

## 长江三角洲空间结构演化规律与理论模型

陆玉麒<sup>1,2</sup>

(1. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210023;

2. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 南京 210023)

**摘要:** 作为沿海轴线和沿江轴线交汇枢纽地域的长江三角洲, 空间结构演化具有复杂性、多样性和典型性特征, 对其演化规律与理论模型的提炼具有重要的理论意义和应用价值。按照核心边缘结构理论, 长江三角洲可分为以太湖流域为主体的核心区和其余的边缘区, 但由于位居江海之交, 故边缘区中发展出了门户区, 从而形成了核心区与门户区构成的空间结构类型。其中, 核心区在早期以苏州为中心城市, 在古代就形成了非常完善的5级中心地结构; 在不同时期, 门户区一直在发生变化, 分别形成了古代以扬州为核心的运河门户群、近代以上海为核心的近海门户群和当代以宁波为核心的远洋门户群, 所对应的通航等级分别为500 t、10000 t和200000 t。由此, 在现有中心地理论和海港空间结构理论之外, 长江三角洲的空间结构演化则提供了一种新的演化模式, 即中心地与港口门户的融合演化模式: 早期是核心区空间结构的内生型演化, 符合克氏六边形结构规律; 进入近代以后, 长江三角洲空间结构类型的演化就不再是中心地主导型, 而是转换成为门户主导型, 且 $k=3$ 市场原则走向了 $k=4$ 交通原则。这样, 对于中心地学说的过程性检验、城市中心性与门户性的功能属性分析, 以及在此基础上的理论模式提炼, 长江三角洲提供了全球最佳的实证检验与示范案例。

**关键词:** “T”字型结构; 空间结构; 演化规律; 理论模型; 长江三角洲

DOI: 10.11821/dlxb202412006

## 1 引言

1984年陆大道提出了著名的“点—轴系统”理论, 成为中国各级政府进行空间规划的基础性理论工具<sup>[1-5]</sup>; 其后将此理论应用于中国区域开发实践, 进一步提出了由沿海轴线和沿江轴线构成的“T”字型空间结构<sup>[6-10]</sup>。“点—轴系统”理论与“T”字型结构在区域开发、空间布局等领域得到了广泛运用, 充分彰显了人文地理学尤其是经济地理学的应用价值。

20世纪90年代以来, “T”字型结构得到了学术界非常充分的研究, 尤其是作为沿海轴线和沿江轴线交汇枢纽地域的长江三角洲, 各类研究尤为充分和完善<sup>[11-18]</sup>。然而, 正是由于长江三角洲位居沿海轴线和沿江轴线交汇处, 故内部空间结构特别复杂、演化动力非常多元, 现有研究还远没有揭示清楚内部的空间结构演化规律。另一方面, 长江三角洲在不同时期有不同的定义和地域范围, 这更限制了学者对其演化规律的深入研究。据此, 本文试图在理清其概念内涵的基础上探讨空间结构的演化规律与理论模式, 从而为该地区的合理规划提供科学依据, 同时深化和完善现有的“T”字型开发模式。

收稿日期: 2024-06-26; 修订日期: 2024-11-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(42171171) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.42171171]

作者简介: 陆玉麒(1963-), 男, 江苏张家港人, 教授, 博士生导师, 主要从事空间结构与区域发展研究。

E-mail: luyuqi@263.net

长江三角洲在不同时期有着不同的含义,学术界与规划界、政府界等对于长江三角洲的认知也各不相同。然而,区域空间结构演化机理与规律的分析以及在此基础上理论模型的构建,其基本要求是对区域范围的准确界定。地质沉积意义上,约4000~5000年前长江三角洲形成于一个三角形港湾(图1b)。每年长江带来的大量泥沙,在海水的顶托作用下沉积,逐渐形成了南北两岸的沙堤。北岸沙堤自扬州向东延伸至如东,其北部则由黄河和淮河的冲积形成了里下河平原。南岸沙堤以江阴为起点不断向东南方向延展,最终连接至上海市金山区漕泾附近,与钱塘江北岸的沙堤相连,由此形成太湖平原。在此基础上,自然地理意义上的长江三角洲,是以镇扬之间的仪征为顶点,北界为扬州、泰州、海安、栟茶一线,西界与南界为茅山、天目山东麓至杭州湾北岸10 m等高线围合而成的冲积平原(图1b),面积约5万km<sup>2</sup>,主要包括上海,江苏的苏州、无锡、常州、镇江、扬州、泰州、南通,以及浙江的杭州、嘉兴、湖州等11个城市的全部或部分区域<sup>[19]</sup>。

在规划政策意义上,20世纪90年代,在国家重点开发上海浦东地区的背景下,1992年从政府层面确定了长江三角洲的地域范围。由上海,江苏省沿江地区的南京、镇江、扬州、南通、苏州、无锡、常州7市,以及浙江省杭州湾地区的杭州、嘉兴、湖州、宁波、绍兴、舟山6市组成,面积约10万km<sup>2</sup>。1996年从扬州析出泰州地级市,长江三角洲的城市数量随之扩展至15个。随着国家对长江三角洲发展的重视,其内涵与范围一直处于动态变化之中。举其要者,2008年国务院印发《关于进一步推进长江三角洲地区改革开放和经济社会发展的指导意见》(国发[2008]30号)中,将长江三角洲的地域范围拓展至江浙沪2省1市的全部。2016年国家发展和改革委员会、住房城乡建设部联合印发了《长江三角洲城市群发展规划》(发改规划[2016]1176号),正式在国家层面将安徽省的一部分纳入长江三角洲范畴(图1a)。2018年长江三角洲区域一体化发展上升为国家战略,2019年国家颁发《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》,规划范围进一步拓展至江浙沪皖3省1市的全部地区(图1a,亦称泛长江三角洲),面积达到35.8万km<sup>2</sup>。

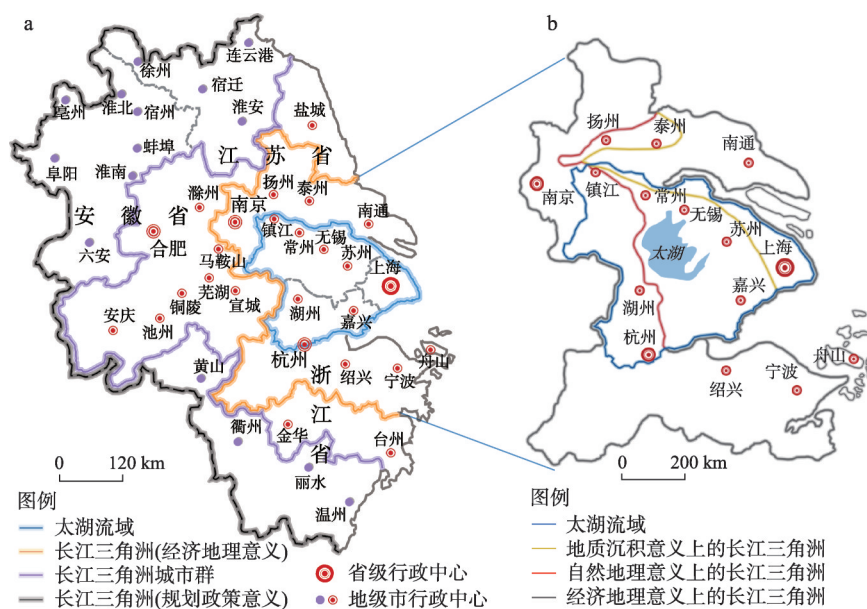


图1 不同含义长江三角洲的地域范围与核心区的空间界定

Fig. 1 Different definitions of regional scope and spatial demarcation of the core area in Yangtze River Delta

