

北京市交通出行环境的空间评价

高晓路¹, 季 珏^{1,2}, 张文忠¹

(1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 运用交通出行满意度的调查数据, 对北京市交通出行环境的空间分异状况进行了实证分析, 并对造成空间分异的原因进行了解析。① 空间分析结果表明, 北京市交通出行环境表现出显著的地理空间和社会空间分异。目前北京市交通出行矛盾最严重的几个地区包括前门王府井地区, 亚运村-北苑-天通苑地区, 中关村和回龙观地区, 东长安街以南的双井-劲松-南磨房-王四营乡一带, 西北五环以外的香山-植物园地区, 大兴黄村, 通州区。② 在交通出行行为方面, 北京市居民分化为四个具有明显差异的组群, 他们的空间分布呈现出显著的不均匀性特征。③ 公共交通布局规划对于提升满意度具有明显效果, 其中, 各地 800 m 范围内公共交通站点布局以及公交线路配置的作用尤其显著。在上述结论的基础上, 分析了造成各地区交通出行矛盾的城市空间结构、土地利用规划、交通规划和公共政策方面的主要原因, 提出了改善交通出行环境的对策。

关键词: 空间分异; 城市交通; 满意度; 土地利用规划; 公共交通

中图分类号: F119.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2009)06-0817-08

随着快速的城市化进程和社会生活的急剧变化, 交通出行问题成为社会与经济发展中众多矛盾的焦点。近年来城市交通出行环境的持续恶化严重降低了城市交通服务的效率和城市居民的生活质量^[1]。

处于快速发展时期的北京应该如何着手改善交通出行环境? 土地利用规划, 道路交通规划, 以及相关公共政策对交通出行环境的改善到底能够起到多大的作用? 要想提出切实可行的办法, 必须从空间上对交通出行环境有一个清晰、全面、客观的把握。

20 世纪 90 年代以来, 随着城市规模的迅速扩张, 北京市的城市用地格局和空间结构发生了显著变化, 成为影响交通出行环境的主导因子。与此同时, 居民交通出行行为的社会分异也日渐深刻。特别是逐渐扩大的收入差距使居民家庭发生了明显的分化, 不同的社会经济群体在交通出行方面呈现出很大差异。从城市地理学的视角来说, 交通出行环境的空间评价, 关键是把握交通出行环境在地理空间和社会空间上的分异, 并通过分析其原因探寻解决办法。

多年来, 交通和土地利用的影响作用关系一直

是国内外城市研究关注的重要课题, 已经积累了不少研究成果。例如, 一些学者分析了城市交通对房地产价格、用地强度和住宅区位选择的影响^[2,3]。一些学者从职住关系入手对由于土地利用规划不当带来的交通需求和拥堵的对策进行了分析^[4-12]。近来, 西方学术界更加关注交通、环境、健康和安全的相互作用关系以及信息化社会、老龄化等新的社会经济现象对交通出行需求产生的内在影响^[13-16]; 此外, 提出了不少关于交通出行需求的定量分析模型^[17-19]。研究表明, 城市空间结构和土地利用的类型和强度决定了交通出行的需求, 而交通基础设施的分布又会对各种城市活动的布局产生影响。这些成果为交通出行环境的空间评价提供了理论基础。但是另一方面, 现有研究更多是着眼于城市交通需求的经济学机制, 而关于交通出行环境的空间分异的城市地理学研究相对薄弱。

从研究方法来说, 这个课题并不是特别困难, 国内关于城市交通环境评价的研究成果也为数不少^[20,21]。但是, 由于缺少详细的空间数据, 现有研究中关于城市空间结构和土地利用、居民出行需求等微观尺度的成果较少, 很难表现出城市交通出行环境在地理空间和社会空间上的分异。大多数研

收稿日期: 2009-04-18 修订日期: 2009-09-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40671063); 中科院知识创新工程重要方向性项目(k2cx2-yw-321)。

作者简介: 高晓路(1969-)女, 内蒙古人, 研究员, 博士, 主要研究方向: 城市规划政策, 城市人居环境评价, 土地利用规划, 住房与房地产经济, GIS与空间分析。E-mail: gaox@igsnrr.ac.cn

究成果集中于城市整体交通环境的可持续评价^[22-25], 交通的宏观社会效益分析^[26], 交通系统对城市发展的影响^[27], 或者从土地承载力和环境约束等宏观视角出发的道路交通需求分析等^[28-31]。由于研究尺度比较大, 上述成果主要是对城市或城区交通环境的整体概括和一些宏观尺度的建议, 政策建议一般比较宽泛, 不容易和具体措施联系起来。

