

中国与“一带一路”倡议沿线国家能源贸易格局演变与影响因素研究

章晓琪, 秦炳涛

上海理工大学, 管理学院7M专业教学中心, 上海

收稿日期: 2024年1月16日; 录用日期: 2024年2月7日; 发布日期: 2024年4月17日

摘要

本文以2012年、2015年、2018年、2022年“一带一路”倡议沿线国家的能源贸易数据构建能源贸易网络, 揭示该网络的格局演变规律。研究发现: 1) 网络的发育程度正在逐渐提高, 但其中仍存在部分边缘国家。2) 在“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络中, 中国是最大的能源进口国, 俄罗斯是最大的能源出口国。3) 在“一带一路”倡议沿线国家的总能源贸易网络中, 中国位于净受益板块。进一步, 本文选取2012~2022年“一带一路”倡议沿线国家的相关数据, 利用贸易引力模型进行分析探究该网络能源贸易的影响因素。研究发现经济发展水平、工业化率、共同边界、人口规模、显著正相关, 地理距离显著负相关。最后为中国能源贸易长远发展提出建议。

关键词

“一带一路”倡议, 能源贸易, 复杂网络分析, 块模型, 贸易引力模型

Study on the Evolution of Energy Trade Patterns and Influencing Factors between China and “Belt and Road” Countries

Xiaoqi Zhang, Bingtao Qin

7M Centre for Professional Teaching and Learning, Faculty of Management, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Jan. 16th, 2024; accepted: Feb. 7th, 2024; published: Apr. 17th, 2024

Abstract

Based on the energy trade data of countries along the Belt and Road in 2012, 2015, 2018 and 2022,

文章引用: 章晓琪, 秦炳涛. 中国与“一带一路”倡议沿线国家能源贸易格局演变与影响因素研究[J]. 运筹与模糊学, 2024, 14(2): 445-455. DOI: 10.12677/orf.2024.142149

this paper constructs an energy trade network and reveals the pattern evolution of the network. The results show that: 1) The development degree of the network is gradually improving, but there are still some marginal countries. 2) In the energy trade network of countries along the “Belt and Road”, China is the largest energy importer, and Russia is the largest energy exporter. 3) In the total energy trade network of countries along the “Belt and Road”, China is in the net beneficiary sector. Furthermore, this paper selects the relevant data of countries along the “Belt and Road” from 2012 to 2022, and uses the trade gravity model to analyze and explore the influencing factors of energy trade in the network. The results show that there is a significant positive correlation between economic development level, industrialization rate, common border, population size, and a significant negative correlation between geographical distance. Finally, some suggestions are put forward for the long-term development of China’s energy trade.

Keywords

BRI, Energy Trade, Complex Network Analysis, Block Model, Trade Gravity Model

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着国际能源局势和地缘政治形势的不断变化以及新时代背景下我国经济的快速发展需求, 中国能源需求也持续高速增长, 这意味着在未来相当长的一段时间内将面临非常严峻的能源安全形势[1]。中国是世界上最大的能源消费国, 也是世界上最大的能源进口国, 国内能源供应需要大量依赖进口。中国的对外能源贸易大多是与“一带一路”倡议(“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”的简称)¹沿线国家进行, 然而中国与沿线国家之间的能源贸易不仅会受到已有贸易伙伴的直接影响, 更会受到整个“一带一路”倡议能源贸易网络格局的间接影响。因此, 为了确保我国能源供应的安全, 就需要提升我国在能源贸易网络中的地位。此目标的实现首先需要对当今能源贸易的实际情况有一个全面的了解, 并在此基础上认识到贸易网络的演化特征及其影响因素。

已有文献对“一带一路”倡议沿线国家能源贸易现状的研究, 主要侧重于分析可再生能源或化石能源的子产品, 包括能源贸易格局、贸易潜力、贸易开放度等方面。在我国提出“一带一路”倡议后, 也有许多学者将“一带一路”倡议沿线国家之间的贸易网络作为研究对象。然而, 针对我国提出“一带一路”倡议前后, 能源贸易时间序列的研究相对匮乏。因此, 本文在社会网络视角下探究 2012~2022 年“一带一路”倡议沿线国家间能源贸易网络格局变化及影响因素, 试图在全球疫情反复、气候政策变化的背景下, 为促进“一带一路”倡议沿线国家能源贸易的可持续发展提供理论支持和政策建议。

