

全球铜矿石资源流动的网络关联及影响因素分析

刘 艳^a, 黄健柏^{a,b}, 湛金宇^{a,b}(中南大学^a商学院; ^b金属资源战略研究院, 长沙 410083)

摘 要:文章测度了2005—2014年全球铜矿石资源流动的网络关联关系,并基于社会网络分析法和QAP回归方法解构了全球铜矿石流动的网络关联特征及影响。结果显示:铜矿石贸易网络具有稳定性和松散性,且存在核心-边缘结构;“一带一路”沿线国家的角色地位具有明显的梯度特征,经济组织变量对铜矿石贸易存在显著的正向影响,铜矿石贸易联系的建立受经济发展水平差距、地理距离的影响不大,陆地相邻的国家确实能够促进贸易联系的发生,语言不同的国家更有利于贸易流量的选择。

关键词:有色金属;铜矿石;社会网络分析;QAP;“一带一路”

中图分类号:F426 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-6487(2017)07-0146-04

0 引言

有色金属资源是国民经济建设的重要物质基础。随着其跨国界贸易的日益频繁及其战略重要性,各国的贸易行为也表现出极大的博弈性,许多国家更是将对有色金属资源的掌控上升为国与国之间交往乃至谈判的重要筹码。就中国而言,铜铝等紧缺有色金属资源的保障需要充分利用国内和国际两个市场,尤其在未来资源洪峰与产业转型的双重施压下,其对外依存格局短期难以改变,而“一带一路”战略的提出,有望为我国对外资源开发打开新空间。在这一背景下,研究全球有色金属资源流动的网络关联特征,探讨影响有色金属互联互通的影响因素,对于保障有色金属资源安全、推进国民经济建设具有重要意义。鉴于此,本文采用社会网络方法,以铜矿石为例,构建2005—2014年全球铜矿石贸易关联网络,从整体和局部两个视角对全球铜矿石贸易网络的结构特征和“一带一路”沿线国家的角色地位进行识别,并进一步基于QAP回归方法深度挖掘影响铜矿石贸易网络关联的关键因素,从而为决策者采取针对性政策措施提供依据。

1 全球铜矿石贸易关联网络的网络分析方法

1.1 全球铜矿石贸易网络的构建方法

本文通过数学描述构建全球铜矿石贸易网络:第一步,以国家作为节点构建 $N \times N$ 矩阵,即设 $V_i(i=1, 2, \dots, n)$ 为出口国, $M_j(j=1, 2, \dots, n)$ 为进口国;第二步,以国家之间的贸易关联为边,以贸易的流动方向为边的方向,即进口

国与出口国间的贸易关联用邻接矩阵 $A=[a_{ij}](i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n)$ 表示, a_{ij} 取1或0,分别代表进口国与出口国之间存在或不存在贸易关系;第三步,在加权网络中需要以贸易额流量为节点间边赋予权重,即为 a_{ij} 赋予相应的权值,也就是贸易额流量, $W=[w_{ij}](i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n)$ 为贸易额流量的权重矩阵,一般用进口、出口贸易值来表示;最后, V 、 M 、 A 构成了全球铜矿石贸易的无权网络, V 、 M 、 W 构成了全球铜矿石贸易的加权网络,分别记作无权贸易网络 $H=(V, M, A)$,加权贸易网络 $G=(V, M, W)$ 。

1.2 全球铜矿石贸易关联网络的结构特征分析

(1)网络密度

网络密度是网络中节点间关系的联结程度,是指“实际存在的关系”与“可能数量的关系”的比例。在无权有向网络中, $D=L/n(n-1)$ 。其中, n 表示节点个数, L 表示实际关系数目,取值介于0和1之间。值越接近1,该网络的密度越大,对行动者产生的影响可能越大;反之,对行动者产生的影响越小。

(2)聚类系数

聚类系数可以度量网络的聚集程度。根据社会网络理论,在有向网络中, $C_i=n/k_i(k_i-1)$ 。其中, n 表示在节点 i 的所有相邻节点间的边数, k_i 表示节点 i 的所有相邻节点的个数。整个网络的聚类系数 C 为所有节点的局部聚类系数的均值,其取值范围为(0, 1),越接近1,说明该网络的聚集程度越高;反之,说明该网络的聚集程度越低。

