

中国物流集群的量化甄别与发育程度评价

刘思婧¹, 李国旗², 金凤君²

(1. 西南交通大学交通运输与物流学院 综合交通运输智能化国家地方联合工程实验室, 成都 610031;
2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 基于交通运输、仓储与邮政业宏观统计数据, 物流企业工商注册数据和物流POI数据, 运用区位熵(LQ)、水平集聚区位熵(HCLQ)、物流就业密度(LED)和改进的物流企业占比系数(LEP)等指标, 刻画了中国289个地级及以上城市的物流集群空间格局与演化过程, 识别出不同类型物流集群的发育水平、类型和发展模式。结果表明: ① 物流集群主要集中于胡焕庸线东侧, 集群形态由组团式转变为区块式, 呈现广覆盖和高集聚特征; 数量演化经历了“快速下降”和“稳中有变”两个阶段, 集中程度和运行效率稳步提升。② 21个成熟物流集群分布在16个省级行政单元中主要城市群的中心和次级中心城市, 与政府物流规划衔接良好; 43个新兴物流集群分布在21个省级行政单元, 不同类型城市间分化显著。③ 物流集群在城市群尺度形成了由“主核—次核—一般节点”构成的多层次核心—边缘结构; 在省级尺度形成了极核发展模式、网络化均衡发展模式, 单核多点和多核多点的发展模式。

关键词: 物流集群; 集聚效应; 空间格局; 综合集成; 多尺度

DOI: 10.11821/dlxb201808011

1 引言

物流集群是具有竞合关系的各类物流企业在地理空间上的集中现象, 物流集群有助于提升城市参与全球产业分工的能力^[1-2], 对优化配置物流资源, 促进区域经济转型升级有重要意义^[3-5]。物流集群的形成融合了众多生产性服务业和多类型物流设施, 具有服务业集群和基础设施集群双重属性, 加之物流集群概念出现时间较短^[1, 6], 对其要素构成、边界、通道、运行机制等研究尚属起步阶段, 现有服务业集群有关动因、区位与空间组织, 以及交通枢纽的量化甄别、优化模拟等研究难以全面解释物流集群的形成、发展与演化等问题^[7-11]。

自MIT Sheffi教授系统提出物流集群概念以来^[1-2], 国外研究的重点由内涵与特征的认识发展到量化甄别与政策响应, 代表性成果主要集中在两方面: ① 将城市乃至更大空间范围理解为物流集群, 采用人均物流产值、单位GDP物流值、区位熵法等来识别物流集群, 研究对象集中于美国、英国、澳大利亚、西班牙和日本等^[12-16]; ② 将发育程度良好的物流集中发展区, 例如: 物流基地、物流园区、物流产业带等视为物流集群, 采用结构方程模型、空间计量等方法解释特定物流集群的运行机制和集群内物流企业竞合关

收稿日期: 2017-10-31; 修订日期: 2018-07-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(41501123, 71603219) [Foundation: National Science Foundation of China, No.41501123, No.71603219]

作者简介: 刘思婧(1984-), 女, 四川成都人, 博士, 讲师, 硕士生导师, 研究方向为物流系统规划与优化。

E-mail: liusijing666@126.com

通讯作者: 李国旗(1984-), 男, 江西南昌人, 博士后, 副教授, 硕士生导师, 中国地理学会会员(S110010483M), 研究方向为物流空间组织及优化。E-mail: guoqi_li@126.com

系^[17-20]。例如：Kumar等利用2008-2012美国经济、交通及地理数据，采用空间回归及SARAR模型验证了物流集群更偏向于城市群地区，运输基础设施对运输和物流集群就业具有积极影响^[18]。国内文海旭较早关注物流产业的集群现象^[21]，其后相关研究分散在服务业集群、交通设施和物流企业的空间组织等方面，侧重于物流集群的内涵与特征、物流集群与区域经济发展相互作用机理的分析，实证研究稍显不足^[3, 22-27]。

受研究尺度变化影响，国内外物流集群研究呈现一定差异：①在以行政区划为基础的研究中，国外发达国家普遍建立了较为细致的产业分类代码和产业发展数据库，可实现物流集群的数据提取和实证研究结果的相互校验^[2, 20]，而中国物流业统计体系尚未完全形成，现有研究多采用交通运输、仓储与邮政业统计数据作为量化分析的基础^[22]，部分研究采用了特定城市和区域的黄页和工商注册数据，难以开展对比分析。②研究某一特定区域的物流集群形成机制中，国外主要采用问卷调查等方式获取数据，但不同学者数据采集标准不一致，数据校验和对比难。国内物流集群的微尺度研究尚处于起步阶段^[3, 8]。总体而言，物流业研究数据的缺失，以及物流集群运行机制和量化甄别等研究不足，制约了物流集群理论的深化。

在物流业转型升级、降本增效和新经济迅猛发展形势下，中国物流集群逐渐成长并发育成熟，重构了既有物流空间格局，促进了物流区位演化和新物流空间形成。本文以中国289个地级及以上城市为研究对象，基于交通运输、仓储与邮政业宏观统计数据，物流企业工商注册数据和物流POI（Point of Interest）数据，有效克服既有数据来源单一、样本量有限和综合集成难等问题，有利于实现多指标多源数据相互校验，提高研究的准确性和有效性，为物流空间优化和精准治理提供决策参考。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

国外物流集群数据以美国最具代表，来源于北美产业分类体系（NAICS六位码）的运输、快递、邮政、配送、装卸搬运等27个行业的统计数据，覆盖了物流服务的主要领域^[2, 18]。为量化甄别中国地级及以上城市物流集群形成、发展与演化规律，评价不同类型集群的发育程度，主要采集以下3方面数据：

（1）中国物流宏观统计数据。采集时间为2016年12月，采集对象为31个省级行政单元（不含港澳台地区）的289个地级及以上城市，主要数据项包括交通运输、仓储和邮政业就业人口、全行业就业人员数和土地面积等，采集周期为2000-2014年，来源于《中国城市统计年鉴》。此类数据是表征物流行业发展整体水平的重要依据，具有指标相对齐备、周期长、易获取的特点，应用最为广泛。

（2）中国物流企业工商注册数据。采集时间为2016年12月，主要选择“物流”为关键词，采集国家工商总局的国家企业信用信息公示系统（<http://www.gsxt.gov.cn/index.html>）中的物流注册企业数据。经查重并剔除无效数据后，数据量为294026个，主要数据项包括企业名称、注册资金和注册城市等，具有可靠性强，便于多尺度、多类型分析的特点，是表征物流市场主体水平与能力的重要依据。与既有物流研究的黄页数据相比，该数据具有样本量大、更新速度快和权威可靠的优势。

（3）中国物流POI数据。采集时间为2015年2月，主要选择“物流”为关键词，采集百度地图API平台全国范围（不含港澳台地区）物流POI数据，查重并剔除无效数据后，数据量为170351个，主要数据项包括物流兴趣点名称、经纬度坐标等，具有类型覆

覆盖面广, 末端设施数量多的特点。近年来, 受到国内外学术界的广泛关注, 成为物流研究新的数据来源, 是表征物流市场微观活力的重要依据^[6, 28-29]。

考虑宏观统计数据为面板数据, 而工商注册数据和物流 POI 数据均为截面数据, 按照数据间相互衔接并注重新变化 (2013 年、2014 年), 与经济普查年份相互衔接并兼顾历史情况 (2000 年、2004 年、2008 年、2012 年) 的基本原则, 且体现地级市数量快速增加 (2004 年) 对集群数量和结构变化产生的影响, 选择 2000 年、2004 年、2008 年、2012 年、2013 年、2014 年作为典型年份。由于物流 POI 数据缺少时间属性, 而工商注册数据存在存续、吊销、注销、迁出等多种状态, 但存续企业数占 90% 以上, 注销企业多为微小企业。为实现两者属性项的相互衔接, 避免典型年份数据不足, 保留全样本企业。在指标计算过程中, 增加大中型企业权重, 尽可能避免数据冗余对研究结果的影响。

