

建成环境对北京市郊区居民工作日汽车出行的影响

塔 娜¹, 柴彦威², 关美宝³

(1. 华东师范大学地理科学学院, 上海 200241; 2. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871;
3. 美国伊利诺州大学厄巴纳-香槟分校地理及地理信息科学系, 美国 香槟 61820)

摘要: 郊区化导致的汽车出行增加及相关的城市环境与社会问题日益成为城市研究关注的焦点,但目前国内对建成环境与汽车出行行为的研究刚刚起步。基于GPS与活动日志相结合的居民一周活动与出行数据,利用GIS空间分析分别以居住地、工作地和活动空间作为地理背景,分析建成环境对于郊区居民汽车出行距离的影响因素。研究发现,建成环境对工作日汽车出行的影响因地理背景的选择而有不同。整日出行受到工作地和活动空间的影响,工作地与活动空间建设密度增高汽车出行减少,但是居住空间的影响不显著;通勤出行受到居住地、工作地和活动空间的影响,居住地商业密度提高和建设密度降低、工作地和活动空间建设密度提高,汽车出行减少;非工作活动出行也受到居住地、工作地和活动空间的影响,居住地、工作地和活动空间的公交密度低、工作地和活动空间建设密度高,汽车出行少。基于研究结果,本文对地理背景不确定性问题进行了探讨,提出出行行为的研究需要考虑居住地以外其他地理背景的影响,并对控制汽车使用的公共政策提出了建议。

关键词: 地理背景;建成环境;汽车出行;郊区;北京

DOI: 10.11821/dlxb201510011

1 引言

当代城市发展过程中,汽车所有权与汽车使用快速上升及其所带来的日常行为变化已经成为中西方学者共同关注的话题。1999-2009年的10年间,中国汽车所有权的上升率为每年17.2%,截止2012年底中国已经有超过1.2亿辆汽车^[1]。以北京为例,2012年12月底共有注册汽车520万辆,其中超过400万辆为私家车。可以说,中国的大城市已经迈入了汽车社会的门槛,特别是对于郊区居民,汽车开始成为日常出行重要的交通方式选择^[2-5]。

从国内国外的城市与交通研究发展趋势来看,新城市主义、精明增长、以及中国学者提出的新单位主义等在近年来都提出了一系列的理论概念和实证研究探讨郊区空间发展与汽车所有权增加对于居民日常活动移动行为的影响^[6-7]。研究发现居住在郊区的居民需要更长的出行,特别是汽车出行,来完成各项活动以满足其个人与家庭需求^[8-13]。郊区的低密度发展和单一土地利用的发展模式导致了更高的汽车拥有率和更长的汽车出行距离,居住区人口密度、零售用地与居住地的距离、职住接近、公交站点的通达性、居住区位和住房类型等都对汽车使用有重要影响^[14-19]。学者提出需要通过建设高密度、混合土地利用的社区来减少汽车出行及相应的社会问题。然而,目前国内对汽车使用的影响因

收稿日期: 2014-11-04; 修订日期: 2015-04-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(41228001) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41228001]

作者简介: 塔娜(1986-), 女, 内蒙古包头人, 博士后, 主要研究方向为城市社会地理学与行为地理学。

E-mail: tanapku@gmail.com

通讯作者: 柴彦威(1964-), 男, 甘肃会宁人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为时间地理学、社会地理学、城市与区域规划。E-mail: chyw@pku.edu.cn

素的研究还很少,难以为城市规划和交通政策的制定提供理论和实证的支持。

为此,本文以北京市为例,基于GPS与活动日志相结合的居民一周活动与出行数据,分析建成环境对于郊区居民汽车出行距离的影响因素。下文将首先综述国内外相关研究成果,确定本文的分析框架;进而介绍研究区域与数据;再次进行回归分析,探讨不同地理背景下建成环境对居民汽车出行的影响;最后进行总结与讨论。

2 研究综述

建成环境对汽车出行行为的影响是交通和城市规划研究的热点。一般来说,建成环境因素可以被总结为密度、混合度和设计三个方面^[15-18, 20]。在建成环境对出行行为的影响研究中,地理背景的问题越来越成为学者关注的焦点^[21]。新城市主义等研究提出,郊区居住区的建成环境导致了长距离汽车出行,试图通过建设高密度、土地混合利用的社区减少汽车出行。因此,大部分研究主要以居住地为出行行为分析的地理背景,但是学者对于居住地的定义尺度有争议,已有研究中分别采用了家庭所在的行政区域(例如人口统计单元、邮区、交通小区等)或者家庭周边一定距离内的缓冲区(例如以300 m、500 m、1000 m的步行可达范围的缓冲区)作为地理背景^[22-25]。一些学者提出,有大量的非工作活动是在居住地之外进行的,因此邻里尺度和更大的邮区尺度都对汽车行为有影响^[21]。

