

城市交通机动化进程及影响因素研究

Urban Motorization Development

刘 爽^{1,2}, 何天健², 刘智丽¹, 陈绍宽¹

(1. 北京交通大学城市交通复杂系统理论与技术教育部重点实验室, 北京 100044; 2. 香港理工大学电机工程系, 香港 999077)

Liu Shuang^{1,2}, Ho Tinkin², Liu Zhili¹, Chen Shaokuan¹

(1. MOE Key Laboratory for Urban Transportation Complex Systems Theory and Technology, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; 2. Department of Electrical Engineering, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong 999077, China)

摘要: 面对中国大城市不断加快的机动化进程及其产生的一系列问题,探讨了城市机动化的发展趋势及影响因素。首先提出城市交通机动化进程的两个标志,并进一步总结城市交通结构的演变特征。然后分析了城市经济发展水平、人口密度、道路设施和公共交通发展对机动化发展的影响,据此判断城市机动车保有量仍将保持高速增长态势。最后指出,小汽车交通模式一旦在大城市形成,短期内难以改变,大城市应根据自身特点发展公共交通并采取相应的交通管理措施引导小汽车合理使用,不断优化交通结构。

Abstract: Aiming at problems caused by rapid motorization development at large cities in China, this paper discusses the trends and influencing factors of urban motorization. Firstly, the paper describes two development marks of the urban motorization process and the characteristics of the urban transportation system. Then, by analyzing the impact of urban economic development stage, population density, road infrastructure and public transportation development on the motorization development, the paper predicts that the urban motor vehicle ownership will continuously increase. Finally, the paper points out that it is hard to change the urban transportation structure once private vehicles become dominate travel mode in the near future. To optimize urban transportation structure constantly, big cities must develop public transportation tailored to each city's characteristics and develop traffic management strategies to control the usage of cars.

关键词: 交通政策; 城市交通; 交通结构; 机动化趋势

Keywords: transportation policy; urban transportation; traffic structure; motorization trend

中图分类号: U491 文献标识码: A

收稿日期: 2011-01-13

基金项目: 中央高校基本科研业务费项目“综合交通枢纽无缝衔接交通组织优化理论”(2009JBZ012)

作者简介: 刘爽(1980—), 女, 北京人, 博士, 主要研究方向: 交通运输规划与管理。E-mail: liushuang@bjtu.edu.cn

中国许多大城市正处于交通结构转型的关键时期, 过去的交通体系越来越难以适应城市的快速发展和居民不同层次的出行需求。与此同时, 交通系统的压力与日俱增, 产生了交通拥堵、能源过耗和环境污染等一系列社会问题。分析中国大城市机动化演变进程及影响因素, 并与发达国家大城市机动化发展情况相对比, 研究中国机动化发展趋势, 探讨引导城市交通结构向可持续发展模式转变的措施, 对解决中国大城市交通问题具有积极意义。

1 城市交通机动化进程及结构特征

1.1 城市交通机动化进程的标志

城市交通机动化进程的标志之一是机动车保有量迅速增长, 尤其是私人机动车增长占据优势地位。以北京市为例, 1990年以后, 北京市逐步形成了环状放射状的路网格局, 城市圈层蔓延加快, 以私人机动车为主的机动车数量迅速增长, 见图1; 从1996年开始, 机动车保有量从92.1万辆增至2010年的480.9万辆, 其中私人机动车从35.2万辆增至390.9万辆^[1], 所占比例达81.28%, 年均增长25.41万辆, 机动车发展已经逐步进入以私人机动车为主

的高速增长阶段。

城市交通机动化进程的另一标志是机动交通出行比例迅速提高。尽管公交优先政策不断实践、公交设施迅速发展，公交出行比例却上升缓慢，与此同时，私人交通在机动化出行中占据优势地位，出行比例迅速提高。从1986年北京市进行第一次居民出行调查起至2010年，小汽车出行比例不断攀升，由5.0%升至34.2%，2006年曾一度超过公共交通^[1]。

1.2 城市交通结构演变特征

为适应不断增长的交通需求，中国大城市交通经历了不同的发展阶段。以北京市为例，根据机动化水平可分为五个发展阶段：1949—1977年，出行水平较低的非机动交通主导阶段；1978—1985年，出行水平提高的公交主导发展阶段；1986—1995年，出租汽车主导发展的机动化前期阶段；1996—2006年，私人机动车迅速增长的快速机动化阶段；2007年以后，以轨道交通建设为主导的交通结构调整阶段^[2]。随着交通需求的持续增长，北京市中心城区的交通拥堵形势愈发严峻并不断向外围扩展，快速路和主干路高峰负荷度在0.8以上的路段达到80%，道路交通压力与日俱增。这种紧张局面是城市快速发展进程中多种矛盾的集中反映，交通拥堵的缓解也将是一个长期过程^[3]。