本文基于 2012~2022 年能源贸易时间序列数据, 使用指标分析和块模型在社会网络视角下探究“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络, 并且使用贸易引力模型分析探究了印象因素影响力的强弱, 丰富了现有的文献, 并对“一带一路”倡议沿线国家的能源贸易研究提供理论支持。从而有助于明确我国在“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络中的地位, 把握此网络的形成机制。另一方面, 有助于政策制定者完善能源绿色低碳转型的制度。因此, 在新时代背景和国家新战略的指引下, 加强对中国与“一带一路”地区能源合作问题的研究, 具有十分重要的现实意义和学术价值。

¹2013 年 10 月 3 日, 习近平主席在印度尼西亚国会发表题为《携手建设中国 - 东盟命运共同体》的演讲, 提出共同建设“21 世纪海上丝绸之路”。“丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”简称“一带一路”倡议。

2. 文献回顾

在我国提出“一带一路”倡议后,有许多学者分析了“一带一路”倡议背景下我国与其他国家之间的能源贸易合作现状。如今,由于现代交通和通信技术的大力发展,国家之间的空间距离日趋缩小,同时,国家之间相互作用的类型和形式也发生了变化,国家之间的相处方式逐渐从“争霸”转为“寻求合作”。对于能源合作,有研究表示能源合作带动了产业纵深合作,使得产业组织与结构得以优化,推动了现代化布局及以能源运输为主的交通经济带的发展。例如,朱雄关(2016)研究了中国与俄罗斯、巴基斯坦、中亚地区的能源合作,表明通过加强基础设施及能源通道的建设,能有效缓解能源供给与运输的压力,由此实现能源供给多样化。还有部分学者认为可以加强资源与市场的合作开发来增加“一带一路”倡议沿线国家之间合作的广度和深度(周靖等, 2022) [2]。

关于能源贸易的影响因素包含经济性因素与非经济性因素两方面。经济方面, Wang *et al.* (2017)利用恒定市场份额模型,发现中国新能源产业出口贸易波动受到国际市场对中国新能源产业进口需求的影响[3]。李优树和冉丹(2021)认为各国之间的经济距离、工业化阶段距离都能对石油产业链贸易网络产生积极的影响[4]。非经济方面,马远和宫圆圆(2021)基于社会网络分析法发现,人均收入、人口规模差距、语言文化的包容性、制度、地理位置的邻近性和人均二氧化碳差值等因素均会影响能源贸易[5]。姜文学和王妍(2020)认为人口数量差异大、共同语言、共同边界对“一带一路”倡议沿线国家之间的电子产品贸易有显著的促进作用[6]。然而,除上述因素以外,在能源贸易中仍存在很多不确定性因素尚未得到充分考虑和证明,如政策执行和数据不确定性等。

3. “一带一路”倡议沿线国家能源贸易格局演变

3.1. 节点选择

结合目前部分国内外学者对“一带一路”倡议的已有研究,为展开研究的便捷性与科学性,本文选取沿线及中国共65个国家作为研究的对象。本研究的能源贸易数据来自于UNcomtrade数据库,采用国际贸易标准分类4,其中32-煤,焦煤及煤球;33-石油,石油产品及副产品;34-天然气(天然和制造的)涉企能源产品,因此选取煤、石油、天然气三项加总作为一国的能源贸易额,为研究的便捷性与科学性,以65国2012年、2015年、2018年、2022年的能源贸易数据构建“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络。

3.2. 能源贸易网络格局演变

本文采用Gephi软件绘制了中国与“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络图。节点表示国家,节点大小反映了一国贸易金额占贸易网络总金额的权重;边代表了贸易量,边的粗细代表了该笔贸易额占贸易网络总金额的权重,边箭头从贸易出口方指向贸易进口方。从图1~图3可见俄罗斯、中国、印度及新加坡是节点权重比较突出的国家,且俄罗斯居于较为明显的领先位置。从图4可见中国、新加坡、卡塔尔、印度是节点权重比较突出的国家,俄罗斯节点权重变小。图1~图4显示出“一带一路”倡议国家能源贸易格局的三点变化。1) 俄罗斯的贸易权重发生较大变化。2012年俄罗斯能源贸易权重高于其他国家,新加坡、印度尼西亚、中国、印度等居于其后。2015年和2018年俄罗斯能源贸易权重仍然保持领先。2022年俄罗斯能源贸易权重明显下降。卡塔尔能源贸易权重上升明显。2) 2013年马来西亚、卡塔尔、印度的能源贸易权重紧跟新加坡、中国、印度尼西亚等国。2015年和2018年卡塔尔等国保持相当水平。2022年卡塔尔能源贸易权重明显上升。3) 中国能源贸易进口发生改变。2012年贸易金额最大、连线最粗的国家是俄罗斯对中国、波兰的能源出口。另外新加坡、哈萨克斯坦、印度尼西亚等国都有对

