

# 近六百年来长江三角洲地区城镇空间 与城镇体系格局演变分析

覃丽君<sup>1,2</sup>, 金晓斌<sup>1,2,3</sup>, 蒋宇超<sup>1</sup>, 薛樵风<sup>1</sup>, 成一农<sup>4</sup>,  
龙瀛<sup>5</sup>, 杨绪红<sup>1,3</sup>, 周寅康<sup>1,2,3</sup>

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210023; 2. 自然资源部海岸带开发与保护重点实验室, 南京 210023; 3. 南京大学自然资源研究中心, 南京 210023; 4. 云南大学历史与档案学院, 昆明 650091; 5. 清华大学建筑学院, 北京 100084)

**摘要:** 基于历史文献、古地图和现代遥感数据, 引入历史学古代城镇形态复原方法, 复原(提取)明代以来长江三角洲地区 113 座城镇 7 个时间断面(1461 年、1820 年、1930 年、1970 年、1980 年、2000 年和 2010 年)下的城镇边界, 采用扩张速率、扩张效率、首位度指数和位序-规模法则, 分析了近六百年来区域城镇空间与城镇体系等级规模演变格局。取得以下研究结果: ① 研究时段内, 区内城镇用地总规模由 205.98 km<sup>2</sup> 增加到 6442.19 km<sup>2</sup>, 扩大了 31.27 倍; 城镇扩张经历了萌芽阶段(明清时期)、起步阶段(民国至改革开放前夕)、成长阶段(改革开放至 2000 年)和加速阶段(2000—2010 年), 城镇扩张速率不断加快, 但扩张效率有待提升; ② 在城镇等级规模空间格局上, 明清时期南京与苏州为区内的一级城镇, 民国后, 上海逐渐取代其地位, 从五级城镇发展成为区域核心城镇, 四级以上城镇主要集中在长江干流沿岸和太湖流域, 五级以下城镇大多集中在安徽; 城镇体系呈首位型分布, 城镇首位度较高, 且改革开放后的城镇首位度较明清与民国时期要高, 不同等级规模城镇之间差距扩大, 大城镇优势较强。近 30 年, 长江沿岸城镇发展加速, 苏锡常都市圈、南京都市圈等逐渐形成并快速发展。

**关键词:** 城镇体系; 空间格局; 土地利用; 长江三角洲; 近六百年

DOI: 10.11821/dljy020170862

## 1 引言

长江流域在距今约 4000~6000 年前就已出现早期城镇<sup>[1]</sup>, 长江三角洲在经历六朝至宋元时期由微而盛逐步崛起的过程之后, 区域城镇格局基本形成, 逐渐发展成为中国城镇密度最高、城镇发展最快的区域<sup>[2]</sup>, 并在 21 世纪初成为世界六大城镇群之一。在中国历史上, 长江三角洲开发后, 在六朝、南宋与民国时期成为中国的政治中心, 其他时期也都处于经济中心的地位<sup>[3]</sup>。自隋唐以来, 凭借自然地理条件优势, 长江三角洲地区农业经济不断发展, 成为中国主要的产粮地区。随着漕运开通, 宋朝时期长江三角洲地区已呈现“苏湖熟, 天下足”的景象, 明代江南地区水稻产量更达到全国的 70%<sup>[4]</sup>。随着农业经济的发展, 长江三角洲地区人口快速增加, 江浙地区人口在宋元时期已占全国的 26%, 人口密度达到 114 人/km<sup>2</sup>, 至清末, 人口密度更达到 400 人/km<sup>2</sup><sup>[2]</sup>。至明朝运河全线开通

收稿日期: 2017-08-25; 修订日期: 2018-12-23

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41671082)

作者简介: 覃丽君 (1993-), 女, 广西柳州人, 硕士, 主要从事土地利用变化研究。E-mail: qlijun\_nju@126.com

通讯作者: 金晓斌 (1974-), 男, 甘肃兰州人, 博士, 教授, 博士生导师, 从事土地利用变化与土地资源管理研究。

E-mail: jinxb@nju.edu.cn

后,运河两岸城镇发展加快,沿岸著名工商业城镇(如苏州、无锡、常州、杭州、嘉兴、湖州等)的商业、手工业取得了长足的发展。1843年上海开埠后,随着帝国主义的经济入侵和内外贸易的扩大,上海港迅速取代广州港,成为全国外贸进出口的最主要港口,逐步发展成为全国乃至亚太地区最大的经济、金融和贸易中心。

城镇发展并不是独立的,长江三角洲区域内存在不同等级不同功能的城镇,这些城镇依靠江河、铁路等交通方式,通过人口迁移、商品流动等产生联系并且相互影响,形成了一定的空间结构体系,这一体系既受城镇人口、经济发展与土地利用的影响,同时也推动城镇用地扩展、引导区域土地利用变化<sup>[5-9]</sup>。明代以来的近六百年是世界城镇发展变化最快且最剧烈的阶段,中国也经历了人口增长加快、社会生产力大幅提高以及传统城镇向现代城镇转型、城镇现代化发展逐渐走向成熟等过程,由此引起城镇体系格局发生重大变化<sup>[1]</sup>。长江三角洲城镇发展具有较强的历史延续性,研究该区域城镇空间扩张及城镇体系空间演变对深刻理解其发展过程的阶段性和地方性,提升中国城镇化历史特色认知具有重要意义。

20世纪20年代国外相关学者就已开展对城镇体系的相关研究<sup>[10]</sup>,在历史城镇的研究中,Bures等<sup>[11]</sup>对美国南卡罗莱纳地区历史城镇体系演变与影响因子做了相应的研究;Osada<sup>[12]</sup>基于城镇人口的增长,分析了日本1970—1990年城镇体系的发展;Chandler<sup>[13]</sup>基于人口普查、游记、军事、灾害等数据,形成各大历史时期世界重要城镇的人口数据;Modelski<sup>[14]</sup>在Chandler<sup>[13]</sup>的研究基础上,运用Zipf法则,分析描述了公元前3000年至公元2000年城镇等级与规模之间的联系;Gabaix<sup>[15]</sup>运用现代方法说明,不同经济结构和历史的国家和地区城镇都存在Zipf定律;Reba等<sup>[16]</sup>基于Chandler<sup>[13]</sup>与Modelski<sup>[14]</sup>的研究成果,对两大著作中的数据进行集成、电子化、转录和地理编码等操作,恢复了过去6000年以来世界城镇演化过程,对城镇区位和人口规模的演变信息进行分析,并形成了公元前3700年至公元2000年世界城镇长时段历史数据库;Matsumoto<sup>[17]</sup>采用引力模型,通过亚洲、欧洲和美洲城镇之间的飞机客流量与货运量数据,分析了1982—1998年间国际城镇体系的空间联系关系。国内城镇体系研究始于20世纪80年代<sup>[10]</sup>,不少学者<sup>[1, 18-23]</sup>对中国历史时期城镇的发展和演变开展了较为系统的研究,Fang等<sup>[24]</sup>和Zhou等<sup>[25]</sup>根据Zipf法则分析研究了1949年以来中国城镇体系在不同时期政府城镇发展政策下的城镇规模分布;吴宏岐<sup>[26]</sup>通过详实的史料,采用多学科理论与方法,分析总结明清时期珠江三角洲地区城镇发展与区域生态环境互动演变的特点与规律;邹逸麟<sup>[27]</sup>对明清以来长江三角洲地区历史城镇的发展与区域地理环境变化及其规律进行了一定的探讨。在历史数据处理与获取方法上,成一农<sup>[28]</sup>、李孝聪<sup>[29]</sup>归纳介绍了基于传统文献、古代地图与长期积累的经验,在现代城镇中复原中国古代城镇外部形态的方法;陈刚<sup>[30]</sup>对现代历史地理学新资料、新方法与新技术应用进行了梳理,分析了历史地理信息化研究进展,强调了GIS技术在历史地理研究中的重要应用;谭瑛等<sup>[31]</sup>通过分析历史地图中隐含的空间要素与内涵信息,详细阐述了历史地图解译的方法技术,解译并分析了潍坊白浪河中心区域的历史空间格局;龚泽仪等<sup>[32]</sup>集合地学信息图谱、现代地图学与GIS工具,对明清及民国地图进行矢量化并构建数据库,分析了明以来中国中心城镇空间格局演化;李建等<sup>[33]</sup>通过对杭州古代城镇地图与城镇历史地图的转译,分析了南宋以来的杭州城镇格局;严巍等<sup>[34]</sup>通过构建历史时空信息梯度网络,通过历史地图转译叠加,总结了洛阳城历史文化空间变迁过程及特点;林忆南等<sup>[35]</sup>通过构建建设用地重建方法,恢复与重建了清代中期江苏省建设用地数据。在定性研究方面,冯文勇等<sup>[36]</sup>以城址周长、城镇官职设置等指标分析了鄂尔多斯地区自汉代以来城镇等级体系的基本状况;金勇强<sup>[37]</sup>通过史料分析,研究了

河湟地区唐至北宋时期城镇体系的特征及变化情况；张芳<sup>[38]</sup>结合历史资料，将现代城镇体系与区域历史地理理论相结合，分析了明清时期辽东半岛城镇体系演变情况。在定量研究方面，沈惊宏等<sup>[39]</sup>通过构建场扩散模型，结合扩散理论与GIS空间分析技术，分析1978年以来泛长江三角洲地区城镇场空间结构演化格局；管驰明等<sup>[40]</sup>综合城镇人口密度、非农人口规模、城镇密度变化率和城镇规模结构，分析了百年尺度下中国城镇空间分布格局演化特点及其影响因素；方修琦等<sup>[41]</sup>综合历史文献，从城镇密度空间变化过程分析了1700年以来东北三省城镇体系演变与土地开发利用之间的关系；王茂军等<sup>[42, 43]</sup>利用1932年民国时期山东省进口洋货流通数据以及1979年大宗商品的流向计划数据，分析了民国时期山东省城镇体系的空间结构及其影响因子，以及1932—1979年城镇体系与地域结构变动情况。