随着行为研究对于日常行为的认知加深,一些研究开始关注非居住区位的地理背景的影响,提出出行行为具有目的地效应。例如通过比较工作地和居住地的建成环境差异,学者发现工作地的密度和土地利用混合度对于交通方式选择的影响大于居住区位^[26-28]。Cervero发现在工作地附近提高商业设施密度可以减少白天的出行和整日尺度的汽车使用^[26]。Frank等发现出行起点和出行终点的建成环境都对交通方式选择有影响^[27]。Maat等发现家庭成员工作地的区位特征对其是否使用汽车通勤具有重要影响^[28]。Ding等的研究发现,居住地和工作地的人口密度、就业密度、到市中心的距离等因素对于通勤交通方式选择都有重要的影响^[29]。

随着对地理背景不确定性问题的关注以及GPS、GIS技术的发展,越来越多的研究开始使用活动空间度量个体活动与出行的地理背景,讨论个体一日内所经历的城市空间整体对于个体出行行为的影响。Kwan等学者提出地理背景不确定性问题(UGCoP),认为“空间变量对个体行为作用效应的分析结果,可能受到地理背景单元或者邻里单元的划分方法及其与真实的地理背景作用空间的偏离程度的影响”^[30-31]。使用居住地作为地理背景的研究结果有很大的差异,主要原因在于居住地并不能准确地展现对个体行为或经历产生影响的真实区域^[32-33]。研究表明个体通过四处移动完成他们的日常活动^[34-36],因此其出行方式的选择会受到其他城市空间的影响^[33, 37]。研究发现个体的活动空间远大于社区的范围,在建成环境特征上具有显著差异^[38-40],活动空间内部的设施密度会影响个体的出行方式选择^[39, 41]。但是目前研究对于活动空间如何影响个体的汽车出行选择尚不清楚。

综述上述研究,建成环境对汽车出行的影响受到地理背景的限制,但是现有研究往往着重于居住地的影响,而对于工作地和活动空间范围内的关注比较少,本文从不同地理背景的角度对这一问题进行分析。

3 概念框架

建成环境的地理背景主要考虑居住地、工作地和活动空间三个方面(图1a)。从单次

出行的角度考虑, 居住地周边的建成环境主要影响通勤和以家为起止点的非工作出行, 工作地周边的建成环境主要影响通勤和以工作地为起止点的非工作出行, 而活动空间对于整日的出行行为都可能产生影响。但是已有研究中主要考虑了居住地的影响, 而工作地和活动空间的影响分析不足, 特别是活动空间建成环境对汽车出行的影响还没有开展实证的研究。因此, 本文希望能够通过对不同地理背景的分析, 特别是引入活动空间的分析, 丰富出行行为的研究。

根据已有文献, 本文的概念框架如图 1b 所示, 建成环境和社会经济属性共同影响汽车出行行为。考虑不同地理背景的意义, 文章提出三个假设。首先, 居民一日的出行决策、特别是以家为原点的通勤活动和部分非工作活动受到居住地周边建成环境的影响, 居住地周边高密度、混合土地利用能够减少汽车使用。其次, 工作日居民的工作活动形成了日常生活的强时空制约, 工作地周边建成环境良好有利于居民形成复杂通勤链和就近完成其他日常需求, 工作地周边高密度和混合利用发展能够减少通勤和非工作活动的汽车出行。再次, 活动空间中的高密度和混合利用发展能够在沿途提供更多的活动机会, 例如通勤路途中进行非工作活动, 减少冗余出行, 另外活动空间中道路网密集、公共交通良好可以减少汽车出行选择, 因此活动空间对整日出行、通勤出行和非工作出行都有影响。

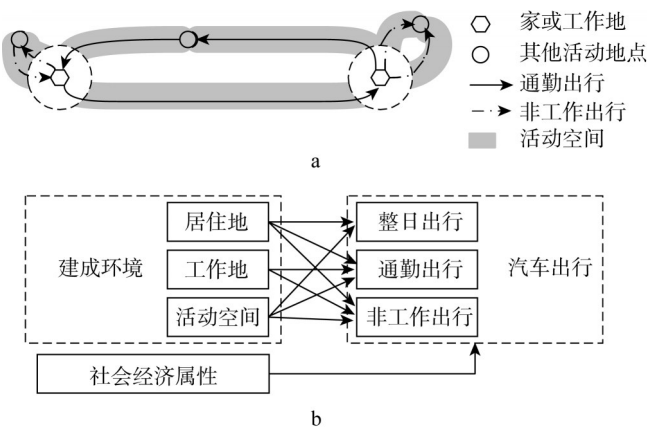


图 1 概念框架
Fig. 1 Conceptual framework

4 研究区域与数据

4.1 研究区域概况

选取北京市郊区的上地—清河地区作为研究案例。北京市近年来的汽车保有量快速增长, 从 2007 年的 312 万辆增长到 2012 年的 520 万辆, 其中私人汽车拥有量增长了 183 万辆达到 420 万辆, 私人汽车拥有量年平均增长率为 18.4%; 虽然 2011 年开始实施机动车牌照摇号配置政策后, 机动车增长率有所下降, 私人汽车年平均净增 3.6%, 但是总量依旧处于上升趋势^[42]。2012 年北京市城六区内工作日私人汽车平均出行次数 2.70 次^[42]。可以说, 小汽车已经成为北京市民日常出行的主要交通方式。而汽车使用的增加也带来了严重的交通拥堵等问题, 例如 2012 年北京市早高峰时期的汽车平均速度只有 26 km/h^[42]。从交通政策来说, 北京市一直致力于限制小汽车使用, 以改善城市交通状况。可以说, 北京市的汽车出行问题在全国具有代表性, 对其汽车出行的研究有利于深化学界与规划领域对于汽车出行问题的认识。

