

研究论文

北极航线体系国家关系网络研究

丁超君^{1,2} 李振福^{1,2} 史晓梅¹ 陈雪¹

(¹大连海事大学交通运输工程学院, 辽宁 大连 116026;

²大连海事大学综合交通运输协同创新中心, 辽宁 大连 116026)

摘要 随着北极海冰融化, 北极航线所具有的巨大战略价值吸引了多个国家的关注, 北极航线地缘问题将成为未来国际地缘问题中的重要一环。本文通过构建北极航线体系国家关系网络, 定量研究 2007—2019 年期间, 北极航线体系国家关系网络的结构特征演化, 并测算各个国家的地缘权力特征。结果表明: 北极航线体系国家关系网络规模不断扩大, 网络密度则呈现先上升后下降的态势。分析各子网络, 科考合作网络与环保合作网络的网络密度最大, 能源合作网络与航运合作网络的网络密度呈上升趋势, 安全合作网络密度一直较低。北极航线体系国家关系网络具有小世界性, 无标度特征在演化过程中越为明显。分析具体节点特征, 开始北极八国是网络中重要的节点, 在演化过程中, 北极域外国家重要程度上升。另外划分社团, 在演化过程中, 北极八国从聚合走向分化, 网络中的国家关系更加复杂。

关键词 北极航线 地缘问题 复杂网络 国家关系

doi: 10.13679/j.jdyj.20200047

0 引言

北极海冰的加速融化, 使北极航线开通有望。北极航线所具有的巨大战略意义与经济价值, 引起了各个国家关注, 首先北极国家对北极航线具有主权诉求, 域外国家则关注北极航线带来的经济利益及能源通道价值, 北极国家及北极域外国家以北极航线为对象的权益争夺与地缘政治争斗是未来国际地缘格局的重要组成部分。为此, 本文通过构建北极航线体系国家关系网络, 分析北极航线带来的国家地缘关系的互动变化, 进而为中国争取北极航线权益、制定北极航线战略提供依据。

目前北极航线对国家间政治关系的影响的相关研究有以下几个方面。

一是研究北极主权政治问题。北极地区的主权争端一直是北极研究的重点, 诸多学者对俄罗斯与加拿大向联合国提交的延伸北极大陆架申请的合法性进行研究^[1-2], 北极沿岸国家通过“先占”、“扇形原则”、“外大陆架”、“直线基线法”等理由以寻求其在北极地区的主权。另外, 也有学者研究了东北航线与西北航线的法律地位, 并研究了俄罗斯与加拿大对北极航线的相关法律法规^[3-5]。

二是研究国家的北极航线政策及战略措施。有学者对北极八国发布的政策文件进行分析, 归纳北极国家对北极航线的立场与侧重点, 其中俄罗斯对北极航线实施“实际占有”战略, 美国注重国家安全, 加拿大注重行使主权与北极保护^[6-7]。此外, 也有学者分析了非北极国家如德国、中国、日本、韩国、英国的北极战略及北极权益争取的

[收稿日期] 2020 年 5 月收到来稿, 2020 年 6 月收到修改稿

[基金项目] 国家高技术研究发展计划(2016YFC142706)、国家自然科学基金重点项目 (71831002)、教育部长江学者和创新团队发展计划 (IRT_17R13)和国家社会科学基金后期资助项目(19FZZB013)资助

[作者简介] 丁超君, 男, 1991 年生。研究方向为北极航线、系统控制、运输网络。E-mail: junecding@163.com

外交实践,德国主要通过参与北极环境保护与北极科研的形式参与到北极事务中;中国、日本、韩国对北极航线的经济价值与能源价值较为看重,积极参与北极航线的航行实践以及与俄罗斯及北欧国家合作开发北极能源;英国的主要策略是积极与北极国家和原住民交流,主张保护北极自然环境^[8-10]。

三是研究北极航线地缘政治格局。Dittmer 等^[11]将北极地缘政治定义为 2 种交织的空间秩序,第一个是开放的、不稳定的空间区域,第二个是国家建设与国际关系的空间。另外,有学者分析了北极地缘格局的影响因素,认为冷战后俄罗斯与西方的关系,以及中国快速经济增长带来的驱动力,这两点因素是影响北极地缘政治的重要因素^[12]。随着北极的影响范围的扩大化,北极航线地缘关系逐渐呈现向全球化扩散的趋势^[13-15],李振福^[16]依据北极地缘政治关系的扩大化趋势,提出大北极国家关系网络,研究其中的地缘政治问题。

总体来看,现有分析北极航线对国家间政治关系的影响的相关研究,主要研究国家的北极的相关战略与政策,从宏观角度分析国家间北极合作以及北极地缘政治的研究成果也较多,而通过量化方法分析北极航线相关国家地缘格局的研究成果较少。在北极航线开通背景下,北极航线沿线国家地缘关系处于整体宏观经济、政治、自然、技术环境之中,孤立分析单个国家政策意义有限。北极航线的全球化与北极航线影响地缘区域的扩大化趋势,使北极航线地缘问题成为未来国

际地缘问题中的重要一环,北极航线地缘关系的研究亟待推进。基于此,本文选取特定的北极航线体系国家作为节点,以国家间的地缘关系为连边,构建北极航线体系国家关系网络(后面称国家关系网络),定量研究北极航线体系国家地缘关系的结构特征,测算各个国家的地缘权力特征,从而为我国北极航线政策的制定提供参考。

1 研究方法 with 数据

1.1 研究区域及对象概述

北极航线所带来的巨大利益、具有的战略意义及产生的全球自然环境变化,使北极航线问题辐射到更大的国家和地区。另外北极航线产生了北极航线政治贸易格局的博弈问题等。因此,需将北极航线的地缘格局范围进行合理延伸与扩大,从而更清楚地了解北极航线影响下地缘政治和经济格局的演变。由此,本文提出北极航线体系国家关系网络,北极航线体系国家便是其中的国家主体,北极航线体系国家的北极航线利益需求及其间的互动产生了北极航线国家地缘网络的形成、演化问题。