2.2 研究方法

受物流业统计数据和物流企业数据属性项完备性等因素限制, 国外在物流集群量化甄别方面主要采用区位熵 (Location Quotient, LQ) 和水平集聚区位熵 (Horizontal Cluster Location Quotient, HCLQ) 指标, 两者通常结合使用以全面反映行业相对与绝对规模就业对地理集中的影响。区位基尼系数 (Location Gini coefficient, LGC)、赫芬达尔—赫希曼指数 (HHI) 和埃利森—格兰泽指数 (EGGCI) 等指标也常用于产业集中程度评价, 但前两个指标多用于全国尺度的检验, 后者受数据指标完备性影响, 未广泛应用。为便于国内外对比研究, 弥补现有研究未充分反映企业规模和地域面积对产业地理集中的影响, 在保留 LQ、HCLQ 的基础上, 增加物流就业密度 (Logistics employment density, LED), 改进 MIT 运输与物流研究中心提出的物流企业占比系数 (Logistics Establishments' Participation, LEP) 指数进行物流集群的量化甄别。

2.2.1 区位熵(LQ) LQ 又称专门化率, 由哈盖特首先提出并运用于区位分析中, 由于需要数据较少且易获取, 应用最为广泛。区位熵通过就业或产值以反映产业在某个区域的相对专业化程度, 可用于检验不同尺度下的物流专门化程度, 计算公式如下:

$$LQ = \left(E_{ig} / E_{in} \right) / \left(E_g / E_m \right) \quad (1)$$

式中: E_{ig} 表示 g 地区 i 产业的就业人口; E_{in} 表示全国范围 i 产业的就业人口; E_g 表示 g 地区的全部就业人口; E_m 表示全国总就业人口。一般而言, $LQ > 1$ 则认为 i 产业在全国具有竞争优势。在物流集群研究中, 主要采用交通运输、仓储与邮政业就业人口替代物流就业人口。国外研究也将 $LQ > 1$ 作为物流集群识别的重要表征指标之一。

2.2.2 水平集聚区位熵(HCLQ) HCLQ 主要用以弥补区位熵没有考虑区域内产业的绝对规模的缺陷。通过实际就业和预期就业差来反映就业绝对规模对地理集中的影响。计算公式如下:

$$HCLQ = E_{ig} - \hat{E}_{ig} \quad (2)$$

式中: \hat{E}_{ig} 表示 $LQ = 1$ 时预期的 g 地区 i 产业的就业人口。 $HCLQ > 0$ 表示 g 地区在物流业中的就业集中度高于整个国家, $HCLQ$ 有利于识别物流活动集中幅度。同时, 引入物流就业密度指标 (LED), 以消除地域面积对物流活动集中程度的影响。计算公式如下:

$$LED = E_{ig} / A_g \quad (3)$$

式中: A_g 表示 g 地区的土地面积。

2.2.3 物流企业占比系数(LEP) LEP 由 MIT Sheffi 教授在物流集群识别中率先采用^[1-2], 主要用来消除既有测度指标以就业为基础, 体现物流活动的集中效应是由外部规模经济导致的。但该模型未能有效区分物流机构规模大小对地理集中作用程度的差异。在数据

可得性基础上,将物流企业工商注册的注册资金作为规模大小的区分依据,改进LEP的计算方法,计算公式如下:

$$LEP = \frac{\sum_j ES_{jg}}{\sum_j ES_{jn}} \quad (4)$$

式中: ES_{jg} 表示 g 地区 j 类型的物流企业数量; ES_{jn} 表示全国范围内 j 类型的物流企业数量; 在中国有关中小企业划分标准基础上,考虑物流企业工商注册数据质量,将注册资金 10 万及以下、10 万~500 万、500 万~1000 万、1000 万以上,分别代表小微、小型、中型、大型物流企业,用 $j = 1, 2, 3, 4$ 表示,权重设置为 1、2、3、4。对于物流 POI 数据,不能有效区分规模,继续采用原 LEP 计算公式。该指标的校验值确定是物流集群检验有效性的关键。

3 结果分析

3.1 基于 LQ 的物流集群识别结果

3.1.1 从空间格局看,物流集群主要集中在胡焕庸线东侧,由组团集聚向区块集聚转变,城市群是重点集聚区域 由 LQ 值表征的物流集群主要位于胡焕庸线东侧,西侧有乌鲁木齐、呼和浩特、西宁、兰州、拉萨等省会城市,靠近胡焕庸线的有陇南、呼伦贝尔、乌兰察布等区域性节点城市(图1)。从集聚区域和形态看,长三角城市群、京津冀城市群、长江中游城市群、中原城市群等初期集聚水平相对较高,特别是城市群中的核心城市多处于集群的高层级,与国外物流集群布局规律相一致^[18]; 随时间推移,集群形态由核心城市向周边蔓延的组团式,转向极核发展的区块式。例如:2000 年京津冀城市群 $LQ > 1$ 的城市数由 8 个减少到 2014 年的 5 个; 而长三角城市群则由 2000 年的 18 个减少到 2014 年 6 个,这既是物流集群发育成熟和效率提升的外在表现,也是物流集群空间资源优化和再组织的结果。

3.1.2 从演化过程中的数量、结构变化特征来看,经历了快速下降和相对稳定两个阶段,表明物流集群向集中化、规模化方向发展,集群效率稳步提升 (1) 从不同区位熵的城市数量和结构特征来看(图2), $LQ > 1$ 的物流集群数量从 2000 年的 97 个(占 37.0%) 下降到 2004 年的 63 个(占 22.1%); 其后,数量在 59~67 区间内波动。 $LQ > 2$ 的物流集群数量从 2000 年的 13 个(占 4.6%) 下降到 2004 年的 5 个(占 1.8%); 2006-2010 年期间,数量上升并稳定在 9~11 区间内; 2011-2013 年期间,数量减少并在 6~8 区间波动,充分表明 2004 年作为地级市数量增加最多的年份,对物流集群数量和结构变化产生了重要影响。 $LQ > 3$ 的物流集群数量变化与 $LQ > 1$ 、 $LQ > 2$ 关系密切,后两者集群数量由快速减少向稳定转变后,此类型集群出现并在 2005-2010 年数量稳定为 1。2011-2012 年期间,后两者数量波动中,此类型集群短暂消失后,数量由 1 增加到 2,反映了不同等级的物流集群结构逐步优化,集中化和规模化程度提高。第三次全国经济普查数据也印证了物流业效率的逐步提升。截止 2013 年底,全国交通运输、仓储和邮政业法人单位就业人口达 1247 万人,单位法人企业拥有员工数接近 50 人,单位法人企业拥有资产 7.5 千万元,较 2008 年第二次经济普查时人口单位就业人口减少 19 人,而拥有资产则增加 2.4 千万元,这表明物流企业规模壮大的同时,机械化、自动化水平提高,人均产出增加。

(2) 从演化过程中核心城市的变化来看, $LQ > 2$ 的城市合计 27 个,其中:直辖市 2 个、省会城市(含副省) 11 个、一般地级市 14 个。在剔除集群出现 1~2 次且集中在 2004 年以前的异常数据后,存在 3 种情况:① 集群水平较高且稳定的城市,主要为防城港和秦皇岛(14 次)、乌鲁木齐(10 次)、大同(9 次)、齐齐哈尔(8 次)、沈阳(7 次)、广

