珠江三角洲客货运量位序—规模分布特征及其变化

李 涛¹, 曹小曙^{2,3,4*}, 杨文越³

(1. 广东财经大学地理与旅游学院, 广州 510320; 2. 陕西师范大学交通地理与空间规划研究所, 西安 710062;
3. 中山大学城市与区域研究中心, 广州 510275; 4. 陕西师范大学西北国土资源研究中心, 西安 710062)

摘 要:客货流地理是交通地理学研究的传统重要领域。本文利用位序—规模分布理论,对1980-2010年珠江三角洲客货运量等级规模结构分布特征及其变化进行研究。结果表明:客货运量规模的 q 值均大于1,符合位序—规模分布特征,但客运规模分布更显著。客运量 q 值先减小后增大,呈现出非均衡—相对均衡—非均衡演变特征;货运量 q 值逐渐降低,呈现出非均衡—相对均衡演变特征。在空间格局方面,客运空间格局呈现出由初期以广州为中心向心型客运联系向穗莞深多中心客运联系转变;珠三角产业结构趋同性及以广州为中心的放射状交通网络结构,使得货运空间格局呈现出长期以广州为核心单核主导特征,主要表现为递接性联系特征。

关 键 词:客货运量;位序—规模;齐夫(Zipf)定律;地域分布;珠江三角洲

1 引言

满足城际间生产、生活联系需求是客货运输联系产生与发展的直接动力,客货运量规模分布及其变化既是交通基础设施分布的直接反映,在更深层次上则是区域经济社会发展和空间格局变动的重要指标。

伴随着经济全球化和区域经济一体化进程的加速,基于客货流数据区域空间结构研究逐渐增多。相关研究主要集中在客货运规模(修春亮等, 2008; 赵媛等, 2010; 刘文宇等, 2013)、基于客货流的城市体系(Taaffe, 1962; 周一星等, 2002; 戴特奇等, 2005; 冯长春等, 2014)以及物流地理(Hesse et al, 2004; 徐建等, 2009)研究等方面。其中,对于客货运规模的研究主要集中在客货运量规模时空分布特征方面,如张文尝等(1992)选取分布比、地域分布非均衡系数等指标对我国客货运输联系的生成、增长、分布和交流规律进行了深入分析; Cidell

(2010)利用基尼系数研究了郊区化背景下美国大都市区货流的集聚与分散特征;曹小曙等(2005)、李平华等(2005)、吴威等(2011)分别研究了珠江三角洲和长江三角洲客、货运量的时空分布特征,揭示了城际空间运输联系的特征及时空演化过程。现有客货运规模研究多为引入各种地域分布集中度指标进行刻画,利用位序—规模法则对客货运规模的研究还较少。

在城市地理学领域,表征国家和区域城市规模分布规律的理论主要有首位城市法则和位序—规模法则(许学强等, 1997)。位序—规模法则最早由德国学者奥尔巴赫于1913年提出;1949年齐普夫(Zipf)对发达国家的城市进行研究表明:发达国家城市的位序和规模之间呈现出理想的直角双曲线关系,这种关系称为Zipf法则,也称位序—规模法则(姜世国等, 2006)。Zipf定律广泛应用于城市规模(陈彦光等, 2001)、旅游(朱竑等, 2005)、交通(王静等, 2012)、企业规模(方明月等, 2010)等各领域。

收稿日期:2015-04;修订日期:2015-07。

基金项目:国家自然科学基金项目(41501120) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41501120]。

作者简介:李涛(1985-),男,山西人,博士,讲师,主要从事交通地理与城市发展研究, E-mail: taoli-2008@163.com。

通讯作者:曹小曙(1970-),男,甘肃人,博士,博导,教授,主要从事交通地理与土地利用研究, E-mail: caoxsh@mail.sysu.edu.cn。

引用格式:李涛,曹小曙,杨文越. 2016. 珠江三角洲客货运量位序—规模分布特征及其变化[J]. 地理科学进展, 35(1): 108-117. [Li T, Cao X S, Yang W Y. 2016. Rank-size distribution and evolution of passenger and freight flows in the Pearl River Delta[J]. Progress in Geography, 35(1): 108-117.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2016.01.012

