

全球能源结构性权力时空格局演变及其关键驱动因素

张强^{1,2,3}, 杜德斌^{1,2,3}, 郭卫东^{1,2,3}, 颜子明^{1,2,3}, 曹宛鹏^{1,2,3}, 夏启繁^{1,2,3}

(1. 华东师范大学世界地理与地缘战略研究中心, 上海 200062; 2. 华东师范大学全球创新与发展研究院, 上海 200062; 3. 华东师范大学地理科学学院, 上海 200241)

摘要: 能源作为战略性资源在国家地缘战略中尤为重要, 能源结构性权力的角逐业已成为国家间综合国力竞争和能源安全保障的重要内涵。利用联合国跨国投入产出数据对2001—2017年各国的能源结构性权力进行测度, 从空间格局、网络组织关系、新增价值分配的视阈来揭示全球能源结构性权力的演化脉络, 并识别出权力转移的关键驱动因素。研究表明: ① 全球能源结构性权力体系呈现出两极分化严重、动荡不稳定特征, 能源强国对周边地区不断挤压并产生了大量的破碎地带; ② 全球能源结构性权力呈现出“东升西降”趋势, 并以中美德为主导的“三足鼎立”空间格局。其中能源出口结构性权力不断向中国转移, 进口权力则进一步锚固在西欧北美; ③ 全球能源结构性权力合作社团扩散和收缩并存, 亚太和东欧社团范围逐渐扩大, 西欧和美国社团范围则有所缩减; ④ 全球能源结构性权力“核心—边缘”等级结构存在“双核→三核→多核”的弱化趋势, 权力等级圈层间的迭代过程显著; ⑤ 从能源价值流动的核心链条来看, 德国、美国为代表的能源结构性权力强国占据链主地位并主导着能源价值的分配, 作为跟随和从属的能源小国陷于低端锁定困局。从能源产业链环节的来看, 呈现出能源勘探开采和加工销售环节价值较高, 运输储存环节价值较低的“微笑曲线”特征; ⑥ 国家高水平能源结构性权力的关键驱动因素从早期的能源禀赋和能源贸易维度逐步向市场资本维度所延展。据此为中国能源结构性权力的巩固提出了政策建议。

关键词: 地缘经济; 能源结构性权力; 全球能源格局; 网络组织关系; 价值分配

DOI: 10.11821/dlxb202309013

1 引言

能源是国家政治和经济实力的硬通货, 由于能源稀缺性和产储销空间错位性, 导致能源在全球地缘政治斗争中具有特殊战略地位^[1]。经济全球化和网络化加强了国家间的联系和能源要素的流动, 伴随着西方大国进入后工业时代能源消费重心的转移, 能源结构性优势和结构性权力的再分配正悄然发生^[2-3]。由此引发了后发大国与守成大国能源战略的“零和”博弈, 全球能源秩序随之面临着逆全球化趋势、贸易保护主义抬头和地缘政治回潮的严峻考验^[4]。当今世界正处于大变局大考验大合作时期, 及时跟踪研判全球能源结构性权力的格局走势, 以及“国际能源权力金字塔”中国家的位序变动, 对中国能源安全保障乃至国际能源秩序稳健具有重要的现实意义^[5-6]。

收稿日期: 2022-12-12; 修订日期: 2023-06-30

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(19ZDA087) [Foundation: Major Project of National Social Science Foundation of China, No.19ZDA087]

作者简介: 张强(1996-), 男, 四川泸州人, 博士生, 研究方向为世界地理与地缘政治。E-mail: up_zhangq@163.com

通讯作者: 杜德斌(1963-), 男, 湖北宜昌人, 教授, 博士生导师, 研究方向为世界政治经济地理与科技创新政策。

E-mail: dbdu@re.ecnu.edu.cn

能源权力的基础和形态从国家能源资源赋存为基础的“实力即权力”，到国家间非对称依赖赋予的“联系性权力”，再到经济全球化情景下所蕴含的“结构性权力”，呈现出明显的时代特征。①“实力即权力”视角出发探讨了国家在能源产业环节中呈现的个体实力和权力现象^[7]，涉及能源资源归属和处置决定权、开采加工实力、过境运输安全、市场占有和定价权，以及气候变暖背景下能源的碳排放权^[8-9]。将能源权力等同于国家个体实力的研究路径，具有概念清晰和操作性强的优点。②随着地缘政治冲突逻辑向地缘经济的竞合逻辑所转变，国家间双边联系日益密切，权力逐步由国家间相互依赖关系体现^[10]。能源联系性权力便是根植于行为体间非对称相互依存下的利益交换，强势国家在能源活动中可以迫使别国改变自身意志^[11]。“联系性权力”强调从国家间相互作用反馈中的行为改变，而非国家的个体实力来观察权力现象。相关研究集中在中国与别国^[12]、中美俄大国^[13]、“一带一路”沿线^[14]、欧洲地区^[15]和环印度洋区域^[16]等国家间的联系权力的等级圈层和空间领域。③21世纪经济全球化深刻影响了世界能源秩序的演变，发挥能源权力的关键途径不再仅是能源资源禀赋，而是全球生产网络和不对称利益分配中的“联系”与“结构”^[17]。国家间二元依存关系及其隐含的联系性权力不断扩展和贯通，形成一个复杂的全球权力网络结构，国家间联系性权力在结构位置中不断聚合，形成了该位置对于整个网络结构的影响力和控制力，即“结构性权力”^[18]。结构性权力理论提出者著名国际关系学家苏珊·斯特兰奇还进一步将国际石油政治经济划分为5个演化阶段，强调石油政治中的权力属于结构性权力^[19]。威廉·温考夫通过挖掘价值链增加值来分析国家经济权力格局^[20]。在此基础上，余南平通过价值链网络构建了国家权力和国际关系的分析框架^[21]。庞珣借助新增价值的结构位置来衡量结构性权力，刻画了传统大国和新兴国家能源结构性权力的等级分化和格局走势^[22-23]。

随着经济全球化和网络化推进，传统的“实力即权力”与“联系性权力”已无法全面刻画出能源权力的时代特征，因此国际政治经济学开始提出结构性权力概念来重新审视国家在全球政治经济体系中的地位 and 权力。结构性权力中的“结构”更多是强调它的非物质属性，是社会经济活动中的具体行为的基本规则整体，对于国家能源活动是更为深层次的影响^[24]。稍显遗憾的是，能源结构性权力的研究较少、应用度较低，既有研究更多的是从复杂网络理论出发，对能源贸易网络和相互依赖关系的拓扑结构特征^[25-26]、关键节点和链路^[27-28]、网络社团和等级圈层^[29-30]等内容展开分析和解读。但是能源这一战略性资源具有极强的地缘经济属性，仅从复杂网络理论出发探讨其能源贸易网络的拓扑结构，可能会忽略了更为重要的地缘结构的潜在影响，不利于国家在这百年变局中认清形势^[24, 31]。结构性权力作为一种规范性权力，可为认识经济全球化中能源权力秩序演化的独特逻辑提供了新视角。鉴于此，本文从地缘经济视角对全球能源结构性权力展开系统探究，首先阐明全球能源结构性权力的科学内涵，试图通过投入产出数据对能源新增价值进行溯源，采用嵌入彼此相连的全球分工中的结构性关系来刻画能源结构性权力；其次对全球能源结构性权力的空间分布格局、“核心—边缘”等级结构、合作社团成员、产业价值分配进行动态追踪；最后采用定性比较分析方法（Qualitative Comparative Analysis, QCA）甄别出不同时期能源结构性权力的驱动路径和关键驱动因素。本文试图丰富当前地缘能源学的理论体系，为对中国能源安全乃至国际能源秩序稳健提供新的决策依据。

2 能源结构权力的理论溯源与内涵解析

2.1 能源结构性权力理论溯源

国际关系理论对于权力的探讨由来已久，观点多样使得权力内涵无论在话语中还是

在认识论上都难以达成共识^[32]。其中,马克思主义政治经济学提出生产力、分工和交换是决定国家间关系和国际权力重要因素的论断,将权力以经济基础和上层建筑进行分层划分^[33]。马克思认为全球经济基础是全球一定发展阶段的生产力所决定的生产关系总和,国际权力作为上层建筑的表现形式,受全球经济基础变化并产生反作用。经济全球化促使了能源经济基础从集中式网络生产、分工和贸易方式转向为分散式的网络模式,以物质力量、生产关系和人物链接等方式进一步形塑了全球能源经济基础^[20]。按照马克思的观点,经济基础变化的现象背后,能源权力形态构成和运行逻辑亦会发生相应的变化。

国际政治经济学学家苏珊·斯特兰奇也认识到生产结构对于经济权力转移的重要影响,提出了结构性权力理论。苏珊还将国家权力划分为联系性权力和结构性权力两类,当国家双边关系不断扩展为复杂网络关系,国家间联系性权力不断聚合为该结构位置对整个体系结构的宏观影响力,即结构性权力^[19]。结构性权力是冷战结束后所呈现的新型权力内涵,国际关系从支配性的政治权力转向了间接影响型的结构性权力^[34]。同样,国家间能源权力博弈从能源资源的武力争夺,转向能源经济活动中的利益支配^[35]。

2.2 能源结构性权力内涵解析

在理论认知基础上,对能源结构性权力概念内涵做进一步阐释:国家以自身的能源禀赋和生产关系总和为基础参与到跨境分工协作中,期间国家间相互依存联系及其隐含非对称权力不断扩展和聚合成为一个全球权力网络,而国家在此所处的结构位置及其产生的宏观影响力便是能源结构性权力。

能源结构性权力的主客体要素。能源结构性权力的主体包括国际能源组织、全球企业和主权国家等。伴随着能源企业国有化改革浪潮,能源组织和企业大多都扮演着国家利益代理人的角色,因此既有研究大多是以国家作为能源权力格局分析的基本单元。以国家承担的不同功能,可以划分为能源生产国、过境国、加工国和消费国。能源结构性权力的客体便是能源本身,包括能源资源的储产销、能源的过境运输、能源市场的基本面等自然社会属性。

能源结构性权力发挥途径是全球能源经济基础及其分工协作关系。国家在能源跨境合作中占据的“结构位置”越重要,整个结构对其敏感性和脆弱性便越显著^[36]。当某国由于种种原因没有继续参与全球能源分工合作,其他国家便会付出更高成本来寻求可替代的合作关系和供需渠道,结构位置的缺失一定程度上对整个结构进行了破坏和重塑。国家可以通过经济、政治和军事等博弈方式,掌控和塑造国际能源政治经济体系中的基本结构,构建利己的结构位置和运行规则。

能源结构性权力的空间格局与网络特征。能源结构性权力的空间格局可以抽象为点—线—面的几何关系,如权力空间、利益边疆、渗透地带和破碎地带等^[37]。在地方、区域和全球不同空间尺度下,能源结构性权力的空间结构透射和传递出能源行为体间的强权与弱势、主导和服从的非对称相互依存关系。能源结构性权力的网络结构充分体现了节点—链条—网络为特征的权力形态,如“核心—边缘”等级结构、合作社团、关键枢纽、核心链条等。占据权力网络中重要位置的主导支配型大国,可以构建利己的权力秩序和价值分配机制。