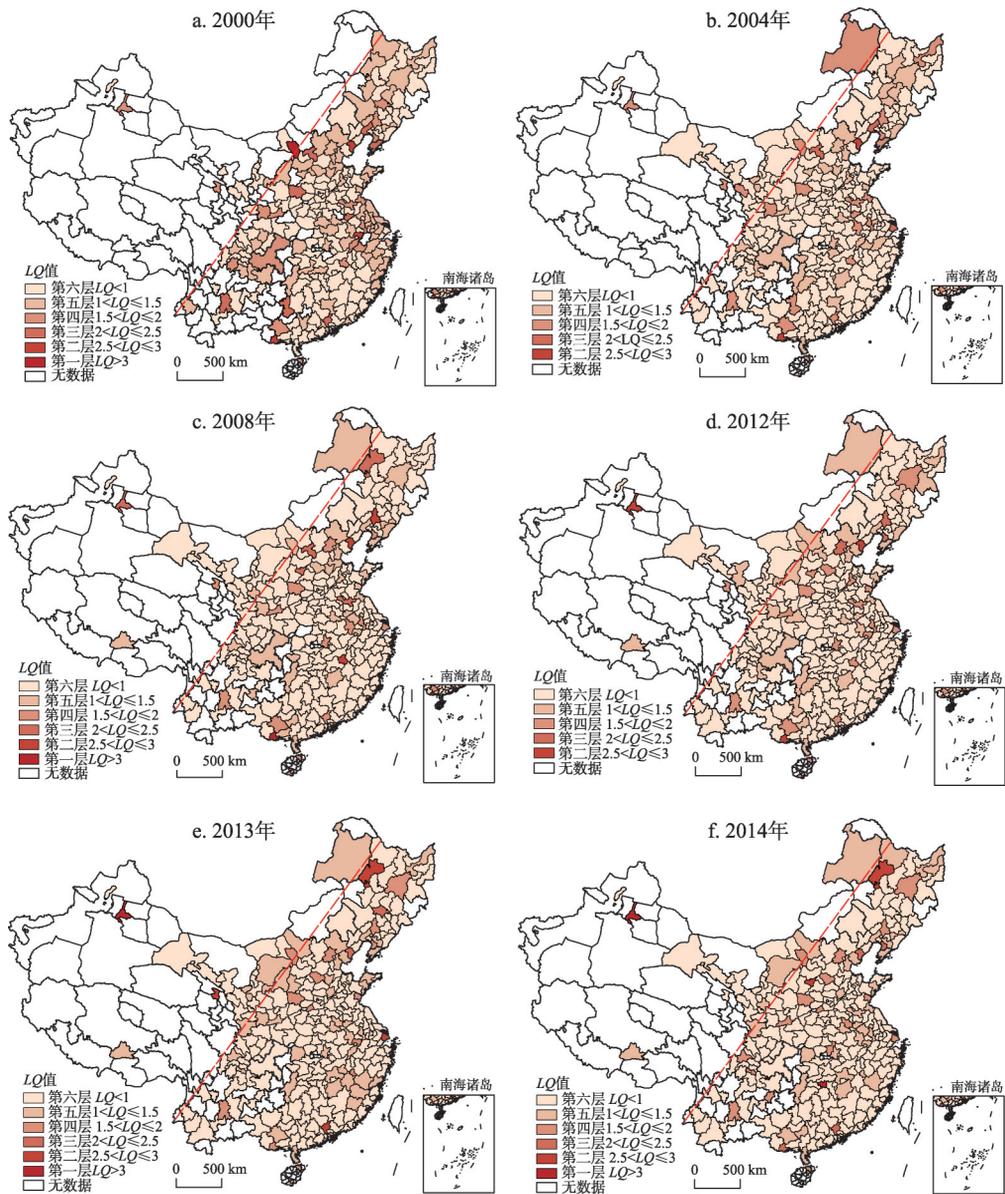


图1 基于LQ的典型年份中国地级及以上城市物流集群空间格局

Fig. 1 Spatial pattern of logistics clusters of cities of China at prefecture level and above in typical years by LQ

州和南昌 (6次)、太原和上海 (5次), 多为港口、铁路枢纽和资源型城市, 具有交通物流区位条件优越, 工业和中转物流需求大的特征; ② 集群化水平较高但持续下降的城市, 主要为柳州和昆明 (5次)、锦州 (4次)、呼和浩特 (3次), 与城市枢纽地位下降导致中转物流需求减少、产业结构转型等相关; ③ 2012年以来的新兴集群化城市为营口 (2次)。作为东北亚重要的出海通道, 2012年营口港完成吞吐量30107万t, 增长势头强劲并超越大连港, 列全国沿海港口第9位, 逐渐成长为“一带一路”倡议重要的交通节点和国际海铁联运大通道的重要枢纽^[30], 表明受益于国家重大战略, 新的集群正在涌现并改变既有物流空间格局。

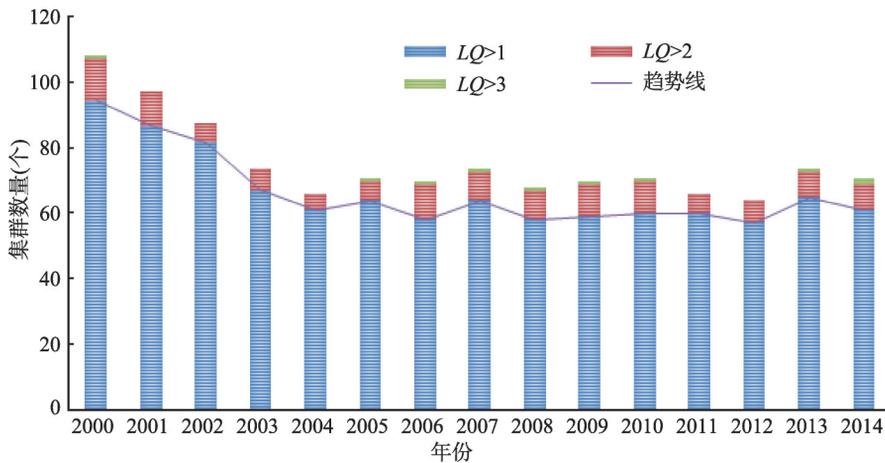


图2 2000-2014年中国地级及以上城市物流集群数量演变过程

Fig. 2 Evolution process of logistics clusters of cities of China at prefecture level and above during 2000-2014

3.2 基于HCLQ和LED的物流集群识别结果

3.2.1 从空间格局来看，HCLQ具有显著的层级结构和地域差异，LED的稳态性更突出，前者以区块式集聚为主，后者组团式集聚为主（1）与LQ相比，HCLQ值表征的物流集群层级结构更分明（图3），围绕核心城市形成的区块式集聚形态更显著，表明绝对就业优势较相对就业优势更能反映物流发展的地域差异。2012年以来，物流集群空间格局向靠近“胡焕庸线”的西北、西南区域核心城市的演化趋势更显著，东南沿海地区集群相对稳定，东北地区集群水平下降，这与“一带一路”倡议、长江经济带战略下，西北、西南地区外资物流企业加快进入，国际物流通道建设成效显著密不可分^[31]。东北地区产业转型过程中资源型产业物流需求下降、物流市场创新活力不足等影响了物流集聚能力提升；而跨区域的西南、西北地区呈现出较显著的集聚效应，中部地区多为沿海地区物流集群的经济辐射区域，集聚不显著^[32-33]。

（2）与LQ、HCLQ相比，LED表征的物流集群空间格局更稳定（图4），呈现以组团式为主的集聚形态。以北京、上海、广州、深圳等为代表的特大城市，具有交通区位条件优越、物流需求量大、物流用地价格高、物流投资强度大等特点，是大型物流企业总部和电子商务企业中央仓库的主要集聚地^[33]，成为吸纳物流就业的主要区域，提高了物流就业密度^[34]。据中国物流与采购联合会调查，2014年物流用地的平均价格，一线城市为80万~100万元/亩，二线城市为40万~50万元/亩，三线城市为10万~15万元/亩；多数特大城市出台了物流仓储用地的控制标准，加速了物流企业的集中入园和物流效率的提升，促进了物流活动的郊区化和特大城市周边卫星城市物流业集群发展^[35]，与东部地区特大城市物流成本占GDP比重普遍低于全国平均水平的现状相一致，表明物流业降本增效促进了物流集约发展。人口、资源、环境承载能力相对较弱地区，特别是胡焕庸线西侧城镇化水平不高、人口密度相对低的部分城市，物流交通基础设施建设相对滞后，集群水平相对较低，凸现了物流集群集约发展的重要意义。

3.2.2 从演化过程中的数量与结构变化特征来看，不同年份存在类似的累计数量分布特征，物流集群在稳定中变化，呈现等级差异（1）由于HCLQ和LED对物流集群水平的识别缺乏统一标准，通过观测不同指标值下物流集群累计数量变化有利于更准确揭示物流集群在连续年份的演化规律（图5、图6）。从变化幅度来看，存在明显的“快速增长”区

