回归结果相似,回归系数均为正,而且都通过显著性检验。然而,部分变量回归结果与多水平模型不一致, $number$ 在多水平模型中回归系数为正,但是在OLS模型中 $number$ 回归系数为负,并通过显著性检验。这与认知不相符,一般情况下,各个省(市、区)发布与上网电价相关的政策数量越多,越注重政策的实施,越有可能推动所在省份的风电产业发展。此外,OLS模型中 $similarity$ 、 $consumption$ 未通过显著性检验。

表5 OLS模型估计结果

Table 5 Estimation results of the ordinary least squares (OLS) model

变量	回归系数	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
<i>intercept</i>	0.354	10.540	0.000
<i>time</i>	0.068	4.097	0.000
<i>number</i>	-0.151	-2.765	0.006
<i>similarity</i>	-0.018	-0.747	0.456
<i>emission</i>	0.254	4.981	0.000
<i>consumption</i>	-0.026	-0.456	0.650
<i>second</i>	-0.216	-6.528	0.000
<i>third</i>	-0.281	-0.907	0.000
<i>fourth</i>	-0.402	-15.254	0.000
<i>F</i>	65.042		
调整 R^2	0.656		

在建模过程中,同时将资源区类型作为虚拟变量加入OLS模型中,第Ⅰ类资源区为对照组。从回归结果可以看出, $second$ 、 $third$ 、 $fourth$ 的回归系数依次为-0.216、-0.281、-0.402,而且均在1%的显著性水平下通过检验。表明不同资源区之间风电装机容量确实存在显著差异。相比于第Ⅰ类资源区,第Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类资源区的平均风电装机容量较低,差距随着资源区类型而增加,即第Ⅰ类资源区与第Ⅱ类资源区差距最小,与第Ⅳ类资源区差距最大。

总体而言,OLS回归结果与多水平模型存在一定的差异。这可能与数据的嵌套结构有关,嵌套数据结构使得分析样本之间不完全独立,违背了传统回归中观测样本相互独立的假定,从而引起了回归偏差。此外,张敏等^[27]提出对于多水平模型而言,也可以利用对数似然值 $\log likelihood$ 、信息准则 AIC 等判断模型优劣。OLS回归模型中, $\log Likelihood$ 为246.427, AIC 为-472.854;多水平回归模型中, $\log Likelihood$ 为275.468, AIC 为-516.941。OLS回归模型的 $\log Likelihood$ 小于多水平模型, AIC 大于多水平模型。因此,多水平模型拟合效果优于OLS回归模型。

5 结论和建议

5.1 结论

风电上网电价政策对于风电产业发展具有重要作用。深入了解各个省(市、区)风电上网电价政策实施情况及其产业效应,可以更好地实现政府政策有序推进风电产业发展。本文首先利用文本分析方法计算政策相似度,同时结合政策实施时间、政策数量量化分析各个省(市、区)上网电价政策的地区差异。然后,建立多水平模型,从省份和资源区两个层面分析上网电价政策的产业效应。研究发现:

(1)多数属于国家发改委划分的第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类资源区的省(市、区),例如黑龙江、河北、甘肃、新疆、宁夏等,风电上网电价政策实施情况较好,政策实施时间较早、政策数量较多、政策相似度较低。

(2)风电上网电价政策产生了显著的产业效应,而且政策实施时间越早、政策数量越多、政策相似度越低,越有利于风电产业发展。如果省份较早实施上网电价政策、多次而且针对性地发布上网电

价政策通知,则可以为所在省份风电投资者和风电企业赢得时间,吸引投资者和企业将生产要素向风电产业倾斜,从而促进风电产业快速发展。

(3)政策实施时间、政策数量、政策相似度在不同资源区对风电产业发展的影响作用不同。政策实施时间对第Ⅰ、Ⅱ类资源区的影响更大,对于风力资源丰富的第Ⅰ、Ⅱ类资源区而言,较早实施风电上网电价政策,可以吸引风电开发投资、促进风电企业快速发展。政策数量对各个资源区的影响区分度较低,对第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类资源区的影响不存在显著差异。但是由于第Ⅳ类资源区风力资源较为缺乏,所以对其影响较小。而政策相似度对第Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类资源区的影响大于第Ⅰ类资源区。在风电发展模式不完全成熟的第Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类资源区,针对性的政策可以引导这些地区更好地落实政策,促进风电产业发展。

