

# 基于道路交通指数大数据的上海市主城区交通拥堵特征研究

## Analysis on Traffic Congestion of Shanghai Central City Based on Road Transportation Index Big Data

邹伟

文章编号1673-8985 (2017) 02-0076-06 中图分类号TU981 文献标识码A

**摘要** 采用道路交通指数大数据,从全局均值、均值时间分布、层次聚类及区域空间等相关角度对上海市主城区的交通拥堵状况进行了系列特征分析。上海市主城区各个区域的交通拥堵主要表现为“畅通”及“较畅通”状态,少数呈现“拥挤”状态;在工作日存在“早晚高峰”的双峰现象,休息日则呈现长时单峰特点;位于外环边及沿江等区域则呈现较弱的相关关系,表明这些区域的交通网络有待改善及提升,或者表现出独特的交通出行模式。提出了上海市主城区交通拥堵特征及其可能形成原因,助力于上海市新一轮总体规划。

**Abstract** From the point of global mean, mean time distribution, hierarchical clustering and regional spatial correlation, this research uses big data to analyze condition of traffic jams in downtown Shanghai. The results show that most of the 68 areas in downtown Shanghai are unblocked or some and few areas are under crowded condition. The traffic in downtown has a phenomenon of bimodal distribution in workdays, while in weekends there is a longstanding unimodal distribution. In addition, some areas beside the outer ring or along the river have different features. It shows that the transportation network remains to be improving. This research gives suggestions on traffic jams and provides references for Shanghai Master Plan (2015—2040).

**关键词** 交通拥堵 | 道路交通指数 | 大数据 | 层次聚类 | 皮尔逊相关

**Keywords** Traffic congestion | Road transportation index | Big data | Hierarchical clustering | Pearson correlation

随着上海市道路网络的快速发展,其道路状况及通达性得到了很好的改善,而当前机动车保有量的快速增长,导致交通规划无法有效解决交通拥堵问题。为便于了解城市交通拥堵现状,辅助交通规划和建设方案编制工作,国内外相继提出了多种交通拥堵评价指标:国外基于路段速度、道路交通密度、交通量和出行时间等方面计算了交通拥堵评价指标<sup>[1-2]</sup>;国内基于拥堵里程比例、出行时间比和综合评价等几种计算方法,在北京<sup>[3-4]</sup>、广州<sup>[5]</sup>、深圳、武汉及杭州等地开展了交通运行评价指标监测,而上海市则于2002年首次提出道路交通指数(RTI)<sup>[6]</sup>。鉴于交通运行评价指标的广泛使用,大数据在城市交通中的应用思路中<sup>[7-10]</sup>也同步推进,而交通指数大数据方面的实际应用及研究则更为深入:深圳市城市交通规划设计研究

中心<sup>[11]</sup>、北京交通发展研究中心<sup>[12]</sup>等研究机构,以及百度、高德<sup>[13]</sup>等商业公司陆续提供交通大数据应用成果及服务,助力于交通规划及管理工作。为宏观识别上海市主城区交通拥堵特征,研究从全局均值、均值时间分布及区域空间相关等角度使用道路交通指数大数据进行数据挖掘、数据分析工作,探索主城区交通运行的通行规律、异常特征及其形成原因。

### 1 研究区与数据

道路交通指数是以一定范围内各个路段实时采集的平均车速为基本参数,按不同等级道路设施要素和通行能力,加权集成并经过标准化后计算生成的。该指数反应了一定范围内道路的平均车速和人们对道路交通拥堵程度的感受,其数值介于0—100之间,数值越大,表明道路交

#### 作者简介

邹伟

上海市城市规划设计研究院 信息服务中心  
助理工程师,硕士

表1 交通拥堵指数划分阈值区间

等级	畅通	较畅通	拥挤	堵塞
指数区间	[0,30)	[30,50)	[50,70)	[70,100]

资料来源:作者自制。

通越拥堵,数值越小,表明交通越畅通<sup>[14]</sup>。通过对历史数据统计分析、出行调查和现场验证,分类归纳出人们对快速路、地面道路交通拥堵的习惯感受程度,将交通拥堵指数划分为“畅通”、“较畅通”、“拥挤”和“堵塞”4种拥堵程度等级<sup>[14]</sup>,以便于更直观地表明交通拥堵状况(表1)。

依据上海市交通委网站及相关文件给定的上海市主城区道路交通指数区域分布图,本研究采用栅格矢量化手段,确定了该研究的区域范围(图1),共计68个区域,并逐一标定了各区域名称。

研究所使用的道路交通指数数据,按10 min间隔同时计算获取68个区域的数值,累计数据统计总时间超过8个月,数据总量逾300多万条。基于该数据的空间分布及时间周期的特点,构建简洁合理的分析方法,可以快速有效地实现上海市主城区交通拥堵宏观特征的挖掘与解析。