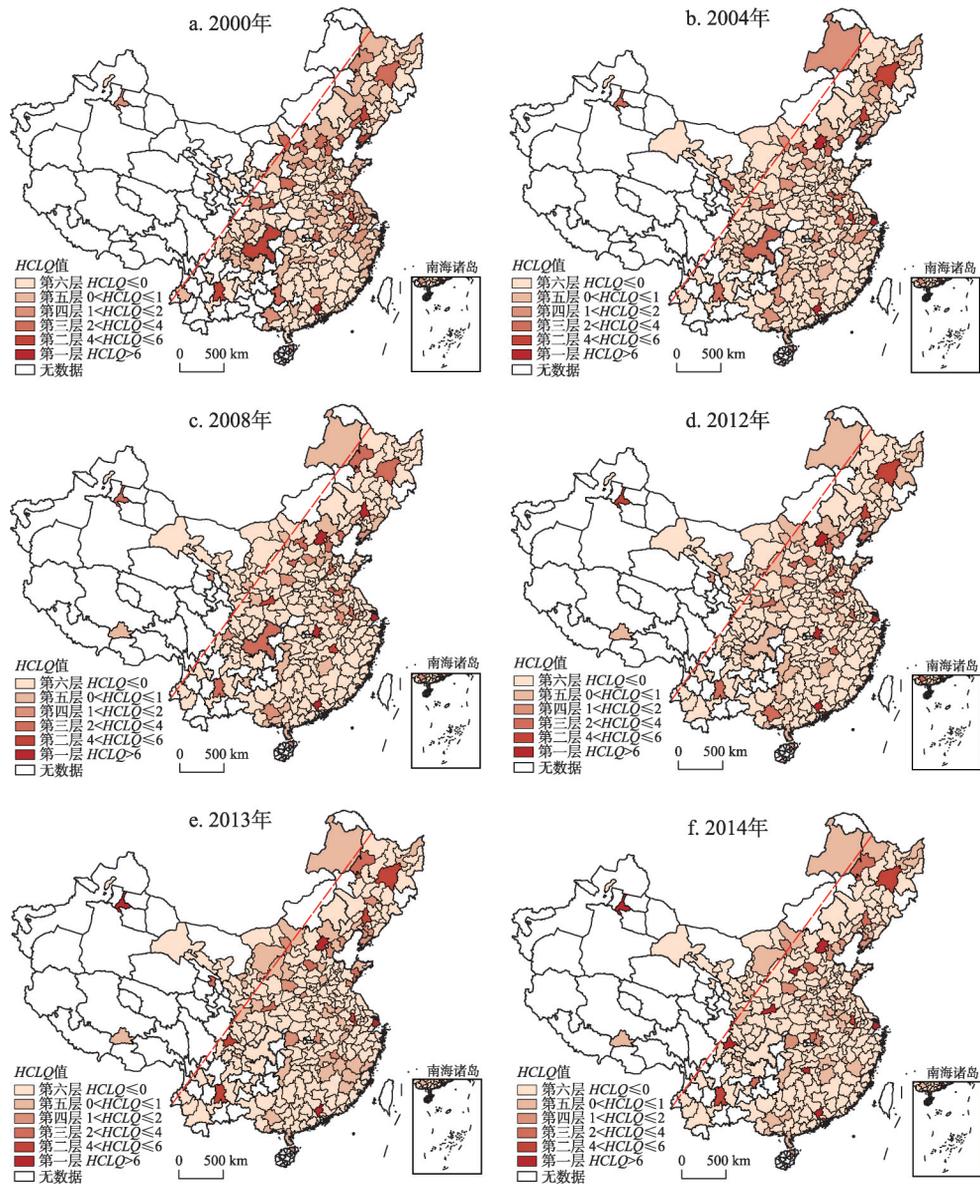


图3 基于HCLQ的典型年份中国地级及以上城市物流集群空间格局

Fig. 3 Spatial pattern of logistics clusters of cities of China at prefecture level and above in typical years by HCLQ

域。其中： $HCLQ$ 值和 LED 值的快速增长区间均处于1~4之间，表明集约化程度越高的物流集群越稳定，存在类似的累计数量分布规律；从时间变化来看，前4年和后11年的物流集约化的起始点存在差异，这与2004年地级市数量迅速增加直接相关，表明后期增加的地级市多为集约化水平相对较高的区域；从变化区间来看，扣除2004年之前的影响， $HCLQ$ 值和 LED 值的变化区间分别位于17~25、79~99，考虑两者总数量1:4的比例关系，呈现类似规律。两者均表明，物流集群在演化中不断成熟，集约化水平不断提高，与 LQ 的研究结论基本一致。

(2) 从演化过程中核心集群城市的变化规律来看，呈现稳中有变的基本特征，城市等级与稳定性成正比关系。在 $HCLQ > 4$ 城市中，直辖市、省会城市（含副省）城市占

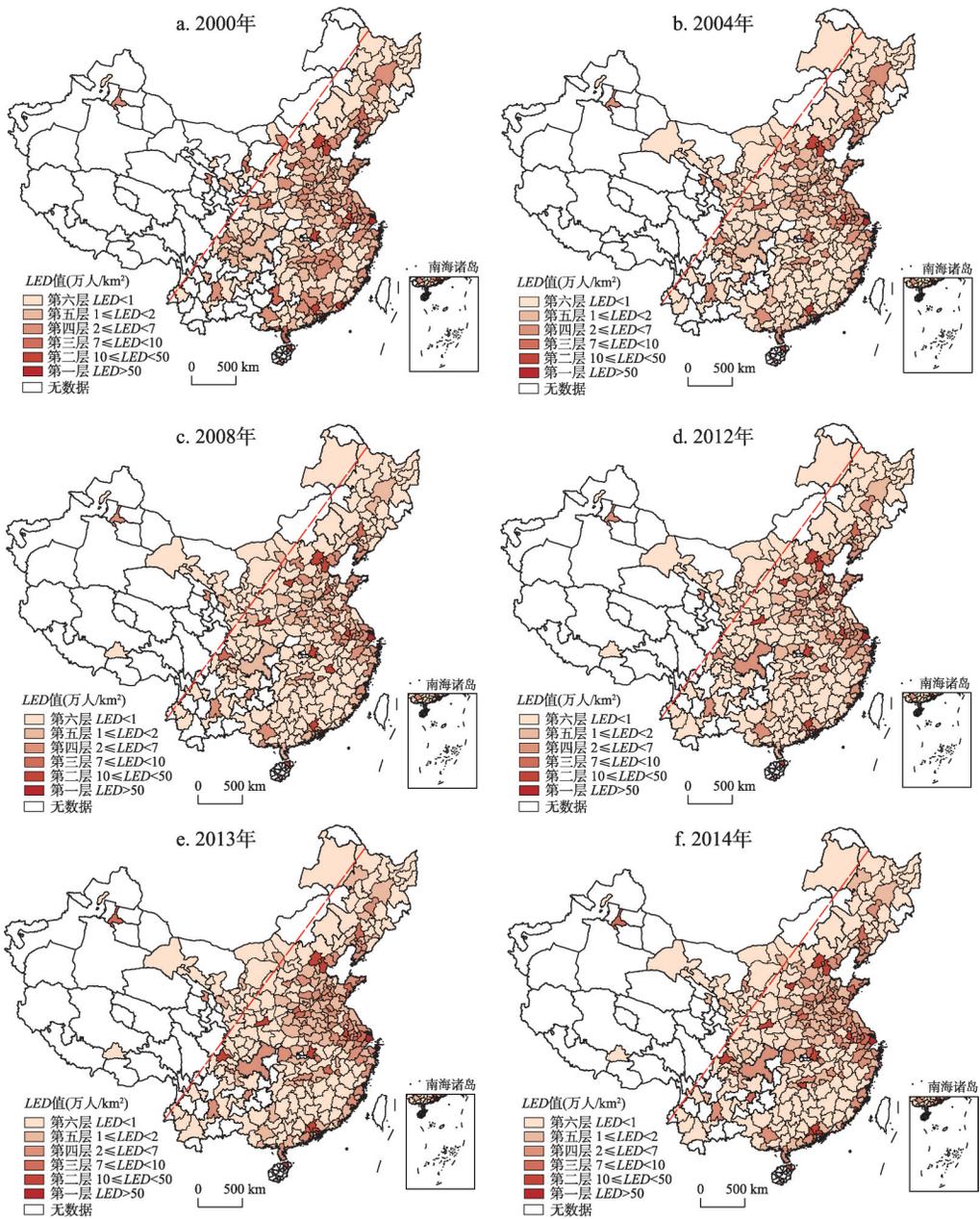


图4 基于LED的典型年份中国地级及以上城市物流集群空间格局

Fig. 4 Spatial pattern of logistics clusters of cities of China at prefecture level and above in typical years by LED

94.1%，而 $LED > 10$ 的城市中，一般地级市占 43.4%，具体而言：① $HCLQ$ 值表征的集群水平高且稳定的广州（15次）、上海和北京（12次）等城市属于传统一线城市，具有辐射带动能力大、经济发展水平高和物流需求旺盛的特征；而 LED 表征的同类城市为上海、北京、广州、深圳、南京和厦门（15次），均为国家中心城市，具有单位面积物流就业人口数量多，物流优势突出的特征，两者吻合性较高。② 两者指标表征的集群化水平较高且相对稳定的城市则有较大差异，前者为沈阳（13次），哈尔滨和武汉（8次），南京和昆明（7次），深圳、西安、南昌和乌鲁木齐（4次），后者为天津和武汉（12次）、