长江三角洲地区是吴越文化的发源地，拥有深厚的文化基础和深刻的历史渊源，南京、杭州、扬州、苏州、镇江等主要城镇在隋唐及之前就已建立，留存大量的历史文献资料，为研究该区域城镇发展历史过程提供了数据支撑。现有研究多结合资料对区域内单个城镇的历史变化过程进行较为深入的分析或通过现代数据解析当代区域城镇体系格局，但历史时期区域整体性研究仍较为缺乏，而利用多数据源，全面分析历史时期城镇形态，并对数百年时间尺度下区域城镇体系格局的分析尚属空白。

## 2 研究区概况

长江三角洲位于中国东部，地处长江流域下游长江入海口冲积平原；气候温和，雨量适中，四季气候分明，属于温带向亚热带的过渡性气候；地形以平原为主，东临黄海、东海，地跨长江，京杭大运河从中穿过，带来江河及海上交通的便利。

长江三角洲地区在中国经济发展中发挥着重要作用。自唐朝中晚期时，就出现“扬（扬州）一益（成都）二”的说法，南宋时期范成大在《吴郡志》中“上有天堂，下有苏杭”的描述，更体现出江南的繁荣与富庶。明清时期，南京、扬州、苏州等已发展成为具有相当规模的工商业城镇，为当时中国资本主义经济发展程度之最；而上海地区的棉布当时已畅销全国，有“木棉、文绫，衣被天下”之称。京杭运河的开通，直接影响了区域的城镇格局，明代仅杭州至镇江段运河沿岸的主要城镇已达9个<sup>[2]</sup>。同时，长江三角洲地区也是中国古代文明的发源地之一，是吴越文化的发源地和核心区，并兼具中原、江淮、金陵等多元文化特征。

长江三角洲地区在不同历史时期，其“经济区域”的内涵和外延都有所不同。传统意义上多指江南地区，就明清而言，江南地区包括苏州、松江、常州、镇江、江宁、杭州、嘉兴、湖州八府及由苏州府划出的太仓州<sup>[44]</sup>；近代江南主要包括太湖平原、杭嘉湖平原、宁绍平原和上海地区<sup>[45]</sup>。随着传统文化的传播与相互影响、城镇间的联系不断加强，特别是明中叶后，长江三角洲地区的商品市场率先发展并日渐成熟，许多徽商在苏浙沪地区活动频繁，推动了社会经济的发展，由此长江三角洲的范围也不断扩大，广义上已包括上海市、江苏省、浙江省和安徽省东部；在现代经济圈范围上，长江三角洲核心区则包括了上海市、江苏省和浙江省的16座城镇<sup>[46]</sup>。综合考虑明清以来长江三角洲地区城镇发展联系、城镇经济水平及传统文化特征，参考国家发改委《长江三角洲城市群发展规划》<sup>①</sup>，研究范围包括（图1）：①上海市；②江苏省的南京、无锡、常州、苏

① 中华人民共和国国家发展和改革委员会，《长江三角洲城市群发展规划》，2016年6月 [http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201606/t20160603\\_806388.html](http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201606/t20160603_806388.html)。



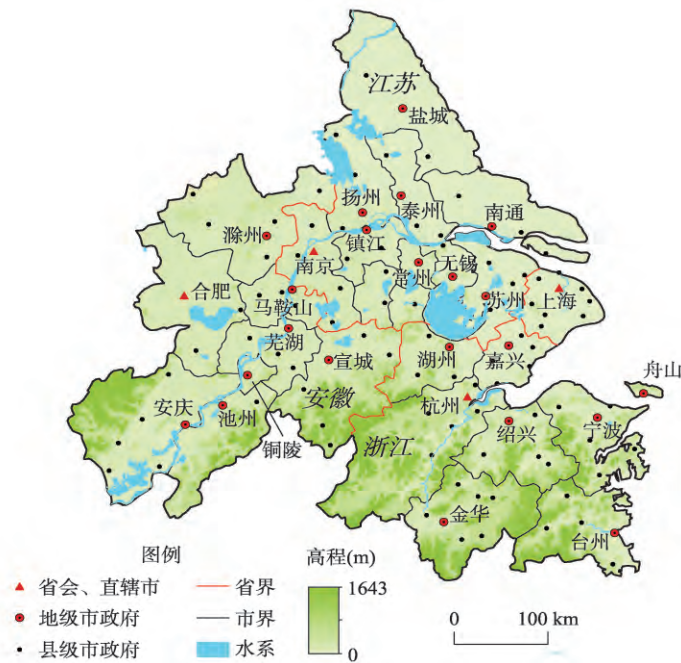


图1 研究区范围

Fig. 1 The location of the study area

州、南通、盐城、扬州、镇江、泰州；③ 浙江省的杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、金华、舟山、台州；④ 安徽省的合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、安庆、滁州、池州、宣城等，共26座城市。

### 3 研究方法与基础数据

本研究选取长江三角洲地区自明朝以来具有连续记载的113座城镇作为研究对象(表1)。考虑到城镇连续变化过程及后期融合发展情况(后期逐步发展为109座独立城镇),故将部分现市辖区视为独立研究单元,具体处理情况如下:① 南京包括主城区(江宁)、高淳、溧水、浦口、六合;② 常州包括主城区(武进)、金坛;③ 苏州包括主城区(苏城)、吴江;④ 杭州包括主城区(杭城)、余杭、萧山;⑤ 宁波包括主城区(甬城)、镇海;⑥ 台州黄岩区(台州);⑦ 上海包括主城区(申城)、崇明、宝山、嘉定、金山、奉贤、青浦、松江、南汇、川沙,随着城镇的不断扩张,萧山发展成为杭城的一部分,宝山、南汇、川沙逐渐发展成为申城的一部分。

#### 3.1 历史城镇数据收集与处理

**3.1.1 历史数据与城镇建成区复原方法** 本研究时间跨度长,期间共经历明、清、民国、中华人民共和国四个历史阶段,所涉及的历史资料多样,数据处理方法也存在差异。历史城镇边界获取的主要技术方法如图2所示。

(1) 明清时代。主要采用历史学中古代城镇外部形态复原方法,对历史资料中记载的城镇数据进行梳理整合,提取城镇历史要素,确定城镇历史空间要素的地理位置并进行数字化转译,进而复原古代城镇外部形态<sup>[31-34]</sup>。城镇历史要素包括历史空间要素和历史

表1 本研究所复原城镇统计(共113座)

Tab. 1 The statistics of reconstructed cities of Yangtze River Delta in Ming and Qing Dynasties

区域	复原城镇
上海地区(10座)	申城、松江、奉贤、宝山、金山、嘉定、崇明、南汇、川沙、青浦
江苏地区(33座)	江宁、高淳、溧水、六合、浦口、无锡、江阴、宜兴、武进、溧阳、金坛、苏城、常熟、昆山、太仓、吴江、南通、海门、如皋、盐城、东台、阜宁、扬州、宝应、高邮、仪征、镇江、丹阳、句容、泰州、泰兴、兴化、靖江
浙江地区(39座)	杭城、富阳、临安、桐庐、萧山、余杭、甬城、奉化、宁海、象山、余姚、镇海、嘉兴、海宁、海盐、嘉善、平湖、桐乡、湖州、安吉、德清、长兴、绍兴、上虞、嵊州、新昌、诸暨、金华、东阳、兰溪、浦江、武义、义乌、永康、台州、临海、天台、仙居、温岭
安徽地区(31座)	合肥、巢湖、庐江、芜湖、南陵、繁昌、无为、当涂、含山、和县、铜陵、安庆、潜山、太湖、桐城、望江、宿松、滁州、定远、凤阳、来安、全椒、天长、池州、青阳、宣城、广德、绩溪、泾县、旌德、郎溪






时间	1461年	1820年	1930年	1970年	1980年
城市变化	扬州府旧城于明洪武初改筑,嘉靖中增筑新城,后虽屡次修葺而未扩建		民国时期,扬州城区较之明清,城市规模无大变化	1949年后,扬州城区不断扩大	
基础数据	《嘉庆重修一统志》、《古今图书集成》 《中国古代城池基础资料汇编》		1930年代民国军用地图	Landsat2-MSS遥感影像 Landsat TM遥感影像	
数据展示	《古今图书集成》记载:“明初……因宋大城西南隅改筑,仅周九里……设门五,南曰安江、北曰镇淮、西曰通泗,东曰宁海,又曰大东,东南曰小东……其新城,经始于嘉靖丙辰二月,……起旧城东南角楼至东北角楼,周十里……设门七,南曰挹江,钞关在焉;又南为便门;东南曰通济;东曰利津;东北为便门;北曰镇淮;又北曰拱辰,关北亦为便门,南北即旧城壕口为二水门,东南即运河为壕,北壕引水注之……本朝顺治四年修,八年、雍正四年、七年、乾隆四年重修。”				
辅助数据	《大明一统志》、《中国历史地图集》 地方志、Google Earth等		扬州市地名与街道数据库	扬州市地名与街道数据库	
处理方法	以文昌阁定位,之后在Google Earth中标出安江、镇淮、通泗、宁海四门以及古城十字街,以大致确定古城范围,再据护城河、街道格局、建筑风格 and 密度等,圈定旧城外围边界,最后以古籍中记载的城市周长验证结果		在ArcGIS中,利用湾头镇、观音山、念四桥、挹江门四个标志点进行配准后,将城市建成区边界数字化	对遥感影像进行目视解译 利用ArcGIS进行数字化	
示例					

图2 典型城镇(扬州)历史形态复原过程示意

Fig. 2 Spatial reconstruction of urban land use of an ancient city (e.g. Yangzhou City)

