

TOD真的需要公共交通吗? ——轨道交通可达性以外的重要因素探讨

Daniel G. Chatman¹ 著, 叶峰², 杨策³ 译

(1.加利福尼亚州大学伯克利分校城市与区域规划系, 美国 伯克利 CA94720; 2.拉萨市住房和城乡建设局, 西藏拉萨 850000; 3.国家发展和改革委员会城市和小城镇改革发展中心综合交通研究院, 北京 100045)

摘要:以公共交通为导向的发展模式(TOD)通常包括在轨道交通车站周边新建住房。引导城市按照这样的模式发展,其目的部分在于减少气候变化、污染以及机动车导致的拥堵。但是,新建住房可能会更容易吸引那些开车较多的富裕家庭,相比房屋所有权和大小、停车供给、街区和分区建筑环境,轨道交通可达性对汽车拥有和使用的影响可能也较弱。通过调查居住在新泽西州北部10个轨道交通车站2英里半径范围内的家庭,收集有关房龄和类型、路外停车位可达性、工作和非工作的出行方式、人口特征以及选择所住街区原因的数据。对调查数据进行地理编码,并与实地调查的路内停车数据、街区和分区建筑环境指标等数据相融合。分析这些因素如何与调查中所记录的汽车拥有和使用情况相关联。住在轨道交通车站附近新房子内的家庭,在汽车拥有、利用汽车通勤以及购物出行频率上明显低于那些住在远离轨道交通的新房子内的家庭。但是,轨道交通可达性在这一差别中起到的作用很小。房屋类型和所有权、局部和分区密度、公共汽车服务、特别是路外及路内停车供给对差异的产生发挥了更重要的作用。

关键词:以公共交通为导向的发展模式; 轨道交通; 汽车使用; 停车; 可持续性

Does TOD Need the T? On the Importance of Factors Other Than Rail Access

Written by Daniel G. Chatman¹, translated by Ye Feng², Yang Ce³

(1.Department of City and Regional Planning, University of California, Berkeley CA94720, USA; 2.Lasa Bureau of Housing and Urban-Rural Development, Lasa Xizang 850000, China; 3.Comprehensive Transportation Research Institute, China Center for Urban Development, Beijing 100045, China)

Abstract: Transit-oriented developments (TODs) often consist of new housing near rail stations. Channeling urban growth into such developments is intended in part to reduce the climate change, pollution, and congestion caused by driving. But new housing might be expected to attract more affluent households that drive more, and rail access might have smaller effects on auto ownership and use than housing tenure and size, parking availability, and the neighborhood and subregional built environments. I surveyed households in northern New Jersey living within two miles of 10 rail stations about their housing age and type, access to off-street parking, work and non-work travel patterns, demographics, and reasons for choosing their neighborhoods. The survey data were geocoded and joined to on-street parking data from a field survey, along with neighborhood and subregional built environment measures. I analyzed how these factors were correlated with automobile ownership and use as reported in the survey. Auto ownership, commuting, and grocery trip frequency were substantially lower among households living in new housing near rail stations compared to those in new households farther away. But rail access does little to explain this fact. Housing type and tenure, local and subregional density, bus service, and particularly off-and on-street parking availability, play a much more important role.

Keywords: transit-oriented development; rail transit; auto use; parking; sustainability

收稿日期: 2014-06-15

作者简介: Daniel G. Chatman(1968—), 男, 美国人, 博士, 副教授, 主要研究方向: 交通运输、建筑环境构建、可持续性、经济效益。E-mail: dgc@berkeley.edu

译者简介: 叶峰(1982—), 男, 江西九江人, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 城市交通规划与设计。E-mail: fengfeng_003128@hotmail.com

文章来源: Journal of the American Planning Association, 2013年第79卷第1期17-31页, Taylor & Francis Ltd.(http://www.tandfonline.com)版权所有, 文章链接: http://dx.doi.org/10.1080/01944363.2013.791008。

0 引言

以公共交通为导向的发展模式(Transit-oriented Development, TOD)是一项普遍的城市规划策略；在实际应用中，它通常意味着在轨道交通车站周边新建住房。TOD这一术语可以解释为公共交通周边的房屋(群)，或者轨道交通车站周边大至0.5英里(约800 m)半径范围区域，其内部高密度、混合功能开发，步行可达购物场所，拥有便捷的步行设施、较低的停车供应，设计鼓励家庭使用步行、自行车及公共交通来取代汽车出行^[1-2]。

TOD政策的一个主要目标是降低汽车使用对地区及全球环境的影响。通过TOD追求环境目标需要满足两个重要的前提条件：1)居住在轨道交通车站附近新开发小区内的家庭，比那些老小区内的家庭或远离轨道交通车站的家庭开车更少；2)与TOD模式的其他属性相比，临近轨道交通车站是考虑问题的关键因素。我们有很多理由去怀疑这些前提条件。新开发小区也许会吸引更多的富裕居民，他们往往比那些住在轨道交通车站附近老房子里的居民开车更多。无论是否有轨道交通通过，开发强度越高、停车位越少、更多就近商店和服务的存在，都会减少汽车的使用。

虽然研究早已揭示居住在轨道交通车站周边的家庭明显拥有更高的公共交通使用率，特别是使用轨道交通^[3]。然而对于这些家庭是否同时也更少地拥有和使用私人汽车的研究却很少。2003年，加利福尼亚州一项公共交通导向的住房开发研究证实，72%的受访者使用私人汽车通勤，低于周边城市1999年人口普查中90%的使用率^[4]。利用安装在道路上的车辆计数器，一项针对美国4个都市区17个公共交通导向开发区域的研究发现，这些小区的车辆出行较交通工程师协会(Institute of Transportation Engineers, ITE)手册公布的出行率降低了44%^[5]。由于这些研究均缺乏对照组，所以报告揭示的巨大差异也许并不能推广。对TOD调查普遍存在无回应的情况、运用不同的调查设备以及调查时间的差异(间隔4年)都可能导致实验观察到的汽车使用率低于普查结果；相比ITE评估的车辆出行次数较低，部分原因可能是ITE评估本身偏高^[6]。

关于建设环境对汽车出行影响的统计分

析与本主题相关，这是因为其限制了TOD的很多组成要素。然而，与诸如人口密度的建设环境指标相比，涉及轨道交通或公交可达性指标的研究却很少。在最近一项对超过200篇研究建设环境与出行行为关系的文献综述中，只有6项研究在家庭或个人层面上使用车辆行驶距离作为因变量，并且以居住地到轨道交通或公交车站的距离作为自变量^[7]。车辆使用相对于公交临近程度的平均弹性系数非常小(-0.05)，并且在统计学上不显著。

一些研究发现，轨道交通可达性与车辆拥有及使用之间要么几乎没有联系，要么呈正相关关系。一项圣地亚哥和旧金山湾区的研究发现，当控制大量街区层面建设环境的情况下，临近重轨(heavy rail)的程度与较高车辆行驶里程密切相关^[8]。一项曼哈顿和香港的研究表明，轨道交通车站乘客流量往往与周边居民家庭汽车拥有量呈正相关^[9]。一项针对美国370个都市圈的研究，利用结构方程发现铁路可达性仅仅与人均汽车行驶距离有微弱关系^[10]。根据奥斯丁仿真模型估计，随着更多的建设开发集中在轨道交通车站周边，虽然汽车平均出行距离缩短带来行驶里程降低，但交通结构却不会有太大变化^[11]。