(3)核心-边缘结构

核心-边缘模型可以揭示网络节点在网络中的层级划分。该模型以核心度的测算为基础,即 $MAX_p = \sum w_{ij} \delta_{ij}$ 。

基金项目:国家自然科学基金重点项目(71633006);国家自然科学基金青年项目(71403298);中国博士后科学基金资助项目(2016M600162);湖南省社会科学基金年度项目(16YBA372);中南大学研究生科研创新项目(2016zzts209)

作者简介:刘 艳(1993—),女,湖南石门人,硕士研究生,研究方向:资源经济与管理。

黄健柏(1954—),男,湖南临武人,教授,博士生导师,研究方向:资源经济与管理。

湛金宇(1988—),男,湖南益阳人,博士研究生,研究方向:产业经济学。

其中 $\delta_{ij} = c_i c_j$, δ_{ij} 表示一种关系在核心-边缘模型下存在与否, c 值即为各节点的核心度。通常将核心度大于 0.1 的经济体归于核心地带、0.01~0.1 之间的归于半核心地带、小于 0.01 的归于边缘地带。

1.3 全球有铜矿石贸易关联网络的角色地位分析

中心性是研究网络中各节点角色地位的重要指标。根据 Freeman (1979) 提出的中心性理论, 可以对各项指标代表的角色地位进行分析。这里具有四种角色位置的中心性指标。

(1) 度数中心度

度数中心度测量的是一个节点与其他节点发展交往的能力, 揭示网络中行动者自身的交易能力。点的度数中心度测量方式是: $C_{Ad}(i)$ 是点 i 的度数。

(2) 中间中心度

如果一个节点位于连接其他两个节点的路径上, 则该节点可以影响和控制两者的关系。点的中间中心度测量方式是:

$$C_{ABi} = \sum_j \sum_k \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}}, j \neq k \neq i \text{ 并且 } j < k$$

其中, g_{jk} 表示 j 和 k 之间的路径数目, $g_{jk}(i)$ 表示点 j 和 k 之间存在的经过点 i 的路径数目。一般来说, 中间中心度越小, 意味着该点不能控制其他行动者; 反之, 意味着该点能控制其他行动者。

(3) 接近中心度

接近中心度刻画的是节点不受其他行动者控制的能力。点的接近中心度测量方式是:

$$C_{ABi}^{-1} = \sum_{j=1}^n d_{ij}$$

其中, d_{ij} 为点 i 和 j 之间的路径距离, n 为网络规模。值得注意的是, 接近中心度的值越大, 越说明该节点不是网络的核心。

(4) 特征值中心度

特征值中心度从网络总体结构的角度找到最居于核心的行动者, 刻画行动者在整体网络中的影响力。点的特征值中心度测量方式是:

$$\lambda x_i = a_{1i} x_1 + a_{2i} x_2 + \dots + a_{ni} x_n$$

$$A'x = \lambda x$$

其中, A 是一个 $n \times n$ 矩阵, A' 是 A 的转置矩阵, a_{ij} 是点 i 对 j 的地位贡献量, x 代表中心度值向量。一般来说, 特征值中心度越大, 行动者在整体网络中的影响力越大; 反之, 影响力越小。

2 全球铜矿石贸易关联网络的实证分析

2.1 全球铜矿石贸易关联网络的建立

考虑数据的可获得性, 本文根据 HS 海关编码体系选取商品代码为 2603 的铜矿石及精矿, 并选取贸易额 500 美元以上的进出口数据, 建立 2005—2014 年全球铜矿石贸易关联网络。值得注意的是, 多数研究会原始数据进行标准化处理, 旨在使所有的权重取值范围属于 $[0, 1]$, 并