信息要素,空间要素包括城镇山水要素、城镇街巷要素、城镇建筑要素等。随着城镇的不断发展,城镇街道作为城镇发展中最稳定的要素,以及古代城镇中保留的建筑(衙署、寺庙、园林等)、沿用至今的地名等,都为古代城镇外部形态复原提供了重要依据<sup>[29]</sup>。

① 历史文献资料搜集。包括纸质资料、电子文献、历史地图、图书馆馆藏史料等。本研究主要依据《嘉庆重修一统志》<sup>[47]</sup>《中国古代城池基础资料汇编》等<sup>[48]</sup>对于古城池筑城史、城周等的记载,结合各地方志、历史城镇街巷分布图、民国地形图、前人研究成果等资料,整理分析城镇筑城史等情况。

② 城镇历史要素提取。主要指对城镇历史空间要素及城镇规模要素的提取。通过对

历史文献资料的解读与整理,提取的城镇历史要素包括:城镇周边自然地形以及城镇的主要形态、护城河位置、城周等;提取城镇街巷要素,包括主要街巷的位置与走向;提取城镇建筑要素,包括城墙、城门(数量、名称)、典型地物(钟鼓楼、寺庙)等。

③ 数字化转译。根据历史文献资料中关于城墙、城门、典型建筑物(如钟鼓楼、寺庙)等的记载,参考现代城镇地图或遥感影像,分析确定当前位置;以Google Earth为底图,根据确定好的城门位置,绘制城镇范围并计算面积,根据历史文献资料中记载的城周加以验证。

(2) 民国时期。利用国家图书馆收藏的1930年代民国军用地图(比例尺为1:5万或1:10万),进行扫描和拼接修复后,选取标志性地物(如城门、湖泊、寺庙等)进行配准并数字化。

(3) 现代。1970年代数据采用Landsat2-MSS遥感影像(分辨率为57 m×57 m)(<http://glovis.usgs.gov/>),在ENVI5.0软件中进行图像裁剪,并进行目视解译和数字化。1980年数据采用Landsat TM遥感影像(分辨率为30 m×30 m),并进行目视解译和数字化。2000年和2010年数据来源于中国科学院地球系统科学数据共享平台(<http://www.geodata.cn/>)。

**3.1.2 其他基础数据** 除历史城镇复原数据外,本研究还收集了城镇人口数据以及近现代城市社会经济数据,主要来自:《中国历代户口、田地、田赋统计》<sup>[49]</sup>、中国人口地理信息系统等研究成果(<http://cpgis.fudan.edu.cn/cpgis/default.asp>)、《中国人口史》<sup>[50]</sup>《中国人口统计年鉴》<sup>[51]</sup>《中国城市统计年鉴》<sup>[52]</sup>《中国县域统计年鉴》<sup>[53]</sup>《中华人民共和国人口统计资料汇编》<sup>[54]</sup>及历次人口普查资料等;《江苏省及64县市志略》<sup>[55]</sup>《中国近代化的区域研究:江苏省(1860—1916年)》<sup>[56]</sup>《江苏五十年》<sup>[57]</sup>《江苏统计年鉴》<sup>[58]</sup>及各市县统计数据等;《光辉的60载:上海历史统计资料汇编1949—2009年》<sup>[59]</sup>《上海市国民经济和社会发展历史统计资料(1949—2000年)》<sup>[60]</sup>《上海统计年鉴》<sup>[61]</sup>及各县区统计数据等;《安徽60年》<sup>[62]</sup>《安徽统计年鉴》<sup>[63]</sup>及各县市统计数据等;《浙江统计年鉴》<sup>[64]</sup>《浙江省财政税务志》<sup>[65]</sup>《浙江60年》<sup>[66]</sup>及各县市统计数据等。

### 3.2 城镇建成区扩张过程演变分析

为分析城镇扩张时空变化特征,引入城镇的扩张速率和扩张效率,研究一定时期内城镇建成区面积变化状况,以及城镇面积变化与人口变化的关系,计算方法为<sup>[67, 68]</sup>:

$$V = (S_{it_2} - S_{it_1}) / (t_2 - t_1) \quad (1)$$

$$K = [(S_{it_2} - S_{it_1}) / S_{it_1}] / [(P_{it_2} - P_{it_1}) / P_{it_1}] \quad (2)$$

式中:  $V$  和  $K$  分别表示城镇  $i$  在一定时期的扩张速率和扩张效率;  $i$  表示城镇;  $t$  表示时间;  $t_1$  与  $t_2$  分别表示研究时段期初与期末时间;  $S_{it_2}$  和  $P_{it_2}$  分别为城镇  $i$  在期末  $t_2$  时间下的建成区面积和城镇人口;  $S_{it_1}$  和  $P_{it_1}$  表示城镇  $i$  在期初  $t_1$  时间的建成区面积和城镇人口。

参考文献[68, 69],理想状态下  $K=1.12$ ,表明城镇规模与人口发展较为协调;当  $K>1.12$  时,表明城镇扩张较快而扩张效率低;当  $K<1.12$  时,表明城镇扩张较慢且扩张效率低。

### 3.3 城镇体系等级规模演变分析

为研究长江三角洲地区城镇体系等级规模演变格局,综合城镇建成区面积、城镇人口、人均国内生产总值和第二产业总产值计算城镇规模,采用首位度指数、位序-规模法则,分析近六百年来研究区城镇体系等级规模演变格局。

(1) 城镇规模。早期研究中,城镇规模多采用人口规模或经济发展水平(GDP)表



征<sup>[70-72]</sup>;当前的研究更倾向将人口/GDP与更多社会经济指标复合后进行分析<sup>[73,74]</sup>。本文基于历史数据的可得性,明清及民国时期综合城镇建成区面积与总人口,1949年后综合城镇建成区面积、总人口、人均国内生产总值和第二产业总产值,采用几何平均法计算城镇规模,计算公式为<sup>[73]</sup>:

$$G_{it} = \sqrt[2]{P_{it} \times S_{it}} \quad (3)$$

$$G_{it} = \sqrt[4]{P_{it} \times S_{it} \times E_{it} \times M_{it}} \quad (4)$$

式中: $i$ 表示城镇; $t$ 表示时间; $G_{it}$ 表示城镇 $i$ 在 $t$ 时期下的规模。 $P_{it}$ 、 $S_{it}$ 、 $E_{it}$ 和 $M_{it}$ 分别表示城镇 $i$ 在 $t$ 时期下的人口、城镇面积、第二产业总产值和人均国内生产总值。本研究根据城镇规模,采用K-均值聚类方法,将不同时期城镇划分为一级城镇、二级城镇、三级城镇、四级城镇、五级城镇和六级城镇等6个等级(规模依次递减)。

(2)首位度指数。首位度最早由杰斐逊(Jefferson)提出,通过人口聚集程度研究城镇规模分布规律,即首位城镇的人口数与第二位城镇的比值。随后有学者进一步提出四城镇指数和十一城镇指数等<sup>[21,68]</sup>。本研究利用首位度指数,分析研究区内城镇规模的聚集程度,计算公式为<sup>[68]</sup>:

$$W_2 = G_1/G_2 \quad (5)$$

$$W_4 = G_1/(G_2 + G_3 + G_4) \quad (6)$$

$$W_{11} = 2 \times G_1/(G_2 + G_3 + \dots + G_{11}) \quad (7)$$

式中: $W_2$ 、 $W_4$ 和 $W_{11}$ 分别表示首位度二城镇、四城镇指数和十一城镇指数; $G_1, \dots, G_{11}$ 表示降序排列的城镇规模。根据奥尔巴赫(F. Auerbach)的位序-规模原理,理想状态下,首位度二城镇指数为2,四城镇和十一城镇指数为1,表示各个城镇分布均匀。

(3)位序-规模法则。位序-规模法则从城镇规模与城镇位序之间的关系来考察区域内城镇体系的规模分布<sup>[18, 21]</sup>。本研究利用该方法分析区域内城镇规模和城镇体系规模位序关系的演变状况,计算方法见下式<sup>[68]</sup>:

$$\ln(R_{it}) = \ln(A_t) - \alpha \ln(G_{it}) \quad (8)$$

式中: $R_{it}$ 表示城镇 $i$ 在 $t$ 时期下的位序; $G_{it}$ 表示城镇 $i$ 在 $t$ 时期下的规模; $A_t$ 表示 $t$ 时期下的一级城镇的规模; $\alpha$ 为帕累托指数。

一般而言<sup>[21]</sup>,当 $\alpha > 1$ 时,城镇体系内的规模较小的城镇占优势,城镇首位度低,各城镇等级呈位次分布;当 $\alpha < 1$ 时,区域内规模较大城镇占优势,城镇首位度高,各城镇呈首位型分布;当 $\alpha = 1$ 时,称为Zipf定律,各等级城镇的规模为首位城镇规模自然序列倒数的倍数。

## 4 城镇扩张空间格局演化

基于历史文献资料收集整理,选取1461年(明天顺五年)、1820年(清嘉庆二十五年)、1930年(民国中期),以及中华人民共和国成立后的1970年、1980年、2000年与2010年作为7个时间断面,以长江三角洲地区具有完整建城资料的113座城镇作为研究单元,分析近六百年区内城镇建成区变化过程。

研究期内,长江三角洲地区的城镇都经历了快速发展,城镇建设用地显著扩张。近六百年来,所研究的城镇,在面积上共扩大了31.27倍,其中变化最大的是上海地区(含郊县),共扩大了63.41倍。而就申城(历史时期仅考虑上海县)而言,则扩大了415.64倍。研究区内地级以上城镇(24座)建成区范围的变化过程见图3。

