

# 中国 100 个城市交通拥堵的空间格局研究

——基于高德交通拥堵大数据的分析

王卉彤<sup>1</sup>,刘传明<sup>2</sup>

(1.中央财经大学 财经研究院 北京 100081;2.中央财经大学 经济学院 北京 102206)

**摘要:**随着城镇化的快速推进,城市交通拥堵现象日趋严重。如何有效缓解城市交通拥堵问题成为城市地理学、城市经济学等多个学科的关注热点。研究城市交通拥堵的空间格局是有效缓解城市交通拥堵问题的基础和重要途径之一。基于高德大数据平台公布的 2017 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日城市交通拥堵延时指数日报数据,从空间分布、空间集聚、空间差异三个层面考察中国 100 个城市的交通拥堵空间格局,研究发现:交通拥堵水平较低的城市主要分布于东部地区,交通拥堵水平较高的城市主要分布于西部地区的四川盆地和云贵高原;交通拥堵的 Moran's I 指数显示中国城市交通拥堵具有典型的空間集聚特征,交通拥堵在西部地区形成 H-H 集聚,在东部地区形成 L-L 集聚;从交通拥堵的空间差异特征来看,中国城市交通拥堵的总体差异呈上升趋势,东中西三大地区交通拥堵的区域内差异在波动中呈上升趋势,区域内差异是导致交通拥堵区域差异的主要来源。

**关键词:**交通拥堵;空间分布;空间差异;空间集聚

中图分类号:F572.88 文献标识码:A 文章编号:2095-929X(2020)01-0062-11

## 一、引言

居住、工作、游憩和交通是城市的四大功能,且交通是其他三种功能得以实现和连接的纽带<sup>[1]</sup>。但中国在快速城镇化的过程中,城市空间分布不合理、人口膨胀、城市的管理水平滞后等问题导致交通拥堵等“城市病”问题频发,交通功能严重受损,给整个社会带来了严重的经济损失<sup>[2]</sup>。2014 年中国交通部公布的数据显示,交通拥堵带来的经济损失占城市人口可支配收入的 20%,每年达 2 500 亿元人民币,相当于每年 GDP 损失 5%~8%<sup>①</sup>。如何有效缓解城市交通拥堵问题成为城市地理学、城市经济学等多个学科的关注热点。研究城市交通拥堵的空间格局是有效缓解城市交通拥堵问题的基础和重要途径之一。

现有对城市交通拥堵问题的研究主要分为以下三类:第一类研究通过构建交通拥堵指标评价体系,对城市交通拥堵状况进行测度。部分学者从造成交通拥堵的原因出发构建评价体系,王家庭和赵一帆<sup>[3]</sup>从城市交通的构成要素:居民、交通工具、道路三个层面出发,构建 2013 年中国 35 个大中城市的交通拥堵指标体系,并运用熵值法进行拟合,最终得到城市交通拥堵综合指数。马丽梅等<sup>[4]</sup>将居民对油品的生活消耗量作为交

基金项目:国家社会科学基金项目“传统产业与战略性新兴产业耦合发展视角下的科技金融机制”(13BJY176);北京社会科学基金研究基地项目“首都高质量发展视角下的科技金融体系建设研究”(18JDYJA016)。

作者简介:王卉彤,女,河北故城人,博士,中央财经大学财经研究院教授、博士生导师,研究方向:人口资源与环境经济学;刘传明,男,山东茌平人,中央财经大学经济学院博士生,研究方向:资源环境经济学。

①数据来源:20140909 安防展览网(<http://www.afzhan.com/news/detail/33398.html>)。

通拥堵的衡量指标,考察交通拥堵对雾霾污染的影响效应,研究结果显示交通拥堵的参数为正值且通过了1%的显著性水平检验。刘铁军等<sup>[5]</sup>以机动车数量的增加会导致交通拥堵为由,用道路网交通运行状况衡量交通拥堵,数值越高说明交通拥堵越严重。上述研究均基于交通拥堵的原因和表现形式构建交通拥堵指数,虽然能从侧面反映交通拥堵状况,但仔细考察却发现,此类指标更多的是反映交通运输状况并不能准确的衡量交通拥堵。实际上,交通拥堵是交通的供给和需求之间矛盾激化的产物,由于机动车辆激增导致交通需求增加,致使车辆行驶缓慢与交通顺畅状态下相比出现延时的现象。因此,部分学者将研究视角转移到延时的角度,利用大数据挖掘对交通拥堵指数进行测度。古杰等<sup>[6]</sup>认为交通拥堵并非发生在所有时间和空间,应当把时间和空间综合起来考虑,以广州市作为研究对象,基于调查问卷数据利用 ArcGIS 分析工具建立个人日常生活的时空路径。梁林林<sup>[7]</sup>采用上海市南北高架与内环高架快速路线圈检测数据,基于关联规则挖掘理论,设计事务内与跨事务两种类型的交通拥堵关联规则的挖掘方法,构建上海市交通拥堵评价体系,从延时的视角构建交通拥堵的指标体系。由于受到技术水平的限制,往往将研究对象限定在某一城市(如广州、北京、上海等)难以从全国尺度建立统一的评价指标,而高德数据库积累的海量交通出行数据具有独特的优势,该数据通过大数据挖掘所得,从交通拥堵给出行者带来时间成本的角度考察交通拥堵状况,是目前衡量交通拥堵较为科学的指标。

