

# “一带一路”贸易网络与全球贸易网络的 拓扑关系

宋周莺<sup>1,2,3</sup>, 车姝韵<sup>1,2,3</sup>, 杨宇<sup>1,2,3</sup>

(1. 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049)

**摘要:** 共建“一带一路”倡议致力于建设开放型经济、确保自由包容性贸易。本文基于社区发现法、拓扑网络可视化等方法, 对比分析“一带一路”贸易网络与全球贸易网络的拓扑关系, 明确其贸易在全球的地位, 以期“一带一路”自由包容性贸易体系建设提供科学支撑。研究发现: ①全球贸易网络可以识别出5个组团, 其核心节点分别是中国、美国、德—荷—法—英等欧洲发达国家、俄罗斯、印度—阿联酋。②“一带一路”沿线可以识别出3个主组团及2个次组团, 其中, 亚欧大组团以中国为核心、俄罗斯为次核心, 南亚—西亚组团以印度、阿联酋、沙特阿拉伯为核心。③在全球贸易网络中, 大部分沿线国家仍被中国、俄罗斯、印度—阿联酋等核心节点所吸引, 且与“一带一路”沿线的贸易联系较强; 中东欧国家主要被德—荷—法—英等西欧国家核心节点所吸引, 是“一带一路”低渗透国家; 部分东南亚国家虽然被吸纳到以中国为核心的亚澳—南非组团, 但与“一带一路”贸易联系还需加强。

**关键词:** 一带一路; 全球; 贸易网络; 贸易组团; 拓扑关系

## 1 引言

20世纪70年代以来, 全球化发展带来了全球贸易快速增长。1970-2016年, 世界经济总量增加了25.44倍, 而出口贸易增加了52.37倍(均为现价)。在这个过程中, 全球化发展积极促进了世界经济增长, 但也加剧了各种空间尺度上的发展不均衡和分配不平等(刘卫东, 2017)。2013年习近平总书记提出的共建“一带一路”倡议是包容性全球化倡议(刘卫东等, 2017), 将为全球经济发展及其均衡发展作出贡献; 而贸易畅通是“一带一路”建设的关键内容和核心环节, 是促进“一带一路”沿线国家(以下简称沿线国家)经济繁荣与区域合作的重要手段(宋周莺等, 2017)。特别是2017年5月“一带一路”国际合作高峰论坛的召开, 表明“一带一路”正在由中国倡议转变为全球共识, 标志着“一带一路”

建设进入新阶段。2013年, 在共建“一带一路”倡议提出之初, 外交部公布了65个国家为“一带一路”建设近期重点, 已有研究也主要围绕该空间范围展开。而进入新阶段, 如何落实《“一带一路”国际合作高峰论坛圆桌峰会联合公报》提出的“建设开放型经济、确保自由包容性贸易”, 亟需明确65个沿线国家与全球的贸易联系及其在全球贸易网络中的地位, 以便进一步明确未来“自由包容性贸易”的合作重点和关键节点。为了便于研究, 本文将“一带一路”传统65个重点国家间的贸易网络统称为“一带一路”贸易网络。

在学术界, 贸易网络一直是经济学、地理学、管理学等众多学科的研究热点。在全球层面, 现有文献主要采用社会网络分析、复杂网络分析等方法研究国际贸易网络, 一是从整体格局出发研究全球贸易网络的时空格局演化、拓扑结构及其影响因素

收稿日期: 2017-10; 修订日期: 2017-11。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41530751); 国家社会科学基金项目(17VDL008, 2015MZD039)[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41530751; National Social Science Foundation of China, No.17VDL008, No.2015MZD039]。

作者简介: 宋周莺(1983-), 女, 浙江缙云人, 博士, 副研究员, 研究方向为经济地理和区域发展, E-mail: songzy@igsnrr.ac.cn。

引用格式: 宋周莺, 车姝韵, 杨宇. 2017. “一带一路”贸易网络与全球贸易网络的拓扑关系[J]. 地理科学进展, 36(11): 1340-1348. [Song Z Y, Che S Y, Yang Y. 2017. Topological relationship between trade network in the Belt and Road Initiative area and global trade network[J]. Progress in Geography, 36(11): 1340-1348.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2017.11.003

(Blondel et al, 2008; 段文奇等, 2008; Fagiolo et al, 2010; 陈银飞, 2011); 二是从原油、天然气、玉米、制造业等具体产品部门出发研究特定产品的贸易网络(孙晓蕾等, 2012; 许和连等, 2015; Cinar et al, 2016; 马述忠等, 2016; 马远等, 2017)。随着“一带一路”建设的逐步推进, 沿线国家的贸易网络也逐渐引起学者的重视(宋周莺等, 2017)。学者们一是运用社会网络、凝聚子群、社区发现等方法分析沿线国家的贸易网络特征(公丕萍等, 2015; 王娜等, 2015; 邹嘉龄等, 2016; 宋周莺等, 2017); 二是利用复杂网络方法研究沿线国家特定产品的贸易网络(刘建国等, 2015; 何敏等, 2016)。总体而言, 现有文献对“一带一路”贸易网络的研究主要是封闭式贸易网络研究, 没有考虑沿线国家与全球的贸易联系与贸易流动, 没有体现“自由包容贸易”的理念。

在此背景下, 本文基于已有研究基础, 对比分析“一带一路”贸易网络与全球贸易网络的拓扑关系, 解析沿线国家与全球的贸易流, 刻画“一带一路”贸易在全球贸易网络中的地位, 明确未来“一带一路”贸易合作的重点国家、主要竞争对象、潜在贸易伙伴等, 以期“一带一路”自由包容性贸易体系建设提供科学支撑。