为了解决这一问题, 我们以详细的调查数据为基础, 从各个地区和不同类型居民的交通便利满意度入手, 对北京市的微观交通出行环境进行评价和分析, 并提出改善的建议。

1 交通出行满意度调查和数据的初步统计

2005年8月, 我们结合北京市宜居城市评价课题, 对北京市居民开展了关于交通出行满意度的抽样调查。调查范围包括城八区(崇文、宣武、东城、西城、朝阳、海淀、石景山、丰台), 以及大兴、通州、亦庄等新城和回龙观、天通苑等大型经济适用房社区, 按照人口密度进行了分区域布点, 大致按照1/1000的比例进行抽样。以居民小区内随机访谈的方式, 一共发放问卷1万份, 回收有效问卷7647份。

表1 北京市居民对交通出行的满意度评价

Table 1 Residents' satisfaction towards traffic in Beijing

	公交设施 (%)	交通通畅 (%)	通勤 (%)	日常出行 (%)	到市中心 (%)
非常满意	10.83	5.73	6.72	9.02	12.25
比较满意	48.66	27.72	32.94	38.51	35.33
一般	31.19	39.04	42.53	37.95	35.16
比较不满意	7.04	20.79	13.84	11.84	13.59
非常不满意	1.48	6.34	2.92	2.45	3.07
不了解	0.88	0.38	1.05	0.23	0.60

2 各个地区交通出行环境的空间分异分析

为了考察各个地区交通出行环境的空间分异规律, 首先, 通过对居民的交通便利满意度的点分布的空间分析, 探索交通出行环境中最薄弱的地区。其次, 针对每个地区的特点探讨其主要原因, 并提出建议。

考虑到交通通畅性是不满意的比例最高的因素, 所以本研究重点就该项目进行了分析。按照居

民对交通通畅性的评价对空间上的每个点进行了赋值处理。然后, 运用克里格内插法, 得到评价值的概率分布图(图1)。颜色越深的地区, 不满意的概率越大, 也即这些地区的居民对交通通畅性越不满意。

结果显示, 居民对交通通畅满意度最差的地区集中在6个片区, 即位于市中心的前门王府井地区(A); 东长安街以南的双井-劲松-南磨房-王四营乡一带(B); 亚运村、北苑和天通苑地区(C); 中关村和回龙观(D); 西北五环外的香山-植物园地区(E); 大兴黄村(F); 通州区(G)。

交通便捷满意度的调查项目包括五项内容: ①对公交设施的满意程度; ②对交通通畅的满意程度; ③对通勤出行的满意程度; ④对日常生活出行状况的满意程度; ⑤到市中心的便利程度。居民的回答则分为非常满意、比较满意、一般、比较不满意、非常不满意和不了解。同时, 问卷调查中还包含被调查者的主要出行方式、年龄、家庭构成、收入等关于社会经济属性的内容。

在有效问卷中, 13.6%的居民认为交通便捷度是居住选择中最重要的因素, 53.4%将之列为最重要的三个因素之一。这足以证明交通出行环境在社会生活中的重要地位。

表1为5项指标的统计结果。总体而言, 北京市居民对交通通畅的满意度最低, 其次是日常出行、到市中心的便利程度和通勤的便利程度, 在公交设施的利用方面满意度相对较高。其中, 对交通通畅性表示比较不满意和非常不满意的比例高达27.1%, 明显高于其它4个项目。在公交设施方面, 比较满意和非常满意的居民达到59.4%, 加上一共, 超过90%。以上结果客观地反映了交通拥堵的严重程度; 同时, 也反映了近些年来北京市在轨道交通建设、增加公共交通线路、提高服务等方面的成绩, 说明居民对政府在公共交通建设方面的努力是比较认同的。