第二类研究将研究重点放在交通拥堵造成的经济社会成本、形成原因、经济对策上。谢旭轩等<sup>[8]</sup>评估了交通拥堵所带来的经济社会成本,研究发现2008年由交通拥堵所带来的时间延误成本、燃油消耗成本、大气污染物排放等损失折合人民币50亿元~250亿元,占到北京市GDP的0.5%~2.5%。柯善咨和郑腾飞<sup>[9]</sup>的研究发现中国交通拥堵严重的城市由2003年的16个增至2012年的166个,带来的经济损失由255亿元上升至7877亿元,交通拥堵问题在所有大城市均有显现。汪立鑫等<sup>[10]</sup>从时间延误成本、额外燃油成本、交通事故成本、环境污染成本等四个方面对上海市交通拥挤成本进行了测度,研究发现上海市交通拥挤成本大约为同年GDP的0.7%,其中90%为时间延误成本。王振坡等<sup>[11]</sup>将天津市作为研究对象,从时间价值视角出发对天津市民的交通拥堵成本的群体异质性进行分析,结果显示:时间价值高的市民往往其拥堵成本更高,交通工具为私家车的市民交通拥堵成本较高。学者们在对交通拥堵造成的社会经济成本进行分析的基础上,探讨交通拥堵的形成原因得出以下共识:(1)由城市空间布局不合理等原因导致的职住分离激化了日益尖锐的交通供给和需求的矛盾,是导致交通拥堵的主要原因<sup>[11]</sup>;(2)城市交通管理水平低和居民交通安全法制意识薄弱是导致交通拥堵的重要原因<sup>[12]</sup>;(3)由于城镇化导致的人口、生产要素向城市集聚是导致交通拥堵的原因<sup>[13]</sup>。在交通拥堵成因研究的基础上,学者们将视野聚焦在采用对交通拥堵收费、对公共交通补贴等经济手段对交通拥堵进行治理上<sup>[14]</sup>。已有研究按照认识问题、分析问题、解决问题的思路对交通拥堵的成本、原因、治理对策进行研究,具有一定的贡献。然而,已有研究并没有关注空间因素对交通拥堵的影响,事实上,由于各地区地理、经济发展水平、能源结构等因素具有空间异质性,因此交通拥堵也会受到空间因素的影响,而现有研究却忽视了这一点。

第三类研究从地理学视角探讨交通拥堵的空间分异规律。古杰等<sup>[6]</sup>以广州市为研究案例,利用时间地理学的方法,从居民日常活动的时空集聚视角出发,对交通拥堵的形成机制进行考察,研究发现:从空间上广州市居民日常出行活动具有向城市中心区集聚的空间特点;从时间上,广州市民出行高峰主要集中在7:00~9:00和17:00~19:00,市民的日常活动受到时间和空间的双重约束,当时空约束达到一定条件时形成交通拥堵。王德利和杨青山<sup>[15]</sup>对北京市交通出行结构、出行满意度进行空间分异特征分析,发现2008—2012年北京市交通拥堵路段具有明显向外蔓延趋势,北京市早高峰及晚高峰城区与新城间的交通流量略有减少。赵鹏军和万海荣<sup>[16]</sup>基于高德地图交通大数据,通过绘制中国大城市交通拥堵的空间分布图,揭示交通拥堵的空间分布特征,研究发现中国城市交通拥堵呈现出常态化、多样化特征,且城市拥堵范围不断扩大;不仅集中在大城市,一些二三线城市也面临着严重的交通拥堵问题。现有研究虽然立足自身数据对交通拥堵的空间分异特

征进行了描述,但是仍存在以下两个方面的局限性:一方面,已有研究由于受到数据和方法的限制,仅选取一个城市进行研究(如广州、北京),并没有站在全国层面上进行空间特征分析,因此得到的研究结论只能揭示单个城市的时空规律。另一方面,已有研究仅对空间分布进行了研究,并没有对空间集聚特征、空间差异特征进行刻画。

为了弥补已有研究的空白,本文的创新表现在:第一,利用高德大数据平台公布的 2017 年 1 月 1 日至 12 月 31 日交通拥堵延时指数日报数据衡量城市交通拥堵状况。高德数据库积累的海量交通出行数据是通过大数据挖掘所得,具有独特的优势;采用交通拥堵延时指数衡量交通拥堵是从交通拥堵给出行者带来时间成本的角度出发客观描述交通拥堵状况。第二,我国各城市的交通拥堵情况存在显著差异,为了全面而细致地把握中国的交通拥堵情况,基于 100 个城市的样本量考察中国城市交通拥堵的空间格局。第三,为了精确刻画中国城市交通拥堵的空间格局,首先本文以城市作为基本地理单元,对 2017 年中国 100 个城市交通拥堵的空间特征进行了分析;采用 Moran's I 指数刻画交通拥堵的空间集聚程度;利用 Dagum 基尼系数及其分解方法,从整体上描述中国城市交通拥堵延时指数的区域差异。