案例地区位于北京市海淀区中东部、北五环与北六环之间, 共约 16 km², 常住人口约 24 万、就业人口约 14 万, 是北京西北部大型综合性边缘组团 (图 2)。从区位条件及交通条件看, 上地—清河地区位于北京市的五环外围, 过境的高速公路、城铁将上地—清河地区与邻近的城市功能组团 (如中关村城市就业中心、回龙观巨型社区等) 以及中

心城区相连，交通状况复杂，交通出行方式多样；从住房类型及职能方面看，上地—清河地区覆盖了传统工业区、新兴产业开发区以及单位社区、政策性住房社区、商品房社区、城中村等多种建设年代和开发模式的居住区，代表了快速郊区化地区的典型特征，人口构成多样。该地区是北京市快速发展的郊区地域之一，由于具有就业中心和居住组团的双重职能，又地处交通要道，汽车出行与交通拥堵问题一直以来都是该地区面临的重要问题。因此，研究建成环境对汽车出行的影响具有重要的意义。

4.2 研究数据

数据来源于2012年9-12月间在北京上地—清河地区实施的北京居民日常活动与交通出行调查的第一手资料。调查对上地—清河地区除城中村、部队大院外的23个社区以及上地信息产业基地19个典型企业进行抽样，采用位置感知设备、互动式调查网站、面对面及电话访谈相结合的方法。其中按照社区人口0.5%~1%的比例，通过社区居委会选取543个样本，每个样本的调查时间为一周，调查内容包括居民的社会经济属性、居民一周的活动日志及GPS轨迹。最终有效样本为480个社区样本。

选取在上地—清河地区居住的有正式就业的年龄在20~60岁之间的居民样本。将活动日志数据与GPS轨迹在ArcGIS 10.2中进行关联，选择活动日志完整、轨迹质量较好的样本共293名作为本文的基础数据库，有效样本基本情况如表1。调查样本中女性略多于男性，平均年龄为36.17岁；86.69%的居民有北京户口，85%以上的居民拥有大专或以上学历；61%的居民月收入在2001~6000元之间，约30%的居民月收入高于6001元；86.69%的居民拥有自己的住房，63.14%的居民家中有小汽车，48.56%的居民拥有驾照。平均家庭规模为3.16，约50%的家庭为三口之家。

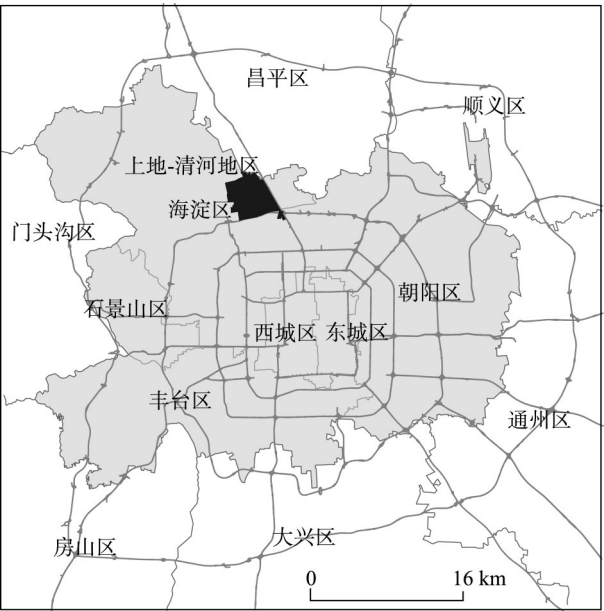


图2 北京市上地—清河地区区位

Fig.2 Locations of the Shangdi-Qinghe area in Beijing

表1 被调查者社会经济属性

Tab.1 Respondent characteristics by community			
变量		样本数	频率(%)
性别	男性	140	47.78
	女性	153	52.22
年龄		36.17	
户口	非北京户口	39	13.31
	北京户口	254	86.69
个人月收入	低于2000元	32	10.92
	2001~6000元	180	61.43
	6001元以上	81	27.65
教育程度	高中及以下	42	14.33
	大专或大学	199	67.92
	研究生及以上	52	17.75
住房产权	自有住房	254	86.69
	租住住房	39	13.31
汽车所有权	有小汽车	185	63.14
	无小汽车	108	36.86
驾照	有驾照	142	48.56
	无驾照	151	51.54
家庭规模	1	5	1.71
	2	68	23.21
	3	141	48.12
	4+	79	26.96

5 建成环境对汽车出行的影响因素

郊区居民工作日平均汽车出行距离为 10.48 km, 其中通勤为 5.09 km, 通勤出行中汽车出行距离比为 33%, 非工作出行为 39%。为分析建成环境对活动空间的影响, 本文对居民工作日的汽车出行距离构建了线性回归模型。