## 2 研究方法

上海市主城区内交通出行存在工作日(周一至周五)及休息日(周六、周日)的差异特点,研究特以工作日和休息日作为两大对照类别,开展上海市主城区数据处理工作。借助SQL查询语言、GIS软件等,研究获得了68个区域的动态分布均值,并在此基础上开展了4项上海市主城区交通拥堵宏观特征分析。

(1) 全局均值分析:划分工作日、休息日两类,汇总统计68个区域的全局平均值,并落点出图;

(2) 均值时间分布分析:划分工作日、休息日两类,按照10 min间隔、全天共计24 h的要求,分类汇总68个区域的动态变化数值,以时间、区域为轴,使用渐变色块进行展现;

(3) 综合工作日及休息日交通拥堵指数的均值、“畅通”时长、“较畅通”时长、首次达到“较畅通”时间点及首次达到“拥挤”时间点等10个数值作为各区域的交通拥堵特征,采用层次聚类方法,划分68个区域的交通拥堵

特征类别;

(4) 均值时间分布分析:基于68个区域的动态变化数值,采用皮尔逊相关方法,计算各个区域的全局相关系数及邻接相关系数,以渐变颜色及粗细线条表现相关性强弱。

## 3 主城区交通拥堵特征分析

### 3.1 全局均值分析结果

依据道路交通指数数据,研究分别计算工作日和休息日的上海市主城区68个区域全局平均值,并根据给定的交通拥堵指数划分阈值区间进行颜色标定(图2-图3)。

就工作日计算结果而言,全时段主城区的交通拥堵总体表现为“畅通”及“较畅通”状态,少数区域表现为“拥挤”状态。其交通拥堵空间分布存在以下特征:(1) 交通拥堵整体以东西高架与南北高架的交点为中心向四周减缓,缓解程度存在方向性差异;(2) 浦西大部分区域呈现“较畅通”状态,以静安寺、瑞金医院、五官科医院、新天地等区域为甚,而浦东均呈现“畅通”状态,交通拥堵情况优于浦西;(3) 浦西“较畅通”状态区域呈现“东西连片”的分布特点,从西面的龙柏、漕河泾等区域向东延续至黄浦江旁的杨树浦等区域,而“畅通”与“较畅通”区域在南北方向上呈现交错的特点。从交通拥堵区域分布比例来看,“畅通”状态的区域分布数量最多,占总数的56%,位于浦西的外环内边上、黄浦江边以及浦东全部区域;“较畅通”状态的区域分布数量位居次席,占总数的38%,位于浦西的中环内及中环边的区域,涉及漕河泾、古北、曹家渡、人民广场、同济大学等26个区域;“拥挤”状态区域数量较少,占总数的6%,主要位于内环内,为新天地、五官科医院、瑞金医院、静安寺等4个区域。