## 二、方法与数据

### (一) 城市交通拥堵的空间集聚分析

考虑到各城市之间交通拥堵具有空间集聚特征,本文利用高德大数据平台公布的中国 100 个城市的交通拥堵延时指数数据,测度了 2017 年 1 月至 2017 年 12 月交通拥堵延时的 Moran's I 指数。通过 Moran's I 指数我们可以了解中国 100 个城市交通拥堵的空间集聚特征,测算公式为:

$$Moran's I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}}$$

其中,  $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ ,  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ ,  $n$  表示城市个数,  $w_{ij}$  为空间权重矩阵元素,  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$  是对所有空间权重求和。空间权重矩阵采用地理距离平方的倒数。

$$w = \begin{cases} i=j & 0 \\ i \neq j & \frac{1}{d^2} \end{cases}$$

### (二) 城市交通拥堵的空间差异分析

为了对中国城市交通拥堵的空间差异特征进行分析,在已有研究的基础上,本文利用 Dagum 基尼系数及其分解方法,从整体上描述中国城市群交通拥堵延时指数的区域差异。Dagum<sup>[17]</sup>将基尼系数定义为(1)式:

$$G = \sum_{j=1}^k \sum_{h=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}| / 2n^2 \bar{y} \quad (1)$$

公式(2)、公式(3)分别表示  $j$  地区内部交通拥堵的差异  $G_{jj}$  和地区内交通拥堵差异的贡献  $G_w$ ,公式(4)、公式(5)分别表示  $j$  和  $h$  地区间交通拥堵的差异  $G_{jh}$  和地区间交通拥堵差异的贡献  $G_{nb}$ ,公式(6)则表示超变密度的贡献  $G_t$ 。

$$G_{jj} = \frac{\frac{1}{2\bar{y}} \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} |y_{ji} - y_{hr}|}{n_j^2} \quad (2)$$

$$G_w = \sum_{j=1}^k G_{jj} p_j s_j \quad (3)$$

$$G_{jh} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{rh}|}{n_j n_h (\bar{Y}_j + \bar{Y}_h)} \quad (4)$$

$$G_{nb} = \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (p_j s_h + p_h s_j) D_{jh} \quad (5)$$

$$G_t = \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (p_j s_h + p_h s_j) (1 - D_{jh}) \quad (6)$$

其中  $p_j = n_j \bar{Y}_j$ ,  $s_j = n_j \bar{Y}_j / n \bar{Y}$ ,  $j = 1, 2, \dots, k$ ;  $D_{jh}$  为  $j, h$  地区间交通拥堵的相对影响(其定义式见(7));  $d_{jh}$  为地区间交通拥堵程度的差值其定义式见(8)。

$$D_{jh} = \frac{d_{jh} - p_{jh}}{d_{jh} + p_{jh}} \quad (7)$$

$$d_{jh} = \int_0^{\infty} dF_j(y) \int_0^y (y-x) dF_h(x) \quad (8)$$

$$p_{jh} = \int_0^{\infty} dF_h(y) \int_0^y (y-x) dF_j(x) \quad (9)$$

其中  $F_j$  ( $F_h$ ) 为  $j$  ( $h$ ) 地区的累积密度分布函数。

本文应用 Dagum 基尼系数对我国东中西三大区域 2017 年 1 月至 2017 年 12 月交通拥堵延时指数的空间差异进行测算,并据此进行地区分解。

### (三) 数据来源

本文采用的 2017 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日中国 100 个城市交通拥堵延时指数日报数据均来自于高德大数据平台<sup>①</sup>。交通拥堵实际上是由于机动车辆增多、交通供给不足等原因造成的交通供需矛盾问题,具体表现为车辆拥挤、行驶缓慢、与交通顺畅状态下相比出现延时的现象,交通拥堵延时指数越高表示出行延时占出行时间的比例越大表示交通拥堵越严重。

## 三、城市交通拥堵的空间分布特征分析

为了精确刻画中国城市交通拥堵的空间特征,本文以城市作为基本地理单元对 2017 年中国 100 个城市交通拥堵的空间特征进行描述,我们发现城市交通拥堵的空间分布具有以下特征:一方面,中国城市交通拥堵具有典型的空问异质性。在总体上,东部地区城市交通拥堵的程度较低,100 个城市交通拥堵水平排名较低的 10 个城市有泰州、南通、伊犁、盐城、芜湖、乌鲁木齐、镇江、湖州、常州、无锡。而西南地区交通拥堵的程度较高,其中贵阳、成都、绵阳、南充、昆明、重庆等城市的交通拥堵指数的均值为 1.707,远远高于所有城市交通拥堵均值的 1.617。虽然东部地区从整体上看交通拥堵程度较低,但是在东部地区内部的某些特大城市交通拥堵问题尤为严重,例如北京的交通拥堵指数均值高达 1.849,仅次于济南和哈尔滨,其中济南的交通拥堵指数的均值高达 1.948 位列全国 100 个城市交通拥堵的榜首。长三角地区交通拥堵最严重的城市为合肥,合肥的交通拥堵指数为 1.747,超过了上海的 1.689。合肥超过上海成为长江三角洲地区交通最拥堵的城市,这可能与地铁大范围施工有关。东部地区一些城市的交通拥堵程度较为严重与这些城市的人口密度、机动车保有量等因素有关。另一方面,从全国范围看交通拥堵具有空间集聚特征。从整体上看交通拥堵严重的城市贵