国内其他许多大城市的交通发展阶段与北京类似。上海市交通结构演变进程同样经历了非机动交通为主、公交出行比例下降及多元机动交通出行比例大幅上升的阶段^[4]，见图2。进入21世纪后，除公共汽(电)车和非机动交通出行比例继续

下降外，轨道交通、出租汽车、小汽车和摩托车等机动交通方式出行比例逐年上升。广州市作为全国首批沿海改革开放城市，随着社会经济和交通需求的高速发展，交通结构从以非机动交通为主转为以机动交通为主，且主要转向摩托车和小汽车两类个体机动交通方式^[5]，虽然这种趋势在2006年底因中心城区禁摩而得到抑制，但是个体机动交通的发展潜力不容小觑。2009年广州市小客车保有量同比增长17%，全市个体机动交通出行总量也从2008年的654万人次·d⁻¹增至2009年的715万人次·d⁻¹，增长9.3%^[6]，随着小汽车快速进入家庭，个体机动交通规模正在加速膨胀。

可见，中国大城市的交通结构演变特征是多种交通方式并存，具体为：

1) 从20世纪90年代开始，以非机动交通为主宰的交通结构逐渐改变。新中国成立后至20世纪90年代，非机动交通在城市交通结构中占据重要位置。然而，随着出行距离的增加，非机动交通出行大幅下降，机动交通出行不断上升，交通结构逐步向以机动交通为主导的方向发展。

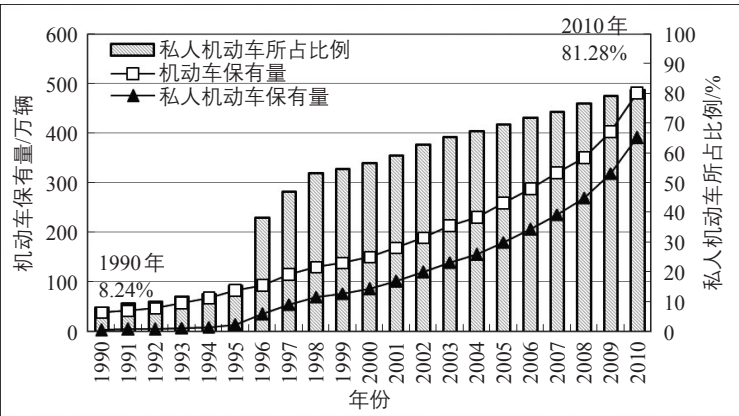


图1 北京市1990—2010年机动车保有量
Fig.1 The motor vehicle ownership in Beijing from 1990 to 2010

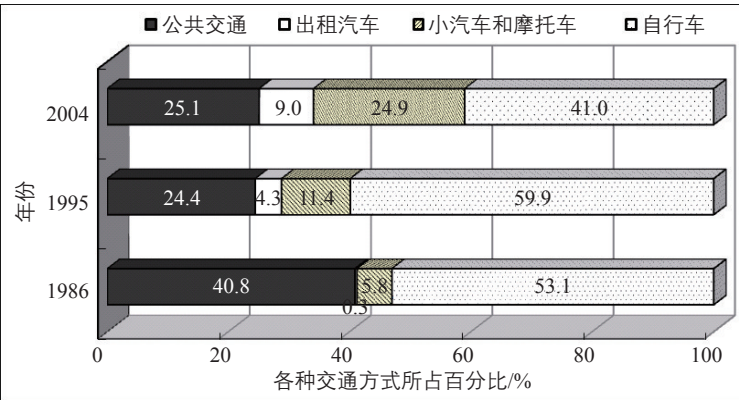


图2 上海市1986—2004年交通结构演变
Fig.2 The evolution of travel mode in Shanghai from 1986 to 2004

2) 公交出行比例提高缓慢。尽管公共交通设施不断增加、运营能力不断提高,但仍不能满足居民出行需求,且由于服务水平较低,使得公交出行比例下降,部分转移到个体机动交通方式。随着公交优先政策的大力推进,大城市公交优先和轨道交通建设的作用初步显现,公交出行比例在轨道交通的拉动下逐步回升。不过,从城市交