3 研究方法 with 数据来源

3.1 研究方法

3.1.1 能源结构性权力测度 威廉·温考夫^[19]和余南平^[20]等学者利用投入产出数据,从复

杂网络视角对大国结构性权力和国际关系进行定量和定性分析。庞珣提出利用价值网络的“位置”来表征国家的结构性权力^[21]。囿于数据获取及地区范围限制，相关研究仅探讨个别典型国家。因此，研究借助能源分工协作中获取的新增价值及其构成价值网络的“位置”，来表征和衡量一国的能源结构性权力^[38]。

首先，通过跨国投入产出表对能源分工协作中的新增价值进行溯源（表1）。能源新增价值遍及能源勘探开采、储存运输和加工销售全部产业环节，即使没有跨境贸易活动，国家间也可能存在产业分工合作产生不同程度的价值流动。跨国投入产出表包括总产出矩阵（ X ）、中间品矩阵（ Z ）、最终消费品矩阵（ Y ）和新增价值矩阵（ Va ），并引入投入产出系数矩阵（ A ）、新增价值系数矩阵（ \check{V} ）、昂惕夫逆矩阵（ B ），其中 $X=AX+Y$ ， $B=(1-A)^{-1}$ ， $\check{V}B$ 为新增价值份额矩阵，反映 i 国参与 j 国最终产品生产而获得的新增价值。其中 x_{ij} 和 y_{ij} 分别表示 i 国生产 j 国消费的中间产品和最终产品。

然后，进一步对新增价值分解得到国家间进出口新增价值网络矩阵 T_{ij}^v 。因为在权力网络中国家通常具有控制者和被控制者的双重身份，而在全球能源分工协作中既是新增价值的输入国又是输出国，便对应着进口和出口两种新增价值。矩阵中每一行是该列国家总出口的新增价值（表2），如第一行表示国家1向本国以及别国（2, 3, ..., j ）输出的新增价值；矩阵中每一列表示该列国家总进口的新增价值，如第一列表示国家1向本国以及别国（2, 3, ..., i ）吸收的新增价值。当 $T_{ij}^v=0$ 表示两国没有价值联系。

最后，以对数加总的方法对国家的进/出口新增价值进行聚合，来表征能源结构性权力^[21]。进口结构性权力是国家 i 作为新增价值输入国的结构性权力，等于国家 i 在能源产业分工中进口新增价值占所有国家进口新增价值比例的对数加总，同理便是进口结构性权力的求解，公式如下：

$$NSP_{it} = NSP_{it}^i + NSP_{it}^e$$

$$NSP_{it}^i = \sum_{i \neq j} \lg(T_{it}^{ij} / import_{jt} + 1) \quad (1)$$

$$NSP_{it}^e = \sum_{i \neq j} \lg(T_{it}^{ij} / export_{jt} + 1)$$

式中： NSP_{it} 表示国家 i 在 t 时刻的能源结构性权力； NSP_{it}^i 表示国家 i 作为新增价值输入国在 t 时刻的进口能源结构性权力； NSP_{it}^e 表示国家 i 作为新增价值输出国在 t 时刻的出口能源结构性权力。在对数计算中加入常数1是为了避免当 $T_{it}^{ij}=0$ 是产生负无穷， T_{it}^{ij} 表示国家 i 在 t 时刻对所有国的新增价值。

3.1.2 能源结构性权力网络结构特征 全球生产贸易活动从国家集中式向全球网络化转变，经济基础变化推动了能源结构性权力逐渐显现出社团合作、等级圈层结构和节点链条等网络结构形态，为此本文进一步对网络结构特征进行挖掘^[39]。

（1）全球能源结构性权力的合作社团划分。以国家为起始节点作为输出国和输入国

表1 简化的跨国投入产出表

Tab. 1 Simplified transnational input-output values

投入	产出				总产出
	中间使用		最终需求		
	国家 <i>i</i>	国家 <i>j</i>	国家 <i>i</i>	国家 <i>j</i>	
国家 <i>i</i>	<i>x</i> _{ii}	<i>x</i> _{ij}	<i>y</i> _{ii}	<i>y</i> _{ij}	<i>X</i> _{<i>i</i>}
国家 <i>j</i>	<i>x</i> _{ji}	<i>x</i> _{jj}	<i>y</i> _{ji}	<i>y</i> _{jj}	<i>X</i> _{<i>j</i>}
新增价值	<i>V</i> _{<i>i</i>}	<i>V</i> _{<i>j</i>}			
总投入	<i>X</i> _{<i>i</i>}	<i>X</i> _{<i>j</i>}			

表2 进出口新增价值

Tab. 2 Import and export added value

输出国	输入国			
	国家1	国家2	...	国家 j
国家1	T_{11}^{11}	T_{11}^{12}	...	T_{11}^{1j}
国家2	T_{21}^{21}	T_{21}^{22}	...	T_{21}^{2j}
...
国家 i	T_{i1}^{i1}	T_{i1}^{i2}	...	T_{i1}^{ij}

的结构性权力作为边权重,构建有向加权的全球能源结构性权力网络。合作社团是指网络关系更为紧密的国家的组合,属于同一个社团的国家合作紧密集聚化程度高,外部国家间的网络联系相对稀疏。通过“community detection”算法挖掘出国家联系的紧密程度以识别出潜在合作社团^[40]。

(2) 全球能源结构性权力的核心—边缘等级识别。美国学者伊曼纽尔·沃勒斯坦根据经济分工的复杂性和国家整体实力,将世界经济体划分为“核心—半边缘—边缘”的等级结构。核心国生产最为“先进”的商品,而边缘的国家主要生产附加值低、技术含量低、劳动密集的商品^[41]。通过“hierarchical clustering”算法进一步探索等级层次的演化特征与迭代重组过程。

(3) 全球能源核心链条与产业环节价值分配。能源权力大国按照资本逻辑主导着全球能源产业分工和价值分配,处于跟随和从属的能源小国往往容易陷入结构性困局。基于最大优势流方法全球能源价值流动的主导节点和核心链条^[42]。

(4) 将能源产业链环节划分为勘探开采、储存运输和加工销售三大环节,来解析能源产业链环节价值的主导和附庸规律^[43-44]。其中勘探开采环节包括煤炭、石油、天然气传统能源以及钴、锂、石墨、稀土等新型能源所需矿产的开采活动;储存运输环节涉及天然气、石油、电力的运输活动;加工销售环节即石油、煤炭的加工炼制,太阳能、水能、风能、核能等发电活动,以及能源半成品和成品的加工销售等。

3.1.3 能源结构性权力演化驱动因素

(1) 相关性检验。Spearman 相关分析是一种判断两个随机变量间的关系强弱的非参数检验方法^[45]。顾及能源结构性权力与地缘因素数据的非线性、非正态特点,采用 Spearman 相关分析来检验其相关性,将显著相关的因素纳入到下一步驱动路径分析中。

(2) 关键驱动因素识别。能源权力格局的形成前因是相互依赖的,因素间可能通过联动匹配产生不同的驱动路径,因此借助定性比较分析方法(QCA)甄别出能源权力的驱动路径和关键性驱动因素^[46]。首先,依据案例的实际情况和相关研究设置的标准,对因素和结果变量赋予 0.95(完全隶属)、0.5(交叉点)和 0.05(完全不隶属)3 个锚点来对原始数据进行校准,使不同量纲数据均处于[0, 1]范围^[47]。其次,通过一致性水平来检验单因素是否构成能源结构性权力的必要因素,当满足一致性水平小于 0.85,说明多种因素联动共同导致高水平能源结构性权力,没有一种因素能单独影响到结果^[48]。然后,通过一致性参数来衡量驱动路径是否是结果集合的子集,是否满足充分性检验,并设置了一致性阈值为 0.80,频数阈值为 2。最后,求出的复杂解、中间解和简约解三者相互佐证,以解释各国驱动路径和关键性驱动因素的异同。

3.2 数据来源与处理

研究数据:① 能源结构性权力方面。基于联合国贸易和发展会议的跨国投入产出表(<https://worldmrio.com>)对能源产业链新增价值进行溯源,据此再测算各国能源结构性权力。② 国家能源结构性权力驱动因素方面。其中能源产量来源于全球能源统计年鉴(<https://www.bp.com>);国家能源进出口贸易额来源于地球资源贸易统计数据库(<https://resource.trade.earth>);对外投资额和外国投资额来源于世界银行数据库(<https://data.worldbank.org.cn>);能源企业并购金额和能源企业资产分别来源于欧洲 Zephyr 全球并购交易数据库(<https://zephyr.bvdinfo.com>)和 Osiris 全球上市公司数据库(<tps://osiris.bvdinfo.com>);能源产业涉及的专利技术类型和数量来自世界知识产权报告(<https://www.wipo.int/ipstats/zh>);联合国投票数据来自 UNGA 联合国大会数据库(<https://www.linguee.com>)。

数据预处理:①数据筛选。从上述数据库中筛选出能源产业各环节的投入产出数据、能源产量和消费量、能源进出口贸易额、能源企业并购规模和专利规模等数据。②统一口径。其中传统能源生产量和新型能源发电量是通过换算成统一热当量后按照国家(地区)进行汇中计算;传统能源及其装机所需稀有材料进出口交易价格按照国家(地区)进行汇中;由于驱动路径甄别依托的软件集成了数据归一化的环节,故无需对能源权力数值及其影响因素这些不同量纲的数据再做处理。③数据匹配与分析。按照国家(地区)名称进行汇中匹配后,通过相关公式和软件进行能源结构性权力计算和分析。本文最终选取了2000—2017年176个国家和地区进行分析,中国数据暂不包括中国台湾省、香港和澳门地区。

4 全球能源结构性权力时空演变

4.1 全球能源结构性权力时序统计

4.1.1 全球能源结构性权力呈现两极分化的马太效应 全球能源结构性权力大部分掌握在极少数国家中,呈现出“优者愈优、劣者恒劣”的两极分化效应(图1)。同时后发大国与守成大国战略层面博弈具有“零合性”特征,一般国家很难迈入更高阶层。①从权力阶层来看:2000—2017年期间各国能源结构性权力进行平均后发现处于能源权力前5%阶层的9个国家权力之和超过全球的一半,前10%阶层18个国家拥有全球3/4的权力,能源结构性权力高度集中在少数国家中。②从各大洲来看:高水平能源结构性权力的国家主要集中在欧洲、亚洲和北美洲的国家,南美洲国家次之,大洋洲和非洲最少。其中欧洲能源结构性权力强国包括德国、法国、英国和荷兰;亚洲能权强国包括中国和日本;美国和加拿大是北美洲的能权强国。③从典型国家来看:美国、德国、英国、荷兰、中国 and 日本的能源结构性权力水平一直处于第一梯队;加拿大、阿尔及利亚、南非和摩洛哥等国家的能权水平存在一定规律的强弱交替发展;大部分国家在2008年后能源权力出现较大程度的下跌,一定程度上说明2008年全球金融危机对全球能源权力秩序的深刻影响。