## 2 研究数据与方法

### 2.1 研究对象与数据来源

“一带一路”建设是包容性全球化倡议(Liu et al, 2016), 致力于建设开放型经济、确保自由包容性贸易, 是一个开放体系, 尚没有精确的空间范围。为便于研究, 本文仍将“一带一路”贸易网络的研究范围设定为传统的“一带一路”沿线65个国家(宋周莺等, 2017); 而全球贸易网络的研究范围主要是国际贸易中心(International Trade Centre)囊括的全球232个国家和地区。本文采用的贸易数据均来自国际贸易中心数据库(ITC), 并将获取的贸易数据与中国海关信息网的贸易数据进行比对、核准, 所有国家数据为2016年贸易数据。

### 2.2 研究方法

#### (1) 社区发现法

本文运用社区发现法(Community Detection)分析贸易网络的拓扑关系, 即基于国家间实际产生的贸易流识别贸易网络内部的组团结构。在具体测算过程中采用模块优化算法, 即将国家作为贸易网络的节点, 国家间贸易联系作为网络的连边, 国家

间贸易流量作为贸易网络中边的权重(宋周莺等, 2017)。公式为:

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \left[ A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m} \right] \delta(c_i, c_j), \quad (1)$$

式中:  $Q$  为模块度,  $Q$  值越高意味组团划分效果越优;  $A_{ij}$  为  $i, j$  国的贸易流量;  $k_i, k_j$  分别为与  $i, j$  国相连的所有贸易流量之和;  $c_i, c_j$  表示  $i, j$  国的社区指数,  $\delta(c_i, c_j)$  表示  $i, j$  国是否在同一个社区中(相同时取1, 否则取0);  $m$  表示整个网络的贸易流量总和。  $Q$  值越高, 模块化程度越高。

#### (2) 可视化方法

本文分别运用弦图(Chord Diagram)、桑基图(Sankey Diagram)2种可视化方法表示贸易网络的拓扑结构及贸易组团之间的贸易流拓扑关系。其中, 弦图是一种拓扑网络可视化方法, 可反映网络节点间拓扑关系, 弦图中圆弧对应网络节点, 圆弧对应圆心角越大、弧长越长, 网络节点的属性值越大, 即该国的贸易核心地位越高; 圆弧间连线反映了不同节点的拓扑关系, 连线宽度越大, 节点的关联程度越强, 即国家间贸易联系越紧密。桑基图是一种流量结构可视化方法, 可以反映网络内的不同节点之间要素流动关系, 桑基图中始末端矩形对应网络节点, 矩形长度对应节点的属性值, 分支宽度对应数据流量的大小; 在本文中, 分别反映各组团内国家数量总和(或贸易总额)及“一带一路”贸易组团流向世界贸易组团的(或贸易额)。

## 3 “一带一路”贸易网络与全球贸易网络的对比分析

### 3.1 全球贸易网络与组团

如图1所示, 2016年, 全球贸易网络呈现出三方面特征: 一是世界贸易大国之间的贸易联系极强。例如, 中国与美国、日本、韩国、德国的贸易规模, 美国与日本、加拿大、韩国的贸易规模均超过1000亿美元, 其中, 中美贸易总额达5210亿美元。二是空间邻近的贸易大国之间贸易联系较强。例如美国与墨西哥、加拿大的贸易规模均超过4000亿美元, 中国、日本、韩国、德国等国家和地区的贸易规模均超过1500亿美元, 德国与荷兰、法国、英国等国家的贸易规模均高于1000亿美元。三是全球贸易网络呈现3个贸易高值集聚区域, 分别为北美地区、亚洲地区、欧洲地区。其中, 北美地区贸易规模

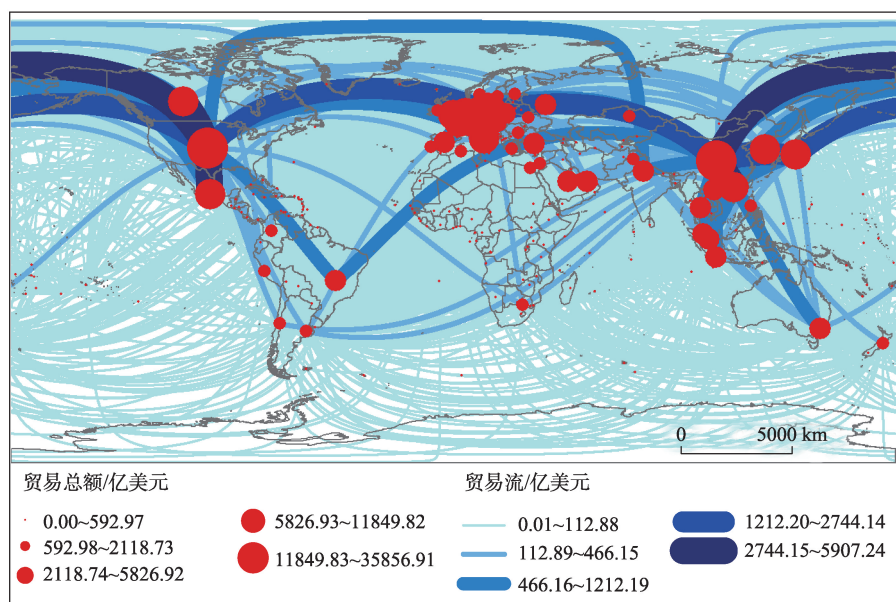


图1 世界贸易联系网络图

Fig.1 Spatial configuration of global trade linkage networks

最大的节点为美国、加拿大、墨西哥,贸易额分别为3.7万亿、7919亿、7609亿美元;亚洲地区贸易规模最大节点为中国,贸易额达3.69万亿美元,其次为日本、中国香港、韩国,贸易规模均超过1万亿美元;欧洲地区贸易核心节点不突出,贸易规模较大的节点包括德国、荷兰、法国、英国,其贸易额均超1万亿美元。

