

浙江大学公共管理蓝皮书系列

# 全球可持续能源 竞争力报告2016

聚焦金砖国家

Global Sustainable Energy  
Competitiveness Report 2016  
BRICS in Focus

郭苏建 方 恺 王 双  
叶瑞克 周云亨 向 淼 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

# 全球可持续能源竞争力报告 2016: 聚焦金砖国家

Global Sustainable Energy Competitiveness Report 2016  
—BRICS in Focus

郭苏建 方 恺 王 双 著  
叶瑞克 周云亨 向 森



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

全球可持续能源竞争力报告. 2016: 聚焦金砖国家 / 郭苏建等著. —杭州: 浙江大学出版社, 2016. 11  
ISBN 978-7-308-16414-6

I. ①全… II. ①郭… III. ①能源发展—可持续性发展—研究报告—世界—2016 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 278163 号

## 全球可持续能源竞争力报告 2016: 聚焦金砖国家

郭苏建 等 著

---

责任编辑 余健波  
责任校对 杨利军 张振华  
封面设计 周 灵  
出版发行 浙江大学出版社  
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)  
(网址: <http://www.zjupress.com>)  
排 版 杭州好友排版工作室  
印 刷 杭州日报报业集团盛元印务有限公司  
开 本 710mm×1000mm 1/16  
印 张 8.5  
字 数 153 千  
版 印 次 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-308-16414-6  
定 价 35.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>

# 摘 要

在《全球可持续能源竞争力报告 2015》中,我们从能源利用的可持续性角度,对可持续能源系统和产业竞争力等理论的内涵进行了深入探讨,并对可持续能源、新能源和可再生能源的概念差异进行了细致的辨析,突破了原有的以“可持续能源”“可持续能源系统”为基础的研究范式,构建了以“可持续能源竞争力”为核心概念的研究议题。通过对可持续能源产业特征及其发展规律进行深入分析,并结合碳足迹与行星边界等国际环境管理前沿理论,修正了迈克尔·波特国家竞争力钻石模型,以 G20 国家为研究对象,对各国可持续能源产业竞争力进行了量化和比较,形成了一份视角新颖、方法独特并具有较高理论和应用价值的研究报告。

在 2015 年报告成果的基础上,此次出版的《全球可持续能源竞争力报告 2016》对“可持续能源”理论的概念缘起、发展历程和最新趋势进行了全面总结,进一步完善了可持续能源竞争力的理论框架和研究范式。本报告聚焦新兴市场国家的代表——“金砖五国”。研究对象更替亦是基于一个事实:2015 年以中国、印度和巴西为代表的发展中国家对可持续能源的投资额首次超过了发达国家。可以说,在当前全球能源转型的关键时期,新兴经济体已经崛起,成为可持续能源开发和利用的主力军。鉴于此,本报告对中国、印度、巴西、南非、俄罗斯五国的可持续能源竞争力进行了系统的分析比较,探讨了五国可持续能源发展的现状、特点、趋势与经验教训,研究成果不仅对金砖五国发展可持续能源具有重要的指导意义,对其他国家也具有一定的参考和借鉴价值。

本报告的结构如下:

第一部分为文献综述部分,对可持续能源竞争力及其相关概念进行了区分,对从竞争力到可持续能源产业竞争力的相关文献进行了全面梳理与归纳。

第二部分为指标体系的理论分析框架,以迈克尔·波特的“钻石模型”及其四个关键因素——生产要素,需求条件,相关产业与支持性产业,企业战略、企业结构和同业竞争为基础,构建了国家可持续能源产业竞争力评估框架,形

成了一套要素定义明确、系统边界清晰、可量化评价的指标体系。

第三部分为可持续能源竞争力评价指标体系,报告遵循 2015 年报告的编制原则,在指标体系构建中采用理论分析法与专家咨询法相结合的方法确定三级指标体系,并对所选指标的数据来源进行了详细说明。