更多的研究证实，轨道交通可达性往往与较少的汽车使用相关。一项关于通勤方式和汽车出行距离的研究，基于全美家庭交通调查中覆盖114个大都市区的数据，发现轨道交通可达性、公共汽车可达性以及城市形态都与较低的汽车使用密切相关^[12]。另一项利用全美家庭交通调查数据进行的国家层面的研究运用结构方程揭示，以步行距离衡量的轨道交通可达性与较低的车辆行驶距离密切相关，直接原因可能是因为轨道交通对汽车使用的替代作用，间接原因则是铁路周边通常拥有更高的人口密度^[13]。一项基于纽约出行日志数据的研究发现，居住和工作周边的地铁线路往往与更低的汽车使用率和更高的步行比例相关，同时指出地铁线路可能是适宜步行街区的代表^[14]。两项国际研究也揭示了这种预期的关系。智利圣地亚哥市的一项研究发现，距城市轨道交通车站的距离与汽车通勤方式比例的高低密切相关，其主要是通过通过对交通方式选择产生直接影响，而非对汽车拥有产生的任何强烈影响^[15]。一项利用德国全国数据、针对拥有汽车的有照驾驶

人的研究揭示,步行至公交车站的距离与车辆行驶距离高度相关^[16]。

上述研究中都缺少了一个重要因素,即停车位供应。对路内及路外停车的研究甚至比轨道交通可达性的研究还要少,很大程度上是因为缺乏数据。一项关于纽约两个社区的案例研究指出,二者在汽车使用上的差异很有可能由停车位供给引起,而非公共交通可达性、高速公路可达性或者人口特征的差异^[17]。一项对纽约市1998年街区层面的人口普查数据研究发现,公共交通可达性及估计的路外停车供给都与往返曼哈顿的通勤汽车出行呈正相关^[18]。纽约市最近一次使用相同数据库、仅限于谷歌可以观测停车位的研究发现,无论地铁距离还是路外停车供应,都是汽车拥有量的显著预测因子^[19]。有关路内停车如何影响汽车使用方面的研究更是凤毛麟角。一项研究表明,纽约市出于街道清洁的要求,没有路外停车位的家庭往往会更多地开车,而有路外停车位的家庭则更少开车^[20]。

几乎所有研究对于这一研究问题都存在应用的局限,因为忽略了与轨道交通可达性相关的潜在重要协变量。除停车位供给之外,这些变量还包括街区尺度和分区建设环境指标,以及房龄和住房类型。极少有测试这些变量在轨道交通步行距离内重要性的研究。

1 研究设计

本研究组织了一项家庭邮件调查,调查对象为新泽西州10个地铁车站2英里(约3.219 km)半径范围内的家庭。这些家庭有的居住在有目的建造的TOD社区里,有的居住在远离轨道交通的新旧住房里。之所以选择2英里半径区域而不是对整个州取样,目的在于平衡控制汽车使用的空间相关影响和方便观察车站不同距离内的出行行为。由于距离最近公交车站超过0.5英里(约800 m)后公交使用会急速下降^[21-22],同时TOD被定义为在轨道交通车站适宜步行范围以内,所以步行范围以外的家庭被作为对照组。将取样范围限制在10个车站区域内有利于收集大量被调查人的路内停车数据。这些停车数据包括在10个车站周围0.25英里(约400 m)半径之内步行观测到的路内停车供应。将家庭

调查与路内停车数据融合,并结合从次级地理信息系统数据源中提取的调查范围内街区和分区空间数据,构成了本研究所使用的数据源。只有距离固定车站最近的家庭才有路内停车供给状况的观测数据。这些数据构建步骤简述如下,更多的细节见其他文章^[23]。

调查车站包括位于莫里斯-埃塞克斯线(Morris & Essex Line)的莫里斯城(Morristown)和南橙县(South Orange)、北泽西沿海线(North Jersey Coast Line)的珀斯安博伊(Perth Amboy)和南安博伊(South Amboy),东北走廊干线(Northeast Corridor line)的雷维(Rahway)和特伦敦(Trenton)、拉里坦河谷线(Raritan Valley Line)的韦斯特菲尔德(Westfield)和克兰福德(Cranford)、哈德逊卑尔根轻轨线(Hudson-Bergen Light Rail Line)的第二大街(2nd Street)和埃塞克斯(Essex)站(见图1)。这些车站可以非常容易地通往曼哈顿市区,涵盖了轻轨、重轨、高频次通勤铁路,具有很好的公共交通可达性。以2英里为半径,围绕这10个车站的区域范围内涵盖74万人口,约为新泽西州人口总量的9%,比新泽西州其他地区有着更好的公交可达性和更高的人口密度。

本文构建了一个包括5 000个房屋单元的样本,其中包括1 073个位于车站步行范围以内新建建成或大规模翻新过的多户住宅。其他样本均为从住户名单中抽取,其美国邮政编码地址均位于车站2英里范围内。对这份名单进行地理编码,随机抽取2 427栋距离车站0.25英里直线距离范围内的住房,以及其他1 500栋位于距离车站0.25~2.00英里的住房。

问卷调查主要关注住宅特性、路内和路外停车、是否工作出行、家庭特征以及住宅区位条件^[23]。问卷调查经过测试和修订,最终在2009年6月3日—8月26日寄出。利用调整后的迪尔曼(Dillman)邮件调查总体设计方法协议,共发送了5封招聘邮件:问卷调查及邀请信,提醒卡,随后给未回复调查问卷的用户替代调查问卷的两封信,一份最后机会的联系信^[24-25]。最终,共收到1 143份完成的调查卷,回收率25.4%,数据汇总见表1。

观测记录地铁车站0.25英里直线距离范围内至少50%区域的路内停车位。所有街区平均分配给3组受过训练的学生调查员。调查员于17:00—20:30步行观测晚高峰的停车

状况，按类型收集 818 个街道区段的 6 237 个路内停车位的数量(划线和非划线)，停车位是否被使用，停车时长限制，空间类型(残疾人专用及特别许可)，停车时间限制，街道清洁，禁停时间段。停车数据收集早于家庭调查前一年进行(家庭调查推迟是因为研究资金方面的原因)。将停车观测数据与街道分区地图整合，并汇集到 GIS 中构建 522 户住在地铁站周边直线距离 0.25 英里范围内的家庭，得到其周边 0.25 英里直线

范围内每英里道路的夜间停车位供给观测指标。

基于 2000 年人口普查中街区人口和土地数据，利用 GIS 可以计算得到每位受访者家庭 0.25 英里直线范围内的普查街区人口密度。利用人口普查局(Census Bureau)2008 年进行的雇主家庭纵向动态调查(Longitudinal Employer Household Dynamics)数据库以类似的方法也可以计算获得当地零售和总体就业密度^[26]。从 referenceusa 网站下载北美产业分

