

天津市构建低碳交通体系的思考与实践

Thoughts and Practices on Constructing Low-carbon Transportation System in Tianjin City

曹伯虎

(天津市城市规划设计研究院,天津 300201)

Cao Bohu

(Tianjin Urban Planning and Design Institute, Tianjin 300201, China)

摘要: 低碳交通体系已是大城市客运交通的发展趋势。为了构建低碳交通体系,天津市从全生命周期角度计量了各种客运交通方式的碳排放水平,同时,比较了国内同规模城市的交通结构,认为天津市的交通结构具有低碳发展优势。为了保持和继续优化这种交通结构,天津市通过采用高度混合的用地布局缩短出行距离,通过道路建设的理性回归保护非机动车交通方式,通过合理的交通政策支持公交发展、合理限制小汽车使用,从而引导并促进高排放方式向低排放方式转化。

Abstract: Low-carbon transportation system has become the trend of megacity passenger transportation system development. To achieve this goal, Tianjin city measured the carbon emissions of each travel mode based on the life cycle concept and compared the transportation structure with peer cities in China. The results show that Tianjin city has the advantages for low-carbon development. Tianjin city has taken a series of measures to maintain and develop the existing low-carbon transportation structure, including mixed land use to shorten the travel distances, returning to rational constructions of roadways to protect pedestrians and cycling, and proper policy making to support public transit development and restrict passenger car usage. Such measures are facilitating the transformation from high-carbon to low-carbon travel modes.

关键词: 低碳交通; 交通体系; 交通结构; 大城市; 实践; 高排放方式; 低排放方式

Keywords: low-carbon transportation; transportation hierarchy; transportation structure; high discharge travel mode; low discharge travel mode

中图分类号: U491.1² 文献标识码: A

收稿日期: 2012-05-18

基金项目:住房和城乡建设部软科学研究项目“天津市低碳交通模式研究”(2011-R2-51)资助

作者简介:曹伯虎(1962—),男,天津人,教授级高级工程师,注册城市规划师,注册土木工程师,主要研究方向:城市交通规划。E-mail:caobohu@sina.com

从1994年文献[1]提出绿色交通结构(Green Transportation Hierarchy, 交通优先权从高到低依次为步行、自行车、公共交通、商务车/货运车辆、出租汽车、高承载车辆、单独驾驶车辆)开始,环境问题在交通领域受到了越来越多的关注。随着“低碳”问题的不断热议,以“低碳交通”为主旨的相关研究不断涌现,但整体上还处于起步阶段^[2-5]。近年来,天津市在低碳交通领域进行了大量实践,促进高排放方式向低排放方式转化。2011年2月,交通运输部“低碳交通运输体系建设”启动,天津市成为首批试点城市。

1 天津市客运交通方式的碳排放水平

为了深入了解各种客运交通方式的碳排放机理和排放水平,天津市城市规划设计研究院依托住房和城乡建设部软科学研究项目“天津市低碳交通模式研究”,从全生命周期^[6-9]角度计量城市客运交通方式的碳排放,见图1。结果表明,小汽车单位里程温室气体排放量最高,是公共汽车的10多倍;相比于公共交通,电动自行车并不是低碳环保的出行方式,而自行车则当之无愧。

对于城市客运交通方式,全生命周期的概念是指某一特定方式下交通工具从生

产制造、使用到报废回收所经历的全过程。按照该定义，除步行方式外，其他各种出行方式都会带来或多或少的碳排放。因此，“低碳”只是相对概念而不是绝对概念。若将包括步行、非机动车和公共交通在内的出行方式称为低排放方式，将小汽车和出租汽车称为高排放方式，天津市目前低排放方式的出行分担率达到82.5%；从碳排放的角度考虑，目前天津市的交通结构在国内同规模城市中具有优势，见表1。保持和继续优化这种交通结构，不仅有利于缓解城市交通问题，对于城市客运交通的节能减排也大有裨益。