第四部分为指标权重确定和指数统计测算,介绍了指标权重确定、指标统计测算的具体方法及其步骤,并给出了金砖五国的可持续能源竞争力综合指数及排名。

第五部分为国别分析,按照排名顺序,从可持续能源产业发展概况、指标要素分析、各主要可持续能源产业等方面对金砖五国可持续能源竞争力进行具体分析,并对各国的优势、问题及发展前景进行了评估与预判,以期更深入地发掘影响一国可持续能源产业发展的要素与条件,并就如何促进可持续能源产业的发展提出分析意见和对策。

本报告的主要特色在于:

在理论构建方面,深入探讨可持续能源和可持续能源产业竞争力理论,研究其概念内涵,并据此提出相对完善的可持续能源竞争力研究范式。

在分析框架方面,本报告仍沿用修正的钻石模型,将“机会”和“政府”两个要素有机地融入其他四大关键要素之中,并进一步深入探讨,使四大要素及其修正的理论分析和实践论证更加充分和坚实。由此,可持续能源竞争力指数综合指标与二级指标之间的联系更为密切,各级相关要素指标之间的逻辑关系亦更加清晰。

在国别分析方面,本报告进行了更为具体和详尽的国别分析,以期展示金砖五国可持续能源产业发展的全景图和细节情境。

# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 一、可持续能源与可持续能源竞争力 .....  | 1  |
| (一)可持续能源竞争力概念及其比较 ..... | 1  |
| (二)可持续能源竞争力文献梳理 .....   | 2  |
| 二、指标体系的理论分析框架 .....     | 8  |
| (一)“钻石模型”的引入 .....      | 8  |
| (二)“钻石模型”的修正 .....      | 9  |
| (三)理论分析框架的构建 .....      | 11 |
| 三、可持续能源竞争力评价指标体系 .....  | 15 |
| (一)评价体系指标编制原则 .....     | 15 |
| (二)评价指标体系的构建 .....      | 17 |
| 四、指标权重确定和指数统计测算 .....   | 24 |
| (一)指标权重确定及其方法 .....     | 24 |
| (二)指数统计测算及其方法 .....     | 28 |
| 五、中国可持续能源竞争力分析 .....    | 32 |
| (一)可持续能源产业概况 .....      | 32 |
| (二)可持续能源产业指标要素分析 .....  | 34 |
| (三)主要可持续能源产业分析 .....    | 37 |
| (四)可持续能源产业竞争力优势聚焦 ..... | 43 |
| (五)产业政策的不足及前景展望 .....   | 45 |
| 六、印度可持续能源竞争力分析 .....    | 48 |
| (一)可持续能源产业概况 .....      | 48 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| (二)可持续能源产业指标要素分析 .....        | 50         |
| (三)主要可持续能源产业分析 .....          | 51         |
| (四)可持续能源产业竞争力优势聚焦 .....       | 55         |
| (五)可持续能源发展问题及其展望 .....        | 58         |
| (六)可持续能源发展的启示 .....           | 61         |
| <b>七、巴西可持续能源竞争力分析 .....</b>   | <b>63</b>  |
| (一)可持续能源产业概况 .....            | 64         |
| (二)可持续能源产业指标要素分析 .....        | 68         |
| (三)主要可持续能源产业分析 .....          | 71         |
| (四)可持续能源产业竞争力优势聚焦 .....       | 76         |
| (五)可持续能源发展问题及其展望 .....        | 78         |
| <b>八、南非可持续能源竞争力分析 .....</b>   | <b>82</b>  |
| (一)可持续能源产业概况 .....            | 82         |
| (二)可持续能源产业指标要素分析 .....        | 85         |
| (三)主要可持续能源产业分析 .....          | 87         |
| (四)可持续能源产业竞争力优势聚集 .....       | 91         |
| (五)可持续能源发展面临的问题与前景 .....      | 95         |
| <b>九、俄罗斯可持续能源竞争力分析 .....</b>  | <b>99</b>  |
| (一)可持续能源产业概况 .....            | 99         |
| (二)可持续能源产业指标要素分析 .....        | 101        |
| (三)主要可持续能源产业分析 .....          | 104        |
| (四)可持续能源发展的影响因素 .....         | 109        |
| (五)可持续能源发展的演变及展望 .....        | 113        |
| <b>索    引 .....</b>           | <b>117</b> |
| <b>参考文献 .....</b>             | <b>118</b> |
| <b>附录:中华人民共和国可再生能源法 .....</b> | <b>125</b> |