Zipf定律分析所得的标度分区和Zipf参数值的变化情况可以较好地解释客货运量规模分布的变化特征。据此,本文以珠江三角洲地区为例,尝试利用Zipf法则相关理论,从更长时间尺度(1980-2010年)研究客货运量位序—规模时空分布特征,尝试为解析城际间客货运量规模分布的变化规律寻求新的路径,进而为制定区域交通基础设施投资政策提供参考。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文以珠江三角洲作为研究区域,以2005年行政区划为基准,选取县域(县级市、区)与合并后的地级以上城市市区作为研究单元,其中县级单元20个,地级市及城市市区9个^①。位序—规模分析所用基础数据来自《广东省县(区)国民经济统计资料:1980-1990》、2001年、2011年广东省各地市统计

年鉴。

选取1980、1990、2000和2010年4个等时间间隔年份进行分析。1980-2010年,珠三角地区客货运能力大幅度增长,客货运年平均增长率分别达到了15.75%和13.63%(图1-2)。1980年,与珠三角地区较低的经济社会发展水平相适应,客货物运输量较小,分别为9246万人次和9618万t^②。随着珠三角地区改革开放步伐的加快,交通运输基础设施和社会经济获得持续稳定的增长,有效地支撑了快速增长的客货运量需求,2010年客运量和货运量分别达393004万人次和150221万t。从客货物运输结构来看,珠三角地区一直保持着以公路运输为主导的运输结构,一方面是由公路运输技术经济特性所决定的,另一方面,随着时间成本在区域发展过程中的重要性日益增强,大规模发展的高速公路分担了很大一部分客货物运输。

2.2 位序—规模法则

不同时段客货运量规模变化在空间上的投影

图1 1980-2010年珠三角地区客运量规模增长变化

Fig.1 Passenger flow of the Pearl River Delta, 1980-2010

图2 1980-2010年珠三角地区货运量规模增长变化

Fig. 2 The change of freight volume of the Pearl River Delta, 1980-2010

①广州市区(广州)、深圳市区(深圳)、佛山市区(佛山)、珠海市区(珠海)、惠州市区(惠州)、江门市区(江门)、肇庆市区(肇庆)、东莞、中山、番禺、花都、从化、增城、宝安、南海、三水、顺德、高明、斗门、惠东、惠阳、博罗、新会、鹤山、开平、恩平、台山、高要、四会。

②为保证数据统一、连续性,此处统计数据珠三角包括广州、东莞、深圳、惠州、佛山、中山、珠海、江门、肇庆9个地级市全部。

形成了客货运量位序—规模地域分布变化规律。借用城市地理学的位序—规模理论(许学强等, 1997),对城市位序—规模关系式进行客货运量规模结构转换。假设要评价 K 个城镇的客货运量规模结构,用各城镇的客货运量规模替换城镇人口,则有:

$$P_k = P_1 K^{-q} \quad (1)$$

$$F_k = F_1 K^{-q} \quad (2)$$

式中: K 为研究城镇单元序号($K=1,2,3,\dots,N$, N 为所有城镇总数); P_k 和 F_k 分别为序号 K 的城镇客运量和货运量规模; P_1 和 F_1 分别为首位城镇的客运量和货运量规模, q 为Zipf参数。对上式两边取自然对数,可得:

$$\ln P_k = \ln P_1 - q \ln K \quad (3)$$

$$\ln F_k = \ln F_1 - q \ln K \quad (4)$$

如果式(3)、(4)成立,则该研究区域的客货运量规模结构符合Zipf定律,其规模分布呈帕累托分布模式。无标度区和Zipf参数是描述位序—规模分布的两个重要指标。无标度区为相关系数 R^2 较大的位序—规模分布范围,涵盖了位序—规模分布范围内的城镇节点。Zipf参数 q 的变化则反映了客货运量规模的空间分布形态变化。其值等于或大于1时,客货运量城镇节点的规模等级结构呈帕累托分布模式,城镇节点客货运量的变差较大,中间位序节点城镇较少;随着 q 的变小,其规模等级结构的差异也在缩小,中间位序节点增多;当 q 逐渐变为小于1时,客货运量城镇节点的规模等级结构呈对数正太分布模式,即节点城镇间客货运量的变差较小,中间位序节点较多。

具体分析思路为:先判断研究时段内珠三角地区客货运量位序—规模分布是否满足Zipf法则,即分别将该地区客货运量按照规模从大到小进行排序,将客货规模序号和对应客货运量规模数据绘在双对数坐标图上,并观察其拟合态势,如果二者存在回归拟合函数关系,则表明珠三角地区客货运量

