

孙斌栋,尹春.人口密度对居民通勤时耗的影响及条件效应——来自上海证据[J].地理科学,2018,38(1):41-48.[Sun Bindong, Yin Chun. Impacts and Conditional Effects of Population Density on Commuting Duration: Evidence from Shanghai. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(1): 41-48.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2018.01.005

人口密度对居民通勤时耗的影响及条件效应 ——来自上海证据

孙斌栋,尹春

(华东师范大学中国现代城市研究中心,上海 200062;华东师范大学城市与区域科学学院,上海 200241)

摘要:基于上海市1 605个居民抽样样本,利用多层次线性回归模型,探讨了街道尺度人口密度对个体居民通勤时耗的影响及条件效应。在控制了个体社会经济属性、通勤方式和其他建成环境要素后发现,高人口密度总体上会增加居民通勤时耗,而且其作用是有条件的,主要受“设计”“地铁站可达性”“到就业中心距离”和“通勤方式”的调节。具体而言,提高街道路网密度和高速路密度,缩短居住地到就业中心距离,提高地铁站密度,鼓励居民采用地铁方式通勤,减少小汽车使用,都可以显著降低人口密度对通勤时耗的增加作用。因而,通过优化城市建成环境和调节人口密度来降低过长的通勤时耗是可行的。

关键词:通勤时间;人口密度;建成环境;调节效应;多层次模型;上海

中图分类号:D669.3; TU984 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2018)01-0041-08

随着中国城市化的推进和社会经济的高速发展,以通勤时耗增加为标志的城市交通拥堵问题日益凸显。城市地理学家和城市规划工作者提出新城市主义、精明增长等理论,力图从优化城市土地利用空间结构和建成环境的角度来改善城市交通环境,促进职住平衡,缩短通勤距离和时耗,缓解城市交通问题。

人口密度作为建成环境要素中最重要的指标,其对通勤时耗的影响却仍未得到一致结论^[1]。西方学者普遍发现,高人口密度与平均通勤时耗或个体通勤时耗呈负向关联^[2-4]。其原因被认为是,在高人口密度地区,居民更可能在附近找到工作^[5]。有学者对北京市通勤者的研究也发现高人口密度与通勤时耗显著负相关^[6,7]。另一方面,也有西方学者认为,过度密集会导致交通集中化,造成交通拥堵,延长通勤时耗^[8,9],一些学者对广州和上海的实证研究支持了这一观点^[10,11]。也有学者认为人

口密度对通勤时耗的影响可能是非线性的,如存在“U”型关系^[12]。还有学者对北京市通勤者的通勤时耗研究发现,人口密度对通勤时耗的作用并不显著,其原因被认为是过度集中产生的拥堵效应与由高密度带来的目的地邻近效应相抵消^[13]。

已有文献在探讨人口密度对通勤时耗的影响时,对人口密度的条件效应缺乏关注。早在1961年,雅各布斯在《美国大城市的死与生》就认为,人口密度对个体出行行为的作用,受到其他因素很大的影响,“一个住宅区的住宅密度不管有多高,如果因为其他方面因素的不到位而阻碍或压制了多样性,那么密度再高也起不了什么作用”;“尽管这样,……如果没有这个条件(高密度),促进多样性产生的其他因素也就不会有什么作用”^[14]。Handy指出,“恐怕不是密度,可能是伴随密度的其他因素对通勤行为产生作用”^[15]。一些学者也认为,人口密度本身的作用可能不大,而是人口密度代

收稿日期:2017-04-18;修订日期:2017-08-13

基金项目:国家自然科学基金项目(41471139)、国家社科基金重大项目(17ZDA068)、教育部人文社会科学重点研究基地基金(16JJD790012)、上海哲学社会科学规划课题(2014BCK003)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (41471139), Major Program of National Social Science Foundation of China (17ZDA068), the MOE Project of Key Research Institute of Humanities and Social Sciences at Universities (16JJD790012), Shanghai Social Science Foundation (2014BCK003).]