就休息日计算结果而言,全时段主城区交通拥堵总体表现为“畅通”状态,较少区域表现为“较畅通”状态,而仅有瑞金医院区域处

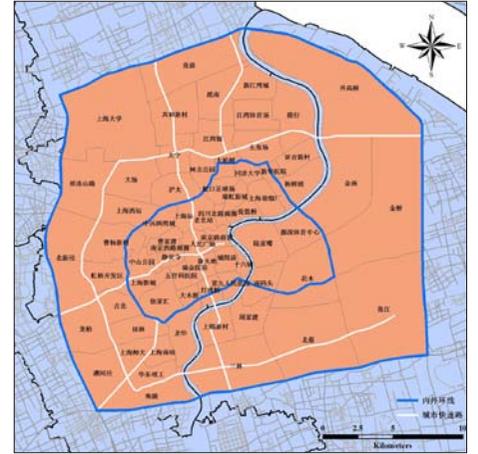


图1 上海市主城区道路交通指数数据区域分布  
资料来源:作者自绘。

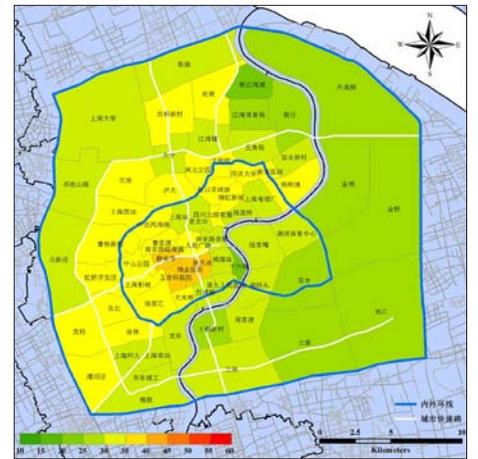


图2 工作日各区域道路交通指数均值分布  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

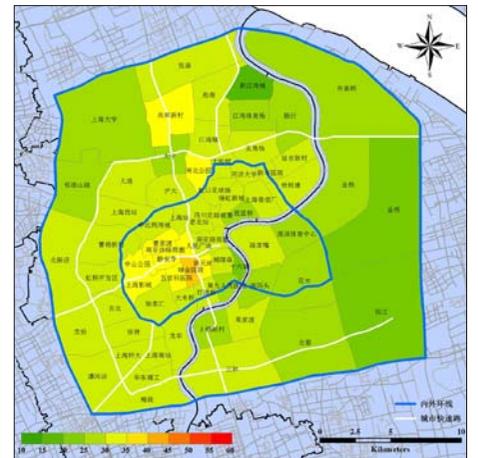


图3 休息日各区域道路交通指数均值分布  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

于“拥挤”状态。从空间分布来看,交通拥堵依然呈现以东西高架和南北高架的交点为中心向四周减缓的特征,同时也表现出拥堵状况在东

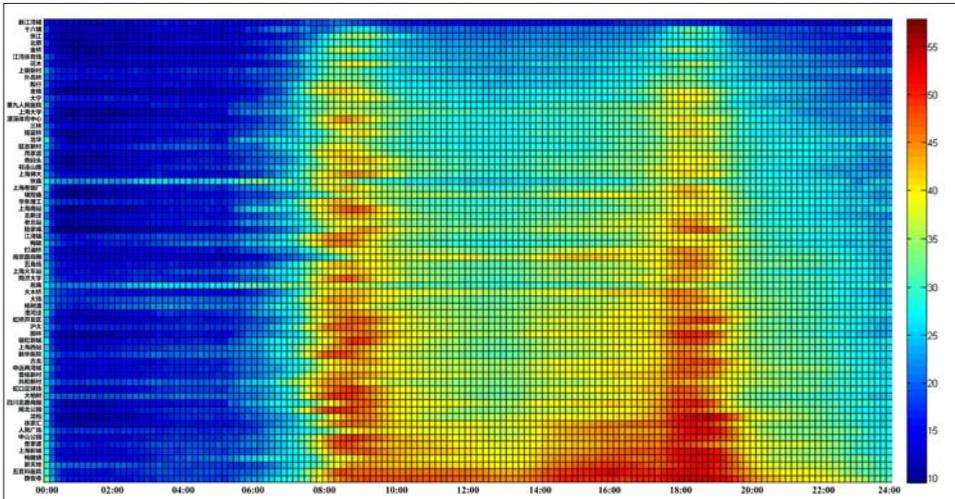


图4 工作日各区域的交通拥堵变化趋势分布结果  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

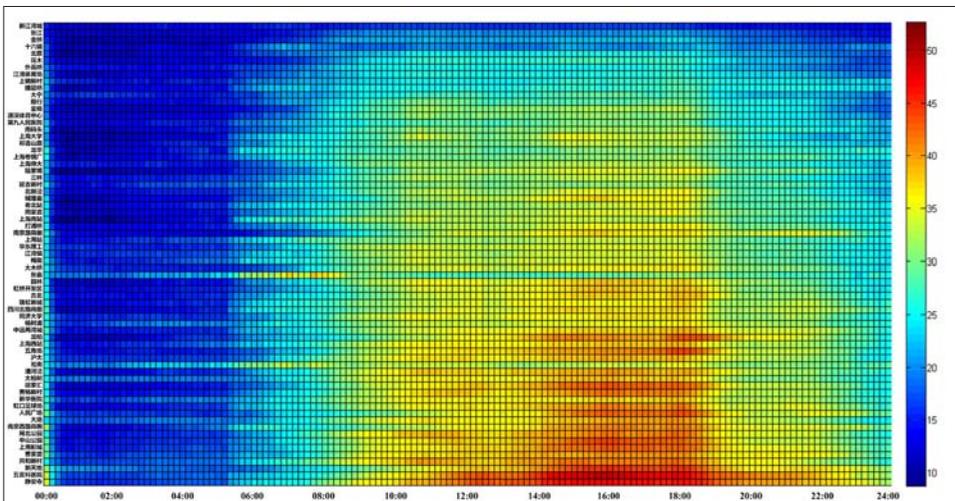


图5 休息日各区域的交通拥堵变化趋势分布结果  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

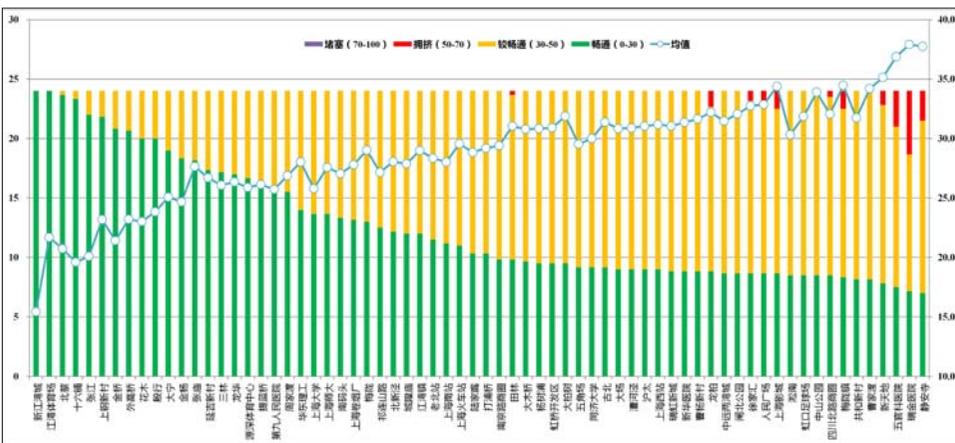


图6 工作日各区域的畅通、较畅通、拥挤和堵塞等时长汇总  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

