

浙江三大城镇群空间组织与结构演变

李一曼 修春亮 魏冶 孙平军

(1. 温州市经济建设规划院, 中国浙江 温州 325000; 2. 东北大学 江河建筑学院, 中国辽宁 沈阳 110819; 3. 东北师范大学 地理科学学院, 中国吉林 长春 130024; 4. 哈尔滨工业大学 建筑学院, 中国黑龙江 哈尔滨 150006)

【摘要】城市(镇)群为大尺度空间组织形态,是城镇化发展到较高阶段产物,现已成为我国“新常态”情景下城镇体系动态演进的主要方向,以及“一带一路”建设的主战场。以浙江三大城镇群为研究对象,基于“点—线—面”逻辑脉络,综合运用实力模型、可达性模型、引力模型和隶属度模型,揭示1996—2014年其空间组织与结构演变特征。研究表明:城市综合实力和可达性全局提升明显,两者地理过程、格局趋向一致性,即围绕“四大都市区”极化与扩散并存中协调耦合演进,时空收敛成效显著;城镇间联系强度由弱关系向强关系逐步转变,且扁平化复杂网络结构显现;四大中心城市腹地范围扩张与收缩轮替中呈现行政区组织稳态结构,“四分”均衡格局特征显著;浙江城镇群空间结构动态演变反映出要素资源空间配置不断优化的结果。

【关键词】城镇群;空间结构;城镇体系;可达性;全球化;浙江

【中图分类号】TU984

【文献标志码】A

【文章编号】1000 - 8462 (2016) 11 - 0047 - 07

城市群(Urban Agglomerations)是在特定地域范围内具有相当数量的不同性质、类型和规模的城市,以一个或两个特大城市为核心,借助现代化运输网、信息网发生紧密联系而共同构成的城市“集合体”^①。国外,自1957年法国地理学家J.在研究美国东北海岸城市化现象时提出大都市带(Megalopolis)来^②,城市群相关理论研究不断深化、实践探索逐步铺开。其中E. L. T. Hagerstrand、A. J. Scott、P. Hall等学者基于贸易流、创新扩散、等级网络、空间演化等多元视角探究不同层级城市群结构体系内涵与外延,形成了空间相互作用^③、空间扩散^④、位序—规模法则^⑤等系列理论,提出了城乡融合区^⑥、巨大城市带^⑦、多中心巨型城市区域^⑧、全球城市一区域^⑨等诸多概念。国内,自1970年代城市规划复苏以来,周一星^⑩、宁越敏^⑪、方创琳^⑫等众多学者积极引入西方城市群相关理论体系,并开展适应中国国情的异源同质性本土化理论与实证研究,取得了大量成果。其中涉及城市群空间组织与结构范畴方面,研究内容已由初期的概念界定、规模厘定、地域划分等,拓展到现今的结构识别、空间关联、机制剖析等,且随着地理空间数据挖掘技术发展与空间计量方法创新,研究方法愈加趋于科学规范化,引力模型法^⑬、流空间模型法^⑭、栅格技术法^⑮、空间回归模型^⑯等广泛应用于全国、跨区域、省域等不同空间尺度的城市群空间组织与结构定量探究上。然纵观现有文献,诸多研究以长三角、珠三角、京津冀等全国性大城市群为对象,进行全局、多例或单体分析,覆

收稿时间: 2016 - 03 - 29; **修回时间:** 2016 - 08 - 12

基金项目: 国家自然科学基金项目(41471141、41401172、41501173)