为了进一步分析全球贸易网络的拓扑结构,本文根据模块优化算法将全球贸易网络识别出五个组团。如图2所示,在全球化与区域化的综合作用下,5个贸易组团总体呈现出整体空间连续性,北非、中东等局部地区存在空间分割与空间跳跃。从贸易属性来看,主要是因为北非、中东多为资源型国家,这些国家与其主要出口目的地国家的贸易联系较强,而与毗邻国家的贸易联系相对较弱,故这

些地区国家所属组团较为多样化。

最大组团为亚澳—南非组团(图3a),是以中国为绝对核心的单核心网络结构,包括74个国家和地区。该组团中,从贸易规模与贸易联系来看,中国均是贸易网络的绝对核心节点;日本、中国香港、韩国是次重要节点,贸易规模较大且与组团内国家及地区贸易联系较紧密;新加坡、马来西亚、泰国、澳大利亚、越南、印度尼西亚等国家在组团内也占有相当贸易规模,属较重要的贸易节点。第二组团为美洲组团(图3b),是以美国为绝对核心的单核心网络结构,包括48个国家和地区。该组团中,无论贸易联系还是贸易规模,美国均为核心节点;加拿大、墨西哥贸易规模较大,但除美国外与组团内其他国家贸易联系较弱,其贸易网络节点的作用较薄弱;巴西、阿根廷、哥伦比亚和智利属于第三层次节点,贸易规模较大但组团内国家的贸易联系也不强。第三组团为欧亚组团(图3c),是以俄罗斯为单核心的网络结构,包括26个国家和地区。该组团内,俄罗斯处于贸易规模和贸易联系的核心地位,次重要节点为土耳其,再次为白俄罗斯、乌克兰和哈萨克斯坦;该组团内贸易规模较大的国家还包括希腊、立陶宛、埃及、拉脱维亚、保加利亚、爱沙尼亚、阿塞拜疆、格鲁吉亚等大部分中东欧国家。第四组团为欧洲组团(图3d),是多核心网络结构,包括46个国家和地区。该组团以德国荷兰、法国、英国等西欧

