

叶琴,曾刚,杨舒婷,等.东营石油装备制造制造业创新网络演化研究[J].地理科学,2017,37(7):1023-1031.[Ye Qin, Zeng Gang, Yang Shuting et al. Innovation Network Evolution of Petroleum Equipment Manufacturing Industry in Dongying. Scientia Geographica Sinica,2017,37(7):1023-1031.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2017.07.007

东营石油装备制造制造业创新网络演化研究

叶琴,曾刚,杨舒婷,陈弘挺

(华东师范大学中国现代城市研究中心/城市与区域科学学院,上海 200062)

摘要:采用社会网络分析方法,借助Ucinet、ArcGIS等软件工具,从多维邻近的视角出发,对东营石油装备业创新网络演化进行分析研究,研究发现:首先,多维邻近对东营创新网络发展产生了重要影响,且不同网络发展阶段(培育、起步、成长)主导的邻近因子不同。这一方面证实了Boschma多维邻近性的相关理论假说,另一方面指出多维邻近因子与东营创新网络演变的不同关联。其次,高校、大型国有企业是东营创新网络的知识源泉和组织者。中国石油大学(华东)、胜利油田集团企业发挥了主导作用,这与国外中小型创新企业发挥主导作用的情形有很大差异。

关键词:创新网络;多维邻近;石油装备;东营

中图分类号:K902 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2017)07-1023-09

创新网络是经济地理学界关注的重要议题,基于多维邻近性视角分析制造业创新网络及其演化更是引起了国际经济地理学界的重视^[1-7]。笔者认为,地理邻近指主体间空间距离相近,进而实现主体间交流特别是运输成本的最小化;组织邻近指主体间组织结构、组织文化、组织所受制度约束特征相似,主体之间甚至存在股权关系;认识邻近指在主体相互沟通时行为方式相似,包括经验、语言、技术、知识基础等相似。然而,也有一些学者不认同多维邻近对创新网络形成和发展的影响^[8-10]。也就是说,学术界对多维邻近与创新网络之间关系的认识不尽相同,需要借助更多的实证分析予以厘清。

同时,多维邻近对处于不同发展阶段创新网络的影响也各不相同。Ter Wal等学者^[11]指出,在创新网络培育阶段,首先出现少数先锋企业引领的激进式创新。由于技术不确定性和知识内隐性很高,网络内不同主体缺乏信任,企业可选择的合作伙伴非常有限,加上横向合作存在高风险,企业一般寻找与客户之间的纵向合作;同时,地理邻近有助于降低企业与客户之间的交通运输成本,有

助于企业间纵向合作关系的建立,地理邻近在创新网络培育阶段发挥着主导作用。在创新网络起步阶段,为了避免核心技术的外泄,先锋企业开始创办配套企业,并购其产业链上的上下游企业,逐步建立基于产权联系的创新网络,组织邻近成为本阶段的主导力量。在创新网络的成长阶段,同一集团内企业技术环境封闭,对外部技术的学习能力减弱,基于股权关系的创新网络发展受阻;而基于共同知识基础、股权关系相对独立的同类企业之间逐渐建立起横向合作关系,网络主体自身创新能力不断增强,认知邻近进而发挥主导作用。然而,湖南大学教授李琳^[7]等在对国内汽车产业、软件产业进行实证分析后指出,在网络培育阶段,地理邻近起主导作用;在起步阶段,组织邻近起主导作用;而在成长阶段,由于网络发展的不确定性导致何种邻近性主导难以确定。这与Ter Wal、Anne、Boschma等学者的观点不完全相同,需要借助更多的实证分析来做出准确的判断。

根据《中国石油石化设备工业年鉴(2014)》^[12]所发布的数据,2013年中国石油石化设备行业规模以上企业为1 773家,主营业务收入5 071.22亿

收稿日期:2016-07-25; 修订日期:2016-11-15

基金项目:国家自然科学基金面上项目(41071093)、德国科学基金会项目(LI 981/8-1 AOBJ:595493)资助。[Foundation: General Program of National Nature Sciences Foundation of China (41071093), Deutsche Forschungsgemeinschaft (LI 981/8-1 AOBJ:595493).]

作者简介:叶琴(1989-),女,福建泰宁人,博士研究生,主要研究方向为区域经济和创新网络。E-mail: yeqin-ecnu@qq.com

通讯作者:曾刚,教授。E-mail: gzeng@re.ecnu.edu.cn

元,中国成为仅次于美国之后的全球第二大石油装备制造国。在初创阶段,中央政府不仅投资龙头、先锋企业,而且还直接投资相关配套企业,与西方国家先锋企业在发展过程中逐渐收购产业链上下游企业不同^[13]。同时,中国高端石油装备技术水平落后,企业自主创新能力不强,高新技术装备、微细加工设备几乎全部依靠进口,中国石油企业在海外获得的油田项目,70%的设备与服务是由西方企业提供,严重影响了中国企业的核心竞争力和价值获取能力^[14]。因此,厘清多维邻近对创新网络及其不同发展阶段的影响,对于落实创新驱动的国家战略、提升中国企业的自主创新、促进创新合作网络发展具有十分重要的作用。本文拟以国家直接投资占比高的石油装备工业为例,试图回答二个问题:多维邻近是否对创新网络形成具有重要影响?如果多维邻近对创新网络发展有重要影响,多维邻近对创新网络不同发展阶段的作用是否相同。