4.1.2 全球能源结构性权力动荡不稳定特征将长期存在 为进一步刻画和剖析全球能源结构权力的时序统计特征和发展态势,本文引入极差、标准差、基尼系数和全局莫兰指数(图2)。其中:①极差和标准差总体的走向较为吻合,数值呈现出先下降再上升特征,在2017年处于峰值并有继续上升的趋势,期间出现数次较大的波动,反映了全球能源结构性权力体系呈现出震荡不稳定特征。②基尼系数在2001年出现快速的下探,随后持续上升的趋势。值得注意的是基尼系数持续超过了国际警戒线0.4,表明全球能源结构性权力发展极其不均衡特征。③莫兰指数呈现出先上升在下降的单峰形式,在2003年出现了较大的凸峰,有持续下降的趋势,说明能源结构性权力存在马太效应,能源权力强国会抑制和压迫别国发展,全球能源权力秩序动荡不稳定特征将可能长期存在。

4.2 全球能源结构性权力空间分布格局

4.2.1 能源出口结构性权力向中国转移,进口结构性权力锚固在西欧北美地区 2000年期间能源进口/出口两部分的结构性权力均掌握在西欧北美等国家,随着全球经济分工的不断深入,进口/出口结构性权力出现不同程度的转移,能源出口结构性权力不断往中国转移,进口结构性权力则进一步锚固在西欧和美国(图3)。2000—2017年期间美国的进/出口结构性权力分别从0.96、0.89降到了0.54、0.74;德国和英国的出口结构性权力分别从0.72、0.72下降到0.49、0.49;而中国的出口结构性权力则是从0.59成倍攀升到1.66。一方面,出口结构性权力不断向中国转移,得益于中国敏锐地抓住了全球制造业第四次转

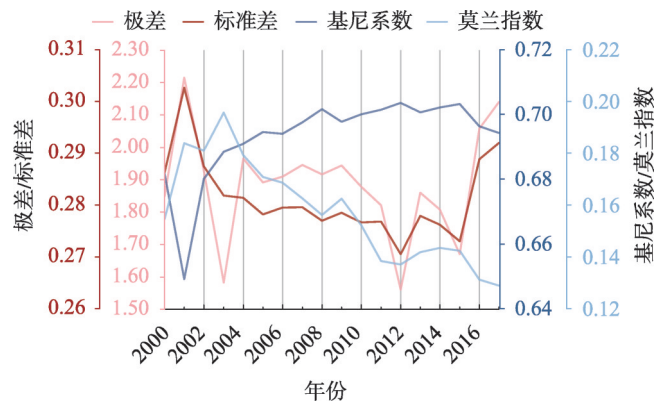


图2 全球能源结构性权力的统计特征

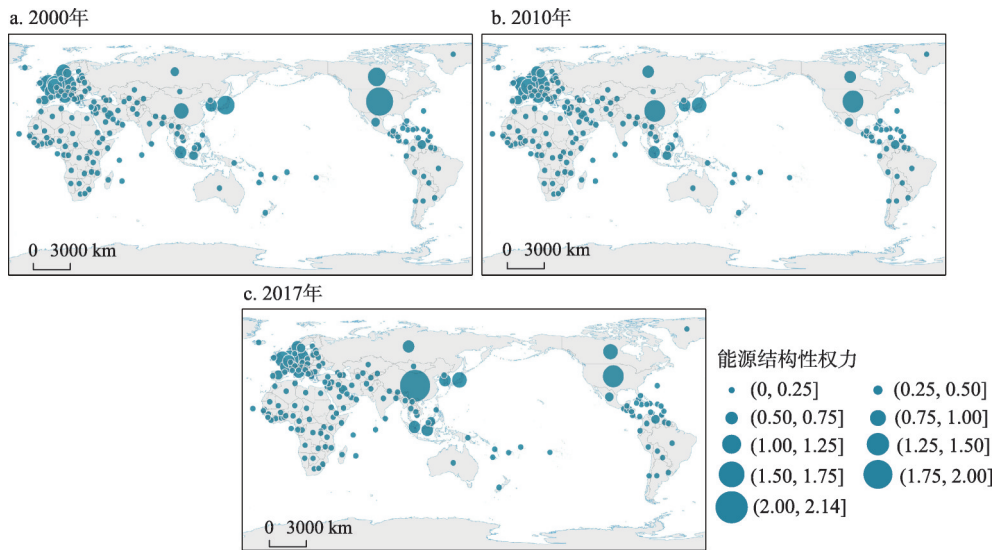
Fig. 2 Statistical characteristics of global energy structural power



注：基于自然资源部标准地图服务网站GS2016(1666)号的标准地图制作，底图边界无修改。

图3 全球能源出口/进口结构性权力空间分布格局演变

Fig. 3 Spatial distribution of global energy exporting and importing structural power



注：基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS2016(1666)号的标准地图制作，底图边界无修改。

图4 全球能源结构性权力空间分布格局演变

Fig. 4 Spatial distribution of global energy structural power

4.2.2 能源结构性权力呈现“东升西降”趋势，中美德“三足鼎立”空间格局基本锁定 2000—2017年全球能源的综合结构性权力呈现出“东升西降”的趋势，从英美为代表的西方国家能源结构性权力地位的逐步衰弱，到中国为代表的东方国家的强势崛起，最终呈现出中美德为主导的三足鼎立格局特征（图4）。具体而言：① 2000年全球能源结构性权力格局呈现出美国、德国为主导的双核心特征，东南亚地区有部分的次级核心。美国（1.85）和德国（1.78）的权力数值远领先于排名第3的英国（1.12），除了西欧、东南亚、北美地区以外其他国家的能源结构性权力普遍较低。排名前10的国家里，除了中国和日本，其余均是美国和西欧国家。② 2010年中国的能源结构性权力略微赶超美国，从上时期的第8名跃升到第2名，呈现出德国、中国和美国三足鼎立的格局。“欧洲工厂”和“北美工厂”受到2008年金融危机的深刻影响，相反以中国为代表的“亚洲工厂”以其廉价而丰裕的劳动力以及庞大的能源消费市场，成为世界能源产业链的重要枢纽^[50]。另外，期间俄罗斯、墨西哥、委内瑞拉的能源结构性权力也有一定幅度的增长。③ 2017年全球能源结构性权力继续维持着德国、中国和美国“三足鼎立”的格局。2014年美国页岩油大规模上市，但是其能源结构性权力地位并没有明显提升，2000—2017年期间前30名的国家名单内涉及欧佩克组织为代表的石油生产国也占极少数。在全球能源经济深度合作的背景下，能源的进出口贸易额以及能源的储产销情况难以全面的衡量国家的权力关系，新增价值的创造和流向映射出一种新的能源结构性权力的演化规律。

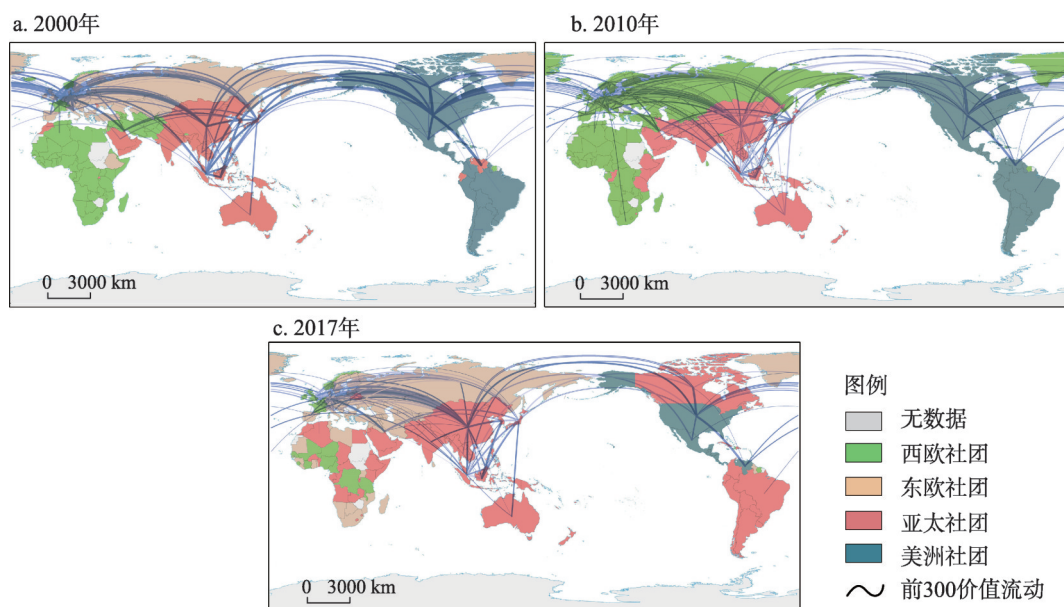
全球能源进口/出口结构性权力空间分布格局一定程度上与新结构主义所希望的“世界变得越来越平”的观点契合，全球能源产业分工以经济效益而非权力占优为驱动，促成了部分能源出口结构性权力向“亚洲工厂”转移。另一方面，进口结构性权力不断锚固在西欧北美，背后反映出国际的资本经济和科技体系仍存在普遍而深刻的不平等问题^[21]。纵使新型能源能够摆脱对化石能源资源赋存的约束，新型能源仍面临装机所需稀有材料空间分布差异、先进技术的卡脖子问题以及资本金融的垄断等现实问题。国际能源治理

体系是建立在国际政治经济秩序基础上的“无政府状态”的体系下,存在不可避免的国家能源零和博弈问题,能源大国对周边地区不断挤压和对抗,催生出大量能源权力破碎地带。

4.3 全球能源结构性权力网络组织关系

4.3.1 全球能源社团扩散和收缩并存,亚太社团和东欧社团范围逐渐扩张 由于能源行为体的能动性和国际能源合作组织及其政策协议的执行局限性,能源的合作伙伴关系一直呈现出区域化和全球化双轨并行的动态特征^[51]。中国、日本、韩国、新加坡等组成的亚太社团范围往中亚、非洲和南美洲等地区不断扩散,以德法为核心的西欧社团和俄罗斯为核心的东欧社团范围呈现出“此消彼长”特征,以美国为核心的美洲社团呈现出小范围的扩张再到大规模的收缩的规律(图5)。具体而言:① 西欧社团核心地区稳定,边缘地区出现了扩散和收缩并存的波动。2010年社团达到最大规模,涉及俄罗斯、非洲地区国家,以及中亚地区的国家。2017 西欧社团空间范围上呈现裂化和压缩,涉及西欧6国以及非洲中部和中西部的10国。② 东欧社团与西欧社团空间范围呈现出“此消彼长”的特征,2010年东欧合作社团被西欧社团所吞并,2017年又反过来吞并了部分西欧社团并达到了最大规模。③ 以中国、日本、韩国、新加坡等组成的亚太社团呈现出稳定增长和不断锚固的态势,涉及的国家从2000年41个到2017年成倍增加到80个。值得注意的是,亚太社团的头部国家从日本更替为中国,中国成为了沟通新兴经济体国家与传统欧美发达国家的桥头堡。麦肯锡中国报告中指出周边和能源资源丰富国家对中国依存度高,中国快速城镇化和工业化发展推动了能源要素和产业的流动^[2]。④ 以美国为核心的美洲能源社团范围不断分裂,原社团包括加拿大、以及南美洲(除委内瑞拉、圭亚那、苏里南以外)均被亚太社团所敛合。