在上述所有规划政策意义上的长江三角洲概念中，1992年确定的范围不仅具有规划政策意义，同样也得到了学术界的充分认可，将其称为经济地理意义上的长江三角洲（图1）<sup>[20]</sup>。原因是拓展的部分不仅纳入了南京与杭州这2个省会城市，还加上了杭州湾地区的全部尤其是宁波与舟山深水大港，从而强化了当代长江三角洲的门户性特征。从图1还可以看出，无论是在自然地理意义还是经济地理意义上，面积3.69万km<sup>2</sup>的太湖流域都是长江三角洲的核心区。长江三角洲的区域开发以及空间结构演化均源起于太湖流域。

根据上述长江三角洲的概念内涵与地域范围的不同，本文将基于太湖流域、经济地理意义上的长江三角洲以及由江浙沪皖组成的泛长江三角洲3个不同的空间尺度，从微观到宏观，多尺度探讨在港口门户的影响下空间结构的演化机理与理论模型。

2 长江三角洲空间结构的演化机理与理论模型

基于以往对于长江三角洲的研究基础，本文按核心边缘结构理论先将太湖流域定义为长江三角洲的中央核心区或内部心脏区，其外围则称为边缘区，并统称外围边缘区。在此基础上在外围边缘区中析出江海门户区，其目的是表达中央核心区与江海门户区的功能耦合关系以及时空跃迁特征，从而构建出以中心地结构为基础、核心门户结构为特色的长江三角洲空间结构演化模型（图2）。

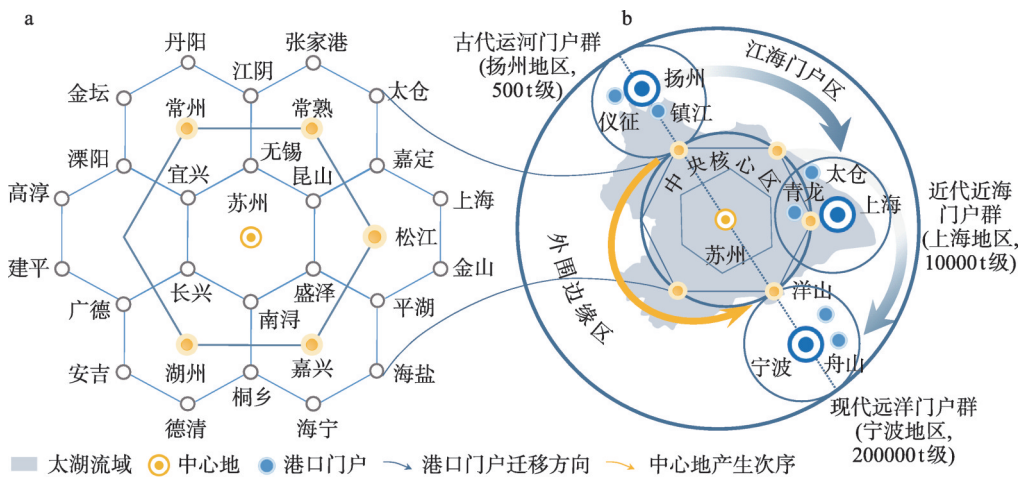


图2 长江三角洲核心门户结构演化模型

Fig. 2 Evolution model of the core and gateway structure of Yangtze River Delta

2.1 核心区是三角洲空间结构演化的源地,符合中心地形成法则

太湖流域作为核心区，是长江三角洲发展的厚实基础，也是各门户城市竞相争取的腹地之源。相对平坦均质的地形，成为构建六边形中心地结构的理想区域。以往的研究表明，泰伯在太湖流域的开发和江南文化的创立中功不可没。“泰伯奔吴”，首先选择的是无锡梅村。周敬王六年（公元前514年），吴王阖闾命伍子胥在姑苏修筑城池，并将都城迁至姑苏。此后在太湖流域，区域中心城市一直是苏州。隋唐至元朝时期，州府级的二级中心地呈逆时针状相继出现，即常州（隋朝时期）、湖州（唐朝时期）、嘉兴（北宋时期）、松江（元朝时期）。到明清时期，随着社会经济的进一步发展，该区域中小城镇大量出现，以苏州为中心，已经构建起较为成熟的5级中心地等级系统。长江三角洲地区最主要的轴线是南京—上海—杭州—宁波，呈“之”字状。若将该线上的20世纪30年代



才崛起的无锡抽去,可发现一个规律性的现象,即南京—镇江—常州—苏州—上海—嘉兴—杭州—绍兴—宁波9个城市之间,几乎是等距的,即均在80 km左右,而低级城镇的间距为15 km,完全符合中心地等级体系的六边形法则<sup>[21]</sup>(图2a)。

更一般的意义上,纵观世界上大江大河的三角洲,发现都具有以下共同点:① 顾名思义,三角洲的主体部分由于均由大江大河的泥沙冲积而成,故土地平坦,土质肥沃,为农业生产提供极为适宜的自然条件。因此,三角洲地区往往发展成为农业基础良好的工业化和城市化地区。② 与平坦的地形相联系,三角洲核心区拥有数量密集且等级齐全的城镇,空间体系均衡、首位城市不突出是其主要特征。一定程度上说,三角洲地区的地形条件与中心地学说的均质平原假设较为一致。③ 三角洲高度开放的区域发展特征亦与平坦地形紧密关联。原因是与一般的自然地理单元不同,长江三角洲边缘受到的地形约束较小,促使区域间经济联系的频繁与密化。因而核心区域在经济发展到一定阶段后,不可避免地产生与区外交往的强烈愿望,而地域内部又没有明显的地理屏障,这为高频交流提供了可能。④ 作为大江大河冲积的产物,三角洲地区通常缺乏丰富的矿产资源。铁矿、石油、煤炭等重要矿产原料,是构成现代工业体系的基石,而长江三角洲地区均极度稀缺。故而,支撑三角洲地区发展的路径可归纳为:平坦肥沃地形→高度集约农业→高密度城镇体系→高素质人力资源→综合性的现代化发达地区。由此,以长江三角洲为代表的三角洲地区就成为构建中心地结构的理想区域。