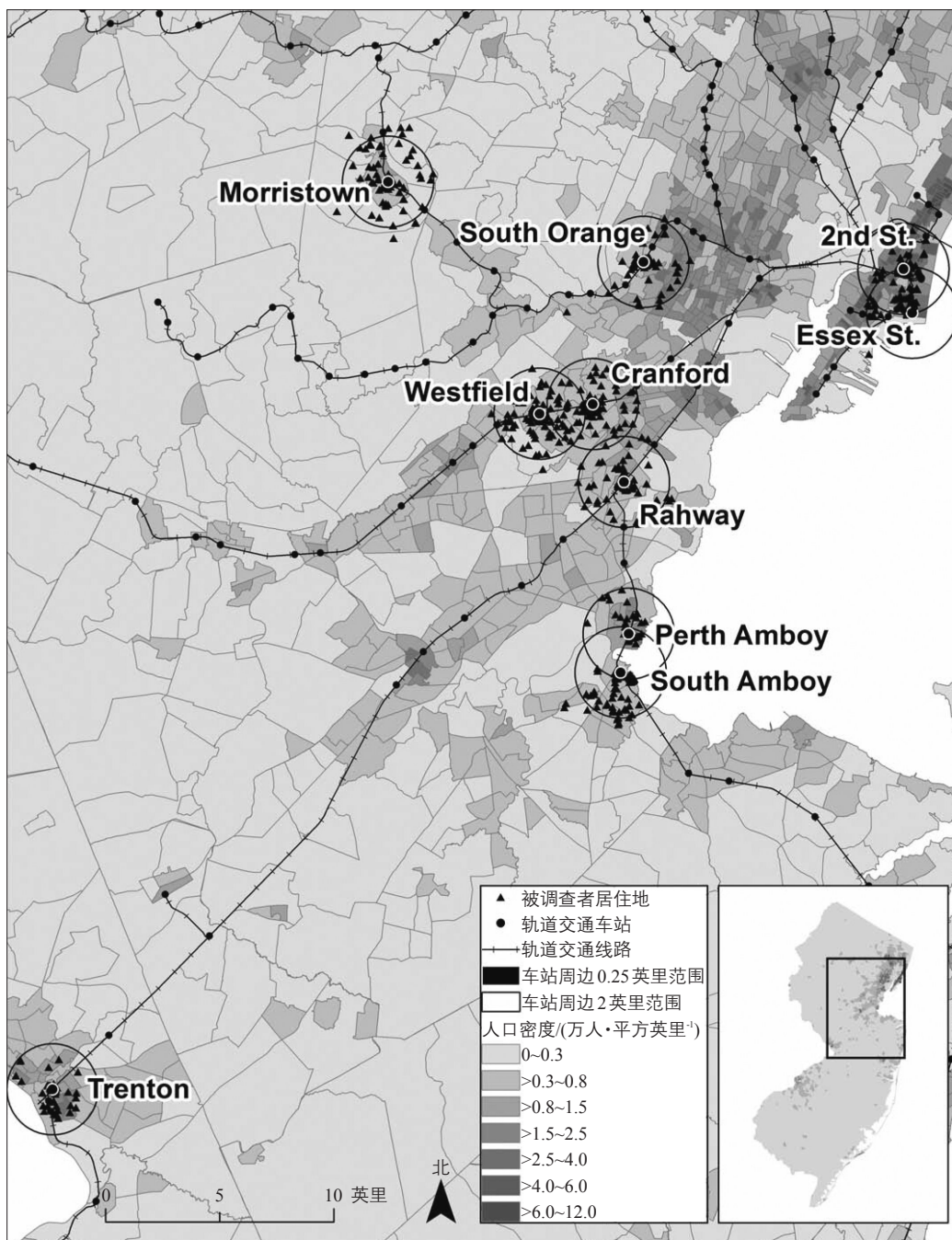


图1 调查车站周边2英里及0.25英里范围

Fig.1 Selected stations with two-mile and quarter-mile buffers

表1 描述性统计(选定变量)

Tab.1 Descriptive statistics (selected variables)

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
与最近的轨道交通车站的距离/英里	1 143	0.63	0.60	0.03	3.38
轨道交通线路附近的新房子 ¹⁾	1 143	0.16	0.37		指示变量
轨道交通线路附近的老房子	1 143	0.33	0.47		指示变量
远离轨道交通的老房子	1 143	0.38	0.49		指示变量
家庭平均每位成年人的路外停车位少于1个	1 089	0.34	0.47		指示变量
0.25英里范围内街道每英里夜间路内停车/百个	532	1.67	0.67	0.42	3.02
路内、路外停车位稀缺性 ²⁾	508	0.15	0.36		指示变量
未被观测到的路内停车	1 143	0.53	0.50		指示变量
双层或三层公寓	1 143	0.08	0.27		指示变量
联排别墅	1 143	0.08	0.27		指示变量
高层或独栋公寓	1 143	0.51	0.50		指示变量
其他类型住宅	1 143	0.01	0.08		指示变量
缺失信息的住宅	1 143	0.01	0.08		指示变量
租赁单元	1 143	0.37	0.48		指示变量
无抵押自有住宅	1 143	0.13	0.34		指示变量
未知所有权住宅(自有或租赁)	1 143	0.02	0.15		指示变量
距离车站0.125英里范围人口普查区块内的人口数/(千人·平方英里 ⁻¹)	1 133	12.6	12.2	0.13	87.6
距离车站0.5英里范围人口普查区块内的就业岗位数/(千个·平方英里 ⁻¹)	1 143	8.5	14.7	0	89.6
距离车站0.5英里人口普查区块内的零售业就业数/(千个·平方英里 ⁻¹)	1 143	0.5	0.5	0	4.8
1英里半径范围内公共汽车站数量/个	1 143	103.7	118.7	0	622
PUMA分区就业密度/(千个·平方英里 ⁻¹)	1 143	4.1	5.5	0.40	19.6
PUMA分区公共汽车站密度/(10个·平方英里 ⁻¹)	1 143	3.8	6.0	0.31	23.7
居住地与曼哈顿中央商务区的网络距离/英里	1 143	21.2	12.1	2.50	58.1
家庭收入/万美元(编码分类中位值)	1 031	11.6	8.4	0.50	32.5
未告知收入的家庭	1 143	0.10	0.30		指示变量
家庭人数	1 141	2.3	1.3	1	9
家庭中孩子数量	1 131	0.24	0.43		指示变量
单亲家庭	1 131	0.03	0.17		指示变量
拉丁裔	1 143	0.14	0.34		指示变量
非洲裔美国人	1 143	0.13	0.34		指示变量
亚裔美国人	1 143	0.06	0.24		指示变量
美国原住民	1 143	0.01	0.10		指示变量
未告知种族	1 143	0.04	0.19		指示变量
全职人员	1 143	0.71	0.45		指示变量
兼职人员	1 143	0.07	0.26		指示变量
管理岗位人员	1 143	0.12	0.33		指示变量

金融从业人员	1 143	0.08	0.27	指示变量
销售从业人员	1 143	0.06	0.23	指示变量
文职人员	1 143	0.04	0.20	指示变量
技工	1 143	0.02	0.15	指示变量
体力劳动者	1 143	0.02	0.15	指示变量
服务业从业人员	1 143	0.05	0.21	指示变量
未知职业者	1 143	0.02	0.14	指示变量
退休人员	1 143	0.17	0.38	指示变量
基于临近亲友选择住宅区	1 143	0.31	0.46	指示变量
基于休闲机会可达性选择住宅区	1 143	0.11	0.31	指示变量
基于就业可达性选择住宅区	1 143	0.46	0.50	指示变量
基于公共交通可达性选择住宅区	1 143	0.42	0.49	指示变量
基于方便孩子就学选择住宅区	1 143	0.16	0.37	指示变量
基于公共服务品质选择住宅区	1 143	0.02	0.15	指示变量
基于外观、设计选择住宅区	1 143	0.28	0.45	指示变量
基于与学校的距离选择住宅区	1 143	0.05	0.23	指示变量
基于与购物场所的距离选择住宅区	1 143	0.18	0.39	指示变量
基于与公路的距离选择住宅区	1 143	0.09	0.29	指示变量
基于房屋特性选择住宅区	1 143	0.22	0.41	指示变量
基于其他因素选择住宅区	1 143	0.15	0.36	指示变量

1)新房子指调查时建成时间在7年及以内的房屋,靠近轨道交通指道路网测量距离0.4英里以内范围;2)路内、路外停车紧缺指路内停车空间低于平均值,家庭每位成年人路外停车位不足1个。

类体系中编号为445110的数据,按照地址进行地理编码,并集计到受访者家庭0.25英里范围内,从而形成研究所用的杂货店超市数目数据。家庭1英里范围内的公交车站密度可以通过公交车站位置计算得到,数据来源于2010年新泽西州公共交通部门(NJ Transit)。距离曼哈顿中央商务区(CBD)的网络距离,可以被定义为距离中央火车站(Grand Central Station)或者宾州车站(Penn Station)的距离,通过使用GIS中的街道文件和网络线路分析计算得到。分区人口密度、就业密度以及公共汽车站密度等指标,可以从2005—2007年汇集的美国社区调查公众使用微观数据样本(American Community Survey Public Use Microdata Sample)中当地家庭所在的可公开使用微观数据区域(Public Use Microdata Areas, PUMAs)中获取。