1 案例区概况、数据来源与研究方法

1.1 案例区概况

山东东营是胜利油田主产区,是中国目前规模最大、产业链最完整、技术水平最高的石油装备制造产业基地之一。据东营市经信委公布的数据,2014年东营共有石油装备企业1 200多家,规模以上石油装备企业110多家,销售收入过亿元石油装备企业超过30家,东营石油装备工业产值达934.3亿元,占全国石油装备工业总产值的1/3^[15]。同时,东营石油装备工业技术水平居全国领先地位。2013年,位于东营的胜利油田高原石油装备有限公司名列中国石油石化装备制造“五十强”企业的第一名,东营建成中国首个国家采油装备工程技术研究中心和首个国家级石油装备质检中心,并荣获“中国石油装备城市”的称号^[15]。总之,东营是研究中国石油装备业创新网络的最佳对象之一,探讨其演化机理对于提升中国石油装备工业自主创新能力也具有十分重要的意义。

1.2 数据来源

本文所采用的数据与信息,除了来自国家统计局编写的《中国统计年鉴》^[16]之外,主要来自国家知识产权局专利检索与服务系统内装备制造产业专利信息服务平台以及笔者在东营的实地调研。

1) 专利筛选。荷兰马斯特里赫特大学教授Hagedoorn^[17]指出,合作专利是探讨知识共享和创

新合作最直接、最有效的方式。因此,本文将用发明专利和实用新型专利合作次数来反映网络内各主体间知识互动的频率。

专利数据来源于国家知识产权局专利检索与服务系统内装备制造产业专利信息服务平台。在申请日检索栏中输入“1985 to 2013”(1985年是《中华人民共和国专利法》颁布与专利数据发布的元年,由于专利从申请日到公布日需要18个月时间,考虑数据完整性,故选择了2013年,而没有选择较新的2015年数据);申请(专利权)人检索栏分别输入“公司”、“厂”、“大学”、“研究院”;地址检索栏输入“东营”,共检索到8 677项专利。逐一查看专利说明书,将主营业务、专利内容与石油装备制造无关的专利排除,筛选出4 886项专利。将两个以上单位合作专利转为每两个单位(其中一个申请人地址在东营)合作专利,最后筛选出330项合作专利。

2) 企业访谈。笔者于2013年6月6~10日前往东营,在东营市经济和信息化委员会领导的陪同下,对东营石油装备产业领域的17家代表性企业进行了访谈(表1)。访谈采用半结构式,向公司的总经理或技术部、市场部负责人咨询有关企业区位选择、发展历程、合作伙伴、发展计划设想等内容,访谈时间一般为60 min。

表1 2013年东营石油装备制造受访企业基本情况

Table 1 The general information of petroleum equipment manufacturing industry interviewed in Dongying in 2013

企业类型	企业个数	企业名称
国有企业	7	胜利胜动、胜利胜机、胜利泵业、胜利高原、胜利胜鑫、胜利海胜、胜利中意
民营企业	9	山东科瑞、东营百华、山东正辉、宝世达、东营广兴、山东大东联、东营海润、东营海鑫、赛瑞
集体企业	1	东营铁人
合计	17	

1.3 研究方法

本文选择度数中心度、结构洞限制度、凝聚子群(K -丛和派系)等网络特征变量^[18-21]来表征网络主体结构及其互动关系,并借助企业访谈来分析网络主体间的逻辑联系。

1) 相对度数中心度:衡量主体在网络中的重要程度,中心度越高,节点在网络中占据越重要的位置。

$$C_{RD}(i) = \frac{C_{AD}(i)}{n-1} \quad (1)$$

式中, $C_{RD}(i)$ 为点 i 的相对度数中心度; $C_{AD}(i)$ 为网络中与点 i 相连的其他点的个数; n 为网络中点的个数。

2) 结构洞限制度: 衡量节点拥有运用结构洞的能力, 限制度越小, 表明节点对资源的控制能力越强。

$$C_{ij} = (P_{ij} + \sum_q P_{iq} \times p_{qj})^2 \quad (2)$$

其中, C_{ij} 为结构洞限制度; P_{ij} 为直接关系投入; p_{iq} 为在行动者 i 的全部关系中, 投入到 q 的关系占总关系的比例; p_{qj} 为 q 投入到 j 关系的比例强度。

3) 凝聚子群: 探讨网络的整体结构由哪些小群体组成, 其判断依据是凝聚子群成员间具有相对紧密的关系。

派系是要求最严格的凝聚子群, 派系是至少包含 3 个点的最大完备子图, 任何点对之间存在直接相连的线, 该派系不能被其他任何派系所包含, 不能向其中加入新的点。K-丛是以度数中心度为基础的凝聚子群, 较派系要求更为宽松, 要求每个点至少与除了 K 个点之外的其它点直接相连, 如果一个凝聚子群的规模为 n , 那么该子群中的任何点的度数都不小于 $n-K$ 这个值。