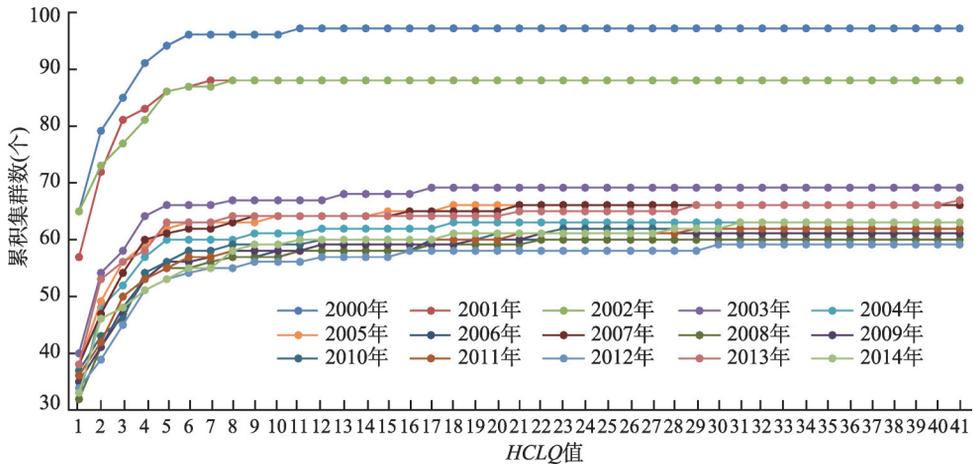


图5 2000-2014年HCLQ值下中国物流集群累计数量分布

Fig. 5 Cumulative curve of number of logistics clusters by the value of HCLQ during 2000-2014

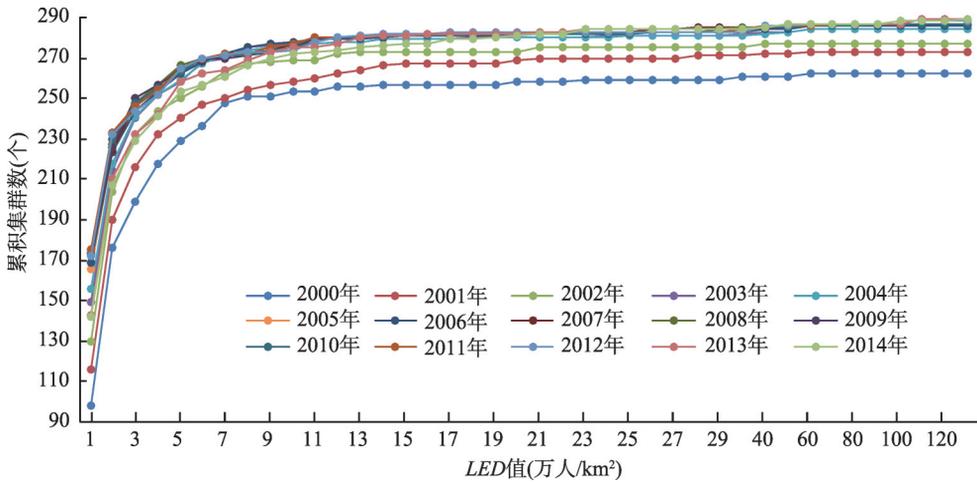


图6 2000-2014年LED值下中国物流集群累计数量分布

Fig. 6 Cumulative curve of number of logistics clusters by the value of LED during 2000-2014

太原和西安（6次），吻合性一般。其中：沈阳进入次数多，但2013年位列最后1位，2014年未进入，集群化程度有减弱趋势。③两者表征的新兴物流城市中，成都2013和2014年均位列其中，作为成渝城市群核心城市和国家中心城市，成都较早开展物流规划，在全国率先设立了作为市政府工作部门的物流与口岸办公室，受益于国家“一带一路”倡议，正逐渐成为中欧重要的物流枢纽。而LED表征的珠海（4次）、舟山（3次）、东莞（2次），均为港口城市，舟山和珠海布局有国家级新区，东莞则为广东重要的交通枢纽和外贸口岸。上述结果表明，现有成熟和新兴物流集群，受重大基础设施建设运营、企业间竞争格局变化等影响，动态性较为显著。

3.3 基于LEP的物流集群识别结果

3.3.1 LEP值与物流集群发育程度初步判定 综合美国区县尺度的物流集群识别中LEP值确定方法和国内物流枢纽等确定方法，考虑中国物流集群尚未建立划分标准的实际情况，以2009年国务院《物流业调整和振兴规划》中布局的21个全国性物流枢纽城市和

17个区域性物流枢纽城市作为检验对象。以2012年《全国物流园区发展规划》中规划的全国性物流园区布局城市，及国务院《“十二五”综合交通运输体系规划》中规划的全国性综合交通枢纽布局城市作为参考对象。采用2016年的物流企业工商注册数据和2014年物流POI数据，计算不同LEP值下城市数量累计变化情况（图7）。

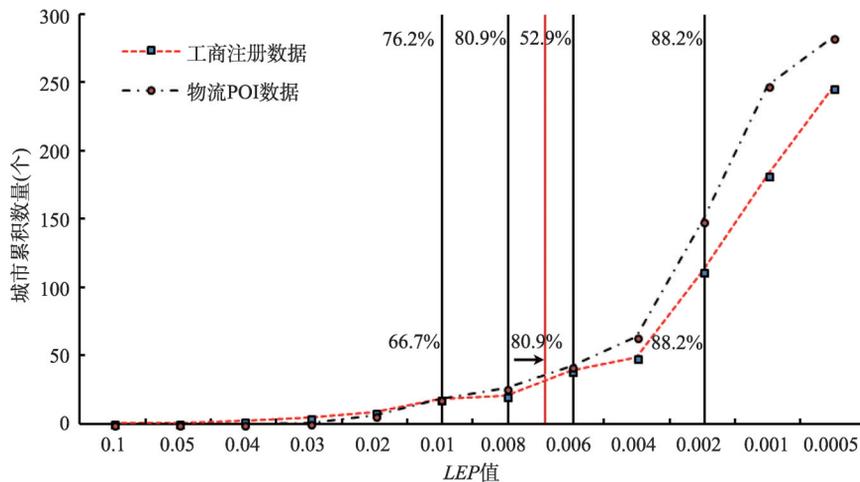


图7 不同LEP值下中国地级及以上城市累计数量变化情况

Fig.7 Cumulative curve of the number of cities of China at prefecture level and above by different values of LEP

依据80/20原则，80%全国性物流枢纽城市满足检验值，视为发育良好的成熟物流集群；80%区域性物流枢纽城市满足检验值，则视为具有发展潜力的新兴物流集群。结果表明：基于工商注册数据和POI数据的LEP值在物流集群判别中能够相互校验，具有较强稳定性、可靠性和政策适应性。两者在成熟物流集群检验值上分别为0.008和0.007，差值为0.001，是美国2008年区县尺度成熟物流集群检验值的8倍和7倍，而美国区县数量是中国地级市数量的10.6倍，且两者识别时间分别相差了6年和8年。这既说明中美物流集群发育状态较为相似，也体现了工商注册线下数据和互联网线上兴趣点数据可相互校验，特别是在地级市尺度空间分析方面具有较高的可靠性和准确性^[6, 28]。其次，POI数据采集较早，难以判断具体规模，而工商注册数据采集时间新，且依据注册资金进行了加权处理，更符合实际情况，与美国物流集群识别结果的一致性更显著。通过检验并满足发育良好条件的成熟物流集群城市中，两者的比重分别为11.0%和7.2%，后者数据的集群化水平和效率更显著，这与LQ、HCLQ和LED得出的物流集群能力与效率随时间不断提升的结论相吻合。从政策适应性来看，在发育良好的成熟物流集群城市中，80%以上同时为全国性物流枢纽城市、全国性物流园区布局城市、全国性综合交通枢纽布局城市，充分表明了政府引导是物流集群形成的重要条件；在具有发展潜力的新兴物流集群中，两者校验结果一致，均为0.002，但满足2项及以上政府规划的城市比重下降至20%以下，表明物流集群的识别还应结合LQ、HCLQ和LED指标等进行综合判定。

3.3.2 基于LEP的物流集群空间格局和分布特征 在LEP值与物流集群发育程度判别基础上，对2014年POI数据和2016年物流企业工商注册数据形成的物流集群空间格局进行分析（图8），结果表明：