分析北极航线体系国家关系网络,首先界定其空间范围,根据北极航线缩短的主要是东亚与欧洲、美东港口之间的距离的性质,将北极航线体系国家限定在亚洲、欧洲、北美地区,在此空间范围内研究北极航线体系国家。区域如图 1 所示,将亚欧美地区中的所有国家所在区域纳入到北极航线体系国家关系网络区域中。

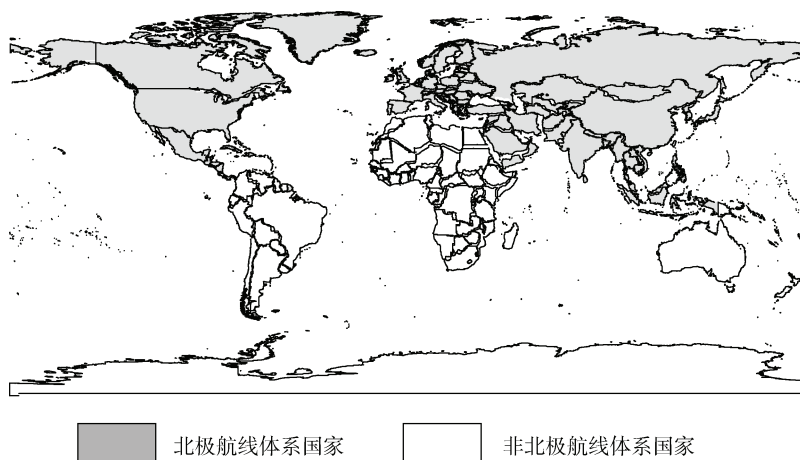


图 1 北极航线体系国家关系网络空间范围

Fig.1. Space range of the national network of the Arctic route system

1.2 研究框架构建

根据现有研究,地缘关系是指以国家地缘重量、国家间地缘距离、地缘流量等地缘要素为基础的国家之间的地缘政治、地缘经济、地缘文化等关系^[17],地缘政治则是地缘关系研究中最为关注的主题^[18]。同样,北极航线体系国家地缘关系中地缘政治关系是其中重要的关系。

复杂网络是研究地缘政治关系的可行方法,复杂网络对于关系的关注与地缘政治关系的研究思路较为契合^[19],为定量分析地缘政治格局的整体特征、地缘政治格局中国家的权力特征、以及地缘政治格局内部的集聚情况提供了理论方法。

因此,本文通过构建北极航线体系国家关系网络研究北极航线地缘政治关系。首先通过查阅论文、新闻等方式得到北极航线体系国家间关系的数据。以数据为基础,构建北极航线体系国家关系网络,以国家为节点,以国家间北极政治合作关系(科考合作、环保合作、能源合作、航运合作)为边,若国家间存在合作,则国家间建立边权为 1 的连边,从而构建无向无权网络。其中北极地缘政治合作存在 5 种指标:科考合作、环保合作、能源合作、航运合作、安全合作,由此再构建 5 个子网络,分别为科考合作网络、环保合作网络、能源合作网络、航运合作网络、安全合作网络。子网络的构建以科考合作网络为例,以国家为节点,以特定国家北极科考合作关系为边,若国家间存在北极科考合作,则国家间建立边权为 1 的连边,从而构建无向无权网络。北极航线体系国家关系网络具体构建过程如图 2 所示。

国家关系网络分析框架如下:设定国家关系网络的时间范围,构建不同时间点下的国家关系网络以及子网络;测度国家关系网络以及各个子网络的整体特征,通过复杂网络参数,如网络规模、网络密度、小世界性、无标度性等指标,并通过网络度分布熵分析网络的有序性;通过度值指标,研究国家在国家关系网络以及各个子网络中的网络地位;通过社团划分,分析国家关系网络的社团关系。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 复杂网络参数

复杂网络是研究社会系统的一个理论方法,北极航线体系国家间的关系可以抽象为节点与边,揭示北极航线体系国家关系网络的整体特征及各节点的权力特征,定量分析北极航线体系国家地缘格局,本文用到的网络主要指标如下所示。

1. 网络密度。网络密度表示节点间的联系程度,其公式为:

$$D = \frac{2m}{n(n-1)} \quad (1)$$

其中, m 表示网络中连边数, n 表示网络节点数。

2. 度。度指网络中与该节点 i 相连接的其他节点的个数,在一定程度上描述了节点 i 在网络中的地位。网络节点平均度指整个网络所有度值的平均值。

3. 网络度分布熵。网络度分布熵表示网络的异构性,其公式为

$$E = - \sum_{k=1}^{N-1} p(k) \log p(k) \quad (2)$$

式中, N 表示网络节点数, k 为节点度, $p(k)$ 为节点度概率。

4. 核心-边缘结构检验。网络存在核心-边缘结构,指网络中一部分节点产生集聚,联系紧密;另一部分节点被边缘化,这些节点间联系较少,并依赖精英节点。对网络进行核心-边缘结构检验就是检验现实网络与理想核心边缘网络的相似性。

2.2 网络社团划分

网络社团划分是对网络结构的进一步探索,社团一般指内部节点间边的连接比较稠密,而内部节点与网络其余节点之间的连接比较稀疏。本文采用 Louvian 算法进行社团划分。有效衡量社团划分的好坏可根据模块度的度量^[20],其公式为

$$Q = \frac{1}{2M} \sum_{ij} (a_{ij} - \frac{k_i k_j}{2M}) \cdot \sigma(C_i, C_j) \quad (3)$$

式中, a_{ij} 为网络的邻接矩阵; M 为图中所有边的权重值和; C_i 与 C_j 分别表示节点 i 与节点 j 在网络中所处的集团,如果 C_i 与 C_j 属于同一集团, σ