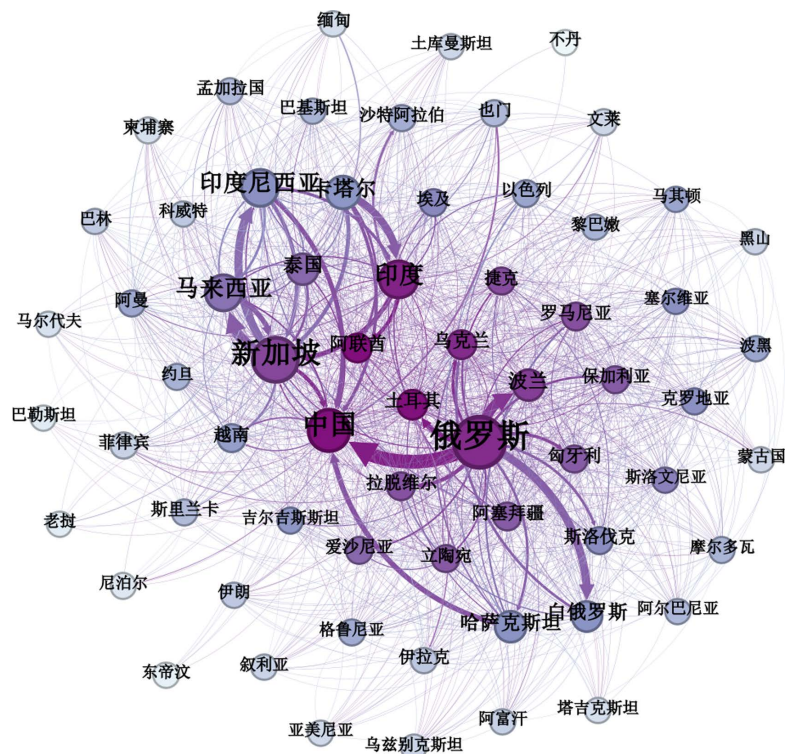


Figure 1. Diagram of energy trade network of countries along the Belt and Road initiative, 2012
图 1. 2012 年“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络图

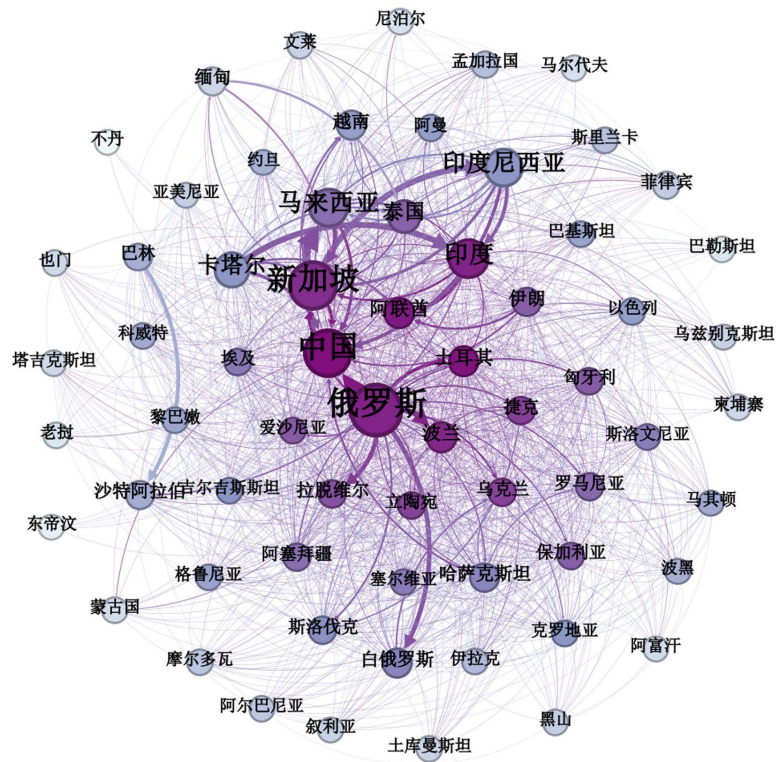


Figure 2. Diagram of energy trade network of countries along the Belt and Road initiative, 2015
图 2. 2015 年“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络图