# 一、可持续能源与可持续能源竞争力

## (一)可持续能源竞争力概念及其比较

可持续能源、可再生能源的定义多种多样,并没有权威的定义。相较于英文语境,可持续能源在中文语境中使用较少,尤其是相对于可再生能源等概念而言。本研究认为,可持续能源比可再生能源范畴更小,可持续能源是指已经实现大规模商业化利用的可再生能源。这一能源种类分类法并非绝无仅有,如诺迪克·福克可持续能源研究中心将可持续能源看作是可再生能源的一个子属。<sup>①</sup>

尽管两者名称和内涵相异,但仍有诸多共性。比较权威的能源机构、政府部门或行业协会等一般将可持续(再生)能源描述为经过正在进行的自然程序产生、替代速度等于或者超过消耗速度<sup>②</sup>、可自然再生、可不断更新的<sup>③④</sup>能源形式。

目前学界对可持续能源的基本来源形式的分析也不尽相同,有的学者认为直接或间接来自太阳,以及来自其他自然运动和环境机制(如地热能与潮汐能等)。有的学者则认为可持续能源最终产生于太阳到达地球所产生的辐射

---

① Nordic Folke Center for Renewable Energy. <http://www.folkecenter.net/gb/overview/definitions/>.

② Penn State College of Agricultural Sciences. <http://extension.psu.edu/natural-resources/energy/what>.

③ IEA. <http://www.iea.org/aboutus/faqs/renewableenergy/>.

④ EIA. <https://www.eia.gov/Energyexplained/?page=renewablehome>.



能量<sup>①</sup>,如有学者就认为可持续能源归根结底都源自太阳能<sup>②</sup>。

而在具体能源类别上,可持续能源一般包括水电、风能、太阳能以及可持续废物与生物燃料等,另外,地热等也可划归为“可持续能源”。然而,鉴于核能的不可再生性、潮汐能目前仍难以大规模商业推广,以及这两类能源统计数据可得性有限,本报告延续 2015 年报告对可持续能源的界定范畴,将核能和潮汐能等排除在“可持续能源”范畴之外。“新能源”“可再生能源”“可持续能源”的比较如表 1.1。

表 1.1 “新能源”“可再生能源”“可持续能源”概念与范畴对比

| 项目   | 新能源                                     | 可再生能源                   | 可持续能源                 |
|------|-----------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 核心定义 | 能源利用的技术创新性                              | 能源利用的资源可再生性             | 能源利用的经济社会发展和生态环境的可持续性 |
| 研究视角 | 区别于传统能源,基于技术及应用视角                       | 区别于非可再生能源,基于利用及储量视角     | 区别于不可持续能源,基于目标和发展视角   |
| 基本形态 | 风能、小水电、太阳能、生物质能、地热能、潮汐能、核能、天然气、页岩气、可燃冰等 | 风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、潮汐能等 | 风能、太阳能、水能、生物质能、地热能等   |
| 关键区别 | 不包括大水电                                  | 不包括核能                   | 不包括核能、潮汐能             |

## (二)可持续能源竞争力文献梳理

### 1. 竞争力理论发展脉络

从概念上讲,竞争力是一种相对指标,通常是指参与者双方或多方的一种角逐或比较而体现出来的综合能力。自 20 世纪 70 年代以来,对国家、产业、

<sup>①</sup> The Texas Renewable Energy Industry Alliance(TREIA), <http://www.treia.org/renewable-energy-defined/>.

<sup>②</sup> Evans RL. Fueling Our Future: An Introduction to Sustainable Energy. Cambridge University Press, New York,2007: 81.