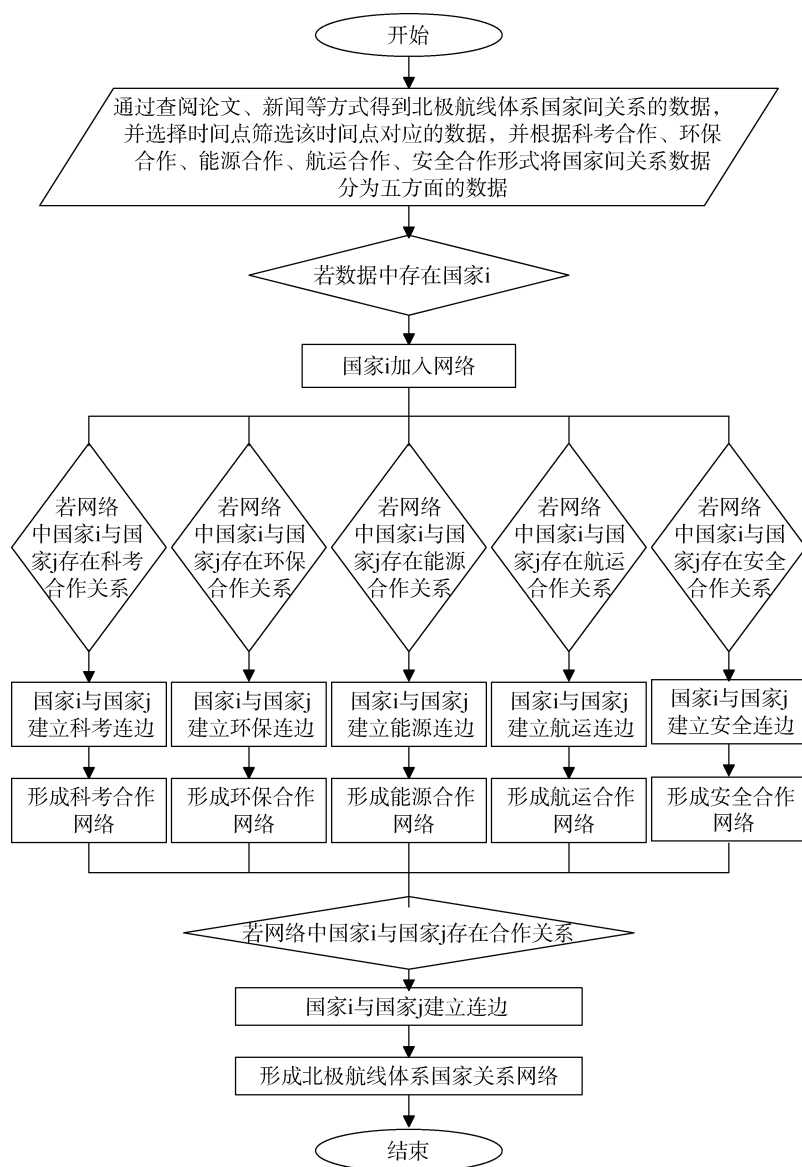


图2 北极航线体系国家网络构建流程图

Fig.2. Construction flow chart of the national network of the Arctic route system

取 1, 否则 σ 取 0; k_i 与 k_j 分别为源网络中节点 i 和节点 j 的度。

2.3 研究范围界定

2007 年俄罗斯北极海底插旗事件, 隐含着宣示主权等多重涵义, 也引起美国、加拿大等北极周边国家的跟进措施, 使得北冰洋成为相关国家利益争夺的焦点^[21], 由此可看到, 2007 年, 北极航线所具有的巨大经济潜力与政治意义受到国际社会关注, 由此将 2007 年作为北极航线体系国家格局分析的起始时间节点。2013 年 5 月 15 日,

北极理事会接纳中国、日本、韩国、新加坡、印度、意大利为北极理事会正式观察员国, 标志着北极治理的扩大化, 而不仅是局限于北极八国, 由此可看到 2013 年是北极航线体系国家格局改变的重要时间节点。根据以上分析, 研究 2007 年至今的北极航线体系国家格局, 在时间序列上取 2007 年、2013 年、2019 年 3 个时间截面的数据进行研究。研究范围限定在北极航线体系的国家, 根据是否存在北极合作决定是否将其纳入到北极航线体系国家关系网络中。

2.4 数据来源

国家间北极合作关系(科考合作、环保合作、能源合作、航运合作、安全合作)的数据有几个来源: 查询论文, 其中英文文献数据来源于科学英文索引(Web of Science), 中文文献数据来源于中国知网(CNKI); 查询相关合作协议, 来源于各国外交部网站; 查询相关政治事件, 来源于搜索引擎(Google)。在以上几个来源中, 查询国家间北极合作的文件与

政治事件包括: 国家间的北极协议、北极能源项目合作、北极科考合作事件、北极航运项目合作等。如 A 国与 B 国签订了北极协议, 北极协议中包含了北极科考合作、环保合作内容, 则北极科考合作关系、北极环保合作网络中 A 国与 B 国存在连边, 边权为 1。通过查询国家间的北极协议、北极项目合作、北极合作事件, 从而构建国家关系网络与各子网络, 北极航线体系国家关系网络的构建过程可见表 1。

表 1 北极航线体系国家关系网络的数据来源与数据处理
Table 1. Data sources and data processing of national relation network of Arctic route system