西方向高于南北方向、浦东优于浦西等情况。从交通拥堵区域分布比例来看,“畅通”状态的区域数量占研究区域的大多数,占总数的86%,位于主城区大部分区域;“较畅通”状态的区域数量较少,占总数的13%,主要位于内环内及部分中环边上,具体为共和新村、闸北公园、新天地、南京西路商圈、曹家渡、五官科医院、上海影城、静安寺、中山公园等9个区域;“拥挤”状态区域则为瑞金医院区域,占总数的1%。

综合工作日及休息日分析结果可知,两者均存在“以东高架和南北高架的交点为中心向四周减缓”、“拥堵状况东西方向高于南北方向”、“浦东优于浦西”3个特征。此外,从两者对比来看,工作日交通拥堵状况也表现出高于休息日的状况,并呈现显著的空间分布特点。

### 3.2 均值时间分布分析结果

研究采用SQL查询及统计工具,按照工作日和休息日区分,以10 min为间隔,分类汇总上海市主城区68个区域的交通拥堵变化趋势数值,计算获得工作日交通拥堵变化趋势结果(图4)和休息日交通拥堵变化趋势结果(图5)。此外,为提高交通拥堵变化趋势分布结果的可视性,研究以5为间隔对交通拥堵指数数值进行加密,区分差异。

依据交通拥堵指数划分阈值区间(表1),研究对上海市主城区68个区域的畅通、较畅通、拥挤和堵塞等4种交通拥堵状态的时长进行分类汇总,以畅通时长高低排序获得工作日及休息日的4种交通拥堵状态时长分布汇总情况(图6-图7);同时交通拥堵状态的关键时间点是交通状况研究的重要特征,研究对上海市主城区68个区域的“首次达到‘较畅通’时间点”及“首次达到‘拥挤’时间点”提取排序,生成工作日及休息日的交通拥堵状态关键时间点分布情况(图8-图9)。

就工作日交通拥堵变化趋势分布而言,从总体结果看,工作日交通拥堵状况存在显著的双峰现象(即早高峰及晚高峰)。其中,早高峰(交通拥堵指数数值大于40)总体在8:00左右开始,在8:40左右达到早高峰的峰值,在9:50左

右结束,整体持续近2 h;晚高峰(交通拥堵指数数值大于40)总体则在17:20左右开始,在18:30左右达到晚高峰的峰值,而在19:40左右结束,整体持续近2.5 h。相较于交通拥堵时长和数值分布,早高峰比晚高峰更加集中,表明早间出行时间固定、交通拥堵程度显著,而晚间出行相对错峰,拥堵时间跨度更大、更分散。

从具体区域统计数值分布来看,张庙、淞南两个区域远早于其余区域进入交通“较畅通”状态,表明这两块区域的交通出行早于其余区域;而静安寺、五官科医院等区域则不存在双峰现象,在早晚高峰间交通拥堵状况一直呈现“较畅通”乃至“拥堵”的情况,该区域位于南北高架及东西高架的交错处,交通拥堵情况可见一斑。

就休息日交通拥堵变化趋势分布而言,从总体分布来看,休息日交通拥堵状况从上午10:00左右开始数值平稳上升,持续到16:00至18:00左右达到峰值,并稳定下降,为单峰数值变化,其中部分区域一直处在“畅通”状态下,表明非工作日期间,在没有明确的上下班时间约束下,上海市主城区交通出行呈现平稳运行状态。

从具体区域统计数值分布来看,张庙、淞南等两个区域依然呈现远早于其他区域的高峰数值,需特殊关注这些区域的交通出行状况变化;而静安寺、五官科医院等区域呈现持续的“较畅通”状态,核心区域的交通出行状况有待改善。

综合工作日和休息日的交通拥堵变化趋势分布,因工作日相对固定的上下班时间,导致工作日呈现“早高峰”和“晚高峰”的双峰现象,而休息日则没有此特点;对此,工作日的交通拥堵指数高值在时间上均较早出现,而休息日的高值则持续较晚,在个别区域延续至22:00左右。此外,工作日和休息日的变化趋势分布中,张庙、淞南均表现出较早的交通拥堵指数高峰,这一方面值得详细关注。