的位序—规模分布符合Zipf法则。在此基础上,进一步研究其规模分布的演变特征。

3 客运量位序—规模分布演化特征

改革开放以来,珠三角各地市抓住改革开放的机遇,结合自身条件,采取各种灵活措施,利用境内外资金、技术和人才,通过自下而上工业化和城镇化模式,实现了经济社会的快速发展。与此相适应,客运规模呈现出快速增长的发展态势。前述对珠三角地区1980-2010年客运量的历史数据的分析可见,该地区客运量规模处于一个动态的增长过程。利用公式(3)和(4),对珠三角地区29个城镇单元客运量位序—规模分布进行双对数拟合,拟合结果如表1和图3所示。不难看出,研究时段内各节点城镇的客运量规模和其位序之间都存在一条拟合直线,亦即有一个无标度区,且拟合优度系数均大于0.9,表明珠三角地区客运量规模的分布符合Zipf法则。

3.1 位序—规模变化特征

改革开放以来,珠三角地区的客运量位序—规模发生了显著的变化。1980年,客运量规模前三位的城市分别为广州、佛山和肇庆。改革开放之初的广州作为华南地区的政治、经济、文化中心,在珠三角地区具有绝对优势,客运量规模达4000万人,为居于第二位的佛山市2.4倍。肇庆作为当时珠三角西翼中心城市和交通枢纽,其客运量规模为778万人。进入1990年代后,随着各城市经济社会快速发展,1980年代初期所形成的客运量位序—模分布在不断发生更替。特别是深圳、东莞和珠海三地,其中,深圳从1980年的第9位上升到了2010年的第1位,东莞从1980年代的第5位上升到了2010年代的第3位,珠海从1980年代的第16位上升到了2010年的第9位。究其原因,与社会经济发展和交通基础设施的建设等因素有关。1980年代,珠三角地区

表1 珠三角地区旅客运量位序—规模分布无标度区范围和Zipf参数

Tab.1 Non-scaling range and Zipf parameter of rank-size on passenger flow in the Pearl River Delta

年份	无标度区范围	拟合方程	Zipf参数(q)	拟合优度(R^2)
1980	1~26	$y = -1.4551x + 8.3958$	1.4551	0.9371
1990	1~29	$y = -1.2445x + 9.6219$	1.2445	0.9479
2000	1~29	$y = -1.3594x + 10.670$	1.3594	0.9327
2010	1~29	$y = -1.6020x + 12.492$	1.6020	0.9406

图3 珠三角地区客运量位序—规模分布双对数拟合图

Fig.3 The ln-ln graph on rank-size of passenger flow in the Pearl River Delta

形成了以广州为核心的单中心格局,广州成为珠三角地区唯一的主枢纽。随着深圳、东莞等地经济社会迅速发展,客运需求必然进一步增长,再加上这一地区交通基础设施的集中建设,满足了经济社会发展所产生的客运需求,从供需两方面促进了深圳和东莞等城市客运规模的增加和位序的提升。

从各城市的位序变化来看,其客运量规模增长速度亦存在着动态不平衡的特征。根据其客运量规模变化和位序变化之间的关系,可将研究时段内珠三角各城镇分成以下三种类型:①平稳型。规模持续增长,但历年位序不变或者变化很小,包括广州、中山、顺德、博罗、高明和高要。其中,广州的位序从1980年代的第1位向下浮动到了2010年的第3位;②缓慢增长型。虽客运量规模在增加,但在整个客运量等级规模体系中的位序却降低了,包括佛山、肇庆、江门、惠州、台山、新会和恩平等城市。其中,肇庆位序从1980年的第3位降至2010年的第20位;③加速增长型。表现为客运量规模和位序同期得到较快提升,包括深圳、花都、珠海、增城、斗门、宝安、从化、南海等市区。其中,增加幅度最大的为宝安,从1980年的第25位提升至2010年的第4位。