表1 北京市机动车保有量与经济指标的相关系数

Tab.1 The correlation between motor vehicle ownership and economic index in Beijing

类别	GDP	人均GDP	人均家庭收入	人均可支配收入	人均消费支出
相关系数	0.995	0.997	0.993	0.997	0.995

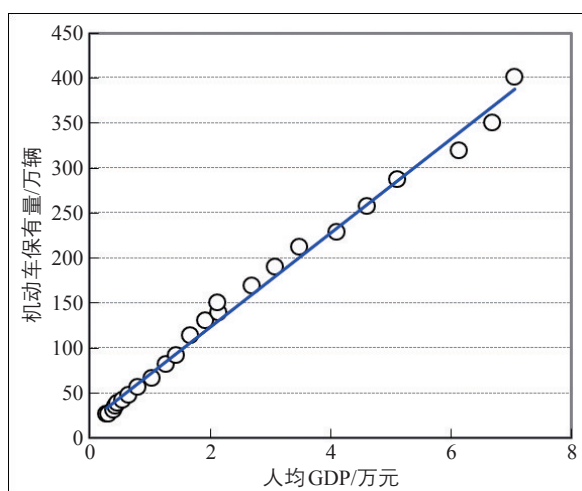


图3 北京市机动车保有量与人均GDP的关系散点图

Fig.3 The relationship between the motor vehicle ownership and GDP per person in Beijing

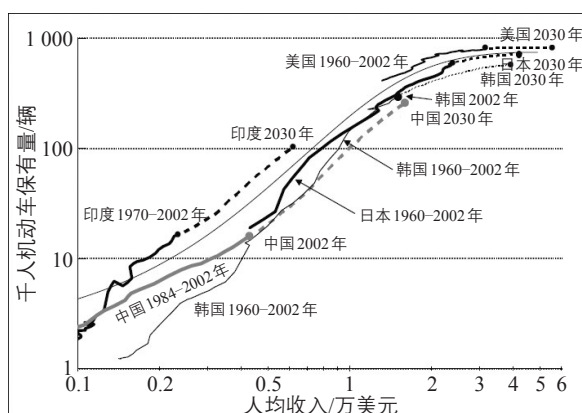


图4 1960—2030年部分国家机动车保有量历史值和预测值趋势图

Fig.4 The historical data and predicted motor vehicle ownership in some countries from 1960 to 2030

通近30年的发展历程来看,公交出行比例的保持和提高非常艰难,极易受到其他交通方式的冲击。

3) 随着城市空间的拓展,出行距离不断增加,个体机动交通出行比例不断提高。从20世纪90年代开始,随着城市规模不断扩张和机动车保有量的迅速增加,个体机动交通方式成为机动交通出行比例上升的主要原因,且相对公共交通具有明显的竞争优势。从非机动车转移的出行需求,很大一部分由个体机动交通方式承担,使其在交通结构中所占比例不断提升。

为建立可持续发展的交通系统,中国部分大城市相继提出了优化交通结构的发展战略,使城市交通系统在满足居民出行需求的基础上尽量通畅,同时减少交通事故与延误造成的内外部损失,从而促进整个社会的可持续发展。

2 影响机动化发展的主要因素

国外大城市的交通发展历程表明,机动车保有量与城市和经济水平发展水平紧密相关^[7]。本文以北京市为例,选取与机动车保有量相关的经济、人口、交通设施数据进行分析。

2.1 城市经济发展水平

城市经济发展水平是机动车保有量的重要影响因素,直接决定市民的购买力和需求程度。根据发达国家经验,当人均地区生产总值(GDP)达到1 000美元时,汽车开始进入家庭;3 000~20 000美元时,汽车消费步入快速增长期^[8]。2001年,北京市人均GDP首次突破3 000美元,到2009年已达10 314美元。宏观经济的持续向好和居民收入的不断增加为私人小汽车进入家庭创造了重要条件。私人购车持续增长并进入高峰期,2009年北京市私人小汽车保有量比上年增加23.1%,约为52.9万辆。

在机动化前期发展阶段,各国机动车保有量的增长基本与收入增长同步,从城市角度看,收入可解释80%以上的机动化发展水平^[11]。选取GDP、人均GDP、人均家庭收入、人均可支配收入、人均消费支出等经济指标,分析其与机动车保有量的相关性,见表1。北京市机动车保有量与