5.2 政策建议

基于以上分析结果和主要结论,提出以下几点政策建议。

(1)从政策实施时间、政策数量、政策相似度等方面恰当且精准地实施上网电价政策。各个省(市、区)应该在在国家发改委公布上网电价相关政策以后,按照所属的资源区要求尽早落实政策。并且日常多发布与上网电价政策相关的通知,体现对风电产业发展的重视。另外,政策的发布需要有针对性,结合所在省份的实际情况发布相关政策通知,更有利于风电产业发展。当然,最根本的目标是实现风力发电产业的可持续发展。因此,在风电上网电价政策实施期间,各个省(市、区)更应该发挥政策优势,大力发展风电产业,促进风电产业规模化。降低发电成本,提高核心竞争力,尽早实现风力发电与常规电力的同等竞争,这样才能从根本上实现风电产业的可持续发展。

(2)结合地区差异,按照资源区类型更有效地实施上网电价政策。资源区类型划分对于风电产业分区域发展具有重要作用。不同资源区的省份对政策的反应程度不一样,因此需要结合各个省份、各个资源区特点执行相关政策。尤其在风力资源丰富的地区,应尽早实施风电上网电价等政策。充分利用时间优势,吸引更多风电项目投资、促进

风电企业发展,从而借助风力资源优势,将所在地区发展成为风电行业发展的领军者。

(3)统筹规划风电基地建设,合理配置电力资源。目前风力发电区与电力消费区存在空间不匹配问题,因此,风电的合理配置和宏观规划布局尤为重要。风电产业政策也要侧重于改善这些问题,一方面,风电建设规模与风力资源禀赋相适应;另一方面,统筹考虑风电基地规划与国家电网的规划建设。实现风电在全国范围内的合理规划布局,建立风电开发与电网建设的信息沟通机制,避免风电囤积和消纳不畅。

需要说明的是,本文利用政策文本分析方法量化分析风电上网电价政策,并将政策相似度、政策实施时间、政策数量作为自变量加入多水平模型中,其主要目的是利用政策文本分析方法量化分析产业政策,并将政策文本分析与回归分析有效结合,从而探究政策的产业效应。但是,本文仍存在提升空间,尤其政策文本分析方法具有多种类型。在接下来的研究中,可以尝试利用其他政策文本分析方法更全面地解析政策内容,同时探究政策文本分析与回归分析更有效的衔接方式。

参考文献(References):

- [1] 赵媛,郝丽莎.世界新能源政策框架及形成机制[J].资源科学, 2005, 27(5): 62-69. [Zhao Y, Hao L S. New energy policy framework of the world and its forming mechanism[J]. Resources Science, 2005, 27(5): 62-69.]
- [2] 彭月兰,任晋晋.促进我国风电发展的财税政策研究[J].经济问题, 2018, (8): 28-31. [Peng Y L, Ren J J. A study on fiscal and tax policies for the development of wind power in China[J]. On Economic Problems, 2018, (8): 28-31.]
- [3] 林伯强,李江龙.基于随机动态递归的中国可再生能源政策量化评价[J].经济研究, 2014, 49(4): 89-103. [Lin B Q, Li J L. Quantitative evaluation of Chinese renewable energy policy based on recursive stochastic dynamic programme[J]. Economic Research Journal, 2014, 49(4): 89-103.]
- [4] 何凌云,张丽虹,钟章奇,等.环境不确定性、外部融资与可再生能源投资:兼论政策有效性[J].资源科学, 2018, 40(4): 748-758. [He L Y, Zhang L H, Zhong Z Q, et al. The effect of environmental uncertainty, external financing and policy on renewable energy investment[J]. Resources Science, 2018, 40(4): 748-758.]
- [5] Tazi N, Bouzidi Y. Evolution of Wind Energy Pricing Policies in