3.2 客运量空间格局特征及其变化

Zipf参数 q 值的变化主要表征客运量规模空间

格局形态的变化。 q 值 ≥ 1 ,客运量等级规模结构呈帕累托分布模式,随着 q 值逐渐减小,客运量规模等级结构的差异相应变小,导致居于中间位序的城镇单元逐渐增多;当 q 值 < 1 时,客运量等级规模结构转变为对数正态分布。具体来看,各年份的 q 值均大于1(表1),表明珠三角地区客运等级规模结构呈现为帕累托分布模式,各市客运量规模变差较大。1980年,无标度区内首位城市广州的客运规模为4000万人,末位城镇惠阳为3万人。2010年,无标度区内首位城市深圳的客运规模为92639万人,末位城镇恩平为514万人,相差约180倍,变差逐渐增大。四个年份的Zipf参数 q 值变化轨迹呈现出非均衡—相对均衡—非均衡发展特征。1980年, q 值为1.4551,客运量空间集中程度高,广州和佛山的客运量合计占当年全区客运量总规模的44.91%。从1980-1990年, q 值下降到1.2445,客运量空间分布集中程度有所下降,中间位序城镇逐渐增多。进入1990年代以后,集中程度转而又开始上升,特别是深圳的崛起和东莞的发展,逐步形成了穗深港发展走廊,沿线地区客运量规模也急速增加, q 值进一步上升到了2010年的1.6020。

图4分别表示了1980、1990、2000和2010年四个时点珠三角地区各市的客运量分布格局。1980年,珠三角地区客运量形成了以广州为核心的单中

图4 珠三角地区客运量地域分布格局
Fig. 4 Spatial distribution of passengers in the Pearl River Delta

心向心型客运联系,即以广州为中心形成的向心型客运联系。到1990年,随着珠三角地区其他城市经济社会发展水平的迅速提高,特别是深圳、珠海和东莞三地的客运量迅速增加,所占比重分别上升到20%、15%和13%。相应地,改革开放初期广州的单中心格局逐渐演变为多中心,即围绕多个中心形成的客运联系网络。进入2000年以后,前两阶段所形成的核心地区进一步扩大,形成了以广州、佛山、深圳和东莞为核心地带,向外围逐渐递减分布态势。

4 货运量位序—规模分布演化特征

对珠三角地区各年份货运规模进行排序,并对位序和对应货运量进行双对数拟合,结果如表2和图5所示。四个特征时点货运规模与其位序之间存在一条拟合直线,拟合相关系数 R^2 均大于0.90,但

与客运量拟合曲线相比,位于前几位的城市货运规模要远远大于其他城镇。为了准确检验历年来珠三角地区各城市货运规模变化状况,本文同时计算了历年货运规模首位度指标。

4.1 位序—规模变化特征

1980-2010年间,珠三角地区货运规模首位城市均为广州,4个时间段货运规模首位度值分别为5.71、6.01、3.63和1.18。表明广州处于珠三角地区乃至广东省的货运枢纽地位。同时,首位度值降低也表明该枢纽地位绝对优势在逐渐弱化,位序—规模发育态势越来越明显。1980年,货运规模居于第二、三位的城市分别为肇庆和高要,分别达701万t和607万t。改革开放初期,水运在货物运输方式中占有重要位置,肇庆地处联接两广的水上动脉的西江沿岸,担负着西南各省物资出口或转粤、闽等地的水上交通要道,来往于两广的大宗货物均在肇庆

表2 珠三角地区货物运量位序-规模分布无标度区范围和Zipf参数

Tab.2 Non-scaling range and Zipf parameter of rank-size on freight in the Pearl River Delta					
年份	无标度区范围	拟合方程	Zipf参数(q)	拟合优度(R^2)	首位度
1980	1~24	$y = -1.1480x + 7.9481$	1.1480	0.9332	5.71
1990	1~24	$y = -1.0580x + 8.7960$	1.0580	0.9186	6.01
2000	1~27	$y = -1.1043x + 9.7763$	1.1043	0.9257	3.63
2010	1~27	$y = -1.1001x + 11.408$	1.1001	0.9356	1.18

图5 珠三角地区货运量位序—规模分布双对数拟合图

Fig.5 The ln-ln graph on rank-size of freight flow in the Pearl River Delta

转运,决定了这一时期肇庆货运量规模位居前列的特征。1990年代以后,随着水运货运优势地位的逐渐下降,加之这一时期珠三角地区加工制造业的大规模崛起,货运量逐渐向广佛—东莞—深圳—一线地区集中。例如,深圳从1980年代的第4位上升到了2010年的第2位,珠海从1980年代的第26位上升到2010年的第11位,东莞从1980年代的第8位上升到了2010年的第3位。