作者简介:孙斌栋(1970-),男,河北阜平人,博士,教授,博士生导师,主要从事城市地理、城市规划和区域经济研究。E-mail: bdsun@re.ecnu.edu.cn

通讯作者:尹春。E-mail: innocent1214@163.com

理的变量(如公交可达性)或与人口密度相伴随的其他因素在起作用^[16,17]。但有研究发现,在控制了其他因素后,密度本身对出行模式就有重要影响^[18]。由于对密度本身作用的不确定,已有文献在尝试解释人口密度对个体通勤行为的作用机制时,主要认为密度的作用是依赖于建成环境的其他因素,而不仅仅是其本身的作用,如高密度周边伴随设施邻近而更可能实现职住平衡,利于步行、公交的环境而促进非机动车化的出行方式^[6,19],或认为高密度带来的交通拥堵延长了通勤时耗^[10,11,20]。

可以发现,目前人口密度与个体通勤时耗的关系尚没有明确的结论,且其条件效应被忽略,这可能会影响规划的成效。再者,中国城市与西方国家城市建成环境特征具有明显差异,尤其体现在人口密度上。因而,通过对中国城市人口密度与居民通勤时耗关系的进一步探讨,检验人口密度对通勤时耗的作用是否受其他建成环境要素的影响,有助于为中国城市规划实践提供科学决策依据。

1 数据来源、模型设置与变量说明

1.1 数据来源

数据来自2013年“长三角地区社会变迁调查”(FYRST-2013)上海调查数据。该调查由复旦大学社会科学数据研究中心主持,以1980~1989年出生的一代人(简称80后)为跟踪主体,采用分层、多级概率抽样设计,在上海市范围内抽取40个街道(镇)80个居(村)委会3311个家庭,正式入户调查完成问卷2774份,共回收有效问卷2367份^[21]。80后群体经历了单位制度的解体,正处在人生的重要转折阶段,这部分人群的通勤行为更能反映建成环境对新兴一代居民的普遍影响。第六次人口普查数据也表明,上海约1/3的家庭中有80后群体,因此这部分样本具有相当的代表性。本文研究区域为上海市辖区,剔除样本缺失值和崇明岛样本后,本文的工作样本为1605人,其所在街道(镇)见图1。

1.2 模型设置

居民通勤时耗主要受街道建成环境、个体通勤方式和个体社会经济属性影响(图2)。由于居民和街道是一种嵌套关系,即居民居住在街道中,故采用多层次模型进行分析。本文主要关注高层次人口密度变量对低层次的个体通勤时耗的直接影响和条件效应,将个体层变量作为模型的控制变量纳入模型,旨在得出一般性的均质结论。在

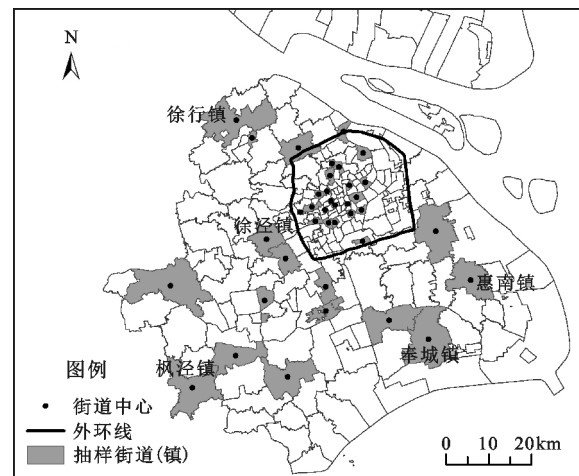
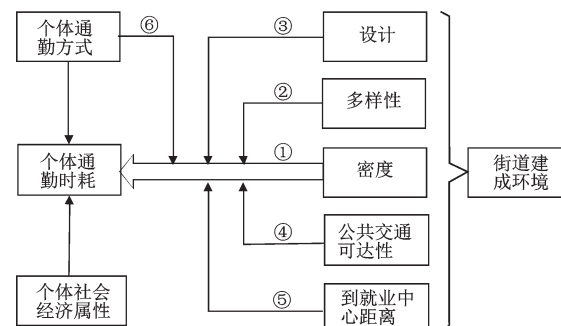


图1 抽样街道(镇)及街道(镇)中心点

Fig. 1 The distribution of sample and the center of streets in 2013



①是人口密度对个体通勤时耗的主效应;②~⑥分别是人口密度在多样性、设计、公共交通可达性、到就业中心距离和个体通勤方式条件下对个体通勤时耗的条件效应

图2 研究分析框架

Fig. 2 The analytical framework of this study

控制了个体层变量后,认为建成环境要素对居民通勤时耗在各个街道的影响斜率是一致的,其差别只体现在截距上,故仅考虑随机截距模型,模型设置如下:

$$C_{ij} = (\beta_0 + \beta_1 B_{0j} + \beta_2 M_{ij} + \beta_3 S_{ij}) + (\mu_{0j} + \varepsilon_{ij}) \quad (1)$$