4.3.2 “核心—边缘”模式存在弱化趋势,圈层间具有明显的迭代过程 2000—2017年期间全球能源结构性权力的“核心—边缘”等级层次结构存在弱化趋势,以中国以及德国、



注: 基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS2016(1666)号的标准地图制作,底图边界无修改。

图5 全球能源结构性权力合作社团及主要价值流动演变

Fig. 5 Associations of global energy structural power and its major value flows

英国、法国等西欧国家为代表的半边缘国家不断向核心圈层迈进，对美国、加拿大、委内瑞拉的核心地位进行挤压和挑战，核心圈层出现了明显的迭代重组（图6）。其中：① 核心圈层的国家出现了较大的变动，从美国、加拿大、委内瑞拉等美洲国家演变到中国、俄罗斯、美国以及德国、英国、法国、荷兰等西欧国家，能源的结构性权力从美洲地区开始向西欧、亚洲地区转移，并呈现“双核→三核→多核心”的去核心多极化趋势；② 半边缘圈层国家不断往核心圈层跃进，在2017年国家数量出现较大程度的减少。期间加拿大和委内瑞拉被挤压到半边缘国家，可能与该国的产业空心化问题有关联。③ 边缘圈层的国家间的权力也出现略微差异化趋势，其中匈牙利、丹麦、意大利和捷克等国家出现过短暂辉煌，从边缘圈层跃升到半边缘圈层然后又出现回落至边缘圈层，另外瑞士、捷克、瑞典、墨西哥等国家从半边缘圈层下降到边缘圈层。跨境分工协作带来的权力扩散作用是有限的，止步于半边缘圈层而难以到达边缘圈层这最弱势国家。④ 包括中国、日本、韩国、新加坡、马来西亚为代表的东南亚新兴经济体在全球的能源结构性权力的“核心—边缘”体系中占据重要位置，中国跃升至核心圈层。

4.3.3 欧亚大陆是全球能源价值流动主要阵地,德国和美国占据链主地位 2000—2017年期间全球能源价值的最大优势流逐步形成以德国、美国和新加坡为核心的3个主体网络和多个从属网络，此外德国、美国占据全球能源价值流动的链主地位（图7）。德国和美

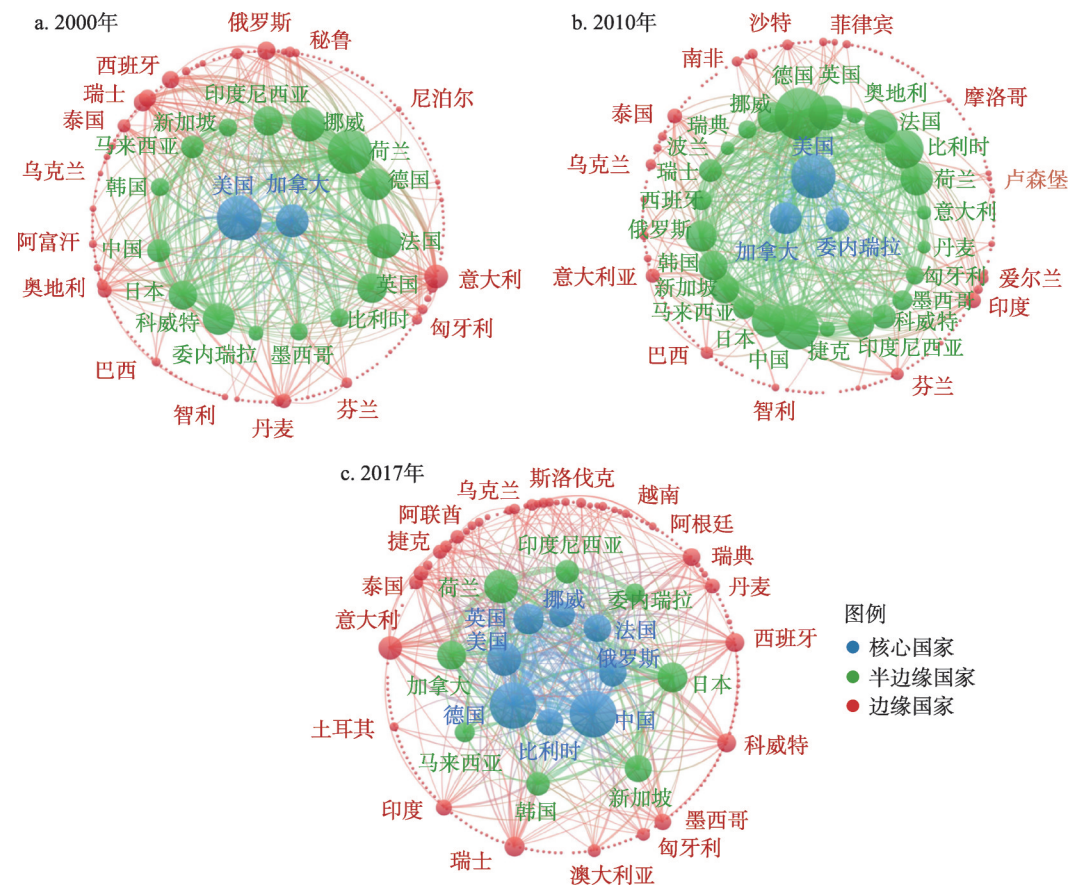


图6 全球能源结构性权力等级层次结构演变

Fig. 6 Hierarchical structure of global energy structural power

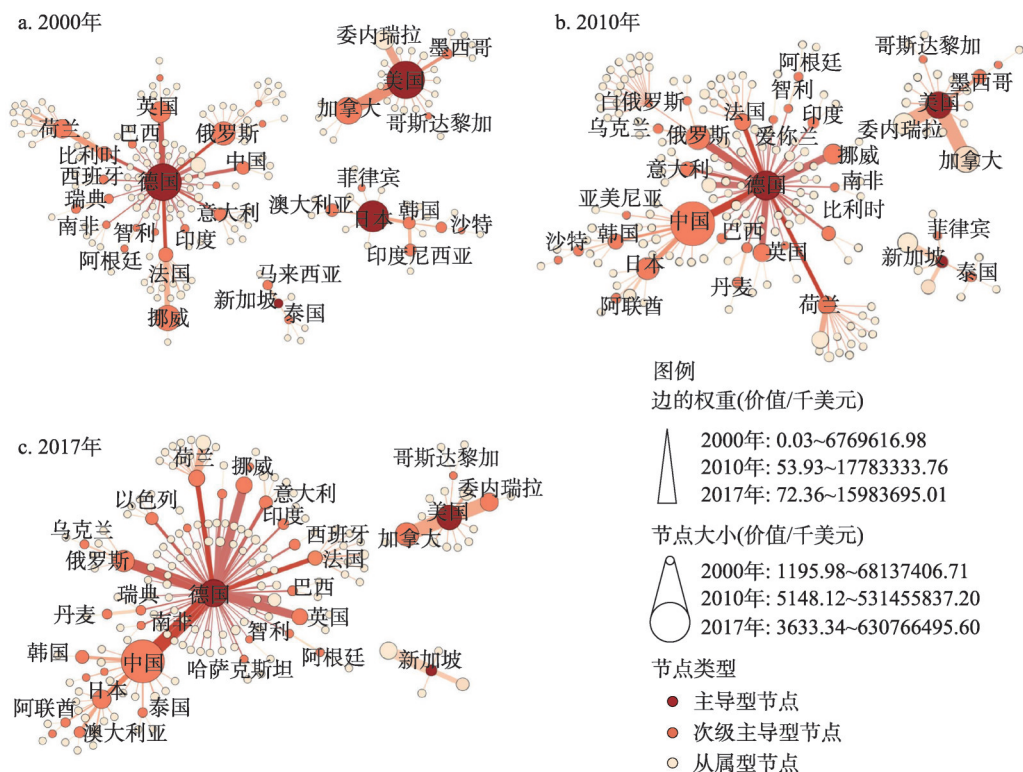


图7 全球能源核心价值链条演变

Fig. 7 Evolution of the global energy core value chain

国分别在欧亚大陆、美洲地区保持着绝对控制力,中国这一区域性的次级主导节点影响力也在逐渐增长。其中:①德国在欧亚大陆的主导作用十分明显,并且在价值分配网络中的主导作用在持续增强,其价值流动伙伴从2000年的46位迅速扩展到2017年的73位,涉及价值也从最初的149.67亿美元增加到853.76亿美元;②从其他主体网络来看,美国为核心的主体网络没有出现明显的变动,并且美国在美洲的保持着绝对影响力和控制力;日韩、新加坡为核心的主体价值网络略显缩减的态势,日韩为核心的主体网络在2010年被中国节点吸纳成为从属节点;③中国、俄罗斯、英国、法国等欧亚大陆国家,南非、印度非洲国家,以及巴西、阿根廷等南美洲国家均是德国主体网络中的次级主导型国家;中国这一区域性的次级主导节点逐渐崛起,2010年中国吸纳了日韩主导的主体网络,其价值流动伙伴规模迅速增多;除中国外,各国最大价值流动伙伴均有所减少,主导的等级层次性也有所降低。

4.3.4 全球能源产业环节价值分配差距明显,少数能源大国锁定着能源产业链两端价值

能源大国凭借经济、科技、军事的实力占据着产业链利润率较高的两段,前20国家攫取着全球能源约80%的新增价值(图8)。全球能源产业环节的价值流动呈现出高一低一高的“微笑曲线”分布形态,即能源的勘探开采、加工冶炼等高技术环节,以及能源销售等低技术环节的收益较高,能源的储存运输服务中间环节收益较低。其中:①随着经济全球化推进,能源产业环节的“微笑曲线”也略显陡峭,前20国家存储运输环节的价值不断收缩并流向了加工销售环节,从2000年的19.17%占比减少的2017年18.24%,而加工销售环节价值占比也从2000年增加至2017年的34.90%。②各国对于能源产业链各环

