doi:10.3969/j.issn.1001-4616.2025.04.003

基于吉利汽车企业联系的浙江城市网络演化

徐舒扬,姜海宁

(浙江师范大学地理与环境科学学院,浙江 金华 321004)

[**摘要**] 企业联系作为推动经济发展的核心动力,现已成为剖析城市网络空间结构的重要视角. 本文基于吉利汽车企业自 1997 年进入汽车行业至 2023 年的企业联系数据,采用社会网络分析方法探讨浙江吉利汽车企业联系格局以及基于产业链不同环节联系的城市网络结构特征演化及其影响因素. 结果表明:①浙江各城市在网络结构特征和变化趋势上存在较大差异性,核心城市的联结密度始终明显高于核心区与边缘区. ②随着时间推移,浙江省各城市间形成更复杂的网络结构和“杭—甬—台”“杭—甬—金”两个三角形框架结构链接. ③浙江省各城市与其他省份联系高度密切且潜力巨大. ④浙江省城市整体网络密度从大到小依次为生产、研发、销售环节,高附加值环节的联系仍需加强. ⑤基于吉利汽车企业联系的浙江城市网络结构演化中,路径依赖效应、企业组织邻近的影响始终显著为正,城市属性因素的影响总体显著为负,而地理空间效应的影响较弱.

[**关键词**] 城市网络,吉利汽车,社会网络分析,产业链,浙江省

[**中图分类号**]F129.9　[**文献标志码**]A　[**文章编号**]1001-4616(2025)04-0026-13

The Evolution of Urban Networks in Zhejiang Based on Geely Automobile Enterprise Connections

Xu Shuyang, Jiang Haining

(College of Geography and Environmental Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

Abstract: Enterprise connections, as a core driver of economic development, has become an important perspective for analyzing urban network spatial structures. This paper utilized Geely Automobile enterprise connection data from its entry into the automotive industry in 1997 to 2023. It employed social network analysis methods to explore the evolution of Zhejiang Geely Automobile enterprise connection patterns and the urban network structural characteristics based on different segments of the industrial chain, as well as their influencing factors. The findings indicate: ① There existed significant variation in the network structure characteristics and trends among cities in Zhejiang, with core cities consistently exhibiting higher connectivity densities than core and peripheral areas. ② Over time, cities in Zhejiang formed more complex network structures and interconnected triangular frameworks such as "Hangzhou-Ningbo-Taizhou" and "Hangzhou-Ningbo-Jinhua". ③Cities in Zhejiang demonstrated close and potentially vast connections with other provinces. ④The overall network density of cities in Zhejiang decreased from production to research and development to sales segments, highlighting the need for strengthened links in high value-added segments. ⑤In the evolution of urban network structure in Zhejiang based on Geely Automobile enterprise connections, the influence of path dependence effects and neighboring enterprise organizations remained consistently significant in a positive direction. Conversely, the overall influence of urban attribute factors was predominantly negative, while the influence of geographical spatial effects was weak.

Key words: urban networks, Geely Automobile, social network analysis, industrial chain, Zhejiang Province

城市之间由于密切的经济联系会逐渐形成相互依赖、职能各有分工、规模呈等级分布的城市体系. 伴随着全球化进程,城市体系向现代化城市网络模式演变,在研究视角转向多空间尺度和多个等级城市间复杂网络关系[1]的背景下,企业作为推动城市与区域经济发展的重要动力,因其生产要素可以跨越时间和

收稿日期:2024-10-11.

基金项目:浙江省软科学研究计划重点项目(2023C25014).

通讯作者:姜海宁,博士,教授,博士生导师,研究方向:经济地理. E-mail:jhn841263@163.com;徐舒扬,硕士研究生,研究方向:经济地理. E-mail:19511326305@163.com

空间障碍在所有区位自由布局[2],成为剖析城市网络空间结构的重要视角,受到学者的关注. 总体来说,目前已有研究主要基于某个产业或某个类型企业之间的联系来探究城市网络结构特征变化,具有一定的理论意义与现实价值,具体集中于以下几个方面:①企业总部与分支机构联系. 多位学者对二者空间分离所引起的城市间形成的网络联系进行探究[3-5];②不同产业类型的企业联系. 目前相关研究基于金融业[6]、数字经济[7]、制造业[8]、高新技术产业[9]、高级生产性服务业[10]等类型企业联系,探究其引起的城市网络结构变化;③不同性质的企业联系. 现有部分研究关注企业间的技术联系[11]、投资联系[12]、服务联系[13]等,分析其不同性质联系对城市网络演化的影响. 尽管如此,其研究结论略显宽泛,有必要进一步基于单个企业组织结构与跨区域联系来研究城市网络结构特征,然后深入剖析基于单个企业联系的城市网络结构驱动机制,尤其是本土龙头企业,而已有研究对此却鲜有关注.

汽车产业是典型的资金密集型与技术密集型产业,其产业关联较强,跨区域进行产业合作与技术合作比较突出. 作为浙江省发展的典型代表,浙江吉利控股集团有限公司最初从事冰箱零配件和摩托车的生产销售,随后于 1997 年正式进入汽车制造行业,在浙江台州建立企业总部,并从 1999 年开始从台州向浙江省其他城市扩展,在宁波设立生产基地,扩大生产规模[14],不久便进一步在甘肃兰州、湖南湘潭、山东济南等地建立生产基地,以及通过资产重组接手上海杰士达汽车公司等,进而逐渐形成立足本地、辐射全国的生产布局. 随着中国加入 WTO,吉利集团加速将产品销往海外,并进行一系列的国际并购,这些均显著增强了品牌的影响力和技术实力. 吉利汽车集团现已成为规模大、跨区域联系强的本土企业,其从本土走向全国然后走向世界的发展历程,成为中国民营龙头汽车企业内生成长的缩影[15],因而选择该案例不仅具有一定的典型性与代表性,而且基于吉利集团的组织结构与跨区域合作网络来分析城市网络结构特征,有助于从企业联系的微观视角进一步深入探究城市网络演化的驱动机制. 基于此,本文以吉利汽车集团为研究对象,结合 1997—2023 年吉利汽车企业联系数据,运用社会网络分析方法,探讨基于企业整体产业联系及不同产业链环节之间联系的浙江省城市网络结构特征的演化及其驱动机制,进而丰富城市网络理论,同时也为浙江省城市体系科学构建提供一定的理论参考.

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

本文基于天眼查数据平台获取截至 2023 年成立于浙江省范围内的吉利汽车企业共 788 家企业主体名录,记录吉利集团自 1997 年进入汽车行业至 2023 年历年企业总量变化. 根据《中华人民共和国公司法》,集团公司对子公司的控股关系通常指其持有的股份超过该公司总股本的 50%. 因此,本研究将 50%及以上的持股比例作为判断指标记录各城市企业联系数据,以此兼并企业与 2 个以上城市企业联系的情况,仅保留两两合作的企业联系数据. 在此数据基础上,以产业链类别为依据,统计得到吉利汽车上游研发类、中游生产类、下游销售类在浙江省 11 市内两两联系的数量共计 134 项,以及截至 2023 年浙江省 11 市与全国其他省份的企业联系数据共计 197 项. 此外,利用浙江省各市 2005、2013、2018、2023 年国民经济和社会发展统计公报获得城市网络演化影响因素的各解释变量数据.

1.2 研究方法

1.2.1 整体网络密度

整体网络密度反映各个节点之间相互关联的程度. 公式[16]为:

$$D=\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}d(c_i,c_j)}{n(n-1)},$$

式中,D 为网络密度,n 为节点数,$d(c_i,c_j)$ 为节点 c_i 与 c_j 之间的关系量. 若城市 i 与城市 j 有相关联系,则 $d(c_i,c_j)=1$;若无任何联系,则 $d(c_i,c_j)=0$.