根据各市货运量规模变化和位序变化之间的关系,将研究时段内珠三角各城市分为以下三种类型:①平稳型。规模持续增长,但历年位序不变或者变化很小,包括广州、深圳、南海、中山、惠阳、惠东和鹤山。如惠阳在近30年来位序一直没有改变;②缓慢增长型。规模在增加,但在整个货运量等级规模体系中的位序却在下降,包括肇庆、高要、佛山、花都、江门、新会、开平、台山以及恩平等市,除佛山和花都外,主要集中分布于珠三角西翼地区。如肇庆位序从1980年的第2位大幅降至2010年的第20位;③加速增长型。表现为货运量规模在增加,且位序也相应上升,包括东莞、宝安、顺德、惠州、斗门、从化、博罗和珠海等市区。

4.2 货运量空间格局特征及其变化

从Zipf参数 q 来看,各年份货运量 q 值均大于1

(表2),表明珠三角地区货运规模等级结构呈现帕累托分布模式,各个城市间货运量规模变差较大。1980年,无标度区内首位城镇广州的货运规模为4000万t,末位城镇博罗的货运规模为51万t,两者相差了78倍;2010年,无标度区内首位城镇广州的货运规模为57461万t,末位城镇惠阳的货运规模为387万t,相差148倍,变差逐渐增大。 q 值从1980年的1.1480减至2010年1.1001,说明整体上珠三角地区货运量规模分布趋于分散的力量大于集中的力量,与中间位序城镇货运规模增大有关。四个年份的Zipf参数 q 值变化轨迹呈现出非均衡—相对均衡演变特征。不同于客运量,随着社会经济的发展和产业结构的升级,货运量增长呈现出逐渐放缓的态势(张文尝等, 1992; 冯旭杰等, 2012)。改革开放初期,工业及交通网络主要集中在广州、肇庆等地区,相应地,货运量也多集中于这些地方,直接决定了1980年代珠三角地区货运量非均衡分布的基本格局,广州、肇庆两地货运量合占全区的49.01%。后期,随着珠三角其他城市大规模利用境内外资金、技术和人才推进经济发展以及核心城市产业结构转型升级,货运量的空间集中程度逐渐下降,呈现出相对均衡化态势。

图6分别表示了1980、1990、2000和2010年四

图6 珠三角地区货运量地域分布格局

Fig.6 Spatial distribution of freight in the Pearl River Delta

个时点珠三角地区各市的货运量分布格局。在研究时段内,珠三角地区货运空间结构长期呈单中心格局特征。在四个研究年份,广州一直是珠三角地区货运规模中心,所占比重分别达41.71%、52.43%、32.88%和29.02%,形成了递接性货物交流联系。在市域尺度上,逐渐形成了东莞、深圳、珠海等货运枢纽点,促进了货运量在空间分布上的均衡化趋势。

货运量与客运量地域分布具有较大差异。究其原因,主要是与珠三角地区较低的货运空间互补性和交通基础设施空间格局有关。货运空间互补较弱主要与珠三角地区产业结构趋同特征具有直接关系。改革开放以来,珠三角地区形成了以“三来一补”为主要特征的外向型产业发展特征,集中了劳动密集型和资源密集型产业,再加上该地区相似的资源禀赋条件,使得珠三角产业结构出现了一定程度的相似性和趋同性(翁计传,2006)。此外,在港澳的辐射带动下,珠三角地区形成了以“前店后厂”模式为特征的以轻工业主导的产业结构。各地的产业趋同造成了空间上缺少互补性,货物的流动不如人员的交流频繁和广泛,大部分货物交流都通过广州枢纽展开。同时,区内形成的以广州为中心的放射状运输网络也是导致广州“一家独大”特征的重要原因。

5 客货运量位序—规模分布特征的影响因素

通过上述对珠三角地区客货运量位序—规模分布特征的分析,无论客运量还是货运量来看,在研究时段内的位序—规模分布特征均有较大的变化,而且这种变化在客运量和货运量之间还存在差异。关于客货运量位序—规模分布的影响因素,相关研究认为主要与经济发展水平、人口规模以及交通基础设施水平直接相关。在客运量变化影响因素中,经济发展水平对客运量变化的影响最为明显。在改革开放初期,由于经济发展水平较低,人口增长较快,人们出行需求较低,仅限于必需的出行需求。城际间的联系具有等级特征,广州作为华南地区的行政、经济和文化中心,形成了以广州为中心的单核心向心型客运联系模式。随着经济加速发展,在收入水平和闲暇时间增加的前提下,人们出行需求也逐渐增加,决定了研究时段内客运量逐渐增长的态势;同时城际间的联系也增多,相应地形成了多中心客运联系模式。随着经济加速发展,在收入水平和闲暇时间增加的前提下,人们出行需求也逐渐增加,决定了研究时段内客运量逐渐