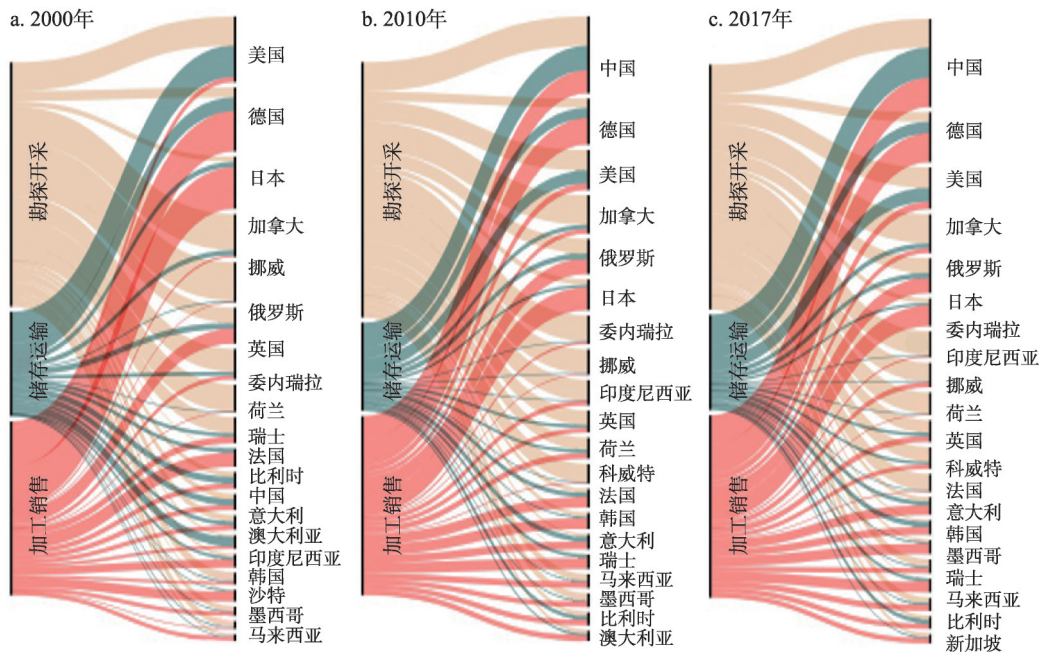


图8 全球能源产业环节价值分配演变

Fig. 8 Evolution of value distribution in the global energy industry

节价值的获取情况具有差异性：譬如美国、英国、加拿大、荷兰和挪威等国家在勘探开采环节优势明显，德国、日本、韩国和瑞士等国家在加工销售环节优势明显，俄罗斯主要把控着勘探开采和加工销售两个环节，中国在能源产业链各环节均衡发展。③ 西欧北美等发达国家按照资本逻辑主导着全球能源分工，借助高端环节回流、中低端环节外迁的模式长期主导着全球能源价值分配。其强大的技术优势和资本优势，也反映出发达国家制造能力不足和国内就业岗位缺少的问题。④ 伴随新兴经济体的崛起，以中国为代表的新兴国家以低端嵌入的方式参与和融入全球能源产业链，通过高污染的化工炼化和矿石开采为西方发达国家提供能源中间产品，逐渐成为全球能源产业链分工中平等参与者。当然，更多的能源小国遭受发达国家构筑的“精英俱乐部”阵营俘获，处于跟随和从属的不平等地位，往往陷入了能源关键技术结构性困局。

能源的新兴消费市场和全球分工合作，加强了国家间的联系和能源要素的流动，中国为代表的新兴国家在全球能源产业分工和贸易中的规模与链接能力逐渐增强，推动着全球与区域性链主地位和枢纽角色的转换，能源结构性权力和结构性优势的再分配正悄然发生。从研究结果来看，中国等新兴国家的崛起是以美国的相对损失为代价的。以2008年全球金融危机为分界点，全球能源的合作社团、等级圈层结构和核心链条均出现了较大的变动。美国、加拿大和委内瑞拉的圈层地位有所下降主要与在全球离岸生产与外包策略有关，印证了美国近期推行的产业回流地缘经济战略。而且美国近年频繁借助美元—石油金融体系及其在能源结构性权力核心位势，通过“去全球化”和“脱钩”来切断能源关键技术和关键产业环节的网络联系，对别国进行地缘经济战略的制裁。同时破坏了原本高效运作的全球能源合作网络结构，甚至带来了能源经济全球化的停滞和后退。

5 全球能源结构性权力关键驱动因素演变

5.1 驱动因素的识别与筛选

国际关系学和地缘政治学等学科对于能源权力状态的动因大多基于资源、经济、技术和政治的宏观定性分析，也就难以凝练出针对性强的指导意见^[20-21, 32]。相较而言，地理学和经济学等通过能源地缘格局演化的定量分析发现能源禀赋、能源贸易、市场资本、能源技术和地缘环境等多维度地缘因素呈现出不同的驱动效能^[14, 46, 52-61]。据既有文献最终选择了以下驱动因素（表3）。

表3 能源结构性权力驱动因素
Tab. 3 Key drivers of energy structural power

一级变量	二级变量(简称)	指标释义
能源禀赋	能源生产(<i>PRO</i>)	传统能源生产量以及新能源发电量之和
	能源出口(<i>EXP</i>)	传统能源以及新型能源装机所需稀有材料的出口额之和
能源贸易	能源进口(<i>IMP</i>)	传统能源以及新型能源装机所需稀有材料的进口额之和
	对外投资(<i>OFDI</i>)	对外投资的净额
市场资本	外国投资(<i>FDI</i>)	外国投资者的净流入总额
	企业并购(<i>ESA</i>)	能源企业跨境并购交易总额
	企业规模(<i>EES</i>)	能源企业资产总额
能源技术	专利规模(<i>PCT</i>)	国际能源技术专利总数
	利用效率(<i>NUE</i>)	单位GDP能耗
地缘环境	国家稳定(<i>NS</i>)	采用政治稳定和无暴力指数衡量国家稳定性
	地缘关系(<i>GPR</i>)	构建地缘亲密度来衡量国家间的地缘关系

（1）能源禀赋维度是指国家对能源原料的归属和处置，是能源结构性权力最直接的影响因素^[52]。能源是国家政治和经济实力的硬通货，同时资源稀缺性以及产储销空间错位性，导致能源在全球地缘政治斗争中具有特殊战略地位^[53]。为了规避个别欧佩克国家为了扩大能源生产量谎报能源储量的异常情况^[3]，本文采用传统能源生产量以及新能源发电量之和来衡量国家的能源禀赋。

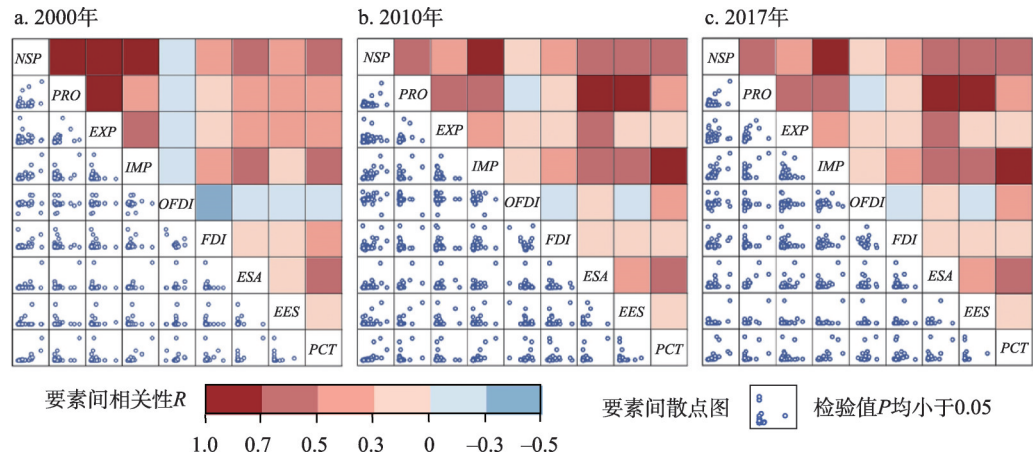
（2）能源贸易活动可以呈现出能源生产国与消费国之间的经济联系和相互依赖关系^[54]，能源贸易流动可以引发能源地缘政治格局和权力地位的改变^[55]。利用传统能源以及新型能源装机所需稀有材料的进口/出口额之和来表征。

（3）市场资本维度是指国家进行跨境资本投资、兼并收购与持股等活动，能源企业也作为国家意志的代理人主动参与能源活动进行权力博弈^[56]。能源企业是能源市场最重要的参与者，以其强大的资源、资本和技术始终推动着世界能源格局演变，协调着产油国和消费国的关系^[57]。本文利用对外投资、外国投资、能源企业并购和企业规模来表征。其中对外投资和外国投资分别指本国对外直接投资额和外国对本国投资额，企业并购和企业规模分别是指国家所有企业并购交易总额和资产总额。

（4）能源技术维度是指提高能源效率、降低开发成本和推动能源转型的颠覆性技术，可以极大扩展能源本体及其规模。从近年能源代际转换中，新能源装机所需的稀有材料、技术控制及其空间扩散模式等一系列的技术变革冲击了传统油气能源的地缘权力格局^[58]。围绕中东地区的油气争夺可能会减少，转而围绕能源科技展开新一轮的“制裁”^[59]。能源技术包括能源的专利规模和利用效率两个二级因素。其中能源利用效率为单位GDP消耗能源总量。

(5) 国家地缘环境是指影响国家生存和发展的地缘关系, 以及国家的地缘结构、功能和内外部环境的统称^[24]。地缘环境是应对国际能源经济合作的一种动力机制, 其好坏直接影响国家参与全球能源网络结构的适应能力, 包括国家治理能力和地缘关系两个二级因素。其中国家稳定是采用全球治理报告中的政治稳定和无暴力指数来衡量, 政治稳定和无暴力指数可以捕捉政府被违宪或暴力手段破坏稳定或推翻的可能性^[60]。地缘关系是根据联合国投票结果(赞成、反对和弃权票的数目)和地缘亲 and 度指数来计算^[61]。

通过 Spearman 相关分析方法筛选出与能源结构性权力(NSP)显著相关的影响因素(图9)。11项潜在驱动影响因素的相关性系数在不同时期有一定波动, 总体上来看能源生产、能源进/出口, 外国投资、企业并购、企业规模和专利规模7项因素均显著正相关, 对外投资、能源利用效率、国家治理能力和地缘关系没有呈现出明显相关性, 下一步将这7项驱动因素作为潜在条件进行能源结构性权力关键驱动因素的识别。其中:
① 2000年的强相关因素($0.7 < R < 1.0$)涉及能源生产、能源出口和能源进口, 2010年和2017年强相关因素仅有能源出口。
② 对外投资、外国投资、企业并购数据间接反映出国家能源发展动力和意图, 其中对外投资呈现出逐步增强的弱相关性, 外国投资、企业并购和企业规模表现出显著正相关性。
③ 代表地缘环境的国家稳定和地缘关系2项指标与能源结构性权力的相关系数 R 接近0, 表明没有受到地缘环境影响。