作者简介: 李一曼(1987—),男,浙江温州人,硕士。主要研究方向为城市与区域规划。E-mail: liym1987@126.com。

盖省域层面的中小规模城镇群 (Town Agglomerations) 空间结构的动态化、比较性系统研究鲜有涉及, 仅有江西省等案例可寻^①。

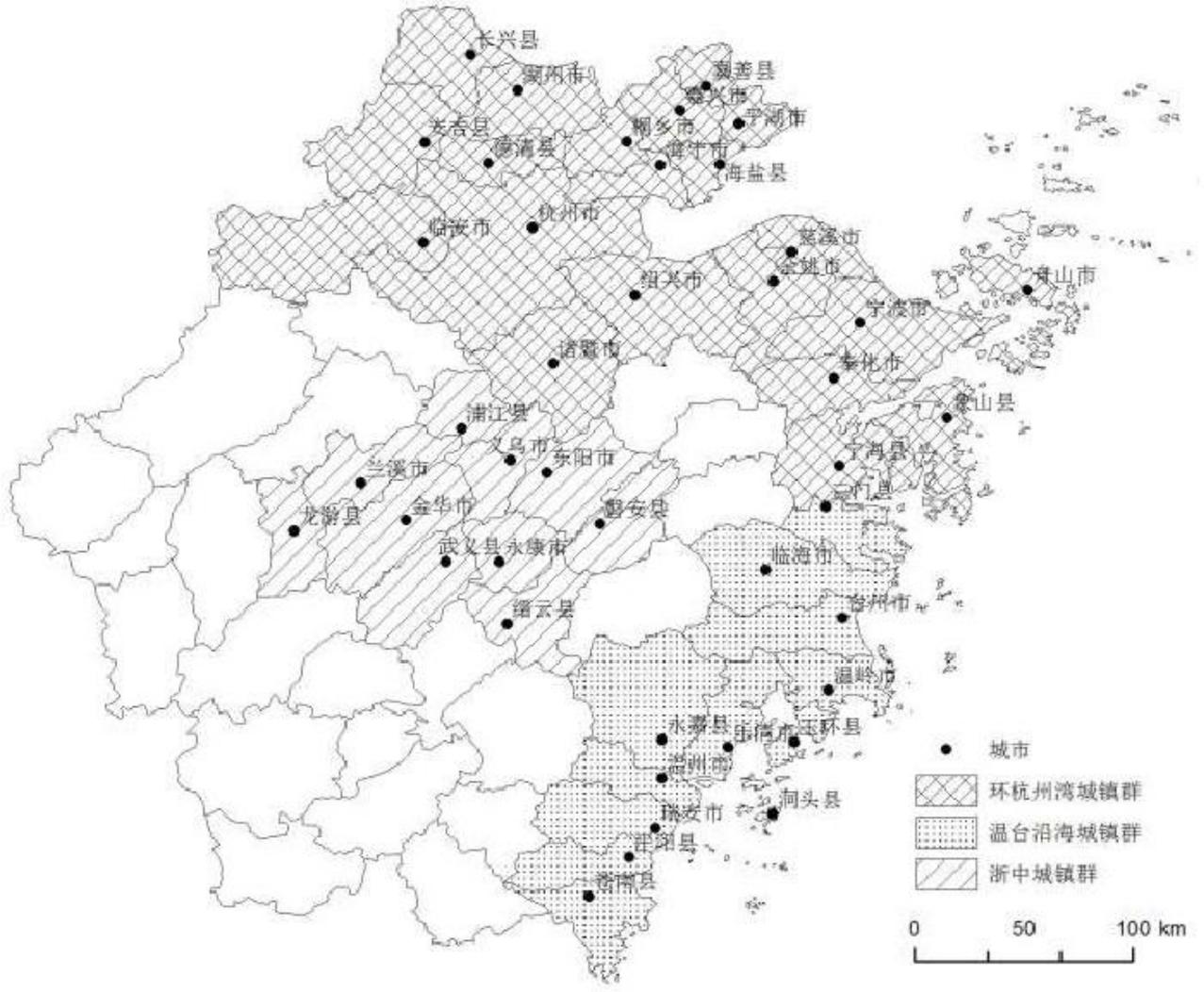


图1 三大城镇群空间范围

伴随着全球化、信息化、工业化的纵深推进, 城市群作为复杂性自组织“粘滞马赛克”功能地域单元, 愈表现出兼具地方性与全球性双重空间属性特征。其在演进为国家新型城镇化最优主体空间组织形态与模式进程中, 凭借地方生产网络的循环累积优势深嵌到全球生产网络, 承担跨国公司主导下的全球价值链分工重要环节, 成为国际贸易中能动力参与的基本单元, 并正反馈到地方与区域经济社会发展, 突显出增长极作用和动力源效应。《国家新型城镇化发展规划 (2014—2020)》中, 我国也明确提出优化城镇化布局和形态, 发展集聚效率高、辐射作用大、城镇体系优、功能互补强的城市群, 使之成为支撑全国经济增长、促进区域协调发展、参与国际竞争合作的重要平台。浙江作为我国典型外向型经济、“中国制造”的东部沿海省区之一, 在自下而上型城镇化模式推动参与全球经济一体化的空间主体单元不断下沉背景下, 如何实现“新常态”下要素高效空间配置、空间组织模式创新、城市位序—规模重构等多维城市群空间结构目标成为区域经济社会可持续发展面临挑战。因此, 开展置于全球视野, 基于时空纵横、尺度细化交叉视角下城市群空间结构相关课题尤显得必要。本文以浙江省域尺度为视角, 进行相似地理情景下 1996—2014 年三大城镇群空间组织与结构演变特征的全局概括性, 以及局部异质性分析, 具有城市地理学重要实