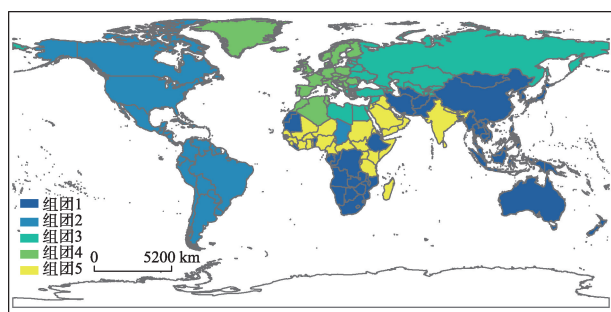


图2 世界各国贸易组团划分

Fig.2 Community structure based on global trade linkages



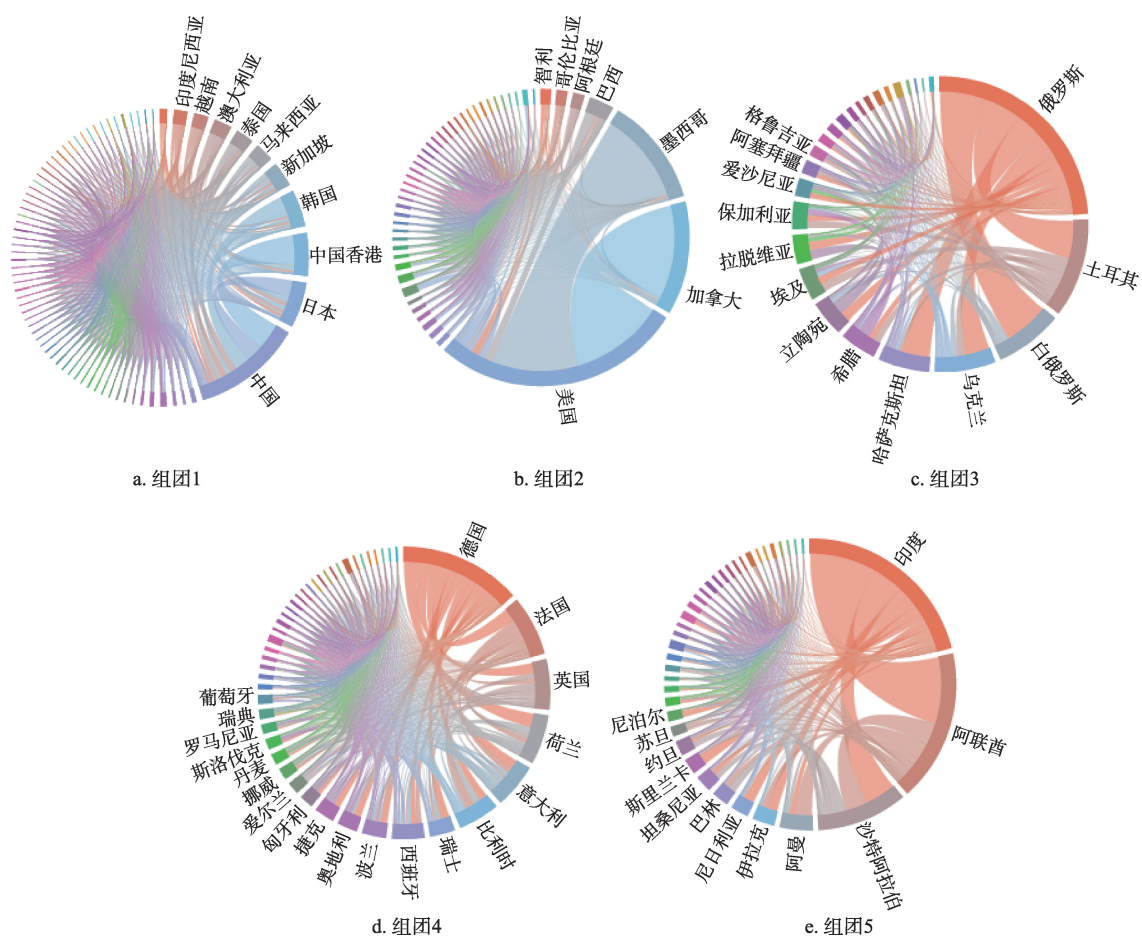


图 3 世界贸易组团内部网络结构

Fig.3 Topological structure of global community trade networks

发达国家为主要核心节点；另外，意大利、比利时、西班牙、瑞士、奥地利、捷克等国是次重要节点，其贸易规模较大且与组团内国家贸易联系紧密。与其他组团相比，该组团贸易网络的集中度相对较低，网络拓扑关系较复杂。第五组团为亚非组团（图 3e），是双核心贸易网络结构，包括 38 个国家和地区。该组团的贸易网络呈双核心结构，核心节点为印度、阿联酋；次核心节点为沙特阿拉伯，其贸易规模基本赶超阿联酋，且与组团内国家贸易联系逐渐加强；其他贸易规模较大的国家还包括阿曼、伊拉克、尼日利亚、巴林、坦桑尼亚等。

**3.2 “一带一路”贸易网络与组团**

目前，“一带一路”沿线国家已初步构成较紧密的贸易网络，中国在贸易网络中处于贸易联系核心和功能核心（宋周莺等，2017）。2016 年数据测算结果显示，“一带一路”沿线国家仍可以识别出 3 个主组团及 2 个次组团（图 4，图 5），基本与 2015 年保持不变（宋周莺等，2017）。

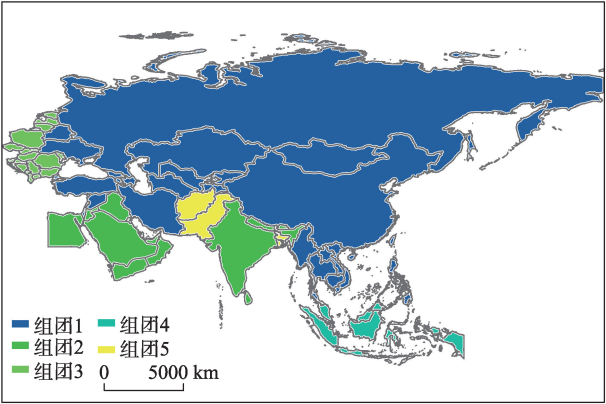


图 4 “一带一路”沿线国家的贸易组团划分

Fig.4 Community structure based on trade linkages of countries in the Belt and Road Initiative area

在 3 个主组团中，最大的是亚欧大组团，包括沿线 24 个国家，其贸易网络核心节点是中国，次重要节点为俄罗斯，再次为白俄罗斯、土耳其、哈萨克斯坦和乌克兰（宋周莺等，2017）。第二主组团是南亚



—西亚组团,包括16个国家,主要节点国家为印度、阿联酋、沙特阿拉伯,但其贸易商品结构较单一、贸易网络风险较大(宋周莺等,2017)。第三主组团是中东欧组团,包括17个国家,其贸易重心不明显,呈现以捷克、波兰、斯洛伐克、匈牙利、罗马尼亚等国家为节点的多核心结构(宋周莺等,2017)。2个次组团分别为:东南亚次组团,内部5个国家间贸易联系紧密、贸易流量较高;南亚次组团,3个国家主要由于地域邻近性带来贸易联系与贸易流量。

### 3.3 拓扑关系分析

2016年,受全球贸易不景气及能源资源价格大幅下跌的影响,全球贸易总额为31.94万亿元,同比下降3.72%;沿线国家贸易总额为10.73万亿美元,同比下降4.32%,其在全球贸易占比仍达33.6%。其中,中国、俄罗斯、印度—阿联酋等3个全球贸易组团的核心节点位于“一带一路”沿线;而美国、德—荷—法—英等2个全球贸易组团的核心节点不是传统的“一带一路”沿线国家。因此,在全球贸易网络中,沿线国家将被不同核心节点所吸引,从而带来“一带一路”贸易组团的整合与分割。为进一步解析“一带一路”贸易网络与全球贸易网络的拓扑关系,本文根据不同组团的国家数量、贸易流量关系分别绘制了桑基图(图6)。

#### 3.3.1 贸易组团间的国家关系

如图6a所示,大部分沿线国家仍被“一带一路”沿线的贸易核心所吸引。从国家数量看,在全球贸易网络中,被“一带一路”沿线贸易核心所吸引的国家共51个,其中20个国家被中国吸引,19个国家被俄罗斯吸引,12个国家被印度—阿联酋吸引;被非“一带一路”沿线的贸易核心(即美国、德—荷—法—英等西欧国家)吸引的国家共14个,其中12个国家与欧洲贸易联系较强,2个国家与美洲贸易联系较强。

从具体组团来看,其特点为:①“一带一路”亚欧大组团在全球贸易网络中发生了分裂。24个国家中,巴勒斯坦、以色列被吸纳进以美国为核心的美洲组团,其余22个国家仍被“一带一路”沿线贸易核心所吸引;其中,乌克兰、白俄罗斯、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、乌兹别克斯坦等国家被吸纳进以俄罗斯为核心的欧亚组团,其他17个国家被吸纳进以中国为核心的亚澳—南非组团。②“一带一路”南亚—西亚组团变化较小。在全球贸易网络中,原组团内绝大部分国家仍被以印度—阿联酋为核心的亚非组团吸引;仅卡塔尔、科威特被吸纳入以中国