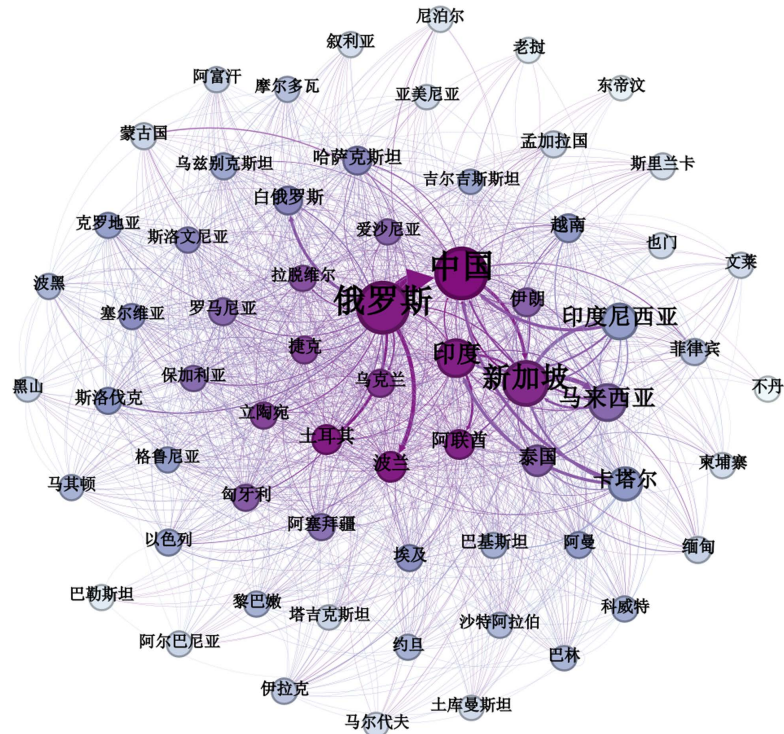


Figure 3. Diagram of energy trade network of countries along the Belt and Road initiative, 2018
图 3. 2018 年“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络图

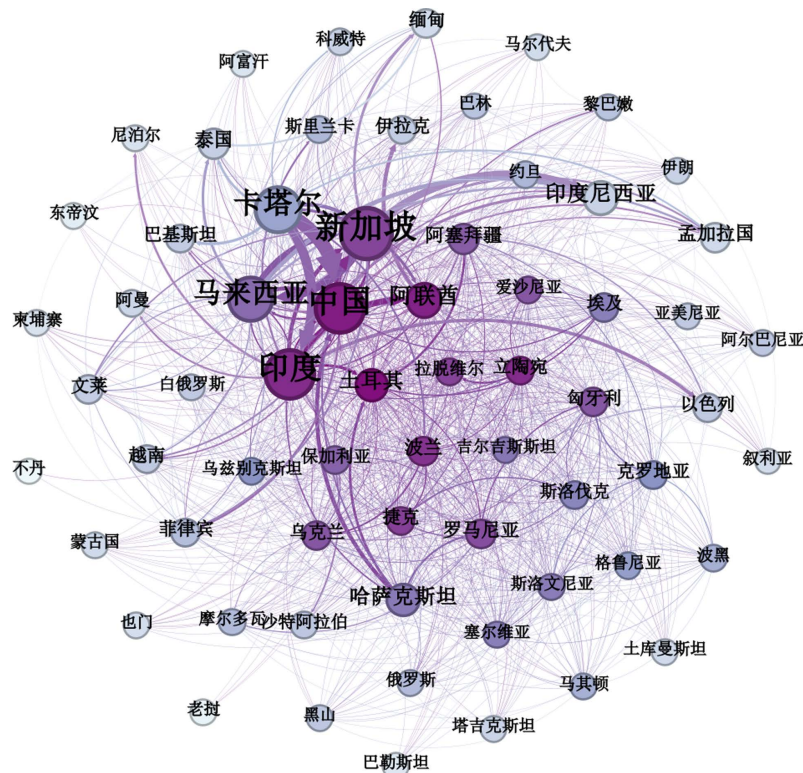


Figure 4. Diagram of energy trade network of countries along the Belt and Road initiative, 2022
图 4. 2022 年“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络图

中国的出口连线。2015 年和 2018 年中国的能源贸易网更为复杂, 2022 年卡塔尔对中国、印度的能源出口连线最粗。俄罗斯对中国的连线明显淡化。

综上所述, “一带一路”倡议提出后, 沿线国家能源贸易网络出现了较为明显的变化。但值得注意的是, 中国能源贸易权重上涨幅度较小, 低于印度、卡塔尔等国贸易权重的上涨速度。“一带一路”倡议为区域合作提供了便利, 但对中国在区域贸易中权重的推动作用似乎并不明显, 而印度、卡塔尔等充分利用“一带一路”倡议的优势, 提升了本国在区域能源贸易中的份额。