数据来源	网络	网络对应数据的相关内容	数据处理与网络构建
查询论文, 来源于 CNKI, Web of Science; 查询相关合作协议, 来源于各国外交部网站; 查询相关政治事件新闻, 来源于搜索引擎 Google 网络	科考合作	国家间的科考合作协议, 国家间的北极科考合作活动	以国家为节点, 若国家间存在科考合作, 则建立连边, 边权为 1
	环保合作网络	国家间的环保合作协议, 国家间的北极环保合作活动	以国家为节点, 若国家间存在环保合作, 则建立连边, 边权为 1
	能源合作网络	国家间的能源合作协议, 公司间的北极能源项目合作协议	以国家为节点, 若国家间存在能源合作, 则建立连边, 边权为 1
	航运合作网络	国家间的北极航运合作协议, 公司间的北极航运项目合作	以国家为节点, 若国家间存在航运合作, 则建立连边, 边权为 1
	安全合作网络	国家间的北极安全合作协议, 国家间的北极安全合作活动	以国家为节点, 若国家间存在科考合作, 则建立连边, 边权为 1
	国家关系网络	为科考、环保、能源、航运、安全合作子网络数据的汇总	以国家为节点, 若国家间存在合作, 则建立连边, 边权为 1

3 北极航线体系国家政治网络演变研究

3.1 网络整体特征分析

1. 网络规模与网络密度。如表 2 所示, 2007—2019 年, 北极航线体系国家关系网络节点不断增多, 网络规模不断扩大, 表明随北极海冰的融化, 越来越多的国家意识到了北极航线所具有的战略、能源、经济价值, 从而参与到北极相关领域的合作中。网络密度则在时间序列上呈现先上升后下降, 该趋势表明, 2007—2013 年北极航线的关注度很高, 在网络规模增长的同时, 各国间的北极合作更加密切; 2013 年以后, 尽管有更多的国家参与到北极合作中, 但此阶段新参与到网络的国家政治经济实力较弱, 且对北极利益的需求程度较小, 倾向于与少数国家建立北极合作关系。

另外根据国家间的北极合作性质分析各子网络的特征。可看到, 2007—2019 年, 安全合作网络的网络密度一直最低, 2007 年为 0, 2013 年与 2019

年接近于 0。表明北极国家安全合作较少, 北极国家如俄罗斯、美国尽管存在北极军事部署, 但由于北极国家间北极共同安全利益较少, 使得北极地区目前不存在军事联盟, 北极航线体系国家关系网络主要存在科考合作、环保合作、能源合作、航运合作。另外, 2007 年北极航线体系国家科考合作网络与环保合作网络的网络密度最高, 近似于整体网络密度, 而能源合作网络、航运合作网络近似于 0。表明 2007 年科考合作与环保合作是国家间北极合作的主要形式, 此时北极航线能源价值、航运价值未得到体现, 国家间北极能源合作、航运合作较少。2013 年与 2007 年相比, 科考合作网络与环保合作网络密度有所下降, 而能源合作网络与航运合作网络呈上升趋势, 表明此阶段北极航线能源价值、航运价值得到体现, 国家间合作关系从科考、环保合作开始转向环保合作、航运合作。2019 年与 2013 年相比, 航运合作网络密度呈上升趋势, 其他合作网络都有所下降, 表明随着通航环境的进一步改善, 北极航线所具有

的航运价值得到进一步关注,推动北极航线走向务实运营。

表2 北极航线体系国家关系网络规模与网络密度
Table 2. Scale and density of national relation network of Arctic route system

	2007年	2013年	2019年
网络节点数	15	20	26
整体网络密度	0.333	0.368	0.271
科考合作网络密度	0.324	0.247	0.179
环保合作网络密度	0.267	0.184	0.120
能源合作网络密度	0.029	0.142	0.114
航运合作网络密度	0.010	0.047	0.055
安全合作网络密度	0	0.011	0.006

2. 小世界特性与无标度特性。北极航线体系国家关系网络平均距离与聚类系数如表3所示,可看到国家关系网络与同规模随机网络相比,平均距离相近,聚类系数较大,表明国家关系网络具有小世界性。另外,2007—2019年,网络平均距离先下降后上升,网络聚类系数则先上升后下降,同样体现了2007—2013年、2013—2019年网络呈现两种不同的发展态势。2007—2013年,随着相关国家对北极关注度的提高,北极航线体系国家关系网络内部的联系增多,国家间联系更为紧密,由此网络平均距离变小,网络聚类系数增大;2013—2019年,随着网络规模的进一步扩大,此

阶段吸引的国家经济实力相对较弱,对北极利益需求较小,新参与的国家倾向于与少数国家建立北极合作关系,致使网络整体联系密度减小,由此网络平均距离增大,网络聚类系数变小。

北极航线体系国家关系网络度分布如图3所示,2007—2019年,网络度分布的幂律特征越来越明显,这体现了国家关系网络向着无标度网络迈进。2007年,网络主要组成部分为北极八国,且北极八国组成北极理事会的形式主导着北极航线体系国家关系,由此北极八国构成了全连通网络,致使北极八国度值相近,且网络中度值较大国家的比例较大,国家关系网络无标度特征不明显。而随着越来越多国家参与北极事务,北极理事会在北极航线体系国家关系中的作用程度减小,使度值较小的国家所占比例增大,网络无标度特征越来越明显。

表3 北极航线体系国家关系网络平均距离与聚类系数
Table 3. Mean distance and clustering coefficient of national relation network of Arctic route system

	2007年	2013年	2019年
网络平均距离	1.876	1.647	1.822
网络聚类系数	0.785	0.802	0.783
同规模随机网络平均距离	1.876	1.732	1.828
同规模随机网络聚类系数	0.292	0.355	0.270