<sup>①</sup>高德大数据平台网址: <http://report.amap.com/detail.do?city=110000>。

阳、成都、绵阳、南充、昆明、重庆主要集中在四川盆地、云贵高原为主。西南地区的交通拥堵主要受到地貌、地形等因素的影响,四川盆地四面环山交通极不便利。云贵地区的喀斯特地貌不利于地铁、轻轨、高速公路的建设,导致交通供给不充分,城镇化发展带来的人口密度增加以及汽车保有量增加,激化了交通的供需矛盾,造成了严重的交通拥堵问题。此外,与东部地区相比西部地区的经济发展水平和技术人才储备较差,对于城市病等问题的资金投入和技术人才投入较低,也会阻碍城市交通拥堵的治理。交通拥堵水平较低的泰州、南通、常州、苏州、无锡、南京、淮安、杭州、温州、台州、金华、宁波、绍兴、嘉兴、湖州、漳州、厦门、福州、泉州、芜湖、滁州等城市在东部地区产生集聚。

#### 四、交通拥堵的空间集聚特征分析

通过对交通拥堵的空间分布特征进行分析,我们可以发现交通拥堵的空间集聚特征,但是并不能精确测度交通拥堵的集聚程度,本文接下来采用 Moran's  $I$  指数对交通拥堵的空间集聚程度进行分析。

表 1 中国城市交通拥堵的 Moran's  $I$  指数

月份	$I$	$E(I)$	$Sd(I)$	$z$	$p-value$
1月	0.170	-0.010	0.057	3.158	0.001
2月	0.123	-0.010	0.057	2.346	0.009
3月	0.158	-0.010	0.057	2.940	0.002
4月	0.246	-0.010	0.057	4.465	0.000
5月	0.265	-0.010	0.057	4.789	0.000
6月	0.292	-0.010	0.058	5.251	0.000
7月	0.238	-0.010	0.057	4.325	0.000
8月	0.238	-0.010	0.058	4.315	0.000
9月	0.196	-0.010	0.058	3.587	0.000
10月	0.298	-0.010	0.058	5.352	0.000
11月	0.186	-0.010	0.058	3.406	0.000
12月	0.125	-0.010	0.057	2.357	0.009
全年	0.267	-0.010	0.057	4.835	0.000

表 1 报告了城市交通拥堵的 Moran's  $I$  估计值及其显著性,根据表 1 我们发现 2017 年 1 月至 12 月中国城市交通拥堵的 Moran's  $I$  的估计值均为正值且通过 1% 的显著性检验,可以发现中国城市交通拥堵存在着显著的空间依赖性和空间集聚特征。本文选取全局 Moran's  $I$  指数中集聚程度最高的 10 月份和集聚程度最低的 2 月份作为代表,绘制 2017 年 2 月和 10 月的城市交通拥堵的 Moran 散点图(图 1、图 2)。由图 1 我们可以发现,在地理距离权重下,大部分城市位于第一(H-H)、第三(L-L)象限,进一步表明城市交通拥堵在空间上存在的集聚特征,换言之,地理近邻效应对交通拥堵具有显著的影响。具体而言,位于 HH 位置的城市有重庆、成都、南充、绵阳、德阳、清远、茂名、惠州、湛江、三亚、海口等城市,这些城市位于四川盆地及云贵等地区,这是因为这些地区的地形主要是以崎岖的山地和高原为主,交通供给不足,再加之这些城市交通需求量较大,因此交通拥堵较为严重。位于 LL 位置的城市有盐城、泰州、南通、常州、苏州、无锡、南京、淮安、杭州、温州、台州、金华、宁波、绍兴、嘉兴、湖州、漳州、厦门、福州、泉州、芜湖、滁州,这些城市主要位于东部地区,这些城市经济发达,经济的空间关联程度密切,交通一体化程度较高。此外还有天津、邢台、张家口、邯郸、沧州、保定、廊坊,这些城市主要位于京津冀地区。

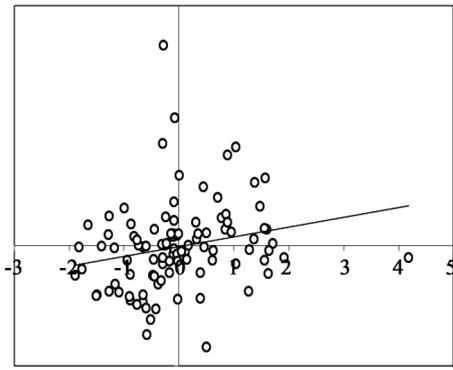


图1 2017年2月 Moran 散点图

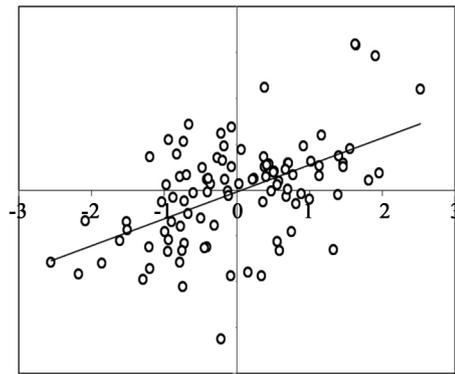


图2 2017年10月 Moran 散点图

### 五、城市交通拥堵的空间差异特征

为了对中国城市交通拥堵的空间差异特征进行分析,在已有研究的基础上,本文利用 Dagum 基尼系数及其分解方法,从整体上描述中国城市交通拥堵延时指数的区域差异。

空间差异分析是空间格局分析的重要内容,因此科学测度中国城市交通拥堵的地区差异并揭示空间差异的来源,对认识和了解中国城市交通拥堵的现状具有重要的意义。本文将 100 个城市划分为东、中、西三大地区,采用 Dagum 基尼系数及其分解方法对 2017 年 1 月至 2017 年 12 月三大地区交通拥堵的差异进行分解,测算结果如表 2 所示。