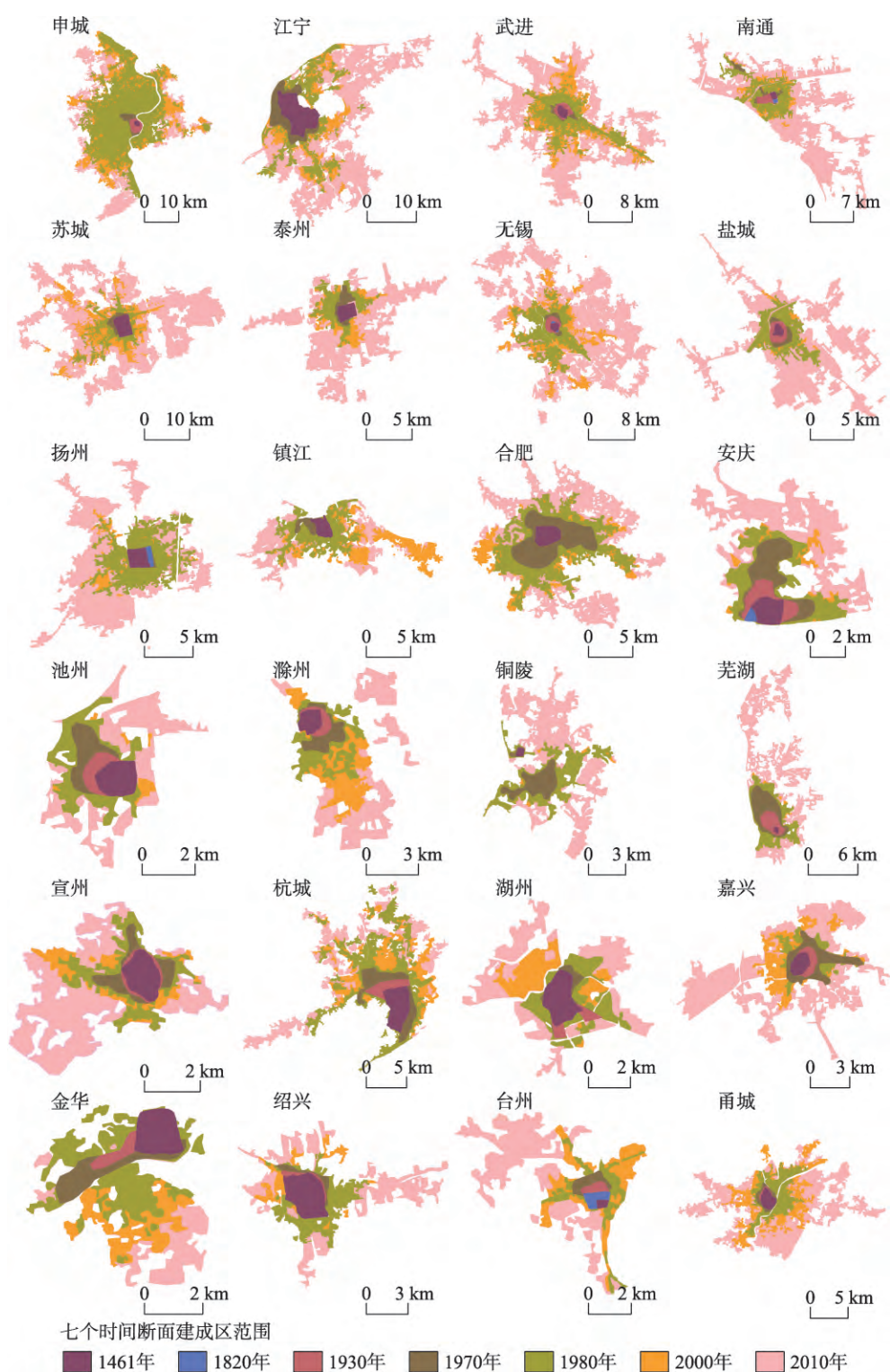


图3 近六百年来长江三角洲地区地级以上城镇建成区范围变化过程

Fig. 3 The expansion of urban construction land of prefecture-level cities of Yangtze River Delta in the past 600 years



近六百年来,研究区内各城镇面积不断扩大,扩张速率不断加快,表现出明显的阶段性特征,大致可以分为四个阶段:第一阶段为明清至民国中期,城镇扩张较为缓慢,研究区内大部分城镇未向外扩张修筑新城墙,所研究的城镇总面积由205.98 km<sup>2</sup>增加到281.46 km<sup>2</sup>,平均扩张速率仅为0.16 km<sup>2</sup>/a。这一阶段内仅有7座城镇扩张效率大于1.12,表明城镇扩张缓慢且效率较低。第二阶段为民国中期至改革开放前夕,至20世纪70年代,城镇总面积增加到498.31 km<sup>2</sup>,平均扩张速率提升至5.42 km<sup>2</sup>/a,这一时期中国天灾、人祸不绝,对研究区的影响更甚,总体扩张效率依然较低。第三阶段为改革开放后至2000年,城镇总面积增加到2717.49 km<sup>2</sup>,平均扩张速率达到73.97 km<sup>2</sup>/a,大多数城镇扩张效率大于1.12,城镇扩张速度加快但扩张效率依然较低。第四个阶段为2000年至2010年,城镇建设用地扩张速率进一步提升,城镇总面积增加到6442.19 km<sup>2</sup>,平均扩张速率为372.47 km<sup>2</sup>/a。总体而言,研究区城镇扩张经历了萌芽阶段、起步阶段、成长阶段和加速阶段;明清至改革开放前,研究区城镇扩张速率缓慢且扩张效率较低;改革开放后,城镇扩张进入快速发展时代,城镇面积显著增加,但城镇扩张效率依然较低,城镇建设用地扩张与城镇人口增加不甚协调。在区域特征上,沿海沿江城镇的扩张速率高于其他城镇,平原地区高于丘陵地区(图4)。快速扩张的城镇主要集中在上海、苏锡常都市圈、南京都市圈、杭州都市圈和宁波地区。其中,位于上海地区与苏锡常都市圈(太湖流域)的城镇,凭借其区位和资源优势,城镇扩张最快。同时,不同规模城镇的扩张状况存在较大差距,规模较大的城镇在扩张速率上明显高于规模较小的城镇,且城镇规模的相对差距不断加大。

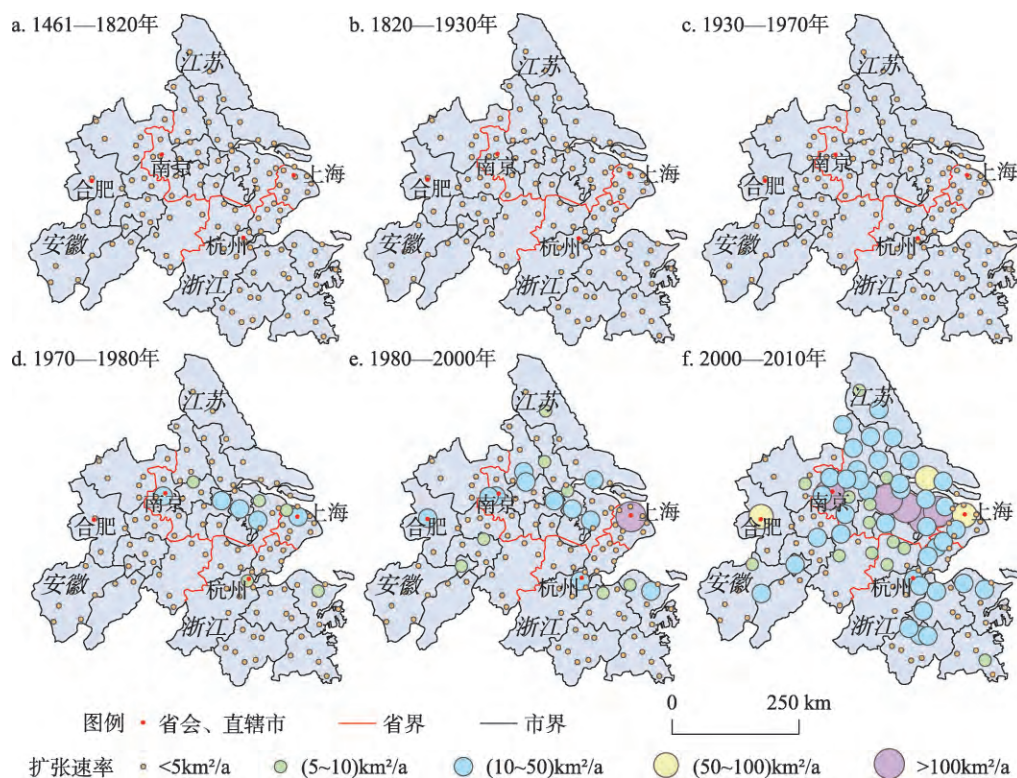


图4 各城镇不同时期建成区扩张速率对比

Fig. 4 The comparison of urban expansion rate in different periods

## 5 城镇体系等级规模演变

### 5.1 城镇体系等级规模变化

将各时段下城镇等级投影到地图上(图5),可以反映出近六百年内研究区城镇体系等级规模的空间分布情况。主要特征如下:

(1) 明初。为缓和社会矛盾,提高社会生产力,明朝统治者采取了如普查户口、解放驱口、开垦荒地、兴修水利等措施,鼓励农民生产。农业的发展促进了手工业和商业的发展,同时开展多项移民、招揽商户、恢复海上贸易等活动,开拓了国内外市场,全