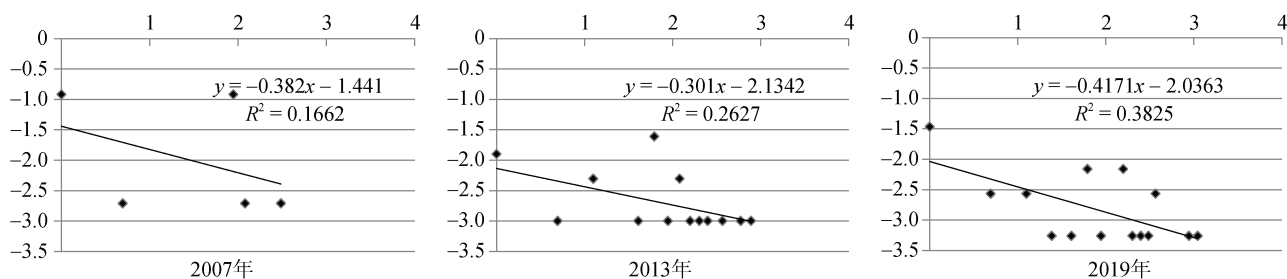


图3 北极航线体系国家关系网络度分布

Fig.3. Degree distribution of national relation network of Arctic route system

3. 网络度分布熵。北极航线体系国家关系网络度分布熵不断增大(表4),说明国家关系网络在发展过程中有序性提高,中心化趋势明显。这是由于初始阶段北极理事会作为国家关系的主导,致使北极国家间度值都较高,且相近;而非北极国家则参与北极事务较少,其度值都较少,导致了国家关系网络无序性较高。在国家关系网络发

展的过程中,部分国家由于其所具有的经济、能源、技术优势,与其他国家开展北极科考、环保、

表4 北极航线体系国家关系网络度分布熵
Table 4. Degree distribution entropy of national relation network of Arctic route system

	2007年	2013年	2019年
网络结构熵	0.571	1.115	1.192

能源、航运等形式的合作,使得国家的北极事务参与能力分化,网络呈现更为有序的状态。

4. 核心-边缘结构分析。北极航线体系国家关系网络核心-边缘拟合系数一直较高(表 5),表明国家关系网络存在着较为明显的核心-边缘结构。具体来看,2007—2013 年,网络核心-边缘拟合结果下降程度较大,表明随着北极域外国家对北极航线的关注与北极事务的参与,北极八国组成的

表 5 北极航线体系国家关系网络核心-边缘结构拟合结果
Table 5. Fitting results of core/periphery structures of national relation network of Arctic route system

	2007年	2013年	2019年
网络结构拟合系数	0.866	0.823	0.817

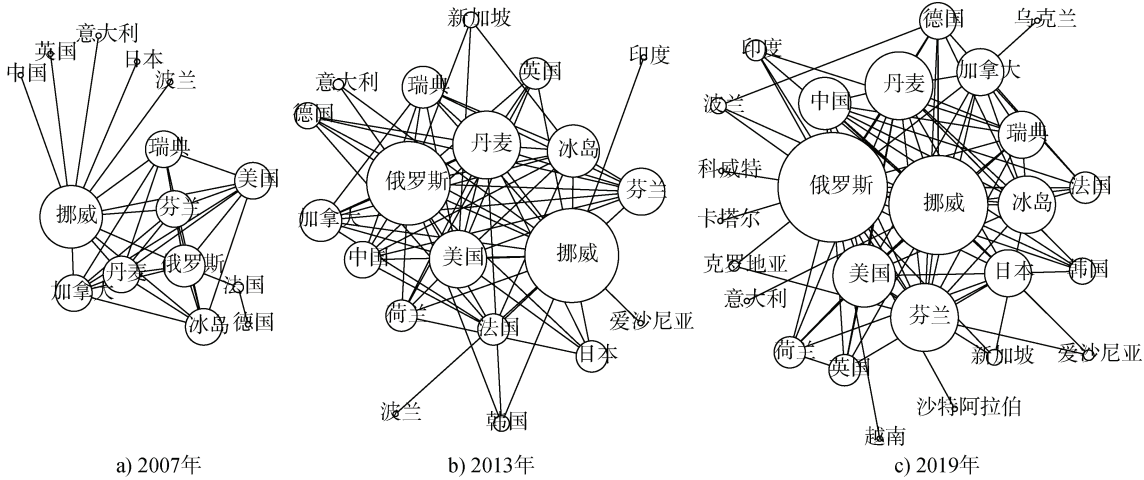


图 4 北极航线体系国家关系网络演化
Fig.4. Evolution of national relation network of Arctic route system

2013 年,新加入网络的国家有印度、意大利、韩国、荷兰、新加坡、爱沙尼亚。此阶段可看到北极域外国家北极事务的参与程度提高,网络地位上升,北极域外国家中,中国、日本、德国、英国、法国、荷兰的度值较高,这些国家经济实力较强,对北极的战略、能源、航运价值需求较大,参与北极事务的意愿增强。北极国家中,挪威、俄罗斯为网络的度值最大,但俄罗斯与挪威的北极对外合作方式有一定的差异,挪威注重与其他国家间的北极科考、环保合作,其次为能源合作。而俄罗斯北极对外合作包含了北极科考、环保、能源、航运方面,如俄罗斯与中国合作开发亚马尔天然气项目,俄罗斯与韩国、日本发表共同开发北方海航道的声明。

北极理事会所具有的核心地位有所减弱。2013—2019 年,网络核心-边缘拟合结果下降程度较小,表明后加入国家关系网络的国家其综合实力较弱,对网络的核心-边缘特征改变较小。

3.2 节点特征分析

1. 整体网络分析。如图 4 所示,2007 年北极航线体系国家关系网络中的节点为北极八国、中国、日本、德国、英国、法国、波兰,其中北极国家处于网络中的核心地位,非北极国家则处于网络的边缘地位。其中,挪威与北极域外国家有着密切的科考合作,北极域外国家根据《斯瓦尔巴条约》,在挪威斯瓦尔巴群岛上建立科考站,是参与北极事务的主要形式。此阶段挪威为北极事务中最活跃的国家。