企业、产品等各层次研究对象竞争力的研究得以持续推进,并延伸出许多流派,不过其理论支撑主要来源于比较优势理论和竞争优势理论。

Siudek 和 Zawajska(2014)梳理了竞争力的概念和理论。他们将其分为以亚当·斯密为代表的古典流派,约瑟夫·熊彼特、弗雷德里希·李斯特等为代表的新古典派,奥地利与制度主义流派,以及保罗·克鲁格曼与迈克尔·波特为代表的当代流派。从亚当·斯密、大卫·李嘉图的绝对优势和相对优势理论,到熊彼特的企业家与创新理论,到波特的管理学理论(钻石模型)、克鲁格曼的评判性的新经济地理学理论等,竞争力理论呈现出比较清晰的发展脉络,而竞争力概念及围绕该概念存在的问题主要有:竞争力概念的测度、决定竞争力的因素等。<sup>①</sup>

传统流派是以比较优势理论为基础进行分析的,该理论流派曾长期占据理论主流地位。如世界经济论坛将国际竞争力定义为国家或公司在世界市场上均衡地生产出比其竞争对手更多财富的能力,并以此得出国际竞争力是竞争力资产与竞争力过程的统一。<sup>②</sup> 经合组织(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)将竞争力定义为:在合适的市场条件下,国家可以提供产品和服务以满足国际竞争,同时又能保证本国实际收入增长与生活水平提高的程度。<sup>③</sup> 瑞士洛桑国际管理学院认为,竞争力意味着生产力的要素、效率和盈利能力。它是一种实现生活水平不断提升、社会福利不断增加的强大手段与工具。<sup>④</sup> 不过此种理解仍然是建立在比较优势理论的基础上。

迈克尔·波特认为,传统的比较优势理论无法有效说明产业竞争力的来源,必须采用竞争优势理论来理解产业竞争力问题。在《国家竞争优势》一书中,波特对产业竞争力的定义获得了很多学者的认同,“在国际自由贸易条件下,一国特定产业以其相对于其他国家更高的生产力,向国际市场提供符合消费者需要的更多的产品,并持续获利的能力”<sup>⑤</sup>。他关于产业竞争力的研究,开创了从比较优势向竞争优势理论演化的新范式。

---

① Siudek T, Zawajska A. Competitiveness in the economic concepts theories and empirical research. *Oeconomia* 2014, 13 (1): 91-108.

② World Economic Forum(WEF). *Global Competitiveness Report 1994-1995*. Geneva, 1994.

③ OECD, *Technology and the Economy: The Key Relationships*. Paris, 1992.

④ International Institute for Management Development (IMD). *World Competitiveness Yearbook*, 2014: 492-503.

⑤ Porter ME. *The Competitive Advantage of Nations*. New York: The Free Press, 1990.

竞争力排名指标是竞争力跨国比较的核心所在。在国家竞争力评估的相关研究中,有两种最经典的竞争力指数,分别是 McArthur 和 Sachs 提出的增长竞争力指数(Growth Competitiveness Index, GCI)和波特的商业竞争力指数(Business Competitiveness Index, BCI)。<sup>①</sup> 前者在分析中长期影响经济持续增长因素的基础上进行评估,后者则从微观层面探究引起效率提高和生产力指标提升的企业特有因素,后来两者被进一步整合为一种新的指数,即全球竞争力指数(Global Competitiveness Index, GloCI)。<sup>②</sup>

鉴于竞争力是由多元因素决定的一个复杂概念,评估竞争力水平的最有效方式莫过于通过使用竞争力的多维度或综合指标来完成。一些权威国际机构发布的竞争力指数排名皆采用多元指标,如现有国家竞争力的排名研究中,以国际管理学院(IMD)的《全球竞争力黄皮书》、世界经济论坛(WEF)的《全球竞争力报告》为代表,两者颇具国际影响力。

通过分析文献可以发现,近年来各类国际排名中,对缺乏统计标准的“软指标”使用越来越多,如司法质量、国家创新偏好、腐败程度、企业管理质量等。因此,在未来研究中,对此类指标的进一步细化特别是指数化研究具有很大潜力。

## 2. 可持续能源竞争力的评估框架

在竞争力评价领域,波特的钻石模型分析框架之所以经久不衰,是因其具有较好的兼容性与通用性。自波特提出“钻石模型”以来,一些学者根据不同的研究需要和适用条件不断地对该模型加以完善,使其能够应用于不同国家的产业竞争力研究。