能在不同年份间具有可比性, 同时不会对社会网络分析结果产生实质性影响。

2.2 全球铜矿石贸易关联网络的结构特征分析

首先, 计算出全球铜矿石贸易关联网络的整体密度 (见表 1)。可以看出, 2005—2014 年间, 全球铜矿石贸易覆盖了世界 100 个左右的国家和地区, 参与国众多, 贸易关联数呈逐年增长的趋势。然而, 其网络密度在 0.04 上下波动, 贸易网络呈现出松散性, 各国家之间关联的紧密程度总体上并不高, 促进各国家之间更密切的经济协作还有较大空间。

接着, 计算出全球铜矿石贸易关联网络的聚类系数 (见表 1)。研究发现, 无论是无权网络还是加权网络, 其聚类系数都远远小于 1, 意味着全球铜矿石贸易关联并未显示出明显的“俱乐部”效应, 网络节点之间的贸易关联不紧密。总体而言, 全球铜矿石贸易网络关联具有稳定性和松散性。

表 1 全球铜矿石贸易的网络密度和聚类系数分析

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
网络规模 N	93	94	99	96	92	99	102	99	105	97
贸易关联数 L	316	364	378	380	342	385	395	426	459	448
无权密度 $D=L/N(N-1)$	0.037	0.042	0.039	0.042	0.041	0.040	0.038	0.044	0.042	0.048
无权聚类系数 C_u	0.145	0.161	0.148	0.155	0.140	0.156	0.161	0.167	0.161	0.180
加权聚类系数 C_w	0.176	0.240	0.234	0.271	0.233	0.278	0.288	0.262	0.336	0.310

进一步对全球铜矿石贸易关联网络的核心-边缘结构进行分析 (见表 2)。研究发现, 全球铜矿贸易网络存在着核心-半边缘-边缘结构, 且随时间呈平稳的浮动趋势。其中, 核心地带国家数量处于偏窄窄幅振荡区间, 从 2005 年的 5 个稳步增长到 2014 年的 8 个, 但受金融危机影响遭遇瓶颈, 难以突破 2007 年的最高值 9 个。

表 2 全球铜矿石贸易的核心-结构分析

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
核心国家数 N_1	5	7	9	8	7	8	9	9	7	8
半边缘国家数 N_2	58	69	64	63	79	59	66	52	80	63
边缘国家数 N_3	30	18	26	25	6	32	27	38	18	26

2.3 全球铜矿石贸易关联网络的角色地位分析

许和连等 (2015)、马远和徐俐俐 (2016) 等基于“一带一路”沿线国家间的高端制造业贸易数据和石油双边贸易数据, 对“一带一路”沿线国家的角色地位进行了中心性分析。此类研究剔除了非“一带一路”沿线国家数据, 使得其结果存在一定的失真。这是因为包含所有贸易国家及其贸易关联数据整体网是建立在系统的数据基础上, 可以把贸易系统视为一个整体和构成整体的各个部分 (刘军, 2014), 从而相较于建立在局部数据上的个体网, 其量化分析结果更为准确。按照这一思路, 本文基于全球铜矿石贸易网络进行各节点的中心性分析, 着重探究“一带一路”战略下的角色地位分配 (见下页表 3)。

研究表明, 并非所有“一带一路”沿线国家都参与全球铜矿石贸易, 贸易合作面临增长“短板”, 而这也恰恰是促进新一轮战略合作的“动力源”。具体而言, 我国的度数中心性、中间中心性、特征向量中心性居于首位, 表明