2019 年,新加入网络的国家有沙特阿拉伯、越南、卡塔尔、科威特、乌克兰、克罗地亚。此阶段,国家关系网络呈现两方面的特征。一方面,在 2013 年及以前已加入网络的国家间北极合作进一步加强,如中俄共同建设“冰上丝绸之路”,涵盖了北极科考、环保、能源、航运合作;2016 年 4 月中日韩三国外交部负责人在韩国首尔举行了首次中日韩北极事物高层对话,交流各自北极政策,探讨北极地区具体合作项目,达成深化北极合作共识。另一方面,新加入的国家对北极利益需求较少,参与北极事务较少,如沙特阿拉伯、越南、卡塔尔对北极能源天然气存在需求,具有与俄罗斯合作开发北极能源的意愿。此阶段,在 2013 年及以前已加入网络的北极域外国家的网

络地位进一步上升,与北极国家占据着网络的核心位置,而新加入的国家则处于网络的边缘位置,网络节点呈现新的核心-边缘地位。

2. 子网络分析。如图5所示,国家关系网络各子网络中的节点有着不同的特征。科考合作网络中,北极八国与中国处于网络的中心位置。环保合作网络中,北极八国处于网络的中心位置。能源合作网络中,俄罗斯、挪威、中国、荷兰、日本、英国、美国、韩国则是网络的重要节点。其中,俄罗斯、挪威、美国拥有丰富的北极能源,中国、日本、韩国、英国则是世界上重要的能源

需求国家,这表明能源网络是由能源供给需求主导的。航运合作网络中,俄罗斯、中国、日本、韩国、丹麦则是网络的中心国家,其中俄罗斯有建设北方海航道的意愿,中国、日本、韩国都是国际贸易中的重要国家,对北极航线的商业通航价值存在需求,丹麦则是国际航运的重要供给者,这表明航运网络是由航运供给需求所主导的。综上所述,国家科考合作、环保合作网络主要由北极国家所主导,而国家能源合作、航运合作网络则分别由国际能源供给需求、国际航运供给需求所主导。

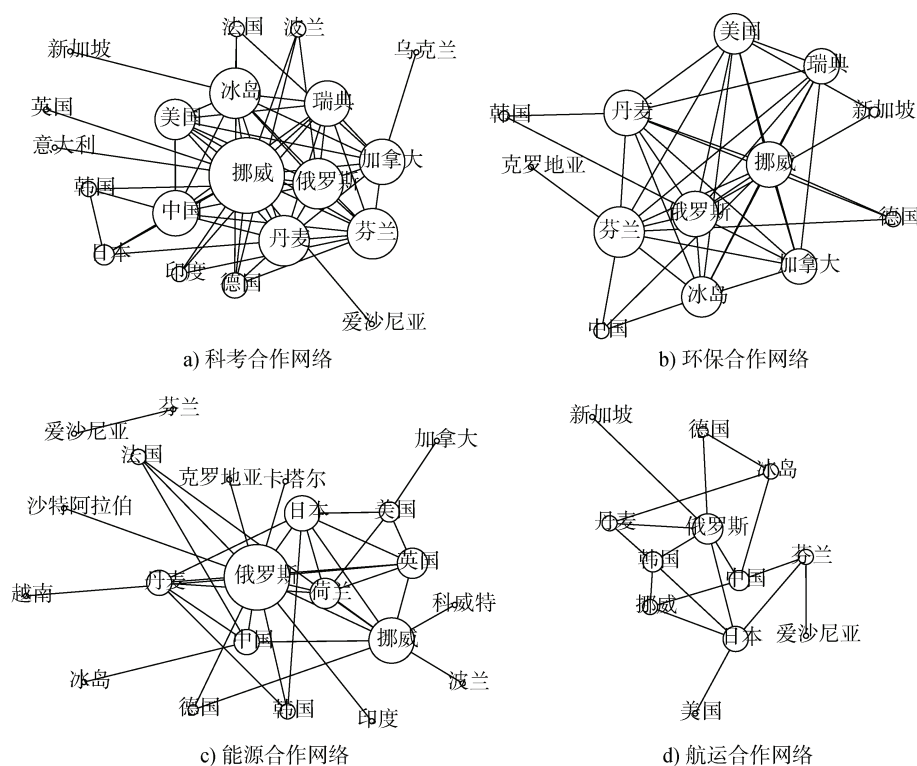


图5 2019年北极航线体系国家关系子网络
Fig.5. National relation sub-network of Arctic route system in 2019

3.3 网络社团分析

网络社团划分如图6所示,可看到2007年国家关系网络被划分为3个社团,其中最大的社团为除挪威以外的其他北极国家,挪威与中国、英国、日本、波兰、意大利形成社团,另外德国与法国也形成社团。社团划分结果表明,2007年时北极八国组成的北极理事会是北极最重要的合作关系,域外国家主要与挪威进行合作。2013年国家关系网络被划分为2个社团:以俄罗斯、加拿大为主的

社团一,以美国、挪威为主的社团二。社团划分结果表明,随着北极国家利益的分歧及域外国家的参与,北极八国开始走向分化。北极八国主要面临着北极航线主权归属的利益分歧。首先,俄罗斯与加拿大分别拥有最长的东北航线与西北航线海岸线,俄罗斯主张将北方海航道作为俄罗斯内水,加拿大同样主张加拿大在西北航线的主权权利。而对于美国来说,要求开放北极航线为国际过境通道^[22]。北欧五国在经济实力上远逊于俄罗斯、

加拿大、美国,因此北欧五国强调北极航线的国际性多边合作,从而获取更多的北极权益。另外,俄罗斯长期存在的能源依存型经济结构,使其对北极地区能源开发的需求极大,而北极其他国家对于北极能源开发的需求不如俄罗斯。综上,北极航线主权的争夺、北极国家实力的差异、以及北极利益的分歧,造成了北极八国走向分化。分化的结果