（1）发育良好的成熟物流集群主要位于城市群的核心城市和次级中心城市，呈现“老中带新，以老为主，新老结合”的分布特征，体现了物流集群间的竞合关系。直辖市和副省级城市积聚了大量物流资源，优势显著，占据主导地位。诸如苏州、无锡、徐

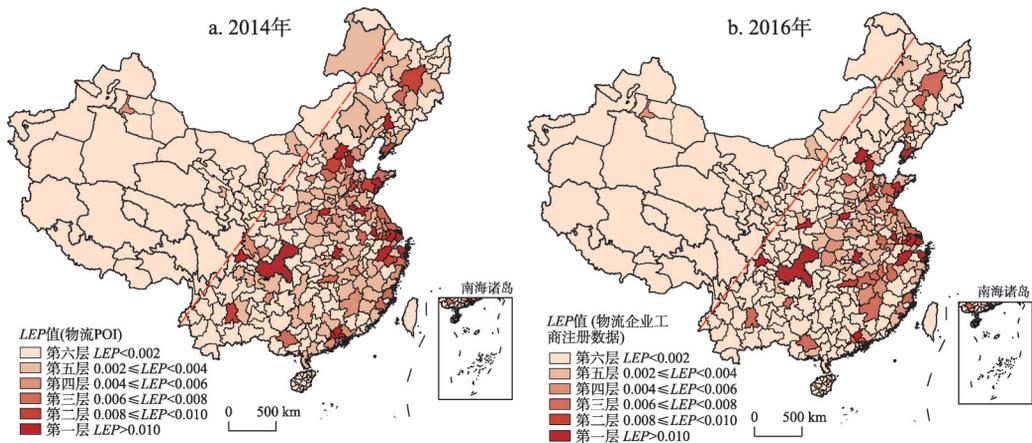


图8 基于LEP的典型年份中国地级及以上城市物流集群空间格局

Fig. 8 Spatial pattern of logistics clusters of cities of China at prefecture level and above in typical years by LEP

州、佛山、东莞等具有坚实工业基础，位于广东、江苏、浙江等经济发达省份的区域性中心城市中脱颖而出，集群程度显著提升，体现出物流的网络化、协同化发展态势。连云港、金华、潍坊、保定等城市成为成熟物流集群则是区位条件、政策环境和需求基础等综合作用的结果。例如：受益于“一带一路”倡议，连云港与南京、苏州、徐州共同被确立为江苏省四大综合性物流枢纽；金华受益于义乌商贸业的独特地位，及国际陆港建设的推动，物流市场活力持续提升，而淄博和济南同属鲁中物流区域的核心节点城市，是山东省重点建设的省级物流节点城市。

(2) 具有发展潜力的新兴物流集群布局较为均衡，但不同城市间分化十分显著。新兴物流集群广泛分布于大陆地区31个省级行政区域，体现了中国物流集群具有广覆盖和高集聚特征，但受物流市场化水平、城镇化水平等多种因素影响，部分地级市物流集群水平高于省会城市，例如：宜春、赣州、盐城等城市不属于政府物流规划发展重点区域，但LEP测度的集群水平却高于南宁、乌鲁木齐、兰州等政府定位的全国性物流节点城市，体现了市场经营行为和政府规划行为的差异化，以及物流集群实现路径的多样化。

3.4 多指标叠加分析与物流集群发育程度评价

3.4.1 基于物流就业人口和物流机构数的叠加分析 基于数据的可得性和可对比性原则，对2014年基于物流就业人口的 LQ 、 $HCLQ$ 、 LED ，以及2014年、2016年基于物流机构数的LEP物流集群识别结果分别进行叠加分析（图9），结果表明：

(1) 基于就业人口的多指标叠加的协同程度较弱，协同程度随集群程度的下降及相应城市数量的增加而下降。例如： LQ 值识别出的优势显著的集群城市为湘潭、乌鲁木齐、太原、齐齐哈尔、防城、营口、秦皇岛与广州等。其中：省会城市3个、港口城市3个，具有较强工业基础和人口规模较大的地级市2个，体现出物流集群发展的交通和市场指向性，但与国家相关规划的协调性较差； $HCLQ$ 和 LED 两个指标虽然在同级跨层中的适应性较好，识别出的城市与 LQ 分异显著，但具有类似的区位、产业和人口特征，这既表明这类城市具备成长为物流集群的就业基础，也反映出基于就业人口的物流集群识别的局限性。

(2) 基于物流机构数的多源数据叠加协同程度较强，但协同程度随城市等级下降和数量增加而有所减弱。例如：四大直辖市，以及广州、深圳、成都、西安、武汉、南京、宁波、郑州、青岛等副省级城市均处于发育良好的成熟物流集群层级，且同时满足

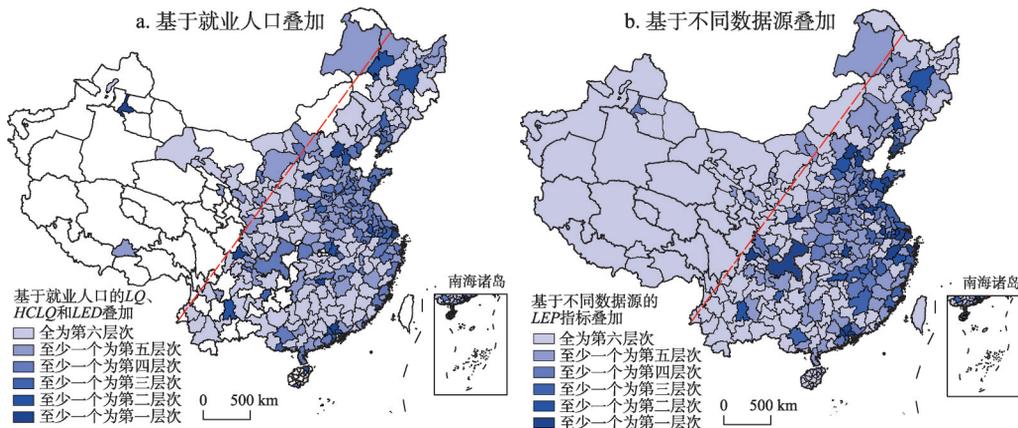


图9 基于物流就业人口和物流机构数的叠加结果

Fig. 9 Results of superposition of logistics employment population and logistics establishments

基于不同数据源的LEP识别结果。这表明交通区位条件优越、物流职能完善、市场需求旺盛和基础设施配套良好的特大城市是物流集群发育的主要空间载体。其次，基于LEP值的物流集群划分结果与基于交通可达性、交通优势度的交通枢纽城市等识别结果吻合性较强^[36-38]，与政府规划的全国性物流节点城市和物流园区布局城市的衔接性良好，表明该指标在中国物流集群甄别中具有较强的可靠性。

3.4.2 基于多源多指标叠加分析的物流集群发育程度综合划分结果 在多指标叠加分析基础上，以LEP值确定的物流集群发育程度划分为依据，结合其他指标识别结果，采取同层叠加、同级跨层叠加相结合的方法，将成熟和新兴物流集群细分为I、II、III三个亚类（表1），结果表明：

（1）从城市群尺度来看，呈现多层级核心—边缘结构。一体化发展程度较高的长三角和珠三角城市群表现尤为明显，前者形成以上海为主核，南京、宁波、杭州、苏州为次核，无锡、合肥、常州、金华、舟山、南通为一般性节点的多层级结构，具备成长为世界性物流集群的条件；后者形成以广州、深圳为主核，东莞为次核，中山、珠海、佛山等为一般性节点的结构。在粤港澳大湾区建设实质性推动下，珠三角城市群有望与香港共同打造世界性物流集群；类似结构在京津冀、长江中游城市群、哈长城市群、山东半岛城市群等也有一定表现。

表1 中国物流集群发育程度综合划分结果

Tab. 1 Results of comprehensive development evaluation of logistics clusters in China

大类	亚类	标准	结果
成熟物流集群	I	第1层中，满足两类指标中各1个	上海、北京、广州、深圳、成都、西安
	II	第1层中，满足第2类指标	天津、重庆、武汉、南京、郑州、苏州、宁波、杭州、青岛
	III	第2层中，满足第2类指标，或满足两类指标各1个且向上跨层	济南、昆明、哈尔滨、大连、厦门、东莞、沈阳
新兴物流集群	I	第1、2层中其它城市	长沙、乌鲁木齐、太原、佛山、徐州、齐齐哈尔、舟山、海口、珠海、连云港、金华、无锡、潍坊、保定、湘潭
	II	第3层中，满足两类指标各1个，或者满足第2类指标	营口、石家庄、贵阳、中山、合肥、长春、福州、南宁
	III	第3层中其它城市、第4、5层中，满足两类所有指标	防城港、秦皇岛、孝感、焦作、汕头、宜春、赣州、上饶、南昌、烟台、常州、泉州、台州、南通、盐城、唐山、呼和浩特、阜阳、蚌埠、聊城