2 天津市低碳交通发展实践

构建大城市绿色交通体系、降低碳排放水平通常有两种手段：1)通过科技手段降低各种出行方式的碳排放水平，该方法属于技术性低碳范畴，本文不做探讨。2)通过规划和政策手段，引导出行方式、出行距离的合理转变，使高排放方式向低排放方式转化。从天津市的规划实践来

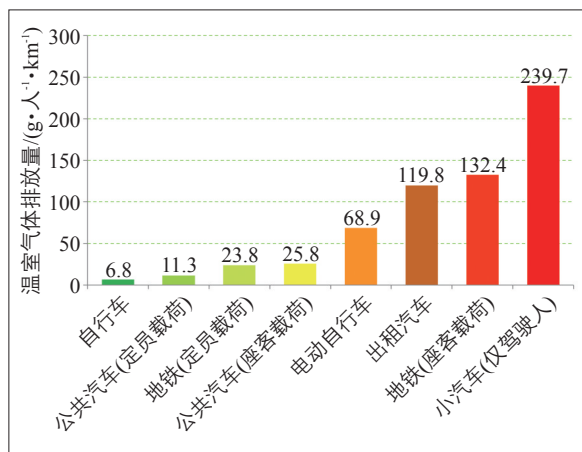


图1 天津市不同客运交通方式温室气体排放量
Fig.1 The GHG emissions of different travel modes in Tianjin

看，城市客运交通方式的转变主要依赖三项措施：高度混合的用地布局、道路建设的理性回归以及合理的交通政策。

2.1 混合用地布局

1934年《雅典宪章》指出：“居住和就业距离过远是产生交通拥堵的根本原因”。国内外近几十年的研究表明，混合用地布局有助于降低居民出行距离，且一定比例的短距离出行是绿色交通发展的基础。

天津市在城市规划中始终贯彻土地混合利用的理念。在城市用地优化调整过程中，不仅注重中心城区外围区域的职住平衡，而且不断推进中心城区的职能疏解，既避免在中心城区外围地区形成功能单一的工业区、居住区，又不致使中心城区功能过于集中。经过近几年的优化调整，中心城区及其外围地区基本形成了圈层式用地布局

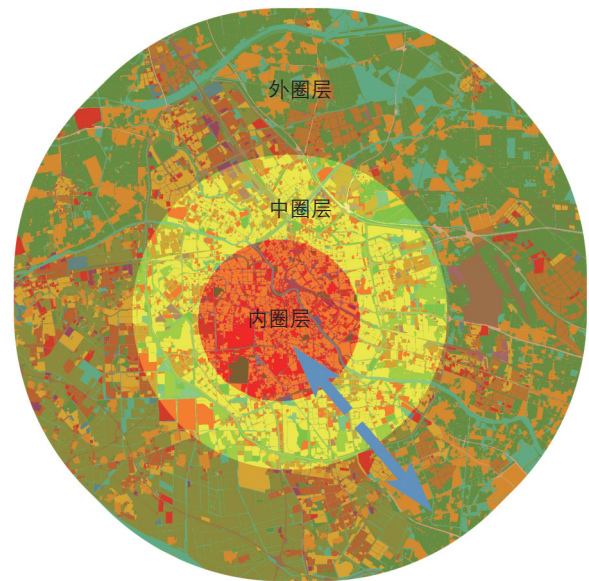


图2 天津市现状中心城区及外围地区用地布局示意
Fig.2 Land use layout in Tianjin's central and peripheral areas

表1 天津市与国内主要城市交通结构对比

Tab.1 Comparison of travel modes between Tianjin and other peer Chinese cities %

出行方式	北京	上海	广州	天津	
	2010年	2009年	2005年	2011年	
低排放方式	步行	30.4	26.4	35.7	32.6
	非机动车	11.4	19.5	10.4	33.8
	公共交通	32.3	34.6	29.8	16.1
高排放方式	小计	74.1	80.5	75.9	82.5
	小汽车及其他	25.9	19.5	24.1	17.5
合计	100.0	100.0	100.0	100.0	