2 东营石油装备制造制造业创新网络结构分析

2.1 创新主体类型

根据“全国企业信用信息公示系统(山东)”网站发布的企业信息以及单位性质来划分, 参与创新的主体总体上可以分为 4 类: ① 国有企业, 包括中石化胜利石油管理局直接管控的国有企业和原由中石化胜利石油管理局管理, 后经改制的国有企业, 当地人俗称的胜利油田企业; ② 民营企业, 包括从胜利油田衍生出来的民营企业(创办者曾在胜利油田工作过)、大学衍生出来的民营企业、

胜利研究院衍生出来的民营企业; ③ 高等学校, 包括中国石油大学(华东)所属的院系和研究院所; ④ 研究院所, 包括胜利研究院所属的地质科学研究所、物探设计研究院、钻井工艺研究院、采油工艺研究院、勘察设计研究院、技术检测中心等胜利油田“五院一中心”。

从东营石油装备业创新网络发展过程来看, 早期呈现国有企业“一统天下”的局面, 而后随着中国改革开放的深入、产学研一体化合作水平的提高, 研究院所、高等学校、民营企业逐渐加入网络创新主体的行列, 2013 年东营石油装备业创新合作网络本地成员包括 34 家国有企业、36 家民营企业、1 所高校、6 个研究院所。

2.2 网络演化阶段及其特征

东营石油装备制造制造业创新网络经历了从小到大, 由弱变强的过程, 参与创新合作的主体数量逐渐增多, 知识交流愈发频繁, 网络线由疏到密, 近年甚至出现多个子网(图 1)。根据年均专利合作数量, 可以将演变过程划分为培育、起步、成长等 3 个发展阶段(图 2)。从网络关键节点变动来看, 在网络发展的第一、二阶段, 网络主体之间的合作不多。相对度数中心度仅高于 5%, 结构洞限制度低于 0.4 的公司不到 2 家, 仅有规模为 3 的 2-丛, 尚未形成完整的创新合作派系; 在网络发展的第三阶段, 网络主体之间的合作数量大幅增加, 出现了 183 个规模为 3 的 2-丛以及 1 个规模为 5 和 2 个规模为 4 的 2-丛, 合作网络中派系呈现(表 2~4)。通过东营市的电子地图、Goole Maps 获取网络节点、政府机构等空间区位坐标, 利用 ArcGIS 软件绘制 3 个阶段关键节点的创新联系空间分布图(图 3)。

1) 培育阶段(1990~2000年)。石油为战略资源, 中国石油工业、石油装备工业受到了中石油、中石化、中海油三大集团公司的特殊关照。按照中央部署, 中石化胜利管理局相继在东营投资新

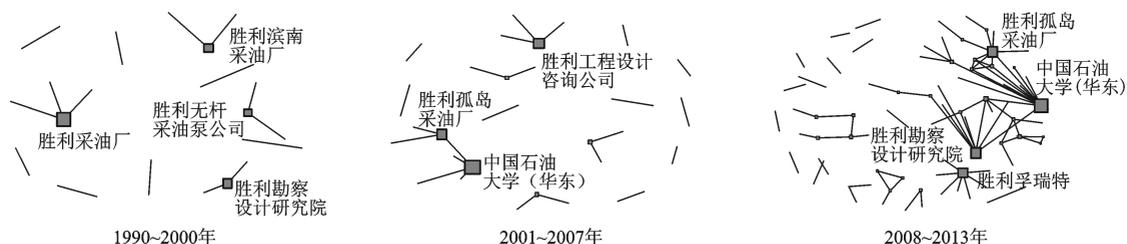
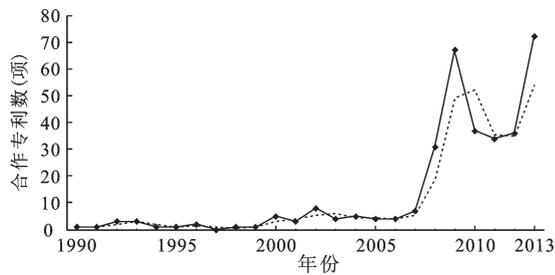


图1 东营石油装备制造制造业创新网络演化拓扑

Fig.1 Historical evolution of petroleum equipment manufacturing industry innovation network in Dongying



图内虚线为趋势线

图2 1990~2013年东营石油装备制造制造业合作专利情况

Fig.2 The changes of petroleum equipment manufacturing industry cooperative patents in Dongying, 1990-2013

建了一批石油装备企业。在培育阶段,合作专利数为19项,年平均合作专利数为1.2项。其中,1985~1989年期间东营石油装备制造企业合作专利数为0,从1990年起则呈现逐年上升的态势;从网络特征来看,网络中心度排名前5的企业都为胜利油田企业,胜利采油厂结构洞限制度最小,是集群内唯一能够控制创新资源流向的企业(表2);从创新网络内部联系来看,胜利油田企业占据了最多的2-丛,胜利油田企业的合作伙伴基本来自同系统的国有企业。6个规模为3的2-丛中,4个包含区外企业,其中2个包含位于湖北潜江的中石化江汉油田管理局第四机械厂,另2个2-丛中包含位于远离油田的东营市区的胜利石油管理局无杆采