1.2.2 网络中心度

(1)度数中心度

度数中心度反映一个节点受其他节点影响的程度或是受控程度. 公式为:

$$C_D(c_i)=\frac{d(c_i)}{n-1},$$

式中,$C_D(c_i)$为度数中心度,n 为节点数,$d(c_i)$为节点间实际发生的联系数.

(2)接近中心度

接近中心度反映网络中某节点到达其他节点的难易程度,在城市群网络中通常用距离量化. 公式为:

$$C_C(c_i)=\frac{n-1}{\sum_{j=1}^{n} d_{ij}(n-1)},$$

式中,$C_C(c_i)$为接近中心度,n 为节点数,d_{ij}为城市 i 和城市 j 之间的最短距离.

(3)中间中心度

中间中心度反映某节点作为媒介者的控制能力. 公式为:

$$C_B(c_i)=\frac{2\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} b_{jk}(i)}{n^2-3n+2},$$

式中,$C_B(c_i)$为中间中心度,值域为[0,1],若取值为 0,则该节点不能控制任何其他节点;若取值为 1,则该节点可以完全控制其他节点.

1.2.3 核心-边缘结构

核心-边缘结构是指利用城市核心度大小判断各城市基于某项指标在城市网络中地位的特殊空间结构[17],以核心度精确量化核心节点对边缘节点产生的带动程度.

1.2.4 凝聚子群

凝聚子群在本研究中指基于企业联系的浙江省城市网络中相对密切联系节点的集合. 核算的 E-I 指数可核算网络结构的凝聚子群,公式为[18]:

$$\text{E-I}=\frac{\text{EL}-\text{IL}}{\text{EL}+\text{IL}},$$

式中,EL 为子群体之间的关系的数量,IL 为子群体内部的关系的数量,其值域为[-1,1],数值越大,则关系越趋向发生在群体之外,反之,则子群体之间的关系越少.

1.2.5 网络链接

本文采用浙江省节点城市之间的网络联系强度指标,利用 ArcGIS 绘图,划分不同等级,以线条粗细可视化各阶段城市联系的强度差异,体现网络链接变化.

1.2.6 QAP 回归模型

二次分配问题(quadratic assignment problem,QAP)是定量研究关系网络中影响因素的非参数检验方法,用于分析一个矩阵和多个矩阵之间的计量关系. 依据本研究的指标和解释变量建立 QAP 回归模型:

$$\boldsymbol{Y}_i=f(\boldsymbol{D},\boldsymbol{A},\boldsymbol{V},\boldsymbol{I},\boldsymbol{T},\boldsymbol{G},\boldsymbol{M},\boldsymbol{O}),$$

式中,$\boldsymbol{Y}_i$ 为依据各年份企业联系构建的城市网络矩阵,$\boldsymbol{D}$、$\boldsymbol{A}$、$\boldsymbol{V}$、$\boldsymbol{I}$、$\boldsymbol{T}$、$\boldsymbol{G}$ 分别为浙江省两市地区 GDP 的差值矩阵、行政等级赋值的差值矩阵、地方财政支出占 GDP 比重的差值矩阵、第二产业增加值占比的差值矩阵、第三产业增加值占比的差值矩阵、城市质心距离的差值矩阵,$\boldsymbol{M}$ 为前一阶段的城市网络矩阵,$\boldsymbol{O}$ 为母子企业组织邻近的赋值矩阵.

2 吉利汽车企业联系的阶段性特征

2.1 吉利汽车企业历史演进与阶段划分

1986 年,吉利控股集团董事长李书福开始创业,在冰箱配件及装潢材料的生产销售过程中积累制造业经验,1996 年吉利集团有限公司正式成立[14]. 1997 年,吉利集团进入汽车行业,并于 2001 年成为中国首家获得轿车生产资格的民营企业. 2005 年吉利汽车参加第 61 届法兰克福车展,实现了中国汽车参加世界顶级车展零的突破. 2010 年吉利收购沃尔沃,2013 年吉利汽车 CEVT 在瑞典成立,打造了全球化发展平台. 2015 年吉利汽车迈入 3.0 精品车时代,成为中国自主品牌汽车企业的龙头,并逐步向全球一线车企发

展. 2020 年吉利集团加快科技转型升级步伐,成为首家乘用车产销量跃升至千万量级的中国汽车企业[14]. 2021 年“智能吉利 2025”战略发布,推动吉利加速向智能时代转型.

依据技术情况、品牌类型、产品销量等,吉利集团发展历程可概括为 4 个发展阶段:(1)自主化阶段(1997—2009 年). 1997 年吉利集团正式进入汽车领域,发展初期 3 类企业均只有极少数,此后于 2003 年 3 类企业数量总体提升且差距加大,吉利汽车向商用车领域发展,销售类企业数量开始领先于另外 2 类企业. (2)国际化阶段(2010—2014 年). 吉利汽车全球化,并推动国际资源整合,国际影响力逐步扩大,销售类企业数量明显上升,开始以产品销售为重点,了解客户发展化需求,推出更多自主品牌,并为研发和生产集资,催生技术研发,带动生产制造,完成战略转型. (3)精品车阶段(2015—2020 年). 2015 年后吉利汽车致力于提升产品质量,开展大量研发技术创新以满足消费者提升的品质需求,研发类企业和生产类企业的企业总量开始出现较大数量差别;而到 2019 年 3 类企业数量增长均放缓,主要由于全球范围内新冠疫情导致整个汽车产业链体系面临严峻挑战. (4)智能阶段(2021 年—). 吉利汽车把握全球汽车产业转型升级的关键时期,开启动力科技及新能源电气化时代,此阶段研发类企业数量增长速度明显加快,而生产类企业增长速度放缓.

2.2 吉利汽车企业不同阶段网络结构特征

随着企业联系数量和规模逐渐增长,龙头企业从无到有,吉利汽车的网络结构经历了“本土化单一类型销售网络—多元化、细分化研发、制造与销售网络—多维联系的智能化网络”的过程,体现了其不断适应市场变革、主动升级产业结构的战略(图 1).