当前国内外关于产业竞争力测评的分析框架有三个主流模型,即波特—邓宁模型、波特价值链模型和金碚—因果模型,其中波特—邓宁模型和金碚—因果模型都是在钻石模型的基础上演化而来。总的来看,竞争力研究大都是在钻石模型基础上进行了不同程度的改进和创新,或是对原影响因素的进一步细化和分解,或是增添了新的影响因素,而实质上仍未摆脱钻石模型的分析

---

<sup>①</sup> McArthur JW, Sachs JD. The Growth Competitiveness Index: Measuring Technological Advancement and the Stages of Development. In WEF. The Global Competitiveness Report 2001-2002, New York: Oxford University Press, 2002.

<sup>②</sup> WEF. The Global Competitiveness Report 2004-2005, New York: Oxford University Press, 2004.

框架。

如邓宁引入“跨国公司商业活动”因素,形成更为完善的“波特—邓宁”模型。<sup>①</sup> Rugman 和 Cruz 在研究加拿大国家竞争优势时,将加拿大钻石模型和美国钻石模型联系起来,形成了“双钻石”模型。<sup>②</sup> Cho 和 Moon (1994)用物质、人力、政府三大类的 9 个要素构建起相应框架,被称作“九要素模型”<sup>③</sup>。金碚(1997)将钻石模型应用于中国现实环境,从国产工业品的市场占有率和盈利状况及其决定因素分析入手,建立起适合中国产业发展的具体情况并易于进行更深入的国际比较研究的经济分析范式。在此基础上,他构建了工业品国际竞争力分析框架。<sup>④</sup> 芮明杰(2006)为“钻石模型”增加了一个核心要素——知识吸收与创新能力,认为有了这个核心要素才能真正形成产业发展的持续竞争力。<sup>⑤</sup>

可持续能源竞争力研究是竞争力研究在能源领域的重要应用。可持续能源竞争力主要指一国风电、水电、太阳能发电、生物质能源等可持续能源及其装备制造业的国际竞争力,相关测量指标包括资源储量、投资额、技术创新指数、从业人数、装机总量、固定市场份额模型(The Constant Market Share Model)、贸易竞争力指数(Trade Competitiveness Index)、显示比较优势指数(Revealed Comparative Advantage Index)等,不同的研究会根据不同的目的而选取不同的分析框架和指标。

就指标研究体系而言,一些相关研究机构的指标体系比较成熟。如清洁技术集团(Cleantech Group)发布的《全球清洁科技创新指数》(Global Cleantech Innovation Index, GCII)<sup>⑥</sup>覆盖 40 个国家,每个国家分数以创新输入与创新输出之间平均数为基础,这些投入与产出分数由四类相同权重的要素决定,分别是一般创新驱动(输入)、清洁技术创新(输入)、清洁技术创新证据(输出)、清洁技术创新驱动商业化证据(输出),而这四类要素又由 15 个子要素所

① Dunning JH. Internationalizing Porter's diamond. Management International Review, 1993, 33(2): 7-15.

② Rugman AM, Cruz D, Joseph R. The Double Diamond' Model of international competitiveness: The Canadian experience. Management International Review, 1993, 33(2): 17-39.

③ Cho DS. A dynamic approach to international competitiveness: The case of Korea. Journal of Far Eastern Business, 1994(1): 17-36.

④ 金碚,等. 中国工业的国际竞争力. 北京:经济管理出版社,1997.

⑤ 芮明杰. 产业竞争力的新钻石模型. 社会科学,2006(4): 68-73.

⑥ Cleantech Group, WWF. Global Cleantech Innovation Index. 2014.