经济指标相关性较高，相关系数均达到 0.993 以上，特别是与人均 GDP、人均可支配收入的相关性高达 0.997，进一步验证城市经济发展水平是机动车保有量的重要影响因素。图 3 是北京市机动车保有量与人均 GDP 的关系，可以看出二者具有显著的线性相关性。

虽然机动车保有量随人均 GDP 的变化呈曲线增长^[9]，增长速度随经济发展水平的提高和汽车价格的下降逐渐加快，但由于受城市空间、交通服务能力和政策的限制，达到一定量后增长速度将放慢，机动车保有量也逐渐趋于稳定。文献[10]通过研究部分国家的机动车和经济发展情况，得出了机动车保有量的历史值和预测值趋势图，见图 4。

中国城市人均私人机动车保有量尚不足 0.2 辆·人⁻¹，远低于发达国家 0.7 辆·人⁻¹ 的饱和水平^[12]。2009 年北京、天津、上海、广州人均私人机动车保有量分别为 0.169 辆·人⁻¹、0.081 辆·人⁻¹、0.044 辆·人⁻¹、0.158 辆·人⁻¹^[13]，其中广州私人机动车保有量中约有 30.9% 为摩托车。随着经济的发展，机动车保有量还将快速增长。根据预测，2002—2030 年中国机动车增长量将占世界增长量的 30% 左右，2002 年的高速增长类似于印度，但人均收入更高，增长率则与 1960 年的日本、西班牙、墨西哥、巴西相当^[10]。

2.2 城市人口密度

人口数量直接决定城市交通出行总量。2000 年以后，北京市常住人口平均增长速度为 34 万人·a⁻¹。2009 年常住人口达到 1 755 万人，全市和原城八区人口密度分别为 1 069 人·km⁻² 和 7 893 人·km⁻²，相比 2000 年分别上升 31.8% 和 34.4%。与此同时，居民出行压力日益加剧，2009 年，六环内日均出行总量达 3 661 万人次，比 2000 年增加 59.1%。

随着城市人口的不断增长和高密度核心区的逐步形成，人们对交通的便捷、舒适和安全等方面的要求更高，交通需求多元化、个性化特点进一步凸现，很大程度上推动了小汽车交通的发展。2009 年，北京市机动车保有量约为 2000 年的 2.7 倍，小汽车出行比例也由 23.2% 上升至

34.0%，每日小汽车出行量达 934 万人次^[1]。

选取北京市常住人口(实际居住半年以上)作为城市人口指标，经计算发现机动车保有量与常住人口数量、人口密度具有很高的相关性，相关系数分别为 0.990 和 0.992。图 5 是北京市机动车保有量与城市人口密度的关系图，可以看出，二者具有显著的线性相关性，特别是 2000 年以后同步增长态势更加趋于稳定。

2.3 城市道路设施

城市道路长度及面积的增加、行车条件的改善促使潜在购车愿望变为实际行动，也会导致机动车保有量迅速增加。2000 年以来，北京市城区道路长度年均增长 291.5 km，至 2009 年底，城区道路长度为 6 247 km，道路网密度比 2000 年提高 72.4%，为 4.57 km·km⁻²^[14]。但是，机动车保有量的增长速度远超城市道路的建设速度，给城市道路交通带来了巨大压力。

选取城区道路长度作为城市道路设施指标，即选取道路长度及与道路相通的桥梁、隧道的长度(按车行道中心线计算，只统计路面宽度在 3.5 m(含)以上的各种铺装道路，包括开放型工业区和居住区道路)，得到机动车保有量与道路长度的相关系数为 0.967，说明二者相关性较高，即城市道路设施建设为机动车发展提供了良好的硬件环境。

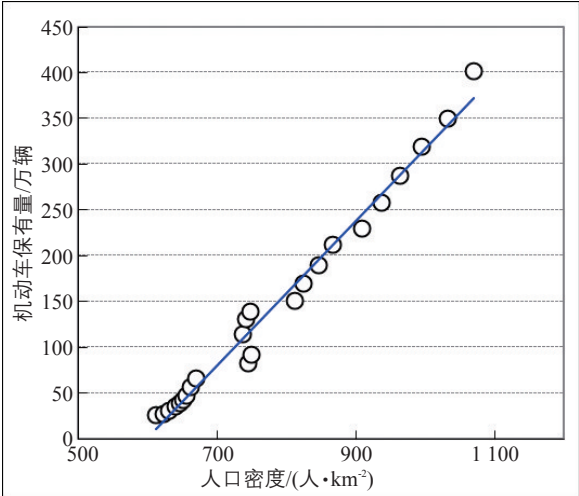


图 5 北京市机动车保有量与城市人口密度关系散点图

Fig.5 The scatter diagram of the motor vehicle ownership and urban population density in Beijing