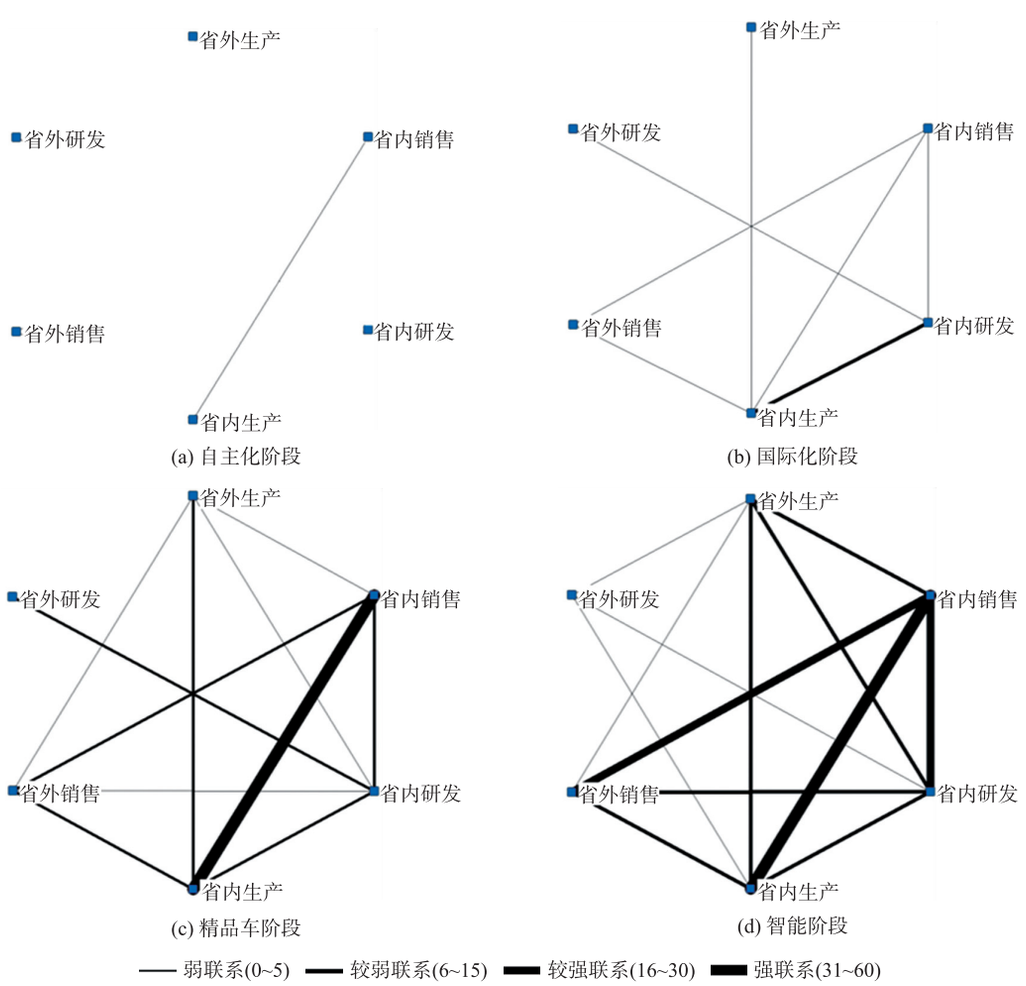


图 1 吉利汽车企业各阶段网络结构特征

Fig. 1 The network structure characteristics of Geely Automobile enterprise at each stage

2.2.1 自主化阶段网络结构特征

初期吉利的网络架构立足于零部件的制造与销售,企业行为主体数量较少且缺少龙头企业,企业间的

联系少并且大多限于本土地域之内,构筑了一个以内生供应链为基础、聚焦本土汽车零配件生产的简单结构网络框架. 1996 年吉利集团有限公司成立,在起步阶段低价入市,立足低端市场,网络结构因企业规模小而较为单一,仅覆盖汽车整装生产领域和摩托车业务板块,还未形成多元化的产业分支并进网络. 随着 2005 年吉利汽车参与第 61 届法兰克福国际车展实现中国汽车品牌在世界顶级车展舞台上零的突破、2007 年进一步加快其全球化的战略布局,进入高端汽车市场,吉利汽车在此转型中通过推出多款自主品牌和系列车型,细化产品定位,进一步丰富原先以生产为主的企业联系网络,精细化销售网络服务于特定区域市场需求,但其网络仍保持企业间直接联系较为稀疏、跨城市的合作实例极少的结构特征.

2.2.2 国际化阶段网络结构特征

该阶段吉利汽车企业国际影响力逐步扩大,企业行为主体数量与类型均有所增加,在全球化企业网络建设加速的基础上国内整体企业联系网络结构随着企业规模扩大而精细化,在台州出现龙头企业引领整体发展. 2010 年吉利汽车在收购国外品牌的基础上加大自主研发,缩小与同级合资车的差距,实现由自主品牌向高端品牌的转型,国外出现较多研发中心,并成功在欧美、中东等地设立分公司和销售网点,初步形成全球一体化的营销网络. 在收购沃尔沃汽车后进行技术协同,吸收高端技术与管理经验,国内企业在此发展过程中企业联系也随之加强,形成围绕龙头企业发展的完整产业链网络雏形,并推动网络结构向高附加值方向升级.

2.2.3 精品车阶段网络结构特征

这一阶段吉利汽车凭借灵活的经营机制和持续的自主创新迅速成长,成为中国主导乘用车企业和自主发展企业的代表[15],产业网络不再由台州的核心大企业主导,杭州成为新的重要联系节点城市,龙头企业和企业行为主体数量增加,企业网络复杂化,企业间联系加强. 随着老牌车企销量稳定上升,国内自主品牌长安、哈弗、五菱的销量突破,车企竞争异常激烈,消费者对产品品质要求提高. 为适应日益激烈的市场竞争环境,吉利汽车总部整体从台州迁移至杭州,以更好的科研平台为支撑,在不断提升产品质量的同时,构建起一个更为坚固、高效且响应迅速的企业网络结构,具体表现为:2015 年吉利汽车迈入 3.0 精品车时代;2017 年吉利汽车前瞻性发布未来十年核心战略——智能化技术战略;2020 年吉利汽车进入全面架构造车时代,科技吉利 4.0 开启. 吉利汽车延续之前一贯的高质量标准,网络结构全方面升级完善,增强浙江省内企业与全国其他各省、国外企业间合作互通,在增设研发企业的基础上提升车辆安全性和耐久性,提供安全、舒适、可靠的行车体验,满足消费者们的不同需求.

2.2.4 智能阶段网络结构特征

2021 年起吉利汽车电动智能化迅猛发展,企业行为主体数量迅速加强,联系维度多元化、结构复杂化,在杭州和宁波多个龙头企业的带动下,不同类型的企业间形成多个三角形联系结构. 在智能阶段吉利汽车不断进入新发展时代,具体展现如下:2021 年雷神动力品牌发布,吉利汽车开启动力科技电气化时代;2022 年星越 L Hi·F 上市,全面开启吉利新能源电气化时代;2023 年“吉利银河”正式发布,吉利成为第一家完成新能源汽车安全管理体系建设的车企,推动中国新能源产业迈向更高品质,并进一步完善了新能源汽车网络结构. 这一网络不仅强化了吉利在全国乃至全球范围内的企业联动,深化了合作层次与广度,也提高了企业网络密度、扩大了网络覆盖范围.

3 基于吉利汽车企业联系的浙江城市网络特征演化

3.1 基于整体产业企业联系的浙江城市网络结构演变特征

3.1.1 城市网络结构特征

(1)网络中心性

浙江省各市在网络中心性点出度与点入度上的发展均分化表现为两大显著模式. ①从数据分析来看,杭州、宁波、绍兴的点出度有增强的趋势,即与浙江省其他城市的资源交换性增强,关联性提高;其余城市的点入度则呈现增长趋势,即在各阶段受到的关注不断提高. ②从散点图(图 2)来看,大部分城市在各阶段的点出度与点入度重合度均不高,说明大部分城市在提高影响力还是增强关联性的发展策略选择上具有偏向性.