本文运用问卷中对以下问题的回答设计住宅区位条件变量:“请依序列出吸引你来到这一社区的3个主要因素”。在受访者对一组因素进行排序时,一个虚拟变量被设定

为1,不论其具体排名。

如果受访者家庭中平均每位成年人的路外停车位少于1个,设定其路外停车位稀缺性为1,其他情况则设为0。此外,本文还设计变量描述路内停车与路外停车的相互作用。如果没有路外停车而有充足的路内停车,或者有充足的路外停车但没有路内停车,则不存在停车困难。如果每个家庭每位成年人拥有不足1个路外停车位,或者可用的夜间路内停车位低于观察到的中位数(每英里街道138个夜间停车位),变量为1。

在数据描述和分析中,对新老住宅、轨道交通步行范围内外进行区分。新住宅指在调查时间7年及以内建成的房屋,依据受访者问答以及其他独立收集到的针对车站附近选定住宅的信息确定^①。适宜步行距离指任何车站沿道路网0.4英里(约644 m)以内的范围,在本研究区域内人行道普遍存在。这一定义比文献[2]针对TOD提出的步行距离2000英尺(约610 m)稍短。对于大多数住宅来说,大致等同于0.25英里(约400 m)的直线距离。

表1显示了分析中使用的主要变量的均值和标准差。

2 距轨道交通线路距离及房龄观测的差异

与居住在更远新老住宅中的居民相比,居住在轨道交通车站步行范围内新房子中的受访者,其私人汽车拥有量、汽车通勤以及每周私人汽车购物出行都更少(见表2)。同样比居住在轨道交通线路附近老房子内的居民有更低的汽车通勤及购物出行频率,一个显著的结论是轨道交通线路附近新房子内的居民家庭收入显著更高。

与轨道交通车站间距离以及房龄等有关的大量因素也许对汽车拥有和使用起到一定影响作用。出租屋及小房子也许会吸引那些更少使用汽车的家庭,因为他们更年轻、收入更低、并且孩子更少。在这些区域,轨道交通线路附近的新房子往往更可能被出租,

它们基本上都是小房子。事实上,即使距离轨道交通更远的新房子也更有可能是小房子(见表3,列1和2)。尽管新房子有更多的可用路内停车位,但是轨道交通线路附近新房子路外停车供给比远距离房子更少(见表3,列3和4)。尽管更多靠近轨道交通线路的老房子拥有的路外及路内停车位都偏低,但这一差别在统计意义上并不明显(见表3,列5)。更大的街区空间环境也扮演着重要角色。无论是轨道交通线路附近的新旧房屋还是远离轨道交通线路的老房子,人口密度均远高于远离轨道交通线路的新房子(见表3,列6)。轨道交通附近新房子1英里范围内平均拥有超过150个公共汽车站,远高于其他组(见表3,列7)。

轨道交通线路附近新房子居民的汽车拥有和使用均较低也有其他可能的解释,但是这些数据很难获得。例如,或许最近迁移至TOD区域内的人短期内是为了方便地使用公共交通进行通勤,但是也许过几年随着工作

表2 房龄及与轨道交通车站间距离与汽车拥有和使用的关系

Tab.2 Auto ownership and use by age of housing and distance to rail

分组	每户家庭汽车保有量/ 辆	每位成人汽车保有量/ 辆	独自驾驶汽车通勤 (指示变量)	每周利用汽车购物 出行次数/次
轨道交通线路附近的新房子	1.14 ¹⁾	0.73 ²⁾	0.36 ¹⁾	1.47 ¹⁾
轨道交通线路附近的老房子	1.40 ¹⁾	0.81 ²⁾	0.59	1.84 ¹⁾
远离轨道交通线路的老房子	1.77	0.86 ²⁾	0.67	2.44
远离轨道交通线路的新房子	1.67	0.96	0.63	2.45
总样本	1 118	1 118	810	878

1)在95%的置信度下显著不同于远离轨道交通线路的新房子; 2)在95%的置信度下显著低于这一类数值。

表3 房龄及距轨道交通车站距离与住宅、停车及空间特征的关系

Tab.3 Housing, parking, and spatial characteristics by age of housing and distance to rail

分组	1 租赁 单元	2 高层、独栋公寓, 联排别墅	3 路外停车 稀缺度 ¹⁾	4 每英里路 内停车位	5 路内、路外 停车位不足 ²⁾	6 0.125英里半径内人口 密度(千人·平方英里 ¹⁾)	7 1英里半径内公 共汽车站数量
轨道交通线路 附近的新房子	0.57 ⁵⁾	0.98 ⁵⁾	0.47 ⁴⁾	193 ⁵⁾	0.12	13 200 ⁴⁾	152 ⁵⁾
轨道交通线路 附近的老房子	0.48 ⁵⁾	0.62 ⁵⁾	0.39 ⁵⁾	152	0.17	12 800 ⁴⁾	93
远离交通交 通线路的老房子	0.29 ⁵⁾	0.37 ⁵⁾	0.30 ⁵⁾	[183] ³⁾⁴⁾	[0.07] ³⁾	13 400 ⁴⁾	101 ⁴⁾
远离交通交 通线路的新房子	0.16	0.71	0.19	[149] ³⁾	[0.25] ³⁾	7 810	79
总样本	1 116	1 135	1 089	532	508	1 143	1 143

1)家庭平均每位成年人的路外停车位少于1个; 2)路内停车空间低于平均值且每位成年人路外停车位不足1个; 3)[]表示样本量非常小,路内停车数据主要来源于轨道交通线路步行范围内的住宅单元; 4)在95%的置信度下显著不同于远离轨道交通线路的新房子; 5)在95%的置信度下显著低于这一类数值。

地点的变化，他们就开始开车。年轻人生活方式偏好的转变或许也可以解释一些新的TOD房屋与较低汽车使用的关联，或者房屋和劳动力市场的变化以及最近的经济衰退，都会被最近这些迁徙者更敏锐的感知，他们更倾向于通过更少地拥有及使用汽车来省钱。

为了探索这些可能的解释，本文进行一系列多元回归分析，包括汽车拥有量、通勤量以及购物出行频率^②。首先对三项指标分别构建回归模型，仅将与轨道交通线路间距离和房龄作为自变量。在第二次回归中，加入其他住房、停车及空间特征。第三次回归中，加入人口特征和住宅选择标准^③。不同的房屋和街区会吸引那些对汽车拥有和使用有着不同水平和偏好的家庭。每个表格中的第二个模型都隐含了这些住房选择影响，而第三个模型是为了估计那些与住房选择相独立的影响。系数的变异表征了与偏好以及住房选择相关的效果在未来可能达到的范围。第四个回归模型仅应用轨道交通车站步行范围内的家庭数据，测试与轨道交通线路间距离与其他如可用停车位等因素之间的相互作用。最后，对汽车通勤及购物出行频率构建第五个模型，将汽车拥有作为一个(内生的)解释变量，解释如下。

3 车辆拥有

本文定义人均汽车拥有量为家庭拥有汽车数量与家庭中成年成员数量的比值。第一个模型采用最小二乘法，用与轨道交通线路间距离、房龄和步行距离临界值回归分析人均汽车拥有量。住宅每远离轨道交通车站1 km，人均汽车保有量增加0.09辆(见表4，列1)。无论是否在轨道交通车站步行距离以内，老房子都具有较低的人均汽车保有量(将步行距离之外的新房子作为对照组)。这些系数表明，距离轨道交通线路较近的新房子平均汽车保有量比距离轨道交通线路较远的新房子低27%。

当同时考虑居住、停车和建筑环境指标时，汽车保有量与距离轨道交通线路的远近程度和房屋新旧程度的相关性明显下降(见表4，列2)。无论是与轨道交通线路的距离还是房屋的新旧程度，从统计学上讲都对人均汽车拥有量没有显著影响，而事实上轨道交通线路周边新住宅的系数变为正数。路外