表3 2014年“一带一路”沿线国家四种中心性指标情况

排名	度数中心性		中间中心性		接近中心性		特征向量中心性	
	国家	数值	国家	数值	国家	数值	国家	数值
1	中国	64.583	中国	44.828	中国	22.803	中国	47.424
2	印度	26.042	保加利亚	5.25	印度	20.69	印度	27.659
3	保加利亚	20.833	印度	4.625	保加利亚	20.168	印度尼西亚	20.841
4	马来西亚	16.667	哈萨克斯坦	4.196	土耳其	20.126	菲律宾	19.822
5	泰国	15.625	土耳其	3.447	波兰	20.084	马来西亚	19.491
6	菲律宾	14.583	越南	2.586	泰国	20.084	保加利亚	19.463
7	印度尼西亚	13.542	新加坡	2.565	马来西亚	20.042	泰国	19.096
8	土耳其	13.542	菲律宾	2.375	菲律宾	19.958	波兰	17.029
9	越南	13.542	波兰	2.056	印度尼西亚	19.917	土耳其	15.64
10	波兰	12.5	阿联酋	1.637	越南	19.876	越南	15.483
11	新加坡	12.5	马来西亚	1.519	新加坡	19.876	阿曼	14.157
12	阿曼	10.417	泰国	0.816	阿曼	19.835	新加坡	12.974
13	阿联酋	9.375	阿曼	0.43	阿联酋	19.713	阿联酋	9.782
14	格鲁吉亚	7.292	印度尼西亚	0.402	罗马尼亚	19.512	格鲁吉亚	8.66
15	老挝	5.208	巴基斯坦	0.208	格鲁吉亚	19.277	老挝	8.137
16	蒙古	4.167	俄罗斯	0.175	老挝	19.277	蒙古	6.928
17	罗马尼亚	4.167	格鲁吉亚	0.131	蒙古	19.162	罗马尼亚	6.736
18	哈萨克斯坦	4.167	罗马尼亚	0.094	沙特阿拉伯	19.124	沙特阿拉伯	5.77
19	俄罗斯	4.167	老挝	0.039	亚美尼亚	19.085	亚美尼亚	5.213
20	沙特阿拉伯	3.125	波黑	0.022	哈萨克斯坦	18.935	巴基斯坦	4.112
21	亚美尼亚	3.125	蒙古	0.015	巴基斯坦	18.935	伊朗	3.686
22	巴基斯坦	3.125	亚美尼亚	0.01	伊朗	18.787	哈萨克斯坦	2.99
23	伊朗	2.083	沙特阿拉伯	0.007	阿尔巴尼亚	18.713	阿尔巴尼亚	2.839
24	科威特	2.083	伊朗	0	吉尔吉斯斯坦	18.713	吉尔吉斯斯坦	2.839
25	以色列	2.083	科威特	0	缅甸	18.713	缅甸	2.839
26	波黑	2.083	以色列	0	卡塔尔	18.713	卡塔尔	2.839
27	阿尔巴尼亚	1.042	阿尔巴尼亚	0	科威特	17.518	科威特	2.667
28	吉尔吉斯斯坦	1.042	吉尔吉斯斯坦	0	以色列	17.518	以色列	2.466
29	缅甸	1.042	缅甸	0	俄罗斯	17.455	俄罗斯	2.177
30	卡塔尔	1.042	卡塔尔	0	波黑	16.901	乌克兰	1.186
31	乌克兰	1.042	乌克兰	0	塞尔维亚	16.901	塞尔维亚	1.165
32	塞尔维亚	1.042	塞尔维亚	0	马其顿	16.901	马其顿	1.165
33	马其顿	1.042	马其顿	0	塞浦路斯	16.872	波黑	1.127
34	斯里兰卡	1.042	斯里兰卡	0	捷克	16.842	斯里兰卡	1.011
35	塞浦路斯	1.042	塞浦路斯	0	希腊	16.842	塞浦路斯	0.936
36	捷克	1.042	捷克	0	乌克兰	16.754	捷克	0.912
37	希腊	1.042	希腊	0	柬埔寨	16.696	希腊	0.912
38	柬埔寨	1.042	柬埔寨	0	斯里兰卡	16.327	柬埔寨	0.777
39	阿塞拜疆	1.042	阿塞拜疆	0	阿塞拜疆	16.027	阿塞拜疆	0.179
40	塔吉克斯坦	1.042	塔吉克斯坦	0	塔吉克斯坦	16.027	塔吉克斯坦	0.179