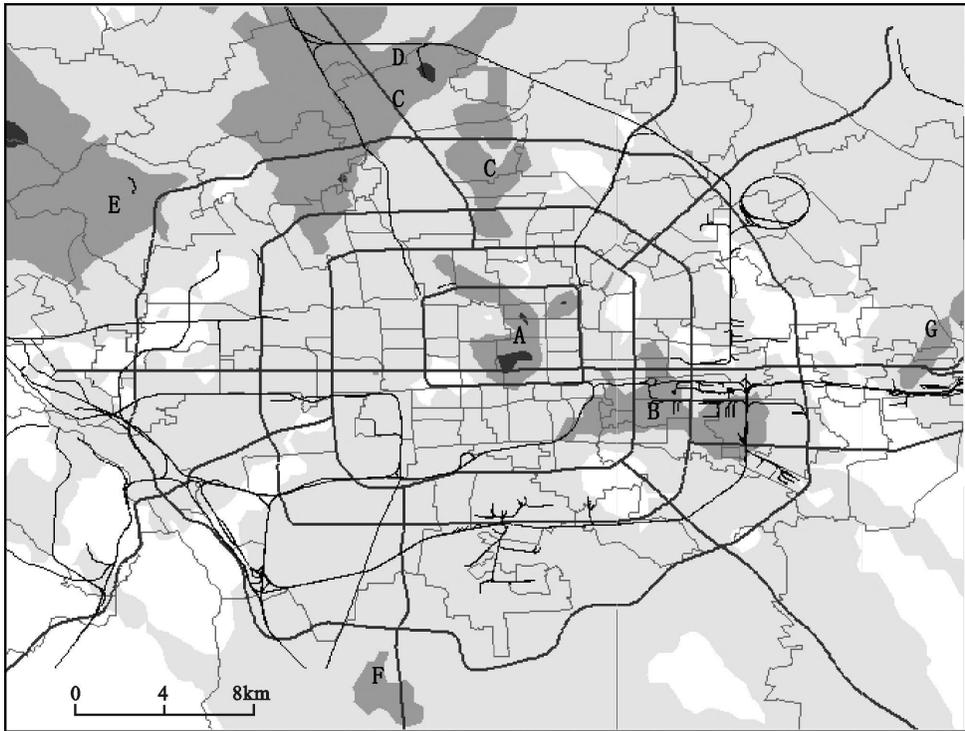


图 1 居民对交通通畅性的满意度评价

Fig 1 Residents' dissatisfaction toward traffic congestions

其中,位于中心商业区的 A 地区不但是市内人流和货流汇集的主要交通节点,也是大量外来客流和货流的集散中心,所以交通不畅通有很多外来的客观原因,适当地增加道路容量,提高交通分流能力,解决公共交通与轨道交通的地下接驳等措施可能会有助于缓解拥堵。

以双井-劲松为中心沿京通线向东伸展的 B 地区是近年来北京市住宅和商业开发最集中的地区之一。其主要特点是铁路网密集,因此绕行比较严重。考虑到该地区人口稠密的状况,应该鼓励公共交通,同时,适当增设一些跨越铁路的南北向交通廊道也将有助于改进交通。

位于北郊的 C(亚运村、北苑、天通苑)和 D(中关村-上地-西三旗-回龙观)是交通拥堵的影响面积最大、问题最突出的地区。究其原因,一是近些年来大量产业集聚,造成很大的局部交通压力。第二,北五环以外快速、大量的房地产开发,使通勤流量大幅增加,给少数干线造成很大压力。其中,回龙观与天通苑地区比较集中地反映了土地利用政策与交通需求的矛盾。在今后的交通规划和建设中,应该注意解决公共交通设施与需求不匹配的问题,促进职住一体化的空间开发模式,从而降低通勤的总成本并有效地减轻交通出行中的不公

平现象。

西北五环以外的 E 地区(香山-植物园)评价较差的主要原因是道路网密度低,系统还不够完善,以及特定时间的集中交通流量所导致的拥堵。F 和 G 地区的评价则体现了大兴和通州卫星城距离市区较远,联系中心城的主要道路比较拥堵的现状。

对每个地区来说,造成交通不畅通的具体原因存在很大差异。在实践中必须对其微观影响因素进行深入分析,解决相应问题并有针对性地提出改善的策略。

3 不同居民组群的交通便捷满意度分析

3.1 居民的多元聚类分析

首先对反映居民社会经济属性的 5 项指标,即主要出行方式,年龄,家庭人口,受教育程度和家庭收入进行了数值化处理(如表 2)。

通过主成分分析,我们将表 2 中的 5 个变量归结为固有值大于 1 的两个主成分因子(表 3)。它们解释了原有 5 项指标的总方差的 60%。固有变量的数值表明,第一主成分与年龄、家庭人口有很强的负相关,与教育程度有很强的正相关,因此可以认为,该因子反映了居民的年青化和知识化的程