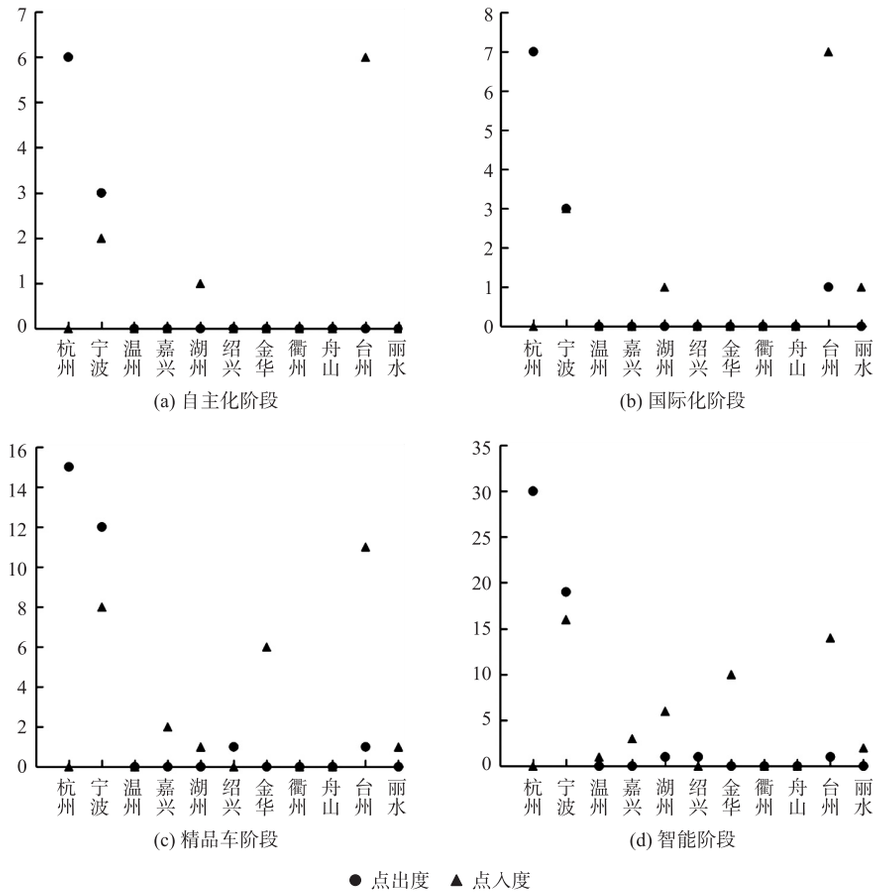


图 2　基于产业联系的浙江各市点出度、点入度散点图

Fig. 2　Scatter plots of point out and point in degrees for various cities in Zhejiang based on industrial connections

(2)核心-边缘分析

浙江省城市联结密度不断增大,杭州与宁波两核心城市联系强度始终明显高于核心区与边缘区的联系强度. ①依据节点联系紧密程度,杭州一直处于浙江省产业联系核心区域,另一个核心城市由台州转变为宁波,主要由于吉利汽车曾以台州市为总部,故核心-边缘分析结果有偏向,而随着时间发展,各城市经济发展水平差异逐渐增大,宁波成为吉利汽车企业联系下的核心城市. ②分析联结密度(表 1),智能阶段的数据显示明显的两极分化特征,核心区城市的内部联结异常紧密,数值高达 8.000,而核心区与边缘区之间的联结密度仅为 1.833,说明核心区和边缘区间的相互联系明显偏低. 就总体趋势而言,核心区内部、核心区与边缘区外部产业联系均呈不断加强趋势,而边缘区城市的内部联系从有到无,内部联系转变为与核心区城市的外部联系,联结密度不断提高,体现浙江省不同城市间资源共享加强,都市连绵区正在稳步发展.

表 1　基于产业联系的浙江城市联结密度变化

Table 1　Changes in urban connectivity density in Zhejiang based on industrial connections

区域	自主化阶段		国际化阶段		精品车阶段		智能阶段	
	区域内部	区域与外部	区域内部	区域与外部	区域内部	区域与外部	区域内部	区域与外部
核心区	1.500	0.167	1.500	0.278	4.000	1.056	8.000	1.833
边缘区	0.167	0.000	0.222	0.000	0.000	0.028	0.000	0.042

3.1.2　城市网络结构变化

(1)点中心度

点中心度包括中间中心度、特征向量中心度、接近中心度等,各指标展现核心区与边缘区城市发展差异及多元化城市联系特征. ①中间中心度. 大部分城市为 0,表明随着区域发展规划调整,一些城市调整功能定位,侧重本地服务和自我循环的发展模式,而非强调成为区域产业联系或信息交换中心,因此与其他城市的中介作用不明显. ②特征向量中心度. 杭州、温州、金华的特征向量中心度呈现不断上升趋势且数值较高,表

明与其具有产业联系的城市的地位不断提高. 宁波和杭州的特征向量中心度始终保持浙江省第 1 和第 2,智能阶段分别达到 103.474 和 84.906,二者联系密切. ③接近中心度. 智能阶段丽水、台州的入接近中心度分别为 15.873、14.286,对其他城市产业资源的吸收整合力强;杭州、宁波的出接近中心度分别为 24.399、16.667,在产业联系的信息资源、声望等方面的影响高,经济带动能力强;其他城市均为 9.091~10.989,入接近中心度增长速度接近或略高于出接近中心度,长三角区域一体化发展战略使浙江省城市间经济联系紧密,资源共享、产业协作频繁,各城市在吸引外来投资与发展外向型经济方面的入度与出度相对均衡.