(见图2)，内圈层以第三产业为主(服务功能区)，中圈层以居住为主(生活区)，外圈层则以第二产业为主(产业功能区)，各圈层人口及就业岗位分布见表2。尽管各圈层各有主导功能，但用地类型仍是一种混合状态，内外圈层均分布了数量不等

$$MI = \frac{InterSections \times (Pop \times Factor1) \times (Emp \times Factor2)}{InterSections + (Pop \times Factor1) + (Emp \times Factor2)}$$

式中： MI 为土地利用混合程度； Pop ， Emp ， $InterSections$ 分别为交通小区质心 1 km 范围内家庭户常住人口数量、家庭户就业岗位数量及道路交叉口数量； $Factor1$ 为全区域各小区 $InterSections$ 指标均值与全区域各小区 Pop 指标均值之比； $Factor2$ 为全区域各小区 $InterSections$ 指标均值与全区域各小区 Emp 指标均值之比。

调查还显示，早高峰进、出内圈层的人数约为 2:1；而由内、中圈层进入外圈层的人数则是外圈层进入内、中圈层的 2.7 倍。尽管存在一定的潮汐交通，但由于在长距离通勤出行中班车比例高达 30% 以上，使得区间联系通道方向不平衡系数最高为 1:1.7，低于同类城市的平均水平。中心城区居民平均出行距离由 2000 年的 4.4 km 增至 2011 年的 4.8 km，也低于同类城市的增幅。因此，同外围单纯居住的“卧城”式布局相比，圈层式用地布局可有效降低居民出行距离、缓解潮汐交通现象，从而降低碳排放。

为了进一步均衡不同圈层的用地结构，内圈层采取了职能外疏策略，即向外疏解医院、学校等强客流吸引点；中圈层在南北规划了天钢柳林、天津西站两个城市副中心，以提升圈层内的区域服务职能；外圈层通过建设居住区和相关配套设施，协调区域内用地结构，均衡区域内人口与就业的关系。随着规划的进一步实施，圈层内土地利用混合程度将得到进一步提升，从而有效控制因城市规模扩大带来的居民出行距离增长，使得低排放出行方式比例得以维持甚至提高。

在新城、新区的建设中，天津市对低排放出行方式同样给予了关注。在中新天津生态城的规划、建设中，规划工作伊始便设定了新城低排放出行方式比例不低于 90% 的目标，并将低碳交通在资源分配中的优先级设置为最高。在土地利用上借鉴新加坡生态社区理念(见图3)，实现邻里中

的居住用地。

天津市第四次综合交通调查结果显示，居民出行距离随着土地利用混合程度的提高而不断降低。其中，土地利用混合程度的计算主要考虑人口与就业岗位的混合。计算公式为

心土地利用的高度混合，工作地与居住地相邻，必要的日常生活设施近在咫尺，最大限度地减少不必要的长距离出行。

高度混合的用地布局，有效控制了出行距离的增长，使居民通过采用步行、自行车和公共交通等低碳方式即可方便地完成出行，从而降低城市总体碳排放，为构建绿色生态城市打好基础。

2.2 道路建设理性回归

面对快速增长的机动车交通，天津市道路建设经历了由机动车导向到各种出行方式并重的理性回归过程。通过实现道路服务由“均衡

表 2 各圈层人口及就业岗位分布

Tab.2 Distribution of population and jobs in various city circles

类别	人口/万人	就业岗位/万个	就业岗位与人口的比值
内圈层	173.5	106.7	0.61
中圈层	332.0	131.8	0.40
外圈层	178.0	137.2	0.77
合计	683.5	375.7	0.55