为核心的亚澳—南非组团;而埃及、黎巴嫩则被吸纳入以德—荷—法—英等西欧国家为核心的欧洲组团。③“一带一路”中东欧组团分裂较彻底。在全球贸易网络中,原组团的17个国家,12个国家被吸纳入以德—荷—法—英等西欧国家为核心的欧洲组团,爱沙尼亚、保加利亚、拉脱维亚、立陶宛、摩尔多瓦等5国被吸纳入以俄罗斯为核心的欧亚组团。④“一带一路”2个次组团被整合。在全球贸易网络中,原东南亚次组团、南亚次组团的8个国家仍被“一带一路”沿线的贸易核心所吸引,但8个国家均被归并到以中国为核心的亚澳—南非组团。可见,在“一带一路”沿线贸易网络中,中东欧国家与沿线国家的贸易流量并不大,其主要贸易流向还是西欧发达国家,未来仍需进一步加强贸易联系。

#### 3.3.2 贸易组团间的贸易流

为了进一步对比分析沿线国家与“一带一路”沿线贸易流量及其与全球贸易流量的差异,本文绘制贸易流量桑基图(图6b),并测算沿线65个国家的BRI占比( $\text{BRI占比} = \frac{\text{某国与沿线国家的贸易流量}}{\text{某国全球贸易流量}}$ )。如图7所示,可以根据BRI测算结果将沿线国家分为以下4类:①BRI占比高于80%的国家,包括老挝、阿富汗、东帝汶、土库曼斯坦、缅甸、蒙古、尼泊尔、不丹、塔吉克斯坦、叙利亚等10个国家。其与“一带一路”沿线贸易联系强度极高,贸易流量较大的贸易伙伴基本是沿线国家,是“一带一路”高渗透国家。②BRI占比介于60%~80%的国家,包括伊朗、巴基斯坦、马尔代夫、阿曼、巴林、也门、伊拉克、吉尔吉斯斯坦、白俄罗斯、乌兹别克斯坦、摩尔多瓦、亚美尼亚、乌克兰、格鲁吉亚、黑山、巴勒斯坦等16个中东、中亚、南亚国家。其与“一带一路”沿线的贸易强度较高,贸易流量较大的贸易伙伴大部分是沿线国家,是“一带一路”较高渗透国家。③BRI占比介于40%~60%的国家,包括24个国家,其贸易流量在“一带一路”沿线内、外分布较为均衡,与“一带一路”沿线国家的贸易发展潜力较大。其中,印度尼西亚、马来西亚、新加坡等东南亚8国与中国贸易联系较强;约旦、斯里兰卡等与印度—阿联酋的贸易联系较强;拉脱维亚、保加利亚等7个中东欧国家及哈萨克斯坦、埃及等与俄罗斯的贸易联系较强。④BRI占比低于40%的国家,主要包括罗马尼亚、捷克等中东欧国家及中国、阿联酋、沙特阿拉伯、菲律宾、文莱、科威特、以色列、爱沙尼亚等国家。其中,中国、阿联酋、沙特阿拉伯等

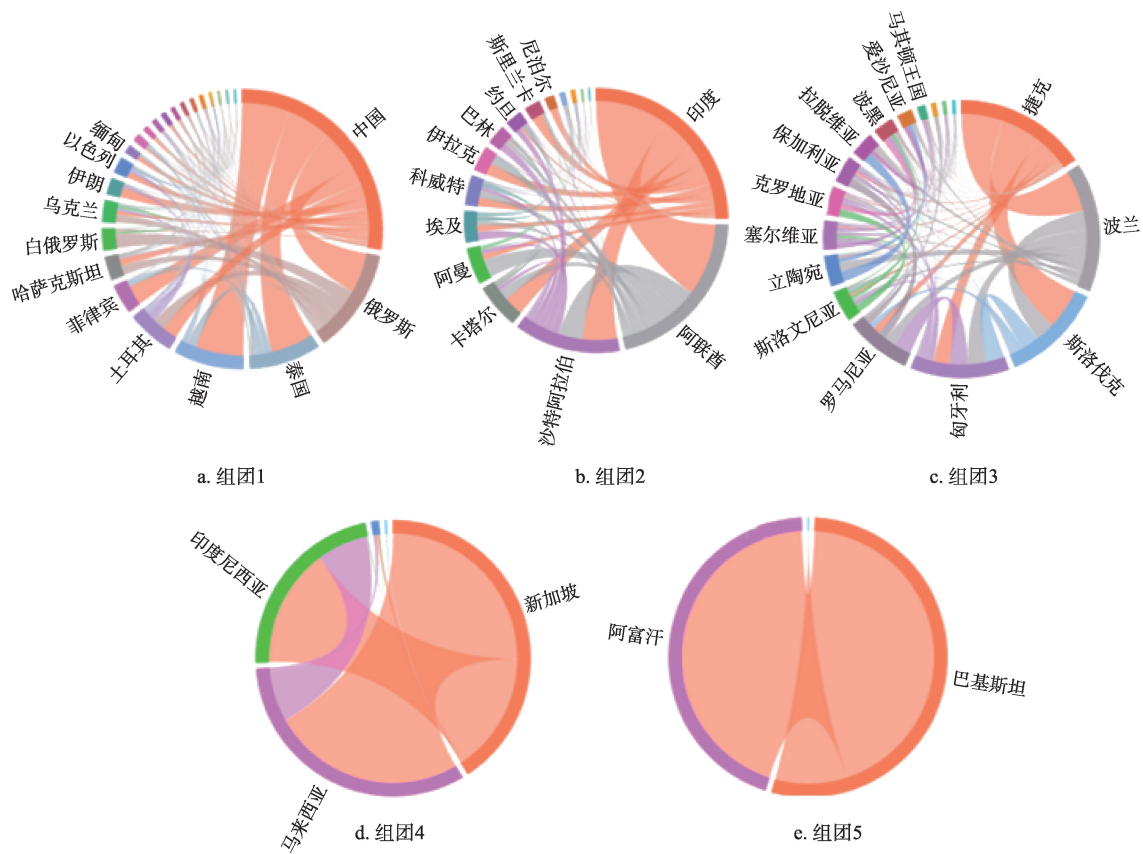


图5 “一带一路”贸易组团内部贸易网络

Fig.5 Topological structure of community trade networks in the Belt and Road Initiative area