式中, C_{ij} 代表居住于 j 街道 i 个体的通勤时耗,是固定效应部分与随机效应部分之和。第一个括号中的各成分是模型的固定效应部分, B_{0j} 代表第 j 个街道的建成环境变量, M_{ij} 代表居住于 j 街道 i 个体的通勤方式变量, S_{ij} 代表居住于 j 街道 i 个体的社会经济属性变量, β 是回归系数。其中, β_0 代表总截距(总体平均值),是固定参数; β_1 、 β_2 、 β_3 分别是建成环境变量、通勤方式变量、社会经济属性变量的回归系数。第二个括号中的各成分是模型的随机效应部分,其中, μ_{0j}

代表第 j 个街道的截距到总截距 β_0 的距离,是街道层次的随机变量,反映了组间变异的大小; ε_{ij} 代表居住于 j 街道 i 个体到 j 街道截距的偏离,也就是常见的随机误差项,反映了组内变异的大小。

1.3 变量说明

1.3.1 个体层变量

模型因变量为居民个体通勤时耗。在数据处理中,为了防止异常值影响研究结果,对该变量进行2.5%双侧缩尾处理,并在进行回归时,对其取对数。在工作样本中,平均通勤时耗为49.64 min,与百度“我的2014年上班路”上海市平均的51 min通勤时耗十分接近^[22],可以认为研究所用的“80后”样本基本可以反映上海市居民普遍的通勤时耗现状。

通勤方式包括步行、自行车、电动车、公交车(含单位班车)、地铁和小汽车(含出租车)6种方式。使用公交车和地铁方式通勤的比重高达54.71%,说明样本主要采取公共交通方式通勤;除步行外,自行车、电动车、公交车和小汽车4类路面通勤方式,占到了64.05%,说明居民通勤活动主要发生在路面。从单趟单方向平均通勤时耗来看,步行最短,为17.9 min,其后依次是电动车(24.2 min)、自行车(28.1 min)、小汽车(35.1 min),而公交车和地铁的平均通勤时耗最长,分别为65.7 min和71.6 min,远高于其他通勤方式。值得一提的是,在理论上,通勤方式和通勤时耗可能存在双向因果,因为不同通勤方式因其速度不同会影响通勤时耗,而通勤时耗也会促使居民对其通勤方式进行调整^[23]。但本文采用的是截面数据,所汇报的通勤时耗一定是其当前采用的通勤方式的结果,故不存在双向因果问题。

个体社会经济属性包括性别、年龄、户口、受教育年限、年收入、已婚或同居、孩子数、租房。研究样本中,男女比例相当,平均年龄在28岁,有上海户口占78%,平均受教育年限为14 a,接近专科学历,年收入平均在6.2万元,已婚或同居居民占52%,还没有子女的居民占61%,22%的居民租房居住,这些都基本符合上海市“80后”的社会经济属性现状。在进行回归分析时,对年收入加1后取对数。

1.3.2 街道层变量

样本分布在上海市37个街道,建成环境变量除了核心关注的人口密度外,还包括土地混合度、路网密度、高速路密度、公交站密度、地铁站密度、到最近就业中心距离。研究样本街道平均人口密

度1.87万人/km²,平均土地混合度为0.55,路网密度平均为4.30 km/km²,高速路密度平均为0.94 km/km²,公交站密度均值是19.36个/km²,地铁站密度均值是0.37个/km²,平均到就业中心距离8.32 km。

人口密度依据街道常住人口数量除以街道行政面积计算得到,由于街道尺度常住人口数据只在普查年份统计,故采用2010年上海市第六次人口普查数据。

多样性通过土地混合度反映。土地混合度(MIX)反映了街道内设施多样性的情况,其表达式^[24]为:

$$MIX = 1 - \frac{\sum_{k=1}^{11} \left| \frac{N_k}{N} - \frac{1}{11} \right|}{2} \quad (2)$$

式中, N_k 是街道内设施 k 的数量, N 是街道所有设施的数量,值越大说明土地混合度越大。11类土地利用设施包括了政府机构、医院、学校科研院所、宾馆酒店、公司企业、公园广场、餐饮娱乐、商业大厦、银行、零售行业和其他设施^[25]。