## 2.2 门户区是核心区发展到一定程度的产物,且具有空间跃迁性

随着以苏州为核心的太湖平原生产力水平的提高,与区外联系的要求益趋强烈。而古代长江三角洲与外界联系的主通道是京杭大运河,这就为主通道与长江三角洲边缘区的交汇处产生中转性的城市提供了基础。古代,边缘区可供选择的门户有镇江、扬州、仪征(图2b),尤其是镇江与扬州,中转的区位优势各有特色。更进一步,之所以是扬州而不是镇江成为最有活力的门户城市,究其原因:① 太湖平原的物资虽然可以在镇江中转,但对北方中原王朝而言,在镇江贮运物资远不如扬州可靠,因为镇江物资还得渡过长江,而当时渡江存在较大的沉船风险,平均损耗率维持在10%~20%<sup>[22]</sup>。中原王朝之所以将扬州而不是镇江定为物资中转地,主要是出于这一原因。② 对长江上中游的物资而言,从扬州而不是镇江中转,由于无须过江从而更为有利。③ 当时支撑扬州发展还有一个有利因素,就是江苏沿海盛产海盐(淮盐),由此扬州成为全国主要的盐业中转站之一。

大致说来,明清时期港口门户开始了从扬州地区向上海地区的转移。而上海地区的港口门户则分别经历了青龙、太仓至上海的转变。青龙镇是三国时期孙权用于修建和靠泊战舰的场所,青龙港则位于吴淞江下游起点,在该港起泊的航运船只不仅可达沿海地区和内河重要节点,还可直达日本、朝鲜等,是唐代新兴的对外贸易港口。宋朝是太湖平原水利建设的重要时期。多次重大的水利建设,使得位于吴淞江畔盛极一时的青龙镇,逐渐丧失港口条件,最终衰败。元代及明朝前期,江南地区的主导海港,让位于长江入海处的刘家港。那里既是国家漕粮北运的基地,又是当时江南最重要的商港。一直到清中期以后,港口门户的位置才最终由上海港所取代(图2b)。

但这仅是长江口江苏港口地域系统的演变轨迹,长江三角洲门户区的形成还与浙江杭州湾港口地域系统的演进有关。作为越文化的起源地,其区域开发肇始于会稽山南侧的一系列山地盆地中,后出于与吴国争霸的需要,才将其重心移到会稽山北麓的绍兴。可以说,在越文化的早期,其政治经济文化中心一直是绍兴。早期的杭州,仅是作为以绍兴为核心的这一地域系统通过大运河与北方交往的门户。随着杭州的进一步发展,其

门户作用淡化,而区域中心功能益加突出,在此背景下,就产生了为自身寻找相应门户港口的冲动。南宋时定都杭州,杭州湾北岸澉浦港兴起,成为这一时期港口分布格局中最为引人注目的变动,它是作为都城临安的外港而出现的。户口一度达5000余家,商旅往来不绝,蕃货毕集<sup>①</sup>。这一盛况一直延至宋元,至明清开始衰落。乍浦是杭州湾北岸一个历史悠久的海防重镇,现属嘉兴市管辖。“宋元时并村落,通互市以是如隙”<sup>②</sup>。但那时正是乍浦南部澉浦港发展的鼎盛时期,乍浦只不过是扮演了一个配角角色。至清康熙年间,由于岸线变迁等原因,乍浦遂替代澉浦而继起。国内闽广、浙东、浙西的丰富物产在这里集散。乍浦由于拥有良好的港口,故由此可直达日本、琉球、安南、暹罗、爪哇、吕宋、文郎、马神诸国。

清朝前中期,上海与乍浦各主一方。上海是江海关所在地,整个江海关的税额,康熙年间定例2.3万两。定例正额外,还有盈余,如康熙六十一年,还额解1.5万两。至乾隆二十九年,解银7.8万两<sup>③</sup>。乍浦为浙海关的重要港口,康熙时,乍浦定例为1.3万两,至乾隆时达3.9万两<sup>④</sup>。当时一提到江南港口,人们常常把乍浦与上海相提并论:“今查上海、乍浦各口,有善走关东、山东海船五千余艘,每船可载二三千石不等”<sup>⑤</sup>。故此,孙中山在《建国方略》(1917—1919年)中曾提出将乍浦规划建设成为中国的“东方大港”。

从区位上看,上海、乍浦2港相距无几,并为国内南北货物的集散地,于海外贸易上都通达日本、琉球及东南亚各国,因此,在货物贸易中必然互有冲突,彼此牵制。在长期的实力抗衡中,乍浦港终于败北。原因在于:①从宏观区位上看,上海港位于长江三角洲和整个长江流域的交汇点,又是中国南北方沿海贸易的中心,具有中国其他任何一个港口都无法匹敌的优势。乍浦港的位置相对于上海明显较为偏僻,而对它发展产生最致命影响的还是内河航运的薄弱。这实际上牵涉到腹地的问题。衡量一个港口的前途很重要的依据在于其经济腹地,这直接决定了港口的吞吐能力。②从港口本身的条件来看,上海港也远比乍浦港来得优越,乍浦港虽有乍水与内陆腹地相连,然乍水无论是水深还是河宽均无法与黄浦江相比,更不用说上海还可直溯长江。作为这一优越自然条件的最终体现,随着贸易的开展,上海港在近代以前便已形成多条航线:北洋航线、南洋航线、江南内河航线以及海外贸易航线等。因此,进入近代,乍浦的败北或者说上海的最终胜出,才使浙江杭州湾系统纳入了由上海主导的江苏沿江系统之中,由此,长江三角洲才形成了统一的港口门户地域系统。

进入现代,长江三角洲港口门户的空间格局再一次发生了根本性的重大逆转。在经济全球化的背景下,适合深水远洋的港口条件需要靠泊200000 t级散货和第五代集装箱船舶。因此,改革开放以来长江三角洲港口门户的区位明显地在向杭州湾方向迁移,即出现了长江三角洲深水门户的杭州湾化现象。其具体表征:①宁波北仑港的开发,是杭州湾化的起步。北仑港的开发历史并不长。20世纪70年代后期,随着上海港压港压货现象的日益突出,国家交通部提出了“四港分流”方案,即通过上海、南通、张家港、北仑港共同分流长江三角洲的货流。宁波北仑港水深条件优越,当时是作为长江三角洲大宗散货的中转港而定位的,由此开始了宁波港的超高速发展进程。②浦东在20世纪90年代的开发,体现了上海开发空间走向的深刻转变,即杭州湾化。浦东的开发,成为上海

① (宋)常棠.《澉水志》卷一,地理门.北京:中华书局,1985:3.

② (宋)常棠.《澉水志》卷五,坊巷门.北京:中华书局,1985:14.

③ (清)黄之隽等编纂,赵弘恩监修.《乾隆江南通志》卷七十九,食货志.清乾隆元年(1736)刻本.

④ (清)宋景关.《乍浦志》卷一,城市.清乾隆二十二年(1757)刻本.

⑤ (清)钱泳.《履园丛话》卷四,水学救荒附.北京:中华书局,1979:87-117.