油泵公司(表3)。此外,从图3a看出,2-丛群体之外的创新合作也多发生在国有企业之间,位于黄河河口的胜利河口采油厂的创新合作伙伴为远在东营市市区的胜利测井公司,地理距离并不是企业选择创新伙伴的首要因子。总之,本阶段的创新合作多发生在不同产业链环节企业之间,国有胜利油田企业是创新网络的核心,有股权关系的国有企业成为创新合作主体,组织邻近作用突出,而地理邻近、认知邻近作用不太明显。

2) 起步阶段(2001~2007年)。2000年5月28日,中石化重组上市,胜利石油管理局所属企业掀起了“改制潮”,除钻采等前线企业之外,其他胜利油田企业纷纷调整、转制,一大批职工和技术人员离开胜利油田企业。在这些人员中,一部分自办了民营企业,一部分加入了民间人士投资的石油装备制造企业。大批民营企业应运而生。在起步阶段,合作专利量达35项,年均合作专利数上升到5项;从网络特征来看,民营企业开始进入东营创新网络,其地位不断提升,东营市博斯曼石油科技开发有限公司的网络中心度挤入前5名;从网络内部联系来看,民营企业创办者多为东营本地人,拥有在胜利油田企业工作或在中国石油大学(华东)求学的经历,借助朋友圈、同事圈、师生圈等社会关系,能够分享从胜利油田企业主导的创新网络

表2 1990~2013年东营石油装备制造制造业创新网络拓扑结构指标

Table 2 Topology structure indicators of petroleum equipment manufacturing industry innovation network in Dongying during 1990-2013

时段	中心性		结构洞*	
	排名前5的单位	相对度数中心度(%)	排名前5的单位	限制度
1990~2000	胜利石油管理局胜利采油厂	11.538	胜利石油管理局胜利采油厂	0.333
	胜利石油管理局无杆采油泵公司	7.692		
	胜利石油管理局勘察设计研究院	7.692		
	胜利石油管理局滨南采油厂	7.692		
	胜利石油管理局测井公司	3.846		
2001~2007	中国石油大学(华东)	10.811	中国石油大学(华东)	0.280
	胜利油田孤岛采油厂	8.108	胜利油田胜利工程设计咨询公司	0.375
	胜利油田胜利工程设计咨询公司	8.108	胜利油田孤岛采油厂	0.407
	胜利油田地球物理勘探开发公司	5.405	胜利油田地球物理勘探开发公司	0.500
	东营博斯曼石油科技开发有限公司	5.405		
2008~2013	中国石油大学(华东)	14.444	胜利油田孚瑞特石油装备有限公司	0.258
	胜利勘察设计研究院	8.889	中国石油大学(华东)	0.291
	胜利油田孤岛采油厂	7.778	山东恒业石油新技术应用有限公司	0.333
	胜利油田孚瑞特石油装备有限公司	7.778	胜利油田分公司地质科学研究院	0.344
	赛瑞石油科技发展有限公司	5.556	胜利油田胜利工程设计咨询公司	0.406

*为结构洞限制度介于[0.1~0.5]区间的主体才具有控制资源的能力。

表3 1990~2007年规模为3的2-丛成员

Table 3 The member list of 2-plex in 1990-2007

时段	2-丛编号	2-丛成员
1990~2000	1	胜利石油管理局无杆采油泵公司、胜利石油管理局海洋石油开发公司、同济大学
	2	胜利石油管理局无杆采油泵公司、胜利油田凯源石油开发公司、胜利石油管理局滨南采油厂
	3	胜利石油管理局胜利采油厂、中国石油大学(华东)、芜湖科华新型材料应用研究所
	4	胜利石油管理局胜利采油厂、中国石油大学(华东)、江汉石油管理局第四机械厂
	5	胜利石油管理局胜利采油厂、芜湖市科华新型材料应用研究所、江汉石油管理局第四机械厂
	6	胜利石油管理局孤东采油厂、胜利石油管理局勘察设计院、胜利油田有限公司孤岛采油厂
2001~2007	1	胜利油田有限公司胜利采油厂、中国石油大学(华东)、胜利油田孤岛采油厂
	2	胜利油田有限公司胜利采油厂、中国石油大学(华东)、胜利油田分公司海洋采油厂
	3	胜利油田有限公司胜利采油厂、中国石油大学(华东)、大港油田集团石油工程有限公司
	4	中国石油大学(华东)、胜利油田孤岛采油厂、胜利油田分公司海洋采油厂
	5	中国石油大学(华东)、胜利油田孤岛采油厂、大港油田集团石油工程有限公司
	6	中国石油大学(华东)、胜利油田孤岛采油厂、东营河口区易通科技发展中心
	7	中国石油大学(华东)、胜利油田孤岛采油厂、东营河口区仙岛石油技术开发公司
	8	中国石油大学(华东)、胜利油田分公司海洋采油厂、大港油田石油工程有限公司
	9	胜利油田地球物理勘探开发公司、青岛海洋大学、青岛海洋太尚科技公司
	10	胜利石油管理局工程机械总厂、胜利石油管理局工程机械总厂、北京化工大学
	11	胜利油田胜利工程设计咨询公司、北京交通大学、北京工业大学
	12	胜利油田胜利工程设计咨询公司、北京交通大学、天津工程师范学院
	13	胜利油田胜利工程设计咨询公司、北京工业大学、天津工程师范学院
	14	胜利石油管理局井下作业三公司、胜利油田分公司孤东采油厂、东营市博斯曼石油科技开发公司