增加的态势。在客运量空间格局上,与珠三角地区社会经济发展的空间差异一致,客运量地域分布特征也呈现出从穗莞深走廊→珠三角东翼→珠三角西翼逐渐递减的格局特征。为了定量揭示客货运量位序—规模特征及其变化的影响因素,选取了1980-2010年人口规模、GDP和路网规模三个重要因素分别与客或运量进行相关分析。结果显示,代表社会经济发展水平的GDP与客运量变化的相关关系最为密切,相关系数(R^2)在0.90以上的有13个城市,在0.80~0.90之间的有13个城市,0.80以下的仅有开平、恩平和鹤山3个城市。与GDP相比,人口规模与客运量增长的相关性总体上要低于GDP,相关系数(R^2)在0.90以上的城市仅有3个,在0.80~0.90之间和0.80以下的各有13个城市。交通线路里程增加与客运量增长之间的关系更低,可能与本文仅考虑交通线路里程,而没有考虑由于线路技术等级水平提高所引起的客运能力的增长有关。除广州、珠海和东莞、中山相关系数在0.80以上外,其余城市的相关系数均在0.80以下。与客运量变化不同,货运量变化一方面与各地市的社会经济发展水平有关外,另一方面也与各市的产业结构具有直接关系。随着产业结构水平的提高,单位产品的能耗、所需原料以及运输需求都呈下降趋势(张文尝等,1992)。改革开放初期,工业及交通网络主要集中在广州、佛山等市,相应地,货运量也多集中于这些城市,直接决定了1980年代珠三角货运量分布的不均衡性较强,广州、佛山两地客运量在全区占比达55.43%,这种发展趋势一直持续到1990年,货运量非均衡性达到最高程度。此后,随着广州、深圳等地产业结构的逐渐升级,而外围后发地区以二产为主的产业结构导致货运量规模的不断增加,货运量的空间集中程度持续下降,均衡化程度不断提高。在货运量空间格局上,由于珠三角地区产业结构的趋同性,使得区内货物互补性交流较弱,长期形成了以广州为核心的递接性交流联系模式。GDP与货运量增长关系最为密切,相关系数在0.90以上的城市有12个;相关系数在0.80~0.90之间的城市有16个,仅有高要的相关系数为0.789。交通线路里程增长与货运量增长的关系也较为密切,如佛山、东莞、中山等交通基础设施发展较快的地市,二者相关系数在0.8以上的城市有5个,在0.70~0.80之间的城市有10个,低于0.70的有14个。人口规模增长与货运量增长的相关关系较弱,相关系

数大于0.80的仅有番禺,其余城市的相关系数大部分处于0.60左右。

6 结论与讨论

本文以珠江三角洲为实例,以县市为基本单元,借用城市地理学的位序—规模法则,研究了1980年代以来珠三角客货运量位序—规模分布及其变化特征,得到的主要研究结论如下:

(1) 位序—规模法则可以较好地刻画客货运量空间分布特征。客货运量规模的 q 值均大于1,符合位序—规模分布特征,但客运量规模分布更显著。

(2) 在客货运量规模结构空间形态方面,客运量的 q 值经历了先减小后增大的变化,表明珠三角客运量规模分布演化表现为非均衡—相对均衡—非均衡特征。货运量 q 值逐渐降低,表明珠三角货运量规模分布演化表现为非均衡—相对均衡特征。在客货运量地域分布方面,客运量空间格局呈现出由单中心向多中心转变的特征,货运量空间格局则呈现出长期的单核主导特征。

(3) 区域经济社会发展水平及其格局特征决定了客货运位序—规模分布特征及其变化。在客运规模方面,客运量规模随着社会经济发展水平的提高而逐渐增加,但由于珠三角地区社会经济发展的空间差异,造成了客运量地域分布特征相应地呈现出了从穗莞深走廊→珠三角东翼→珠三角西翼逐渐递减的格局特征。相应地,客运联系也由初期的以广州为中心的单核心向心型客运联系模式转变为多中心客运联系模式。珠三角地区产业结构趋同性、轻工业为主的工业结构特征,再加上以广州为中心的放射状交通网络结构,导致了货运空间结构的单核主导型特征,表现为递接性货物联系模式。