停车匮乏、较低的路内及路外停车供给是模型中最重要的变量。人均路外停车位小于1的家庭，人均汽车保有量较其他家庭低0.16，其他都持平；而路内、路外停车位都较少的家庭，人均汽车保有量还要额外降低0.13。租住房屋的家庭人均汽车保有量要低0.065。在环境变量中，起到最大作用的是在住宅1英里范围内的公共汽车站数量。 -0.0008 的系数表明公共交通服务水平每增加一标准差(相当于在住宅1英里半径范围内多118个公交车站)，人均汽车保有量下降0.09。

第三个模型增加家庭人口特征和选择偏好的变量，从而在模型中同时考虑了TOD会吸引原有公共交通使用者以及鼓励现住户更多地采用汽车之外的交通方式这两种情况(见表4，模型3)。在这一模型中，新加入的人口特征、个人偏好变量的系数较大且较显著，但本文更加关注房屋类型和空间特征，因为其与政策最为相关。与轨道交通线路间距离的系数仍然很小且不显著。路外停车匮乏及路内、路外停车位稀缺性系数对人均汽车拥有量的影响分别从 -0.16 和 -0.13 降至 -0.11 ，但是影响仍然很大，这两种情况都会导致人均汽车保有量均值下降13%。联排别墅及高层公寓的系数从 -0.065 增至 -0.13 ；这主要是由于家庭规模在模型中被控制，因为家庭规模越大、人均汽车保有量越少。联排别墅和高层公寓也许有远离房屋的路外停车位。简而言之，该模型表明区分收入、住宅大小以及房屋选择偏好之后可以在很大程度上解释汽车拥有量与停车供应、房屋类型及使用权、公共汽车可达性、就业密度等因素的相互关系。但是，这些影响因素仍然与低汽车拥有量显著相关，而非距轨道交通线路距离。

针对靠近轨道交通线路家庭的研究可以测试轨道交通线路可达性与其他因素的相互作用(见表4，列4)。低路内、路外停车供给显然对轨道交通车站可达性的影响更强烈：当分析仅限于临近轨道交通车站的住户时，低路内、路外停车供给的家庭人均汽车拥有量要低0.24，影响接近模型2中的2倍。

4 汽车通勤

在1143位受访者中，810位表示他们在

调查之前一周全职或兼职工作，同时告诉其采用的通勤方式。表5展现了采用汽车(独自

驾驶)通勤方式的Logit模型，给出指数系数或比数比(OR)，系数与1的正负增量可以解

表4 家庭成人人均汽车保有量与距轨道交通线路距离及其他因素间的函数关系(普通最小二乘回归)

Tab.4 Vehicles per adult in household as a function of distance to rail and other factors (OLS regressions)

变量	1	2	3	4
	房龄及与轨道交通线路间距离	增加住房、停车场、空间变量	增加人口特性及偏好	仅针对轨道交通线路周边家庭；变量同模型2
与轨道交通线路间距离/英里	0.091 ³⁾	-0.003 4	-0.018	0.16
轨道交通线路附近的新房子	-0.18 ³⁾	0.01	0.045	0.041
轨道交通线路附近的老房子	-0.11 ²⁾	-0.029	0.001 7	
远离轨道交通线路的老房子	-0.14 ³⁾	-0.048	-0.019	
路外停车位稀缺性		-0.16 ³⁾	-0.11 ³⁾	-0.12 ²⁾
路内夜间停车位		0.011	-0.007 7	0.011
路内、路外停车位稀缺性		-0.13 ²⁾	-0.11 ¹⁾	-0.24 ³⁾
高层、独栋公寓，联排别墅		-0.065 ¹⁾	-0.13 ³⁾	-0.027
未知类型住宅		-0.35	-0.4*	-0.23
租赁单元		-0.13 ³⁾	-0.1 ³⁾	-0.15 ³⁾
0.5英里范围内就业密度/千人		-0.002 3	-0.003 ²⁾	-0.001 3
1英里半径范围内公共汽车站数量/个		-0.000 8 ³⁾	-0.000 7 ²⁾	-0.000 4
家庭收入/万美元			0.006 ³⁾	
无抵押自有住宅			0.074 ¹⁾	
家庭人数			-0.065 ³⁾	
单亲家庭			0.29 ³⁾	
拉丁裔			-0.075 ²⁾	
非洲裔美国人			-0.07 ¹⁾	
服务业从业人员			0.16 ³⁾	
基于临近亲友选择住宅区			0.055 ²⁾	
基于休闲机会可达性选择住宅区			0.1 ²⁾	
基于就业可达性住宅区			0.051 ¹⁾	
基于公共交通可达性住宅区			-0.098 ³⁾	
基于公共服务品质选择住宅区			-0.2 ²⁾	
基于外观、设计选择住宅区			0.081 ³⁾	
基于与学校的距离选择住宅区			0.13 ²⁾	
基于与公路的距离选择住宅区			0.11 ³⁾	
常数项	0.9 ³⁾	1.11 ³⁾	1.03 ³⁾	1.23 ³⁾
观察总量	1 118	1 071	1 063	525
调整后的R ²	0.024 5	0.187 1	0.277 6	0.164 4

注：未计入统计上不显著的变量：模型2-4中双层或三层公寓、未知类型住宅、未知所有权住宅、0.125英里范围内人口密度、0.5英里范围内零售业就业密度、与曼哈顿中央商业区的距离、分区公共汽车站密度、分区就业密度；模型3中未告知收入的家庭、家庭中孩子数量、亚裔美国人、美国原住民、未知种族、职业指示变量(管理岗位、金融、销售、文职、技工、体力劳动者及未知职业者)、全职人员、兼职人员、退休人员、选择住宅区的指示变量(学区，靠近商店、公共服务，住宅特性，其他)。

1)p<0.10; 2)p<0.05; 3)p<0.01。

释为选用汽车通勤概率的变化。

在控制非轨道交通因素之前，距离轨道交通车站每增加1英里，汽车通勤概率将增加74%；与远离轨道交通车站的新房住户相比，轨道交通车站步行范围内的新房住户采用汽车通勤的概率仅为43%(见表5，列1)。在这一初始模型中，新老住户不具备统计学上的明显差别。

当加入住宅类型、停车位供应和建筑外部环境变量后(见表5，列2)，在轨道交通步行范围内这一因素对汽车通勤选择的影响完全消失，继而与轨道交通线路间距离的系数从1.72收缩到1.32，并且在统计学上不显著。路外停车、就业密度、分区公共汽车站密度以及与市中心距离，均与汽车通勤密切相关。在控制住房、停车和建筑环境要素的情况下，住在老房子的住户更有可能使用汽车通勤。鉴于所有新房子住户均为最近搬迁，而老房子住户自从上次搬迁后更加有可能经历工作地点或其他相关地点的改变，使用汽车通勤可能成为一个更有吸引力的选择。

当人口特征和住宅位置选择标准得到控制，尽管相关性仍然比较大，但是老房子与汽车通勤之间正相关联系的显著性降低(见表5，列3)。路外停车位稀缺性对降低汽车通勤的可能性有非常显著的作用，能够使汽车通勤比例从63%降低至57%。轨道交通可达性的影响变得更加不显著。

第四种汽车通勤模型仅考虑位于轨道交通线路步行范围内的家庭，以便检查轨道交通与其他因素间的相互作用(见表5，列4)。在这一模型中，新房子住户更少采用汽车通勤，这一结论与模型2的结论相符。虽然路外停车供应本身不再显著，车站周边停车供给较低的家庭采用汽车通勤的比例只有其他家庭的40%。除了当地人口密度以外，其他模型2中的变量均不显著。

最后，建立一个类似于模型2的汽车通勤模型，额外增加人均汽车保有量作为一个解释变量。由于汽车保有量与通勤方式选择间联系紧密，汽车保有量的加入将会造成其他自变量系数的估计出现偏差。但其确实解释了停车位供应、住房特性和公共交通可达性是怎样与汽车通勤直接相关、并与汽车保有量间接相关。人均汽车保有量的系数为7.59，而路外停车供给对统计学上的显著性降