空间格局发生显著变化的重要标志。浦东经济实力和区域地位的大幅攀升,无疑是长江三角洲杭州湾化的本质内容。③ 现作为上海深水门户的大小洋山,本就位于杭州湾口,行政属性上隶属于浙江舟山市。如果说浦东开发使得上海的地域开发重心向杭州湾迁移,那么洋山港的开发,则是这种地域迁移的必然结果,因为需要为这种地域迁移寻找合适的出海门户。

2022年全国前20港口吞吐量共95.33亿t,其中长江三角洲40.75亿t,占比42.75%;全国前20港口集装箱吞吐量共25494万标箱,其中长江三角洲10135万标箱,占比39.75%,即无论是总吞吐量还是集装箱量,长江三角洲大约均占全国的40%。其中,宁波港吞吐量12.61亿t,遥遥占据全国甚至全球第一;上海港集装箱吞吐量4730万标箱,同样是全国乃至全球第一。位居杭州湾的上海(洋山港)与宁波(含舟山),不仅是长江三角洲的首位深水门户,同样还是全国甚至全球名副其实的首位深水门户。

### 2.3 门户区空间变迁与通航等级有关,区位属性具重要理论意义

上述分析表明,作为高度开放型的地区,在任何时期长江三角洲的核心区都通过某个主通道与区外发生着特别密切的联系。因此,门户区作为长江三角洲与区外交往的必经之地,成为首位城市产生的理想场所,并且随着时代的发展,港口门户具可变迁性。回顾长江三角洲的发展过程,不难发现一个非常重要的现象,就是除了起源及早期首位城市产生于核心区外,当与区外交流成为常态、对外联系的重要性越加突出时,首位城市就逐步从核心区跃迁至门户区。长江三角洲的发展过程其实体现了区域空间结构演化的一般规律性。

这种规律性表现为:① 不同时期的对外联系的主通道会有所不同,但在某一时期,某个区域与区外交往的主通道只有一个<sup>[23]</sup>。对长江三角洲来说,古代的主通道是大运河、近代的主通道是沿海,现代及未来的主通道是远洋。② 对长江三角洲而言,不同时期的主通道,其通航等级差之甚远。大运河的通航等级为500 t级、沿海的通航等级为10000 t级、远洋的通航等级为200000 t级以上。与此相应的航道水深条件分别为2.5 m、7 m、17 m。港口等级越高,给所在城市带动的动能就越大。③ 与区外发生密切交往的需要,使得位于长江三角洲边缘与主通道交汇处的港口成为港口门户,以此作为依托,门户城市成为长江三角洲规模最大的首位城市。对长江三角洲来说,古代的首位城市是扬州、近现代的首位城市是上海,未来的首位城市还在激烈的竞争之中。④ 港口地理学的研究成果表明,河港→江港→海港的区位变迁有其普遍规律性,长江三角洲同样也不例外,扬州、上海、宁波三大门户城市自身的港口开发过程都体现出相同的上述规律性。

在以往的研究中,“门户”一词最早由Makenzie于1933年提出,指加强腹地与外部世界联系的某个区域出入口。此后,美国地理学者Burbhardt 1971年对“门户城市”进行了科学定义,认为这种城市在连接2个地区的城市住区时,通常位于自然条件优越的地区以便有效控制腹地的出口和入口。在此基础上,1982年Bird提出了更为经典的定义,认为门户功能在于城市腹地通过交通运输系统与国内外其他地区相连接。随着经济全球化的推进,世界主要国家经历了经济和社会的重整,区域和城市功能进行了重新定位,全球化背景下门户体系的构建就成为一个全新的命题<sup>[24-26]</sup>。然而,上述研究没有从地理学视角研究门户的区位属性。

从区位属性看,古代港口表面上是地处太湖流域边缘与大运河交汇点,实质是位居自然地理学意义上的三角洲顶(水)点,近代港口门户位居三角洲入海口,现代港口门户则是依托江南古陆沿海山地丘陵而成的深水大港。其中,作为三角洲顶点的港口门户城市具有典型的地理学意义。原因在于,基于沉积学角度对三角洲进行界定,认为每个



三角洲都存在一个顶点,即三角洲河网中各河段的端点或连结点的总合,也可称为顶水点。三角洲分流河网虽可分为分流式、复合式和分汊河道式等类型,但其共同之处是都存在着一个三角洲顶点<sup>[27-28]</sup>。由于江河至此分流入海,所以该区域既控制着三角洲各支流,又作为航运枢纽串联流域腹地,形成三角洲顶点城市。依托三角洲肥田沃土的广阔腹地和交通优势,顶点城市逐步发展壮大、繁荣兴盛。以现代交通体系为导向,顶点城市通常演化为三角洲经济区内多种运输方式并存的综合性交通枢纽<sup>[29]</sup>。长江三角洲范围内,扬州、镇江是典型的三角洲顶点城市,在近现代,南京也具有非常典型的三角洲顶点城市特征。由此,古代长江三角洲形成的以扬州为核心的运河门户群,从区位意义上说,也可以称为(三角洲)顶点门户群;在珠江三角洲,虽然三角洲顶点的位置在三水,但广州更具备三角洲顶点城市的区位功能属性<sup>[30-31]</sup>,从而自古以来就成为珠江三角洲以及整个岭南地区最为重要的中心城市。

### 3 长江三角洲港口门户与中心地空间融合模型

长江三角洲港口门户与中心地结构的空間融合分为两个阶段,一是上海在城市发展的早期分别与松江和苏州形成服务范围的重新划分,这一阶段属于以苏州为中心的太湖流域中心地结构的拓展与完善阶段;二是近代以来随着上海城市能级的进一步提升,不仅诱导位居上海与南京中点位置的无锡取代苏州跃升为近代江南地区的中心城市,导致长江三角洲中心地结构的完全重构重组,由 $k=3$ 市场原则走向了 $k=4$ 交通原则,同时还完成了由中心地结构主导型向港口门户主导型的转变。

#### 3.1 上海崛起后太湖流域中心地结构的拓展与完善

在以苏州为中心的中心地体系的构建中,早期的松江府属于二级中心地,而青浦(青龙镇)、上海等仅属于三级中心地。然而,上海市域位居太湖流域的边缘,同时还是沉积意义上长江三角洲的一部分,其内又有吴淞江、黄浦江流过,所以还同时成为近代以来长江三角洲的门户区(图2)。上海市域兼具核心区与门户区的双重功能属性,是核心区与门户区的空间统一,由此对其内部中心地结构的演化产生了重要影响。随着门户功能的逐步显现,上海由古代的三级中心地先升格二级中心地,最后跃升为水平与层次超过苏州的超级中心地(图3)。

从图3可以看出,上海在城市升级过程中,当其达到二级中心地(州府级)时,松江府的二级中心地地位基本不变,但其影响范围会作适当调整,上海利用新成陆部分重新构建了一个新的二级中心地及其服务范围,周边有太仓、青浦、奉贤、南汇、川沙、嘉定6个三级中心地作为支撑。也就是说,随着上海市域陆地面积的增加以及生产力水平的提高,其内部能够容纳2个州府级中心地的存在。这就表明古代形成的六边形中心地结构直接影响着近现代太湖流域空间结构的演化过程。城市自产生以后,其区位发展具有路径依赖特征,虽然可能有微区位式的迁移,但基本上是固定不变的。