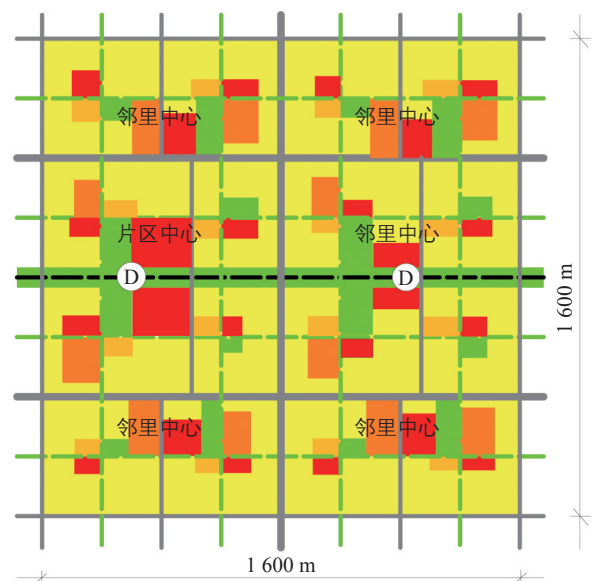


图 3 生态城土地利用模式

Fig.3 Land use pattern of the Eco-city

化”向“差别化”的转变，对中心城区进行保护，实现了“慢进快出”；通过道路横断面设计的理性回归，保障非机动车和行人的路权，提供舒适、安全的出行环境，促进非机动车的发展。

城市快速路系统由“均衡化”服务向“差别化”服务转变^[10]。2003年编制的《天津市城市综合交通规划》(以下简称《规划》)确立了以快速路和快速轨道交通为骨架的城市综合交通运输体系。在“三环十四射”的路网骨架基础上，将一些重要交通走廊的环线和射线提升为快速路^[11]，确定了两环、两横、两纵、两条联络线即“四个二”的快速路网系统(见图4)。然而，随着部分快速路的投入使用，在带来高速、便捷的机动车出行的同时，其负面效应也逐步显现。例如，城市空间受到切割与阻隔，快速路两侧地块沟通不便，非机动车出行、整体路网流量分布更加不均衡，等等。鉴于此，天津市开始重新审视快速路的功能和定位，将其定位为区间联系的快速通道和城市中心城区交通的保护壳，取消核心区内部“西纵”、“南横”快速路，最终形成“两环十四射”的快速路系统(见图5)，从而避免快速路对城市机理的切割，实现快速路由“均衡化”向“差别化”的服务转变。这种转变体现了“慢进快出”的原则，对中心城区起到了一定的保护作

用，某种程度上鼓励了非机动车的发展。

城市道路横断面设计同样也经历了一个理性回归过程，大致分为三个阶段。1996—2002年，机非分隔相对较好，除外环线为两幅路外，实际宽度为40 m以上的主、次干路一般采用三幅路，其余道路为单幅路。2003—2005年，确定快速路骨架后，机动车交通主导道路建设，人行道宽度被逐渐压缩，分隔带不断拆除，适合机动车行驶的单幅路成为主流，所占比例高达75%；与之相对应，非机动车出行比例开始下降。2006年至今，规划和建设部门开始重新审视道路横断面形式，高度重视非机动车和行人交通，局部地区开始实施保障非机动车路权且出行环境友好的创新性道路横断面，包括红线绿线融合断面、非机动车与行人共板断面等，以期在一定程度上遏制非机动车比例下滑的趋势。

此外，在城市重点区域改造中，坚持“尊重历史、以人为本”的规划理念，通过优化道路布设方式、调整道路路线等手段，将环境优美、适宜绿色出行的空间给予行人和非机动车，实现各种交通方式的良性互补。例如，在海河两岸提升改造中，沿河道路通过采用下沉方式、局部线位调整等手段，协调其与跨河桥梁的矛盾，并且通过建设亲水平台，将岸边生活空间留予非机动车。