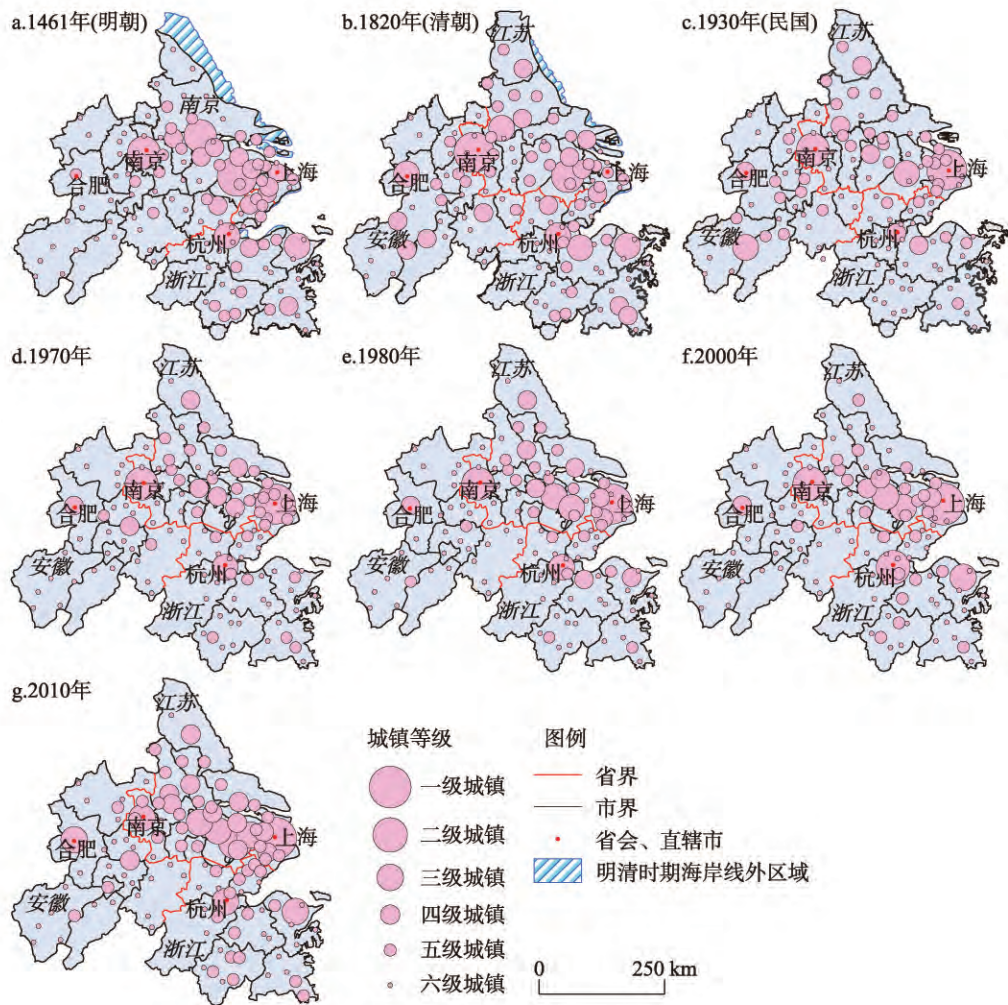


图5 城镇体系等级规模分布变化格局

Fig. 5 The evolution of scale structure of Yangtze River Delta urban system

注: ① 1461年(明朝)行政界线来自《中国历史地图集》<sup>[75]</sup>; ② 1820年与1930年行政界线分别来自CHGIS(中国历史地理信息系统: <http://yugong.fudan.edu.cn/index.php>)中1820年与1911年府界数据;

③ 其余年份行政界线来自中国基础地理数据。



国农业与手工业发展基本达到了中国封建社会的最高水平。社会生产力的发展推动了明代城镇的发展,这一时期,全国城镇数量较宋元时期有所增加,城镇人口增加,同时兴起了一大批工商业市镇,出现了全国性的筑城高潮。除经济繁荣对城镇发展的推动外,明朝政治对城镇发展推动作用也十分巨大。明王朝的专制主义中央集权制度较过去进一步强化,因此这时的都城和府城发展很快。明代陆上交通较前朝更发达,加上运河水系的发展刺激,各地城镇间联系更加紧密。当时,全国重要的工商业城镇基本都集中于运河沿岸和太湖流域。应天(今南京)虽为都城,但其城镇规模尚不如苏州。同时,三级以上城镇多集中在太湖流域和运河沿岸,而安徽地区多为五级、六级城镇。

(2) 清代。康熙加强了黄河与运河治理,并积极推动江南经济发展。一方面清时期政治、军事力量对城镇发展影响依然很大,另一方面随着商品经济的发展,其逐渐成为许多大中城市兴起和发展的重要推动因素。至乾隆朝,长三角地区的农业、手工业和商业发展水平已超越明朝鼎盛时期。苏州依然是清代工商业最发达的城镇之一,其规模仅次于北京;扬州作为漕运的枢纽和南北货物的集散地也得到了快速发展;南京作为两江总督衙署,因交通便利,成为物阜民丰的工商业大都会;杭州作为清代中国的三大丝织业中心之一,为全国著名的工商业大城镇。同时,清政府不断开辟商路,推动商品流通。清代水路交通较明朝有较大发展,特别是水路运输发展较快,陆上运输在铁路兴起前处于辅助地位。此时,南京作为该区域的中心城镇,是唯一一座一级城镇,三级以上城镇依然主要集中在太湖流域和运河沿岸,长江沿岸部分城镇的等级有所提升。

(3) 清末。随着一系列不平等条约的签订,上海、南通等通商口岸陆续开放,外国资本主义侵入开埠城镇,在某种程度上对中国城镇早期现代化起到了催化作用,如1848年到1915年间,上海租界面积扩大了12倍<sup>[1]</sup>。在内忧外患的局面下,洋务运动等一系列“新政”改革实施,一批民族工业兴起,且大多是在省一级中心城镇和通商口岸城镇实施,对此时城镇的发展推动作用十分明显,进一步带动了上海、南通、无锡等城镇的发展。民国抗战前夕,中国经济得到一定程度的恢复,特别是1927年南京国民政府建立后,国内政治、经济环境发生重大变化,此后的十年是国民经济建设的黄金时期。这一时期运河运输作用减弱,随着轮船航运业的发展,长江干流沿岸城镇得到较大发展;陆上交通运输功能显现,铁路与公路在中国东部地区普遍修建,据20世纪30年代初统计,江南地区铁路修筑比例占全国22%<sup>[1]</sup>,铁路兴起后,因其强大的运输能力,带动沿线城镇增加和发展。这一时期,沿海沿江一带的城镇规模显著扩大。据统计,1937年抗战前夕,上海一定规模以上的企业达1279家,占全国总数的32.5%<sup>[1]</sup>。此时,上海凭借内河航运和海上运输的便利,加上多条铁路的修筑,其逐渐发展成为区域一级城镇,同时,其中心城镇地位逐渐显现,以南京或苏州为中心的城镇格局逐渐被打破,而六级城镇主要分布在安徽和浙江地区。

(4) 1949年中华人民共和国成立后。中国经济逐渐恢复并快步走向繁荣,城镇发展速度也随之加快。改革开放后,长江三角洲地区凭借优越的区位优势和稳健的工商业基础,城镇现代化进程不断加快,城镇综合发展水平始终位居全国前列。与此同时,国家政府在不同时段制定的城镇发展战略对区域城镇规模分布有着一定程度的影响。1978年前反城镇化战略,演变到1978—1999年间的反大城镇开发战略,再到2000—2012年间的协调城镇化。这一时期,长江三角洲地区城镇规模分布趋于稳定,2000年后城镇等级规模分布趋于协调,四、五级城镇数量增加,上海的中心城镇地位更加稳定,沪宁合杭甬发展带、苏锡常都市圈、南京都市圈等逐步形成并取得一定发展,浙、皖地区分布着较多六级城镇。



## 5.2 城镇体系等级规模空间结构演化

基于对各时期城镇规模的计算,得到相应的城镇首位度(二城镇、四城镇和十一城镇)指数,采用位序-规模法则,对城镇规模进行回归分析,得到各时段下城镇规模与城镇位序双对数回归曲线,见图6。

研究显示,首位度二城镇指数均值为2.08,四城镇指数均值为0.88,十一城镇指数均值为0.80,位序-规模法则回归拟合的相关性( $R^2$ )均在0.86以上,且 $\alpha$ 值的估计结果均通过1%水平的显著性检验,表明拟合效果较好。 $\alpha$ 值均小于1,说明区内城镇规模差异较大,大城镇的规模发展速度总体上强于中小城镇,呈现出首位型分布。研究期内首位度指数与 $\alpha$ 值的变化也呈现了较明显的阶段性特征:

(1) 明清至1970年,经历了明朝、清朝、民国和中华人民共和国成立,区域的首位城镇也由明时的苏州,发展至清朝的南京,至民国逐渐转为上海。明清时期中央集权制度强化,都城和府城发展较快,长江、运河沿岸及太湖周边城镇因水运交通优势发展较快,规模较大, $\alpha$ 值均值为0.93,首位度二城镇指数为1.43,规模较大城镇发展优势较大,五级与六级城镇数量相对均衡,城镇等级规模分布较为集中;民国时期至1970年,运河逐渐没落、海上航运和长江干流航运进一步发展,加上陆上铁路交通的兴起并逐渐发展,部分长江干流沿岸及铁路沿线城镇发展加快,城镇规模增加,上海凭借其得天独厚的优势,其一级城镇的地位逐渐显现并稳定发展,而运河沿岸部分城镇规模降低,此时 $\alpha$ 值均值为0.73,首位度二城镇指数为1.9,城镇等级规模差异增加,区域城镇等级规模结构较明清时期不均衡,首位城镇优势更加凸显。总体上看,这一时期, $\alpha$ 值逐渐减小,由最初的0.97减小到0.65,首位度二城镇指数由1.20增加到2.71,这一时期城镇规模等级体系不均衡程度逐渐增加,首位城镇与二级城镇差距逐渐凸显。