### 3.3 层次聚类分析结果

研究选取工作日及休息日交通拥堵指数的均值、“畅通”时长、“较畅通”时长、首次达到

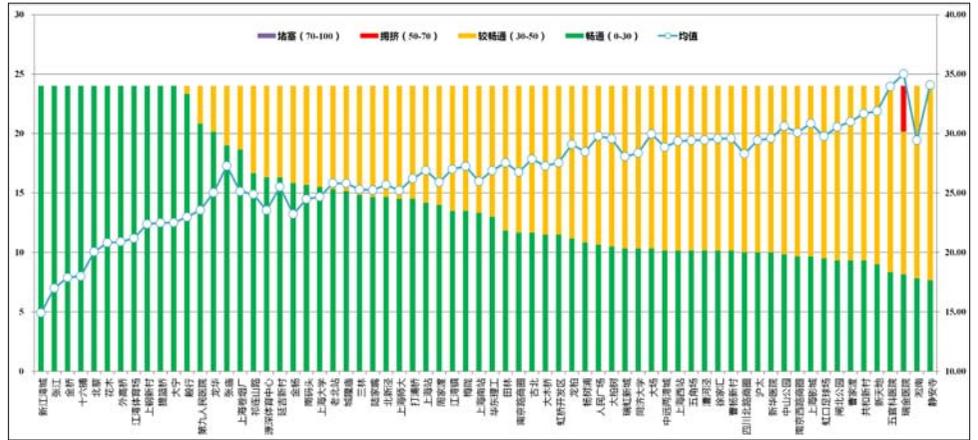


图7 休息日各区域的畅通、较畅通、拥挤和堵塞等时长汇总表  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

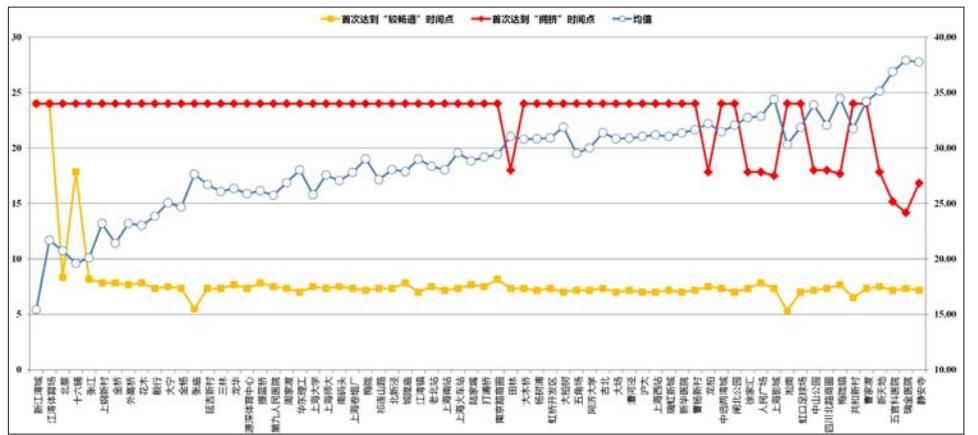


图8 工作日各区域首次达到“较畅通”及首次达到“拥挤”状态时间点分布  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

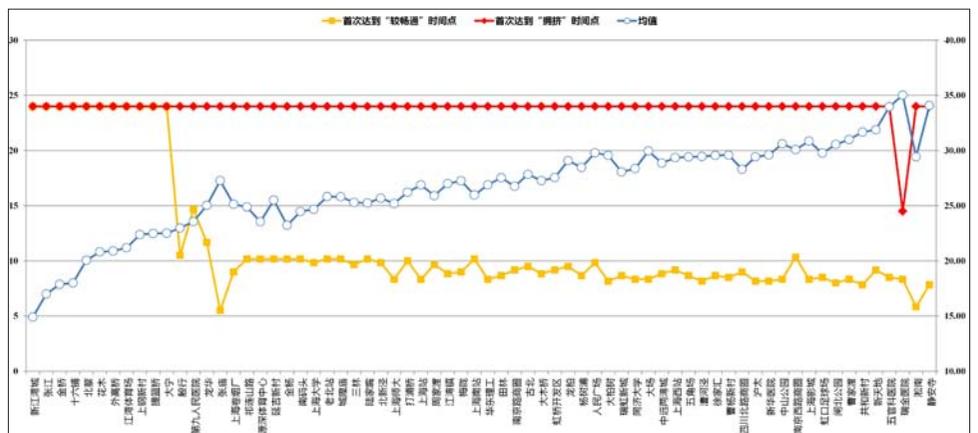


图9 休息日各区域首次达到“较畅通”及首次达到“拥挤”状态时间点分布  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