注: 利用效率、国家稳定和地缘关系3个驱动因素相关性不高, 图中未展示。

图9 能源结构性权力与驱动因素相关性

Fig. 9 Correlation between energy structural power and its driving factors

5.2 全球能源结构性权力驱动路径及关键驱动因素演变

全球能源结构性权力的驱动路径发生了明显演化升级, 能源禀赋和能源贸易是早期(2010年)高水平能源结构性权力的关键驱动因素, 随后市场资本的核心影响力逐步凸显(表4)。能源经济全球化能源结构性权力不断往外扩散, 能源权力呈现出由卖方向买方所转移的趋势^[23]。典型的是欧佩克产油国的能源权力一直被域外大国所牵制和剥离, 西欧北美等能源大国通过能源结算体系、先进技术以及地缘经济战略等手段对能源生产国的活动和意图进行控制。

2000年期间高水平能源结构性权力的驱动路径有6条, 涉及的关键驱动因素包括能源进口/出口和能源生产。路径R1以能源出口和能源进口为关键性驱动条件, 外国投资和企业并购作为非必要因素分别起到正向驱动和负向牵制的作用。该路径涵盖的18个国

表4 国家高水平能源结构性权力驱动路径

Tab. 4 Pathways of high-level national energy structural power

年份	驱动路径	覆盖度	一致性	国家
2000	R1: 能源出口*能源进口*~企业并购*外国投资	0.491	0.930	日本、韩国、菲律宾、马来西亚、澳大利亚、墨西哥、加拿大、法国、捷克、奥地利、比利时、丹麦、芬兰、瑞士、西班牙、挪威、巴西、阿根廷
	R2: 能源出口*能源进口*能源生产*~外国投资	0.334	0.999	中国、马来西亚、澳大利亚、美国、加拿大、委内瑞拉、阿根廷、巴西、德国、英国、荷兰、伊朗、挪威、土耳其、捷克、波兰、南非、尼日利亚、印度
	R3: 能源出口*能源进口*能源生产*~专利规模*外国投资	0.294	1.000	中国、日本、韩国、美国、德国、芬兰、挪威、奥地利、法国、荷兰、意大利、瑞士、瑞典、加拿大、比利时、丹麦、西班牙、澳大利亚
	R4: 能源出口*能源进口*能源生产*~企业规模*~专利规模	0.216	0.998	阿联酋、伊朗、土耳其、哈萨克斯坦、委内瑞拉、波兰、捷克、乌克兰、尼日利亚、马来西亚、印度尼西亚、越南
	R5: 能源生产*能源出口*~企业规模*~专利规模*外国投资	0.276	0.930	土库曼斯坦、哈萨克斯坦、叙利亚、伊拉克、伊朗、阿曼、卡塔尔、利比亚、埃及、阿尔及利亚、委内瑞拉、哥伦比亚、土耳其、波兰、捷克、墨西哥
	R6: 能源出口*能源进口*~能源生产*~企业规模*~企业并购*~专利规模	0.128	1.000	比利时、爱尔兰、丹麦、芬兰、日本、韩国、新西兰
2010	R1: 能源出口*能源进口*~企业规模*~企业并购*~专利规模	0.321	0.906	爱沙尼亚、白俄罗斯、立陶宛、乌克兰、保加利亚、希腊、斯洛伐克、安哥拉、捷克、阿联酋、叙利亚、伊朗、突尼斯、尼日利亚、科特迪瓦、哥伦比亚、厄瓜多尔、秘鲁、巴哈马
	R2: ~能源生产*~能源出口*~能源进口*~企业并购*~专利规模	0.207	0.999	日本、韩国、以色列、法国、意大利、丹麦、匈牙利、西班牙、奥地利、瑞士、爱尔兰、瑞典、芬兰、比利时
	R3: 能源生产*能源出口*~能源进口*~外国投资*~企业并购	0.265	0.978	美国、加拿大、墨西哥、哥伦比亚、巴西、阿根廷、阿联酋、伊朗、巴基斯坦、利比亚、英国、挪威、捷克、土耳其、澳大利亚
	R4: ~能源生产*~能源进口*~外国投资*~企业规模*~企业并购*~专利规模	0.211	0.828	白俄罗斯、斯洛文尼亚、立陶宛、保加利亚、爱沙尼亚、秘鲁、乌拉圭、巴拿马、多米尼加、孟加拉国、坦桑尼亚、黎巴嫩
	R5: 能源生产*能源出口*~能源进口*~外国投资*~企业规模*~专利规模	0.158	0.999	中国、马来西亚、印度、美国、加拿大、巴西、澳大利亚、挪威、荷兰、土耳其
2017	R1: 能源生产*能源出口*~企业规模*~企业并购*~专利规模	0.238	0.878	委内瑞拉、埃及、利比亚、保加利亚、伊朗、阿联酋、蒙古、乌兹别克斯坦、安哥拉、土库曼斯坦、厄瓜多尔、阿曼
	R2: 能源出口*能源进口*~企业规模*~企业并购*~专利规模	0.297	0.896	立陶宛、保加利亚、爱沙尼亚、白俄罗斯、斯洛伐克、厄瓜多尔、委内瑞拉、巴拿马、秘鲁、埃及、利比亚、阿联酋、阿曼、巴林
	R3: 能源生产*能源出口*~能源进口*~企业规模*~专利规模	0.204	0.978	埃及、委内瑞拉、乌克兰、利比亚、阿联酋、越南、伊拉克、保加利亚、阿曼、厄瓜多尔、阿尔及利亚、捷克
	R4: 能源生产*能源出口*~能源进口*~企业规模*~企业并购	0.219	0.979	南非、委内瑞拉、利比亚、英国、波兰、越南、保加利亚、埃及、阿曼、厄瓜多尔、阿联酋
	R5: 能源生产*能源出口*~能源进口*~外国投资*~企业并购	0.290	0.974	阿联酋、加拿大、埃及、阿根廷、委内瑞拉、墨西哥、澳大利亚、哥伦比亚、哈萨克斯坦、希腊、巴西、英国、挪威、保加利亚、印度
	R6: 能源出口*~能源进口*~外国投资*~企业并购*~专利规模	0.241	1.000	法国、澳大利亚、瑞士、芬兰、韩国、西班牙、挪威、奥地利、丹麦、日本、印度、巴西、以色列、加拿大
	R7: 能源生产*~能源出口*~能源进口*~企业规模*~企业并购*~专利规模	0.123	1.000	中国、沙特、俄罗斯、荷兰、美国

注: R代表国家高水平能源结构性权力的不同驱动路径; *代表逻辑“和”; ~代表逻辑“非”; 字体加粗为关键因素, 字体未加粗为一般性因素。

家主要包括亚太、北美和西欧地区。路径R2和路径R3有较大的相似之处,均是以能源出口和能源进口为核心正向驱动,路径R3仅比路径R2多了专利规模这项一般因素。路径R4和路径R6在能源出口和能源进口为关键驱动因素的基础上,介入了一般性负向因素。路径R5是2000年驱动路径中唯一以能源生产为关键驱动因素的路径,受益于能源出口和外国投资这一般性因素,该路径的国家主要是传统化石能源生产大国,位于中亚地区、中东地区等能源心脏地带。

2010年期间高水平能源结构性权力的驱动路径有5条,关键驱动因素在能源生产、能源进出口基础上向外国投资延伸,外国投资的影响力显现。路径R1和路径R2均是受能源进/出口2项关键驱动因素正向驱动,路径R1的国家受制于企业规模实力、企业并购和专利规模这3项一般因素,国家主要为东欧整体实力较弱的国家,以及中亚、非洲、中美洲地区国家等。路径R2受制于一般性因素能源生产、企业并购和专利规模,国家包括日韩以及实力较强的东欧地区国家。路径R3、R4、R5中外国投资的核心影响力凸显,路径R5是2010年期间唯一因素均为正向驱动的路径,能源生产、能源进出口和外国投资为关键驱动因素,企业规模和专利规模为一般因素,涉及国家的能源权力较高,如中国、美国、挪威和荷兰等。

2017年期间能源结构性权力的驱动路径增加到7条,关键驱动因素进一步向企业并购延伸,并且能源生产关键驱动因素出现的次数有所增加,说明企业并购和能源生产在该时期尤其重要。路径R2仅有能源进/出口两项正向驱动的关键驱动因素,存在负向牵制的关键驱动因素企业并购以及企业规模和专利规模一般性因素,这些国家大多数都是处于世界上动荡不安的破碎地带,其能源技术、市场资本乃至领土都被西方强国所掠夺和控制。路径R7是该期间唯一因素均为正向驱动的路径,能源生产、能源进/出口为关键驱动因素,企业规模和专利规模为一般因素,涉及中国、美国、俄罗斯、荷兰等处于核心和半边缘圈层的能源权力大国。

6 结论与政策启示

6.1 结论

准确把握全球能源权力格局走向,对深刻认识和有效应对百年变局的大考验具有重要意义。本文借助结构性权力理论揭示了全球能源结构性权力的时空格局、网络组织关系、价值分配及驱动因素。研究表明:

(1) 时序统计特征:2001—2017年间,全球能源结构性权力呈现出两极分化严重、动荡不稳定的统计特征。1/10的国家拥有全球3/4的能源结构性权力,大部分能权小国被继续阻挡和锁定在外围梯队。

(2) 空间分布格局:全球能源结构性权力显现出中国的强势崛起、德国的稳固领先以及美英的持续衰落的态势,最终空间分布呈现出中美德为主导的“三足鼎立”局面。能源出口结构性权力不断向中国转移,进口结构性权力则进一步锚固在西欧北美,这种锚固现象相较而言更占据优势,所以全球能源权力秩序与新结构主义期望的“世界变得越来越平”仍有一定差距。

(3) 网络组织关系:全球能源结构性权力的合作社团扩散和收缩并存,亚太和东欧社团范围逐渐扩张,西欧和美国社团范围有所缩减。全球能源结构性权力的“核心—边缘”等级结构存在“双核→三核→多核”的弱化趋势,同时等级圈层间存在明显的迭代过程,东欧多国和中国逐渐挤进核心圈层。跨境合作带来的权力扩散作用是有限的,止

步于半边缘圈层而难以到达边缘圈层国家，背后反映出国际的资本经济和科技体系仍存在普遍而深刻的不平等问题。

(4) 产业价值分配：能源权力大国按照资本逻辑主导着全球能源产业分工和价值分配，处于跟随和从属的能源小国往往容易陷入结构性困局。从能源价值的最大优势流来看，呈现出德国、美国等发达国家主导支配，发展中国家低端锁定的特征。从能源产业链环节的来看，能源勘探开采和加工销售环节价值较高，运输储存环节价值较低，印证了能源产业链“微笑曲线”现象。

(5) 关键驱动因素：运用 fs/QCA 方法探识别出 3 个时期共 18 条高水平能源结构性权力的驱动路径。国家高水平能源结构性权力是多种影响因素相互依赖、共同影响所产生的多重并发因果关系。能源禀赋和能源贸易是早期（2010 年）高水平能源结构性权力的关键驱动因素，随后市场资本的核心影响力逐步凸显。