表 2 北京市居民交通出行属性的分类

Table 2 Classification of residents' traffic attributes in Beijing

主要出行方式	1: 步行; 2 自行车; 3 公共汽车; 4 轨道交通; 5 通勤班车; 6 小汽车 (包括私家车和单位配车); 7: 出租车
年 龄	20 30岁以下; 30 30~ 40岁; 40 40~ 50岁; 50 50~ 60岁; 60 60岁以上
家庭人口	1: 单身; 2 两口人; 3 三口人; 4 四口人; 5 五口人及以上
受教育程度	1: 初中及以下; 2 高中; 3 大学大专; 4 研究生
家庭收入	0. 1月收入 0. 3万元以下; 0. 3月收入 0. 3~ 0. 5万元; 0. 5月收入 0. 5~ 1万元; 1: 月收入 1~ 1. 5万元; 1. 5月收入 1. 5~ 2万元; 2 月收入 2万元以上

表 3 主成分分析的结果

Table 3 Results of principal component analysis

主成分变量	1年青化、 知识化程度	2富裕程度
固有值	1. 688	1. 324
百分比 (%)	33. 761	26. 482
累计百分比 (%)	33. 761	60. 243
主要出行方式	0. 350	0. 427
年 龄	- 0. 550	0. 356
固有变量 家庭人口	- 0. 401	0. 546
受教育程度	0. 575	0. 154
家庭收入	0. 291	0. 608

度; 第二主成分与主要出行方式、家庭人口、收入这三项指标有很强的正相关, 因此可以认为该因子反映了居民家庭的富裕程度。

接着, 以两个主成分指标为基准对样本进行了聚类分析, 得到分成 4 组的最优划分方式。在 7 647 份问卷中, 属于 I II III IV 各组的居民所占的比例分别为 38. 7%, 19. 6%, 14. 9% 和 26. 8%。根据各组群的属性特征将之归纳为:

第 I 组 (年轻打工族): 以 30 岁以下的年轻人为主; 绝大部分是单身或两口之家; 受过大学或研究生以上教育; 收入差距较大, 但家庭月收入大都在 1 万元以下; 交通出行利用最多的是公共汽车和轨道交通。

第 II 组 (城市平民): 主要是 40 岁以上的人群; 家庭人口以 4. 5 口居多; 绝大部分人受教育程度较低, 在初中及以下和高中文化程度的所有样本中, 他们分别占 3/4 和 1/2。交通出行的最主要手段是步行 (占步行居民的 44%) 和自行车 (占自行车利用者的 36%)。

第 III 组 (高级白领): 以 30~ 40 多岁的已婚居民为主; 大部分人受过研究生以上的良好教育 (约占 3/4); 家庭收入通常超过 1 万元; 出行的主要交通工具是小汽车, 利用通勤班车和出租车的比例很高。

第 IV 组 (工薪阶层): 以 30~ 60 岁之间的工

薪阶层居民为代表; 家庭人口为 3~ 5 人; 教育程度以大学和高中居多; 家庭收入主要在 3 000 元到 10 000 不等; 交通出行方式较为分散, 但乘坐公共交通, 尤其是公共汽车和通勤班车的比例较高。

3.2 各组群居民的交通便捷满意度分析

我们将比较不满意和非常不满意归为 1, 一般与比较满意、非常满意归为 0。从某种意义上说, 不了解显示了居民对交通漠不关心或无可奈何的态度, 为了和其他回答区分开来, 将之赋值为 100。表 4 为各组居民中对交通出行的 5 项指标回答为 1, 0, 100 的比例。

表 4 北京市四组居民的分项目满意度分析

Table 4 Residents of four groups' satisfaction toward sub-item

调查项目	满意度	I 年轻 打工族	II 城市 平民	III 高级 白领	IV 工薪 阶层
		(%)	(%)	(%)	(%)
公交设施	0	91. 6	88. 6	90. 4	90. 9
	1	7. 9	9. 9	8. 3	8. 6
	100	0. 5	1. 5	1. 3	0. 5
道路通畅	0	71. 6	72. 0	74. 1	73. 2
	1	28. 1	27. 0	25. 7	26. 7
	100	0. 3	1. 0	0. 2	0. 1
通勤状况	0	82. 5	80. 6	83. 1	82. 4
	1	16. 8	16. 9	16. 2	16. 8
	100	0. 7	2. 5	0. 7	0. 8
日常出行	0	85. 8	84. 3	85. 0	86. 3
	1	14. 2	15. 2	14. 8	13. 4
	100	0. 0	0. 5	0. 2	0. 3
到市中心	0	83. 8	79. 7	83. 0	83. 4
	1	15. 8	18. 9	16. 7	16. 3
	100	0. 4	1. 4	0. 3	0. 3