我国的“管道”、“中介”和“驱动”作用显著。印度、保加利亚、马来西亚和泰国度数中心性排在前5位,说明其贸易对象广泛。相对其他指标而言,哈萨克斯坦、越南和新加坡的中间中心性表现抢眼,排名分别位于第4、第6和第7位,发挥着重要的“桥梁”和“枢纽”作用。其次,接近中心性指标相对落后是所有国家普遍存在的现象,其贸易行为的独立问题需要引起关注。印度尼西亚和菲律宾的特性向量中心性排名均跻身前5位,其贸易行为具有重要影响力。蒙古、阿曼、阿联酋和老挝的各项中心性指标均位列前20位,沙特阿拉伯、伊朗等西亚国家也占有一席之地,但众多中东欧、南亚、独联体国家在中心性排名中仍然难觅踪影,处于全球铜矿石贸易网络边缘。总体而言,“一带一路”沿线国家的角色地位具有明显梯度特征。

3 全球铜矿石贸易关联网络的影响因素分析

3.1 QAP回归方法介绍

QAP回归是一种以矩阵数据的置换为基础,对两个(或多个)方阵中各个值的相似性进行比较,进而给出矩阵间的相关系数,同时对 r^2 的显著性进行评价。步骤如下:首先计算已知的解释变量矩阵和被解释变量矩阵之间的相关系数;其次对解释变量矩阵的具体行列进行随机置换进而重新计算相关系数,并重复这种步骤几百次甚至几千次;最后得到估计统计量的标准误差。

3.2 理论假设与模型设立

引力模型将双边贸易规模与经济发展水平、地理距离联系起来,认为两国间贸易规模与两者的经济总量成正比,与两者的地理距离成反比。不仅如此,McCallum(1995)提出著名的“边境之谜”,认为陆地是否相邻同样是影响贸易规模的重要因素,覃静(2015)、马远和徐俐俐(2016)均将陆地相邻关系纳入影响因子分析。除此之外,“距离”这一空间物理概念还与文化纬度的变量挂钩,赵瑜和周义红(2013)研究发现语言方面的文化差异会制约国际贸易的开展。最后,政策变化同样影响贸易往来,许和连等(2015)运用指数随机图(ERGM)回归分析,揭示了制度因素对高端制造业贸易具有明显正向促进作用。与之不同的是,本文选取了共同经济组织来表示这一政策因素,这是因为共同经济组织内的国家之间实施关税互利政策以减少甚至取消各成员国之间的贸易壁垒,使得贸易自由度大大提升。综合起来,作出如下理论假设:全球铜矿石贸易关联网络Q主要受五个关系因素的影响,分别是由经济发展水平差异P.GDP、地理距离差异Dist、陆地相邻关系Conting、语言关系Lang和经济组织关系Group引起。

据此,可以设立模型:

$$Q=f(P.GDP, Dist, Conting, Lang, Group)$$

该模型显示的是关系数据之间的关系,实证数据是一系列的矩阵。为避免因对稀疏网络进行回归导致模型的拟合效果不理想,本文将铜矿石贸易合计额占世界贸易总额95%的国家抽取出来,以构建对应的较密集网络。最终,铜矿贸易网络最终涵盖国家为24个。经济发展水平差异用相应的差值矩阵P.GDP表示,并将网络数据进行极差标准化处理,即 $P.GDP_{\text{标准化}}=(P.GDP_i - P.GDP_{\text{最小}})/(P.GDP_{\text{最大}} - P.GDP_{\text{最小}})$ 。地理距离差异采用世界各国首都间的直线距离矩阵Dist表达。陆地相邻关系用相邻关系矩阵Conting表达,各国家之间陆地相邻则取1,否则取0。语言关系用语言关系矩阵Lang表达,两国间使用同一种语言则取1,否则取0。选取美洲自由区、非盟、欧盟、东盟、亚太经和组织五大国际经济组织构建经济组织关系Group