3.3. 能源贸易网络指标分析

1) 一体化程度。本文采取社会网络学中的“小世界”概念评价“一带一路”倡议对区域一体化的推动作用。本文采用 Gephi 软件计算了中国与“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络的平均聚类系数、平均路径长度、网络直径、平均度、平均加权重五个指标, 如表 1 所示。从表 1 中可见, 2022 年平均路径长度为 1.561, 意味着任意两个“一带一路”倡议沿线国家发生联系需要 1.56 步左右的距离; 2012~2017 年平均聚类系数在 0.65 左右, 聚类系数并不小, 说明“一带一路”倡议沿线国家的能源贸易网络目前具有“小世界”特征, 但能源贸易网络的紧密程度还有待提升。从平均聚类系数和平均路径长度的变化情况来看, 前者在 2012~2022 年提升了 1.4%, 后者下降了 6.24%, 由此可见“一带一路”倡议的实施增强了沿线国家的能源贸易程度, 显著提升了能源贸易的一体化程度。2012~2022 年平均度在 19.7~23.3 之间浮动, 2022 年呈现最低值, 说明 2022 年整个网络较 2012 年较为低效。2012~2022 年网络直径维持在稳定的高效水平。

Table 1. Results of “the small world” feature calculation

表 1. “小世界”特征计算结果

年份	平均聚类系数	平均路径长度	网络直径	平均度	平均加权重
2012	0.639	1.665219907	4	21.354	5938807190
2015	0.628	1.645368304	3	22.185	3826133880
2018	0.658	1.63870614	4	23.308	5515447440
2022	0.648	1.561205957	3	19.692	4726735679

数据来源: 根据 UN comtrade 数据库数据计算所得。

2) 网络中心性。本文选取了出度中心度、入度中心度、介度中心度、接近性中心度指标, 运用 Gephi 计算出的指标结果如表 2 和表 3。表 2 和表 3 列出了“一带一路”倡议能源贸易网络的部分重要节点的中心性指标, 中心性指标数值的变化反应了节点在贸易网络中影响力的变化情况。出度中心性代表网络中国家或地区之间的出口关系, 而入度中心性代表网络中国家或地区之间的进口关系。从出度中心度和入度中心度来看, 网络中各个国家和地区的指标都在上升, 说明各国都在努力寻求能源贸易进出口的多样性, 以此确保国内能源供应的稳定性和维护国家安全。从国家角度来看, 中国的每年指标都位居世界前列, 由此可以看出, 中国大陆在世界能源贸易来往中占据重要地位, 与该网络中的大多数国家都建立了能源贸易关系。中国大陆、印度、土耳其和俄罗斯一直都位于前 4 位, 并且能源贸易关系数量在不断的上升, 说明这些国家的能源贸易合作伙伴较多, 在该网络中都处于核心地位。

介度中心性衡量了一个国家或地区在网络中作为桥梁的能力, 中介中心性越高, 代表其拥有的资源和信息就越多。在“一带一路”倡议沿线国家中, 中国和印度介度中心性较高, 说明中国和印度在该贸易网络中处于核心地位, 在能源贸易网络中用有很多资源和信息, 话语权较大。

Table 2. Analysis of the centrality of energy trade networks in countries along “the Belt and Road” Initiative 1
表 2. “一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络中心性分析 1

绝对中心度 - 出度(节点在网络中的集中程度) - 加权网络				
国家	2012 年	2015 年	2018 年	2022 年
俄罗斯	1.1376E+11	65,209,503,744	1.04627E+11	72,209,503,744
新加坡	50,488,463,360	30,876,086,272	38,085,623,808	41,813,225,472
卡塔尔	35,879,530,496	23,201,363,968	34,424,635,392	58,349,768,704
印度	27,795,791,872	15,631,303,680	28,176,809,984	44,365,279,232
中国	8,836,599,808	10,532,388,864	10,532,388,864	28,238,168,064
绝对中心度 - 入度(节点在网络中的集中程度) - 加权网络				
俄罗斯	3,300,914,432	2,073,706,112	2,186,051,584	1,413,138,816
新加坡	39,147,024,384	25,583,177,728	40,662,953,984	34,468,511,744
卡塔尔	202,919,376	216,333,424	615,595,072	544,588,992
印度	27,871,885,312	18,507,591,680	23,982,870,528	23,149,826,048
中国	64,937,361,408	44,828,459,008	85,179,932,672	40,752,705,536

数据来源: 根据 UN comtrade 数据库数据计算所得。

Table 3. Analysis of the centrality of energy trade networks in countries along “the Belt and Road” Initiative 2
表 3. “一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络中心性分析 2