首先, 每组居民对交通通畅程度的不满意度都达到 25% ~ 30%, 均明显高于其他调查项目。这说明交通拥堵给生活造成的影响在广大居民中具有相当的普遍性。其次, 从各组居民的比较来看, 第 II 组 (城市平民) 对公交设施、日常生活出行和到

市中心的便利程度的不满率相对较高。其差异在公交设施状况和到市中心的便利程度两项上尤其显著。这从一定程度上显示了该组居民在交通上的弱势地位。此外,在交通通畅程度的不满率上,第 I 组居民略高于其他组居民,第 III 组略低,但差异不是很显著。另外,在第 II 组(城市平民)中,对各项项目回答“不了解”的比例都明显高于其他组居民。这可能是由于他们对交通出行失去信心而做出消极回答。这一结果从另一个侧面反映了城市平民群体的交通弱势地位。

3.3 各组群居民的居住空间分布分析

我们按照街道统计了属于不同组群的样本在被调查者人数中的比例,并按照比例的高低将其表现在地图上(图 2)。颜色越深,表示某一组群的居民的比例越高。从中总结出以下规律:

首先,不同组群的居民在空间分布上呈现明显差异。年轻的打工族较多地居住在东部的 CBD 周边和机场高速路沿线和通州一带,北部的北苑地区,和西部的鲁谷一带。总体来说,四、五环之间(南城三、四环之间)比较多。这与上述地区适合年轻人的房源较多的事实基本相符;城市平民很明显地集中于北五环和南四环以外。其主要原因可能是拆迁安置所造成的,也有一些原有的农村居民点转为城市用地所造成的原因。另外,旧城的中心也还存留了少量城市平民集中的街区;高级白领明显地集中于海淀区,此外,他们居住在在内城中区位较好的二、三环附近和 CBD 的比例也比较高;与其它三个群组相比,工薪阶层的居住地比较分散,空间聚集的特征相对较弱。总体而言,南城中工薪阶层的比例高于北城。

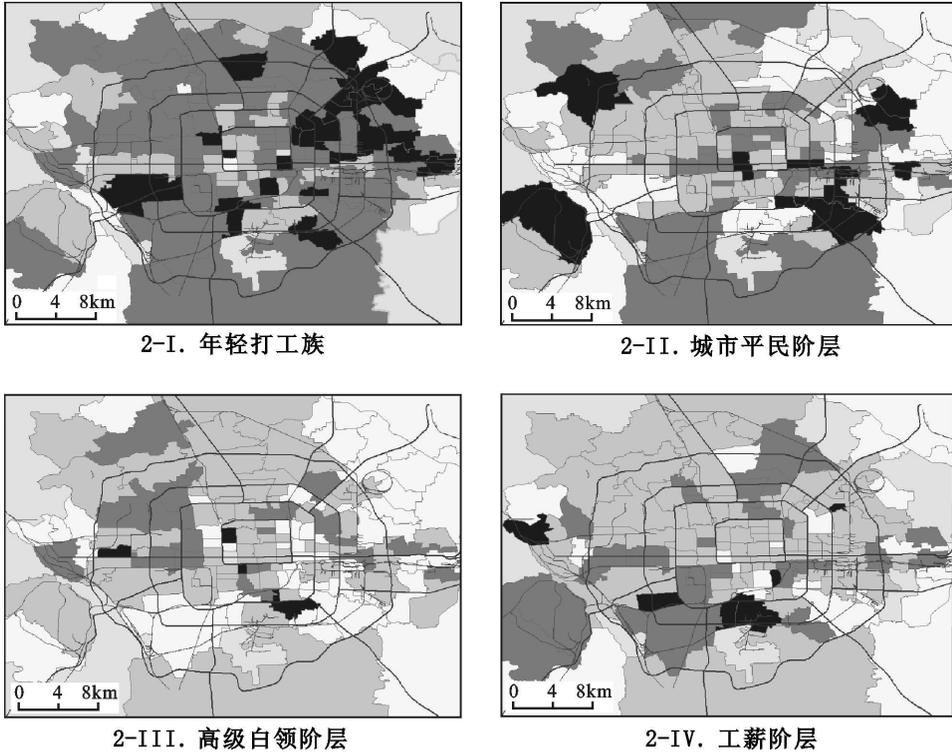


图 2 北京市四个居民组群的空间分布
Fig 2 Spatial distribution of four resident groups

其次,城市平民的居住地明显向五环以外的城市外围集中,这一趋势特别值得关注。由于城市平民的主要出行手段是步行和自行车(占 70%),适当地改善步行和自行车道路系统,增加公共汽车线路可以改善他们的交通出行环境。但是在五环以外的远郊地区,人口自然密度较小,以上措施的实