表4 2008~2013年东营石油装备制造业创新网络规模为4和5的2-丛成员

Table 4 The 2-plex member list of innovative network size of 4 and 5 in Dongying in 2008-2013

序号	规模 n	单位名称
1	$n=5$	中国石油大学(华东)、胜利油田孤岛采油厂、东营市石大宇光科技有限责任公司、东营市芳华石化科技有限责任公司、东营市石大综合技术有限责任公司
2	$n=4$	中国石油大学(华东)、胜利勘察设计院、赛瑞石油科技发展有限公司、胜利油田分公司河口采油厂
3	$n=4$	山东胜利石油石化装备研究中心、山东恒业石油新技术应用有限公司、山东科瑞机械制造有限公司、山东科瑞石油装备有限公司

的知识溢出。然而,必须指出的是,由于这一时期民营企业的技术水平还比较低,难以进入东营创新网络的核心圈,14个规模为3的2-丛中,仅包含2家民营企业,虽较上一时期有了零的突破,但总体还是被排斥在胜利油田企业核心圈子之外。从图3b看出,出于节约运输成本的考虑,本阶段新成立的民营企业,也包含一些改制的胜利油田企业多布局在采油厂周边(围绕孤岛采油厂与河口采油厂新布局一批民营企业),与采油厂之间的产业链合作关系紧密(图3)。主体之间平均合作距离为25.2 km,较上一时期的34.8 km,有较大幅度下降。从总体上看,地理邻近、组织邻近主导了基于纵向合作

的创新网络,而认知邻近开始发挥辅助作用。

3) 成长阶段(2008~2013年)。2008~2013年期间,东营石油装备业合作专利数为277项,年均合作专利数为46项。从发展过程来看,本阶段专利合作数量总体上呈上升趋势,但受2009~2010年国际油价下跌影响而有所波动;从网络结构来看,民营企业数量进一步增多,其网络地位进一步提高,民营企业山东恒业的结构洞限制度进入前3名,山东赛瑞的网络中心度挤入前5名,民营企业对网络资源流向影响力加大,在东营网络派系形成过程中发挥了重要作用(图4)。根据计算,东营创新网络目前已经形成了两大派系:第一个派系