5.1 变量

模型在控制居民社会经济属性的同时, 重点考察不同地理背景下建成环境特征的影响。居民社会经济属性包括性别、年龄、住房所有权、教育水平、个人收入、家庭规模、户口及其是否拥有汽车和驾照。

建成环境属性作为重点考察的自变量, 结合本文的研究问题和数据特征在居住地、工作地和活动空间三个空间单元进行地理背景的测度。在综合考虑居住地和工作地的不同空间尺度和分区类型后, 居住地和工作地分别采用以家庭地址和工作地地址为圆心、500 m 为半径的同心圆作为地理背景范围。选择 500 m 同心圆的原因主要是: ① 根据上地—清河地区的空间尺度, 保证居住地属性的差异性; ② 表现居住地和工作地周边步行可达范围内的微环境特征^[43]。活动空间在 ArcGIS 10.2 中利用缓冲区分析, 构建 GPS 轨迹的 500 m 缓冲区范围作为地理背景范围, 进行个体活动空间的刻画。对于建成环境影响因素, 分别采用居住地、工作地和活动空间内部的公交站密度、零售商业设施密度、建设密度和停车场密度。

公交站密度用以衡量公交便捷性, 研究认为公共交通发展良好能够减少汽车出行, 采用地理背景内部的公交站点数量除以地理背景的面积^①。零售商业设施密度用以衡量多样性特征^[43], 研究假设商业设施密度高能够减少居民的非工作出行。建设密度用以衡量密度特征^[20], 采用地理背景内部的兴趣点 (point of interest, POI) 的数量进行计算^②。停车场密度用以衡量停车的便捷程度, 采用地理背景内部的停车场数量进行计算。

5.2 整日汽车出行距离影响因素

表 2 分析了建成环境对工作日整日汽车出行距离的影响。建成环境中居住地属性对于整日汽车出行没有显著影响。这与西方已有研究的结论不符^[25], 但是王丰龙等对北京的研究得到了与本文类似的结论, 他们发现居住地周边建成环境对小汽车出行时长没有显著影响^[19]。这可能是来自于两方面的原因, 第一, 居民汽车出行不仅受到微观环境的影响, 也受到居住区域大环境的影响^[44]。第二, 居民整日出行中不仅要考虑居住地的建成环境, 更要考虑一天的活动安排, 居住地仅是居民日常活动空间的很小一部分^[30-31], 从模型 2 和模型 3 中可以看到工作地和活动空间属性对居民整日汽车出行距离有显著影响。工作地和活动空间的建设密度提高居民汽车出行距离减少。首先, 居民工作地的日常活动受到工作活动的制约, 因此在居民整日出行活动交通方式选择中需要考虑工作地的建成环境因素, 在高密度地区工作一方面方便近距离进行非工作活动^[26], 另一方面受到交通拥堵等因素的影响也会减少居民的汽车出行。其次, 活动空间内部密度提高, 提供了更多的城市机会供居民沿途进行活动, 减少冗余出行, 同时沿途密度高会增加交通拥堵的风险而减少居民的汽车出行。

表 3 分析了建成环境对居民通勤汽车出行距离的影响。居住地周边的零售商业密度提高, 通勤汽车出行减少。零售商业密度衡量了居住区的多样性特征, 已有研究表明, 居住地周边零售商业可达性好工作出行汽车使用减少^[16, 45]。另外, 这也与中国城市的特

① 数据来源: Beijing City Lab, 2014, Data 18, Bus routes and stops of Beijing, <http://www.beijingcitylab.com>

② 数据来源: Beijing City Lab, 2013, Data 15, 15 Parcel maps for 297 Chinese cities, <http://www.beijingcitylab.com>

表2 建成环境对北京市居民整日汽车出行距离的影响的回归模型
Tab. 2 Regression model on the impact of built environment on daily car travel distance in Beijing

	模型1: 居住地属性		模型2: 居住地+工作地		模型3: 居住地+活动空间	
	系数	P值	系数	P值	系数	P值
女性	-6.95	0.001	-6.88	0.001	-6.16	0.002
年龄	-0.29	0.034	-0.31	0.024	-0.30	0.024
户口	-3.03	0.283	-3.34	0.238	-2.93	0.292
驾照	10.92	0.000	9.89	0.000	9.24	0.000
个人收入	-1.03	0.261	-0.66	0.479	-0.57	0.533
教育水平	1.81	0.332	1.70	0.358	1.63	0.371
住房所有权	3.57	0.215	3.99	0.171	3.05	0.280
家庭规模	-1.75	0.168	-1.80	0.156	-1.38	0.269
汽车所有权	6.09	0.009	6.79	0.004	5.67	0.013
居住地公交密度	0.10	0.363	0.13	0.245	0.12	0.275
居住地零售商业密度	-0.06	0.772	0.03	0.890	-0.08	0.695
居住地停车场密度	-0.04	0.866	-0.12	0.615	-0.16	0.547
居住地建设密度	0.02	0.490	0.02	0.494	0.03	0.305
工作地公交站密度			0.13	0.160		
工作地零售商业密度			0.10	0.403		
工作地停车场密度			-0.03	0.855		
工作地建设密度			-0.03	0.007		
活动空间公交站密度					-0.09	0.795
活动空间零售商业密度					0.44	0.405
活动空间停车场密度					0.31	0.640
活动空间建设密度					-0.11	0.002
截距	17.52	0.061	16.47	0.082	27.05	0.011
R ²	0.2567		0.2839		0.3055	