施所需要的相对成本较高。所以,它们的效果可能十分有限。为了从根本上解决弱势居民群体的交通出行问题,我们建议努力增强这些地区自身的活力,通过增加收入扩大居民的可选择性。为此,道路交通服务的改善需要与社区发展和社会福利政策相结合。

4 造成满意度空间差异的道路交通规划要因分析

为了从道路交通规划上探寻解决问题的有效途径,我们以居民对公交设施的满意度为例,运用空间经济学模型对造成满意度空间差异的规划因素进行了解析。

我们搜集了北京市的公交线路和公交站点的数据库、街道人口密度和企业密度数据、样本点周围 1 km 范围内的道路密度、样本点所在街道的道路拥堵路段数等数据,利用 GIS 加以整合,然后,以居民对于公共交通的满意度为因变量,以各项空间属性和调查对象的社会经济属性为自变量,建立了公共交通满意度的 logistic 回归模型^①。模型中关于公交规划的自变量包括:样本点一定范围内的公交站点个数,公交通达度(即居民通过 1 次公交乘车可以直达的市内主要地点^②的个数),以及距离最近地铁站的距离。

经过模型的筛选,我们发现样本点周围 800 m 范围内的站点数是影响公交满意度的关键因素,这一分析结果表明,800 m 是评判公交站点分布是否合理的一个关键阈值。此外,较好的公交通达度也显著提升了居民对公共交通的满意度。

据此,我们建议市政交通规划时,一方面应着重考虑提升公交站点的 800 m 覆盖率,另一方面是要加强各地与城市主要功能节点的公交联系,以提高公交通达度。

目前,五环以内的大部分地区已经达到服务面积全覆盖,但是仍然存在一些服务盲区。剔除坐落在五环周边城市绿化隔离带以内的老山、将台等地区以后,太平桥、卢沟桥等地区仍然存在一些服务盲区,建议在这些服务空白区域增设公交站点。

运用同样的方法,发现五环内的公交通达度比较好,但在北新桥街道、卢沟桥乡以及西北五环周边的四季青地区存在个别不便的地区。据此,我们建议在通达度较差的地区增设到达市内主要地点的直达公交线路。

5 结 语

以上,我们以详细的居民交通出行满意度调查

数据和城市空间数据为基础,对北京市的微观交通出行环境进行了评价和分析。研究结果揭示了交通出行环境的地理空间和社会空间分异,为提出城市交通环境的改善措施奠定了基础。

1) 通过分析,我们发现北京市居民对交通通畅满意度最差的地区集中在 6 个片区。对每个地区来说,造成交通不畅通的具体原因存在很大差异,而城市空间结构、土地利用规划和交通规划是造成交通出行矛盾的主要原因。在实践中必须针对具体的微观影响因素提出改善的策略。

2) 北京市的居民交通出行需求已经出现明显分化,不同组群的居民在空间分布上呈现显著差异。其中,城市平民的居住地向五环以外的城市外围集中的趋势特别值得关注。要想解决问题,仅仅依靠土地利用规划和交通规划是不够的,必须有社会政策的有力配合。为了实现可持续的城市交通,各阶层之间的融合也是未来要考虑的问题。

3) 对于交通出行满意度的模型分析结果表明,公共交通规划对提高居民的满意度具有显著的影响,其中,各地区 800 m 范围内公共交通站点布局和线路配置的作用尤其显著。为此,我们建议在市政公交规划中实现公共交通服务的 800 m 服务半径全市覆盖,此外,线路设计时,还应加强各地区与城市主要功能节点的公交联系,提高公交通达度。

以上分析表明,从居民的交通便捷满意度入手,对城市交通出行环境进行空间评价是一种行之有效的研究方法。今后,我们还将在以上工作的基础上,对影响交通出行环境的土地利用和微观环境因素做进一步分析,寻求由微观到宏观、由各个地区到整个城市的改善城市交通环境的有效途径。

参考文献:

- [1] 杨开忠,陶然,李永军,张军.北京城市交通的困境与出路. 2004-03-08 <http://www.dajin.com.cn/bjjaot.htm>
- [2] 毛蒋兴,闫小培.城市交通系统对土地利用的影响作用研究—以广州为例[J].地理科学,2005,25(3):353-360.
- [3] 张文忠,孟斌.交通通道对住宅空间扩展和居民住宅区位选择的作用—以北京市为例[J].地理科学,2004,24(1):

① 模型请参照:季珏,高晓路.基于公共交通可达性的北京城市空间结构评价.2007年中国地理学年会论文集.