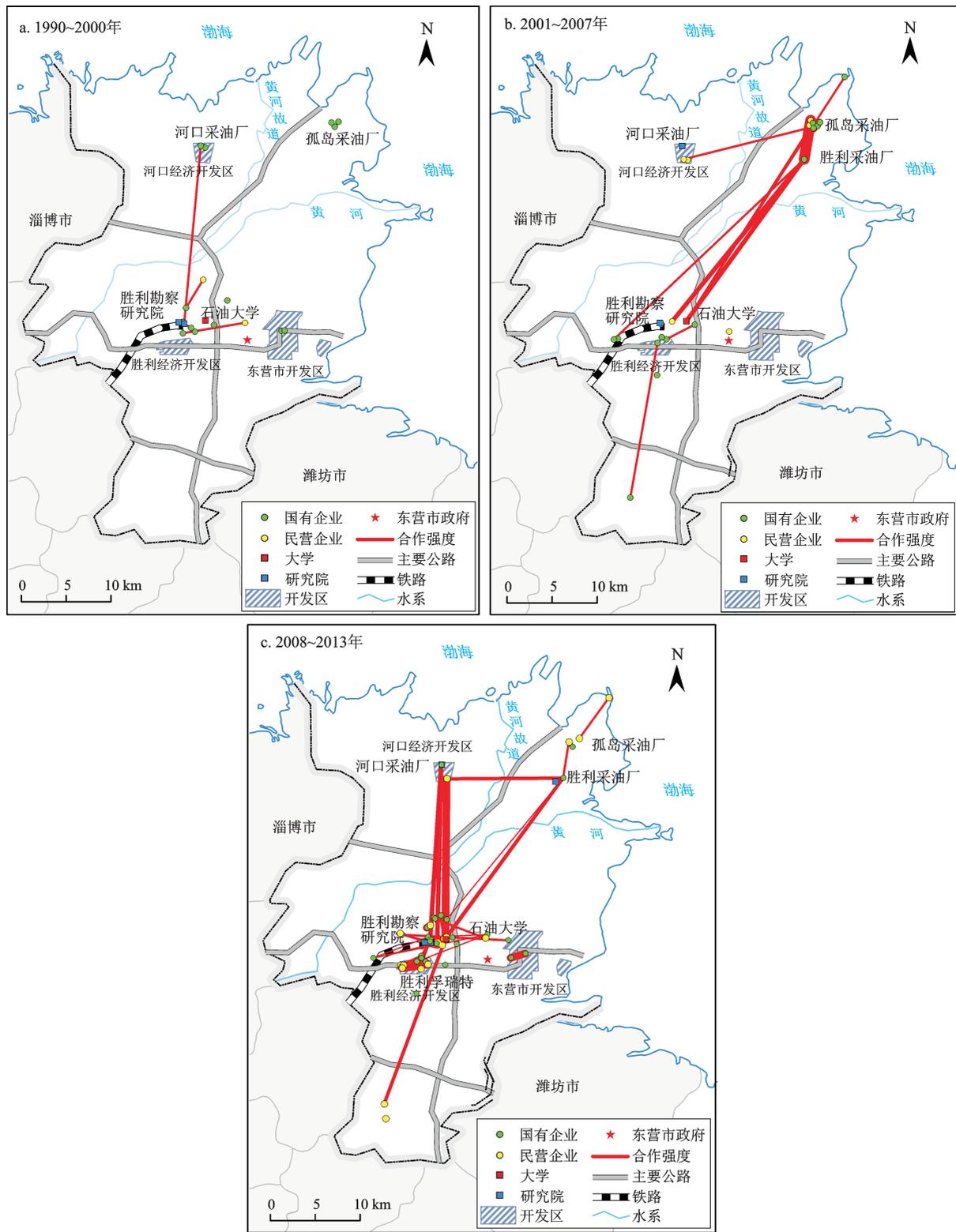


图3 东营石油装备制造业创新联系空间分布

Fig.3 Spatial distribution of innovation network at three development stages in Dongying

由中国石油大学(华东)、山东石大、大学衍生企业
芳华石化(中国石油大学教授与胜利油田工程技

术人员联合组建的科技企业)组成,主要从事油藏
深部化学物的检测和制备方法及其装置的研发和

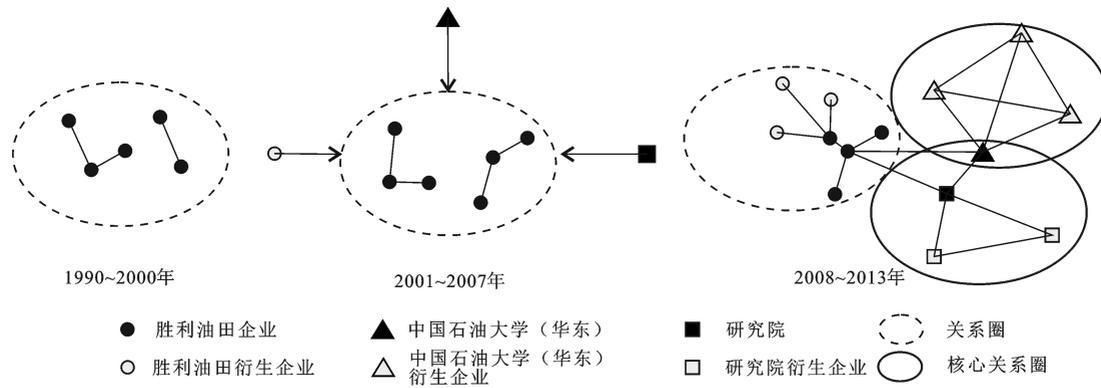


图4 东营石油装备制造制造业创新网络主体关系演变

Fig.4 Historical evolution of petroleum equipment manufacturing industry inventor relationship in Dongying

生产;第二个派系由中国石油大学(华东)、胜利勘察设计院、研究院衍生企业山东赛瑞(其董事长在胜利勘察设计院工作过)联合而成,主要从事油田污水、废气检测和处理装置的研发和生产,这两个派系通过中国石油大学(华东)这个共同成员交叉联系在一起,构成了东营创新网络的双核结构;集群出现了1个规模为5和2个规模为4的2-丛(表4),3类民营衍生企业都与胜利油田企业建立了紧密合作关系;从图3c看出,创新主体多向东营市中心集聚且合作变得紧密,位居黄河口的采油厂对其它企业的吸引力下降,主体之间合作关系由纵向合作为主转变为横向合作为主;从总体上看,从大学、研究院、胜利油田集团衍生而来的民营企业借助市场的力量,借助与国外的技术合作,极大地拉近了与母公司的技术差距^①,认知邻近促进了创新网络的快速扩张(图4)。与此同时,地理邻近、组织邻近作用大为降低,仅发挥辅助作用。

综上所述,从1990年起,东营石油装备业创新网络本地化程度逐渐提高,根植性越来越强,本市范围内合作专利数占合作专利总数的比例从培育阶段的77.78%,起步阶段的91.02%,上升到成长阶段的98.69%。在所有专利申请中,与国外主体合作申请专利仅为2项,表明东营石油装备业自主创新能力较强。

3 结论与讨论

1) 东营是中国重要的石油装备基地之一,产

业规模大;东营石油制造技术水平国内首屈一指,但与国际先进水平差距不小。通过综合运用面板数据和实地调研所获信息,采用社会网络分析方法,借助Ucinet、ArcGIS等软件工具,对东营石油装备制造制造业集群创新网络演化进行了分析,得出了如下几点结论:多维邻近对东营石油装备制造制造业创新网络形成与发展具有重要影响。不论从专利合作的面板数据分析,还是从企业实地调研结果来看,中国石油化工集团公司代表国家对东营石油装备工业的投资、与装备工业企业客户(胜利采油厂)之间的距离、企业之间在技术水准和知识基础方面的相似性等都对东营石油装备业创新网络的形成和发展产生了重大的影响,表明了以地理邻近、组织邻近、认知邻近为核心内容的多维邻近性是东营石油装备业创新网络的重要影响因素,证明Boschma等学者多维邻近性相关理论假设的正确性。