设计包括了路网密度和高速路密度两个指标,分别将街道内主要道路里程、高速路里程除以街道行政面积计算得到。公共交通可达性通过公交站密度和地铁站密度反映,分别将街道内公交站点个数和地铁站点个数除以街道行政面积计算得到。到就业中心距离用街道几何中心点(图1)到最近就业中心的直线距离表示,反映居民跨街道通勤可能的通勤距离。就业中心包括外滩街道、潍坊新村街道、沪东新村街道、安亭镇、新成路街道、颛桥镇、江川路街道、莘庄镇、松江工业区、石湖荡镇、廊下镇,共11个就业中心^[26]。

在进行回归分析时,对所有街道建成环境变量都取对数,最小值存在0值的变量,加1后取对数。

2 实证结果分析与讨论

零模型结果显示,街道之间的变异值为0.150($t=3.846$),十分显著,说明街道层次对解释个体通勤时耗具有重要意义。零模型组内相关系数(ICC)为19.6%,属于高强度关联,即认为个体通勤时耗中约有19.6%的变异来自于街道层次,其余80.4%来自于个体层次。由此可见,个体层和街道层因素都是解释居民通勤时耗的重要因素,虽然个体层更重要一些,但街道层因素的作用仍不能忽视。此外,研究样本在每个街道平均为43.4个,满足多层次模型对样本量的需求。

表1显示了多层次线性回归模型的分析结果。模型1是基础模型,模型2~7分别加入密度与其他建成环境及通勤方式的交互项以检验条件效应,土地混合度、公交站密度和公交车通勤方式分别与密度的交互项都没有通过显著性检验,限于篇幅在这里没有报告其结果。

模型1是基础模型的回归结果,在控制了通勤方式和社会经济属性后,街道建成环境中人口密度和到最近就业中心距离均呈正显著,这证明了中国城市人口密度对通勤时耗的影响规律确实不同于西方。可能的原因有两个方面:首先,街道人口密度高,具有通勤需求的人口基数大,在通勤高

表1 多层次线性回归模型结果(样本量:1605)

Table 1 The estimation results of multilevel models (sample size: 1605)

	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6	模型7
建成环境							
人口密度	0.143*	0.317**	0.236***	0.238***	-0.057	0.175**	0.132*
土地混合度	0.019	-0.025	0.157	-0.169	0.203	0.065	0.030
路网密度	0.076	0.069	0.014	0.102	0.093	0.088	0.079
高速路密度	-0.004	-0.055	0.148	-0.080	-0.061	-0.013	-0.006
公交站密度	-0.026	-0.092	-0.033	-0.088	-0.047	-0.040	-0.029
地铁站密度	-0.241	-0.077	-0.196	0.500	-0.127	-0.216	-0.242
到最近就业中心距离	0.101**	0.116***	0.099**	0.124***	0.140***	0.110***	0.102**
条件效应							
人口密度×路网密度		-0.114*					
人口密度×高速路密度			-0.214**				
人口密度×地铁站密度				-0.605**			
人口密度×到最近就业中心距离					0.094*		
人口密度×地铁方式通勤						-0.149***	
人口密度×小汽车方式通勤							0.079**
通勤方式(以步行为参照)							
自行车	0.532***	0.533***	0.531***	0.539***	0.532***	0.539***	0.529***
电动车	0.482***	0.480***	0.480***	0.489***	0.479***	0.497***	0.468***
公交车	1.241***	1.241***	1.240***	1.243***	1.242***	1.245***	1.241***
地铁	1.330***	1.331***	1.331***	1.328***	1.329***	1.433***	1.339***
小汽车	0.614***	0.613***	0.612***	0.620***	0.615***	0.628***	0.638***
个体社会经济属性							
男性	0.037	0.037	0.037	0.035	0.037	0.043	0.040
年龄	0.020***	0.020***	0.020***	0.020***	0.020***	0.019***	0.019***
上海户口	0.068	0.069	0.064	0.071	0.069	0.064	0.070
受教育年限	0.028***	0.028***	0.028***	0.027***	0.028***	0.026***	0.029***
年收入	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003
已婚或同居	-0.005	-0.006	-0.007	-0.007	-0.006	-0.000	-0.006
孩子数	-0.016	-0.017	-0.018	-0.014	-0.015	-0.010	-0.015
租房	0.017	0.016	0.011	0.020	0.022	0.014	0.020
常数项	1.429***	1.649***	1.412***	1.595***	1.299***	1.459***	1.424***
街道间变异	-1.821***	-1.871***	-1.919***	-1.943***	-1.886***	-1.904***	-1.831***
街道内变异	-0.428***	-0.428***	-0.428***	-0.428***	-0.428***	-0.430***	-0.429***
Log likelihood	-1613.710	-1612.218	-1610.881	-1610.788	-1612.003	-1608.375	-1611.505
chi ²	823.007	835.405	847.793	852.438	838.650	852.458	830.918
ICC	0.058	0.053	0.048	0.046	0.051	0.050	0.057