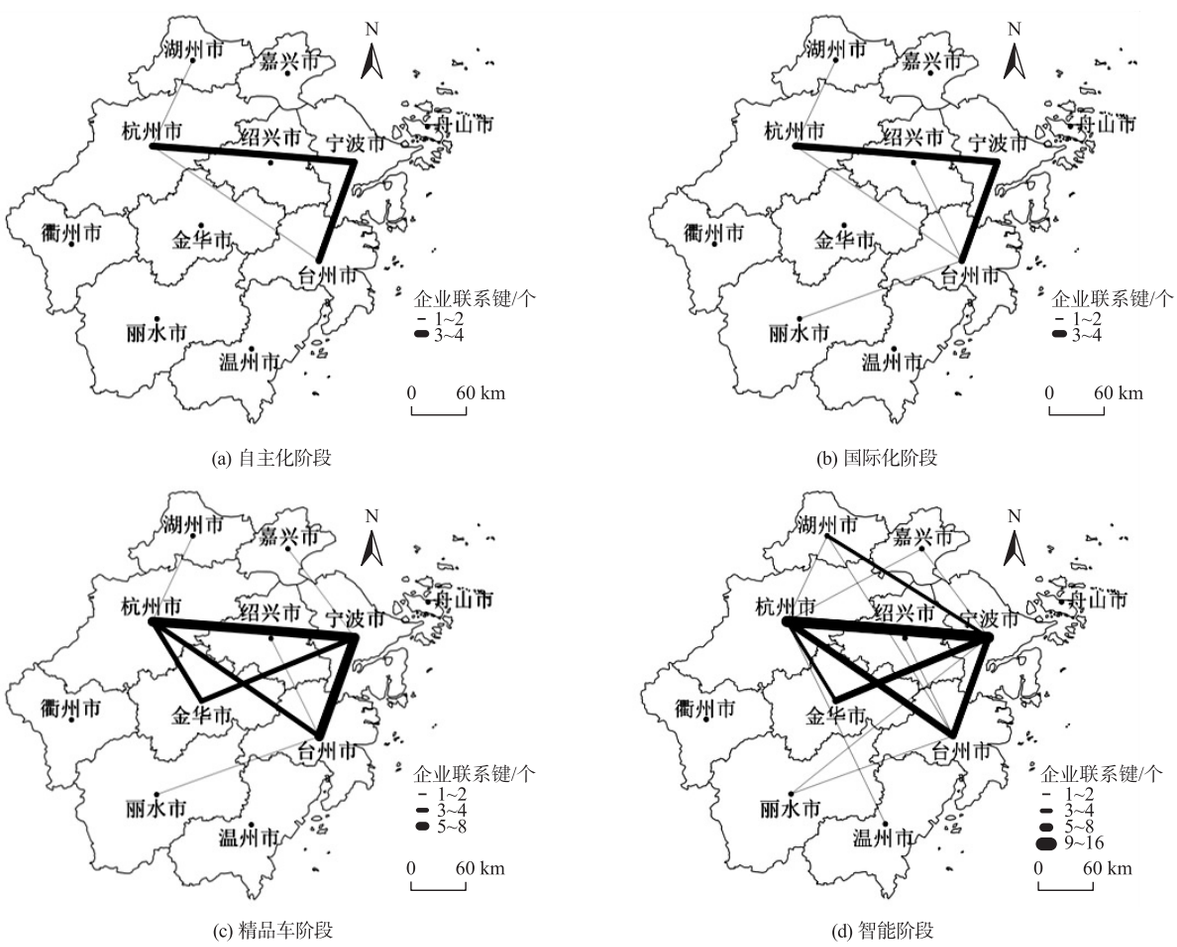
(2)网络密度

从整体网络密度来看,随着时间推移浙江各市的企业不再孤立发展,形成了更为复杂和密集的产业协同网络. ①从自主化阶段到智能阶段,浙江省各市间的企业产业联系网络关系数量从 4 条增加到 17 条,网络整体密度从 0.036 变为 0.155,说明各城市间的企业合作、产业链整合等方面的互动显著增强;②整体网络关系标准差从 0.187 上升到 0.361,说明中心区与边缘区网络疏密差异在扩大,即各城市间产业联系频率的差异在增大,这与宁波、杭州的特征向量中心度始终保持浙江省第 1、第 2 一致. 总体上浙江省城市网络扩散效应和经济一体化趋势加强,但同时也呈现非均衡发展特点.

从个体网络密度来看,除了衢州和舟山相对较孤立未能融入整体网络,其余城市都呈现较均衡状态,与邻近区域保持联系. 衢州和舟山相对孤立主要因为物理空间距离远、地理限制、主导产业与其他城市发展阶段不同步等. 此外,大部分城市密度增加,其中湖州、嘉兴增加幅度最为明显,说明浙江省北部地区在积极加入整体网络并参与交流,依托产业链上下游企业之间的合作加深,形成具有竞争力的产业集群.

3.1.3　城市网络链接变化

根据浙江城市网络链接变化图(图 3),杭甬台三市始终保持紧密联系,并且自精品车阶段开始城市网



(a) 自主化阶段　(b) 国际化阶段

(c) 精品车阶段　(d) 智能阶段

注:基于国家地理信息公共服务平台审图号为 GS(2024)0650 号的标准地图制作,底图边界无修改.

图 3　基于产业联系的浙江各市网络链接变化

Fig. 3　Changes in network links among cities in Zhejiang based on industrial connections

络链接复杂化,在原有杭甬台基础上形成新的稳定三角形框架结构. 原因如下:①随着吉利汽车总部迁移,杭甬台三市充分利用产业内循环,通过合作实现资源共享、市场开拓和产业链延伸,联系不断加强,三角形框架结构巩固;②金华依靠义乌的小商品零售快速发展,成为浙江省内主要的零部件供应商,与杭、甬联系紧密,形成新的三角形框架;③2018 年吉利汽车宣布在湖州长兴县投资 326 亿元建设大型的新能源汽车项目,提升了湖州汽车产业链竞争力,增强了湖州与浙江省核心城市的联系数量及强度;④浙江省西南部城市与其他城市的联系几乎没有增长,可能由于南部城市侧重培育自主发展能力和特色经济.

3.1.4 浙江-全国其他省份之间的联系网络变化

根据中心度分析及联系网络变化图(图 4)可视化,浙江与其他省份联系不断增加,其中与东部沿海省份联系始终保持密切,与中西部省份近几年联系快速增强,具体由以下指标说明.

①从度数中心度看,前 3 始终为山东、江苏、上海,在智能阶段分别达 35.000、17.000、15.000,因地理位置接近、产业链上下游的紧密合作,浙江与这些省份保持了较高的互动频率. 总体数量上,基于国家和地方政府积极推动区域经济合作的举措,浙江各市与其他省份联系从 11 省增加至 25 省,联系不断密切;时间变化上,陕西、四川、广东与浙江联系的度数中心度显著增加,这是浙江、广东两省结对帮扶陕西、四川共计百余个市县的结果. ②从接近中心度看,浙江与中西部部分省份、港澳台的接近中心度较低,联系缺乏,则是地理位置导致经济交往和物流成本相对较高,产业结构互补性不足影响了整体的接近中心度. ③从中间中心度看,山东因地处地理和经济要冲的交汇点始终高度领先,在智能阶段达 51.169;北京、重庆、广东、安徽、河北、江苏的中间中心度在智能阶段也显著增加. ④从特征向量中心度看,大部分省份如北京、上海、江苏、陕西的特征向量中心度在精品车阶段达到峰值,到智能阶段反而呈现下降的趋势,这与国家整体经济转型、浙江部分劳动密集型和资源密集型产业向中西部地区转移相关.

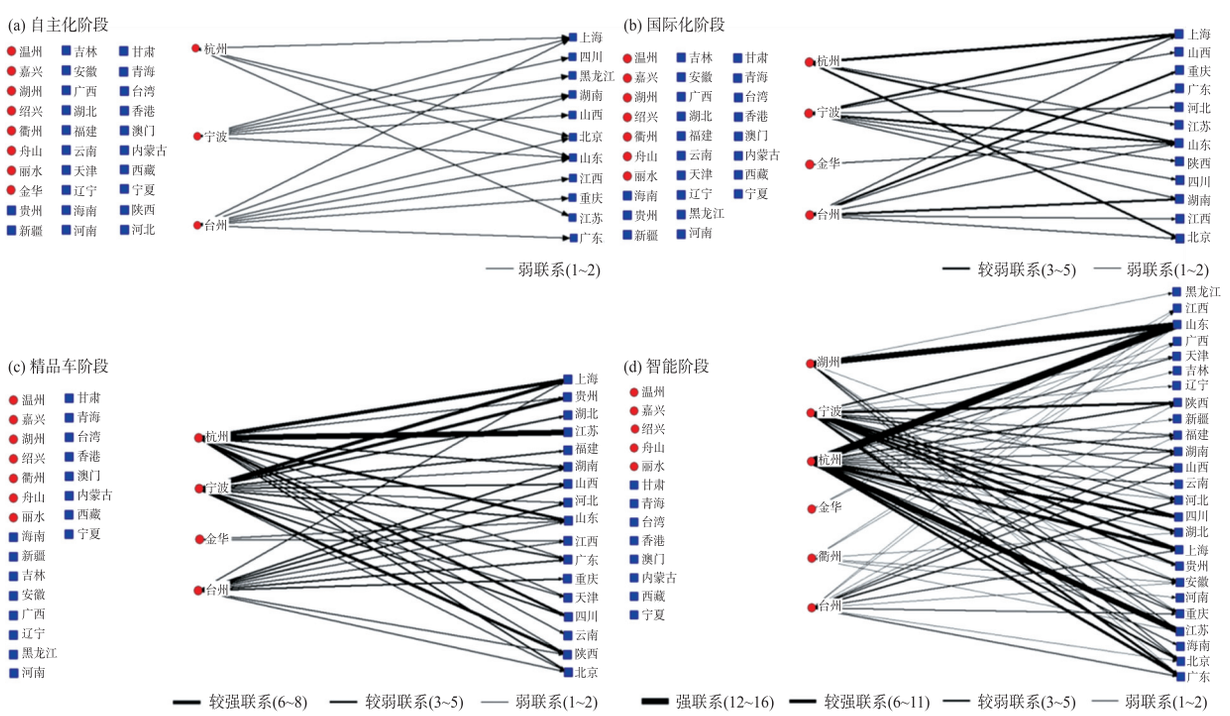


图 4 基于产业联系的浙江-全国其他省份之间的联系网络变化

Fig. 4 Changes in the connection network between Zhejiang and other provinces based on industrial connections

3.1.5 浙江城市网络社区结构划分

本研究以企业联系强度为依据,发现浙江省城市之间主要呈 3 层级集聚现象. 在聚类系数方面,嘉兴、金华、湖州远高于其他城市,可能由于三市在产业上具有较高的关联度和互补性,在产业链上相互依存,互相提供原料、半成品、技术支持等,促使城市间紧密联系. 在凝聚子群方面,以聚类分析图(图 5)展示各阶段 3 层级的变化,第 1 层级以杭州、宁波为核心,其他城市 4 个阶段略有组合变化;第 2 层级主要为温州、嘉兴、绍兴、金华、衢州、舟山;第 3 层级始终为丽水.