2) 多维邻近对处于不同发展阶段的东营石油装备制造制造业创新网络的影响各不相同。在网络培育阶段,国有投资、国有资本、基于纵向合作的组织邻近在东营石油装备业创新网络构建中发挥了核心关键作用;在网络起步阶段,随着国有石油企业改革、改制,民营企业应运而生,基于降低交流运输成本的考虑,大量新建企业选择靠近采油企业布局,基于纵向与横向合作的地理邻近对此阶段创新网络发展产生了重要影响;在网络成长阶段,随着研发对企业经营业绩、竞争力大小的影响加大,创新主体间横向合作成为企业选点布局

^① 科瑞董事长原先是胜利油田员工,离职后创办了企业,早期作为民营小企业,技术水平较低,虽然社会关系有利于企业获得知识溢出,但还是被胜利油田集团企业排斥在核心创新合作网络之外。通过海外市场拓展、海外研发中心设立等途径,科瑞技术水平大幅提高,实现了与胜利集团企业认知邻近,进而促成了与胜利油田企业紧密合作关系的建立。

的重要考量,基于类似技术水平、相似知识基础的认知邻近成为影响此阶段东营石油装备业创新网络发展的关键因子。也就是说,东营石油装备业创新网络经历了组织邻近、地理邻近、认知邻近主导的3个不同发展阶段,这与Anne、Tel Wal、Boschma等学者^[1]描述的创新网络从地理邻近、经组织邻近,到认知邻近主导的过程不完全相同。

3) 东营石油装备制造创新网络合作主体地域特征鲜明。位于东营的中国石油大学(华东)是创新网络知识的源泉,也是连接各创新主体合作的桥梁。大型国有胜利油田企业是东营创新网络最重要的创新主体,其中心度高,网络结构洞限制度低。高等院校、大型国企成为东营创新网络的主体和核心,这与欧、美国家和地区中小型创新企业担纲石油装备业创新网络知识生产、技术研发主体的结构有较大差别^[13]。

4) 从推动东营石油装备业创新网络健康发展的目标出发,应该增加创新网络的开放性,加强与区外主体的创新合作,防止东营创新网络陷入技术锁定和过度邻近(Boschma邻近性悖论)。具体而言,应该采取税收减免、研发补助、市场开拓等措施,鼓励更多民营企业、外资企业加入东营创新网络,鼓励东营企业走出国门,布局全球,与外地创新网络、创新主体建立密切的合作关系,以提高东营创新网络主体知识学习能力、自主研发能力以及研发成果转化应用能力。

此外,创新网络与多维邻近的关系十分复杂。有必要开展中国石油装备制造创新网络与国外同类网络的系统比较研究,深化多维邻近对集群创新网络的机理分析。

参考文献(References):

- [1] Kudic Muhamed, Pyka Andreas, Sunder Marco. The formation of R&D cooperation ties: An event history analysis for German laser source manufacturers[J]. *Industrial and Corporate Change*, 2016, 25(4): 649-670.]
- [2] 叶琴,曾刚,陈弘挺,等.中国装备制造企业合作创新伙伴选择——基于2013年中国工博会249家参展企业的问卷调查分析[J].*地理科学进展*,2015,34(5):648-656.[Ye Qin, Zeng Gang, Chen Hongting et al. Chinese equipment manufacturing enterprises' choice of collaborative innovation partners: Empirical analysis based on a questionnaire survey of 249 enterprises participated in the 2013 China International Industry Fair. *Progress in Geography*, 2015,34(5): 648-656.]
- [3] Menzel Max-Peter. Interrelating dynamic proximities by bridging, reducing and producing distances[J]. *Regional Studies*, 2015, 49(11):1892-1907
- [4] Balland Pierre-Alexandre. Proximity and the evolution of collaboration networks: Evidences from R&D projects within the GNSS industry[J]. *Regional Studies*, 2012, 46(6):741-756.
- [5] Boschma Ron. Proximity and innovation: A critical assessment [J]. *Regional Studies*, 2005, 39(1): 61-74.
- [6] Trippel Michaela, Todtling Franz, Lengauer Lukas. Knowledge sourcing beyond buzz and pipelines: Evidence from the Vinena software sector[J]. *Economic Geography*, 2009, 85(4):443-462.
- [7] 李琳.多维邻近性与产业集群创新[M].北京:北京大学出版社, 2014. [Li Lin. *Multi-dimensional proximities and industrial cluster innovation*. Beijing: Peking University Press, 2014.]
- [8] Arita Tomokazu, Mccann Philip. Industrial alliances and firm location behaviour: some evidence from the US semiconductor industry[J]. *Applied Economics*, 2000, 32(11): 1391-1403.
- [9] Huber Franz. On the Role and interrelationship of spatial, social and cognitive proximity: Personal knowledge relationships of R&D workers in the Cambridge information technology cluster [J]. *Regional Studies*, 2012, 46(9): 1169-1182.
- [10] Oerlemans Leon A G, Meeus Marius T H. Do organizational and spatial proximity impact on firm performance?[J]. *Regional Studies*, 2005, 39(1): 89-104.
- [11] Ter Wal, Anne L J, Boschma Ron. Co-evolution of firms, industries and networks in space[J]. *Regional Studies*, 2011, 45(7): 919-933.
- [12] 李卫玲.中国石油石化设备工业年鉴[M].北京:机械工业出版社,2014.[Li Weiling. *China Petroleum & Petrochemical Equipment Industry Yearbook*. Beijing: Machinery Industry Press, 2014.]
- [13] Perrons R K. How innovation and R&D happen in the upstream oil&gas industry: Insights from a global survey[J]. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2014, 124: 301-312.
- [14] 陈柳钦.中国石油石化装备制造发展探讨[N].中国能源报, 2012-05-14.[Chen Liuqin. Discussion on the development of China Petroleum & Petrochemical Equipment Industry. *China Energy News*, 2012-05-14.]
- [15] 张泉江.中国石油装备产业发展峰会召开 东营被授予“中国石油装备城市”称号 [EB/OL]. 东营网, (2014-9-18) [2016-03-17].<http://news.dongyingnews.cn/system/2014/09/17/010475121.shtml>. [Zhang Quanjiang. China petroleum equipment industry development summit: Dongying was awarded the “China petroleum equipment city”. *Dongyingnews*, (2014-9-18) [2016-03-17].<http://news.dongyingnews.cn/system/2014/09/17/010475121.shtml>.]
- [16] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社, 2015.[National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. *China Statistical Yearbook*. Beijing: China Statistics Press, 2015.]
- [17] Hagedoorn J, Cloudt M. Measuring innovative performance: Is there an advantage in using multiple indicators?[J].*Research*