但问题在于,当上海发展到与苏州并级的一级中心地时,其周边的二级中心地已经非常不完整,分别仅有松江与常熟,其自身实力的提升主要依赖于港口门户所带来的强大势能。当然,厚实的太湖流域作为腹地,亦为上海势能升级提供了源源不断的内生发展动力。由此,当上海的能级进一步提升,成为超越苏州并将苏州纳入其中时,就需要重新建构其六边形服务范围模型,但从图3中可以看出,原来基于 $k=3$ 的中心地构建法则已难以为继,需要进行构建思路的根本性的转换。

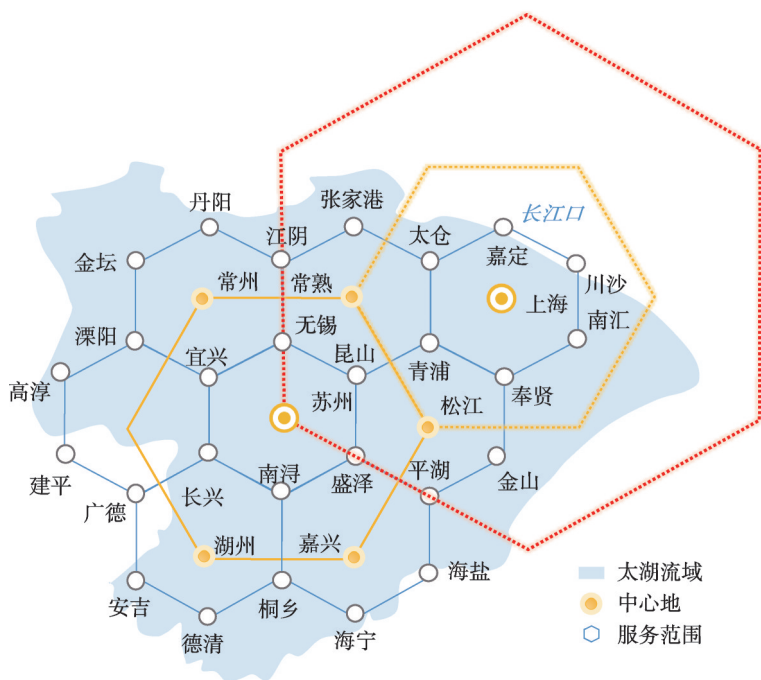


图3 太湖流域中心地结构与港口门户的空间融合模型

Fig. 3 Spatial integration model of the central place structure and port gateway in the Taihu Lake Basin

3.2 经济地理意义上长江三角洲的中心地结构模型

随着上海城市地位能级的不断提高，其影响也逐步超越其腹地太湖流域，而迈向经济地理意义上的长江三角洲，因此，有必要从前述太湖流域的视角提升至经济地理意义上的长江三角洲，进行空间结构演化模型的构建。而近代以来长江三角洲空间结构的演化除了上海这一超级港口门户外，另外一个标志性事件是无锡作为江南地区中心城市的崛起。

概略说来，无锡的崛起源于锡澄运河的兴建。锡澄运河北起长江，南连太湖，跨江阴、无锡2市，全长37.5 km，在北宋皇祐年间（1049—1054年）兴建、明宣德年间正式形成，明天顺年间（1457—1464年）江南运河断航，漕船改走锡澄运河。清末漕运废止，江南运河镇（江）武（进）段日趋淤塞，锡澄运河遂成为江南运河通江的要道。加上沪宁铁路的通车，从而无论是水水中转还是水陆中转，无锡依然是最优区位。江南区域范围内，之所以是无锡而不是其他地区成为“四大米市之首”，这是主要的区位原因。正是在米市的运转过程中，大大强化了无锡与上海之间的经济和人文联系，这是后来近代工业得以快速发展的一个极其重要的原因。第一次世界大战以后，以荣氏家族为代表，纺织、缫丝、面粉成为无锡近代工业的三大支柱。据1927年统计，无锡拥有近代产业工人16万人以上，在长江下游一带工商业城市中仅次于上海。因此，无锡有了“小上海”之称，经济地位已明显超过邻近的苏州和常州。据1937年统计，在全国六大工业城市（上海、广州、无锡、天津、武汉、青岛）中，无锡的工业产值仅次于上海和广州，居全国第3位<sup>[22]</sup>。

为此，本文将15个地级市全部纳入，按照地级市服务范围内采用 $k=3$ 市场原则、地级市及其以上采用 $k=4$ 交通原则构建了经济地理意义上长江三角洲的中心地结构模型





上海市域内中心地结构的变动则更为剧烈且更具特色。从图2a的松江府到图3的松江府与上海市并列再到图4的上海市，其六边形结构一直发生着剧烈的变化和重组。图4中由太仓、昆山、平湖、金山、南汇、崇明构成的上海三级六边形区域中，其实还内套着另外一个由嘉定、宝山、川沙、奉贤、松江、青浦构成的小六边形结构。这显然是由于上海门户功能强大带来周边地区经济势能全面提升，从而在同等面积的三级六边形范围内能容纳更多三级中心地的原因所在。这应该是门户型中心地才有的特殊的中心地结构类型，对此现象非常值得做进一步的深化研究。

3.3 泛长江三角洲全域中心地结构模型的构建

在经济地理意义长江三角洲空间尺度构建出中心地体系的基础上，依然基于 $k=4$ 交通原则，以地级市为基础单元，本文进一步构建了由江浙沪皖地域范围内共由41个地级及以上城市构成的泛长江三角洲的全域型中心地等级体系。虽然在如此大的空间尺度上地形条件等因素导致的扭曲作用越加明显，但总体上泛长江三角洲城市的分布，依然遵循着中心地理论的构建原则（图5），体现出中心地理论应用的普适性。

分省看，浙江11个城市中，有杭州、宁波、温州3个中心城市，呈倒三角分布，凝聚力最强，基本符合 $k=4$ 规则；安徽16个城市中，有合肥、安庆、阜阳3个中心城市，分南北有序排列，即使加上芜湖，也仅4个，完全符合 $k=4$ 规则；江苏13个城市中，理论上南京、无锡、扬州、南通、徐州、连云港6个中心城市，事实上还应加上苏州，共7个， $k=2$ 都不到。江苏为什么称为“散装内斗大省”？这样的城市分布格局，恐怕是重要的原因。这是目前还没有学者分析过的领域。