(2) 1970年至2010年,长江三角洲经济的快速发展与人口的增长,带动城镇的扩张。这一时期,国家城镇发展战略的实施对区域城镇等级规模结构有一定程度的影响。1978—1999年间反大城镇开发战略的实施, $\alpha$ 值由1980年的0.76增加到2000年的0.90,首位度二城镇指数也有一定程度的减小;2000—2012年实施协调式城镇化战略,区域内四级城镇数量存在较小程度增加,区域城镇等级规模结构存在协调性发展趋势。总体上看,这一时期, $\alpha$ 值呈现明显的上升趋势,增加到2010年的0.90,1980年之后首位度二城镇指数超过理想值2,说明位序靠前的城镇用地规模扩张较快,城镇之间的差距扩大;上海维持其核心首位城镇的地位,且对区域其他城镇的影响力加强,城镇首位度明显,核心城镇地位愈加突出。

总体上看,明清至民国时期长江三角洲城镇规模等级体系不均衡程度较低且逐渐增加,首位城镇与二级城镇差距逐渐凸显;改革开放后上海作为区域首位城镇,其与区域内二级城镇差距逐渐拉大,城镇规模等级体系不均衡程度增强,2000年后区域城镇等级规模协调性分布显现,但较大规模城镇发展速度仍快于小规模城镇。

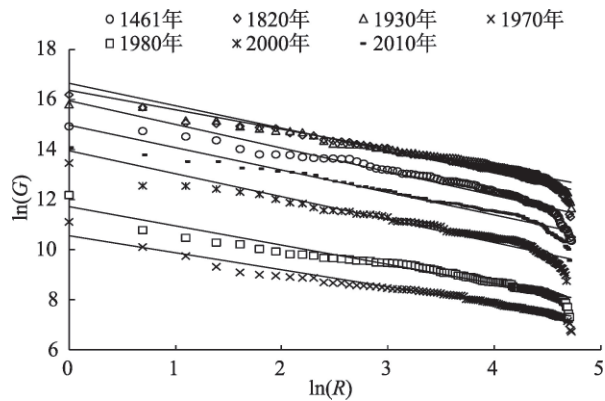


图6 长江三角洲地区城镇位序-规模线性拟合

Fig. 6 Estimates for city rank-size rule in Yangtze River Delta

## 6 结论与讨论

历史时期城镇的发展以及城镇体系的演变是朝代更替、自然地理条件、行政演变、基础交通条件、城镇社会经济发展、政策制度等综合作用的结果。长江三角洲的城镇形成始于春秋战国时期,在六朝至宋元期间,经历了由微而盛逐步崛起的过程,城镇分布的格局基本形成,明清时期封建社会经济走向成熟发展,鸦片战争之后开始了走向近现代的转型<sup>[1]</sup>。改革开放后,长江三角洲地区凭借优越的区位优势和稳健的工商业基础,城镇现代化进程不断加快,城镇综合发展水平位居全国前列。

长江三角洲地区城镇发展具有较强的历史延续性,为分析明清以来区内城镇扩张与城镇体系演变,本研究基于历史文献资料、古地图以及现代遥感数据等,复原(提取)了1461年、1820年、1930年、1970年、1980年、2000年和2010年等7个时间断面113座城镇的建成区范围,采用扩张速率、扩张效率、首位度指数和位序-规模法则,对近六百年区内城镇空间扩张及城镇体系等级规模演变进行了探索,取得以下主要研究结论:

(1) 近六百年来,长江三角洲地区城镇发展迅速,城镇建设用地扩张显著。所研究的城镇总规模扩大了31.27倍,其中江、沪地区的城镇规模增长更为显著,而规模增加最大的是上海地区(含所属郊区),研究期内城镇面积扩大了63.41倍;

(2) 在城镇扩张速率上,明清以来共经历了萌芽阶段、起步阶段、成长阶段和加速阶段等4个阶段,但城镇面积与城镇人口发展难以匹配,不同规模的城镇发展也不甚协调,城镇扩张效率仍然较低。在空间分布上,区内城镇发展不均衡,江、沪地区及太湖周边城镇的扩张较快;

(3) 在城镇体系演变上,长江三角洲地区属于首位型分布,城镇首位度较高,二级以上城镇的地位及影响力较为突出。明清时期,南京与苏州由于政治优势及漕运之便,是区内规模最大的城镇。民国后,上海凭借其海上交通便利,逐渐由五级城镇发展成为区域核心城镇,并随着长江三角洲整体经济水平的提升,其核心地位与影响力愈加增强。同时,由于区内资源分布不均,区域城镇发展较明清时期不均衡程度有所扩大,不同等级城镇发展差距拉大,南京都市圈、苏锡常都市圈等逐渐形成并快速发展。

毋庸讳言,受基础数据、技术方法等限制,本研究也存在一些局限有待在后续研究中进一步改进和完善。一是,基础数据有待深化。受历史文献资料和数据解读能力的限制,本研究尚未对城镇内部土地利用分区、细部城镇空间格局、内在土地利用强度等进行挖掘,未能深入分析城镇内部用地特征与空间转换特点;二是,现代城镇体系研究的理论与方法已较为成熟,而其之于历史城镇分析的有效性仍有待商榷;三是,在历史城镇化进程中,有效衡量不同等级城镇发展的均衡度,判断其等级结构的合理性仍待深入。

### 参考文献(References)

- [1] 何一民. 中国城市史. 武汉: 武汉大学出版社, 2012. [He Yimin. The History of Chinese Cities. Wuhan: Wuhan University Press, 2012.]
- [2] 张尚武. 长江三角洲城镇密集地区形成及发展的历史特征. 城市规划汇刊, 1999, (1): 40-46. [Zhang Shangwu. The historical characteristics of the formation and development of city regions in Yangtze River Delta. Urban Planning Forum, 1999, (1): 40-46.]
- [3] 陈建新, 邓泽辉. 长江三角洲与珠江三角洲城镇历史沿革研究. 华南理工大学学报(社会科学版), 2005, 7(6): 24-31. [Chen Jianxin, Deng Zehui. Study on the historical evolution of cities in Yangtze River Delta and Pearl River Delta. Journal of South China University of Technology (Social Science Edition), 2005, 7(6): 24-31.]
- [4] 杜石然, 范楚玉, 陈美东, 等. 中国科学技术史稿. 北京: 北京大学出版社, 2012. [Du Shiran, Fan Chuyu, Chen Meido-

- ng, et al. History of Chinese Science and Technology. Beijing: Peking University Press, 2012.]
- [5] 葛全胜,戴君虎,何凡能,等. 过去三百年中国土地利用变化与陆地碳收支. 北京: 科学出版社, 2008. [Ge Quansheng, Dai Junhu, He Fanneng, et al. Land Use Changes and Terrestrial Carbon Budgets in China during the Last 300 Years. Beijing: Science Press, 2008.]
- [6] 葛全胜,方修琦,张雪芹,等. 20世纪下半叶中国地理环境的巨大变化: 关于全球环境变化区域研究的思考. 地理研究, 2005, 24(3): 345-358. [Ge Quansheng, Fang Xiuqi, Zhang Xueqin, et al. Remarkable environmental changes in China during the past 50 years: A case study on regional research of global environmental change. Geographical Research, 2005, 24(3): 345-358.]
- [7] 刘纪远,张增祥,庄大方,等. 20世纪90年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析. 地理研究, 2003, 22(1): 1-12. [Liu Jiyuan, Zhang Zengxiang, Zhuang Dafang, et al. A study on the spatial-temporal dynamic changes of land-use and driving forcing analyses of China in the 1990s. Geographical Research, 2003, 22(1): 1-12.]
- [8] 刘纪远,张增祥,徐新良,等. 21世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析. 地理学报, 2009, 64(12): 1411-1420. [Liu Jiyuan, Zhang Zengxiang, Xu Xinliang, et al. Spatial patterns and driving forces of land use change in China in the early 21<sup>st</sup> century. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(12): 1411-1420.]
- [9] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等. 20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局. 地理学报, 2014, 69(1): 3-14. [Liu Jiyuan, Kuang Wenhui, Zhang Zengxiang, et al. Spatiotemporal characteristics, patterns and causes of land use changes in China since the late 1980s. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(1): 3-14.]
- [10] 鲍超,陈小杰. 中国城市体系的空间格局研究评述与展望. 地理科学进展, 2014, 33(10): 1300-1311. [Bao Chao, Chen Xiaojie. Review and prospect of research on the spatial pattern of China's urban system. Progress in Geography, 2014, 33(10): 1300-1311.]
- [11] Bures R, Kanapaux W. Historical regimes and social indicators of resilience in an urban system: The case of Charleston, South Carolina. Ecology and Society, 2011, 16(4): 16.
- [12] Osada S. The Japanese urban system 1970-1990. Progress in Planning, 2003, 59(3): 125-231.
- [13] Chandler T. Four Thousand Years of Urban Growth: An Historical Census. New York: The Edwin Mellen Press, 1987.
- [14] Modelski G. World Cities: -3000 to 2000. Washington DC: FAROS 2000, 2003.
- [15] Gabaix X. Zipf's Law for cities: An explanation. Quarterly Journal of Economics, 1999, 114(3): 739-767.
- [16] Reba M, Reitsma F, Seto K C. Data descriptor: Spatializing 6000 years of global urbanization from 3700 BC to AD 2000. Scientific Data, 2016, 34: 1-16
- [17] Matsumoto H. International urban system and air passenger and cargo flows: Some calculation. Journal of Air Transport Management, 2004, 10(4): 239-247.
- [18] 顾朝林. 中国城镇体系: 历史·现状·展望. 北京: 商务印书馆, 1992. [Gu Chaolin. Urban System of China: History·Present·Outlook. Beijing: The Commercial Press, 1992.]
- [19] 顾朝林,柴彦威,蔡建明,等. 中国城市地理. 北京: 商务印书馆, 1999. [Gu Chaolin, Chai Yanwei, Cai Jianming, et al. Urban Geography of China. Beijing: The Commercial Press, 1999.]
- [20] 隗瀛涛. 中国近代不同类型城市综合研究. 成都: 四川大学出版社, 1998. [Kui Yingtao. Different Types in Chinese Modern Urban Comprehensive Research. Chengdu: Sichuan University Press, 1998.]
- [21] 周一星. 城市地理学. 北京: 商务印书馆, 1995. [Zhou Yixing. Urban Geography. Beijing: The Commercial Press, 1995.]
- [22] 斯波义信. 中国都市史. 北京: 北京大学出版社, 2013. [Yoshinobu Shiba. A History of Chinese Towns and Cities. Beijing: Peking University Press, 2013.]
- [23] 施坚雅. 中华帝国晚期的城市. 北京: 中华书局, 2000. [Skinner G. The City in Late Imperial China. Beijing: Zhonghua Book Company, 2000.]
- [24] Fang Li, Li Peng, Song Shunfeng. China's development policies and city size distribution: An analysis based on Zipf's law. Urban Studies, 2017, 54(12): 2818-2834.
- [25] Zhou Shangyi, Dai Juncheng, Bu Jianhua. City size distributions in China 1949 to 2010 and the impacts of government policies. Cities, 2013, 32(3): S52-S57.
- [26] 吴宏岐. 明清珠江三角洲城镇发展与生态环境演变互动研究. 武汉: 长江出版社, 2011. [Wu Hongqi. A Study on the Interaction between Urban Development and Ecological Environment Evolution in the Pearl River during Ming and Qing Dynasties. Wuhan: Yangtze River Publishing House, 2011.]
- [27] 邹逸麟. 明清以来长江三角洲地区城镇地理与环境研究. 北京: 商务印书馆, 2013. [Zou Yilin. Study on Urban Geog-