证研究价值与实践指导意义。

1 研究区域、方法与数据

1.1 研究区概况

浙江省位于中国东南沿海、长江三角洲南翼，地处 118° 02' E~122° 45' E 和 27° 27' N~30° 09' N 之间，地形以丘陵、山脉、盆地为主，地势自西南向东北呈阶梯状倾斜。全省土地面积 10.18 万 km²，下辖杭州、宁波、温州等 11 个地级市及所辖 33 个区和 55 个县、县级市，是我国经济最发达、城市化水平最高的省区之一。根据《浙江省城镇体系规划（2011—2020 年）》，浙江着力培育建设环杭州湾、温台沿海、浙中三大城镇群，空间范围囊括 43 个县（市），面积为 6.24 万 km²，占全省 61.32%。2014 年 GDP 为 3.64 万亿元，占全省 90.59%，集聚人口 3 955.51 万人，占全省 81.40%，突显出城镇群作为浙江主体空间单元的空间集聚效应以及发展潜力。

表 1 三大城镇群基本概况

Tab.1 The basic profile of three urban agglomerations

指标	环杭州湾 城镇群	温台沿海 城镇群	浙中 城镇群
土地面积(万 km ²)	3.39	1.50	1.36
人口数量(万人)	2 170.46	1 223.16	561.89
国内生产总值(万亿)	2.56	0.72	0.36
人口密度(人/km ²)	640	815	413
经济密度(万元/km ²)	7 552	4 800	2 647
人均 GDP(万元/人)	11.79	5.88	6.41
特大城市(个)	1		
Ⅱ型大城市(个)	3	2	

注：城市规模标准参照《国务院关于调整城市规模划分标准的通知（国发〔2014〕51号）》。

1.2 研究方法

1.2.1 可达性

伴随着信息技术革新发展，数字化、网络化和电子化所带来的“虚拟流”不断作用于地方与区域经济社会发展，改变着“空间”可达性，进而重构区域空间组织与格局^{①②}。但笔者认为根本性逆转还为时尚早，以“场所空间”为载体的“实体流”仍将长期占据主导地位，特别是依附于人的技术、资金、知识等要素流动，以及实物产品、可流动性服务等区（国）际贸易，依然以联系重要节点港口城市及区域中心城市的交通道路为载体实现空间动态交互。因此，借助区域综合交通路网，利用 Arc GIS10.0 网络分析 OD 矩阵功能，计算城镇群内 43 个城市交通可达性具有客观现实性，其表达式为^{③④}：

$$A_i = \sum_{j=1}^n T_{ij} / N \quad (1)$$

式中： A_i 为城市 i 的平均旅行时间； n 为除 i 点以外的城市总数； T_{ij} 为城市 i 到城市 j 的最短旅行时间； N 为城市总数。

1.2.2 引力模型

城市作为要素空间载体的开放性系统，包括经济社会文化等内容要素不断同外界进行着非线性交互，并通过规模等级、区位条件等综合作用产生的集聚与扩散效应，形成典型区域“中心—外围”空间组织结构，维持空间平衡态。因此，基于采用多指标城镇综合实力和最短旅行时间修正引力模型，对城市间相互作用进行测度具有基础科学性，其表达式为^④：

$$R_{ij} = \left(\sqrt{P_i G_i} \times \sqrt{P_j G_j} \right) / D_{ij}^2, F_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} \quad (2)$$

式中： R_{ij} 为 j 城市间联系强度； F_i 为城市对外联系总量； P_i 分别为 i 人口规模， G_i 分别为 i 地区生产总值，本文用城市综合实力进行替代，以全面表征城市耗散结构特征； D_{ij} 为 i 城市间最短旅行时间。

1.2.3 隶属度模型

中心城市为城镇群的核心，研究其与周边众多城市空间联系紧凑性，可判断到城市能级尺度和腹地范围，为城镇体系优化调整提供依据。隶属度表达式为^⑤：

$$L_{ij} = R_{ij} / F_i \quad (3)$$

式中： L_{ij} 为中心城市对城市 j 的隶属度值。

1.3 变量选择、数据来源与处理

1.3.1 变量选择

依据相关学者关于全球化、第三次工业革命、新型城镇化等新宏观环境背景下城市发展的研究文献^{⑥⑦}，基于城市内生性与外源性交错互动发展视角，从经济增长、社会发展、对外开放和创新研发 4 个维度选取地区人均 GDP、二三产业比重、人均社会

消费品零售总额、固定资产投资占 GDP 比重、城镇化率、万人拥有公共汽（电）车数、万人拥有图书馆藏书量、道路网密度、实际使用外资总额、进出口贸易总额、互联网用户数、教育科学占地方财政支出比重、专利申请数和万人拥有专业技术人员数 14 项指标构建城市综合实力评价指标体系。

1.3.2 数据来源

本研究中城市为基于县级行政区的基本空间单位，其中地级市辖区作为整体单元分析。城市综合实力评价指标数据来源于《浙江统计年鉴》《中国县（市）社会经济统计年鉴》及各县（市）统计年鉴。其中对因行政区划调整所涉部分数据进行修正，2001 年萧山市、余杭市归入杭州市，衢县归入衢州市；2002 年鄞县归入宁波市；2013 年绍兴县、上虞市归入绍兴市；2014 年富阳市归入杭州市。