在长江三角洲一体化的过程中，无论是国家层面的长江三角洲一体化规划还是地方政府的相应规划，均构建了多个都市圈或城市群以及多条发展轴线。限于篇幅，本文无

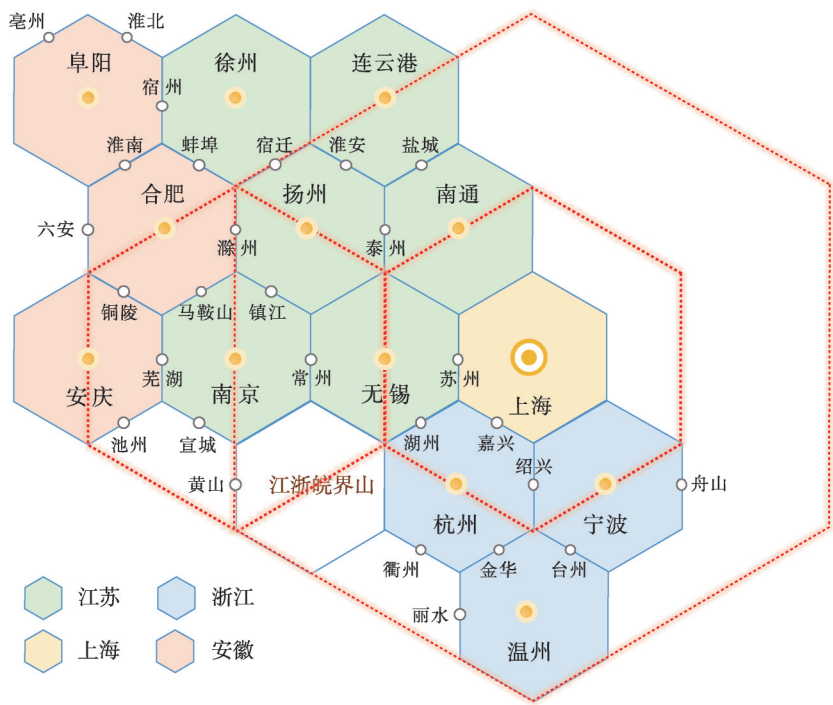


图5 泛长江三角洲全域中心地结构模型

Fig. 5 Model of the central place structure in Pan-Yangtze River Delta region

意对此做全面地分析评估,但上述系列性的分析结论,至少可以作为城镇空间布局优化以及不同等级发展轴构建的科学基础。仅以上海为例,从图5可以看出,上海都市圈或城市群的构建是分不同空间尺度的。第一层级是苏州和嘉兴,属于核心层;第二层级是南通、无锡、杭州、宁波以及所包含的一般地级市,基本相当于当前上海都市圈的构建范围,属于紧密层。杭州由于是省会城市,故还在想方设法建构自己的都市圈,但必然呈现为破碎化、扭曲型;第三层级是南京、连云港以及所包含的所有地级市,这已包含了泛长江三角洲的大部分区域,属于松散层。这表明泛长江三角洲确实以上海为中心,即使称为上海经济区都不为错。其中,作为泛长江三角洲几何中心的南京和作为欧亚大陆桥东桥头堡的连云港,都处于较高的理论区位层级上,但现实发展却并不尽人意;苏州理论上属于普通地级市水平,但现实中其经济规模却号称中国最强地级市,规划中如何进行合适的功能定位确实值得深化研究。

## 4 结论与讨论

在太湖流域、经济地理和规划政策意义上的长江三角洲3个空间尺度上,本文从微观至宏观构建了长江三角洲的空间结构演化模型,在全国首次将中心地的应用拓展至30万~40万 $\text{km}^2$ 的大区尺度(克氏南部德国案例中最大六边形面积仅为32400  $\text{km}^2$ )。在此过程中,聚焦于核心区与门户区的空间耦合与功能互动的分析视角,从而构建出了中心地与港口门户耦合的空间结构演化模型。在此基础上正如我们以往所揭示的,事实上还可进一步衍生出由区域中心城市与港口门户城市构成的多尺度、多类型的区域双核结构模式或理论模型<sup>[32]</sup>。

### 4.1 长江三角洲空间结构演化的典型性与范例性

现有区域空间结构演化类型,学术界将其归为两类:一是以德国南部为原型的中心地等级体系<sup>[33-34]</sup>;二是以非洲殖民地国家为原型的港口空间结构演化类型,即塔夫模式,美洲等殖民地国家的空间结构演化同样属于这一类型<sup>[35]</sup>。对北美空间结构的演化而言,Vance<sup>[36]</sup>和Whebel<sup>[37]</sup>共同发现,当时的北美地理学家大都致力于探讨中心地理论的各种变体,却没有意识到内生过程仅发挥了填充作用,塑造大局的是大西洋和圣劳伦斯河带来的外源发展,认为区域外源发展是主要动力。

长江三角洲的空间结构演化则提供了一种与学术界归纳的前2种类型完全不同的模式。对此,可以进一步归纳为:早期是核心区空间结构的内生型演化,此时符合克氏六边形结构规律,门户区受边缘效应影响,形成次一级中心地(松江府);受港口门户的牵引,作为三级中心地的上海快速发展,先是与松江府并列成二级中心地,后进一步升格形成与太湖流域中心城市苏州并级的一级中心地,形成中心地和港口门户共同主导的空间结构类型;当该区域特别发达,与区外交往特别频繁时,港口门户的重要性就更加突出,门户城市进一步升格为所在区域的首位城市,由此引起所在区域中心地等级体系的重构重组。亦即进入近代以后,作为长江三角洲核心区的太湖流域,其空间结构类型就不再是中心地主导型,而是转换成为门户主导型。总之,长江三角洲空间结构的演化过程,是中心地型、中心地与门户并重型、门户型的转化过程,是中心地型和门户型2种空间结构模式共同作用的产物,是将学术界现有2种模式融为一体的过程。

此外,长江三角洲还提供了对于中心地学说的进一步认知。简而论之,长江三角洲中心地结构的形成在时间尺度上,由古代的 $k=3$ 走向近现代的 $k=4$ ;在空间尺度上,由



低级中心地 $k=3$ 走向中高级中心地 $k=4$ 。这不仅是长江三角洲城镇形成与演化的内在时空规则,可能也是适用于其他区域的一般性的普遍规律,具有普适性。

## 4.2 三角洲的学理辨析与中心地体系的研究展望

中国东部沿海三大发达地区的习惯称谓分别为长三角、珠三角和京津冀。2016年3月国家“十三五”规划中提出“支持港澳在泛珠三角区域合作中发挥重要作用,推动粤港澳大湾区和跨省区重大合作平台建设”,国务院为此印发《关于深化泛珠三角区域合作的指导意见》,明确共同打造粤港澳大湾区,建设世界级城市群。2019年2月中共中央、国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》。于是在提法上,粤港澳大湾区替代了珠江三角洲。

借鉴珠江三角洲名称的变换,长江三角洲也有人曾提出可改为杭州湾大湾区,这种想法有一定合理性。正如前述,当代长江三角洲的深水门户已移至杭州湾,但不合理性更显突出。原因有以下2条:一是长江口南北两侧的重要性不亚于杭州湾,上海正是由于兼具长江口与杭州湾的双重优势,从而才奠定其在全国甚至全球独特的城市地位;二是从更一般的意义上来说,称之为三角洲,是因为有大江大河流入;称之为湾区,是因为作为海洋向内陆入陆地形成的湾口而拥有明显的海洋产业发展优势,但与此同时,没有大江大河流入是其另一重要特点,如东京湾、纽约湾、旧金山湾等。因此,如果一定要用湾区的名称,渤海湾更为贴切,因为周边没有可通航的大江大河流入。由此,中国东部发达地区或城市群,可用一湾(渤海湾)两洲(长江三角洲和珠江三角洲)或两湾(渤海湾和粤港澳大湾区)一洲(长江三角洲)来表达,这样在学理上可能更为贴切或科学。