注：第1类指标LQ、HCLQ、LED；第2类指标值LEP（物流企业工商注册数据）、LEP（物流POI数据）

(2) 从省级尺度来看, 覆盖了除新疆、青海、宁夏以外的大陆 28 个省级行政单元, 呈现 4 种发展模式。① 第 1 种模式为极核发展模式, 是指一个省级行政单元仅有一个省会城市入选物流集群, 例如: 四川成都、陕西西安两个省会城市集聚大量物流资源, 形成单核心结构, 与北京、上海、广州、深圳等一线城市共同跻身于成熟物流集群 I 类。② 第 2 种模式为网络化均衡发展模式, 是指一个省级行政单元有多个城市共同入选新兴物流集群。例如: 河北保定 (I 类)、石家庄 (II 类)、唐山和秦皇岛 (III 类) 4 个城市跻身新兴物流集群。作为雄安新区主要承载区域的保定市集群水平高于省会石家庄。类似情况在江西和安徽两省也有体现。③ 第 3 种模式为单核多点的发展模式, 指一个省级行政单元有 1 个城市进入成熟物流集群, 多个城市进入新兴物流集群。例如: 福建形成以厦门 (II) 为核心, 以福州 (I 类)、泉州 (III 类) 为次级节点的结构, 而河南、湖北、黑龙江均为单点单核结构, 为该模式的初级阶段。④ 第 4 种模式为多核多点的发展模式, 指一个省级行政单元有 2 个城市进入成熟物流集群, 多个城市进入新兴物流集群。例如: 山东形成以青岛 (II 类)、济南 (III 类) 为核心, 以潍坊 (I 类) 烟台和聊城 (III 类) 为次级节点的结构。第 3 和 4 种发展模式, 受省域物流节点规划中职能分工、辐射范围、业务模式差异化, 以及大中型企业总部、分支机构、办事处设置等影响, 物流网络组织效率提升, 城市间业务联系更加密切, 逐渐向轴辐发展模式转变。

4 结论和讨论

物流集群的形成、发育与成熟是物流市场规模不断扩大、物流基础设施和网络体系不断健全、物流市场主体不断壮大、政府物流规划积极引导的共同结果。通过利用物流就业人口、物流机构数对 2000 年以来中国物流集群的空间格局、演变规律和发育程度进行综合识别, 研究表明:

(1) 物流集群主要集中于胡焕庸线东侧, 城市群地区的核心城市是主要承载空间, 层级和地域差距较为显著。特别是 2012 年以来, 物流集群的集中化与规模化显著提升^[39], 与中国物流成本占 GDP 比重由 2012 年的 18% 下降到 2016 年 14.9% 的结果和第三次经济普查数据相吻合, 表明物流业的降本增效为物流集群发育成熟营造了良好的外部环境。

(2) 物流集群在演变过程中, 受经济发展水平、交通区位条件、物流园区与通道建设等影响, 在地级及以上城市呈现等级差异, 省域及城市群呈现差异化发展模式。高速交通网络建设, 改变了不同城市的交通可达性和区位条件^[40], 强化了直辖市、大部分省会 (副省级) 城市的物流职能与优势, 改善了物流供给质量, 与 LEP 指标表征的物流集群“老中带新、以老为主、新老结合”的特征相一致, 体现了物流集群稳中有变, 分化显著的基本规律。同时, 物流园区的规模化发展, 以及服务功能、交通区位条件持续改善, 促进了物流企业集中入园发展, 为物流集群的发育成熟和新兴物流集群的涌现发挥了重要作用。

(3) 物流集群演化和发育程度受需求规模与结构、环境、资源等多因素综合影响, 现有数据无法全部覆盖, 且集群划分还应结合城市等级、职能和规模等多种因素细分。本研究充分考虑了多源数据的相互校验, 以及研究结果的对比, 但对工商注册数据和 POI 数据的分析还可结合经纬度坐标精细化识别, 多源异构数据的标准化、物流产业代码建立等技术问题亟待解决。未来, 随着核心企业组织网络和数据属性项的不断完善, 及数据采集手段的更新, 对代表性成熟和新兴物流集群内企业竞合关系和运行机制的实证分析将成为研究的重要方向。

参考文献(References)

- [1] Sheffi Y. Logistics Clusters: Delivering Value and Driving Growth. Cambridge: MIT Press, 2012.
- [2] Rivera L, Sheffi Y, Welsch R. Logistics agglomeration in the US. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2014, 59(11): 222-238.
- [3] Hai Feng, Jin Xiaoping, Jia Xinghong. An analysis on connotation and features of logistics cluster. *China Soft Science*, 2016(8): 137-148. [海峰, 靳小平, 贾兴洪. 物流集群的内涵与特征辨析. *中国软科学*, 2016(8): 137-148.]
- [4] Baranowski S, Busko E, Shishlo S, et al. Formation mechanism of logistics cluster in Belarus. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2015(7): 12-20.
- [5] Rodrigue J P, Dablanc L, Giuliano G. The freight landscape: Convergence and divergence in urban freight distribution. *Journal of Transport and Land Use*, 2017, 10(1): 557-572.
- [6] Li Guoqi, Jin Fengjun, Chen Yu, et al. Location characteristics and differentiation mechanism of logistics nodes and logistics enterprises based on points of interest (POI): A case study of Beijing. *Journal of Geographical Sciences*, 2017, 27(7): 879-96.
- [7] Birtchnell T, Savitzky S, Urry J. *Cargomobilities: Moving Materials in a Global Age*. New York: Routledge, 2015.
- [8] Qiu Ling, Fang Chuanglin. Comprehensive assessment on the spatial agglomeration of producer services in Beijing. *Geographical Research*, 2013, 32(1): 99-110. [邱灵, 方创琳. 北京市生产性服务业空间集聚综合测度. *地理研究*, 2013, 32(1): 99-110.]
- [9] Li Xiaojian. *New Approaches to Economic Geography: A Chinese Perspective*. Beijing: Science Press, 2016. [李小建. 中国特色经济地理学探索. 北京: 科学出版社, 2016.]
- [10] Wang Chengjin. *Space Network Mode and Organization Mechanism of Logistics Enterprises*. Beijing: Science Press, 2014. [王成金. 物流企业的空间网络模式与组织机理. 北京: 科学出版社, 2014.]
- [11] He Canfei. *Geographical Research of Transitional Economy in China*. Beijing: Economic Science Press, 2017. [贺灿飞. 转型经济地理研究. 北京: 经济科学出版社, 2017.]
- [12] Cidell J. Concentration and decentralization: The new geography of freight distribution in the U.S. *Journal of Transport Geography*, 2010, 18(3): 363-371.
- [13] Prause G. Sustainable development of logistics clusters in Green transport corridors. *Journal of Security and Sustainability Issues*. 2014, 4(1): 59-68.
- [14] Rolko K, Friedrich H. Locations of logistics service providers in Germany: The basis for a new freight transport generation model. *Transportation Research Procedia*, 2017, 25: 1061-1074.
- [15] Ducret R, Lemarié B, Roset A. Cluster analysis and spatial modeling for urban freight. Identifying homogeneous urban zones based on urban form and logistics characteristics. *Transportation Research Procedia*, 2016, 12: 301-313.
- [16] Chung T W. A study on logistics cluster competitiveness among Asia Main Countries using the Porter's Diamond Model. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 2016, 32(4): 257-264.
- [17] Chhetri P, Butcher T, Corbitt B. Characterising spatial logistics employment clusters. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2014, 44(3): 221-241.
- [18] Kumar I, Zhalnin A, Kim A, et al. Transportation and logistics cluster competitive advantages in the U.S. regions: A cross-sectional and spatio-temporal analysis. *Research in Transportation Economics*, 2017, 61: 25-36.
- [19] Hylton P J, Ross C L. Agglomeration economies' influence on logistics clusters' growth and competitiveness. *Regional Studies*, 2017(4): 1-12.
- [20] Rivera L, Sheffi Y, Knoppen D. Logistics clusters: The impact of further agglomeration, training and firm size on collaboration and value added services. *International Journal of Production Economics*, 2016, 179(9): 285-294.
- [21] Wen Haixu. Strategy of logistics industry in China based on cluster theory [D]. Wuhan: Wuhan University, 2005. [文海旭. 基于集群理论的中国物流产业发展战略[D]. 武汉: 武汉大学, 2005.]
- [22] Li Zhe. Cooperation patterns and mechanism among logistics clusters based on asset specificity [D]. Wuhan: Wuhan University, 2013. [李喆. 基于资产专用性的物流集群间协同模式与机制研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2013.]
- [23] Cui Yuanyuan, Song Bingliang. Logistics agglomeration and its impacts in China. *Transportation Research Procedia*, 2017, 25: 3875-3885.
- [24] Ding Jinxue, Jin Fengjun, Wang Chengjin, et al. Evaluation, optimization and simulation of the spatial layout of transport hubs in China. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(4): 504-514. [丁金学, 金凤君, 王成金, 等. 中国交通枢纽空间布局的评价、优化与模拟. *地理学报*, 2011, 66(4): 504-514.]
- [25] Wang Shijie. Review of researches on logistics cluster. *Journal of Wuhan University of Technology (Information &*