低，这表明路外停车供给对汽车通勤选择的作用主要通过汽车保有量体现(见表5，列5)。

5 利用汽车购物出行频率

轨道交通线路可达性可以直接或间接地减少开车去超市的频率，通过减少汽车保有量，降低汽车通勤频率及与此相关联的超市购物出行，或是鼓励利用轨道交通去超市购物。最近一次全国居民出行调查显示：购买食品、五金器具、服装是最常见的出行目的，甚至超过通勤频率^[28]。超市购物也许是最普遍的出行，因为食物需求是最基本的需求；因此超市购物出行最容易被记住且正确报告。

基于被调查者最近3次超市购物出行的时间和出行方式信息，用最早一次超市购物至今的周数除以这段时间内通过私人汽车(单人或多人同车)进行的超市购物次数，由此构建每周利用汽车购物出行频率的指标。仅对汇报了至少两次购物出行完整信息的878名(占总样本量的77%)受访者计算这一指标。利用最小二乘法估计回归模型。这一变量是连续的，范围从每周0次(约5%的受访者)到10.5次，均值为2.07次。

初始回归发现：每远离轨道交通车站1英里，每周利用汽车购物出行即增加0.51次；而临近轨道交通车站新房子住户的每周利用汽车去超市购物比其他家庭少0.73次(见表6，列1)。当住房、停车位和建筑环境特性都受控时，在轨道交通线路步行范围内以及房龄的影响都变得不显著，尽管与轨道交通车站间距离这一变量的系数减小但仍然显著(见表6，列2)。在住宅0.25英里半径范围内每增加一家商店，则每周利用汽车购物出行将减少0.098次。路内、路外停车位稀缺性系数为-0.57，这意味着利用汽车购物出行会减少25%。路内及路外停车都不显著，这表明对于具有货物搬运需求的非工作出行，汽车更具吸引力，这时只有明显阻碍汽车使用的因素会对最终出行方式选择产生影响。住宅类型和使用权、当地人口密度以及就业密度在这些模型中均不显著，而分区公共汽车站密度和就业密度则与预期一致，与利用汽车购物出行频率负相关。有两个令人费解的系数：距曼哈顿CBD的距离与利

用汽车购物出行频率负相关，1英里范围内公共汽车站密度与利用汽车购物出行正相关(尽管后者效果下降，而且一旦控制人口统计特征这一效果即变得不显著)。也许在公共交通可达性较高且更接近曼哈顿的区域，利用汽车进行短距离的购物出行会更多。然而，本研究所采用的数据中没有出行距离的

记录。

当增加人口特征和住宅位置选择标准变量，路内、路外停车位稀缺性对利用汽车购物的影响依然很大，每周汽车购物将减少0.48次，尽管这一变量仅在90%的置信水平下显著；分区公共汽车站密度、商店数量以及与曼哈顿的距离3个变量的系数轻微减

表5 独自驾驶汽车通勤的可能性与距轨道交通线路距离及其他因素间的关系方程(Logit回归)

Tab.5 Probability of commuting by singly occupied vehicle as a function of distance to rail and other factors (logit regressions)

变量	1 房龄及与轨道交通线路间距离	2 增加住房、 停车、空间 变量	3 增加人口特性 及偏好	4 仅针对轨道交通 线路周边家庭， 变量同模型2	5 所有家庭，增加 人均汽车保有量 至模型2
与轨道交通线路间距离/英里	1.74 ³⁾	1.34	1.20	2.83	1.22
轨道交通线路附近的新房子	0.43 ³⁾	1.00	1.00	0.61 ¹⁾	1.02
轨道交通线路附近的老房子	1.06	1.68 ¹⁾	1.41		1.83 ¹⁾
远离轨道交通线路的老房子	1.00 ²⁾	1.79	1.61		1.93 ²⁾
路外停车位稀缺性		0.63 ²⁾	0.57 ²⁾	0.85	0.83
路内夜间停车位		1.30	1.10	1.13	1.51
路内、路外停车位稀缺性		0.60	0.62	0.40 ²⁾	0.75
未知类型住宅		5.71 ¹⁾	6.60 ¹⁾	2.89	7.64 ²⁾
0.125英里范围内人口密度/千人		0.98 ²⁾	0.99	0.97 ²⁾	0.98
0.5英里范围内就业密度/千个		0.99 ¹⁾	0.99 ¹⁾	0.99	0.99
分区公共汽车站密度/10个		0.95 ¹⁾	0.95 ²⁾	0.97	0.97
与市中心距离/英里		1.02 ²⁾	1.02	1.03	1.03 ²⁾
家庭收入>2.5万美元			2.43 ¹⁾		
未知种族			0.35 ¹⁾		
体力劳动者			3.12 ²⁾		
基于休闲机会可达性选择住宅区			3.26 ³⁾		
基于就业可达性选择住宅区			2.06 ³⁾		
基于公共交通可达性选择住宅区			0.39 ³⁾		
基于学区选择住宅区			1.75 ²⁾		
基于与学校的距离选择住宅区			2.70 ²⁾		
基于与公路的距离选择住宅区			1.96 ²⁾		
基于其他原因选择住宅区			1.68 ¹⁾		
人均汽车拥有量					7.59 ³⁾
观察总量	810	785	782	400	773
伪R ²	0.044 6	0.121	0.223 9	0.129 6	0.180 5

注：未计入统计上不显著的变量；模型2-5中未观察到的路内停车、房屋类型虚拟变量(双层或三层公寓，高层、独栋公寓以及联排别墅，房车，其他住宅，未知类型住宅)、租赁单元、0.5英里范围内零售业就业密度；模型3中家庭收入、未知收入家庭、无抵押自有住宅、家庭规模、家庭中孩子数量、单亲家庭、拉丁裔、非洲裔美国人、亚裔美国人、美国原住民、职业虚拟变量(管理岗位人员、金融、销售、文职人员、技工、服务业从业人员及未知职业者)、兼职人员、选择住宅区的条件虚拟变量(基于临近亲友、公共服务品质、外观及设计、房屋重要性)。
1)p<0.10; 2)p<0.05; 3)p<0.01。

小，但仍然显著；分区就业密度以及1英里范围内公共汽车站密度不再显著(见表6，列3)。与无工作的人相比，有工作的人超市购物出行次数少0.41，这是由于工作的人可支配时间更少。在所有住房选择标准中，只有寻求好学校这一因素与购物出行频率有关。

仅对轨道交通车站附近居民进行分析，与轨道交通线路间距离这一变量变得不显著(见表6，模型4)，这表明无论这一因素对利用汽车购物出行有何种影响，这一作用都是间接的。也许这一因素可以近似表示道路拥堵程度，而后者并没有在数据中被观测到。路内、路外停车位稀缺性这一变量的系数与

模型2基本相同，邻近地区商店数量的影响增大且更加显著，而分区建筑环境指标已不再显著。

最后，当人均汽车拥有量作为内生解释变量加入模型后(见表6，模型5)，家庭中人均拥有汽车增加1辆时，每个星期将增加0.4次利用汽车的购物出行，而路内、路外停车位稀缺性的影响有所下降，但仍然很大且在90%的置信水平显著。与汽车通勤模型相比，这一结果意味着：即使是汽车拥有量很高的家庭，路内、路外停车位稀缺性依然会影响利用汽车购物出行频率。

表6 每周利用汽车超市购物出行频率与距轨道交通线路距离和其他因素间的关系方程(最小二乘法回归)

Tab.6 Weekly auto grocery trips as a function of distance to rail and other factors (OLS regressions)