注: * $P < 0.10$, ** $P < 0.05$, *** $P < 0.01$;空白项为无数据项。

峰期时更可能造成拥堵,延长通勤时耗^[10]。其次,高人口密度也可能在通勤高峰时段带来大量非通勤目的的出行活动,如通学、就医、外出办事等,这些都可能增加道路拥挤情况,延长通勤时耗。在实证分析中,还尝试加入了人口密度的二次项探讨人口密度对通勤时耗可能存在的非线性关系,但并不显著。居住地到最近就业中心距离与通勤时耗呈正相关,说明距离就业中心越远,居民通勤时耗越长。

模型2和模型3检验了“设计”对人口密度作用的条件效应,在模型1的基础上分别加入了人口密度与路网密度的交互项、人口密度与高速路密度的交互项,两者都通过了显著性检验且系数符号都为负,说明路网密度和高速路密度都可以降低人口密度对通勤时耗的增加作用。在土地较少用于道路交通的中国城市背景下,路网密度提高了道路通达性水平,有助于提高交通速度^[27,28];当局部路段拥堵时,居民可以根据实时路况灵活选择更便捷的通勤路线,使通勤人口在路面上分布更分散,降低高人口密度带来的无序拥堵,缩短通勤时耗。高速路作为立体交通,其修建开拓了更多的可利用空间,其最显著的特点就是车速高,可以使居民更快到达目的地;同时,高速路密度的提高,也能分流一部分路面交通,这些在一定程度上都能降低高人口密度的对通勤时耗的增加效应。

模型4检验了“公共交通可达性”对人口密度作用的条件效应,在模型1的基础上加入了人口密度与地铁站密度的交互项,系数符号为负,说明人口密度对通勤时耗的增加作用会因地铁站密度的提高而降低。原因可能是,地铁将大量通勤个体引入地下空间,分担了路面人口密度,进而降低了高密度带来的高通勤时耗。检验“公共交通可达性”时,还尝试在模型1基础上加入人口密度与公交站密度的交互项,其符号为负,虽然符合预期,但并不显著。可能是由于目前上海并没有真正实现公交优先,且公交车因其自身车辆性质(如车速较慢、绕路等)而处于竞争劣势,在通勤高峰时间,其速度甚至不及自行车,因而不能对人口密度产生条件效应。

模型5检验了“到就业中心距离”对人口密度作用的条件效应,在模型1的基础上加入了人口密度与到最近就业中心距离的交互项,结果呈正显

著,但此时,人口密度一次项不显著,进行对数处理后,仍不显著。这说明,人口密度的主效应被人口密度与到最近就业中心距离的交互项所承担,即人口密度作用的前提是职住距离的存在,随着到最近就业中心距离的增加,人口密度对通勤时耗的增加效应越强。可能的原因是,职住距离的增加使一定地域空间的通勤量增加,进而导致通勤密度上升,造成通勤时耗的增加。这样的结果在一定程度上也支持了雅各布斯和Handy的观点^[14,15],即控制了人口密度发挥作用的条件下,人口密度本身的独立作用会减弱。

模型6和模型7检验了“通勤方式”条件,在模型1的基础上分别加入了人口密度与地铁方式通勤的交互项、人口密度与小汽车方式通勤的交互项,两者都通过了显著性检验,前者为负,后者为正。这说明,使用地铁方式通勤可以减少地面交通流而降低人口密度对通勤时耗的增加作用,而使用小汽车方式通勤则会加剧道路拥挤,强化人口密度对通勤时耗的增加作用。本文还检验了人口密度和公交车方式通勤的交互项,但没有通过显著性检验。

此外,在模型1的基础上尝试加入了人口密度与土地混合度的交互项,以检验“多样性”对人口密度作用的条件效应,但并没有通过显著性检验,且系数符号为正。由此可见,“多样性”条件并不被支持。可能的原因是,随着土地混合度的增加,设施的便利和邻近也可能增加通勤时非通勤目的的出行人口;同时,在高土地混合度的街道,居民出行更可能是多目的出行链,通勤目的地只是其中的一个组成部分,这也可能增加通勤密度和居民通勤时耗^[29]。因此,“多样性”条件还有待进一步验证。