2021年1月

- France: Opportunities and New Challenges[C]. Portugal: 6th International Conference on Energy and Environment Research, 2019.
- [6] Gnatowska R, Moryń-Kucharczyk E. Current status of wind energy policy in Poland[J]. *Renewable Energy*, 2019, 135: 232–237.
- [7] Saidur R, Islam M R, Rahim N A, et al. A review on global wind energy policy[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2010, 14(7): 1744–1762.
- [8] 侯建朝, 谭忠富, 谢品杰, 等. 世界风能资源开发现状和政策分析及对我国的启示[J]. *中国电力*, 2008, 41(9): 65–68. [Hou J C, Tan Z F, Xie P J, et al. Inspiration by analyzing situation and policy of overseas wind energy development[J]. *Electric Power*, 2008, 41(9): 65–68.]
- [9] 张庆阳, 郭家康. 世界风能强国发展风电的经验与对策[J]. *中外能源*, 2015, 20(6): 25–34. [Zhang Q Y, Guo J K. Major wind power using countries' experience and countermeasures in developing wind energy[J]. *Sino-Global Energy*, 2015, 20(6): 25–34.]
- [10] Yuan L Y, Xi J C. Review on China's wind power policy (1986–2017)[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2019, 26: 25387–25398.
- [11] Sahu B K. Wind energy developments and policies in China: A short review[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, 81: 1393–1405.
- [12] 李庆, 陈敏. 中国风电固定上网电价政策的实物期权理论与实证分析[J]. *中国管理科学*, 2016, 24(5): 65–73. [Li Q, Chen M. Real option theoretical and empirical analysis on feed-in-tariff (FIT) policy of wind electricity in China[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2016, 24(5): 65–73.]
- [13] 郭晓丹, 闫静静, 毕鲁光. 中国可再生能源政策的区域解构、有效性改进[J]. *经济社会体制比较*, 2014, (6): 176–187. [Guo X D, Yan J J, Bi L G. Regional deconstruction, effectiveness and improvement of the renewable energy policy in China[J]. *Comparative Economic & Social Systems*, 2014, (6): 176–187.]
- [14] Zhang R X X, Ni M, Shen G Q P, et al. An analysis on the effectiveness and determinants of the wind power Feed-in-Tariff policy at China's national-level and regional-grid-level[J]. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2019, 34: 87–96.
- [15] 裴雷, 孙建军, 周兆韬. 政策文本计算: 一种新的政策文本解读方式[J]. *图书与情报*, 2016, (6): 47–55. [Pei L, Sun J J, Zhou Z T. Policy text computing: A new methodology of policy interpretation[J]. *Library and Information*, 2016, (6): 47–55.]
- [16] 邬龙, 王晓蓉, 迟远英. 我国大气污染治理政策主题变迁量化分析及预测[J]. *北京工业大学学报(社会科学版)*, 2019, 19(6): 80–89. [Wu L, Wang X R, Chi Y Y. Quantitative analysis and prediction of policy topic changes of air pollution control policies in China[J]. *Journal of Beijing University of Technology (Social Sciences Edition)*, 2019, 19(6): 80–89.]
- [17] Liao Z J. The evolution of wind energy policies in China (1995–2014): An analysis based on policy instruments[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, 56: 464–472.
- [18] 黄萃, 苏竣, 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, 29(6): 876–882. [Huang C, Su J, Shi L P, et al. Textual and quantitative research on Chinese wind energy policy system from the perspective of policy tools[J]. *Studies in Science of Science*, 2011, 29(6): 876–882.]
- [19] 王晓珍, 蒋子浩, 郑颖. 风电产业创新政策有效性研究[J]. *科学学研究*, 2019, 37(7): 1249–1257. [Wang X Z, Jiang Z H, Zheng Y. Research on the effectiveness of wind power industrial innovation policy[J]. *Studies in Science of Science*, 2019, 37(7): 1249–1257.]
- [20] 王春柳, 杨永辉, 邓霁, 等. 文本相似度计算方法研究综述[J]. *情报科学*, 2019, 37(3): 158–168. [Wang C L, Yang Y H, Deng F, et al. A review of text similarity approaches[J]. *Information Science*, 2019, 37(3): 158–168.]
- [21] Wu H C, Luk R W P, Wong K F, et al. Interpreting TF-IDF term weights as making relevance decisions[J]. *ACM Transactions on Information Systems*, 2008, 26(3): 1–37.
- [22] 谷重阳, 徐浩煜, 周晗, 等. 基于词汇语义信息的文本相似度计算[J]. *计算机应用研究*, 2018, 35(2): 391–395. [Gu C Y, Xu H Y, Zhou H, et al. Text similarity computing based on lexical semantic information[J]. *Application Research of Computers*, 2018, 35(2): 391–395.]
- [23] 王尚坤, 石磊. 多水平面板数据模型的估计理论及模拟研究[J]. *统计与信息论坛*, 2011, 26(9): 16–22. [Wang S K, Shi L. Estimation theory and simulation studies on multilevel panel data model[J]. *Statistics & Information Forum*, 2011, 26(9): 16–22.]
- [24] 洪福星, 邱皓政. 多层次模式方法论: 阶层线性模式的关键问题与试解[M]. 北京: 经济管理出版社, 2015. [Hong F X, Qiu H Z. *Multilevel Model Methodology: Key Problems and Trial Solutions of Hierarchical Linear Model*[M]. Beijing: Economic Management Press, 2015.]
- [25] 张文珺, 喻炜. 中国风电建设的区域分布及其对风力发电水平的影响[J]. *经济问题探索*, 2014, (1): 77–84. [Zhang W J, Yu W. Regional distribution of wind power construction in China and its impact on wind power level[J]. *Inquiry into Economic Issues*, 2014, (1): 77–84.]
- [26] 周迪, 周丰年, 王雪芹. 低碳试点政策对城市碳排放绩效的影响评估及机制分析[J]. *资源科学*, 2019, 41(3): 546–556. [Zhou D, Zhou F N, Wang X Q. Impact of low-carbon pilot on the performance of urban carbon emission and its mechanism[J]. *Resources Science*, 2019, 41(3): 546–556.]
- [27] 张敏, 鲁筠, 石磊. 基于高层次结构数据的多水平发展模型设计及应用[J]. *数量经济技术经济研究*, 2017, 34(6): 134–147. [Zhang M, Lu J, Shi L. Design and application based on the high-level structure data of multilevel development model[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2017, 34(6): 134–147.]