变量	1 房龄及与轨道交通线路间距离	2 增加住房、停车、空间变量	3 增加人口特性及偏好	4 仅针对轨道交通线路周边家庭，变量同模型2	5 所有家庭，增加人均汽车保有量至模型2
与轨道交通线路间距离/英里	0.51 ³⁾	0.33 ³⁾	0.28 ²⁾	0.6	0.33 ³⁾
轨道交通线路附近的新房子	-0.73 ³⁾	-0.011	-0.065	0.053	-0.059
轨道交通线路附近的老房子	-0.39 ²⁾	-0.099	-0.25		-0.081
远离轨道交通线路的老房子	-0.22	-0.14	-0.22		-0.13
路外停车位稀缺性		0.2	0.13	0.16	0.22
路内夜间停车位		-0.14	-0.16	-0.094	-0.14
路内、路外停车位稀缺性		-0.57 ²⁾	-0.48 ¹⁾	-0.6 ²⁾	-0.45 ¹⁾
未被观察到的路内停车		0.08	0.04	-0.14	0.11
0.125英里范围内零售店密度/个		-0.098 ³⁾	-0.11 ³⁾	-0.14 ³⁾	-0.097 ³⁾
1英里范围内公共汽车站密度/个		0.002 3 ²⁾	0.001 4	0.000 1	0.002 6 ²⁾
分区就业密度/千个		-0.07 ²⁾	-0.045	0.014	-0.068 ²⁾
分区公共汽车站密度/10个		-0.077 ²⁾	-0.057 ³⁾	-0.068	-0.074 ³⁾
与市中心距离/英里		-0.034 ³⁾	-0.03 ³⁾	-0.013	-0.035 ³⁾
家庭收入/万美元			-0.013 ¹⁾		
全职人员			-0.41 ²⁾		
基于位于学区选择住宅区			-0.31 ¹⁾		
人均汽车拥有率					0.4 ³⁾
常数项	2.09 ³⁾	3.42 ³⁾	3.99 ³⁾	2.84 ³⁾	2.98 ³⁾
观察总量	878	855	851	428	843
调整后的R ²	0.075 7	0.161 4	0.166 2	0.134 2	0.168 7

注：未计入统计上不显著的变量：房屋类型虚拟变量(双层或三层公寓，高层、独栋公寓以及联排别墅，房车，其他住宅，未知类型住宅)、住宅使用权(租赁单元、使用权未知)、0.125英里范围内人口密度，0.5英里范围内就业密度、0.5英里范围内零售业就业密度、未知收入家庭、无抵押自有住宅、家庭规模、家庭中孩子数量、单亲家庭、拉丁裔、非洲裔美国人、亚裔美国人、美国原住民、种族未知、职业虚拟变量(管理岗位人员、金融、销售、文职人员、技工、体力劳动者，服务业从业人员、未知职业)、兼职人员、退休人员、选择住宅区的条件虚拟变量(基于临近亲友、基于休闲机会可达性、就业可达性、公共交通可达性、公共服务品质、外观及设计、临近学校、临近商店或服务、临近公路、住宅重要性、其他因素)。

1)p<0.10; 2)p<0.05; 3)p<0.01。

6 结论

在轨道交通车站周边开发高密度、混合住宅社区可以降低区域道路交通拥堵和汽车污染，也可以降低温室气体排放的增长速度。但这些优势，在很大程度上并不依赖于轨道交通可达性。根据数据分析，在TOD区域内较低的汽车保有量及使用率并非由公共交通(T)造成，或者至少不是由轨道交通(R)造成的，而是较低的路内及路外停车供给，更好的公交服务，小型以及租赁住宅，步行距离范围内更多的就业机会、房屋和商店，距离市中心较近以及较高的分区就业密度综合影响的结果。

以前针对轨道交通可达性对汽车拥有及使用影响的非集计研究中，通常只控制部分街区和区域建筑环境因素，很少包括住宅类型和所有权，更没有涉及路内及路外的停车供给状况。很多人认为，轨道交通可达性及人口密度与汽车使用之间的高度关联可归因于那些未能观测到的变量，例如停车供给以及区域内的步行环境^[14]。

与本文的结论相反，一项研究采用1998年纽约调查数据与现状谷歌关于路外停车的数据相匹配，发现当路外停车供给受控时，与地铁车站的步行距离仍然是预测汽车保有量的显著因子^[19]。这项分析中并没有控制与市中心的距离、分区工作和就业密度、公共汽车可达性、住宅类型、路内停车供给，也没有专门测试本研究中所包含的步行距离阈值。研究区域也会有一定影响，纽约地铁可达性与更广义的公交可达性高度相关。

相比其他研究，本文发现轨道交通可达性对汽车拥有及使用的影响较弱，主要原因可能是新泽西州的轨道交通服务非常好，且其通勤比例很高。尽管轨道交通服务与公共汽车服务在吸引汽车使用者的机理上有所不同，某些情况下，轨道交通也会吸引公共汽车乘客、步行和自行车出行者。为了在通勤出行中验证这些假设，本文额外建立了通勤交通方式的二项Logit模型(见表5)。在其他因素不变的情况下，距轨道交通车站的距离与选择轨道交通通勤高度正相关，但与公共汽车、步行或自行车、乘船出行以及在家工作呈负相关^④。轨道交通与其他非汽车方式之间呈现明显的替代关系，这有助于解释

为什么与轨道交通线路间距离对汽车使用的影响很小。

一些轨道交通车站远离工作和购物区域，相比于街区特征，区域可达性及与市中心距离往往和出行方式更加密切相关^[7, 29-30]。因此，一些临近轨道交通线路的住宅开发可能会导致汽车使用意外增长。因此明确地控制建筑环境所定义的尺度，同时考虑街区、分区以及区域建筑环境特性十分有必要^[8, 31]。

出行方式、轨道交通可达性、停车供给以及建筑环境措施之间的相互关系比本文呈现的更为复杂。例如，从市场或是政治意义上，轨道交通投资可能起到提高人口密度^[13]、增加商店数量或是减少停车供给的作用。但是，这些结果表明轨道交通最多发挥间接作用，并且这一作用可能并不强，因为在所有受控模型中测量到的轨道交通直接作用均不显著。

7 政策启示

当前的可持续性发展政策往往十分关注轨道交通投资及轨道交通车站周边住宅开发。例如，加利福尼亚州参议院法案(California Senate Bill)第375条是一项大家熟知并推崇的区域内交通和土地利用规划与气候规划相结合的尝试，给予公共交通优先项目特别关注：在主要公共汽车站或高质量公交走廊0.5英里范围内发展高密度住宅^[32]。这种以TOD战略来减少温室气体排放的政策可能难以达到预期效果。本文研究结果表明：在许多城市地区，一个更好的战略是鼓励在拥有较好的公共汽车服务和较高分区就业密度的区域，开发一些较小的租赁住宅，并配套以较低的路内及路外停车供给。

轨道交通车站地区可能是房地产开发最为关注的地方，因为开发商知道在轨道交通车站附近反对建设的力度较小，并且政策制定者和城市规划师认为轨道交通的使用将减小土地开发对交通的影响。但事实上，若轨道交通投资和轨道交通线路周边住宅开发对降低汽车使用和提升轨道交通使用没有任何作用，这样的政策将不会拥有长期可持续效应。若轨道交通车站附近的开发仅仅是简单的临近公共交通、提供大量停车位以及低密度大户型住宅的情况，那么过分关注轨道交

通对汽车使用的影响则存在问题。

开发高密度住宅并配以良好的汽车停车管理,在许多情况下可以减少汽车使用,这种开发方式有巨大的市场应用前景。先前的研究已经提出减少停车位的必要性,因为有良好的公交服务的地区停车需求较低^[33]。但是,停车需求本身会通过过度供应对出行产生影响^[34];换句话说,有良好轨道交通服务的地区停车需求比较低,部分原因是停车供给匮乏。在调节路外停车最低供给以及提供和调节路内停车等方面,公共机构起主要作用。可以允许开发商提供较少的路外停车位,同时路内停车应采用收费、管理及许可的方式来减轻溢出效应^[6]。美国未来人口增长很可能集中在城市,路内停车可能成为稀缺资源,而建设私人路外停车场将会非常昂贵。若如此,现有的关于路内及路外停车场的政策会显著抑制密集开发和填充式开发。