- Policy, 2003, 32(8): 1365-1379.
- [18] Hennemann Stefan,汪涛.转型期中国科研机构融入国际学术知识网络的动力机制研究[J].地理科学, 2011,31(9): 1043-1049.[Hennemann Stefan, Wang Tao. Mechanism of integration of chinese academic knowledge network into global research system during the transition period. Scientia Geographica Sinica, 2011, 31(9): 1043-1049.]
- [19] 程淑佳,王肇钧.复杂网络理论下世界原油贸易空间格局演进研究[J].地理科学,2011,31(11): 1342-1348.[Cheng Shujia, Wang Zhaojun. Evolution of spatial pattern of world crude oil trade based on complicated network theory. Scientia Geographica Sinica, 2011, 31(11): 1342-1348.]
- [20] 马海涛,刘志高.地方生产网络空间结构演化过程与机制研究——以潮汕纺织服装行业为例[J].地理科学, 2012,32(3): 308-313.[Ma Haitao, Liu Zhigao. Spatial structure evolutionary process and mechanisms of local production networks: A Case Study of Chaoshan Region in Southeast China. Scientia Geographica Sinica, 2012, 32(3): 308-313.]
- [21] 李丹丹,汪涛,周辉.基于不同时空尺度的知识溢出网络结构特征研究[J].地理科学,2013,33(10): 1180-1187.[Li Dandan, Wang Tao, Zhou Hui. The structural characteristics of knowledge spillover networks based on different spatial and temporal scales. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(10): 1180-1187.]

Innovation Network Evolution of Petroleum Equipment Manufacturing Industry in Dongying

Ye Qin, Zeng Gang, Yang Shuting, Chen Hongting

(The Center for Modern Chinese City Studies/School of Urban&Regional Science,
East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: Based on information data of patent applying and cooperative patent of petroleum equipment manufacturing industry in Dongying during 1985-2013, patent information service platform of SIPO and the data, the author interviewed 17 petroleum equipment manufacturing industry in Dongying, and did an analytical research on innovative network evolution of Dongying petroleum equipment manufacturing industry from multidimensional proximity perspective with social network analysis in virtue of software tools such as Ucinet, Arcgis etc. Then we get some result. Firstly, multidimensional proximity factor has great influence on Dongying innovative network development and the predominant proximity factor is different on different network development stages. In breeding stage, the cooperation between network main bodys mainly in enterprises belong to state-owned Shengli Group in which organization is proximity to predominant factor; in early stage, cooperation mainly occurs in enterprises having industry chain cooperation relationship which in order to reduce communication transportation costs which become the consensus of cooperation main body when geographic proximity factor become dominant; in growth stage, cooperation occurs mainly in enterprises with similar technical level knowledge foundation which in the pursuit of horizontal cooperation when cognitive proximity factor plays a leading role. On the one hand, that confirms relevant multidimensional proximity theoretical hypothesis of Boschma, and points out different relevance between multidimensional proximity factor and Dongying cooperative innovative network evolution on the other hand. Secondly, universities and large state-owned enterprises are knowledge source and organizers of Dongying innovative collaborative networks. China University of Petroleum (East China) and Shengli Oilfield conglomerate plays a leading role which is different with the foreign situation that small and medium-sized enterprises play a leading role.

Key words: innovation network; multidimensional proximity; petroleum equipment manufacturing industry; Dongying