介度中心度(节点在贸易网络中的中介重要性)				
国家	2012 年	2015 年	2018 年	2022 年
印度	8.537	6.603	1.45	5.135
阿联酋	6.435	5.74	4.098	3.391
中国	5.553	5.86	6.396	4.693
土耳其	3.698	3.436	3.288	4.984
俄罗斯	2.31	2.775	3.583	4.67
接近性中心性 - 出度(节点在贸易网络中独立开展出口贸易的能力)				
阿联酋	781	656	593	1482
印度	783	658	596	1485
土耳其	785	660	597	1480
中国	785	658	594	1483
俄罗斯	790	664	600	1421
接近性中心性 - 入度(节点在贸易网络中独立开展进口贸易的能力)				
阿联酋	74	77	77	72
印度	80	78	72	72
土耳其	71	71	70	67
中国	72	71	70	69
俄罗斯	76	72	67	4160

数据来源: 根据 UN comtrade 数据库数据计算所得。

接近中心性衡量了一个国家或地区与其他国家或地区的接近程度, 接近中心性越大, 意味着这个国家或地区在网络中越容易和其他国家或地区发生贸易。2022年, 在“一带一路”倡议沿线国家中, 接近中心性指标前五位分别是中国、印度、土耳其、俄罗斯、马来西亚, 说明这些国家在该网络开展能源贸易是不易受到其他国家和地区的限制。

3) 块模型分析

下面本文通过块模型分析揭示各个国家在能源消费关联网络的空间聚类特征。采用 CONCOR 方法 (Convergent Correlations), 本文选择最大分割深度为 2, 集中标准为 0.2, 把“一带一路”沿线 65 个国家划分为四个板块(Block), 划分结果如表 4 所示。

Table 4. Number of acceptance relationships for spatially linked segments of energy consumption

表 4. 能源消费空间关联板块的接受关系数

板块	接受关系矩阵(个)			
	板块 I	板块 II	板块 III	板块 IV
板块 I	234	156	325	95
板块 II	138	122	100	13
板块 III	12	1	16	2
板块 IV	29	2	27	8

数据来源: 作者计算得出。

Table 5. Energy consumption spatial correlation plate spillover effects

表 5. 能源消费空间关联板块溢出效应

板块	接收板块外关系数	期望内部关系比例(%)	实际内部关系比例(%)
板块 I	179	25	29
板块 II	159	19	35
板块 III	452	38	44
板块 IV	110	14	33

数据来源: 作者计算得出。

下面本文进一步通过块模型分析揭示四个板块在能源消费空间关联网络中的位置, 见表 4 和表 5。根据前文测算, 在能源消费的整体关联网络中存在 2180 个关联关系, 而板块内部之间的关联关系有 1280 个, 板块外的关联关系有 900 个, 这说明了板块之间存在着明显的空间关联和溢出效应。其中, 第 I 板块在能源贸易网络中产生的能源关系总数是 810 个, 溢出关系有 576 个, 属于板块内部的关系有 234 个, 接受板块外的关系数有 179 个; 期望内部关系比例为 25%, 实际内部关系比例 29%, 根据前文的定义, 第 I 板块为“净溢出”板块。该板块在实现自给自足的同时进行能源溢出。第 II 板块的关系总数为 373 个, 发出关系有 251 个, 属于板块内部的关系有 122 个, 板块外的关系有 159 个, 期望内部关系比例为 19%, 实际内部关系比例 35%, 因此, 该板块为“经纪人”板块, 在能源消费空间关联网络中扮演着“中介”与“桥梁”作用。第 III 板块的关系总数是 21 个, 其中发出关系有 15 个, 属于板块内部关系的有 16 个, 接收其他板块发出的关系有 452 个, 期望内部关系比例为 38%, 实际内部关系比例 44%。该板块主要接受来自其他能源资源储备量大的地区的能源溢出。因此第 III 板块为“净受益”板块。第 IV 板块的发出关系为 58 个, 属于板块内部的关系有 8 个, 接收其他板块发出的关系有 110 个, 期望内部关系比

例为 14%，实际内部关系比例 33%。该板块为“双向溢出”板块，成员国既发出联系也接收其他板块的联系。

为了考察板块之间能源消费的关联关系，本文根据关联关系在板块之间的分布情况，计算出各个板块的网络密度矩阵。同时，根据前文测算，2022 年一带一路沿线国家能源消费空间关联的网络密度为 0.26，在四个板块中任何一个板块的网络密度高于 0.26，即板块的网络密度大于整体的网络密度，则能源消费将更加集中于该板块。本文将板块网络密度大于整体网络密度的情形赋值为 1，将板块网络密度小于整体网络密度的情形赋值 0，从而将多值密度矩阵进一步转化为像矩阵，密度矩阵和像矩阵具体如表 6 所示。