Regional difference and industrial effects of wind power feed-in-tariff policy

ZHAO Yanyun, LI Qian

(School of Statistics, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

Abstract: Wind power generation is one of the important tasks for the development of new energy industry, and feed-in-tariff policy is an important measure to promote the development of the wind power industry. It is of great significance to analyze the implementation of the policy and its industrial effect for effectively implementing the policy and promoting the high quality development of the wind power industry. This study first introduced the method of policy similarity in policy text analysis, and quantitatively evaluated the regional difference in the implementation of feed-in-tariff policy from the perspectives of policy implementation time, number of policies, and policy similarity. Then, a multilevel model was established to analyze the industrial effects of the feed-in-tariff policy at the resource area and provincial levels. The results show that: First, different resource areas and provinces have different implementation situation of feed-in-tariff policy. Most of the provinces that belong to the first, second, and third categories of resource areas classified by the National Development and Reform Commission have good implementation of the feed-in-tariff policy, and the policy was issued earlier, the number is large, and the policy is targeted. Second, the policy of wind power feed-in-tariff has significant industrial effects. The earlier the policy was implemented, the larger the number of policies, and the lower the policy similarity, the more favorable the development of the wind power industry. However, these policy variables have different impacts on the development of wind power industry in different regions. Implementation time and the number of policies have a great influence on the development of wind power industry in areas with abundant wind energy resources, while policy similarity has a great influence on the development of wind power industry in areas with immature wind power development model. Therefore, the provinces should implement the feed-in-tariff policy as soon as possible and issue more relevant policies in accordance with regional characteristics in order to promote the development of wind power industry.

Key words: wind power; feed-in-tariff policy; regional difference; industrial effects; text similarity; multilevel model