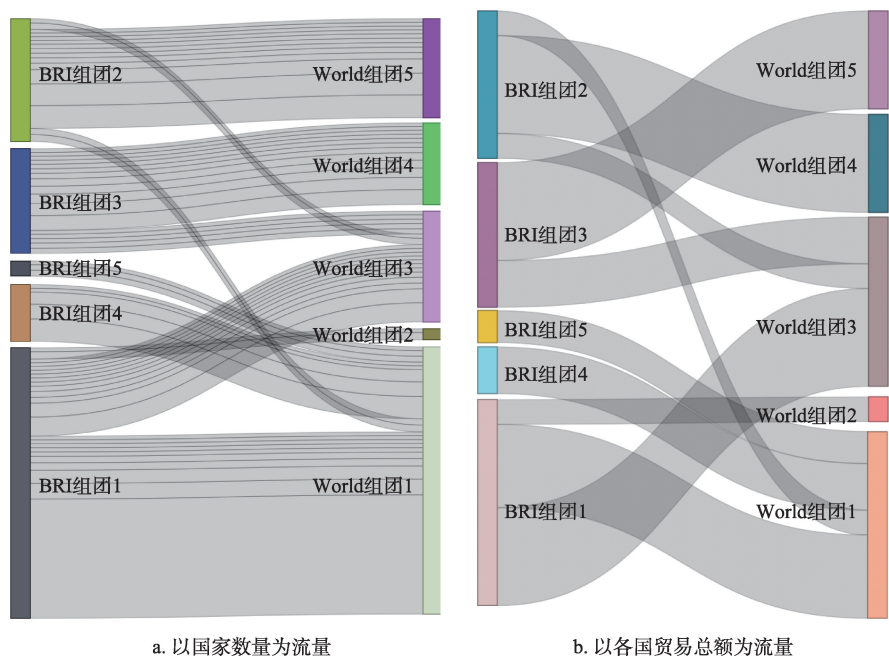


图6 全球贸易网络中“一带一路”贸易组团的变化<sup>①</sup>

Fig.6 Relationship between global communities and Belt and Road Initiative communities

①图中BRI组团为“一带一路”沿线贸易组团的简称,World组团为全球贸易组团的简称。

国家均为贸易大国,既是“一带一路”贸易网络核心、也是全球贸易网络核心,因此BRI占比并不高;其他国家大部分都与“一带一路”沿线的贸易联系较弱,是“一带一路”低渗透国家,贸易规模提升空间较大。

结合沿线国家的BRI占比及其在全球贸易网络中所属组团进行分析,结果如表1及图6b所示。在全球贸易网络中,以中国、俄罗斯、印度—阿联酋为核心的3个组团所属沿线国家,其与“一带一路”沿线的贸易联系均较强,大部分国家的BRI占比均超过40%。例如,欧亚组团中仅爱沙尼亚是“一带一路”低渗透国家;亚澳—南非组团中,除中国贸易核心外,仅菲律宾、文莱、科威特是“一带一路”低渗透国家;亚非组团中除阿联酋、沙特阿拉伯等贸易核心外,没有其他国家是“一带一路”低渗透国家。欧洲组团的沿线国家,其与“一带一路”沿线贸易联系整体较弱,超过一半国家的BRI占比低于40%。

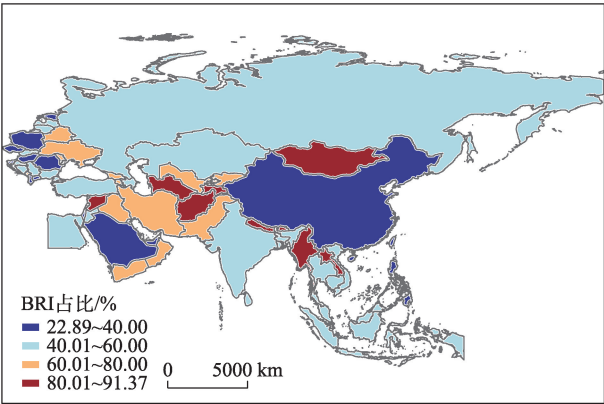


图7 沿线各国的“一带一路”贸易流量占比  
Fig.7 Penetration of countries along the Belt and Road in national trade volume

美洲组团中属于“一带一路”沿线的国家仅2个,其中以以色列与美国贸易流量大、贸易联系强;巴勒斯坦与“一带一路”沿线贸易联系较强,但其第一贸易伙伴是以色列,贸易占比达62.2%,因此也被吸纳进美洲组团。

可见,无论在“一带一路”贸易网络还是全球贸易网络中,中国、俄罗斯、印度—阿联酋均是拓补网络中心,但中国的核心节点地位更突出。在全球层面,中国、美国、德—法—英等欧洲发达国家是绝对核心,俄罗斯、印度—阿联酋是次核心。在“一带一路”贸易网络中,大部分沿线国家仍被中国、俄罗斯、印度—阿联酋核心节点所吸引,与“一带一路”沿线的贸易联系较强;而部分中东欧、东南亚国家则被不同的全球贸易核心吸引,未来仍需进一步加强“一带一路”贸易网络内联系。