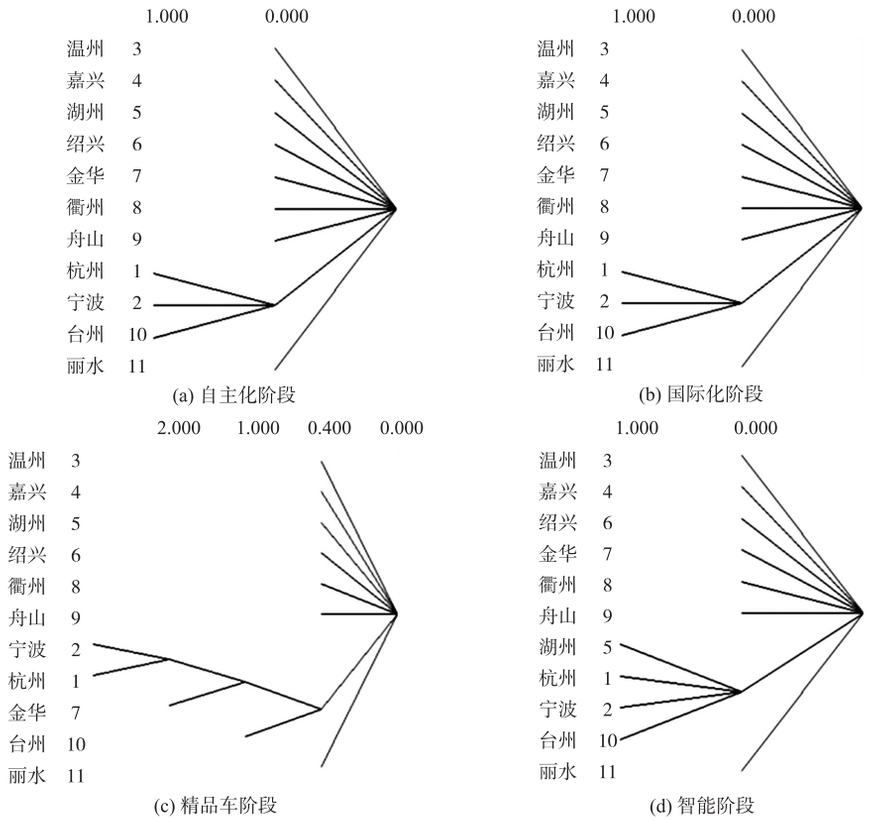


图 5　基于产业联系的浙江各市网络凝聚子群变化

Fig. 5　Changes in agglomeration subgroups of urban networks in Zhejiang based on industrial connections

3.2　基于不同产业链环节企业联系的浙江城市网络结构特征

3.2.1　城市网络密度变化

(1)整体网络密度

浙江省城市整体网络密度从大到小依次为生产、研发、销售,各环节网络关系数量均明显上升,具体表现如下:①生产环节网络密度大. 这是由于浙江制造业基础雄厚,产业集聚效应明显,各生产企业间联系紧密. ②研发环节网络密度略低,但增长较快. 浙江重视科技创新,但相较于成熟的生产链,研究活动涉及的知识和技术更加复杂,单个研发主体之间的直接联系不如生产环节密集. ③销售环节网络密度低. 由于销售可以通过线上电商平台等途径进行,因此单一销售主体与区域内其他主体之间的连接强度相对较弱.

(2)个体网络密度

浙江各市个体网络密度发展各有侧重,相对来说浙江北部更加注重研发,浙江西南部更注重生产,显现了浙江省网络产业链分工差异化. 具体表现为:①研发环节. 除了绍兴、衢州、丽水,其他城市个体网络规模均有上升趋势. 绍兴、衢州、丽水三市传统产业占比大,高新技术产业的投入和发展相对滞后,在科研机构的数量和质量上与其他城市存在差距. ②生产环节. 湖州、金华、台州个体网络规模及平均连接数上升明显. ③销售环节. 各市个体网络规模较为平均.

3.2.2　城市中心度变化

由城市联系中心度变化图(图 6)可见,研发环节网络以杭州为核心向外辐射联系、城市间网络联系数量增速最快;生产环节网络呈多个三角形框架结构组合、城市网络化程度最高;销售环节城市联系未形成框架,以两两线条联系为主. 具体而言,研发环节从无增加到 7 条联系,且杭州因高校和科研机构多、互联网和科技巨头集聚成为研发环节联系网络的枢纽,宁波次之;生产环节从最初的 5 条联系增加至 11 条联系,与 2 个及以上产生联系的城市达 6 个,这是由于地域间的集聚效应有助于充分利用共用的基础设施资源,大幅度减少中间产品的运输成本和时间消耗,提高利润,让生产环节的城市地域联系比其他环节更为密切;销售环节各城市间联系较少,主要由于不同城市的消费者特征、消费习惯、市场需求有显著差异,其次销售环节涉及物流配送,成本较高可能制约城市间销售的有效联系.