所幸的是轨道交通可达性并不是减少汽车使用的主要因素,这不仅因为修建轨道交通基础设施非常昂贵,还因为轨道交通车站附近的可用土地有限。也就是说,如果不谨慎管理,无处不在的高住宅密度和低路内及路外停车供给可能导致更严重的机动车拥堵。事实上,如果汽车出行不再增长,对地区和全局的积极影响可能从局部的负面影响中显现。然而,局部的不良影响容易导致城市放弃密集开发,同时当地居民也会抵制这种发展模式。城市规划师该如何提供适应性更广且更加宽松的停车规则、高度限制、合理容积率标准以及限制开发与再开发中形式和位置的总体规划?这是值得我们关注的规划难题。追求以轨道交通为导向的发展可能会偏离这样的目标。

致谢

许多人对本文的研究做出了贡献。项目经理 Stephanie DiPetrillo 对本文中调查问卷的结构进行设计,定义了调查中大部分的“新TOD”属性,组织路内停车实地调查,本文“研究设计”一章部分内容参考其撰写的项目报告。Marc Weiner 在 Orin Puniello 的协助下协调家庭调查。在 Chintan Turakhia 和 David Ciemiec Ki 的指导下,ABT/SRBI 承担了邮件寄送和数据输入的任务。Marc 和 Chintan 还指导问卷和抽样调查设计。按照标准职业分类, Dan Tischler

细致地将文字描述的职业进行编码。Nick Klein 接手了最早由 Nicholas Tulach 和 Kyeong-su Kim 开始的工作,承担了大部分 GIS 中空间指标的构建工作。Matt Brill 完成了商店计数工作。停车场统计以及停车场数据管理,由 Nick Klein, Lewis Thorwaldson, Katie Thielman, Milan Patel, Rodney Stiles, Liz Thompson, Charu Kukreja, Andrew Besold, Aaron Sugiura, Michael Parenti 及 Graydon Newman 共同承担。感谢 Mike Manville, Robert Noland, Robert Cervero 和 3 个匿名审稿人对本文之前版本有价值的评价。

注释:

- ① 房龄主要通过受访者的回答来记录,并结合已知的多户复合型住宅项目的开发时间信息进行补充。近 20% 的受访者称其不清楚房龄或者没有回答这一问题;这之中只有 6% 住在新近开发的多户复合型住宅。本文假设其余的住宅房龄至少有 8 年。
- ② 结构方程、NL 模型(Nested Logit)、二阶段最小二乘法(Two-stage Least Squares)等替代方法都可以用来控制住宅位置、公共交通、人口密度、停车供给及其他因变量潜在的内生性^[10, 13-14, 27]。这些方法需要大量额外的外生变量及历史数据的支撑,本文所使用的数据不符合这一条件,但可以作为未来研究的主题。
- ③ 除路内停车变量,以及局限于车站周边住户模型中的分区建筑环境变量,这些数据中一般没有出现多重共线性问题。例如,本文中列出的 14 个模型中,与轨道交通线路间距离这一变量的方差膨胀因子的平均值为 1.99,分布范围为 1.72~2.29。当由于方差膨胀导致我们感兴趣的独立变量不显著时,通过删除其他共线变量来观察方差膨胀降低时相应变量是否会变得显著。除空间变量之外,其他变量的统计显著性都没有因为这一做法产生改变;因此可以观察到,除了模型 4 和 5 在每种设定下都与模型 2 保持一致,每个模型中空间变量的系数都会略有不同。
- ④ 拼车模型在解释拼车选择行为上的表现非常糟糕,距轨道交通线路距离以及很多其他建筑环境变量均不显著。本文曾尝试其他交通方式组合的划分,但结果依然非常相似。需要详细结果的读者请直接与作者联系。

参考文献

References:

- [1] Belzer D, Autler G. Transit-Oriented Development: Moving from Rhetoric to Reality[R]. Washington DC: Brookings Institution Center on Urban and Metropolitan Policy, 2002.
- [2] Calthorpe P. The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream[M]. New York: Princeton Architectural Press, 1993.
- [3] Cervero R, Ferrell C, Murphy S. Transit-oriented Development and Joint Development in the United States: A Literature Review[R]. Washington DC: Transit Cooperative Research Program, 2002.
- [4] Lund H M, Cervero R, Willson R W. Travel Characteristics of Transit-Oriented Development in California[R]. San Francisco: Bay Area Rapid Transit District, 2004.
- [5] Arrington G B, Cervero R. Effects of TOD on Housing, Parking, and Travel[R]. TCRP Report 128, Washington DC: Transportation Research Board, 2008.
- [6] Shoup D C. The High Cost of Free Parking [M]. Chicago: Planners Press, 2005.
- [7] Ewing R, Cervero R. Travel and the Built Environment: A Meta-Analysis[J]. Journal of the American Planning Association, 2010, 76(3): 265-294.
- [8] Chatman D G. Deconstructing Development Density: Quality, Quantity and Price Effects on Household Non-Work Travel[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2008, 42(7): 1008-1030.
- [9] Loo B P Y, Chen C, Chan E T H. Rail-based Transit-oriented Development: Lessons from New York City and Hong Kong[J]. Landscape and Urban Planning, 2010, 97(3): 202-212.
- [10] Cervero R, Murakami J. Effects of Built Environments on Vehicle Miles Traveled: Evidence from 370 US Urbanized Areas[J]. Environment and Planning A, 2010, 42(2): 400-418.
- [11] Zhang M. Can Transit-oriented Development Reduce Peak-hour Congestion?[J]. Transportation Research Record, 2010(2174): 148-155.
- [12] Bento A M, Cropper M L, Mobarak A M, Vinha K. The Impact of Urban Spatial Structure on Travel Demand in the United States [J]. Review of Economics and Statistics, 2005, 87(3): 466-478.
- [13] Bailey L, Mokhtarian P L, Little A. The Broader Connection Between Public Transportation, Energy Conservation and Greenhouse Gas Reduction[R]. Fairfax: ICF International, 2008.
- [14] Salon D. Neighborhoods, Cars, and Commuting in New York City: A Discrete Choice Approach[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2009, 43(2): 180-196.
- [15] Zegras C. The Built Environment and Motor Vehicle Ownership and Use: Evidence from Santiago de Chile[J]. Urban Studies, 2010, 47(8): 1793-1817.
- [16] Vance C, Hedel R. The Impact of Urban Form on Automobile Travel: Disentangling Causation from Correlation[J]. Transportation, 2007, 34(5): 575-588.
- [17] Weinberger R, Seaman M, Johnson C. Residential Off-Street Parking Impacts on Car Ownership, Vehicle Miles Traveled and Related Carbon Emissions[J]. Transportation Research Record, 2009(2118): 24-30.
- [18] Weinberger R. Death by a Thousand Curb-Cuts: Evidence on the Effect of Minimum Parking Requirements on the Choice to Drive[J]. Transport Policy, 2012, 20: 93-102.
- [19] Guo Z. Does Residential Parking Supply Affect Household Car Ownership? The Case of New York City[J]. Journal of Transport Geography, 2013, 26: 18-28.
- [20] Guo Z, Xu P. Duet of the Commons: The Impact of Street Cleaning on Car Usage in the New York City Area[J]. Journal of Planning Education and Research, 2012, 33(1): 34-48.
- [21] Dill J. Transit Use and Proximity to Rail: Results from Large Employment Sites in the San Francisco, California, Bay Area[J]. Transportation Research Record, 2003, 1835 (1): 19-24.
- [22] Pushkarev B, Zupan J M. Public Transportation and Landuse Policy[M]. Bloomington: Indiana University Press, 1977.

(下转第 51 页)