但无论采用何种名称,基于上述长江三角洲空间结构的分析体会,本文认为,珠江三角洲和京津冀地区,以及施坚雅率先在中国进行中心地理论检验的成都平原等地区<sup>[38]</sup>,在大区尺度进行不同空间尺度的中心地结构的实证检验以及演化机理分析,能够为所在区域的合理空间布局提供科学的理论依据。事实上,相较于德国而言,中国更能成为全球最为理想的中心地学说的实证检验区域。

从未来展望看,上述结论也为进一步深化研究中心地体系提供了总体思路 and 方向。

① 长江三角洲中心地型向门户型转换的原因与机制还有待进一步提炼,是否有可能进行适当的量化分析以及定量模型构建?市场原则 $k=3$ 和交通原则 $k=4$ 在中心地体系中可以进行构建法则的转换这一最具创新性的思想最早由Parr 1978年提出<sup>[39]</sup>,但对于长江三角洲而言其转换的空间尺度以及内在机理究竟如何?在此基础上,其普适性及对其他地区是否有足够的借鉴示范意义?是仅适合于三角洲地区还是一般的普通地区也有适用性?

② 本文构建中心地结构模型过程中仅考虑了地理区位对于中心地形成与演化的作用,以及市场原则 $k=3$ 和交通原则 $k=4$ 这2种法则的运用,但中国有悠久的强势行政主导经济的传统,“行政区经济”的区域背景对于中心地体系的影响还有待做大量的实证案例分析。

③ 交通出行方式的根本改变导致城镇的集聚法则发生重大变化,尤其是当代信息化和人工智能迅速发展的条件下,中心地法则是否仍然存在并发挥作用、中心地结构是否会出现不同形式的修正或变形?上述种种问题,均有待在未来的研究中予以深化。

**致谢:**笔者对于长江三角洲的系统研究,源于20年前陆大道主持的国家自然科学基金重点项目“中国区域开发地学基础的综合研究”(40131010)。在项目实施过程中,笔者负责专题研究长江三角洲的空间结构与区域发展,本文是对以往相关研究成果的进一步总结提炼与补充拓展。

## 参考文献(References)

- [1] Lu Dadao. Scientific basis for the overall plan of industrial productive allocation of China up to 2000. *Scientia Geographica Sinica*, 1986, 6(2): 110-118. [陆大道. 二〇〇〇年我国工业生产布局总图的科学基础. *地理科学*, 1986, 6(2): 110-118.]
- [2] Lu Dadao. The macrostrategy of regional development in China. *Acta Geographica Sinica*, 1987, 42(2): 97-105. [陆大道. 我国区域开发的宏观战略. *地理学报*, 1987, 42(2): 97-105.]
- [3] Lu Dadao. *Location Theory and Regional Research Methods*. Beijing: Science Press, 1988. [陆大道. 区位论及区域研究方法. 北京: 科学出版社, 1988.]
- [4] Lu Dadao, et al. *Theory and Practice of Chinese Industrial Distribution*. Beijing: Science Press, 1990. [陆大道, 等. 中国工业布局的理论与实践. 北京: 科学出版社, 1990.]
- [5] Lu Dadao. *Regional Development and Its Spatial Structure*. Beijing: Science Press, 1995. [陆大道. 区域发展及其空间结构. 北京: 科学出版社, 1995.]
- [6] Lu Dadao, Liu Yi, Fan Jie. The regional policy effects and regional development states in China. *Acta Geographica Sinica*, 1999, 54(6): 496-508. [陆大道, 刘毅, 樊杰. 我国区域政策实施效果与区域发展的基本态势. *地理学报*, 1999, 54(6): 496-508.]
- [7] Lu Dadao. An analysis of spatial structure and optimal regional development. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(2): 127-135. [陆大道. 论区域的最佳结构与最佳发展—提出“点—轴系统”和“T”型结构以来的回顾与再分析. *地理学报*, 2001, 56(2): 127-135.]
- [8] Lu Dadao, Yang Qinye, Wu Shaohong, et al. *Theory and Practice of Regional Development in China*. Beijing: Science Press, 2003. [陆大道, 杨勤业, 吴绍洪, 等. 中国区域发展的理论与实践. 北京: 科学出版社, 2003.]
- [9] Lu Dadao. Formation and dynamics of the "pole-axis" spatial system. *Scientia Geographica Sinica*, 2002, 22(1): 1-6. [陆大道. 关于“点—轴”空间结构系统的形成机理分析. *地理科学*, 2002, 22(1): 1-6.]
- [10] Lu Yuqi. The scientific connotation of pole-axis theory. *Scientia Geographica Sinica*, 2002, 22(2): 136-143. [陆玉麒. 论点—轴系统理论的科学内涵. *地理科学*, 2002, 22(2): 136-143.]
- [11] Zhang Li, Lu Yuqi. Studies on spatial analysis method of the "pole & axis system": A case study of the Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(12): 1534-1547. [张莉, 陆玉麒. “点—轴系统”的空间分析方法研究: 以长江三角洲为例. *地理学报*, 2010, 65(12): 1534-1547.]
- [12] Duan Xuejun, Yu Xiaogan, Nipper Josef. Study on the expanded scope of the Yangtze Delta region based on the function of economic polarized area. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(2): 211-220. [段学军, 虞孝感, Josef Nipper. 从极化区的功能探讨长江三角洲的扩展范围. *地理学报*, 2009, 64(2): 211-220.]
- [13] Zhang Li, Lu Yuqi. Assessment on regional accessibility based on land transportation network: A case study of the Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(12): 1235-1246. [张莉, 陆玉麒. 基于陆路交通网的区域可达性评价: 以长江三角洲为例. *地理学报*, 2006, 61(12): 1235-1246.]
- [14] Luo Xiaolong, Shen Jianfa. Models of inter-city cooperation and its theoretical implications: An empirical study on the Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(2): 115-126. [罗小龙, 沈建法. 长江三角洲城市合作模式及其理论框架分析. *地理学报*, 2007, 62(2): 115-126.]
- [15] Yao Shimou, Chen Shuang. The trend of urban spatial evolution in the Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 1998, 53(S1): 1-10. [姚士谋, 陈爽. 长江三角洲地区城市空间演化趋势. *地理学报*, 1998, 53(S1): 1-10.]
- [16] Wu Wei, Cao Youhui, Cao Weidong, et al. Spatial structure and evolution of highway accessibility in the Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(10): 1065-1074. [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. *地理学报*, 2006, 61(10): 1065-1074.]
- [17] Zhang Xiaoming. Characteristics of the Yangtze River Delta mega-city region. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(10): 1025-1036. [张晓明. 长江三角洲巨型城市区特征分析. *地理学报*, 2006, 61(10): 1025-1036.]
- [18] Marton A M. Probing revitalization of the Lower Chang Jiang Delta metro-region. *Acta Geographica Sinica*, 1996, 51(3): 272-282. [Andrew M Marton. 长江三角洲南部“大城市圈振兴”理论的质疑. *地理学报*, 1996, 51(3): 272-282.]
- [19] Liu Yuyuan, Zhang Xueliang. Transformation and generalization of the concept of "Yangtze River Delta": Research of modern regional economy. *Journal of Finance and Economics*, 2020, 46(4): 94-108. [刘雅媛, 张学良. “长江三角洲”概念的演化与泛化: 基于近代以来区域经济格局的研究. *财经研究*, 2020, 46(4): 94-108.]
- [20] She Zhixiang. *Water and Soil Resources of the Yangtze River Delta and Regional Development*. Hefei: University of