6.2 政策启示

世界百年未有之大变局正在加上演进，突如其来的新型冠状病毒感染疫情和俄乌冲突的愈演愈烈，让我们更加担忧经济全球化进程的潜在脆弱性。我们要立足国际能源结构性权力秩序的大变局来把握地缘经济规律，立足防范能源风险与维护结构韧性的大前提来统筹。结合全球能源结构性权力变迁以及驱动路径转型，有以下政策启示：

中国正追赶西方传统能源大国，逐步成为新兴的能源权力强国。但是中国的能源出口结构性权力明显高于进口结构性权力，两者差距较大，深层次地反映出中国能源对外依存度高受制于能源供应，以及能源“亚洲溢价”能源定价话语权缺失的问题^[62]。一方面，中国需要防范全球地缘政治回潮的潜在威胁，建立更大范围的多元供应链和产业链来提升国家的结构韧性。2023 年“一带一路”倡议发出 10 周年，中国通过能源的双边多边合作，构建多元韧性的能源海陆通道，打破美国在亚太地区的围堵^[63]。另一方面，依托人民币国际化的机遇，持续扩大人民币结算的伙伴国家，提升中国的能源定价话语权。2022 年上海石油天然气交易中心的天然气全年交易量达到 928.58 亿 m³，中国可以接触建立区域性油气定价中心和基准价格。

中国虽然在全球能源结构性权力中占据核心地位，但是以中国为代表的“亚洲工厂”很大程度上还依赖于劳动密集型、过程导向型的能源制造业，整体水平处于能源产业链中低端位置^[50]。近年美国不断向中国发起地缘经济的战略制裁，挤压中国在高端制造业的战略发展空间，企图将中国锁定在产业链的底端位置^[64]。中美贸易战导致的关税上升和技术壁垒，以及中国单位劳动力成本增加，中国制造业面临着严峻。根据驱动路径和关键性驱动因素的结果显示，中国可以依托继续依托市场和资本维度的优势，继续培养能源引擎企业成为国家代言人，积极参与到全球能源产业布局中，并依托现有的中亚、非洲、南美、中东和亚太五大油气合作区进一步夯实和加深合作内容^[56]。

美国推行的气候政策巧妙地将能源政策绑定在一起，通过气候政策来限制其他国家的碳排放权力，一定程度上打通了美国干涉别国能源产业的内政壁垒^[65]。从美国 2017 年退出《巴黎协定》，到 2021 年道歉并再次加入巴黎气候协议，再到 2022 年俄乌冲突人为强制性切断了西欧国家与俄罗斯冷战后建立的能源通道，站在美国的地缘经济战略视阈便可以理解这扑朔迷离的事件。新型能源是中国与全球能源互动的优势领域，弥补了传统油气能源贸易中的短板，成为实现双碳战略目标提供了抓手。美国渲染中国在新能源领域的优势将会对西方大国构成挑战，以维持自身领先地位。在全球能源转型和气候变暖的双轮驱动下，中国完备的制造业体系、便宜而优质的新型能源产品以及国家强大经济实力和军事实力的保障，有望参与和重塑世界新型能源格局。

参考文献(References)

- [1] Yang Yu, Xia Siyou, Qian Xiaoying. Geopolitics of the energy transition. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(8): 2050-2066. [杨宇, 夏四友, 钱肖颖. 能源转型的地缘政治研究. *地理学报*, 2022, 77(8): 2050-2066.]
- [2] Mckinsey Global Institute. *Globalization in Transition: The Future of Trade and Value Chains*. New York: Mckinsey & Company, 2019.
- [3] Cui Shoujun. *The Great Energy Conflict: Power Transition under Energy Disorder*. Beijing: Petroleum Industry Press, 2013. [崔守军. 能源大冲突: 能源失序下的大国权力变迁. 北京: 石油工业出版社, 2013.]
- [4] Du Debin, Yi Xinlei, Ma Yahua, et al. The Heartland Theory and the Russia-Ukraine conflict. *World Regional Studies*, 2022, 31(4): 673-686. [杜德斌, 易鑫磊, 马亚华, 等. “心脏地带”理论与俄乌冲突. *世界地理研究*, 2022, 31(4): 673-686.]
- [5] Zheng Bijian. Profound global changes, big tests, great cooperation and the role of geography: Keynote speech on the first World Geographic Conference. *World Regional Studies*, 2023, 32(1): 1-4. [郑必坚. 全球大变局、大考验、大合作与地理学大作为: 在首届世界地理大会上的主旨演讲. *世界地理研究*, 2023, 32(1): 1-4.]
- [6] Du Debin, Duan Dezhong, Liu Chengliang, et al. Progress of geopolitics of Chinese geography since 1990. *Geographical Research*, 2015, 34(2): 199-212. [杜德斌, 段德忠, 刘承良, 等. 1990年以来中国地理学之地缘政治学研究进展. *地理研究*, 2015, 34(2): 199-212.]
- [7] Xu Qinhu. China's global energy strategy: From energy strength to energy power. *Frontiers*, 2017(5): 62-68. [许勤华. 中国全球能源战略: 从能源实力到能源权力. *人民论坛·学术前沿*, 2017(5): 62-68.]
- [8] Yang Yu. On geo-power of energy. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(11): 2572-2584. [杨宇. 论地缘能权. *自然资源学报*, 2020, 35(11): 2572-2584.]
- [9] Yang Yu. Energy globalization of China: Interaction logic and spatial transition. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(2): 295-314. [杨宇. 中国与全球能源网络的互动逻辑与格局转变. *地理学报*, 2022, 77(2): 295-314.]
- [10] Xia Qifan, Du Debin, Duan Dezhong, et al. Evolution and influencing factors of China's foreign trade in rare earth metals. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(4): 976-995. [夏启繁, 杜德斌, 段德忠, 等. 中国稀土对外贸易格局演化及影响因素. *地理学报*, 2022, 77(4): 976-995.]
- [11] Keohane R, Nye J. *Power and Interdependence: World Politics in Transition*. Boston: Little Brown Company, 1997.
- [12] Yao Y Y, Zhang G J, Xu Z H, et al. Spatio-temporal evolution of China's economic power based on Asymmetric Theory. *Chinese Geographical Science*, 2020, 30(5): 765-775.
- [13] Liu Chengliang, Wang Jie, Du Debin. Spatical dynamics of the territories and balance areas of energy power between the US and China. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(11): 2596-2612. [刘承良, 王杰, 杜德斌. 中美能源权力的空间领域与均势区演化. *自然资源学报*, 2020, 35(11): 2596-2612.]
- [14] Ma Yuan, Xu Lili. Network structure and influence factors of gas trade about the countries along "the Belt and Road". *World Economy Studies*, 2017(3): 109-122, 136. [马远, 徐俐俐. “一带一路”沿线国家天然气贸易网络结构及影响因素. *世界经济研究*, 2017(3): 109-122, 136.]
- [15] Jang Y, Yang J S. The dynamics of the EU's nuclear trade network: An ERGM analysis. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2022, 63: 470-477.
- [16] Yuan Lihua, Chen Xiaoqiang, Song Changqing, et al. Spatio-temporal patterns of geo-economics of the countries in the Indian Ocean Region. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(4): 955-972. [袁丽华, 陈小强, 宋长青, 等. 环印度洋区域国家地缘经济格局分析. *地理学报*, 2021, 76(4): 955-972.]
- [17] Fu Jingyun, Zhang Zhongyuan. Russia's structural power in the world's energy system and China- Russia energy cooperation. *Russian, East European & Central Asian Studies*, 2016(2): 50-62, 156. [富景筠, 张中元. 世界能源体系中俄罗斯的结构权力与中俄能源合作. *俄罗斯东欧中亚研究*, 2016(2): 50-62, 156.]
- [18] Strange S. *States and Markets*. London: Bloomsbury Publishing, 2015.
- [19] Strange S. *The Retreat of the State: The Diffusion of Power in the World Economy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- [20] Yu Nanping. The shaping and influence of the global value chain on international power. *Social Sciences in China*, 2022 (12): 120-137, 202. [余南平. 全球价值链对国际权力的形塑及影响. *中国社会科学*, 2022(12): 120-137, 202.]
- [21] Wincoff W K. "The persistent myth of lost hegemony" revisited: Structural power as a complex network phenomenon. *European Journal of International Relations*, 2020, 26(Suppl.1): 209-252.
- [22] Pang Xun, He Qingqian. Structural power and the evolution of the international system global value chains. *Social Sciences in China*, 2021(9): 26-46, 204-205. [庞珣, 何晴倩. 全球价值链中的结构性权力与国际格局演变. *中国社会科学*, 2021(9): 26-46, 204-205.]