交通路网数据来源于《浙江交通地图册》（中华地图学社 1996）、《浙江省地图册》（中国地图出版社 2006）、《浙江省地图册》（星球地图出版社 2015）。

1.3.3 数据处理

收集到 1996、2005 和 2014 年各城市综合实力指标数据，采用极差标准化进行无量纲处理，再利用 SPSS17.0 进行全局主成分分析，得到最终实力得分。根据《中华人民共和国公路工程技术标准（JTG-2003）》，结合国家铁路大提速以及浙江省道路建设，设定 3 个时间断面不同等级道路行驶速度如下：1996 年铁路、国道、省道、县乡道路平均行驶速度分别设为 60km/h、60km/h、50km/h、30km/h，2005 年高速、铁路、国道、省道、县乡道路平均行驶速度分别设为 100km/h、70km/h、60km/h、50km/h、30km/h，2014 年高速、铁路（动车、高铁）、国道、省道、县乡道路平均行驶速度分别设为 100km/h、80km/h（150km/h、250km/h）、60km/h、50km/h、30km/h。其中考虑到部分城市过江、跨海等情况，设定渡船平均速度为 20km/h。

2 “点—线—面”三层次时空演变特征

2.1 “点”层次城市综合实力与可达性

2.1.1 城市综合实力

从图 2 可以看出，三大城镇群及其内部城市综合实力表现出如下特征：①1996—2014 年各城镇群整体及城市个体实力均呈现不同程度提升。环杭州湾、温台沿海、浙中三大城镇群整体实现增幅分别为 25.70、10.27 和 8.99，单位增幅依次为 1.12、0.86 和 0.90，高于全省 66 个城市 0.78 的单位平均增幅，说明城镇群作为较优空间形态存在集聚效应及发展潜力；从单体城市来看，宁波、杭州、温州城市综合实力得分增幅居前，分别为 1.97、1.86 和 1.81，且一直位居前三首位城市，显示出与其大都市区中心城市地位相匹配的集聚效应发挥的路径依赖演进特征；义乌、绍兴、嘉兴等城市增幅紧随其后，表现为根植性内生动力驱动与外源性辐射效应带动良性共振结果；而平阳、永嘉、苍南等城市则增幅居后，分别为 0.56、0.54 和 0.53，同时位序一直居于后列，表现出受制于区位条件、资源禀赋、历史背景等因素的循环累积因果掣肘，落后地区难以实现跨越式发展的现实困境。②地理空间格局差异较大。城镇群全域“反自然梯度”特征明显，位于省域东北部的环杭州湾区内城市实力普遍高于温台沿海、浙中城镇群区内城市实力，显示第一、二地理本性作用下空间不均衡性响应机制显著；再则，城市综合实力呈现以杭州、宁波、温州、金华四大中心城市为核心的圈层式梯度向外围延伸格局，地级市辖区实力水平明显高于各县（县级市），反映出目前区域发展仍处于相对极化阶段。③空间格局演变存在分异。环杭州湾区域城市由于规模经济效益递增存在，综合实力得到不断巩固与强化，空间高密度大都市带化俱乐部趋同特征明显；而温台沿海、浙中城镇群城市多依托内部中心城市实现圈层式都市化发展，走廊化发育处于较为初级阶段，但通过沿甬台温、杭新景、金丽温等道路和沪杭线、甬台温线、杭甬线等铁路干线，轴带状深嵌演进趋势明显，“II 型”城镇空间格局图谱初见雏形。