本文着重分析了1980-2010年珠三角地区客货运量规模分布变化特征。在未来研究中,可从区域交通发展、经济社会发展、产业结构升级等方面对规模分布变化形成的机理进行深入研究。

参考文献(References)

- 曹小曙, 阎小培. 2005. 珠江三角洲客、货运量的空间演化研究[J]. 人文地理, 17(3): 66-68. [Cao X S, Yan X P. 2005. Spatial evolution of the flow of passengers and freight

- transport in the Pearl River Delta[J]. Human Geography, 17(3): 66-68.]
- 陈彦光, 刘继生. 2001. 城市系统的异速生长关系与位序—规模法则[J]. 地理科学, 21(5): 412-416. [Chen Y G, Liu J S. 2001. Reconstructing Steindl's Model: From the Law of Allometric Growth to the Rank-Size Rule of Urban Systems[J]. Scientia Geographica Sinica, 21(5): 412-416.]
- 戴特奇, 金凤君, 王姣娥. 2005. 空间相互作用与城市关联网络演进: 以我国 20 世纪 90 年代城际铁路客流为例[J]. 地理科学进展, 24(2): 80-89. [Dai T Q, Jin F J, Wang J E. 2005. Spatial interaction and network structure evolution of cities in term of China's railway passenger flow in 1990s[J]. Progress in Geography, 24(2): 80-89.]
- 方明月, 聂辉华. 2010. 中国工业企业规模分布的特征事实: 齐夫定律的视角[J]. 产业经济评论, 9(2): 1-17. [Fang M Y, Nie H H. 2010. The stylized facts of size distribution of China manufacturing industries: A perspective of Zipf's law [J]. Review of Industrial Economics, 9(6): 1-17.]
- 冯旭杰, 孙全欣, 钱堃, 等. 2012. 区域综合交通运输需求与产业结构的协整关系分析[J]. 交通运输系统工程与信息, 12(6): 10-16. [Feng X J, Sun Q X, Qian K, et al. 2012. Cointegration relationship of regional integrated transport demand and industrial structure[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 12(6): 10-16.]
- 冯长春, 谢旦杏, 马学广, 等. 2014. 基于城际轨道交通流的珠三角城市区域功能多中心研究[J]. 地理科学, 34(6): 648-655. [Feng C C, Xie D X, Ma X G, et al. 2014. Functional polycentricity of the urban region in the Zhujiang River Delta based on intercity rail traffic flow[J]. Scientia Geographica Sinica, 34(6): 648-655.]
- 姜世国, 周一星. 2006. 北京城市形态的分形集聚特征及其实践意义[J]. 地理研究, 25(2): 204-212. [Jiang S G, Zhou Y X. 2006. The fractal urban form of Beijing and its practical significance[J]. Geographical Research, 25(2): 204-212.]
- 李平华, 于波. 2005. 改革开放以来长江三角洲经济结构变迁与城际联系特征分析[J]. 经济地理, 25(3): 362-365. [Li P H, Yu B. 2005. A study on the time-spatial revolution characteristics of spatial linkage and economic structure in Yangtze River Delta[J]. Economic Geography, 25(3): 362-365.]
- 刘文字, 赵媛. 2013. 中国省际煤炭资源流动的集中程度与位序—规模变化[J]. 资源科学, 35(12): 2474-2480. [Liu W Y, Zhao Y. 2013. Concentration and rank-size distribution of interprovincial coal flow in China[J]. Resources Science, 35(12): 2474-2480.]
- 王静, 刘剑锋, 孙福亮. 2012. 北京市轨道交通线网客流分布及成长规律[J]. 城市交通, 10(2): 26-32. [Wang J, Liu J F, Sun F L. 2012. Passenger demand distribution and increasing trend over Beijing rail transit network [J]. Urban Transport of China, 10(2): 26-32.]
- 翁计传. 2006. 珠江三角洲工业结构趋同性研究[J]. 世界地理研究, 15(1): 21-26. [Weng J C. 2006. An analysis on assimilated industrial structures in Pearl River Delta[J]. World Regional Studies, 15(1): 21-26.]
- 吴威, 曹有挥, 梁双波, 等. 2011. 20 世纪 80 年代中期以来长三角地区货运量动态研究[J]. 长江流域资源与环境, 20(7): 843-847. [Wu W, Cao Y H, Liang S B, et al. 2011. Study on dynamics of freight volume in the Yangtze River Delta since the mid-1980s[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 20(7): 843-847.]
- 修春亮, 赵映慧, 宋伟. 2008. 1990 年以来东北地区铁路运输的空间极化[J]. 地理学报, 63(10): 1097-1107. [Xiu C L, Zhao Y H, Song W. 2008. Spatial polarization of railway transport in northeast china: 1990-2005[J]. Acta Geographica Sinica, 63(10): 1097-1107.]
- 徐建, 曹有挥, 孙伟. 2009. 基于公路运输成本的长三角轴—辐物流网络的构建[J]. 地理研究, 28(4): 911-919. [Xu J, Cao Y H, Sun W. 2009. Construction of hub-and-spoke logistics network based on road traffic cost in Yangtze River Delta[J]. Geographical Research, 28(4): 911-919.]
- 许学强, 周一星, 宁越敏. 1997. 城市地理学[M]. 北京: 高等教育出版社. [Xu X Q, Zhou Y X, Ning Y M. 1997. Urban geography[M]. Beijing, China: Higher Education Press.]
- 张文尝, 金凤君, 荣朝和, 等. 1992. 空间运输联系: 理论研究·实证分析·预测方法[M]. 北京: 中国铁道出版社. [Zhang W C, Jin F J, Rong C H, et al. 1992. Kongjian yunshu lianxi: Lilun yanjiu · shizheng · fenxi yuce fangfa [M]. Beijing, China: China Railway Publication House.]
- 赵媛, 牛海玲, 杨足膺. 2010. 我国石油资源流流量位序—规模分布特征变化[J]. 地理研究, 29(12): 2121-2131. [Zhao Y, Niu H L, Yang Z Y. 2010. Study on the rank-size distribution and variation of crude oil flow in China [J]. Geographical research, 29(12): 2121-2131.]
- 周一星, 胡智勇. 2002. 从航空运输看中国城市体系的空间网络结构[J]. 地理研究, 21(3): 276-286. [Zhou Y X, Hu Z Y. 2002. Looking into the network structure of Chinese urban system from the perspective of air transportation [J]. Geographical Research, 21(3): 276-286.]
- 朱竑, 吴旗韬. 2005. 中国省际及主要旅游城市旅游规模[J]. 地理学报, 60(6): 919-927. [Zhu H, Wu Q T. 2005. Study