导致北极八国根据自身的利益诉求分别寻找域外的合作国家,如俄罗斯与中国合作建设“冰上丝绸之路”。分化的结果标志着,目前以北极八国为主导的北极航线治理机制已无法适应北极航线问题的全球化趋势,北极航线治理需要更大范围的非北极国家的参与,从而优化北极治理,以实现全球对北极航线的生态、经济、能源利益需求。

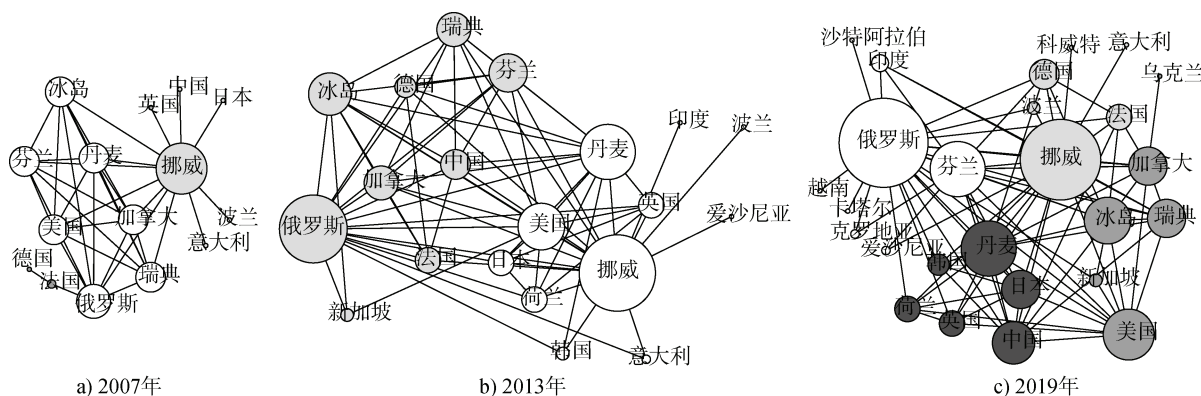


图 6 北极航线体系国家关系网络社团划分

Fig.6. Division of Communities in National Relation Sub-Network of Arctic route system

2019 年,国家关系网络被划分为 4 个社团:俄罗斯、芬兰等国家组成的社团一,美国、加拿大等国家组成的社团二,挪威、德国、法国等国家组成的社团三,中国、日本、韩国等国家组成的社团四。这表明北极八国进一步的分化与域外国家的参与程度进一步提高,北极国家关系网络呈现扩大化,网络中的国家关系更加呈现“竞争中的合作和冲突中的融合”,表现出“非敌非友”的混合特征。

4 结论

在北极航线全球化趋势背景下,北极航线影响的地缘区域扩大,将影响相关国家关系,形成复杂的国家网络,北极航线地缘问题将成为未来国际地缘问题中的重要一环。本文提出了北极航线体系,将亚欧美地区的国家纳入到北极航线体系中。以此为范围,构建北极航线体系国家关系网络,利用网络分析方法对北极航线体系国家关系网络进行分析,研究自 2007 年以来的网络整体演化及各个国家地缘权力特征,研究结论如下。

1. 2007—2019 年,北极航线体系国家关系网

络中节点不断增多,网络密度则先上升后下降,表明越来越多的国家参与到了北极相关领域的合作中,各国间的北极合作更为密切,后随着更多政治经济实力较弱的国家的参与北极合作,网络整体合作密度则有所下降。另外根据国家间北极合作性质将北极航线体系国家关系网络分为各个子网络,有科考合作网络、环保合作网络、能源合作网络、航运合作网络、安全合作网络,其中科考合作网络与环保合作网络的网络密度最大,能源合作网络与航运合作网络的网络密度呈上升趋势,安全网络密度一直较低。

2. 北极航线体系国家关系网络具有小世界性,另外,2007—2019 年,网络无标度特征更为明显,体现了随着更多国家对北极事务的参与,北极八国在网络中的作用程度减小。国家关系网络度分布熵不断增大,说明网络有序性提高,中心化趋势明显,原因同样是北极域外国家对北极事务的参与,使得国家的北极事务参与能力分化,网络呈现更为有序的状态。网络核心-边缘结构特征明显,2007—2013 年、2013—2019 年网络则呈现不同的状态:第一阶段网络核心-边缘结构特征减弱程度较大,表明北极理事会的核心地位下

降; 第二阶段网络核心-边缘结构特征减弱程度较小, 表明2013年以前的网络核心国家仍保持其核心地位。

3. 分析具体节点特征, 从整体网络来看, 2007年时, 北极八国是网络中最重要的节点, 此阶段挪威是北极事务中最活跃的国家; 2013年时, 北极域外国家的北极事务参与程度提高, 此阶段俄罗斯与挪威度值最大; 2019年时, 之前已加入网络的北极域外国家的网络地位进一步上升, 与北极国家占据着网络的核心位置, 而新加入的国家则处于网络的边缘位置, 网络呈现新的核心-边缘地位。

分析各自网络, 可看到各子网络节点有着不同的特征, 其中, 国家科考合作、环保合作网络主要由北极国家所主导, 而国家能源合作、航运合作网络则分别由国际能源供给需求、国际航运供给需求所主导。

4. 根据社团划分, 可看到国家关系网络演化过程中社团呈现不同的变化。2007年, 北极国家是网

络中最大的社团; 2013年, 网络被划分为2个社团: 以俄罗斯、加拿大为主的社团一, 以美国、挪威为主的社团二, 表明北极八国开始走向分化; 2019年, 国家关系网络被划分为4个社团, 4个社团各存在北极与非北极国家, 表明此阶段北极国家进一步分化, 网络中国家关系更加复杂。