- raphy and Environment in the Yangtze River Delta since Ming and Qing Dynasties. Beijing: The Commercial Press, 2013.]
- [28] 成一农. 乌鲁木齐的秘密: 现代城市中隐藏的古代城市. 阅读地球, 2011, (2): 66-71. [Cheng Yì'ong. The secret of Urumqi: Ancient cities hidden in modern cities. Geography, 2011, (2): 66-71.]
- [29] 北京大学中国古代研究中心. 李孝聪教授荣休纪念论文集: 舆地、考古与史学新说. 北京: 中华书局, 2012. [Center for Research on Ancient Chinese History of Peking University. Professor Li Xiaocong Glory Hugh Festschrift. Beijing: Zhonghua Book Company, 2012.]
- [30] 陈刚. “数字人文”与历史地理信息化研究. 南京社会科学, 2014, (3): 136-142. [Chen Gang. Digital humanities and informationization studies for Historical Geography. Nanjing Journal of Social Sciences, 2014, (3): 136-142.]
- [31] 谭瑛, 张涛, 杨俊宴. 基于数字化技术的历史地图空间解译方法研究. 城市规划, 2016, 40(6): 82-88. [Tan Ying, Zhang Tao, Yang Junyan. Study on spatial interpretation methodology of urban historical map based on digital technology. City Planning Review, 2016, 40(6): 82-88.]
- [32] 龚泽仪, 齐清文, 夏小琳. 基于中国近代地图的城镇体系演变信息图谱. 测绘科学, 2014, 39(8): 103-110. [Gong Zeyi, Qi Qingwen, Xia Xiaolin. Research on urban system evolution information Tupu based on China modern map. Science of Surveying and Mapping, 2014, 39(8): 103-123.]
- [33] 李建, 董卫. 古代城市地图转译的历史空间整合方法: 以杭州市古代城市地图为例. 城市规划学刊, 2008, (2): 93-98. [Li Jian, Dong Wei. An integrated research approach on city map decoding based on reshaping decoding of ancient map of Hangzhou city. Urban Planning Forum, 2008, (2): 93-98.]
- [34] 严巍, 董卫. 历史城市时空信息梯度网络构建方法及应用研究: 以洛阳老城为例. 建筑学报, 2015, 1(2): 106-111. [Yan Wei, Dong Wei. The formation and application of the information network of space and time in historic cities: A case study of the old city of Luoyang city. Architectural Journal, 2015, 1(2): 106-111.]
- [35] 林忆南, 金晓斌, 杨绪红, 等. 清代中期建设用地数据恢复与空间网格化重建: 方法与实证. 地理研究, 2015, 34(12): 2329-2342. [Lin Yinan, Jin Xiaobin, Yang Xuhong, et al. Data set establishment and spatial reconstruction of built-up area in the Mid Qing Dynasty: Method and case study. Geographical Research, 2015, 34(12): 2329-2342.]
- [36] 冯文勇, 王乃昂, 何彤慧. 鄂尔多斯地区历史城市等级体系研究. 城市规划, 2014, 38(8): 30-34. [Feng Wenyong, Wang Nai'ang, He Tonghui. Research on the grading system of historic cities in Ordos Area. City Planning Review, 2014, 38(8): 30-34.]
- [37] 金勇强. 唐宋时期河湟地区城镇体系的演变. 西藏研究, 2015, (5): 15-20. [Jin Yongqiang. The evolution of urban in Hehuang Area in the Tang and Song Dynasty. Tibetan Studies, 2015, (5): 15-20.]
- [38] 张芳. 明清时期辽东半岛城镇体系演变研究. 北京: 中央民族大学硕士学位论文, 2012. [Zhang Fang. Study on urban system evolution of Liaodong Peninsula during Ming-Qing Dynasty. Beijing: Master Dissertation of Minzu University of China, 2012.]
- [39] 沈惊宏, 周葆华, 余兆旺. 泛长三角地区城市的空间结构演变. 地理研究, 2016, 35(3): 482-492. [Shen Jinghong, Zhou Baohua, Yu Zhaowang. Evolution of urban spatial structure in the Pan Yangtze River Delta. Geographical Research, 2016, 35(3): 482-492.]
- [40] 管驰明, 崔功豪. 100多年来中国城市空间分布格局的时空演变研究. 地域研究与开发, 2004, 23(5): 28-32. [Guan Chiming, Cui Gonghao. Research on spatio-temporal distribution of Chinese cities in the past over 100 years. Areal Research and Development, 2004, 23(5): 28-32.]
- [41] 方修琦, 叶瑜, 葛全胜, 等. 从城镇体系的演变看清代东北地区的土地开发. 地理科学, 2005, 25(2): 129-134. [Fang Xiuqi, Ye Yu, Ge Quansheng, et al. Land exploitation in the Northeast China during the Qing Dynasty inferred from the development of town system. Scientia Geographica Sinica, 2005, 25(2): 129-134.]
- [42] 王茂军, 申玉铭, 高宜程. 民国时期山东城镇体系的空间组织: 基于洋货空间流通的分析. 地理研究, 2007, 26(6): 1221-1232. [Wang Maojun, Shen Yuming, Gao Yicheng. The spatial structure of Shandong urban system in the Period of Republic of China: Based on the analysis of input goods spatial flow. Geographical Research, 2007, 26(6): 1221-1232.]
- [43] 王茂军, 刘志林, 霍婷婷, 等. 1932—1979年山东省城镇体系结节地域结构的变动分析. 人文地理, 2010, 25(3): 47-54. [Wang Maojun, Liu Zhilin, Huo Tingting, et al. The succession variation of nodal region in Shandong urban system in 1932-1979. Human Geography, 2010, 25(3): 47-54.]
- [44] 李伯重. 简论“江南地区”的界定. 中国社会经济史研究, 1991, (1): 100-105. [Li Bozhong. The Definition of "Jiangnan Area". The Journal of Chinese Social and Economic History, 1991, (1): 100-105.]