矩阵,1或0分别代表两国存在或不存在加入同一国际经济组织。数据来源于世界银行数据库及 CEPII 网站。

3.3 QAP 回归分析

本文运用 Ucinet 软件建立 QAP 回归模型,并将随机重复次数设定为 10000,回归结果见表 4 和表 5。结果表明:(1)表征是否存在同一经济组织变量的系数绝对值最大,且在两个网络中均通过了 1% 的显著性水平。说明经济组织变量是构成铜矿贸易网络演变的最主要因素,同处一个经济组织的国家间更有利于贸易联系的产生和贸易合作的加强。(2)地理距离变量的回归系数均接近 0,地理距离对贸易网络并没有什么影响。出现这一结果的原因可能在于各国贸易发展的相互依赖性越来越强,特别是现代交通运输手段的发展已经部分或基本消除了资源分布地和消费地在空间上的限制,地理距离已不再是引力模型中阻碍贸易交往的制约因素。(3)相反,陆地相连变量的回归系数均为正值,尤其是在无权贸易网络中更为显著,说明两国相邻确实能够促进铜矿贸易联系的发生。(4)经济发展水平差异仅在部分年份通过了加权网络 10% 的显著性检验,也就是说,经济发展水平相近的国家并不一定会发生贸易联系,但如果存在贸易联系,两国间倾向于选择较大的贸易量。(5)相对于贸易联系的选择而言,语言相同与否对贸易流量影响更大,甚至产生抑制作用,出现这一结果的原因可能在于相同语言的国家之间由于资源禀赋的同质性或者资源的竞争关系降低了相互贸易的可能,甚至也会降低其贸易规模的选择。

4 总结

本文以铜矿石为例,采用 2005—2014 年各国铜矿石双边贸易数据,运用社会网络方法深入探讨了全球铜矿石资源流动的网络关联特征,并进一步基于 QAP 回归方法揭示了铜矿石贸易关联的主要影响因素。研究发现:(1)全球 100 多个国家的铜矿石贸易网络规模具有稳健性,贸易关联数呈增长状态,各节点国家的贸易关联具有松散性,且存在明显的“核心-边缘结构”;(2)“一带一路”沿线国家的角色地位具有明显梯度特征。中国、印度、马来西亚等东亚国家占有举足轻重的地位,哈萨克斯坦、越南和新加坡发挥着优越的“桥梁”和“枢纽”作用,沙特阿拉伯、伊朗等西亚国家以及蒙古、俄罗斯、阿曼等国家也占有一

表 4 铜矿贸易无权网络 QAP 回归结果

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
C	0.0617 (0.0000)	0.1489 (0.0000)	0.1289 (0.0000)	0.1038 (0.0000)	0.1385 (0.0000)	0.1427 (0.0000)	0.1722 (0.0000)	0.1513 (0.0000)	0.1313 (0.0000)	0.1620 (0.0000)
P.GDP	0.0301 (0.0109)	-0.0589 (-0.0202)	0.0612 (0.0208)	0.0347 (0.0119)	-0.0632 (-0.0226)	-0.0353 (-0.0122)	-0.1641 (-0.0569)	-0.0935 (-0.0319)	-0.0486 (-0.0170)	-0.0834 (-0.0284)
Dist	0.0000** (0.0903)	0.0000 (0.0502)	0.0000 (0.0217)	0.0000 (0.0455)	0.0000 (0.0452)	0.0000 (0.0302)	0.0000 (0.0561)	0.0000 (0.0615)	0.0000 (0.0452)	0.0000 (0.0391)
Conti	0.2861*** (0.1428)	0.1717** (0.0811)	0.1057 (0.0493)	0.1146 (0.0540)	0.0744 (0.0366)	0.1804** (0.0850)	0.2273*** (0.1073)	0.1793** (0.0831)	0.2323*** (0.1096)	0.1863** (0.0858)
Lang	-0.0673 (-0.0534)	0.0582 (0.0437)	-0.0037 (-0.0028)	-0.0223 (-0.0167)	-0.0285 (-0.0223)	-0.0367 (-0.0275)	0.0704 (0.0529)	0.0608 (0.0448)	0.0571 (0.0429)	0.0615 (0.0450)
Group	0.1542*** (0.1809)	0.1949*** (0.2164)	0.2069*** (0.2270)	0.2403*** (0.2662)	0.2115*** (0.2444)	0.2639*** (0.2924)	0.2515*** (0.2792)	0.2445*** (0.2664)	0.2350*** (0.2609)	0.2701*** (0.2924)
R ²	0.0560 (0.0490)	0.0640 (0.0570)	0.0570 (0.0500)	0.0740 (0.0680)	0.0600 (0.0530)	0.0970 (0.0910)	0.1100 (0.1040)	0.0910 (0.0840)	0.0960 (0.0890)	0.1090 (0.1020)