- Management Engineering), 2010, 32(2): 337-340. [王世杰. 物流集群研究综述. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2010, 32(2): 337-340.]
- [26] Zhao Daozhi, Zhang Chunqin, Sun Dekui. The analysis of agglomeration for logistics industry cluster. Journal of Beijing Institute of Technology (Social Sciences Edition), 2012, 14(6): 71-76. [赵道致, 张春琴, 孙德奎. 物流产业集群形成机理研究. 北京理工大学学报(社会科学版), 2012, 14(6): 71-76.]
- [27] Pan Yujuan. Logistics Spatial Patterns and Their Formation Mechanism of Wholesale Markets in Megalopolises. Beijing: Commercial Press, 2016. [潘裕娟. 特大城市批发市场的物流空间格局及其形成机制. 北京: 商务印书馆, 2016.]
- [28] Xu Zening, Gao Xiaolu. A novel method for identifying the boundary of urban built-up areas with POI data. Acta Geographica Sinica, 2016, 71(6): 928-939. [许泽, 高晓路. 基于电子地图兴趣点的城市建成区边界识别方法. 地理学报, 2016, 71(6): 928-939.]
- [29] Qin Xiao, Zhen Feng. Combination between big data and small data: New methods of urban studies in the information era. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(3): 321-330. [秦箫, 甄峰. 大数据与小数据结合: 信息时代城市研究方法探讨. 地理科学, 2017, 37(3): 321-330.]
- [30] Han Zenglin, Shang Yanyan, Guo Jianke, et al. Comprehensive assessment of inland spatial accessibility of the northeast seaports. Advances in Earth Science, 2017, 32(5): 502-512. [韩增林, 尚颜颜, 郭建科, 等. 东北地区港口内陆空间可达性综合测度. 地球科学进展, 2017, 32(5): 502-512.]
- [31] Zong Huiming, Cai Bingjie, Ye Jianhui. The construction and application of a coupling index system between the development of logistics and new urbanization. Journal of Southwest University (Natural Science), 2017, 39(6): 100-106. [宗会明, 蔡冰洁, 冶建辉. 物流发展与新型城镇化耦合指标体系的构建及应用. 西南大学学报(自然科学版), 2017, 39(6): 100-106.]
- [32] Hu Yu, Li Hongchang. The estimate of transport hub level and its spatial spillover effects: A spatial panel data study on China's prefecture-level city. China Industrial Economics, 2015(5): 32-43. [胡煜, 李红昌. 交通枢纽等级的测度及其空间溢出效应: 基于中国城市面板数据的空间计量分析. 中国工业经济, 2015(5): 32-43.]
- [33] Tang Jianrong, Zhang Xinhe. Spatio-temporal evolution, driving forces and spillover effects of logistics industry development: On spatial panel data analysis of Chinese provincial panel data. Finance and Trade Research, 2017(5): 11-21. [唐建荣, 张鑫和. 物流业发展的时空演化、驱动因素及溢出效应研究: 基于中国省域面板数据的空间计量分析. 财贸研究, 2017(5): 11-21.]
- [34] Deng Ming. The relation between transport infrastructure and employment density in Chinese cities: Endogenous relation and spatial spillovers. Economic Management Journal, 2014(1): 163-174. [邓明. 中国城市交通基础设施与就业密度的关系: 内生关系与空间溢出效应. 经济管理, 2014(1): 163-174.]
- [35] Li Jianfei, Ding Shouyi. The evaluation and optimization of the logistics land use and construction standards: The case of Guangzhou. Urban Planning Forum, 2015(6): 38-45. [李箭飞, 丁寿颐. 物流项目用地规划建设标准的评价与优化: 以广州市为例. 城市规划学刊, 2015(6): 38-45.]
- [36] Jin Fengjun, Wang Chengjin, Li Xiuwei. Discrimination method and its application analysis of regional transport superiority. Acta Geographica Sinica, 2008, 63(8): 787-798. [金凤君, 王成金, 李秀伟. 中国区域交通优势的甄别方法及应用分析. 地理学报, 2008, 63(8): 787-798.]
- [37] Cao Xiaoshu, Xue Desheng, Yan Xiaopei. A study on the urban accessibility of national trunk highway system in China. Acta Geographica Sinica, 2005, 60(6): 903-910. [曹小曙, 薛德升, 阎小培. 中国干线公路网络联结的城市通达性. 地理学报, 2005, 60(6): 903-910.]
- [38] Wu Wei, Cao Youhui, Cao Weidong, et al. The pattern of transportation superiority in Yangtze River Delta. Geographical Research, 2011, 30(12): 2199-2208. [吴威, 曹有挥, 曹卫东, 等. 长三角地区交通优势度的空间格局. 地理研究, 2011, 30(12): 2199-2208.]
- [39] Zhang Ding, Cao Weidong, Fan Jiaojiao, et al. The spatio-temporal evolution characteristics and mechanism of Yangtze River Delta city logistics development efficiency. Economic Geography, 2014, 34(8): 103-110. [张定, 曹卫东, 范娇娇, 等. 长三角城市物流发展效率的时空格局演化特征与机制. 经济地理, 2014, 34(8): 103-110.]
- [40] Wang Jiao'e, Jing Yue. Comparison of spatial structure and organization mode of inter-city networks from the perspective of railway and air passenger flow. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(8): 1508-1519. [王姣娥, 景悦. 中国城市网络等级结构特征及组织模式: 基于铁路和航空流的比较. 地理学报, 2017, 72(8): 1508-1519.]

Quantitative measurement and development evaluation of logistics clusters in China

LIU Sijing¹, LI Guoqi², JIN Fengjun²

(1. School of Transportation & Logistics, Southwest Jiaotong University, National United Engineering Laboratory of Integrated and Intelligent Transportation, Chengdu 610031, China; 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: The logistics clusters are the result of concentration, scale and specialization of logistics activities, and their quantitative measurement and development evaluation provide an important foundation for improving the land use efficiency and achieving economies of scale. Taking 289 cities at prefecture-level and above as research objects, this paper collected macro statistics data of transport, postal and warehousing industry during 2000-2014, more than 290 thousand registered logistics enterprises and 170 thousand points of interest (POI) of logistics. The evolution process and spatial pattern of logistics clusters in China are explored with the methods of Location Quotient (LQ), Horizontal Cluster Location Quotient (HCLQ), Logistics Employment Density(LED) and modified Logistics Establishments' Participation (LEP). The development level, type and development mode of different types of logistics clusters are quantified. Several important findings are derived from the study. (1) The logistics clusters are mainly located on the east side of the Hu Huanyong Line, and the accumulative pattern evolves from group to block structure, which features wide coverage and high concentration. The evolution of logistics clusters has experienced two stages of fast degradation and stable change. The development degree and efficiency of logistics clusters gradually increases. (2) 21 mature logistics clusters are distributed in the core and sub-cities of the main metropolitan areas of 16 provincial-level administrative zones, conforming to the government logistics and transport planning. 43 emerging logistics clusters are distributed in 21 provincial administrative zones, and different types of cities have huge disparities which highlight the differentiation of the market behaviors and government planning among them. (3) The logistics cluster presents a differentiated development mode with the change of scales. In urban agglomeration scale, the nested "center-periphery" structures with "main nucleus-secondary cores-general nodes" are clarified. The polar nuclear development, networked and balanced development, single core and multipoint, multi-core multipoint development patterns are formed in different provincial administrative zones.

Keywords: logistics cluster; agglomeration; spatial pattern; comprehensive integration; multi-scale