就个体社会经济属性而言,年龄和受教育年限与通勤时耗均呈正显著,说明80后群体(24~35岁)随着年龄和受教育年限的增加,通勤时耗也随之增加。西方研究表明年龄与通勤距离呈倒U型关系,即在35岁之前,随着年龄增加,通勤距离逐渐提高^[30],而通勤距离与通勤时耗存在明显的正向关联,因而西方这一研究结果跟本文结论是一致的。有关中国城市的研究也发现,30岁左右的居民通勤时耗最长,并认为这可能是缺乏一定工作经验和物质基础造成的^[31,32],随着年龄的增加,在事业上升期的80后群体更可能为寻求更好的岗位

和收入,承担更长的通勤时耗。

关于受教育年限,西方研究同样表明,受教育水平越高的居民对于收入要求也高,因而为了寻求更高的收入,可能在更大的范围内寻找适合自己的工作;另一方面,一般性工作对教育水平要求不高,在空间上分布更为普遍,而要求职工有较高教育水平的工作相对较少,因而在空间上分布更为分散,这也增加了高教育水平居民的通勤时耗^[20]。

3 结论与启示

较高的人口密度是中国城市建成环境有别于西方的重要特征之一,其与个体通勤时耗的关系尚存争议,已有研究也忽视了人口密度的作用可能依赖于其他建成环境要素和个体通勤方式的作用。本文基于上海个体样本的实证结果发现:
① 中国城市高人口密度总体上增加居民通勤时耗;
② 中国城市人口密度对通勤时耗的作用是有条件的,主要依赖于“设计”“地铁站可达性”“到就业中心距离”和“通勤方式”,具体而言,提高街道路路网密度和高速路密度,缩短居住地到就业中心距离,提高地铁站密度,鼓励居民采用地铁方式通勤,减少小汽车使用,都可以显著降低人口密度对通勤时耗的增加作用。

鉴于通勤时耗对于人口密度及其条件效应变化的敏感,通过优化城市建成环境和调节人口密度来减轻拥堵带来的通勤时耗过长是可行的。因此,要把城市空间规划与交通问题解决统筹考虑。首先,要明确高密度发展是促进紧凑而不是过度集中,要保持适度规模,人口密度过大的城市应适机向多中心转型。其次,尽管实现完全的职住平衡有很大难度,但职住平衡仍有助于缓解长距离通勤带来的高通勤时耗,在具体实施中应注意数量平衡和结构平衡并重。第三,坚持加大轨道交通和高速路建设力度,鼓励地铁方式通勤,在当前国家内需不足,急需投资刺激的大背景下,建设轨道交通和高速路正当其时。

本研究为人口密度与通勤时耗的关系提供了新的证据,并首次检验了人口密度对居民通勤时耗作用的条件效应,是深入理解中国建成环境与个体通勤时耗关系的有益尝试。本文基于上海市“80后”问卷调查数据分析,结论的推广性还需要更多的证据支撑。

参考文献(References):