表2 中国城市交通拥堵的基尼系数分解

月份	G 总	区域内			区域间			贡献率		
		东部	中部	西部	东中	东西	中西	区域内	区域间	超变密度
1月	0.037	0.035	0.040	0.029	0.039	0.039	0.037	0.46	0.22	0.32
2月	0.030	0.027	0.033	0.026	0.032	0.032	0.031	0.44	0.23	0.33
3月	0.034	0.031	0.034	0.033	0.034	0.039	0.038	0.44	0.18	0.37
4月	0.040	0.040	0.031	0.034	0.040	0.042	0.033	0.47	0.20	0.32
5月	0.041	0.040	0.037	0.040	0.041	0.045	0.039	0.46	0.20	0.34
6月	0.045	0.044	0.041	0.042	0.044	0.049	0.044	0.47	0.18	0.35
7月	0.041	0.040	0.038	0.040	0.040	0.045	0.041	0.47	0.14	0.40
8月	0.043	0.042	0.041	0.038	0.044	0.044	0.041	0.47	0.14	0.39
9月	0.049	0.048	0.042	0.051	0.048	0.052	0.048	0.47	0.14	0.39
10月	0.041	0.039	0.035	0.045	0.039	0.046	0.041	0.46	0.20	0.34
11月	0.046	0.043	0.038	0.047	0.044	0.053	0.045	0.45	0.24	0.31
12月	0.042	0.038	0.049	0.041	0.045	0.043	0.046	0.45	0.20	0.35

#### (一) 城市交通拥堵的总体差异

为了揭示中国城市交通拥堵总体差异的演变趋势绘制了图 3。从图 3 发现,2017 年 1 月至 2017 年 12 月,中国城市交通拥堵的总体差异总体上呈波动式上升趋势。基尼系数由 2017 年 1 月的 0.037 上升至 2017 年 12 月的 0.042,月均上升 1.583%,这说明中国城市交通拥堵的总体差异呈逐渐扩大态势。2017 年 1 月至 2017 年 2 月交通拥堵的基尼系数由 1 月份的 0.036 8 下降至 2 月份的 0.029 5,成为考察期内的最小值,这可能由于春节期间全国交通需求普遍减少,导致交通拥堵的区域差异减小。2017 年 2 月至 2017 年 9 月基尼系数呈波动上升趋势,2017 年 2 月城市交通拥堵的基尼系数为 0.029,至 2017 年 9 月已上升到 0.049,月均上升

8.736%。从 2017 年 9 月至 10 月基尼系数呈下降趋势,由 9 月的 0.048 下降至 10 月的 0.041,由于受到国庆节的影响,城市居民外出旅游的数量增加,导致全国各地交通需求普遍上升,区域之间的差异下降。2017 年 10 月至 11 月基尼系数呈上升态势,而 11 月至 12 月则呈现出小幅下降趋势。