“较畅通”时间点及首次达到“拥挤”时间点等10个数值作为各区域的交通拥堵特征,采用层次聚类方法<sup>[15]</sup>,计算上海市主城区68个区域

的交通拥堵特征距离并分层聚类(图10)。此外,为进一步对68个区域区别分类,同时确保“类内差异最小、类间差异最大”的原则,将68个区

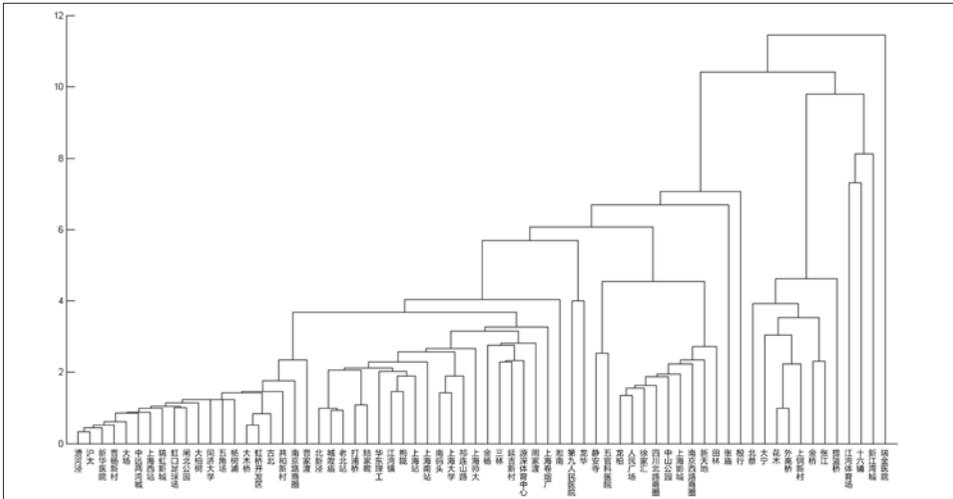


图10 各区域交通拥堵特征层次聚类结果  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

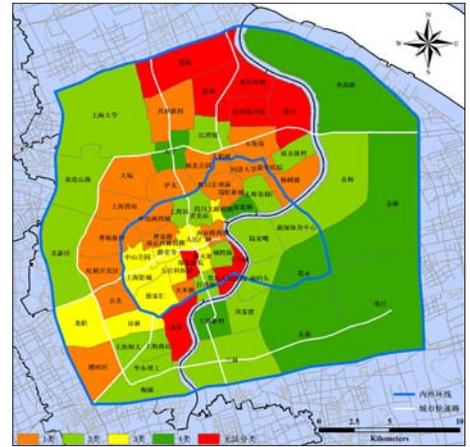


图11 各区域交通拥堵特征分类分布结果  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

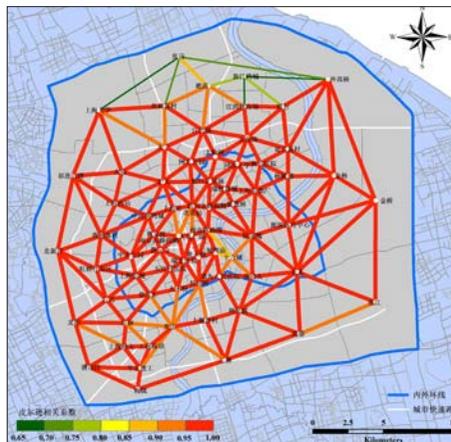
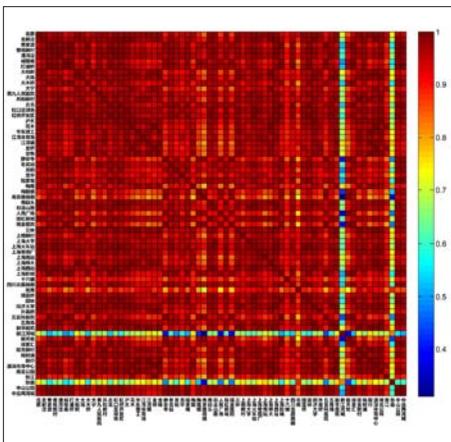


图12 工作日各区域交通拥堵相关关系 (分别基于全局关系、邻接关系)  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

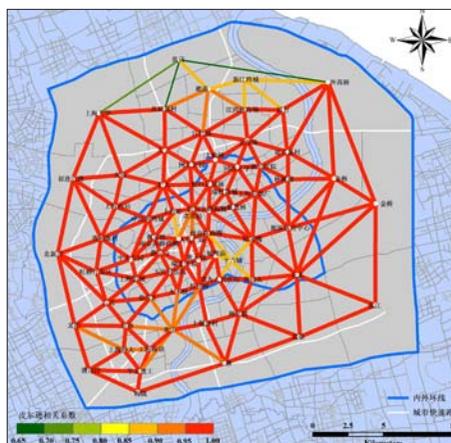
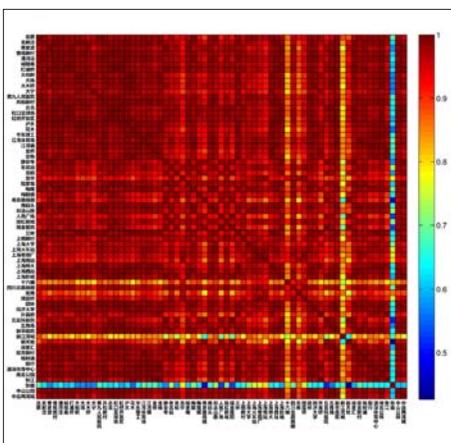