构成。<sup>①</sup>

安永公司的可再生能源国家吸引力指数(Renewable Energy Country Attractiveness Index, RECAI),以宏观驱动、能源市场驱动、技术驱动等3个一级指标,宏观稳定性、投资环境(营商自由度)、可再生能源的优先度、可再生能源的可融资性、项目吸引力等5个二级指标,其下又设16个变量,选取63种数据库资源进行排名比较。<sup>②</sup>本报告在研究中也把上述两类指标体系作为重要的参考。

在可持续能源研究领域,使用钻石模型框架的相关研究案例较少,主要集中在对企业相对竞争力的分析,如Dögl和Holtbrügge使用邓宁的单钻石模型分别测算,以及使用Rugman和Cruz提出的双钻石模型测算,比较了德国能源企业在中国和印度的竞争优势地位,在修正模型中,他们以文化要素替代了机会要素。<sup>③</sup>另一个例子是Panagiotis等使用钻石模型分析了希腊能源企业的竞争优势。<sup>④</sup>

还有学者比较注重对某一类特定的可持续能源产业竞争力的研究,并在研究过程中对钻石模型进行修正。Zhao等通过对波特的钻石模型进行改进,对中国的风能产业进行了评估,他们将政府作为第五个要素,而不是一种二级指标。此外,科技要素也被作为一个核心变量加入钻石模型分析。<sup>⑤</sup>Zhao等还提出了齿轮模型,可作为分析与理解中国太阳能光伏产业的动态变化与发展的有效工具。<sup>⑥</sup>

除钻石模型外,其他相关的研究框架与工具如Fixed Effects Vector De-

① Cleantech Group, WWF. Global Cleantech Innovation Index. 2014.

② Ernst & Young. Renewable Energy Country Attractiveness Index Report. 2015. [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/RECAI\\_44/\\$FILE/RECAI%2044\\_June%202015.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/RECAI_44/$FILE/RECAI%2044_June%202015.pdf).

③ Dögl C, Holtbrügge D, Schuster T. Competitive advantage of German renewable energy firms in India and China: An empirical study based on Porter's diamond. International Journal of Emerging Markets, 2012, 7(2): 191-214.

④ Panagiotis L, Nikos A. Regional development and renewable energy enterprises: A Porter's diamond analysis. Theoretical & Practical Research in Economic Fields, 2014, 5(1): 5-9.

⑤ Zhao ZY, Hu J, Zuo J. Performance of wind power industry development in China: A diamond model study. Renew. Energy, 2009(34): 2883-2891.

⑥ Zhao ZY, Zhang S, Zuo J. A critical analysis of the photovoltaic power industry in China—From diamond model to gear model. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011, 15: 4963-4971.

composition(FEVD))<sup>①②</sup>、Panel Corrected Standard Errors(PCSE)<sup>③</sup>、Event History Analysis(EHA)<sup>④</sup>、Data Envelopment Analysis(DEA)<sup>⑤</sup>等也被较广泛使用,以用来测评可持续能源的增长因素、驱动因素以及政策选择问题等。例如,Zhang 使用层次分析法评估风力涡轮制造业的国际竞争力,对中国、丹麦、西班牙、美国、德国、印度等国家风能企业进行了比较有意义的国际比较。<sup>⑥</sup>

此外,还有其他非典型对比研究案例,如 Sovacool(2013)采取案例验证、访谈与数据分析方法,对包括中国在内的亚太地区十国可再生能源产业进行了典型案例研究,总结出十项学者普遍认为有价值的“设计原则”“共同要素”或“最佳特征”<sup>⑦</sup>。

以上文献分析表明,全球可持续能源竞争力研究量化评估存在不足,量化评估对象集中在可持续能源利用较为成熟的国家(主要是发达国家),缺乏对全球代表性国家组织(如 G20、金砖国家等)全面系统的量化对比研究;同时,在量化对比研究中,各种新型的研究方法与工具层出不穷,但使用波特的钻石模型对可持续能源产业的国际竞争力进行对比研究相对较少,而这一欠缺也正是本文希望弥补的。

《全球可持续能源竞争力报告 2016》重点关注竞争力研究的两方面:一是可持续能源相对于传统化石能源的竞争力,二是全球主要新兴经济体在可持续能源领域的竞争力。因此,在综合考量产业竞争力相关理论的基础上,本研究最终确定以“钻石模型”为基础,构建可持续能源竞争力指标体系的理论分析框架,应用于金砖国家的分析测算和对比研究。

---

① Carley S. State renewable energy electricity policies: An empirical evaluation of effectiveness. *Energy Policy*, 2009(37): 3071-3081

② Marques AC, Fuinhas JA, Pires Manso J R. Motivations driving renewable energy in European countries: a panel data approach. *Energy Policy*, 2010(38): 6877-6885.