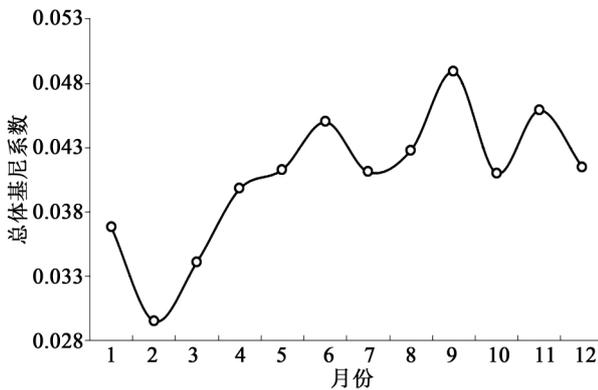


图 3 交通拥堵总体差异的演变趋势

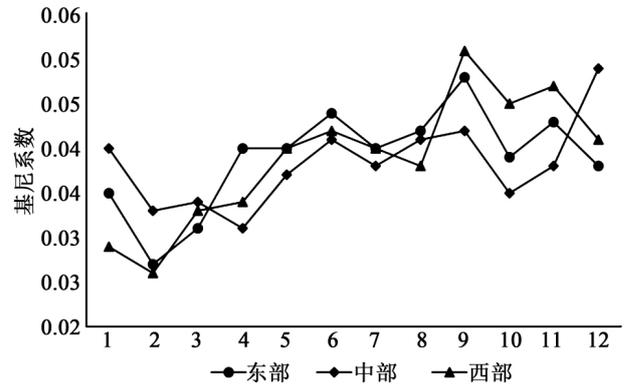


图 4 三区交通拥堵差异的演变趋势

## (二) 城市交通拥堵的地区内差异

图 4 展示了 2017 年 1 月至 2017 年 12 月东、中、西三大地区城市交通拥堵的区域内部差异的演变趋势。从图 4 发现,中国城市交通拥堵的总体差异衡量的中国城市交通拥堵的空间差异性,中国城市交通拥堵地区内差异的三个特征:第一,从演变趋势看,东中西三大地区内部交通拥堵的差异在波动中均呈上升态势。具体而言,东部地区交通拥堵的基尼系数由 2017 年 2 月的 0.026 5 上升至 2017 年 9 月的 0.048;中部地区基尼系数的演变趋势主要分两个阶段:第一阶段 2017 年 1 月的 0.039 下降为 4 月份的 0.031,由于春节期间中部地区交通量普遍减少,导致中部地区内部的差异减少。第二阶段 2017 年 4 月的 0.031 4 波动上升至 2017 年 12 月份 0.049,月均增长率 5.585%;西部地区的基尼系数呈现出逐渐上升趋势,基尼系数由 2017 年 1 月份的 0.029 上升至 2017 年 6 月份的 0.042,月均增长率为 7.819%,2017 年 6 月至 9 月呈迅速下降又迅速上升趋势,由 6 月份的 0.042 迅速下降至 8 月份的 0.038,又迅速上升至 9 月的 0.051,2017 年 9 月以后呈迅速下降趋势,这说明西部地区交通拥堵的地区差距呈逐渐较少的态势。第二,从数值大小看,2017 年 4 月至 11 月东部地区交通拥堵的空间差异始终要高于中部地区,这说明东部地区内部交通拥堵的区域差异较大,这是因为在东部地区既存在交通拥堵程度较高的济南、北京、合肥、佛山,又存在交通拥堵水平较低的无锡、常州、湖州、镇江、芜湖、泰州等城市,区域内部交通拥堵的差异程度较大,交通拥堵水平最严重的济南(1.948)是交通拥堵水平最低的泰州(1.359)的 1.433 倍。中部地区各城市交通拥堵之间的差异不仅小于东部地区而且小于西部地区,2017 年 3 月至 11 月(除 8 月)西部地区内部各城市交通拥堵的差异要高于中部地区。

## (三) 城市交通拥堵的区域间差异

根据图 5 我们发现交通拥堵的地区间差异呈现出波动变化趋势,东部和中部、东部和西部、中部和西部的基尼系数在总体上呈上升态势。从区域间差异的大小看,考察期内区域间交通拥堵差异的大小依次是东部和西部、东部和中部、中部和西部。其中东部和西部的差异始终高于东部和中部、中部和西部。这说明东部地区的交通拥堵水平与西部地区具有较大的差异,东部地区不仅经济发达、交通管理效率高而且交通一体化程度高,这表明交通拥堵的区域间差异主要受到经济发展、人口密度、汽车保有量等因素的影响。中部和西部的差异要小于东部和西部、东部和中部地区,这是因为中部和西部地区的经济发展水平相近、汽车保有量、交通供给、交通管理水平类似。从区域间差异的演变趋势看,东部和西部、东部和中部、中西部的差异具有共同变化趋势,先后经历了下降和波动式上升阶段,2017 年 1 月至 2 月东部和中部、东部和西部、中部和西部的基尼系

数分别由 0.039、0.038、0.037 下降为 2 月的 0.032、0.032、0.031。2017 年 2 月至 3 月区域间基尼系数呈迅速上升趋势,这是由于在春节假期过后农民工返城、学生返校、上班族进入工作状态等原因导致三大区域之间的交通压力和交通需求增大,导致区域间交通拥堵的差异增大。2017 年 3 月至 11 月基尼系数呈现出波动式上升的演变趋势。东部和中部、东部和西部、中部和西部的月均增长率分别为 3.507%、4.009%、2.260%,其中东部和西部之间的月均增长率最大。