- Science and Technology of China Press, 1997. [余之祥. 长江三角洲水土资源与区域发展. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1997.]
- [21] Lu Yuqi, Dong Ping. Central place system of Taihu Basin during the Ming and Qing dynasties. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(4): 587-596. [陆玉麒, 董平. 明清时期太湖流域的中心地结构. *地理学报*, 2005, 60(4): 587-596.]
- [22] Zhang Xueshu. *The Economic Development History of the Lower Reaches of the Yangtze River in China*. Nanjing: Southeast University Press, 1990. [张学恕. 中国长江下游经济发展史. 南京: 东南大学出版社, 1990.]
- [23] Zhou Yixing. Major directions of economic linkages: Some theoretical considerations. *City Planning Review*, 1998, 22(2): 22-25. [周一星. 主要经济联系方向论. *城市规划*, 1998, 22(2): 22-25.]
- [24] Allen P M. *Cities and Regions as Self-Organizing Systems: Models of Complexity*. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers, 1997: 201-202.
- [25] Harris C D, Ullman E L. The nature of cities. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 1945, 242(1): 7-17.
- [26] Burghardt A F. A hypothesis about gateway cities. *Annals of the Association of American Geographers*, 1971, 61(2): 269-285.
- [27] Yin Guokang. *The Geomorphological System of River Basins*. Nanjing: Nanjing University Press, 1991. [尹国康. 流域地貌系统. 南京: 南京大学出版社, 1991.]
- [28] Ren Meie. *China's Three Major Deltas*. Beijing: Higher Education Press, 1994. [任美锷. 中国的三大三角洲. 北京: 高等教育出版社, 1994.]
- [29] Lu Yuqi, Li Pinghua. Primary study on apex city of delta. *Areal Research and Development*, 2006, 25(1): 6-9, 38. [陆玉麒, 李平华. 三角洲顶点城市探讨. *地域研究与开发*, 2006, 25(1): 6-9, 38.]
- [30] Deng Duanben. *History of Guangzhou Port: Ancient Part*. Beijing: China Ocean Press, 1986. [邓端本. 广州港史: 古代部分. 北京: 海洋出版社, 1986.]
- [31] Li Pingri, Huang Zhenguo, Zong Yongqiang, et al. *Hanjiang Delta*. Beijing: China Ocean Press, 1987. [李平日, 黄镇国, 宗永强, 等. 韩江三角洲. 北京: 海洋出版社, 1987.]
- [32] Lu Yuqi. The rule cognition and theoretical construction of spatial pattern in China. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(12): 2885-2897. [陆玉麒. 中国空间格局的规律认知与理论提炼. *地理学报*, 2021, 76(12): 2885-2897.]
- [33] Christaller W. *Central Places in Southern Germany*. Chang Zhengwen, Wang Xingzhong, trans. Beijing: The Commercial Press, 2011. [沃尔特·克里斯塔勒. 德国南部中心地原理. 常正文, 王兴中, 译. 北京: 商务印书馆, 2011.]
- [34] Christaller W. *Central Places in Southern Germany*. Baskin C W, trans. Englewood Cliffs and London: Prentice Hall, 1966.
- [35] Stutz F P. *The World Economy Resources, Location, Trade, and Development (Third edition)*. New York: Prentice Hall, 1998: 317-319.
- [36] Vance J E. *The Merchant's World: The Geography of Whole Soling*. Englewood Cliffs and London: Prentice Hall, 1970: 12-102.
- [37] Whebell C F J. Corridors: A theory of urban systems. *Annals of the Association of American Geographers*, 1969, 59(1): 1-26. DOI: 10.1111/j.1467-8306.1969.tb00655.x.
- [38] Skinner G W. *Marketing and Social Structure in Rural China*. Shi Jianyun, Xu Xiuli, trans. Beijing: China Social Sciences Press, 1998. [施坚雅. 中国农村的市场和社会结构. 史建云, 徐秀丽, 译. 北京: 中国社会科学出版社, 1998.]
- [39] Parr J B. Models of the central place system: A more general approach. *Urban Studies*, 1978, 15(1): 35-49.



## Evolutionary patterns and theoretical models of spatial structure in Yangtze River Delta

LU Yuqi<sup>1,2</sup>

(1. School of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China;

2. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** Yangtze River Delta, as a pivotal region where the coastal axis and the riverside axis intersect, is characterized by complexity, diversity and typicality of the spatial structural evolution. Therefore, understanding its evolutionary pattern and constructing a theoretical model has important theoretical significance and application value. According to the core-periphery structure theory, the Yangtze River Delta can be divided into a core area that is centered on the Taihu Lake Basin and remaining periphery areas. However, due to its location at the junction of the river and the sea, a gateway area has emerged within the periphery area, thus forming a spatial structure that is composed of the core area and the gateway area. In the early period, the core area was centered on Suzhou, and a five-tier central place structure became well established since ancient times. However, the gateway area kept evolving and underwent three main changes: in ancient times, the gateway area was centered on Yangzhou, forming the canal gateway cluster; in the modern age, the gateway area became centered on Shanghai, forming an offshore gateway cluster; and in the contemporary era, the gateway area became centered on Ningbo, forming an oceanic gateway cluster. Their corresponding navigation capacities were 500 t, 10,000 t, and 200,000 t, respectively. Therefore, in addition to the existing central place theory and seaport spatial structure theory, the spatial structure evolution of the Yangtze River Delta presents a new evolutionary model: namely, the fusion evolutionary model of central places and port gateways. According to this model, in the early period, it was an endogenous evolution of the core area's spatial structure, which was in line with Christaller's hexagonal structure; while in modern times, the evolution of the spatial structure of the Yangtze River Delta was no longer dominated by central places, but rather, it became dominated by the gateway areas, making the  $k = 3$  market principle turn into the  $k = 4$  transportation principle. In this way, the Yangtze River Delta provides a globally exemplary empirical case for validating the process test of the central place theory, analyzing functional attributes of urban centrality and gateway, and refining the relevant theoretical model.

**Keywords:** T-shaped development model; spatial structure; evolution pattern; theoretical model; Yangtze River Delta