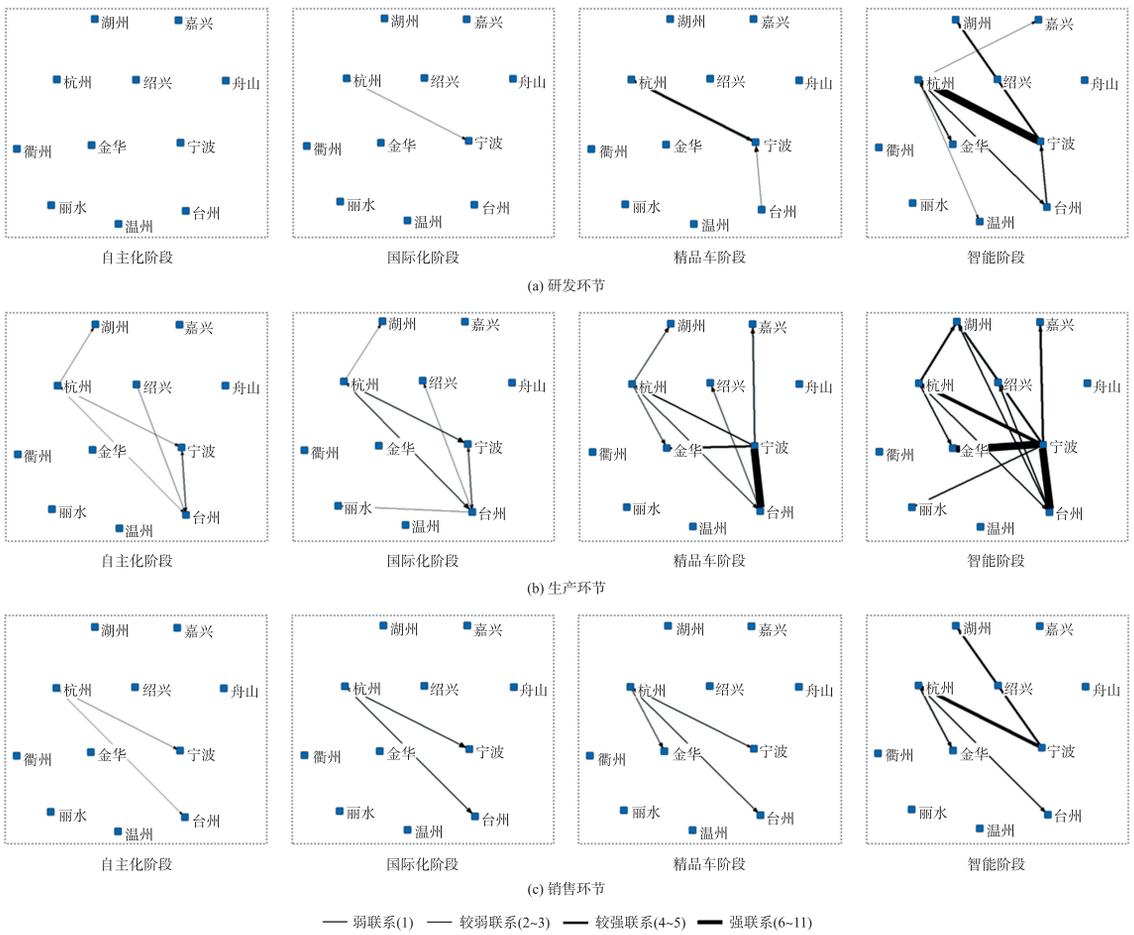


图 6　基于产业链环节企业联系的浙江城市联系中心度变化

Fig. 6　Changes in the centrality of urban connections in Zhejiang based on enterprise connections in the industrial chain

4　基于吉利汽车企业联系的浙江城市网络演化影响因素

4.1　基于企业联系的浙江城市网络演化影响因素指标构建

城市节点的网络联系是城市内企业区位选择的宏观表现形式,因此城市网络关联格局受到市场规模、城市等级、经济发展水平、劳动力成本等[19]企业区位选择因素的影响,研究表明城市规模、行政等级、政府干预、产业结构等均会对城市网络演化产生影响[20]. 此外,宏观上邻近性是解析网络形成机制的重要视角,多维邻近性分析框架包含认知、组织、社会、制度和地理 5 个维度[21],本文基于市尺度上统计数据的可获得性,分别用地理空间效应、路径依赖效应和企业组织邻近表征地理邻近、社会邻近和组织邻近. 综合上述分析,本研究采用 QAP 回归模型,以 2005、2013、2018、2023 年的城市网络矩阵为被解释变量,从城市属性因素、地理空间效应、路径依赖效应和企业组织邻近 4 个指标设置 QAP 模型的解释变量(表 2),分析截至 2023 年基于吉利汽车企业联系的浙江城市网络演化影响因素.

表 2　基于企业联系的浙江城市网络演化指标和解释变量

Table 2　Evolutionary indicators and explanatory variables of Zhejiang urban network based on enterprise connections

指标	解释变量	变量缩写	变量定义
城市属性因素	城市规模	RGG	地区生产总值差值
	行政等级	ADM	省会城市、计划单列市赋值为 2,其他地级市赋值为 1
	政府干预	GOV	地方财政支出占地区生产总值的比重差值
	产业结构	IND	第二产业增加值占全产业增加值的比重差值
		TER	第三产业增加值占全产业增加值的比重差值
地理空间效应	地理距离	GEO	ArcGIS 中 1984 Mercator 投影下两城市间质心的地理距离差值
路径依赖效应	时间滞后变量	TIM	前一阶段的基于企业联系的城市网络矩阵
企业组织邻近	母子企业组织邻近	ORG	存在母子企业联系赋值为 2,不存在母子企业联系赋值为 1

注:差值为浙江省两市间数据差值.

4.2　基于企业联系的浙江城市网络演化影响因素实证分析

运用构建的回归模型对解释变量矩阵与城市网络矩阵进行 QAP 回归分析,在 2 000 次随机置换后,2005、2013、2018、2023 年调整后的判决系数 R^2 分别为 0.909 8、0.935 3、0.783 3、0.909 1,由于同一数据 QAP 回归分析的判决系数低于最小二乘分析,故本文的模型回归结果拟合效果显著. 回归系数结果(表 3)显示随着浙江城市网络结构的发展逐渐紧密和完善,城市联系倾向于依赖非传统经济或行政因素,其中路径依赖效应、企业组织邻近的影响始终显著为正,城市属性因素的影响总体显著为负,地区生产总值和地理空间效应的影响较弱.

具体而言,城市属性因素的影响总体显著为负,反映浙江省内城市间的合作与联系已经超越了单一的经济和行政等级限制,更多地基于优势互补、产业特色以及市场导向的内在需求,形成了更为灵活和多元化的网络联系模式. 其中,行政等级负向显著说明城市行政等级越接近,城市间越容易产生联系,浙江各市根据各自的优势形成了不同的产业布局,行政等级接近的城市在经济结构上存在互补性,促使城市间合作,实现资源优化配置和产业链的延伸;第二产业和第三产业增加值占全产业增加值的比重差值的回归系数为负,说明产业发展不平衡阻碍了城市间的资源优化配置和协同效应、削弱了城市网络的整体联系强度和网络韧性,均衡和多元化的经济结构在促进信息、资本、人才等要素自由流动的基础上加强了城市网络的联系;政府干预的回归系数由负转正,说明近年来的政策更加精准有针对性、能更有效支持企业合作和资源优化配置,从而促进了城市间的正面联系和协同发展.

地区生产总值、地理距离的影响较弱. 一方面现代通信技术和交通网络的发展极大减少了物理距离的障碍,另一方面浙江省政府推动区域一体化如都市圈建设、城市群协同发展等,打破行政区划的界限,城市间的联系更多地取决于功能上的互补性和制度上的协同性,而不是简单的地理邻近性,超越了传统的空间经济网络,体现浙江城市网络的动态性和灵活性.

组织邻近和时间滞后变量对城市网络的影响显著为正,说明浙江省城市网络内部存在着较强的内在联系和相互依赖性. 其中时间滞后变量正相关系数最强且不断增强,是因为在历史形成的网络关系、政策连续性、社会文化认同以及基础设施的累积效应等因素共同作用下,城市之间的联系呈现出一种惯性,即先前已经建立起紧密联系的城市,在未来继续保持甚至加强这种联系. 组织邻近的正相关说明城市网络的发展极大程度上受路径依赖机制驱动和相似的组织制度引导,对前一阶段联系紧密、制度相近的城市倾向产生更多的新联系,强化了传统核心城市杭州和宁波的主导地位,形成了一个高度相互依赖的城市网络体系.