- [1] 何舟,宋杰洁,孙斌栋.城市通勤时耗的空间结构影响因素——基于文献的研究与启示[J].城市规划学刊,2014(1): 65-70. [He Zhou, Song Jiejie, Sun Bindong. Impacts of urban spatial structure on urban commuting duration: based on literature review. Urban Planning Forum, 2014(1): 65-70.]
- [2] Lee B, Gordon P, Richardson H W et al. Commuting trends in US cities in the 1990s [J]. Journal of Planning Education And Research, 2009, 29(1): 78-89.
- [3] 孙斌栋,何舟,李南菲,等.职住均衡能够缓解交通拥堵吗?——基于GIS缓冲区方法的上海实证研究[J].城市规划学刊,2017(5):98-104. [Sun Bindong, He Zhou, Li nanfei et al. Could jobs-housing balance relieve traffic congestion? — A case study of Shanghai based on GIS buffer. Urban Planning Forum, 2017(5): 98-104.]
- [4] Antipova A, Wang F, Wilmot C. Urban land uses, socio-demographic attributes and commuting: A multilevel modeling approach [J]. Applied Geography, 2011, 31(3): 1010-1018.
- [5] Schwanen T, Dieleman F M, Dijst M. The impact of metropolitan structure on commute behavior in the Netherlands: A multi-level approach [J]. Growth and Change, 2004, 35(3): 304-333.
- [6] Zhao P, Lü B, De Roo G. Impact of the jobs-housing balance on urban commuting in Beijing in the transformation era [J]. Journal of Transport Geography, 2011, 19(1): 59-69.
- [7] Zhao P. The impact of the built environment on individual workers' commuting behavior in Beijing [J]. International Journal of Sustainable Transportation, 2013, 7(5): 389-415.
- [8] Melia S, Parkhurst G, Barton H. The paradox of intensification [J]. Transport Policy, 2011, 18(1): 46-52.
- [9] Schwanen T, Dieleman F M, Dijst M. Car use in Netherlands daily urban systems: Does polycentrism result in lower commute times? [J]. Urban Geography, 2003, 24(5): 410-430.
- [10] Dai D, Zhou C, Ye C. Spatial-temporal characteristics and factors influencing commuting activities of middle-class residents in Guangzhou City, China [J]. Chinese Geographical Science, 2016, 26(3): 410-428.
- [11] 但波.城市建成环境对居民通勤行为的影响——上海实证研究[D].上海:华东师范大学,2016. [Dan Bo. Impact of urban built environment on the residential commuting behavior: the case of Shanghai. Shanghai: East China Normal University, 2016.]
- [12] Levinson D M, Kumar A. Density and the journey to work [J]. Growth and Change, 1997, 28(2): 147-172.
- [13] Yang J, Shen Q, Shen J et al. Transport impacts of clustered development in Beijing: Compact development versus overconcentration [J]. Urban Studies, 2012, 49(6): 1315-1331.
- [14] 简·雅各布斯.美国大城市的死与生[M].金衡山,译.南京:译林出版社,2006: 182-200. [Jacobs J. The Death and Life of Great

- American Cities. Translated by Jin Hengshan. Nanjing: Yilin Press, 2006: 182-200.]
- [15] Handy S. Travel behavior issues related to neo-traditional developments—a review of the research [C]//TMIP Conference on Urban Design, Telecommuting, and Travel Behavior. FHWA, US: Department of Transportation, 1996.
- [16] Kockelman K. Travel behavior as function of accessibility, land use mixing, and land use balance: evidence from San Francisco Bay Area [J]. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1997, 1607(1607): 116-125.
- [17] Badoe D A, Miller E J. Transportation-land-use interaction: empirical findings in North America, and their implications for modeling [J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2000, 5(4): 235-263.
- [18] Chen C, Gong H, Paaswell R. Role of the built environment on mode choice decisions: additional evidence on the impact of density [J]. Transportation, 2008, 35(3): 285-299.
- [19] Alfonzo M, Guo Z, Lin L et al. Walking, obesity and urban design in Chinese neighborhoods [J]. Preventive Medicine, 2014, 1: 79-85.
- [20] Schwanen T, Dieleman F M, Dijst M. Car use in Netherlands daily urban systems: does polycentrism result in lower commute times? [J]. Urban Geography, 2003, 24(5): 410-430.
- [21] 复旦大学社会科学数据研究中心.“80后”的世界——长三角社会变迁调查结果发布[EB/OL]. 复旦新闻文化网, 2014-04-23. <http://news.fudan.edu.cn/2014/0423/35959.html>. [Fudan Institute of Social Research. The world of "the post-80s"—the release conference of Yangtze River Delta Social Transformation Survey. Fudan News. 2014-04-23. <http://news.fudan.edu.cn/2014/0423/35959.html>.]
- [22] 中国人才网.2015全国50城市上班族通勤距离及用时排行出炉[EB/OL]. 中国人才网, 2016-01-04. <http://www.cnrencai.com/employment/138026.html>. [The ranking list of commuters' commuting distance and duration in 50 Chinese cities. China Rencai. 2016-01-04. <http://www.cnrencai.com/employment/138026.html>.]
- [23] Sun B, Ermagun A, Dan B. Built environmental impacts on commuting mode choice and distance: evidence from shanghai [J]. Transportation Research Part D, 2017, 52: 441-453.
- [24] Horner M W. Spatial Dimensions of Urban Commuting: A Review of Major Issues and Their Implications for Future Geographic Research [J]. The Professional Geographer, 2004, 56(2): 160-173.
- [25] 翟炳哲, 毛其智, 张杰, 等. 居民户外活动影响因素的实证研究[J]. 城市发展研究, 2014, 21(9):54-60. [Zhai Bingzhe, Mao Qizhi, Zhang Jie et al. An empirical study of the factors associated with residents' outdoor activities. Urban Development Studies, 2014, 21(9):54-60.]
- [26] 孙斌栋, 魏旭红. 上海都市区就业-人口空间结构演化特征[J]. 地理学报, 2014, 69(6):747-758. [Sun Bindong, Wei Xuhong. Spatial distribution and structure evolution of employment and population in Shanghai Metropolitan Area. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(6):747-758.]
- [27] Wang R. Shaping carpool policies under rapid motorization: the case of Chinese cities[J]. Transport Policy, 2011, 18(4):631-635.
- [28] Sun B, He Z, Zhang T et al. Urban spatial structure and commute duration: an empirical study of China [J]. International Journal of Sustainable Transportation, 2016, 10(7): 638-644.
- [29] Mao Z, Ettema D, Dijst M. Analysis of travel time and mode choice shift for non-work stops in commuting: Case study of Beijing, China [J]. Transportation, 2016(2016): 1-16.
- [30] Axisa J J, Scott D M, Newbold K B. Factors influencing commute distance: a case study of Toronto's commuter shed [J]. Journal of Transport Geography, 2012, 24: 123-129.
- [31] 刘定惠, 朱超洪, 杨永春. 西部大城市居民通勤特征及其与城市空间结构的关系研究——以成都市为例[J]. 人文地理, 2014, 29(2):61-68. [Liu Dinghui, Zhu Chaohong, Yang Yongchun. The characteristics of resident commuting and its relationship with urban spatial structure in large cities of western china: A case study of Chengdu. Human Geography, 2014, 29(2): 61-68.]
- [32] 孙斌栋, 但波. 上海城市建成环境对居民通勤方式选择的影响[J]. 地理学报, 2015, 70(10): 1664-1674. [Sun Bindong, Dan Bo. Impact of urban built environment on residential choice of commuting mode in Shanghai. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(10): 1664-1674.]