② 主要站点是从公交线路数据库中选取出现频次最高的 30 个站点。包括:公主坟,人民大学,小营,前门,北京西站,学院路,木樨园,中关村,北京站,阜成门,永定门,动物园,天桥,大北窑,西直门,西苑,马甸,三元桥,安贞里,西局,西四,东直门,北沙滩,清河,双井,东四,礼士路,亮马桥,广安门,德胜门。

- 7- 13.
- [4] De Borger B, Wouters S. Transport externalities and optimal pricing and supply decisions in urban transportation: A simulation analysis for Belgium. *Regional Science and Urban Economics* [J], 1998, **28** (2): 163- 197.
- [5] Fu Y M, Tse D K, Zhou N. Housing choice behavior of urban workers in China's transition to a housing market. *Journal of Urban Economics* [J], 2000, **47** (1): 61- 87.
- [6] McFadden D. The measurement of urban travel demand. *Journal of Public Economics* [J], 1974, **3** (4): 303- 328.
- [7] Millen D P, Singell L D. Work location, residence location and the in-urban wage gradient. *Journal of Urban Economics* [J], 1992, **32** (2): 195- 213.
- [8] Sharpe R. Energy efficiency and equity of various urban land use patterns. *Urban Ecology* [J], 2002, **7** (1): 1- 18.
- [9] Small K A. *Urban transportation economics* [M]. UK: Harwood Academic Publishers, 1992.
- [10] Timothy D, Wheaton W C. Intra-urban wage variation, employment location, and commuting times. *Journal of Urban Economics* [J], 2001, **50** (2): 338- 366.
- [11] White M J. Urban commuting journeys are not wasteful. *The Journal of Political Economy* [J], 1998, **96** (5): 1097- 1110.
- [12] Zheng S Q, Fu Y M, Liu H Y. Spatial structure and hindrance to housing choice: Evidence from matched location and location-preference data in Chinese cities. *Journal of Urban Economics* [J], 2006, **60** (3): 535- 557.
- [13] Hinanen V, Lee-Gosselin M, Perrels A. Sustainability and the interactions between external effects of transport. *Journal of Transport Geography* [J], 2005, **13** (1): 23- 28.
- [14] Schwanen T. Spatial variations in travel behavior and time use: The role of urban form and socio-demographic factors in individuals' travel and activity patterns in the Netherlands. *Utrecht Faculty of Geographical Sciences* [M], 2003.
- [15] Schwanen T, Mokhtarian P L. The extent and determinants of dissonance between actual and preferred residential neighborhood type. *Environment and Planning B: Planning and Design* [J], 2004, **31** (5): 759- 784.
- [16] Van Wee B. Land use and transport: Research and policy challenges. *Journal of Transport Geography* [J], 2002, **10** (4): 259- 271.
- [17] Hunt J D. Agent behaviour issues arising with urban system micro-simulation. In Perrels A., Hinanen V., Lee-Gosselin M., *Special issue of European Journal of Transport and Infrastructure Research* [M], 2002.
- [18] Kitamura R, Chen C, Pendyala R M. Micro-simulation of daily activity—Travel patterns for travel demand forecasting. *Transportation* [J], 2000, **27** (1): 25- 51.
- [19] Pfaffenbichler P, Shepherd S. A dynamic model to appraise strategic land-use and transport policies. In Perrels A, Hinanen V, Lee-Gosselin M. *European Journal of Transport and Infrastructure Research (Special issue)* [M], 2002.
- [20] 王冬, 周天星. 城市交通管理及其适应性评价指标体系研究[J]. *综合运输*, 2005, **3**: 63- 65.
- [21] 戴懿, 陈长虹, 景启国. 城市交通环境可持续发展指标体系的建立及评价[J]. *世界科技研究与发展*, 2005, **5**: 94- 99.
- [22] 仇东东. 城市交通可持续发展指标体系与模糊综合评价研究[J]. *中南公路工程*, 2005, **2**: 171- 174.
- [23] Chen H Y, Ganesan S, Jia B S. Environmental challenges of post-reform housing development in Beijing. *Habitat International* [J], 2004, **29** (3): 571- 589.
- [24] 樊建林, 孙章. 城市交通可持续发展评价指标体系的研究[J]. *上海铁道大学学报*, 1999, **20** (8): 57- 63.
- [25] 陆建, 王炜. 面向可持续发展的城市交通系统综合评价方法研究[J]. *土木工程学报*, 2004, **3**: 99- 104.
- [26] 梅虎. 西藏交通社会效益评价及优化研究[J]. *地理科学*, 2008, **28** (2): 205- 208.
- [27] 姚士谋, 陈爽. 中国大城市用地空间扩展若干规律的探索——以苏州市为例[J]. *地理科学*, 2009, **29** (1): 15- 21.
- [28] Han Z Z, Yang T, Fang N S. Fuzzy comprehensive evaluation of urban traffic environment quality. *Journal of Southeast University* [J], 2001, **17** (2): 72- 74.
- [29] 李存军, 韩斌, 邓红霞. 基于MRA和AMFNN的交通流量预测[J]. *交通运输工程与信息学报*, 2004, **2** (3): 72- 76.
- [30] 刘志硕, 申金升. 交通环境承载力动态离散计算方法及应用[J]. *管理工程学报*, 2004, **18** (1): 64- 67.
- [31] 张开冉. 基于交通环境因子的城市交通规划框[J]. *交通运输工程与信息学报*, 2006, **4** (3): 71- 74.