表 3　基于企业联系的浙江城市网络演化影响因素分析

Table 3　Analysis of factors influencing the evolution of Zhejiang urban network based on enterprise connections

解释变量	自主化阶段		国际化阶段		精品车阶段		智能阶段	
	回归系数	显著性	回归系数	显著性	回归系数	显著性	回归系数	显著性
ADM	−0.746 5	0.013 8	−0.736 7	0.002 1	−0.410 1	0.002 8	−0.045 7	0.002 1
RGG	0.000 0	0.000 0	0.000 1	0.000 0	0.000 1	0.000 0	0.000 1	0.000 0
GEO	0.001 3	0.000 0	−0.001 8	0.000 0	−0.000 7	0.000 0	−0.001 1	0.000 0
GOV	−0.028 0	0.000 2	−0.006 2	0.000 1	0.008 6	0.000 0	0.009 4	0.000 0
IND	−0.141 2	0.001 4	−0.024 1	0.001 5	−0.018 7	0.000 2	−0.000 8	0.000 7
ORG	0.084 0	0.002 6	0.634 7	0.001 7	0.274 3	0.001 2	0.286 0	0.000 6
TER	−0.093 0	0.000 5	−0.020 9	0.000 0	−0.028 1	0.000 0	−0.005 8	0.000 4
TIM	1.507 7	0.000 5	1.623 0	0.006 3	0.962 3	0.005 0	1.600 5	0.006 9

5　结论与讨论

5.1　结论

本研究采用社会网络分析方法,将吉利汽车企业发展划分为自主化阶段、国际化阶段、精品车阶段、智能阶段,并分析浙江城市网络结构演变特征和影响因素. 主要结论如下:

(1)浙江省各市网络结构特征和变化趋势存在较大差异性. 大部分城市的点出度与点入度重合度低,说明各市在提高影响力还是增强关联性的发展策略选择上具有偏向性. 浙江核心城市杭州和宁波联结密

度始终明显高于核心区与边缘区,表明核心区和边缘区之间的联系较少.

(2)随时间推移浙江省各城市间形成更复杂和密集的网络结构和网络链接. 浙江省各市之间的网络整体密度及网络关系数量均明显增加,其中浙江北部联系强度明显高于浙江西南部;网络链接上形成“杭—甬—台”及“杭—甬—金”两个稳定三角形框架结构.

(3)浙江省各市与其他省份联系高度密切并仍有发展潜力. 从联系强度来看,浙江与山东、江苏、上海联系最为紧密.

(4)浙江省城市在高附加值环节联系仍需加强. 整体网络密度从大到小依次为生产、研发、销售,各环节联系网络关系数量均明显上升. 研发环节,城市网络以杭州为核心向外辐射;生产环节,城市网络化程度最高,呈多个三角形框架结构组合;销售环节,城市联系未形成框架,以两两线条联系为主.

(5)基于吉利汽车企业联系进行浙江城市网络结构演化影响因素分析,路径依赖效应、企业组织邻近的影响始终显著为正,城市属性因素的影响总体显著为负,而地理空间效应的影响较弱.

5.2 讨论

由于浙江省不同等级和网络位置的城市未来发展路径及融入城市网络的侧重点有所不同,因此立足各城市实际,提出相应的对策建议:

(1)充分发挥浙江省城市网络各节点优势. 研究得出丽水、舟山、衢州这三个城市未能有效融入浙江省城市网络,杭州、宁波双核城市与其他城市差距过大. 因此,杭州和宁波应拓展与边缘城市的联系,增强产业链上、下游环节对其他城市的联系迁移;其他城市应挖掘区位与资源优势,在区域协同发展的格局中找准定位,而非单纯依赖核心城市的辐射效应和带动作用.

(2)多维选择并科学规划网络社区核心城市. 在凝聚子群分析中,温州、嘉兴、绍兴、金华、衢州、舟山构成浙江省最大的网络社区,其中每个城市都有自己相应的发展优势,但缺乏核心联系节点,因此在未来选择核心城市时应考虑地理位置、经济基础、产业结构、交通条件、创新能力及集聚效应等多个因素,科学规划核心城市,促进新核心城市的可持续发展.

(3)多角度延伸浙江省与其他省份网络联系. 网络通道上,浙江可以优化交通基础设施互联互通,构建多式联运体系;网络合作上,浙江应参与或主导建立跨区域合作组织和机制,推动产业间互补以及资源共享;网络信息技术上,浙江应加快建设国家级数据中心节点,推动与其他省份的数据资源共享.

(4)增强产业链高附加值环节之间的协同发展. 浙江各市应站在产业链整体的高度上重新构建资源配置机制、规划城市未来联系,在生产环节运用集聚效应、研发环节促进生产要素自由流动、销售环节线上线下相互带动发展,最终达到各环节之间协调发展.

[参考文献]

[1] 王士君,廉超,赵梓渝. 从中心地到城市网络:中国城镇体系研究的理论转变[J]. 地理研究,2019,38(1):64-74.

[2] 马丽,刘卫东,刘毅. 经济全球化下地方生产网络模式演变分析:以中国为例[J]. 地理研究,2004,23(1):87-96.

[3] 马丽亚,修春亮,冯兴华. 基于母子企业联系的东北三省城市网络特征[J]. 地理科学,2019,39(7):1129-1138.

[4] 潘峰华,杨博飞. 国家中心城市竞争力及其职能演变:基于上市企业总部的研究[J]. 地理研究,2018,37(7):1364-1376.

[5] 钟业喜,傅钰,朱治州,等. 基于母子企业联系的上市公司网络结构研究:以长江中游城市群为例[J]. 长江流域资源与环境,2018,27(8):1725-1734.

[6] ZHANG Y,WANG T,AGUS S,et al. Evolution and optimization of urban network spatial structure:a case study of financial enterprise network in Yangtze River Delta,China[J]. ISPRS international journal of geo-information,2020,9(10):611-630.

[7] CHEN B,ZHU H. Has the digital economy changed the urban network structure in China? Based on the analysis of China's top 500 new economy enterprises in 2020[J]. Sustainability,2021,14(1):150-172.

[8] 马学广,张钊,蒋策. 基于先进制造业投资的中国城市网络空间联系与结构研究[J]. 人文地理,2023,38(3):108-117.

[9] 周媛媛,董平,陆玉麒,等. 基于上市高新技术企业的中国城市创新网络及其影响因素[J]. 经济地理,2023,43(6):145-155.

[10] 林卫银,薛德升,谭一洺. 基于上市企业与高级生产性服务业联系的中国城市网络:以创新500强企业IPO为例[J].

经济地理,2022,42(9):68-77.
[11] 姜海宁,吕国庆,杨梦君,等. 内生型轮轴式产业集群创新网络演化研究:以台州汽车产业集群为例[J]. 地理研究,2023,42(8):2053-2069.
[12] 张海瑜. 基于高新技术企业投资联系的中国城市网络结构与影响因素分析[D]. 大连:辽宁师范大学,2024.
[13] 王聪,曹有挥. 生产性服务业视角下城市网络的演化模式与机制研究:以长江三角洲为例[J]. 地理科学,2019,39(2):285-293.
[14] 吴晓波,杜健,李思涵. 非线性成长:吉利之路[M]. 北京:中信出版集团,2021.
[15] 蒋学伟,路跃兵,任荣伟. 中国本土汽车企业成长战略[M]. 北京:清华大学出版社,2015.
[16] 刘晓玲,谭三友. 基于社会网络分析的长株潭"3+5"城市群经济网络结构研究[J]. 湖南工程学院学报(社会科学版),2022,32(2):34-40.
[17] 钟业喜,冯兴华,文玉钊. 长江经济带经济网络结构演变及其驱动机制研究[J]. 地理科学,2016,36(1):10-19.
[18] 林晓峰,姜海宁. 基于论文合作的长三角"青年千人"知识合作网络特征分析[J]. 世界地理研究,2020,29(2):388-396.
[19] 宋飏,王婷婷,张瑜,等. 东北三省企业空间格局演化与区位选择因素[J]. 地理科学,2021,41(7):1199-1209.
[20] 章志琼. 数字经济企业视角下长三角城市网络结构的演化特征及多维机制研究[D]. 上海:华东师范大学,2023.
[21] BROEKEL T, BOSCHMA R. Knowledge networks in the Dutch aviation industry: the proximity paradox[J]. Journal of economic geography,2012,12(2):409-433.

[责任编辑:丁　蓉]