- [23] Zhang Miao, Yang Rui. Power and interaction of value-added: An examination of Malaysia's participation in global value chain. *Southeast Asian Affairs*, 2022(1): 70-88. [张淼, 杨瑞. 增加值权力与互动: RCEP框架下马来西亚参与全球价值链的现状与趋势. *南洋问题研究*, 2022(1): 70-88.]
- [24] Hu Zhiding, Lu Dadao. Geo-structure: Theoretical basis, concept and analytical framework. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(7): 1045-1054. [胡志丁, 陆大道. 地缘结构: 理论基础、概念及其分析框架. *地理科学*, 2019, 39(7): 1045-1054.]
- [25] He Ze, Yang Yu, Liu Yi, et al. Characteristics of evolution of global energy trading network and relationships between major countries. *Progress in Geography*, 2019, 38(10): 1621-1632. [何则, 杨宇, 刘毅, 等. 世界能源贸易网络的演化特征与能源竞合关系. *地理科学进展*, 2019, 38(10): 1621-1632.]
- [26] Xia Qifan, Du Debin. Evolution of energy trade structure in the 21st Century Maritime Silk Road and its trade relations with China. *Geographical Research*, 2022, 41(7): 1797-1813. [夏启繁, 杜德斌. 21世纪海上丝绸之路能源贸易结构及与中国的贸易关系演变. *地理研究*, 2022, 41(7): 1797-1813.]
- [27] Zhong W Q, An H Z, Shen L, et al. Global pattern of the international fossil fuel trade: The evolution of communities. *Energy*, 2017, 123: 260-270.
- [28] Gao C X, Sun M, Shen B. Features and evolution of international fossil energy trade relationships: A weighted multilayer network analysis. *Applied Energy*, 2015, 156: 542-554.
- [29] Xia Siyou, Hao Lisha, Tang Wenmin, et al. The evolution of competition and cooperation in world crude oil flows from the perspective of complex networks and its enlightenment to China's oil cooperation. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(11): 2655-2673. [夏四友, 郝丽莎, 唐文敏, 等. 复杂网络视角下世界石油流动的竞合态势演变及对中国石油合作的启示. *自然资源学报*, 2020, 35(11): 2655-2673.]
- [30] Du R J, Dong G G, Tian L X, et al. A complex network perspective on features and evolution of world crude oil trade. *Energy Procedia*, 2016, 104: 221-226.
- [31] Yang Yu, He Ze. Energy geopolitics and power. *Progress in Geography*, 2021, 40(3): 524-540. [杨宇, 何则. 能源地缘政治与能源权力研究. *地理科学进展*, 2021, 40(3): 524-540.]
- [32] Morgenthau H J. *Politics among Nations: Struggle for Power and Peace*. Beijing: Peking University Press, 2006. [汉斯·摩根索. *国家间政治: 权力斗争与和平*. 北京: 北京大学出版社, 2006.]
- [33] The Central Committee of the Communist Party of China Marx Engels Lenin Stalin Works Compilation Bureau. Volume I. Beijing: People's Publishing House, 2012. [中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局. *马克思恩格斯选集*. 第一卷. 北京: 人民出版社, 2012.]
- [34] Yu Xiaofeng. Global transformation and the temporal- spatial complexity of international relations. *Journal of International Relations*, 2020(4): 44-54, 154. [余潇枫. 全球转型与国际关系学科的“前后左右”. *国际关系研究*, 2020(4): 44-54, 154.]
- [35] Mahutga M C. Global models of networked organization, the positional power of nations and economic development. *Review of International Political Economy*, 2014, 21(1): 157-194.
- [36] Lan Xue, Liu Chengliang, Luo Rongjing, et al. Spatiotemporal variations and types of the economic power zones of China and the United States. *Progress in Geography*, 2021, 40(5): 825-838. [蓝雪, 刘承良, 罗荣婧, 等. 中美博弈下的经济权力空间动态性与异质性. *地理科学进展*, 2021, 40(5): 825-838.]
- [37] Cohen S B. *Geopolitics: The Geography of International Relations*. Lanham: Rowman & Littlefield, 2014.
- [38] Dallas M P, Ponte S, Sturgeon T J. Power in global value chains. *Review of International Political Economy*, 2019, 26(4): 666-694.
- [39] Yang Y, Poon J P H, Liu Y, et al. Small and flat worlds: A complex network analysis of international trade in crude oil. *Energy*, 2015, 93: 534-543.
- [40] Blondel V D, Guillaume J L, Lambiotte R, et al. Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008(10): P10008. DOI: 10.1088/1742-5468/2008/10/P10008.
- [41] Wallerstein I M. *Modern World System*. Beijing: Social Science Literature Press, 2013. [伊曼纽尔·莫里斯·沃勒斯坦. *现代世界体系*. 北京: 社科文献出版社, 2013.]
- [42] Gui Q C, Liu C L, Du D B. Globalization of science and international scientific collaboration: A network perspective. *Geoforum*, 2019, 105: 1-12.
- [43] Xia Q F, Du D B, Cao W P, et al. Who is the core? Reveal the heterogeneity of global rare earth trade structure from the perspective of industrial chain. *Resources Policy*, 2023, 82: 103532. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103532.
- [44] Wang Yaoqing, Dun Fenghua, Sun Zesheng. Estimating oil/natural gas trade competitiveness and cooperation status of main OBOR countries: Perspective of industry chains. *Pacific Journal*, 2017, 25(5): 68-83. [王耀青, 闾凤华, 孙泽生.]

- “一带一路”油气贸易竞争力测度与合作位势评估: 一个全产业链视角. 太平洋学报, 2017, 25(5): 68-83.]
- [45] Watkins M W. A Step-by-Step Guide to Exploratory Factor Analysis with SPSS. New York: Routledge, 2021.
- [46] Gerring J. Qualitative methods. Annual Review of Political Science, 2017, 20: 15-36.
- [47] Wang Li, Wu Liang, Li Yanpeng, et al. The geopolitical driving forces and mechanism on Arctic energy exploitation. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(5): 1078-1089. [王利, 吴良, 李言鹏, 等. 北极能源开发的地缘要素驱动机制. 地理学报, 2021, 76(5): 1078-1089.]
- [48] Zhang Ziang, Bao Jigang. Effects of multiple distances on inbound and outbound tourism flows in China: A configuration-based perspective. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(1): 13-21. [张子昂, 保继刚. 多重距离对中国入境与出境旅游流的影响: 基于组态的视角. 地理科学, 2021, 41(1): 13-21.]
- [49] Dale S. BP Statistical Review Of World Energy. London: BP Plc, 2021: 14-16.
- [50] Huang Y X, Yang Y. Determinants of Chinese energy OFDI location decisions and entry failure risk: The roles of public diplomacy endeavors and firm investment strategies. Energy, 2023, 267: 126570. DOI: 0.1016/j.energy.2022.126570.
- [51] Yang Yu, Ren Yawen. The structure and boundary reconstruction of the global energy governance network: A perspective of international organizations and trade. Geographical Research, 2023, 42(1): 1-16. [杨宇, 任亚文. “组织—贸易”视角下全球能源治理网络的基本结构及其边界重构. 地理研究, 2023, 42(1): 1-16.]
- [52] Xu Jianshan. Oil power: The core of oil geopolitics. World Economics and Politics, 2012(12): 115-132, 159-160. [徐建山. 论油权: 初探石油地缘政治的核心问题. 世界经济与政治, 2012(12): 115-132, 159-160.]
- [53] Wang Q, Xu L L, Li N, et al. The evolution of the spatial-temporal patterns of global energy security since the 1990s. Journal of Geographical Sciences, 2019, 29(8): 1245-1260.
- [54] Chong Zhaohui, Jiang Xinjie, He Ze. Research on the network dependence characteristics and substitution in international trade: Fossil energy and renewable energy. Geographical Research, 2022, 41(12): 3214-3228. [种照辉, 姜信洁, 何则. 国际能源贸易依赖网络特征及替代关系研究: 化石能源与可再生能源. 地理研究, 2022, 41(12): 3214-3228.]
- [55] Harks E. The international energy forum and the mitigation of oil market risks//Goldthau A, Witte J M. Global Energy Governance: New Rules of the Game. Washington: The Brookings Institution Press, 2010: 247-267.
- [56] Guo Y, Yang Y, Wang C. Global energy networks: Geographies of mergers and acquisitions of worldwide oil companies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2021, 139: 110698. DOI: 10.1016/j.rser.2020.110698.
- [57] Yang Y, Dong W. Global energy networks: Insights from headquarter subsidiary data of transnational petroleum corporations. Applied Geography, 2016, 72: 36-46.
- [58] Cui Shoujun, Cai Yu, Jiang Moqian. Critical technology change and energy geopolitics transition. Journal of Natural Resources, 2020, 35(11): 2585-2595. [崔守军, 蔡宇, 姜墨骞. 重大技术变革与能源地缘政治转型. 自然资源学报, 2020, 35(11): 2585-2595.]
- [59] Jiao Meiqi, Du Debin, Gui Qinchang, et al. The spatio-temporal evolution and influencing factors of urban technical corporation networks: From the perspective of Belt and Road. Geographical Research, 2021, 40(4): 913-927. [焦美琪, 杜德斌, 桂钦昌, 等. “一带一路”视角下城市技术合作网络演化特征与影响因素研究. 地理研究, 2021, 40(4): 913-927.]
- [60] Kaufmann D, Kraay A, Mastruzzi M. The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues. Hague Journal on the Rule of Law, 2011, 3(2): 220-246.
- [61] Wang Fenglong, Si Yuefang, Fu Xingxing, et al. Who are our friends and who are our "enemies"? A quantitative analysis of China's geopolitical codes based on the UN votes. World Regional Studies, 2020, 29(2): 252-263. [王丰龙, 司月芳, 傅行行, 等. 谁是我们的朋友, 谁是我们的“敌人”? 基于联合国投票的中国地缘政治准则研究. 世界地理研究, 2020, 29(2): 252-263.]
- [62] Sun Jian, Wu Kang, Yang Yu. Asian premium and potential competition of crude oil between China, Japan, India and South Korea from the perspective of global crude oil trade network. World Regional Studies, 2022, 31(6): 1240-1250. [孙健, 吴康, 杨宇. 全球原油贸易网络视角下的亚洲溢价与中日印韩原油潜在竞争关系. 世界地理研究, 2022, 31(6): 1240-1250.]
- [63] Du Debin, Duan Dezhong, Xia Qifan, et al. World geographic structure and U.S. global strategy and military force design. World Regional Studies, 2021, 30(4): 667-684. [杜德斌, 段德忠, 夏启繁, 等. 世界地理结构与美国的全球战略及军力设计. 世界地理研究, 2021, 30(4): 667-684.]
- [64] Li Wei, Zhao Li. Industrial geography and trade policy decision-making: Understanding the micro logic of China-U.S. trade war. World Economics and Politics, 2020(2): 87-122, 159. [李巍, 赵莉. 产业地理与贸易决策: 理解中美贸易战的微观逻辑. 世界经济与政治, 2020(2): 87-122, 159.]

- [65] Guo Weidong, Du Debin. The evolution and influencing factors of the global arm trade cyberspace pattern. *Acta Geographica Sinica*, 2023, 78(2): 403-422. [郭卫东, 杜德斌. 全球军事科技贸易网络空间格局演化及影响因素. *地理学报*, 2023, 78(2): 403-422.]

Spatio-temporal evolution and key drivers of global energy structural power

ZHANG Qiang^{1,2,3}, DU Debin^{1,2,3}, GUO Weidong^{1,2,3},
YAN Ziming^{1,2,3}, CAO Wanpeng^{1,2,3}, XIA Qifan^{1,2,3}

(1. Center for World Geography and Geostrategy, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

2. Institute of Global Innovation and Development, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

3. School of Geographic Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: As a strategic resource, energy has become essential to national geopolitical strategies competition over energy structural power between states, and has implications for both their state power and energy security. Using the cross-country input-output data collected from the United Nations, we measure the structural power of energy in each country from 2001 through 2017. We evaluate the evolution of global structural power in energy through spatial structure, network, and the distribution of value added and identify the key drivers of its shift. The study shows that (1) The global energy structural power system was increasingly polarized and volatile and conflicts among energy superpowers gave rise to a big number of shatter belts. (2) We saw the rise of the East and the decline of the West in the trend of the global structural energy power, and China, the United States, and Germany are its major leading forces. Specifically, energy exporting power increasingly shifted to China, whereas energy importing power was further centered in West Europe and North America. (3) The associations of global structural energy power saw both shrinkage and diffusion: they expanded their coverage in the Asia-Pacific and Eastern Europe whereas decreased their coverage in Western Europe and the United States. (4) The hierarchical order of global energy structural power gradually shifted from dual cores, triple cores, to multiple cores, and the relationship between different hierarchical orders changed drastically. (5) As for the core chain of energy value flow, energy structural superpowers represented by Germany and the United States led the chain and dominated the distribution of energy value, while small nations in energy production serve as followers and subordinates were stuck in low-end industries. The sections of the energy industrial chain exhibited a U-shaped curve in which energy exploration, mining, processing perform relatively high values, whereas transportation and storage produce relatively low values. (6) The key drivers of national energy structural power gradually shifted from early energy endowment and energy trades to market capitals. We propose corresponding policy advice that fosters the consolidation of China's structural energy power.

Keywords: geoeconomy; energy structural power; global energy landscape; network organizational relationships; value distribution