图13 休息日各区域交通拥堵相关关系 (分别基于全局关系、邻接关系)  
资料来源:基于作者研究成果绘制。

域分成5大类 (图11)。

就交通拥堵特征分类结果来看, 1类区域

主要分布在内环及中环节的西部和南部, 具有联结成片的特点; 2类区域主要分布在中外环间

西北部及黄浦江东岸、南岸的沿江区域; 3类区域则主要分布在延安高架附近; 4类区域则主要分布在浦东外环线附近。该4类区域交通拥堵特征总体呈现“‘西南—东北’走向连片分布”、“沿江西岸异类”的分布特点。而“无法分类”类型区域主要聚集在黄浦江西岸的中部及北部区域, 尤其是北部区域聚集显著。

结合层次聚类结果 (图10), 1类、2类、3类、4类区域间的累加聚类程度差异度逐步增加, 即1类、2类的聚类差异小于与3类、4类间的聚类差异, 说明浦西中环线北部及西部所涉及区域交通拥堵较为均质, 相互间差异性较小, 而其他主干快速路周边的差异性较大, 尤其在环内东西高架与南北高架交叉区域更加明显。

综合主城区68个区域交通拥堵特征层次聚类结果及分布区域可知, 同类区域呈条带分布, 浦西中环周边区域交通特征较为相近; 而黄浦江西沿岸区域特征差异性显著, 较难划分类别, 其交通管理与建设尚需改善。

### 3.4 空间相关性分析结果

基于交通拥堵指数数据的一致性 & 交通网络的通达性, 研究采用皮尔逊相关方法<sup>[6]</sup>对基于全局及邻接的68个区域分别计算相关系数, 表征68个区域与其他区域的关联程度, 并采用颜色及线条粗细直观表现数值大小 (图12-图13)。

就工作日主城区交通拥堵相关而言, 从全局关系来看, 大部分区域相互间关联性很强, 交

通网络连接性很强,说明上海市主城区内交通网络间的连通性及通畅性优异,不同区域的交通疏导流畅;而新江湾城和张庙区域则显著异于其他区域,该两区域与其他区域的相关关系差别很大,交通拥堵状况存在较大的差异。此外,从邻接关系来看,龙华、十六铺、共和新村、淞南等区域也表现出与周边区域较低的相关关系,表明这些区域与周边区域的交通网络有待改善,其区域内交通通行网络未能达到周边区域水准。

就休息日而言,从全局关系来看,大部分区域依然呈现出很强的全局相关关系,而十六铺、新江湾城、淞南等区域表现出较强的相关关系,张庙区域与其他区域的相关关系表现很低。从邻接关系来看,交通拥堵相关性较差的地点依然在龙华、十六铺、共和新村、淞南、新江湾城等区域。

综合工作日及休息日相关关系分布情况,上海市主城区大部分区域交通拥堵相关关系很强,表明了通达性强的交通网络使整个区域内交通容量饱和,交通运行及分布情况具有一致性;而龙华、十六铺、共和新村、淞南、新江湾城、张庙等区域则与其他区域的相关关系一般甚至较弱,这些区域位于交通网络的边缘或沿江区域,其处在交通运行的起始或终止区域或阻塞区域,无法与其他区域形成有效的关联性。

#### 4 结论与讨论

经过多年的规划、建设及调整工作,上海市主城区交通网络已日趋成熟,在全局均值的分布情况中可以表明这一点:主城区各个区域的交通拥堵大部分处在“畅通”及“较畅通”状态,少数区域处在“拥挤”状态;同时,鉴于城市建设的先后顺序,完善的交通规划方案促使浦东的交通通畅程度表现优于浦西。

基于大城市的工作时间属性特征,上海市主城区交通拥堵状态在工作日同样呈现出早晚高峰的双峰现象,早高峰的拥堵表现较为集中,而晚高峰则存在错峰出行,持续时间高于早高峰;休息日则呈现长时单峰特点,个别区域交通拥堵持续至22:00消退。此外,宝山地区的张庙、淞南等区域则表现出异于其他区域的峰值特点,该两区域较早进入早高峰状态,可能源于提

前出行等因素。

此外,大部分区域表现出很强的交通相关性,表征了主城区交通网络的良好通达性,而位于外环边及沿江等区域则呈现较弱的相关关系,表明这些区域的交通网络有待改善及提升,或者表现出不一样的交通出行模式。