殊性有关, 居住地周边 500 m 内的商业一般以楼房底商、便民市场或小商业街的形式出现, 在单位等老旧社区周边的比例一般比较高, 而这些社区土地混合利用、职住接近等特征导致汽车通勤较少。但是居住地周边的建设密度提高, 通勤汽车出行距离反而提高。这与西方已有研究不符^[45]。与整日出行类似, 工作地周边和活动空间的建设密度高, 汽车通勤出行距离减少。

表4分析了建成环境对居民非工作汽车出行的影响。居住地周边的公交站密度高, 非工作汽车出行增加。这与已有研究不符^[9]。可能的解释是, 从中国城市的空间发展看, 路网建设与公共交通分布是相关的, 公交分布较好的地区路网建设往往也比较好, 例如上地—清河地区公交站点分布与路网密度呈显著正相关(相关系数0.444)。而公交出行受到时间、拥挤等影响严重, 郊区居民的汽车出行受到偏好的影响比较大, 在公交和汽车可以同时选择时, 长距离出行会偏向于选择汽车出行。但是由于本次调查没有涉及偏好等因素, 这一结果的深层次的原因还有待进一步的研究进行剖析。工作地周边建设密度提高非工作汽车出行减少, 而公交站密度提高非工作汽车出行增加。分析工作地与非工作活动的关系, 约38%的购物活动、46%的休闲活动和59%的外出就餐活动以工作地为起点, 由此可见, 工作日郊区居民的家外非工作活动中工作地作为出行起点起到了十分重要的作用。工作地是一个重要的锚点, 因此工作地周边土地利用密度会影响居民对于这些活动的交通方式选择。活动空间内公交站密度提高非工作汽车出行增加, 建设密度提高汽车出行减少。结果再一次证明活动空间内部的建设密度提高有利于减少汽

表3 建成环境对北京市居民通勤汽车出行距离的影响的回归模型

Tab. 3 Regression model on the impact of built environment on car travel distance in commuting in Beijing

	模型1: 居住地属性		模型2: 居住地+工作地		模型3: 居住地+活动空间	
	系数	P值	系数	P值	系数	P值
女性	-4.04	0.001	-3.83	0.003	-3.77	0.003
年龄	-0.09	0.298	-0.10	0.275	-0.10	0.241
户口	0.21	0.906	-0.05	0.980	0.11	0.950
驾照	5.07	0.000	4.67	0.002	4.46	0.002
个人收入	-0.55	0.348	-0.32	0.592	-0.42	0.473
教育水平	-0.12	0.926	-0.10	0.936	-0.06	0.962
住房所有权	2.25	0.220	2.10	0.264	1.92	0.292
家庭规模	-0.29	0.718	-0.18	0.820	-0.10	0.904
汽车所有权	2.24	0.132	2.46	0.105	2.13	0.149
居住地公交密度	0.00	0.970	0.01	0.841	0.03	0.686
居住地零售商业密度	-0.26	0.042	-0.23	0.082	-0.30	0.026
居住地停车场密度	-0.02	0.876	-0.06	0.699	-0.05	0.769
居住地建设密度	0.04	0.012	0.04	0.011	0.05	0.006
工作地公交站密度			0.04	0.471		
工作地零售商业密度			0.04	0.603		
工作地停车场密度			0.00	0.983		
工作地建设密度			-0.01	0.018		
活动空间公交站密度					-0.21	0.327
活动空间零售商业密度					0.30	0.409
活动空间停车场密度					0.14	0.748
活动空间建设密度					-0.05	0.064
截距	6.08	0.309	5.63	0.359	12.11	0.074
R ²	0.195		0.2162		0.2285	

车出行,印证了Kwan等学者对于地理背景不确定性的观点,即活动空间背景对日常出行具有重要的影响^[30-31]。

6 结论与讨论

本文基于GPS与活动日志相结合的北京市上地—清河地区居民一周活动与出行数据,基于居住地、工作地和活动空间,研究建成环境对于郊区居民汽车出行的影响。基于回归分析,研究发现建成环境对汽车出行距离的影响受到地理背景的影响。具体来说:整日出行受到工作地和活动空间的影响,工作地与活动空间建设密度增高汽车出行减少,但是居住空间对整日出行影响不显著。通勤出行受到居住地、工作地和活动空间的影响,居住地商业密度提高和建设密度降低、工作地和活动空间建设密度提高,汽车出行减少。非工作活动也受到居住地、工作地和活动空间的影响,三类地理背景的公交密度低、工作地和活动空间建设密度高,汽车出行减少。总体而言,居住郊区化主要影响通勤和非工作出行,提高工作地和活动空间内的土地利用集约度和混合度有利于减少汽车出行,但是与西方研究不同,公交高密度反而会增加非工作活动的汽车出行。