- [45] 徐占春. 上海开埠后江南地区的变化及其对上海发展的影响. 常熟理工学院学报(哲学社会科学), 2009, (3): 102-106. [Xu Zhanchun. The opening of Shanghai Port and its changes and impacts on the development of Shanghai and region south of the Yangtze River. Journal of Changshu Institute of technology (Philosophy & Social Science), 2009, (3): 102-106.]
- [46] 陈雯, 闫东升, 孙伟. 长江三角洲新型城镇化发展问题与态势的判断. 地理研究, 2015, 34(3): 397-406. [Chen Wen, Yan Dongsheng, Sun Wei. Analyzing the patterns and processes of new urbanization development in the Yangtze River Delta. Geographical Research, 2015, 34(3): 397-406.]
- [47] 穆彰阿,等. 嘉庆重修一统志. 北京: 中华书局, 1986. [Mu Zhang'e, et al. Jiaqing Rebuilt Chi Unification. Beijing: Zhonghua Book Company, 1986.]
- [48] 成一农. 中国古代城池基础资料汇编. 北京: 中国社会科学出版社, 2016. [Cheng Yinong. Compilation of Basic Data on Ancient Chinese Cities. Beijing: China Social Sciences Press, 2016.]
- [49] 梁方仲. 中国历代户口、田地、田赋统计. 北京: 中华书局, 2008. [Liang Fangzhong. Historical Population, Land, Land Tax Statistics of China. Beijing: Zhonghua Book Company, 2008.]
- [50] 葛剑雄. 中国人口史. 上海: 复旦大学出版社, 2001. [Ge Jianxiong. History of Chinese Population. Shanghai: Fudan University Press, 2001.]
- [51] 中华人民共和国国家统计局. 中国人口统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2001. [National Bureau of Statistics of China. China's Population Statistics Yearbook. Beijing: China Statistics Press, 2001.]
- [52] 国家统计局城市社会经济调查司. 中国城市统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 1985, 2001, 2011. [Department of Urban Social and Economic Research, National Bureau of Statistics. China City Statistical Yearbook. Beijing: China Statistics Press, 1985, 2001, 2011.]
- [53] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国县域统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2001, 2011. [National Bureau of Statistics Rural Social and Economic Investigation Division. China County Statistical Yearbook. Beijing: China Statistics Press, 2001, 2011.]
- [54] 国家统计局人口统计司, 公安部三局. 中华人民共和国人口统计资料汇编. 北京: 中国财政经济出版社, 1988. [Department of Population Statistics of National Bureau of Statistics, The Ministry of Public Security. Compilation of Demographic Data of the People's Republic of China. Beijing: Chinese Financial & Economic Publishing House, 1988.]
- [55] 朱沛莲. 江苏省及64县市志略. 台北: 国史馆, 1987. [Zhu Peilian. Statistics of County Annals in Jiangsu Province and 64 Cities. Taipei: The National Museum of History, 1987.]
- [56] 王樹槐. 中国现代化的区域研究: 江苏卷(1860—1916). 台北: 中央研究院近代史研究所, 1984. [Wang Shuhuai. Regional Studies of China's Modernization: Jiangsu Province (1860-1916). Taipei: Institute of Modern History, Academia Sinica, 1984.]
- [57] 江苏五十年编辑委员会. 江苏五十年: 1949—1999. 北京: 中国统计出版社, 1999. [Editorial Board of Fifty Years of Jiangsu Province. Fifty Years of Jiangsu Province. Beijing: China Statistics Press, 1999.]
- [58] 江苏省统计局, 国家统计局江苏调查总队. 江苏统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 1985, 2001, 2011. [The Bureau of Jiangsu Province, NBS Survey Office in Jiangsu Province. Jiangsu Province Statistical Yearbook. Beijing: China Statistics Press, 1985, 2001, 2011.]
- [59] 上海市统计局, 国家统计局上海调查总队. 光辉的六十载: 上海历史统计资料汇编1949—2009. 北京: 中国统计出版社, 2009. [The Bureau of Shanghai City, NBS Survey Office in Shanghai City. Brilliant Sixty Years: Shanghai Historical Statistical Data Assembly. Beijing: China Statistics Press, 2009.]
- [60] 上海市统计局. 上海市国民经济和社会发展历史统计资料. 北京: 中国统计出版社, 2001. [The Bureau of Shanghai City. Historical Statistics of Shanghai's National Economic and Social Development. Beijing: China Statistics Press, 2001.]
- [61] 上海市统计局, 国家统计局上海调查总队. 上海统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 1981, 2001, 2011. [The Bureau of Shanghai City, NBS Survey Office in Shanghai City. Shanghai City Statistical Yearbook. Beijing: China Statistics Press, 1981, 2001, 2011.]
- [62] 安徽省人民政府. 安徽60年. 北京: 中国统计出版社, 2009. [Anhui Provincial People's Government. Sixty Years of Anhui Province. Beijing: China Statistics Press, 2009.]
- [63] 安徽省统计局, 国家统计局安徽调查总队. 安徽统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 1989, 2001, 2011. [The Bureau of Anhui Province, NBS Survey Office in Anhui Province. Anhui Province Statistical Yearbook. Beijing: China Statistics

- Press, 1989, 2001, 2011.]
- [64] 浙江省统计局, 国家统计局浙江调查总队. 浙江统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 1984, 2001, 2011. [The Bureau of Zhejiang Province, NBS Survey Office in Zhejiang Province. Zhejiang Province Statistical Yearbook. Beijing: China Statistics Press, 1984, 2001, 2011.]
- [65] 浙江省财政税务志编纂委员会. 浙江省财政税务志. 北京: 中华书局, 2002. [Finance and Taxation Compilation Committee of Zhejiang Province. Financial and Tax Chi of Zhejiang Province. Beijing: Zhonghua Book Company, 2002.]
- [66] 浙江省统计局, 国家统计局浙江调查总队. 浙江60年统计资料汇编. 北京: 中国统计出版社, 2009. [The Bureau of Zhejiang Province, NBS Survey Office in Zhejiang Province. Compilation of Statistical Data of Zhejiang Province for 60 Years. Beijing: China Statistics Press, 2009.]
- [67] 孙雁, 刘志强, 王秋兵, 等. 百年沈阳城市土地利用空间扩展及其驱动力分析. 资源科学, 2011, 33(11): 2022-2029. [Sun Yan, Liu Zhiqiang, Wang Qiubing, et al. Spatial expansion of urban land use and its driving forces in Shenyang City over the past century. Resources Science, 2011, 33(11): 2022-2029.]
- [68] 贾雁岭. 我国城市扩张的特征及效率分析. 建筑经济, 2017, 38(2): 19-25. [Jia Yanling. Research on the characteristics and efficiency of urban sprawl in China. Construction Economics, 2017, 38(2): 19-25.]
- [69] 王家庭, 张俊韬. 我国城市蔓延测度: 基于35个大中城市面板数据的实证研究. 经济学家, 2010, (10): 56-63. [Wang Jiating, Zhang Juntao. Measurement on the urban spreading in China: Empirical study based on the panel data of 35 large and middle cities. Economist, 2010, (10): 56-63.]
- [70] 肖磊, 黄金川, 孙贵艳. 京津冀都市圈城镇体系演化时空特征. 地理科学进展, 2011, 30(2): 215-223. [Xiao Lei, Huang Jinchuan, Sun Guiyan. Temporal-spatial characteristics of evolution of the urban system in Jing-Jin-Ji Metropolitan Region. Progress in Geography, 2011, 30(2): 215-223.]
- [71] 毛广雄, 曹蕾, 丁金宏, 等. 基于传统和五普口径的江苏省城市规模分布时空演变研究. 经济地理, 2009, 29(11): 1833-1838. [Mao Guangxiong, Cao Lei, Ding Jinhong, et al. Spatial-temporal dynamics of city-size distribution in Jiangsu Province based on both traditional statistical standard and the fifth national census statistical standard. Economic Geography, 2009, 29(11): 1833-1838.]
- [72] 顾朝林, 庞海峰. 基于重力模型的中国城市体系空间联系与层域划分. 地理研究, 2008, 27(1): 1-12. [Gu Chaolin, Pang Haifeng. Study on spatial relations of Chinese urban system: Gravity model approach. Geographical Research, 2008, 27(1): 1-12.]
- [73] 朱道才, 陆林, 晋秀龙, 等. 基于引力模型的安徽城市空间格局研究. 地理科学, 2011, 31(5): 551-556. [Zhu Daocai, Lu Lin, Jin Xiulong, et al. Spatial patterns of city in Anhui Province based on gravity model. Scientia Geographica Sinica, 2011, 31(5): 551-556.]
- [74] 李陈, 靳相木. 基于引力模型的中心镇空间联系测度研究: 以浙江省金华市25个中心镇为例. 地理科学, 2016, 36(5): 724-732. [Li Chen, Jin Xiangmu. Measurement of spatial interaction between central towns based on the gravity model. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(5): 724-732.]
- [75] 谭其骧. 中国历史地图集. 北京: 中国地图出版社, 1988. [Tan Qixiang. Historical Atlas of China. Beijing: Sinomaps Press, 1988.]



## The spatial pattern of urban areas and urban system of Yangtze River Delta in the past 600 years

QIN Lijun<sup>1,2</sup>, JIN Xiaobin<sup>1,2,3</sup>, JIANG Yuchao<sup>1</sup>, XUE Qiaofeng<sup>1</sup>, CHENG Yinong<sup>4</sup>,  
LONG Ying<sup>5</sup>, YANG Xuhong<sup>1,3</sup>, ZHOU Yinkang<sup>1,2,3</sup>

(1. School of Geographic and Oceanographic Science, Nanjing University, Nanjing 210023, China;

2. Key Laboratory of Coastal Zone Exploitation and Protection, Ministry of Natural Resources, Nanjing 210023, China;

3. Natural Resource Research Centre of Nanjing University, Nanjing 210023, China;

4. School of History and Archives, Yunnan University, Kunming 650091, China;

5. School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** Based on the data extracted from historical documents, ancient maps and remote sensing, quoting the reconstruction method of ancient city from history study, this study reconstructed urban areas of 113 cities and towns from the Ming Dynasty in the Yangtze River Delta. Aiming to analyze the expansion progress of urban areas and the spatial pattern of urban system of this region since the Ming Dynasty, we took the years of 1461, 1820, 1930, 1970, 1980, 2000 and 2010 as time sections, and adopted the urban expansion rate, urban expansion efficiency, urban primacy index and rank-size rule. The results are as follows: (1) The urban area of 113 cities increased markedly in the past 600 years. The average increment is 31.27 times as 1461's, from 205.98 km<sup>2</sup> to 6442.19 km<sup>2</sup>, and Shanghai region has the greatest increment, 63.41 times as 1461's. The urban expansion of the past 600 years can be divided into four processes: the embryonic stage (Ming and Qing dynasties), the starting stage (from the Republic of China to the early Reform and Opening-up), the growing stage (from the Reform and Opening-up to 2000) and the rapid development stage (21st century). The urban expansion rate was accelerating while the efficiency of urban expansion needs to be improved. (2) As for spatial pattern of the city size distribution, cities of Suzhou and Nanjing were the largest ones in the region in the Ming and Qing dynasties, and Shanghai substituted Suzhou and Nanjing and became the largest city in the Yangtze River Delta since the Republic of China. Large and medium scale cities were mainly concentrated in the Yangtze River Basin and the Taihu Lake Basin, while the small-scale cities were mainly in Anhui Province. The city size distribution in urban system appeared to be the first-place pattern. The urban primacy index was high and the urban primacy index was lower in the Ming and Qing dynasties. The large-scale cities had more advantages and they developed faster, resulting in a wider gap between different scale cities.

**Keywords:** urban system; spatial pattern; land use; Yangtze River Delta; the past 600 years