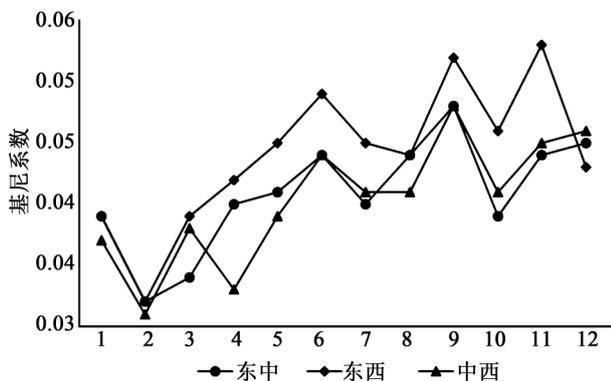


图5 交通拥堵区域间差异的演变趋势

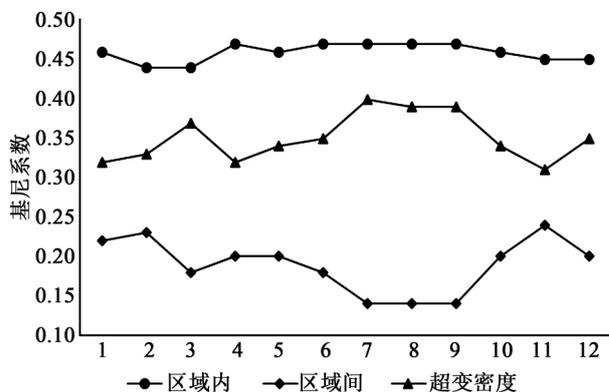


图6 交通拥堵区域差异的贡献率

#### (四) 交通拥堵区域差异的来源及贡献

上述分析并没有对交通拥堵地区差异的来源及其贡献进行阐述,而这是我们关注的重点。那么,交通拥堵的地区差异到底是来自于地区内部还是地区之间?地区内、地区间、超变密度对交通拥堵地区差异的贡献率为多少?为了揭示交通拥堵差异的来源及贡献,本文充分发挥 Dagum 基尼系数及其按子群分解方法的优势,测算了地区内、地区间、超变密度的贡献率。图6描述了地区内、地区间、超变密度贡献率的演变趋势。从图6可以看出,考察期内地区内差异、超变密度、地区间差异的平均贡献率分别是 45.92%、35.08%、18.92%,这一结果意味着交通拥堵地区差异的来源依次是地区内差异、超变密度和地区间差异,而地区内差异是导致交通拥堵地区差异的主要来源。考察期内地区内差异贡献率一直稳定在 44%~47%之间且没有发生较大的波动。考察期内超变密度的贡献率和地区间差异的贡献率呈此消彼长的演变态势,但超变密度的贡献率始终高于地区间差异的贡献率。2017 年 1 月至 3 月超变密度的贡献由 32% 上升至 37%,而地区间差异的贡献却由 22% 下降为 18%;2017 年 4 月至 2017 年 7 月超变密度的贡献由 32% 上升至 40%,而地区间差异的贡献由 20% 下降为 14%;2017 年 8 月至 2017 年 11 月超变密度的贡献由 39% 下降至 31%,而地区间差异的贡献由 14% 下降为 24%。以上结论说明中国东、中、西三大地区内部各城市的交通拥堵程度各不相同,区域内部经济发展中形成了以大城市或者特大城市为中心的经济增长极,这些大城市城镇化发展水平较高、人口向城市富集,机动车拥有量急剧上升等因素大大增加了交通需求,由于受到交通供给不足和交通管理水平较低的制约,导致区域内部的大城市交通拥堵严重,而由于周边小城市人口的减少、机动车拥有量稳定在较低的水平,因此地区内部交通拥堵的差异较大,且成为了交通拥堵总体差异的来源。

## 六、结论与政策建议

### (一) 结论

本文基于高德大数据平台公布的 2017 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日中国 100 个城市交通拥堵延时指数日报数据,从空间分布、空间集聚、空间差异三个维度考察中国城市交通拥堵的空间格局。研究发现:

1.从空间分布角度看,一方面,中国城市交通拥堵具有典型的空间异质性,在总体上,东部地区城市交通拥堵的程度较低,100个城市交通拥堵水平排名较低的10个城市有泰州、南通、伊犁、盐城、芜湖、乌鲁木齐、镇江、湖州、常州、无锡。西南地区交通拥堵的程度较高,其中贵阳、成都、绵阳、南充、昆明、重庆等城市的交通拥堵指数的均值为1.707,远远高于全部城市交通拥堵均值的1.617。另一方面,从全国范围看交通拥堵具有空间集聚特征。交通拥堵严重的城市贵阳、成都、绵阳、南充、昆明、重庆主要集中在四川盆地、云贵高原地区。交通拥堵水平较低的泰州、南通、常州、苏州、无锡、金华、宁波、绍兴、嘉兴、湖州、漳州、厦门、福州、泉州、芜湖、滁州等城市在东部地区产生集聚。

2.从空间集聚维度看,城市交通拥堵的Moran's I的估计值均为正值,且通过1%的显著性水平检验,可以看出中国城市交通拥堵存在着显著的空间依赖和空间集聚特征。在地理距离权重下,大部分城市位于第一(H-H)、第三(L-L)象限,进一步表明城市交通拥堵在空间上存在高度的集聚特征,即地理近邻效应对交通拥堵有显著的影响。具体而言,位于HH位置的城市主要位于四川盆地和云贵等地区,这是因为这些地区的地形主要是以崎岖的山地和高原为主,交通供给不足,再加之这些城市交通需求量较大,因此交通拥堵较为严重;位于LL位置的城市主要位于长三角地区,城市间经济的空间关联程度密切,交通一体化程度较高。

3.从空间差异角度看,样本考察期内城市交通拥堵的总体差异呈波动式上升趋势,说明中国城市交通拥堵的总体差异逐渐扩大。东中西三大地区内部交通拥堵的差异在波动中均呈上升态势。区域间基尼系数排名依次是东西、东中、中西,说明东部地区的交通拥堵水平与中部和西部具有较大的差异,区域内差异是导致交通拥堵差异的主要来源。

## (二) 政策建议

1.交通拥堵的空间差异特征为交通拥堵的分区域治理提供了思路,因此在制定交通拥堵治理政策过程中,要充分考虑到各地区交通拥堵的现实情况,因地制宜的制定治理交通拥堵的政策。交通需求量大是东部地区交通拥堵的主要原因,因此,对于东部地区内部交通拥堵严重的城市要适当控制城市规模的继续扩大,发展小城市和卫星城,注重疏解大规模城市的部分功能。随着中西部地区经济的发展以及人民生活水平的提高,西部地区汽车保有量不断上升,与此同时城市交通管理技术和管理能力却滞后于交通需求,导致西部地区严重的交通拥堵问题,因此在治理交通拥堵的过程中要进一步加强交通管理能力,同时不断增加路网密度建设。

2.交通拥堵的区域内差异是总体差异的主要来源,因此,缩小区域内交通拥堵的差异对治理交通拥堵问题具有重要的意义。交通拥堵程度较高的城市应注重吸收交通拥堵较低城市的城市管理技术和交通管理经验,注重加强区域内各城市治理方面的交流与合作,学习交通拥堵程度较低地区先进的治理拥堵经验,将交通管理技术转移到交通拥堵严重的城市,降低这些城市的交通拥堵程度,提高交通效率和通达性,从而缩小区域内城市交通拥堵的差异。区域内交通拥堵存在较大差异,区域内快速、便捷的城市交通运输体系是区域协同发展的基础,因此要注重增加区域内路网密度建设,着力建成汽车、飞机、高铁立体化的交通一体化网络,同时要着力减少无效交通流量,提高城市交通效率以及城市的可持续发展能力。