4 结论与讨论

2013年习近平总书记提出的共建“一带一路”倡议,得到了国际社会高度关注和越来越多国家的积极响应。2017年5月“一带一路”国际合作高峰论坛的召开,表明“一带一路”正在由中国倡议转变为全球共识,“一带一路”建设进入新阶段。为了落实《联合公报》提出的“自由包容性贸易”,本文解析沿线国家与全球的贸易流关系,刻画了“一带一路”贸易网络与全球贸易网络的拓补关系,揭示沿线国家在全球贸易网络中的地位,可进一步明确未来“自由包容性贸易”体系建设的合作重点和关键节点。

研究主要结论问题:①全球贸易网络可以识别出亚澳—南非组团、欧亚组团、亚非组团、美洲组团、欧洲组团等5个组团,其核心节点分别是“一带

表1 全球贸易网络不同组团国家与“一带一路”沿线的贸易联系紧密度  
Tab.1 Trade penetration of 65 Belt and Road Initiative countries in global trade communities

BRI 占比/%	全球组团				
	亚澳—南非组团	欧亚组团	欧洲组团	亚非组团	美洲组团
>80	老挝、阿富汗、东帝汶、土库曼斯坦、缅甸、蒙古	塔吉克斯坦、叙利亚		尼泊尔、不丹	
60~80	伊朗、巴基斯坦	吉尔吉斯斯坦、白俄罗斯、摩尔多瓦、乌兹别克斯坦、亚美尼亚、乌克兰、格鲁吉亚	黑山	马尔代夫、阿曼、巴林、也门、伊拉克	巴勒斯坦
40~60	印度尼西亚、马来西亚、卡塔尔、新加坡、泰国、柬埔寨、越南、孟加拉国	拉脱维亚、立陶宛、哈萨克斯坦、埃及、保加利亚、黎巴嫩、土耳其、阿塞拜疆、俄罗斯联邦	波黑、塞尔维亚、克罗地亚、斯洛伐克	约旦、斯里兰卡、印度	
<40	菲律宾、文莱、中国、科威特	爱沙尼亚	马其顿、斯洛文尼亚、罗马尼亚、波兰、捷克、匈牙利、阿尔巴尼亚	阿联酋、沙特阿拉伯	以色列



一路”沿线的中国、俄罗斯、印度—阿联酋,及非沿线的美国、德—荷—法—英等欧洲发达国家。②“一带一路”沿线可以识别出3个主组团及2个次组团,其中,亚欧大组团以中国为核心、俄罗斯为次核心,南亚—西亚组团以印度、阿联酋、沙特阿拉伯为核心,中东欧组团、东南亚次组团、南亚次组团均呈多核心结构。③中国、俄罗斯、印度、阿联酋等四国是“一带一路”沿线贸易的拓扑网络中心,中国的核心节点地位尤其突出;同时,这些国家也是全球贸易网络的核心节点,在全球贸易中具有举足轻重的地位。介于世界贸易大国之间的贸易流量较大,这四国与全球贸易总额往往超过与沿线国家的贸易额,因此其BRI占比均不高。④在全球贸易网络中,沿线国家被不同核心节点所吸引,使“一带一路”沿线5个贸易组团发生整合与分割。其中,大部分沿线国家仍被中国、俄罗斯、印度—阿联酋核心节点所吸引,与“一带一路”沿线的贸易联系较强;中东欧国家主要被德—荷—法—英等西欧国家核心节点所吸引,是“一带一路”低渗透国家,未来发展潜力较大;部分东南亚国家是“一带一路”中等渗透国家,虽然仍被吸纳到以中国为核心的亚澳—南非组团,但未来仍需进一步加强贸易联系。

## 参考文献(References)

陈银飞. 2011. 2000-2009年世界贸易格局的社会网络分析[J]. 国际贸易问题, (11): 31-42. [Chen Y F. 2011. Analysis on social network of world trade situation in 2000-2009[J]. Journal of International Trade, (11): 31-42.]

段文奇, 刘宝全, 季建华. 2008. 国际贸易网络拓扑结构的演化[J]. 系统工程理论与实践, 28(10): 71-75, 81. [Duan W Q, Liu B Q, Ji J H. 2008. Topological structure evolution of world trade network[J]. Systems Engineering Theory & Practice, 28(10): 71-75, 81.]

公丕萍, 宋周莺, 刘卫东. 2015. 中国与“一带一路”沿线国家贸易的商品格局[J]. 地理科学进展, 34(5): 571-580. [Gong P P, Song Z Y, Liu W D. 2015. Commodity structure of trade between China and countries in the Belt and Road Initiative area[J]. Progress in Geography, 34(5): 571-580.]

何敏, 张宁宁, 黄泽群. 2016. 中国与“一带一路”国家农产品贸易竞争性和互补性分析[J]. 农业经济问题, (11): 51-60. [He M, Zhang N N, Huang Z Q. 2016. Analysis on competitiveness and complementarity of agricultural products trade in countries along "Belt and Road Initiative" areas[J]. Issues in Agricultural Economy, (11): 51-60.]

刘建国, 梁琦. 2015. “一带一路”能源合作问题研究[J]. 中国能源, 37(7): 17-20. [Liu J G, Liang Q. 2015. "Yidaiyilu" nengyuan hezuo wenti yanjiu[J]. Energy of China, 37(7): 17-20.]

刘卫东. 2017. “一带一路”: 引领包容性全球化[J]. 中国科学院院刊, 32(4): 331-339. [Liu W D. 2017. Inclusive globalization: New philosophy of China's Belt and Road Initiative[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 32(4): 331-339.]