本文的研究结果对地理背景的不确定性问题的提供了实证支持,提出活动空间对出行行为具有重要影响,以往仅考虑居住环境的出行行为分析需要增加其他地理背景的考虑。首先,GIS与GPS技术对解决UGCOP确实有很大的作用,通过收集与分析人们的活

表 4 建成环境对北京市居民非工作活动的汽车出行距离的影响的回归模型
Tab. 4 Regression model on the impact of built environment on car travel distance in non-work activities in Beijing

	模型 1: 居住地属性		模型 2: 居住地+工作地		模型 3: 居住地+活动空间	
	系数	P 值	系数	P 值	系数	P 值
女性	-5.18	0.006	-5.66	0.003	-4.73	0.011
年龄	-0.14	0.252	-0.15	0.238	-0.10	0.430
户口	-6.72	0.012	-6.80	0.012	-6.55	0.013
驾照	4.31	0.040	3.63	0.092	4.06	0.049
个人收入	-1.44	0.116	-1.38	0.129	-1.49	0.098
教育水平	2.48	0.158	3.03	0.086	3.28	0.062
住房所有权	2.74	0.311	3.19	0.254	2.02	0.451
家庭规模	-0.78	0.508	-0.83	0.482	-0.84	0.467
汽车所有权	4.66	0.036	4.92	0.030	4.21	0.054
居住地公交站密度	0.22	0.032	0.23	0.020	0.19	0.069
居住地零售商业密度	0.31	0.121	0.35	0.080	0.26	0.216
居住地停车场密度	-0.08	0.703	-0.17	0.443	-0.11	0.645
居住地建设密度	-0.04	0.127	-0.05	0.103	-0.04	0.122
工作地公交站密度			0.14	0.089		
工作地零售商业密度			0.13	0.282		
工作地停车场密度			0.08	0.600		
工作地建设密度			-0.02	0.070		
活动空间公交站密度					0.72	0.033
活动空间零售商业密度					0.71	0.189
活动空间停车场密度					-0.26	0.687
活动空间建设密度					-0.10	0.005
截距	15.50	0.086	12.35	0.181	11.15	0.253
R ²	0.2806		0.324		0.329	

动数据与环境影响的时空动态数据构建活动空间，可以更好的描述个体活动的真实空间信息^[20-21, 37]。其次，居住地、工作地和活动空间对于个体日常汽车出行的影响具有差异，活动空间建成环境的信息对于不同类型的汽车出行的都有较好的解释力。这是由于居住地仅是个体一日活动空间的一小部分，而且并非所有出行行为都是以家为出发地的。因此，其他活动地点具有的“目的地效应”和出行轨迹的“路径效应”都有可能影响“邻里效应”的作用效果。本文的研究结果指出，行为研究应当注重基于个体的测量，即使是居住在同一社区的人，由于其他活动的差别，每个人的环境背景单元也具有很大的差异性。

本文对控制汽车使用也有重要的意义。第一，控制汽车出行应当重视空间规划和土地利用相关政策，通过改变土地利用模式减少汽车出行，特别要注意主要就业中心、副中心的建设密度和混合度，通过改变居民出行目的地的土地利用模式减少汽车出行。第二，不同地理背景和不同出行目的的汽车使用有差别，只有考虑不同类型出行活动中的汽车使用的差异性，针对性地制定城市交通管理措施，才能真正有效控制汽车的使用强度。

本文也有一些不足需要提升。首先，未考虑自选择现象的影响。曹新宇等学者研究发现居民的汽车出行可能是一种自我选择的结果^[22]，即喜欢汽车出行的人居住在适合开车的环境中。这种自我选择不仅限于居住地，居民的工作地和整日活动的路径都可能受到偏好的影响。由于数据限制，本文未能考虑居民的自我选择，未来需要新的数据支持

进行深入研究。其次, 采用截面数据和线性回归模型, 在分析影响因素的因果关系时存在一定的局限。

参考文献(References)