Table 6. Density matrix and likelihood matrix for spatially correlated segments of energy consumption

表 6. 能源消费空间关联板块的密度矩阵与像矩阵

板块	密度矩阵				像矩阵			
	板块 I	板块 II	板块 III	板块 IV	板块 I	板块 II	板块 III	板块 IV
板块 I	0.86	0.706	0.765	0.559	1	1	1	1
板块 II	0.624	0.782	0.308	0.1	1	1	1	0
板块 III	0.028	0.003	0.027	0.008	0	0	0	0
板块 IV	0.171	0.015	0.108	0.089	0	0	0	0

数据来源：作者计算得出。

4. “一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络影响因素分析

4.1. 模型构建与因素选择

根据本文研究目的和数据的易得性，基于贸易引力模型的对数线性形式，引入新的变量，得到拓展之后的贸易引力模型：

$$\ln Q_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{ijt} + \beta_2 \ln POP_{ijt} + \beta_3 \ln DIS_{ji} + \beta_4 \ln CITY_{ji} + \beta_5 \ln MACH_{ji} + \beta_6 BOUNDARY_{ji} + \beta_7 LANGUAGE_{ji} + \mu_{ij}$$

为研究“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络格局演变的影响因素，选取以下七个变量，分别是能源出口贸易额(Q)、国内生产总值(GDP_{ijt})、人口规模(POP_{ijt})、两国的地理距离(DIS_{ji})、城镇化率($CITY_{ji}$)、工业化率($MACH_{ji}$)、共同边界($BOUNDARY_{ji}$)、共同语言($LANGUAGE_{ji}$)。

4.2. 相关分析

本文采用 stata16.0 对扩展的贸易引力模型进行实证检验。利用所收集的“一带一路”倡议沿线国家能源贸易额、各国 GDP、人口规模、城镇人口(城镇化率)、地理距离、工业化率、共同边界、共同语言进行整理，整理形成面板数据，对“一带一路”沿线国家能源贸易影响因素相关性分析进行相关性分析，以此探究“一带一路”沿线国家能源贸易的影响因素。结果见表 7 所示。

根据回归结果可以看出，经济规模(GDP)、人口规模(POP)、地理距离(DIS)、工业化率(MACH)、共同边界(BOUNDARY)、共同语言(LANGUAGE)都通过了显著性检验。

4.3. 回归分析

基于“一带一路”沿线国家能源贸易影响因素的相关性分析，接着对其进行回归分析，本文采本文

采取逐步回归法。基本思想是将变量逐个引入模型, 每引入一个解释变量后都要进行 F 检验, 并对已经选入的解释变量逐个进行 t 检验。本文选取 $R^2 > 0.45$ 时, 此时回归模型可以解释能源贸易额的方差的 45% 以上, 拟合较好。归纳如表 8。

Table 7. Relevance analysis

表 7. 相关性分析

Variables	(lnQ)	(lnGDP)	(lnPOP)	(lnDIS)	(lnCITY)	(lnMACH)	(BOUNDARY)	(LANGUAGE)
lnQ	1.000							
lnGDP	0.611***	1.000						
lnPOP	0.498***	0.737***	1.000					
lnDIS	-0.094**	0.269***	0.009	1.000				
lnCITY	0.027	0.295***	-0.266***	0.447***	1.000			
lnMACH	0.355***	0.318***	0.062	-0.001	0.265***	1.000		
BOUNDARY	0.159***	-0.057	0.272***	-0.407***	-0.472***	-0.082**	1.000	
LANGUAGE	0.312***	0.174***	0.008	0.048	0.208***	0.025	-0.098**	1.000

注: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Table 8. Stepwise regression analysis of factors affecting energy trade volumes in “the Belt and Road” initiative countries

表 8. “一带一路”倡议国家能源贸易额影响因素逐步回归分析

模型(标准化系数)	R^2	F	P
贸易额 = 1.991 * lngdp - 0.359 * lnpop - 2.656 * lndis - 1.37 * lncity	0.451	131.806	<0.001
贸易额 = 1.729 * lngdp - 0.204 * lnpop - 2.301 * lndis - 1.458 * city + 1.545 * lnmach	0.473	115.684	<0.001
贸易额 = 1.782 * lngdp - 0.298 * lnpop - 1.992 * lndis + 1.263 * lncity + 1.533 * lnmach + 1.027 * boundary	0.481	99.465	<0.001
贸易额 = 1.57 * lngdp - 0.175 * lnpop - 1.722 * lndis - 1.509 * lncity + 1.773lnmach + 1.067 * boundary + 5.177 * language	0.536	106.336	<0.001