③ Aguirre M, Ibikunle G. Determinants of renewable energy growth: A global sample analysis. *Energy Policy*, 2014(69): 374-384.

④ Schaffer LM, Bernauer T. Explaining government choices for promoting renewable energy. *Energy Policy*, 2014(68): 15-27.

⑤ Ederer N. Evaluating capital and operating cost efficiency of offshore wind farms: A DEA approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015(42): 1034-1046.

⑥ Zhang S. International competitiveness of China's wind turbine manufacturing industry and implications for future development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012, 16 (6): 3903-3909.

⑦ Sovacool BK. A qualitative factor analysis of renewable energy and Sustainable Energy for All (SE4ALL) in the Asia-Pacific. *Energy Policy*, 2013(59): 393-403.

## 二、指标体系的理论分析框架

### (一)“钻石模型”的引入

迈克尔·波特的“钻石模型”认为,一个国家产业竞争力的强弱主要由四个方面的关键因素决定:

1. 生产要素:一个国家在特定产业竞争中有关生产方面的表现;
2. 需求条件:本国市场对该项产业所提供产品或服务的需求如何;
3. 相关产业与支持性产业:该产业的相关产业和上游产业是否具有国际竞争力;
4. 企业战略、企业结构和同业竞争:企业在一个国家的基础、组织和管理形态,以及国内市场竞争对手的表现。<sup>①</sup>

作为以上四个关键要素的补充,波特认为机会和政府在一个国家产业竞争力的形成过程中也扮演着重要角色。“机会”事件会打破原先的竞争状态,提供新的竞争空间,通过影响钻石体系各个关键要素,从而影响一个国家产业竞争力。而“政府”则一直是产业在提升国际竞争力时的热门议题,既可能是产业发展的助力,也可能是障碍,其角色扮演和功能发挥需要根据公共政策的表现加以界定。

我们选择“钻石模型”作为可持续能源竞争力研究的分析框架,不仅考虑到这一研究路径有别于国内外已有研究,即它能够构建视角新颖和逻辑严密的分析框架与研究范式,而且还考虑到这一理论模型还能兼顾指标体系设计的科学性、系统性与可操作性,并为政策建议的提出提供理论支持。当然,鉴于“钻石模型”并没有充分考虑可持续能源产业的特殊性,本研究对其进行了适用性检验与修正。本研究所使用的波特“钻石模型”如图 2.1 所示。

---

<sup>①</sup> [美]迈克尔·波特. 国家竞争优势(第2版). 李明轩,邱如美,译. 北京:中信出版社,2012:65.

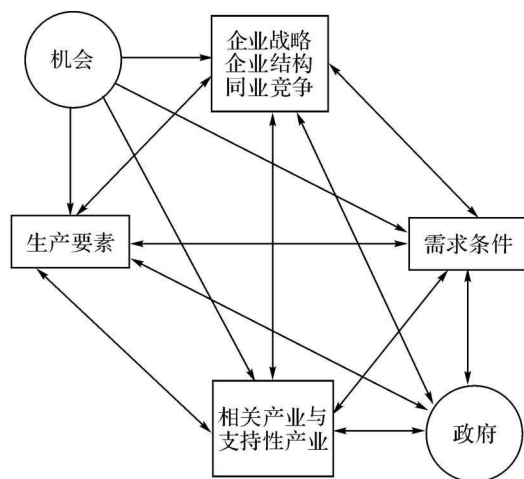


图 2.1 波特“钻石模型”示意图

## （二）“钻石模型”的修正

课题组对波特“钻石模型”关键要素及其子要素的相互作用机理进行了深入分析,并从可持续能源竞争力的特殊性出发,对其进行适用性检验和理论修正,形成了一套要素定义明确、边界清晰、可量化评价的要素指标体系。