- [1] Zhao Pengjun, Lu Bin. Managing urban growth to reduce motorised travel in Beijing: One method of creating a low-carbon city. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2011, 54(7): 959-977.
- [2] Shen Qing. Urban transportation in Shanghai, China: Problems and planning implications. *International Journal of Urban and Regional Research*, 1997, 21(4): 589-606.
- [3] Zhao Pengjun. Private motorised urban mobility in China's large cities: The social causes of change and an agenda for future research. *Journal of Transport Geography*, 2014, 40: 53-63.
- [4] Huang Xiaoyan, Cao Xiaoshu, Li Tao. The spatio-temporal variations of urban private car ownership in China and their influencing factors. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(6): 745-757. [黄晓燕, 曹小曙, 李涛. 中国城市私人汽车发展的时空特征及影响因素. *地理学报*, 2012, 67(6): 745-757.]
- [5] Cao Xiaoshu, Wang Dapeng, Li Kuanghui. Private cars and development of urban form and structure. *Modern Urban Research*, 2008, 23(7): 78-81. [曹小曙, 王大鹏, 李矿辉. 小汽车交通与城市空间发展. *现代城市研究*, 2008, 23(7): 78-81.]
- [6] Handy S. Smart growth and the transportation-land use connection: What does the research tell us? *International Regional Science Review*, 2005, 28(2): 146-167.
- [7] Chai Yanwei, Xiao Zuopeng, Zhang Yan. Urban organization and planning transformation in China: A danwei perspective. *Urban Planning Forum*, 2012(6): 28-35. [柴彦威, 肖作鹏, 张艳. 中国城市空间组织与规划转型的单位视角. *城市规划学刊*, 2012(6): 28-35.]
- [8] Buliung R, Kanaroglou P. Urban form and household activity-travel behavior. *Growth and Change*, 2006, 37(2): 172-199.
- [9] Schönfelder S, Axhausen K. Activity spaces: Measures of social exclusion? *Transport Policy*, 2003, 10(4): 273-286.
- [10] Pan Haixiao. China's low-carbon eco-city development strategy. *Urban Studies*, 2010(1): 40-45. [潘海啸, 面向低碳的城市空间结构: 城市交通与土地使用的新模式. *城市发展研究*, 2010(1): 40-45.]
- [11] Ren Jinfeng, Lv Bin. The impact of land use on travel. *Urban Planning Forum*, 2011(5): 63-72. [任晋锋, 吕斌. 土地使用对交通出行的影响. *城市规划学刊*, 2011(5): 63-72.]
- [12] Zhang Yan, Chai Yanwei. Characteristics of commuting pattern in Beijing: Based on the comparison of different urban residential areas. *Geographical Research*, 2009, 28(5): 1327-1340. [张艳, 柴彦威. 基于居住区比较的北京城市通勤研究. *地理研究*, 2009, 28(5): 1327-1340.]
- [13] Zhou Suhong, Yan Xiaopei. The impact of commuters' travel pattern on urban structure: A case study in some typical communities in Guangzhou. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(2): 179-189. [周素红, 闫小培. 基于居民通勤行为分析的城市空间解读: 以广州市典型街区为案例. *地理学报*, 2006, 61(2): 179-189.]
- [14] Cervero R. Planned communities, self-containment and commuting: A cross-national perspective. *Urban Studies*, 1995, 32(7): 1135-1161.
- [15] Crane R. The influence of urban form on travel: An interpretive review. *Journal of Planning Literature*, 2000, 15(1): 3-23.
- [16] Cervero R, Duncan M. Which reduces vehicle travel more: Jobs-housing balance or retail-housing mixing? *Journal of the American Planning Association*, 2006, 72(4): 475-490.
- [17] Ewing R, Pendall R, Chen D. Measuring sprawl and its transportation impacts. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2003, 1831(1): 175-183.
- [18] Handy S, Cao Xinyu, Mokhtarian P. Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2005, 10(6): 427-444.
- [19] Wang Fenglong, Wang Donggen. Characteristics and determinants of car use in Beijing. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(6): 771-781. [王丰龙, 王冬根. 北京市居民汽车使用的特征及其影响因素简. *地理学报*, 2014, 69(6): 771-781.]
- [20] Cervero R, Kockelman K. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1997, 2(3): 199-219.
- [21] Boarnet M, Crane R. The influence of land use on travel behavior: Specification and estimation strategies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2001, 35(9): 823-845.
- [22] Cao Xinyu, Mokhtarian P, Handy S. The relationship between the built environment and nonwork travel: A case study of Northern California. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2009, 43(5): 548-559.