数据来源: 作者整理得出。

5. 研究结论与政策建议

本文基于社会网络分析方法, 使用联合国商品贸易统计数据库中有关能源的相关数据, 从全局视角对“一带一路”倡议沿线 65 个国家的能源贸易网络进行处理和分析。进一步, 结合贸易引力模型, 探究 2012~2022 年间能源贸易网络的影响因素。

在“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络结构动态变化研究方面, 得出以下启示: 1) 深化“一带一路”倡议沿线国家间能源贸易交流与合作, 强调合作共赢(石泽, 2015) [7]。2) 调整能源消费结构, 降低化石能源在工业耗能中的比例。3) 加强能源进口多元化并扩大能源出口强度[8]。4) 充分利用中国在贸易网络中的影响力。根据“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络影响因素研究结果分析, 得出以下启示: 1) 加强与经济发展水平落后的国家的能源合作。确保能源运输通畅(邹志强, 2014) [9]。2) 提高能源的利用效率。

相比于已有的研究, 本文的创新点总结如下: 1) 研究数据的创新。本文使用的能源数据主要来源于联合国商品贸易统计库, 并对三大主要能源: 石油、天然气、煤炭进行加总, 以此构建“一带一路”倡

议沿线国家能源贸易网络, 选用四个代表性的年份节点分析网络的结构动态变化, 并在此基础上探究长时间序列中网络演变的影响因素, 对现有的研究进行了补充。2) 研究内容的创新。本文通过社会网络分析方法结合贸易引力模型对“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络格局特征以及演变进行全面分析。

“一带一路”倡议沿线国家是我国能源进口的主要来源地, 因此推进“一带一路”倡议对于中国的能源安全和能源合作问题具有十分重要的现实意义。本文把“一带一路”倡议沿线国家能源贸易网络作为主要研究对象, 采用指标分析和块模型分析一带一路沿线国家能源贸易网络格局的动态变化并进一步结合贸易引力模型, 探究了“一带一路”倡议沿线能源贸易网络的特征、格局演变以及影响因素, 更清晰地认识“一带一路”倡议能源贸易网络地现状和前景以及我国在这一网络中的地位和作用, 从而为保障我国能源安全提供参考和决策的辅助作用。

传统的文献以单边或双边关系为研究对象, 而该分析方法现难以系统解释如今的贸易网络结构, 因此, 本文采用分析更全面的复杂网络分析法, 复杂网络分析方法主要有两方面的优势。一方面, 复杂网络分析方法更关注网络节点之间的联系, 系统揭示网络的变化特征。另一方面, 复杂网络分析方法具有全局性, 全方位反映网络中各个节点对于整个网络产生的影响。因此, 本文采用该方法全面建构“一带一路”倡议沿线国家间的能源贸易网络。但由于本文研究的局限性, 论文仅从复杂网络视角分析“一带一路”倡议沿线国家国际能源贸易整体情况, 未在更小范围内对国家进行深入分析, 期望未来能用该方法更深入研究, 对区域贸易的研究做出贡献。

参考文献

- [1] 姚枝仲. 2022 年世界经济形势: 从动荡中涌起的全球通胀潮[N]. 光明日报, 2022-12-28(12).
- [2] 周靖, 韩纪琴. 中国与“一带一路”倡议国家能源贸易合作对能源安全的影响[J]. 资源与产业, 2022, 24(6): 31-43.
- [3] Wang, Z.X., Zheng, H.H., Pei, L.L., *et al.* (2017) Decomposition of the Factors Influencing Export Fluctuation in China's New Energy Industry Based on a Constant Market Share Model. *Energy Policy*, **109**, 22-35.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.050>
- [4] 李优树, 冉丹. 石油产业链贸易网络及其影响因素研究——以“一带一路”倡议沿线国家为例[J]. 经济问题, 2021(9): 111-118.
- [5] 马远, 宫圆圆. “丝绸之路经济带”能源贸易网络态势解构及影响因素——基于社会网络分析法[J]. 国际商务, 2021(4): 101-119.
- [6] 姜文学, 王妍. “一带一路”倡议电子产品贸易格局演变特征及影响因素研究——基于复杂网络分析方法[J]. 国际商务研究, 2020, 41(5): 26-40.
- [7] 石泽. 能源资源合作: 共建“一带一路”倡议的着力点[J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 2015, 36(1): 68-74.
- [8] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要[N]. 人民日报, 2021-03-13(001).
- [9] 邹志强. 北极航道对全球能源贸易格局的影响[J]. 南京政治学院学报, 2014, 30(1): 75-80.