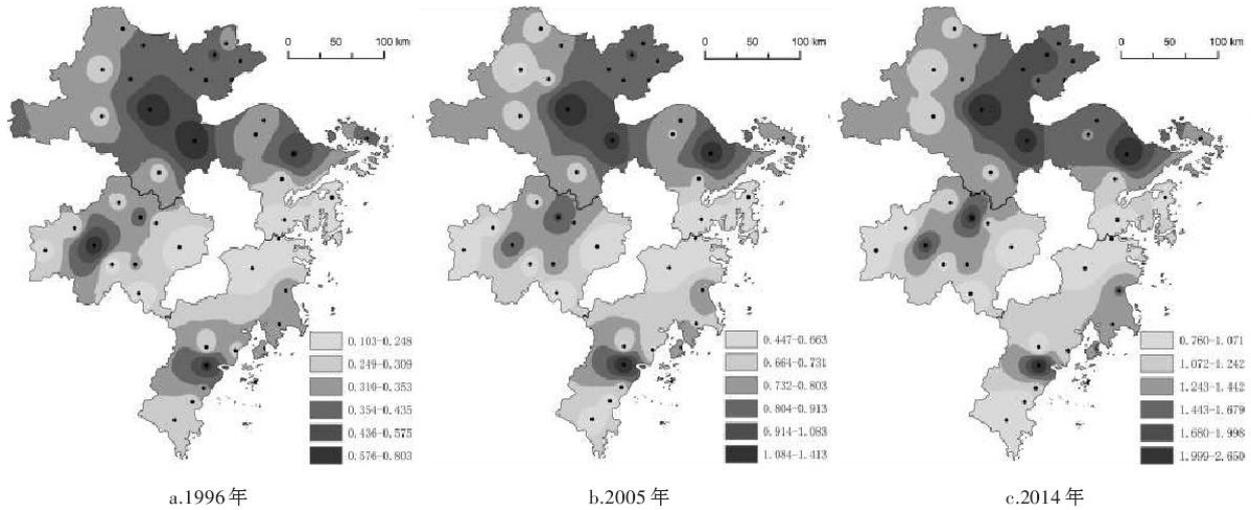


图2 1996—2014年三大城镇群内城市综合实力

2.1.2 城市可达性

根据公式(1)计算得到浙江三大城镇群及各城市可达性空间分布(图3),表现出如下特征:①城市可达性整体改善显著。1996—2014年环杭州湾、温台沿海、浙中三大城镇群内部城市间最短旅行时间从“八小时交通圈层”递进到“三小时交通圈层”;其次,平均旅行时间分别缩减53.68h、21.54h和22.56h,单位减少依次为2.24h、1.80h和2.26h,协同于城市综合实力时间断面演变;再则,全域除舟山、洞头囿于地理边缘区和海岛因素可达性提升缓慢外,其它城市平均旅行时间都从3~7h区间跨越到2~3h区间内,其中杭州、宁波、温州、金华、绍兴等地级市辖区可达性改善显著,且基本处于前列,机理归纳为期间浙江省高速、国道、县道、高速铁路等交通基础设施网络建设与优化,促进了城市彼此间联系趋向紧凑。②空间格局存在差异。由于地理区位优势 and 交通设施环型放射状导向建设,以杭州、金华、宁波、义乌等省域几何中心城市构成的环杭州湾、浙中城镇群核心区显示为可达性高值层级,且明显高于处于交通道路末梢的龙游、苍南、长兴等城市形成的边缘区,突显出时间距离克服物理距离置于边缘区所带来的时空压缩效果较为微弱。③空间格局演变特征明显。伴随着不同性质交通基础设施的阶段性建设,可达性格局由以城镇群内杭州、宁波、金华构成的三核心向外围呈不规则环状递增的“核心—外围”结构,逐步向以杭州—宁波、金华—义乌、温州为中心向四周递增的“H型”空间结构转变,其中温台沿海城镇群可达性南北轴带处于发育雏形阶段。由此可见,浙江三大城镇群整体可达性与城市实力呈现时空耦合动态演变特征。

2.2 “线”层次城市空间相互作用

根据公式(2)计算得到浙江三大城镇群内部各城市两两联系强度(图4),主要特征如下:①1996—2014年城市对外联系强度稳步增长。城市单体间联系强度极值由“百级别”到“千级别”再跨越到“万级别”,其中杭州—绍兴、杭州—桐乡、杭州—海宁、宁波—余姚、余姚—慈溪、金华—义乌、温州—瑞安、台州—温岭联系最为紧密且增幅也较大,充分体现出城市综合实力提升和可达性改善的地理加权结果。②联系存在地理分异。环杭州湾城市联系普遍较为紧凑,温台沿海、浙中区域城市联系较为松散,说明前者城镇体系发育较为完整,“位序—规模”结构较为合理;再则,三大城镇群分别形成围绕杭州、宁波、金华、温州、台州的中心性联系网络结构,其中2014年联系总量杭州为15.22万、宁波为4.10万、金华为2.37万、温州2.17万、台州为1.05万,显示出区域中心城市的极核辐射效应。③空间格局差异演进。环杭州湾地区城市间联系演进为依托沪杭线、杭甬线等高速公路及高速铁路,形成杭州—绍兴、杭州—嘉兴、杭州—桐乡、杭州—海宁、嘉兴—嘉善、杭州—宁波等主干轴线明晰的“H”型扁平化紧凑网络结构;浙中城市间联系演进为依托沪昆高速、金温高速、杭甬高铁,形成金华—永康、金华—义乌、义乌—东阳、义乌—浦江等主导轴线清晰的“工”型松散网络结构;温台沿海城市间联系则演进为依托沈海高速、甬台温高铁,仅形成温州—瑞安、台州—温岭两条主线的“—”型极核式网络形态。