- [23] Cervero R. Mixed land-uses and commuting: Evidence from the American housing survey. *Transportation Research Part A*, 1996, 30(5): 261-377.
- [24] Schwanen T, Mokhtarian P. What if you live in the wrong neighbourhood? The impact of residential neighbourhood type dissonance on distance travelled. *Transportation Research D*, 2005, 10(2): 127-151.
- [25] Van Acker V, Witlox F. Car ownership as a mediating variable in car travel behaviour research using a structural equation modelling approach to identify its dual relationship. *Journal of Transport Geography*, 2010, 18(1): 65-74.
- [26] Cervero R. Built environments and mode choice: Toward a normative framework. *Transportation Research Part D*, 2002, 7(4): 265-284.
- [27] Frank L, Pivo G. Impacts of mixed use and density on utilization of three modes of travel: Single-occupant vehicle, transit, and walking. *Transportation Research Record*, 1995, (1466): 44-52.
- [28] Maat K, Timmermans H. Influence of the residential and work environment on car use in dual-earner households. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2009, 43(7): 654-664.
- [29] Ding Chuan, Lin Yaoyu, Liu Chao. Exploring the influence of built environment on tour-based commuter mode choice: A cross-classified multilevel modeling approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2014, 32: 230-238.
- [30] Kwan Mei-Po. The uncertain geographic context problem. *Annals of the Association of American Geographers*, 2012, 102(5): 958-968.
- [31] Kwan Mei-Po. How GIS can help address the uncertain geographic context problem in social science research. *Annals of GIS*, 2012, 18(45): 245-255.
- [32] Kwan Mei-Po. From place-based to people-based exposure measures. *Social Science & Medicine*, 2009, 69(9): 1311-1313.
- [33] Matthews S. The salience of neighborhood: Some lessons from sociology. *American Journal of Preventive Medicine*, 2008, 34 (3): 257-259.
- [34] Hanson S, Hanson P. The travel-activity patterns of urban residents: Dimensions and relationships to sociodemographic characteristics. *Economic Geography*, 1981, 57(4): 332-347.
- [35] Kwan Mei-Po. Gender, the home-work link, and space-time patterns of nonemployment activities. *Economic Geography*, 1999, 75(4): 370-394.
- [36] Kwan Mei-Po. Interactive geovisualization of activity-travel patterns using three-dimensional geographical information systems: A methodological exploration with a large data set. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2000, 8(1): 185-203.
- [37] Sampson R, Morenoff J, Gannon-Rowley T. Assessing "neighborhood effects": Social processes and new directions in research. *The Annual Review of Sociology*, 2002, 28: 443-478.
- [38] Jones M, Pebley A. Redefining neighborhoods using common destinations: Social characteristics of activity spaces and home census tracts compared. *Demography*, 2014, 51(3): 727-752.
- [39] Kestens Y, Lebel A, Daniel M et al. Using experienced activity spaces to measure foodscape exposure. *Health & Place*, 2010, 16: 1094-1103.
- [40] Zenk S, Schulz A, Matthews S et al. Activity space environment and dietary and physical activity behaviors: A pilot study. *Health & Place*, 2011, 17(5): 1150-1161.
- [41] Inagmi S, Cohen D, Finch B. Non-residential neighborhood exposures suppress neighborhood effects on self-rated health. *Social Science & Medicine*, 2007, 65: 1779-1791.
- [42] Beijing Transportation Research Center. *Transportation Report of Beijing 2013*. 2013. [北京交通发展研究中心. 2013 北京市交通发展年度报告. 2013.]
- [43] Fan Yingling, Khattak A. Urban form, individual spatial footprints, and travel examination of space-use behavior. *Transportation Research Record*, 2008, (2082): 98-106.
- [44] Frank L, Bradley M, Kavage S, et al. Urban form, travel time, and cost relationships with tour complexity and mode choice. *Transportation*, 2008, 35(1): 37-54.
- [45] Hong J, Shen Qing, Zhang Lei. How do built-environment factors affect travel behavior? A spatial analysis at different geographic scales. *Transportation*, 2014, 41(3): 419-440.

The relationship between the built environment and car travel distance on weekdays in Beijing

Tana¹, CHAI Yanwei², KWAN Mei-Po³

(1. School of Geographic Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China;

2. College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China;

3. Department of Geography and Geographic Information Science, University of Illinois at Urbana-Champaign, Champaign, IL 61820, USA)

Abstract: Car use has changed daily activity travel patterns, which cause serious urban problems including air pollution, traffic congestion, road accidents, and community severance. Particularly in China's rapid suburbanization, car use and related social and environmental issues are attracting great attention. Previous research has illustrated the importance of the built environment and car ownership on daily car travel distance. However, it is still not clear how car ownership and car use impact individual behavior, and the ways researchers measure the contextual influence of the built environment are not consistent. Most of the existing literature only uses residential area as the geographic context to study the impact of built environment, and only a few studies focus on workplaces or other destinations. In recent years, the uncertain geographic context problem has come under intense scrutiny by geographers seeking to elucidate the interaction between urban space and individual behavior. According to this phenomenon of the uncertain geographic context, travel behavior is influenced not only by the origin and destinations of trips, but also by the travel routes and the surrounding activity spaces. However, so far few studies have been conducted on the impact of activity space. Based on a GPS-facilitated activity-travel survey dataset collected in the Shangdi-Qinghe area in Beijing in 2012, the present paper studies the relationship between the built environment and car travel behavior of suburban residents on weekdays. To understand the importance of geographic context, three types of geographic context are used: residential area, work location and activity space. The impact of the built environment on car travel distance in daily travel, commuting travel and non-work travel is analyzed using three sets in a linear regression model. The study finds that the impact of the built environment on car travel behavior depends on travel mode and geographic context, and the built environment in work locations and activity spaces has a larger impact on car travel distance than that in residential areas. The built environment in residential areas has an influence on daily travel distance, but lower development density and better residential accessibility in residential areas can reduce car travel distance in commuting. Higher development density in both work locations and activity spaces is related to longer car travel distance in daily life, commuting and non-work travel behavior. Contrary to the findings of Western studies, better accessibility to public transit leads to more car use in non-work travel. This paper discusses the importance of the uncertain geographic context problem, indicating that activity space plays an important role in daily activity travel behavior. These findings have key implications for policy-making decision. The built environment should be a great concern in policies aimed at car use limitation.

Keywords: geographic context; built environment; car travel; suburbs; Beijing