最后,研究从全局均值、均值时间分布及区域空间相关等角度对上海市主城区的交通拥堵状况进行了系列特征分析,讨论并总结了主城区68个区域的交通拥堵特点与差异,并提出了上海市主城区交通拥堵特征及其可能形成原因,助力于上海市新一轮总体规划。此外,对于主城区交通拥堵的微观表现尚在研究中,将结合多种数据源,采取更加丰富的方法及手段,提取各个区域的交通拥堵特征,以此辅助交通规划方案,改变上海市主城区交通拥堵现状。

(注:本文数据来源于上海“SODA”开放数据创新应用大赛,经授权使用。)

#### 参考文献 References

- [1] INRIX National Traffic Scorecard. INRIX Index Methodology[EB/OL]. (2015-12-20)[2016-03-15]. <http://scorecard.inrix.com/scorecard>.
- [2] Texas Transportation Institute. Urban mobility report[R]. 2001.
- [3] 北京交通委员会. 国外交通拥堵定义指标简介[EB/OL]. (2012-12-28)[2016-03-16]. [http://www.bjjtw.gov.cn/gzdt/yjzl/201212/20121228\\_70291.htm](http://www.bjjtw.gov.cn/gzdt/yjzl/201212/20121228_70291.htm). Beijing Municipal Commission of Transportation. Introduction to definition of traffic congestion in foreign countries[EB/OL]. (2012-12-28) [2016-03-16]. [http://www.bjjtw.gov.cn/gzdt/yjzl/201212/20121228\\_70291.htm](http://www.bjjtw.gov.cn/gzdt/yjzl/201212/20121228_70291.htm).
- [4] 北京市质量技术监督局. 城市道路交通运行评价指标体系[R]. 2011. Beijing Municipal Bureau of Quality and Technical Supervision. Evaluation index system of urban road traffic operation[R]. 2011.
- [5] 广州市质量技术监督局. 城市道路交通运行评价指标体系(征求意见稿)[R]. 2012. Administration of Quality and Technology Supervision of Guangzhou Municipality. Evaluation index system of urban road traffic operation (draft for comments)[R]. 2012.
- [6] 魏正明. 上海推出交通指数评价运行质量[J]. 上海环境科学, 2002(9):556. WEI Zhengming. Shanghai launched traffic index quality[J]. Shanghai Environmental Sciences, 2002(9): 556.
- [7] 牛强. 城市规划大数据的空间化及利用之道[J]. 上海城市规划, 2014(5):35-38. NIU Qiang. The spatialization of urban planning big data and its using methods[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2014(5):35-38.
- [8] 赵鹏军, 李锐. 大数据方法对于缓解城市交通拥堵的作用的理论分析[J]. 现代城市研究, 2014(10):25-30. ZHAO Pengjun, LI Kai. A theoretical analysis for the applications of big-data methods for traffic congestion relief[J]. Modern Urban Research, 2014(10):25-30.
- [9] 杨东援, 段征宇. 大数据背景下的城市交通理论变革[J]. 城市规划学刊, 2015(4):120. YANG Dongyuan, DUAN Zhenyu. Urban transportation theory reform under the background of big data[J]. Urban Planning Forum, 2015(4):120.
- [10] 薛原. 转型时期特大城市总体规划中综合交通规划编制改进方法的研究[J]. 上海城市规划, 2015(3):82-86. XUE Yuan. Research on methodology improvements of transport part in the urban master planning of megacities in China[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2015(3):82-86.
- [11] 林群, 李锋, 关志超. 深圳市城市交通仿真系统建设实践[J]. 城市交通, 2007(5):22-27. LIN Qun, LI Feng, GUAN Zhichao. Practices of constructing the Shenzhen urban transportation simulation system[J]. Urban Transport of China, 2007(5):22-27.
- [12] 北京交通发展研究中心. 北京市道路交通指数研究[R]. 2011. Beijing Transportation Research Center. Study on road traffic index of Beijing[R]. 2011.
- [13] 高德交通. 高德交通第一季度分析报告[R/OL]. 2014[2015-03-04]. <http://trp.autonavi.com/traffic/>. Gaode Transportation. Gaode Transportation First Quarter Analysis Report[R/OL]. 2014[2015-03-04]. <http://trp.autonavi.com/traffic/>.
- [14] 上海市交通委员会. 上海交通出行网[EB/OL]. [2015-12-20]. <http://www.jtcx.sh.cn/zhishu/jiedu.html>. Shanghai Municipal Transportation Commission. Shanghai traffic travel network[EB/OL]. [2015-12-20]. <http://www.jtcx.sh.cn/zhishu/jiedu.html>.
- [15] 孙吉贵, 刘杰, 赵连宇. 聚类算法研究[J]. 软件学报, 2008(1):48-61. SUN Jigui, LIU Jie, ZHAO Lianyu. Research on clustering algorithm[J]. Journal of Software, 2008(1): 48-61.
- [16] 余建英, 何旭宏. 数据统计分析与SPSS应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003. YU Jianying, HE Xuhong. Data statistical analysis and SPSS application [M]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Press, 2003.