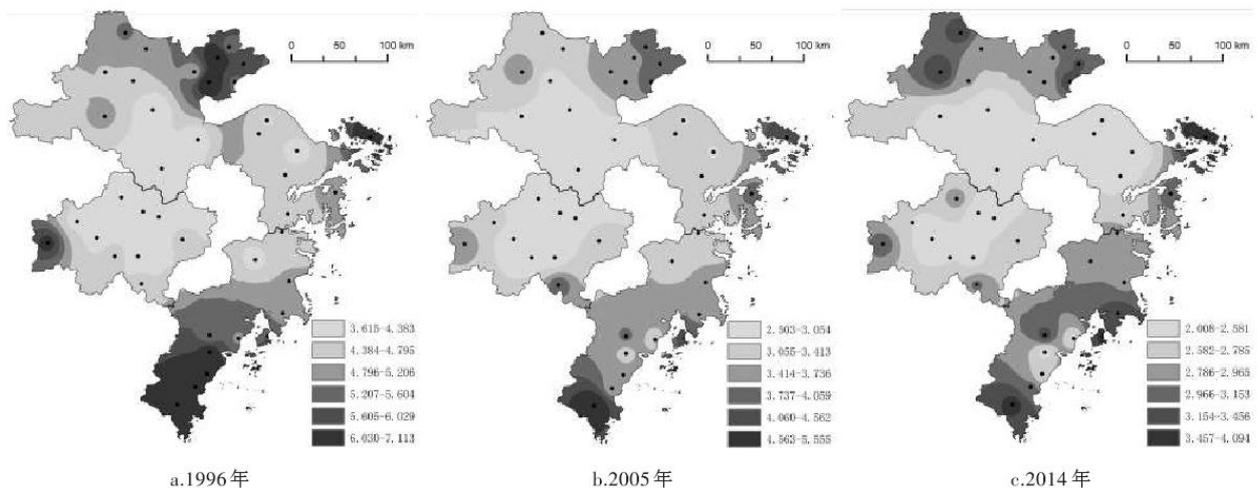


图3 1996—2014年三大城镇群内城市可达性

2.3 “面”层次中心城市腹地范围

按照《浙江省城镇体系规划（2011—2020年）》确定的四大都市区中心城市，根据公式（3）计算得到杭州、宁波、温州、金华中心城市动态腹地范围（表1），反映出区域间竞争与博弈呈胶着状态演进。从表1可以推断出：①腹地行政区组织特征明显。中心城市腹地多为建构在所辖市、县范围的行政区化基础上的经济社会一体化发展空间尺度范围，究其成因可归为行政区内产业经济、城市治理、制度安排等上下层级贯通，使得空间均衡分布的同等实力规模中心城市产生的影响力易吸引本级行政区内地缘邻近城镇，并与此形成紧密联系命运共同体，从而构筑城镇群各自行政区边界明晰的腹地断裂线“四分”均衡格局。②腹地范围稳态变化。1996—2014年中心城市腹地范围呈现微弱扩张与收缩轮替的内稳态演进格局，仅诸暨、海盐、磐安三城市出现隶属变动，集中体现为中心城市规模实力协同提升、交通基础设施均等改善的结果。其中，在四大中心城市实力权重相当情景下，2003年9月杭金衢高速公路开通，使得杭州到达诸暨时间由2.58h缩减到1.02h，时空压缩带来杭州腹地扩展；2008年5月杭州湾跨海大桥通车，使得宁波到海盐时间由8.33h递减到1.61h，促使宁波腹地范围延伸到杭州湾北岸区域；2010年7月诸永高速公路南线通车（2015年1月全线通车），拉近温州至磐安时间距离由7.86h到1.85h，扩展了温州城市能级辐射场域。