Impacts and Conditional Effects of Population Density on Commuting Duration: Evidence from Shanghai

Sun Bindong, Yin Chun

(The Center for Modern Chinese City Studies, East China Normal University, Shanghai 200062, China; School of Urban and Regional Science, East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: Given that long commuting duration is considered as a crucial problem of urban transportation, urban planners and geographers explored the impacts of built environment on commuting duration in order to reduce long commuting duration and alleviate traffic congestion. However, the findings on the connection between population density and individual commuting duration are inconsistent. Some literature showed that population density and individual commuting duration have a negative correlation, while others found a positive correlation or an insignificant relationship. Secondly, previous literature on individual commuting duration paid little attention to the conditional effects of population density. Just as Jane Jacobs remarked at *The Death and Life of Great American Cities*, “No concentration of residents, however high it may be, is ‘sufficient’ if diversity is suppressed or thwarted by other insufficiencies”, the impact of population density on commuting duration may depend on the other built environmental attributes. Furthermore, previous studies focused mainly on the cases in developed countries and far less on developing countries especially China whose urban built environment is characterized by larger population size and higher density. Based on a sample of 1 605 individuals from the “the Yangtze River Delta Social Transformation Survey (FYRST)” Project in Shanghai in 2013, this study examines the impacts and conditional effects of population density at the sub-district spatial level on individual commuting duration by using hierarchical models. Controlling individual socioeconomic attributes, commuting modes, and other built environmental attributes including diversity, design, accessibility to transit and distance to the job center, the random intercept model estimations show that individual commuting duration is positively associated with population density at the sub-district spatial level. One possible reason is the traffic congestion resulting from extremely high density and the job-housing imbalance. Moreover, this effect of population density on commuting duration is conditional on the “design”, the “accessibility to metro”, the “distance to the job center”, and the “commuting mode”. Specifically, higher road network density and highway density, shorter distance to the job center, higher metro stations density, and encouraging commuting by metro instead of driving could diminish the duration increasing effect of population density. But the expected conditional effect of “diversity” is not significant and not supported by this article. Thus, it is feasible to reduce commuting duration and traffic congestion by optimizing built environment and adjusting population density. Firstly, it’s necessary to point out that the advocated concept of compact development should orient at reasonable high density instead of over-concentration. Secondly, planners should pay more attention to encouraging job-housing balance, including both quantitative and structural balance. Last but not least, it is important to expand the underground space to encourage commuting by metro and to construct the highway to shunt the traffic flow for the sake of shortening commuting duration and improving traffic efficiency.

Key words: commuting time; population density; built environment; moderating effect; multilevel model; Shanghai