刘卫东, 宋周莺, 刘志高. 2017. 以“丝路精神”推动世界和平与发展: 学习习近平总书记关于“一带一路”建设的思想[J]. 紫光阁, (7): 16-17. [Liu W D, Song Z Y, Liu Z G. 2017. Yi "silujingshen" tuidong shiji heping yu fazhan: Xuexi Xijiping Zongshuji guanyu "Yidaiyilu" jianshe de sixiang[J]. Journal of Tower of Violet Light, (7): 16-17.]

马述忠, 任婉婉, 吴国杰. 2016. 一国农产品贸易网络特征及其对全球价值链分工的影响: 基于社会网络分析视角[J]. 管理世界, (3): 60-72. [Ma S Z, Ren W W, Wu G J. 2016. The characteristics of agricultural trade network and its impact on the division of global value chain: Based on social network analysis[J]. Management World, (3): 60-72.]

马远, 徐俐俐. 2017. “一带一路”沿线国家天然气贸易网络结构及影响因素[J]. 世界经济研究, (3): 109-122. [Ma Y, Xu L L. 2017. The structure and influencing factors of natural gas trade network of countries along "Belt and Road Initiative" areas[J]. World Economy Studies, (3): 109-122.]

宋周莺, 车姝韵, 张薇. 2017. 我国与“一带一路”沿线国家贸易特征研究[J]. 中国科学院院刊, 32(4): 365-369. [Song Z Y, Che S Y, Zhang W. 2017. Spatial-temporal characteristics of foreign trade between China and countries along the Silk Roads[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 32(4): 365-369.]

孙晓蕾, 杨玉英, 吴登生. 2012. 全球原油贸易网络拓扑结构与演化特征识别[J]. 世界经济研究, (9): 11-17. [Sun X L, Yang Y Y, Wu D S. 2012. Identification of topological structure and evolution properties of global crude oil trade network[J]. World Economy Studies, (9): 11-17.]

王娜, 陈兴鹏, 张子龙等. 2015. “丝绸之路经济带”贸易联系网络结构研究: 基于省区尺度和国家尺度的社会网络分析[J]. 西部论坛, (3): 55-65. [Wang N, Chen X P, Zhang Z L et al. 2015. Research on trade ties networks structure of the Silk Road Economic Belt: Based on social network analysis of provincial scale and national scale [J]. West Forum, (3): 55-65.]

许和连, 孙天阳, 吴钢. 2015. 贸易网络地位、研发投入与技术扩散: 基于全球高端制造业贸易数据的实证研究[J]. 中国软科学, (9): 55-69. [Xu H L, Sun T Y, Wu G. 2015.

- Trade networks status, R & D expenditure and the technology diffusion: An empirica study based on the global high-end manufacturing trade data[J]. *China Soft Science*, (9): 55-69.]
- 邹嘉龄, 刘卫东. 2016. 2001-2013 年中国与“一带一路”沿线国家贸易网络分析[J]. *地理科学*, 36(11): 1629-1636.
- [Zou J L, Liu W D. 2016. Trade network of China and countries along "Belt and Road Initiative" areas from 2001-2013[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 36(11): 1629-1636.]
- Blondel V D, Guillaume J L, Lambiotte R, et al. 2008. Fast unfolding of communities in large networks[J]. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008(10): 155-168.
- Cinar E M, Johnson J, Geusz K. 2016. Estimating Chinese trade relationships with the Silk Road countries[J]. *China & World Economy*, 24(1): 85-103.
- Fagiolo G, Reyes J, Schiavo S. 2010. The evolution of the world trade web: A weighted-network analysis[J]. *Journal of Evolutionary Economics*, 20(4): 479-514.
- Liu W D, Dunford M. 2016. Inclusive globalization: Unpacking China's Belt and Road Initiative[J]. *Area Development and Policy*, 1(3): 323-340.
- Serrano MÁ, Boguñá M. 2003. Topology of the world trade web[J]. *Physical Review E*, 68: 015101.

## Topological relationship between trade network in the Belt and Road Initiative area and global trade network

SONG Zhouying<sup>1,2,3</sup>, CHE Shuyun<sup>1,2,3</sup>, YANG Yu<sup>1,2,3</sup>

(1. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, CAS, Beijing 100101, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** Unimpeded trade is one of the priorities of cooperation in the Belt and Road Initiative proposed by China. On 15 May 2017, the Joint Communiqué of the Leaders Roundtable of the Belt and Road Forum for International Cooperation reaffirmed the participants' shared commitment to build an open economy and ensure free and inclusive trade. The Belt and Road Initiative (BRI) is not only China's new action to drive its open and global development, but also a platform for increasingly more countries to explore free and inclusive trade. It is therefore important to examine the topological relationship between BRI trade network and global trade network, for promoting a universal, rule-based, open, nondiscriminatory, and equitable multilateral trading system. Based on a literature review, this article first analyzes community structure and trade network based on community detection algorithm, and then estimates the topological relationship of different trade communities. The findings of this article are as follows. First, we identified five trade communities in global trade network through community detection algorithm, in which China, USA, Russia, India- UAE, and Germany- the Netherlands- France- Britain and other European developed countries are the cores of the five trade communities, respectively. Second, we identified three trade communities and two sub-communities in the BRI trade network, in which China is the core, Russia is the sub-core of the biggest trade community, and India, UAE, and Saudi Arabia are cores of the second trade community (South Asia-West Asia). Third, the topological analysis results indicate that in the global trade network, most BRI countries are attracted by the core nodes in the BRI area, such as China, Russia, India-UAE core nodes, and have strong trade contact with BRI countries. Most Central-East European countries are mainly attracted by Germany- the Netherlands- France- Britain and other European developed countries with low penetration of BRI trade. Although some Southeast Asian countries are incorporated into the Asia-Australia-South Africa community with China as the core, they still need to strengthen trade linkages with BRI countries.

**Key words:** the Belt and Road Initiative; global; trade network; trade community; topological relationship