- on tourism size of provinces and primary cities in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 60(6): 919-927.]
- Cidell J. 2010. Concentration and decentralization: The new geography of freight distribution in US metropolitan areas [J]. *Journal of Transport Geography*, 18(3): 363-371.
- Hesse M, Rodrigue J P. 2004. The transport geography of logistics and freight distribution[J]. *Journal of Transport Geography*, 12(3): 171-184.
- Taaffe E J. 1962. The urban hierarchy: An air passenger definition[J]. *Economic Geography*, 38(1): 1-14.

Rank-size distribution and evolution of passenger and freight flows in the Pearl River Delta

LI Tao¹, CAO Xiaoshu^{2,3,4*}, YANG Wenyue³

(1. School of Geography and Tourism, Guangdong University of Finance & Economics, Guangzhou 510320, China; 2. Institute of Transport Geography and Spatial Planning, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China; 3. Center for Urban & Regional Studies, SunYat-Sen University, Guangzhou 510275, China; 4. Northwest Land and Resources Research Center, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: Passenger and freight flow distribution and dynamic change are the characteristic index of regional transport patterns. This article analyzes passenger and freight flow rank-size distribution and regional patterns between 1980 and 2010 in the Pearl River Delta (PRD) area using the rank-size distribution theory. The results show that: passenger and freight flow q values were greater than 1, in line with rank-size distribution, but the distribution was more in line with the size of the passenger rank-size distribution. Passenger q value decreased and then increased, showing non-equilibrium-relative equilibrium-disequilibrium evolution characteristics. The q values of freight flow decreased, showing non-equilibrium-relatively balanced evolution characteristics. With regard to the spatial pattern, passenger flow shifted from a single center to multi-centers, with a macro scale “point shaft” and mesa-scale “hub and spoke” regional system. Freight flow showed a long-term pattern of monocytosis leading to the macro and mesa scale “hub and spoke” system. Convergence of industrial structure in the PRD, light industry-dominated industrial structure, coupled with the single center (Guangzhou) radial transport network determined the spatial pattern of monocytic freight flow.

Key words: passenger and freight flows; rank-size; Zipf law; regional distribution; Pearl River Delta