2.4 公共交通发展

城市道路客运量的增长是交通需求增加的最直接表现,为了满足需求,必然需要增加供给。若公共交通发展滞后,将促进机动车尤其是私人小汽车的增加;若公共交通得到优先发展,乘坐公共交通可满足居民对出行时间、费用、便捷、舒适等各方面的需求,则可在一定程度上抑制或延缓机动车的发展。

中国大城市交通正处于高速发展、结构优化阶段,大部分城市在大力发展公共交通的同时并没有强力遏制机动车的发展,机动车保有量与公共交通设施几乎同步增长。北京市的数据表明,机动车保有量与公共汽车线路长度、公共交通客运量同步增长趋势明显(见图6)。

此外,北京市私人小汽车快速增长的部分原因是对其公交系统的准时性、便捷性和舒适性等服务水平下降所做出的替代性反应。因此,近年来尽管其公交设施发展迅速,公交出行比例却上升缓慢,也未能抑制机动车保有量的增加。可以预料,若城市公共交通系统设施和运行状况没有显著改善,私人小汽车出行方式对居民的吸引力将进一步提高,大城市机动车保有量将继续增加。

3 城市机动化发展趋势及建议

通过上述分析,并依据文献[15]的研究结论——1980—2020年是中国经济持续高速增长时期,可以推断,2010—2020年中国城市尤其是大

城市的机动车保有量将继续保持高速增长趋势。在城市建设用地和经济发展水平适宜的条件下,对于人口规模在20万~30万的城市可采用以小汽车为主的交通模式,欧洲许多类似规模的老城镇和美国多数这类规模的新城镇均采用了此模式^[16]。但是,对于人口上百万甚至上千万、人口密度高、城市布局集中的大城市或特大城市,此种模式造成的交通拥堵、环境危害、能源紧张等劣势正逐渐显现。采用此模式的美国许多大城市曾努力复苏公共交通,投入巨大但收效甚微,每年几十亿美元的投入所能吸引的小汽车出行量仅为2%左右^[17]。由此不难看出,小汽车交通模式一旦在大城市形成,短期内难以改变。

目前,面对非机动车出行比例严重下滑、公交出行比例难以维持和提升、小汽车等个体机动交通方式迅猛发展的情况,中国各大城市应根据自身特点选择提高公交服务水平、改善公交可靠性、大力发展轨道交通、建立一体化的公交运营系统、实施道路拥挤收费等措施不断优化交通结构,以避免不合理的交通结构给城市交通带来难以扭转的严峻局面。同时,进一步提高公交投资比例,在规划、建设、管理和服务等各个环节为公共交通优先发展提供条件。随着城市发展进入成熟期,交通建设空间越来越少,规划作用减弱,实行规划与管理并重的交通发展策略至关重要。

鉴于国外的成功案例,人们对交通需求管理特别是小汽车交通需求管理寄予厚望。一方面可以采取控制小汽车拥有的措施,例如上海施行的车牌竞拍、北京施行的小客车数量调控和配额管理制度等;另一方面可以限制小汽车的使用,并逐步创造条件采用经济手段控制。限制小汽车使用的典型措施主要分为两类:1)直接限行措施,例如北京实施的每周停驶一天的尾号限行措施,以及国外一些城市实施的中心区域拥挤收费措施。2)停车管理措施,例如削减停车泊位数量、提高停车费用等。限行措施可在一定程度上缓解道路交通压力,同时还应把握时机尽快提高公交吸引力,包括增加运力、扩充公交专用车道、优化公交线网等,以达到提高公交服务水平、抑制小汽车不合理出行的长远目的。作为一种经济手

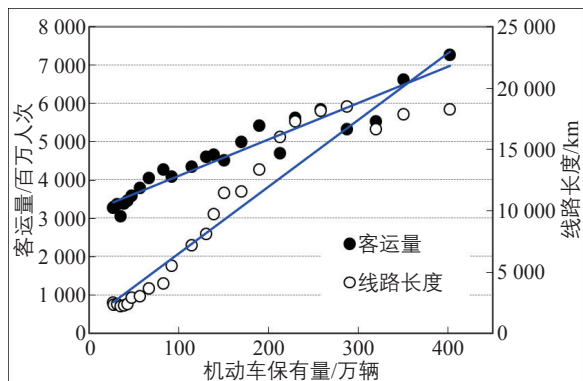


图6 机动车保有量与公共交通指标散点图

Fig.6 The scatter diagram of the motor vehicle ownership and public transportation index