第一,可持续能源产业“初级生产要素”的基础性作用。

波特“钻石模型”认为,初级生产要素包括天然资源、气候、地理位置、非技术人工与半技术人工、资本等,这些要素在当今市场环境下已不再重要,主要是因为对它们的需求减少,供给量却相对增加,而且跨国企业已能通过全球市场网络取得这些生产要素。<sup>①</sup>但在可持续能源领域,一些初级生产要素仍然比较重要。首先,同化石能源一样,一国可持续能源的分布及储量是由其所处的地理位置及相关自然环境所决定的,具有高度的时空异质性,资源禀赋(包括天然资源、气候、地理位置等)对一国可持续能源竞争力的影响仍不容忽视;其次,由于可持续能源投资回报周期较长,且在相当一段时间内相较于传统化石能源存在价格劣势,因此,其对资本的依赖较其他产业更为显著,政府投资

<sup>①</sup> [美]迈克尔·波特. 国家竞争优势(第2版). 李明轩,邱如美,译. 北京:中信出版社,2012:70.



以及商业资本的进入相当重要;最后,一国从事可持续能源产业的劳动力数量反映了该产业的发展规模,因为现阶段的可持续能源产业不仅具有资本和技术密集型的特征,且兼具部分劳动密集型的特征,某些产业环节仍然需要大量的劳动力作为基本生产要素。比如,太阳能电池板组装产品制造仍是工艺简单、劳动密集的生产环节。中国正是凭借丰富和相对低廉的劳动力价格,自2008年起,连续8年光伏电池产量居全球首位,累计为全球提供了70%以上的光伏电池产品。可见,高级生产要素仍必须以初级生产要素为基础,初级生产要素在可持续能源竞争力优势的形成过程中仍然重要。因此,本研究将资源禀赋、资本投资以及劳动力作为可持续能源竞争力在生产条件方面的重要因素。

第二,可持续能源竞争力生成环境的“非开放式的国际竞争”特质。

波特“钻石模型”的研究重心偏重于在国际贸易中可以自由竞争的产业和产业环节,而非功能性意义大于商业意义或者是那些“受到政府补贴或保护”的产业和产业环节。可持续能源产业在应对全球气候变化、防治环境污染、保护自然资源、保障能源供给与安全等领域的功能性意义远大于商业意义,因而成为多数国家重点保护与鼓励发展的产业。例如,丹麦早在20世纪70年代末就对风电给予补贴,此后又对太阳能供暖和热泵给予了经济补贴,很好地促进了可持续能源产业的发展。丹麦的成功经验使得激励政策成为了各国政府鼓励发展可持续能源的通行做法。因此,必须对适用于“开放式的国际竞争”的“钻石模型”进行修正。具体而言,环保压力(如碳减排压力、大气污染物减排压力等)和政府政策激励(如可持续能源补贴、强制配额、碳税、化石能源价格政策等)等因素在国家可持续能源竞争力的形成过程中皆具有不可忽视的作用。一国的环保压力越大,则其对可持续能源产业发展的需求也越迫切。因此,至少在现阶段,在评价一国的可持续能源竞争力时,须将上述要素作为重要指标纳入考量。

第三,厘清“需求条件”及其子要素的边界,精确筛选表征变量。

“钻石模型”的“需求条件”囊括了“细分市场需求的结构”(Segment Structure of Demand)、“欢迎内行而挑剔的客户”(Sophisticated and Demanding Buyers)、“预期需求”(Anticipatory Buyer Needs)、“母国市场规模”(Size of Home Demand)、“客户的多寡”(Number of Independent Buyers)、“国内市场的预期需求”(Rate of Growth of Home Demand)、“早期国内需求”(Early Home Demand)、“国内市场提前饱和”(Early Saturation)、“机动性高的跨国型本地客户”(Mobile or Multinational Local Buyers)和“国外需求”(Influences on Foreign Needs)等若干子要素。一方面,部分要素的边界缺乏明确厘定,甚至