Micro-Evaluation of Traffic Environment of Beijing

GAO Xiao-li¹, JI Jue^{1, 2}, ZHANG Wen-zhong¹

(1 *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences Beijing 100101;*

2 *Graduate University of the Chinese Academy of Sciences Beijing 100049*)

Abstract This paper presents an empirical analysis of the micro-scale traffic environment in Beijing. With survey data of the residents' degree of satisfaction with the traffic environment, spatial differentiations were analyzed across both geographical space and social groups, and the influencing factors leading to the differentiations were examined with logistic regression models. Based on the study, the concrete measures for improving the traffic environment were proposed from perspectives of land use, urban infrastructure and facilities, and the planning of public transportation. The main content of the paper is composed of three parts: 1) The spatial distribution of the satisfaction degrees was analyzed. The results of analysis revealed that, with respect to traffic congestions, which is the least satisfied part of the traffic environment in Beijing, the dissatisfactions of people are significantly high in six areas, including traditional central commercial area (Wangfujing), large public housing areas (Huilongguan and Tiantongyuan), new IT centers (Zhongguancun), heavy rail-blocked neighborhoods (for instance, Shuangjing, Jinsong and Nanmofang), undeveloped suburban areas (Xiangshan and Zhuyuan) and new towns (Daxing and Tongzhou). An exploration of the characteristics of these areas showed that Beijing's traffic problems are closely linked with land-use planning and public policies, and there are strong interactions between traffic infrastructure and urban activities. Therefore, it is necessary to adjust urban planning in order to realize sustainable urban transport. 2) The satisfaction degrees of different people were studied. The traffic behaviors and socio-economic attributes of the residents significantly differ across four social groups, namely, educated and wealthy families, young workers, working class families, and the original inhabitants of Beijing. The last group, which is also the poorest, is significantly vulnerable in traffic. The incorporation of social policies for vulnerable social groups living in remote suburban areas is critical. 3) The effects of the planning of public transportation on people's satisfaction were analyzed. The analysis implied that optimization of the public transportation services, especially the distribution of bus stops with in 800 m, would effectively improve the satisfaction of residents. Furthermore, it was found that 25-40 and 50-80 bus stops with in the distance of 800 m are the best densities of bus stops in the central areas with in the Third Ring Road and in the urban areas outside the Third Ring Road, respectively. Upon the results, the areas uncovered by the 800 m buffering areas of bus stops were identified, and it was suggested to increase new bus stops in these areas. The connection of bus stops with the 30 m main places of the city was also found to have a significant impact on people's satisfaction. The results were used for identifying the places where the connections of public transportation were poor and for optimizing the design of bus lines.

Key words spatial differentiation; satisfaction; land-use planning; public transportation; Beijing