注:***表示 $P < 0.01$, **表示 $P < 0.05$, *表示 $P < 0.1$, 括号内为标准化回归系数。下同。

表 5 铜矿贸易加权网络 QAP 回归结果

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
C	-0.0367 (0.0000)	-0.0336 (0.0000)	-0.0397 (0.0000)	-0.0442 (0.0000)	-0.0487 (0.0000)	-0.0488 (0.0000)	-0.0440 (0.0000)	-0.0485 (0.0000)	-0.0483 (0.0000)	-0.0494 (0.0000)
P.GDP	0.0458* (0.0975)	0.0411 (0.0957)	0.0461 (0.1027)	0.0492 (0.1025)	0.0690* (0.1217)	0.0643* (0.1231)	0.0575* (0.1185)	0.0561* (0.1128)	0.0547* (0.1116)	0.0613* (0.1231)
Dist	0.0000*** (0.1340)	0.0000*** (0.1420)	0.0000*** (0.1635)	0.0000*** (0.1739)	0.0000*** (0.1264)	0.0000*** (0.1416)	0.0000*** (0.1464)	0.0000*** (0.1688)	0.0000*** (0.1716)	0.0000*** (0.1598)
Conti	0.0014 (0.0042)	0.0059 (0.0190)	0.0087 (0.0265)	0.0156 (0.0446)	0.0089 (0.0215)	0.0115 (0.0301)	0.0178 (0.0498)	0.0135 (0.0368)	0.0166 (0.0459)	0.0318** (0.0861)
Lang	-0.0151** (-0.0706)	-0.0104* (-0.0529)	-0.0147** (-0.0715)	-0.0137** (-0.0625)	-0.0199** (-0.0764)	-0.0146* (-0.0607)	-0.0113 (-0.0505)	-0.0117* (-0.0510)	-0.0107 (-0.0470)	-0.0148** (-0.0640)
Group	0.0284*** (0.1962)	0.0241*** (0.1816)	0.0262*** (0.1883)	0.0296*** (0.1992)	0.0387*** (0.2202)	0.0351*** (0.2155)	0.0324*** (0.2142)	0.0328*** (0.2102)	0.0311*** (0.2022)	0.0281*** (0.1789)
R ²	0.0540 (0.0480)	0.0510 (0.0440)	0.0600 (0.0530)	0.0660 (0.0590)	0.0670 (0.0610)	0.0680 (0.0610)	0.0690 (0.0620)	0.0690 (0.0630)	0.0670 (0.0610)	0.0650 (0.0580)

席之地,众多中东欧、南亚、独联体国家处于网络边缘。(3)共同经济组织变量对铜矿石贸易存在显著的正向影响,铜矿石贸易联系的紧密性受经济发展水平差距、地理距离的影响不大,陆地相邻的国家确实能够促进贸易联系的发生,语言不同的国家更有利于贸易流量的选择。

参考文献:

- [1]Freeman L. C. Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification [J]. Social Networks, 1979,(1).
- [2]Everett, M. Social Network Analysis [M]. Essex: Textbook at Essex Summer School in SSAD, 2002.
- [3]McCallum J. National Borders Matter: Canada-U.S. Regional Trade Patterns [J]. American Economic Review, 1995, 85(3).
- [4]马远,徐俐俐. 丝绸之路经济带沿线国家石油贸易网络结构特征及影响因素[J]. 国际贸易问题, 2016, (11).
- [5]许和连,孙天阳,成丽红. “一带一路”高端制造业贸易格局及影响因素研究——基于复杂网络的指数随机图分析[J]. 财贸经济, 2015, (12).
- [6]刘军. 整体网络分析:Ucinet 软件使用指南[M]. 上海: 上海人民出版社, 2014.
- [7]覃静. 世界能源贸易网络的结构特征及其影响因素分析[D]. 长沙: 湖南大学硕士论文, 2014.
- [8]赵瑜,周义红. 文化差异对国际贸易的制约及对策分析[J]. 时代金融, 2013, (6).

(责任编辑/刘柳青)