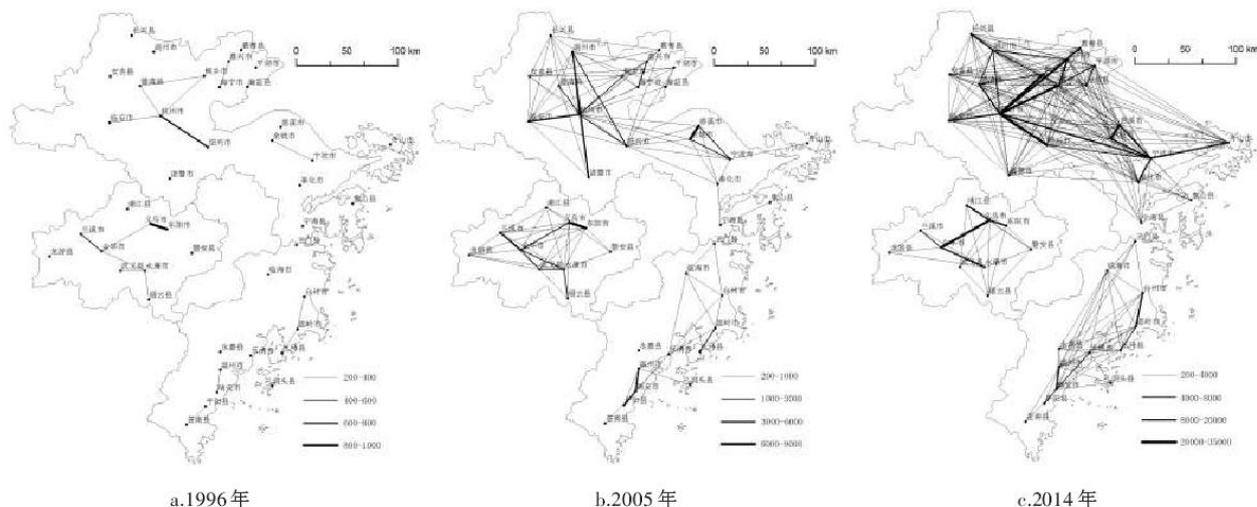


图4 1996—2014年三大城镇群内城镇联系强度

3 结论与讨论

本文以中观地理尺度视角，基于城市综合实力、时间可达性、联系强度、空间腹地等指标构筑函数表达式，定量阐述浙江三大城镇群空间组织及结构形态特征并进行可视化表达，研究表明：伴随着区域经济社会快速发展、陆路交通基础设施规模建设，1996—2014年浙江三大城镇群空间结构处于不断优化进程中，以杭州、宁波、金华、温州为主的中心城市地位愈加突显，嘉兴、绍兴、台州、义乌等城市赶超发展，构建了较为完善的城镇体系网络。但同时也暴露出区域发展不协调的阶段性问题，部分城市发展仍处于极化效应占据主导的时期，辐射带动作用力微弱；再则，位于交通道路末端的边缘区城市难以接收来自腹地中心城市辐射带动作用，致使发展难以摆脱路径锁定命运。

表1 1996—2014年四大中心城市腹地范围
Tab.1 The range of hinterlands in four major central cities from 1996 to 2014

时间节点	中心城市	腹地范围
1996	杭州	临安市、嘉兴市、平湖市、海宁市、桐乡市、嘉善县、海盐县、湖州市、德清县、长兴县、安吉县、绍兴市、
	宁波	余姚市、慈溪市、奉化市、象山县、宁海县、舟山市
	温州	瑞安市、乐清市、洞头县、永嘉县、平阳县、苍南县、台州市、温岭市、临海市、玉环县、三门县
	金华	诸暨市、兰溪市、东阳市、义乌市、永康市、武义县、浦江县、磐安县、龙游县、缙云县
2005	杭州	临安市、嘉兴市、平湖市、海宁市、桐乡市、嘉善县、海盐县、湖州市、德清县、长兴县、安吉县、绍兴市、诸暨市
	宁波	余姚市、慈溪市、奉化市、象山县、宁海县、舟山市
	温州	瑞安市、乐清市、洞头县、永嘉县、平阳县、苍南县、台州市、温岭市、临海市、玉环县、三门县
	金华	兰溪市、东阳市、义乌市、永康市、武义县、浦江县、磐安县、龙游县、缙云县
2014	杭州	临安市、嘉兴市、平湖市、海宁市、桐乡市、嘉善县、湖州市、德清县、长兴县、安吉县、绍兴市、诸暨市
	宁波	余姚市、慈溪市、奉化市、象山县、宁海县、海盐县、舟山市、三门县
	温州	瑞安市、乐清市、洞头县、永嘉县、平阳县、苍南县、磐安县、台州市、温岭市、临海市、玉环县
	金华	兰溪市、东阳市、义乌市、永康市、武义县、浦江县、龙游县、缙云县

注：“金华—义乌都市区”中心城市归一为“金华”作单一表征。

下一阶段实践建设与发展中，浙江应进一步优化城镇体系布局，大力培育中心城市都市区经济，特别是温州和金华两大较为滞后的都市区，强化区域极核集聚辐射效应发挥；同时，以省小城市培育试点和中心城镇改革发展为契机，于中心城市腹地范围内培育建设地理、组织邻近性新生中小城市，形成大空间尺度城市组团发展格局形态；再则，深入推进户籍制度改革、农业转移人口市民化等以人为本的新型城镇化，有序引导低位阶城市人口、资金等要素向高等级城市梯度转移与集聚，实现最大化空间集聚和城市规模效益，以进一步提升城市综合实力，最后，加快推进金温线、金甬舟线、杭温线、杭绍台线等通道高铁、高速等高等级交通基础设施建设，改善沿线舟山、象山、苍南、缙云、龙游、磐安等可达性低值城市对外交通联系便捷性，均衡化三大城镇群全域时间可达性，弱化空间距离衰减机制置于城市交互作用的影响，推进三大城镇群间的纵横交错互动，从而构筑城市间更具扁平化、紧凑性空间网络组织形态。

参考文献：

- ① 姚士谋，陈振光，朱英明，等. 中国城镇群 [M]. 合肥：中国科技大学出版社，1992.
- ② J. Megalopolis or the urbanization of the north eastern seaboard [J]. Economic Geography, 1957, 33(3): 189 - 200.
- ③ E L. American Commodity Flow [M]. Seattle: University of Washington Press, 1957.
- ④ Hager strand T. Innovation Diffusion as a Spatial Process [M]. Chicago: University of Chicago Press, 1968.