3.中国城市交通拥堵展现出显著的空间集聚特征,为交通拥堵的集中连片治理提供了思路。要充分发挥城市空间聚集所带来要素流动便捷、节约交易的时间成本的优势,又要避免由于过度集聚带来的交通拥堵问题,做到趋利避害、扬长避短。中国城市交通拥堵的空间集聚表明,经济发展水平较低的地区形成HH集聚模式,这说明交通运输的发展与城市经济发展存在“两张皮”的脱节问题,因此促进交通与经济的协调发展才是实现城市可持续发展的必由之路。

4.交通与经济发展不协调需要通过综合治理振兴交通业,着力提高交通供给,增加地铁、轻轨、修建多车道等,提高交通供给;增加城市支路网建设缓解城市主干道的交通拥堵,形成功能完备的城市路网结构,从而使交通适应经济发展的脚步。治理交通拥堵的过程中,要把优化城市空间布局作为城市交通拥堵的主要手

段,世界多个城市的实践证明,“环形+放射状”的城市交通规划思路是治理交通拥堵较为有效的措施之一。城市规划中要注重在产业集群周围规划与居民小区配套的基础设施和休闲娱乐场所,有利于缩短工作地点和工作、学习、休闲等地点的距离,实现城市的职住平衡。

#### 参考文献:

- [1]谢旭轩,张世秋,易如,等.北京市交通拥堵的社会成本分析[J].中国人口·资源与环境,2011,21(1):28-32.
- [2]吴康,方创琳,赵渺希.京津城际高速铁路影响下的跨城流动空间特征[J].地理学报,2013,68(2):159-174.
- [3]王家庭,赵一帆.我国城市交通拥堵水平测度:基于35个大中城市的实证研究[J].学习与实践,2016(6):19-27.
- [4]马丽梅,刘生龙,张晓.能源结构、交通模式与雾霾污染——基于空间计量模型的研究[J].财贸经济,2016,37(1):147-160.
- [5]刘铁军,邱大庆,孙娟.城市交通拥堵与空气污染相关度的初步研究[J].中国人口·资源与环境,2017,7(S2):58-60.
- [6]古杰,周素红,闫小培,等.居民日常出行时空集聚视角下的城市交通拥堵形成机制研究——以广州为例[J].地理科学,2012,32(8):921-927.
- [7]梁林林.基于数据挖掘的城市快速路拥堵关联特征分析——以上海市为例[J].交通与运输(学术版),2014(1):26-30.
- [8]谢旭轩,张世秋,易如,等.北京市交通拥堵的社会成本分析[J].中国人口·资源与环境,2011,21(1):28-32.
- [9]柯善咨,郑腾飞.中国城市车辆密度、劳动生产率与拥堵成本研究[J].中国软科学,2015(3):65-79.
- [10]汪立鑫,刘昕,敖传龙.交通拥挤成本的测算与拥挤税设计:以上海为例[J].上海经济研究,2016(11):102-112.
- [11]王振坡,朱丹,王丽艳,等.时间价值视角下城市居民交通拥堵成本群体异质性及降低机制研究——以天津市为例[J].城市发展研究,2017,24(9):22-28.
- [12]郑思齐,徐杨菲,张晓楠,等.“职住平衡指数”的构建与空间差异性研究:以北京市为例[J].清华大学学报(自然科学版),2015(4):475-483.
- [13]王振坡,奚奇,王丽艳,等.城市职住空间匹配特征及其影响因素研究——以天津市为例[J].城市发展研究,2017,24(8):23-28.
- [14]周建高.降低居住密度与治理城市拥堵的关联度[J].改革,2016(4):64-73.
- [15]王德利,杨青山.北京城区交通便捷性空间分异特征及问题分析[J].经济地理,2012(10):49-55.
- [16]赵鹏军,万海荣.我国大城市交通拥堵特征与国际治理经验借鉴探讨[J].世界地理研究,2016(5):48-57.
- [17]DAGUM C. Decomposition and interpretation of gini and the generalized entropy inequality measures[J]. Statistica-Bologna,1997,57:295-308.

## Spatial Pattern of Traffic Congestion in 100 China Cities: An Analysis Based on AMAP Traffic Congestion Data

WANG Huitong<sup>1</sup>, LIU Chuanming<sup>2</sup>

- (1. Institute of Finance and Economics Research, Central University of Finance and Economics, Beijing 100081, China;  
2. School of Economics, Central University of Finance and Economics, Beijing 102206, China)

**Abstract:** With the rapid development of urbanization, urban traffic congestion is becoming increasingly serious, and how to effectively alleviate urban traffic congestion has become a hot topic in many disciplines such as urban geography and urban economics. Studying the spatial pattern of urban traffic congestion is the basis and one of the important ways to effectively alleviate urban traffic congestion. Based on the daily data of urban traffic congestion delay index published by AMAP data platform from January 1, 2017 to December 31, 2017, this study examines the spatial pattern of traffic congestion in 100 China cities from the three aspects of spatial distribution, spatial agglomeration and spatial difference. It is found that the cities with lower traffic congestion level mainly distribute in