段，从停车角度调控小汽车的使用频率比直接限行更有弹性，且相比拥挤收费更易实施。

4 结语

随着机动车保有量的迅速增长和出行机动化水平的不断提高，加之日益严重的交通拥堵、空气污染等问题，中国部分大城市逐步进入以公共交通为主导的交通结构调整阶段。对机动车保有量的相关性分析表明，经济发展水平是影响机动车保有量的主要因素；城市人口增长既增加了出行需求，也提高了机动车保有量；城市道路设施建设为机动车发展提供了良好的硬件环境；不采取遏制机动车发展政策条件下，机动车保有量与地面公交设施几乎同步发展，且小汽车出行比例上升迅速。为了延缓小汽车的发展，须优先发展公共交通，使其满足出行者多方面的需求，同时采用一系列的交通需求管理政策引导人们合理使用小汽车，从而优化城市交通结构。

参考文献：

References:

- [1] 北京交通发展研究中心. 北京市交通发展年度报告2011[R]. 北京：北京交通发展研究中心，2011.
- [2] 毛保华，郭继孚，陈金川，贾顺平. 北京城市交通发展的历史思考[J]. 交通运输系统工程与信息，2008，8(3)：6-13.
Mao Baohua, Guo Jifu, Chen Jinchuan, Jia Shunping. Some Historical Comments on Urban Transportation Development of Beijing[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2008, 8(3): 6-13.
- [3] 陈尚和，王沛霖. 北京市小汽车交通发展研究[J]. 城市交通，2008，6(3)：53-56.
Chen Shanghe, Wang Peilin. Study on Increase of Car Ownership and Usage in Beijing [J]. Urban Transport of China, 2008, 6(3): 53-56.
- [4] 上海城市综合交通规划研究所. 上海市第三次综合交通调查成果简介[J]. 交通与运输，2005(6)：7-11.
- [5] 广州市交通规划研究所. 广州市2005年居民出行调查总报告[R]. 广州：广州市交通规划研究所，2006.
- [6] 广州市交通规划研究所. 广州市交通发展年度报告2008[R]. 广州：广州市交通规划研究所，2008.
- [7] 褚琴，高永，张鑫，冯雪松. 城市机动车交通合理化发展浅析[J]. 城市公共交通，2004(2)：11-14.
Chu Qin, Gao Yong, Zhang Xin, Feng Xuesong. Brief Discussion on the Rational Development of Urban Automobile Traffic[J]. Urban Public Transport, 2004(2): 11-14.
- [8] 北京市统计局. 北京市汽车消费变化及发展趋势研究 [EB/OL]. 2004[2011-01-01]. http://www.bjstats.gov.cn/sjzd/ztfx/200605/t20060526_42141.htm.
- [9] 张晓春，张志哲. 城市机动车拥有量预测方法的讨论[J]. 交通科技与经济，2005(4)：50-54.
Zhang Xiaochun, Zhang Zhizhe. Forecasting Methods of the Urban Automobile Volume. Technology and Economy in Areas of Communications, 2005 (4): 50-54.
- [10] Dargay J, Gately D, Sommer M. Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030[J]. The Energy Journal, 2007, 28(4): 143-175.
- [11] 世界银行. 畅通的城市：城市银行城市交通战略评估报告[M]. 北京：中国财政经济出版社，2006.
- [12] Dargay J, Gately D. Income's Effect on Car and Vehicle Ownership, Worldwide: 1960 - 2015[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 1999, 33(2): 101-138.
- [13] 中国国家统计局. 中国统计年鉴2010[M]. 北京：中国统计出版社，2010.
- [14] 北京市统计局. 北京统计年鉴2010[M]. 北京：中国统计出版社，2010.
- [15] 中国科学院国情分析研究小组. 机遇与挑战：中国走向21世纪的经济发展战略目标和基本发展战略研究[M]. 北京：科学出版社，1995.
- [16] 汤姆逊. 城市布局与交通规划[M]. 倪文彦，陶吴馨，译. 北京：中国建筑工业出版社，1982.
- [17] 王伟，陈学武，陆建，等. 城市交通系统可持续发展理论体系研究[M]. 北京：科学出版社，2004.