5. 本文通过网络分析方法, 构建北极航线体系国家关系网络, 研究2007—2019年的北极航线地缘政治格局演化, 可看到在演化过程中, 北极航线地缘政治格局的规模不断扩大, 北极航线地缘政治格局中心也从北极国家辐射到更多国家, 北极地缘政治格局呈现复杂、动态的变化。而随着北极自然环境的进一步变化, 国际社会对北极航线的进一步关注, 未来北极航线地缘政治格局将进一步产生变化。而中国作为北极利益攸关国, 未来北极航线国际政治格局的变化将对中国北极利益的争取有着重要的影响。因此北极航线地缘政治格局趋势的分析在未来研究中可做进一步深入分析。

参考文献

- 1 RIDDELL-DIXON E. Canada and Arctic politics: The continental shelf extension[J]. *Ocean Development and International Law*, 2008, 39(4): 343-359.
- 2 DODDS K. Flag planting and finger pointing: The Law of the Sea, the Arctic and the political geographies of the outer continental shelf[J]. *Political Geography*, 2010, 29(2): 63-73.
- 3 刘惠荣, 刘秀. 西北航道的法律地位研究[J]. *中国海洋大学学报(社会科学版)*, 2009, 16(5): 1-4.
- 4 郭培清, 管清蕾. 北方海航道政治与法律问题探析[J]. *中国海洋大学学报(社会科学版)*, 2009, 16(4): 1-5.
- 5 白佳玉, 李翔. 俄罗斯和加拿大北极航道法律规制述评——兼论我国北极航线的选择[J]. *中国海洋大学学报(社会科学版)*, 2014, 21(6): 13-19.
- 6 李立凡. 俄罗斯战略视野下的北极航道开发[J]. *世界经济与政治论坛*, 2015, 34(6): 62-73.
- 7 杨倩. 关于北极争夺的实质及俄罗斯等国家的北极战略[J]. *对外经贸*, 2015, 22(4): 25-27.
- 8 肖洋. 德国北极战略及其外交实践[J]. *当代世界*, 2014, 21(11): 68-71.
- 9 谈俊尧. 英国北极发展政策和启示[J]. *全球科技经济瞭望*, 2017, 32(Z1): 11-14.
- 10 叶艳华. 东亚国家参与北极事务的路径与国际合作研究[J]. *东北亚论坛*, 2018, 27(6): 92-104, 126.
- 11 DITTMER J, MOISIO S, INGRAM A, et al. Have you heard the one about the disappearing ice? Recasting Arctic geopolitics[J]. *Political Geography*, 2011, 30(4): 202-214.
- 12 BERTELSEN R G, GALLUCCI V. The return of China, post-Cold War Russia, and the Arctic: Changes on land and at sea[J]. *Marine Policy*, 2016, 72(10): 240-245.
- 13 李振福, 闵德权. 北极航线地缘政治格局的人工鱼群模糊聚类分析[J]. *地理科学*, 2011, 31(1): 55-60.
- 14 邓贝西, 张侠. 俄美北极关系视角下的北极地缘政治发展分析[J]. *太平洋学报*, 2015, 23(11): 38-44.
- 15 杜德斌, 秦大河, 马亚华, 等. 冰冻圈地缘政治时代的到来[J]. *中国科学院院刊*, 2020, 35(4): 514-522.
- 16 李振福. 大北极国家网络及中国的大北极战略研究[J]. *东北亚论坛*, 2015, 24(2): 31-44, 127.

- 17 宋长青, 葛岳静, 刘云刚, 等. 从地缘关系视角解析“一带一路”的行动路径[J]. 地理研究, 2018, 37(1): 3-19.
- 18 叶滨鸿, 程杨, 王利, 等. 北极地区地缘关系研究综述[J]. 地理科学进展, 2019, 38(4): 489-505.
- 19 秦奇, 吴良, 李飞, 等. 基于社会网络分析的东南亚地缘关系研究[J]. 地理学报, 2018, 73(10): 2014-2030.
- 20 BLONDEL V D, GUILLAUME J L, LAMBIOTTE R, et. al. Fast unfolding of communities in large networks[J]. Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2008, 568(10): 155-168.
- 21 王郅久. 北冰洋主权之争的趋势[J]. 现代国际关系, 2007, 27(10): 17-21.
- 22 MIKHAIL F. Northern Sea Route should be international, US admiral says[OL]. (2018-04-12) [2020-06-15]. <https://arctic.ru/international/20180412/736108.html>.

RESEARCH ON NATIONAL RELATIONS NETWORK OF ARCTIC ROUTE SYSTEM

Ding Chaojun^{1,2}, Li Zhenfu^{1,2}, Shi Xiaomei¹, Chen Xue¹

(¹College of Transportation Engineering, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China;

²Collaborative Innovation Center for Transport Studies, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

Abstract

With the melting of Arctic sea ice, the considerable strategic value of the Arctic route has attracted the attention of many countries, and the geopolitical issue of the Arctic route will become an important part of international geopolitics in the future. This paper quantitatively evaluates the evolution of the structural characteristics of the national relationship network under the influence of the Arctic routes from 2007 to 2019 by constructing a national relationship network of the Arctic route system, and estimates the geopolitical power characteristics of each country. The results show that the scale of national relations networks continues to expand, and the network density shows a trend of first rising and then decreasing. Based on analysis of each sub-network, the network densities of the scientific research cooperation network and the environmental protection cooperation network are the largest, the network densities of the energy cooperation network and the shipping cooperation network are on the rise, and the security cooperation network density has been low. In addition, the network has a small cosmopolitan nature, and the scale-free feature becomes more obvious during the evolution process. Analysis of the characteristics of specific nodes indicates that the eight Arctic countries are important nodes in the network. During the evolution process, the importance of countries outside the Arctic has increased. Moreover, the communities are divided. In the evolution process, the eight Arctic countries have evolved from convergence to differentiation, and the national relations in the network have become more complex.

Keywords Arctic route, geopolitical problem, complex network, national relations