-
- ⑤ 周一星. 城市地理学 [M]. 北京: 商务印书馆, 1995.
- ⑥ Mc Gee T G. The Emergence of Regions in Asia: Expanding a Hypothesis [M]. Honolulu: University of, 1991.
- ⑦ 于洪俊, 宁越敏. 城市地理概论 [M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1983.
- ⑧ Scott A J. Regional Motors of the Global Economy [J]. Future, 1996, 28(5): 391 - 411.
- ⑨ Hall P, Pain K. The Polycentric Metropolis: Learning from Mega-city Regions in Europe [M]. London: Earthscan, 2006.
- ⑩ 宁越敏, 施倩, 查志强. 长江三角洲都市连绵区形成机制与跨区域规划研究 [J]. 城市规划, 1998(1): 16 - 20.
- ⑪ 宁越敏. 中国都市区和大城市群的界定——兼论大城市群在区域经济发展中的作用 [J]. 地理科学, 2011, 31(3): 257 - 263.
- ⑫ 方创琳, 宋吉涛, 张蕾, 等. 中国城市群结构体系的组成与空间分异格局 [J]. 地理学报, 2005, 60(6): 827 - 840.
- ⑬ 刘承良, 余瑞林, 熊剑平, 等. 武汉都市圈经济联系的空间结构 [J]. 地理研究, 2007, 26(1): 197 - 209.
- ⑭ 李王鸣, 柴舟跃, 江佳遥. 基于城市空间要素分析的浙中城市群结构特征研究 [J]. 地理科学, 2011, 31(3): 295 - 301.
- ⑮ 陆锋, 陈洁. 武汉城市圈城市区位于可达性分析 [J]. 地理科学进展, 2008, 27(4): 68 - 74.
- ⑯ 毕秀晶, 宁越敏. 长三角大都市区空间溢出与城市群集聚扩散的空间计量分析 [J]. 经济地理, 2013, 33(1): 46 - 53.
- ⑰ 钟业喜, 文玉钊. 城市群空间结构效益比较与优化研究——以江西省为例 [J]. 地理科学, 2011, 31(11): 1 309 - 1 315.
- ⑱ R L, Wheeler J O. The flow of information in a global economy: The role of the American urban system in 1990 [J]. Annals of the Association of American Geographers, 1994, 84(1): 87 - 107.
- ⑲ 甄峰, 王波, 陈映雪. 基于网络社会空间的中国城市网络特征——以新浪微博为例 [J]. 地理学报, 2012, 67(8): 1 031 - 1 043.
- ⑳ 董超, 修春亮, 魏冶. 基于通信流的吉林省流空间网络格局 [J]. 地理学报, 2014, 69(4): 510 - 519.
- ㉑ 李一曼, 修春亮, 孙平军. 基于加权平均旅行时间的浙江省交通可达性时空格局研究 [J]. 人文地理, 2014(4): 155 - 160.
- ㉒ 吴威, 曹有挥, 曹卫东, 等. 长江三角洲公路网络的可达性空间格局及其演化 [J]. 地理学报, 2006, 61(10): 1 065 - 1 074.
- ㉓ 李一曼, 修春亮. 浙江省陆路交通可达性与经济社会协调性研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(6): 751 - 758.
- ㉔ 刘承良, 余瑞林, 熊剑平, 等. 武汉都市圈经济联系的空间结构 [J]. 地理研究, 2007, 26(1): 197 - 209.

-
- ⑤ 刘静玉, 杨虎乐, 宋琼, 等. 中原经济区城市间相互作用时空格局演变研究 [J]. 地理科学, 2014, 34(9): 1 060 - 1 068.
- ⑥ 李志宏, 王娜, 马倩. 基于空间计量的区域间创新行为知识溢出分析 [J]. 科研管理, 2013, 34(6): 9 - 16.
- ⑦ 张战仁. 中国创新发展的区域关联及空间溢出效应研究——基于中国经济创新转型视角的实证分析 [J]. 科学学研究, 2013, 31(9): 1 391 - 1 398.
- ⑧ 樊杰, 刘汉初. “十三五”时期科技创新驱动对我国区域发展格局变化的影响与适应 [J]. 经济地理, 2016, 36(1): 1 - 9.
- ⑨ 杨洋, 王晨, 章立玲, 等. 基于国家规划的新型城镇化状态定量评估指标体系构建及应用——以山东半岛城市群为例 [J]. 经济地理, 2015, 35(7): 51 - 58.