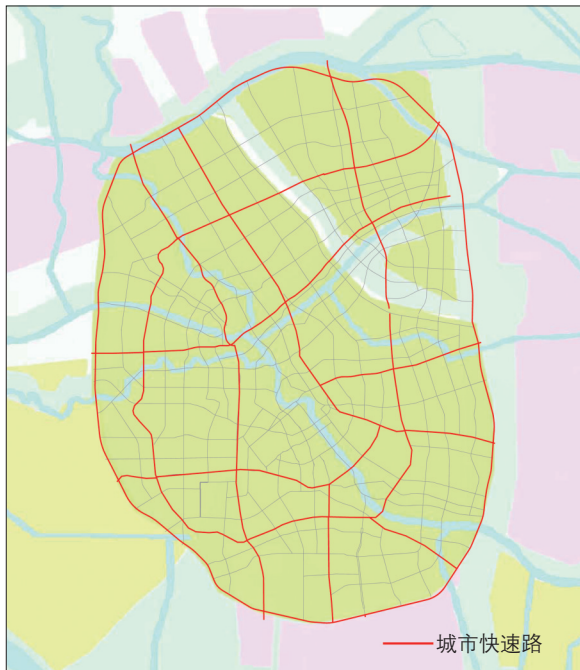


图4 2003年天津市“四个二”快速路系统结构
Fig.4 The “Four-Two” expressway layout of Tianjin city in 2003

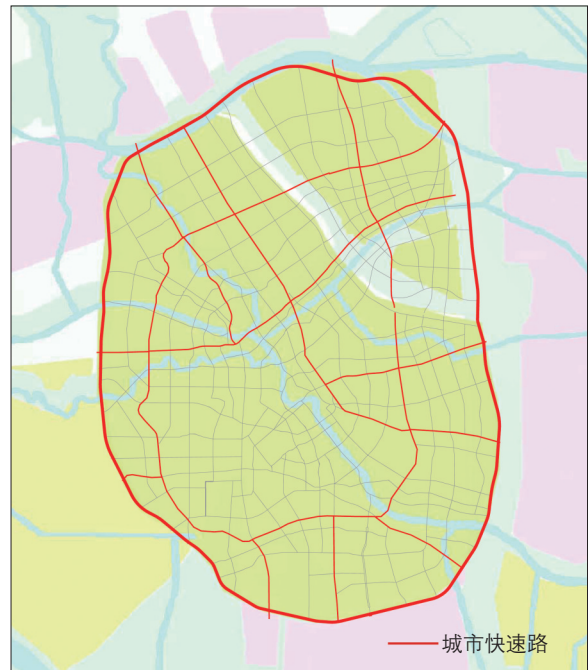


图5 “两环十四射”快速路系统结构
Fig.5 The “Two ring roads & fourteen radiation roads” expressway layout

2.3 合理的交通政策

为了应对城市道路交通拥堵，并为建设低碳城市提供保障，天津市的城市交通政策经历了由单一公交导向型模式向环境与资源导向型模式的逐步转变。早在1985年，天津市就出台了《关于综合治理城市交通的决定》，强调建立以公共交通为主导的客运交通体系来缓解城市交通拥堵，但对自行车交通发展并未予以支持。随着社会经济的快速发展，特别是机动车的高速发展，自行车出行比例迅速下降。为了发展低碳交通、遏制这种下滑趋势，天津市开始重新审视城市交通发展政策。2011年最新制定的《天津市关于进一步优化城市交通环境的实施意见》中，重点突出了绿色交通发展在城市交通治理中的导向作用，围绕公共交通、非机动车、小汽车交通、道路基础设施、公共设施、交通管理、交通政策等七大类制定了三十项措施，其核心是“一扬一抑”的组合措施，即发扬公共交通、非机动车等低碳交通，合理抑制小汽车交通。

1) “扬”——低排放出行方式。

在公共交通发展方面，加大公交优先发展力度。包括：建设快速公交系统；设置公交专用车道；结合轨道交通、快速公交、外围新城、大型居住区及配套场站建设，优化调整现有公交线网；加快轨道交通建设，在轨道交通车站配套建设公交车站、出租汽车停靠站、自行车停车场等多方式衔接换乘设施，确保与轨道交通同步建设、同步使用。在非机动交通发展方面，进一步完善非机动交通设施，保障非机动交通路权，完

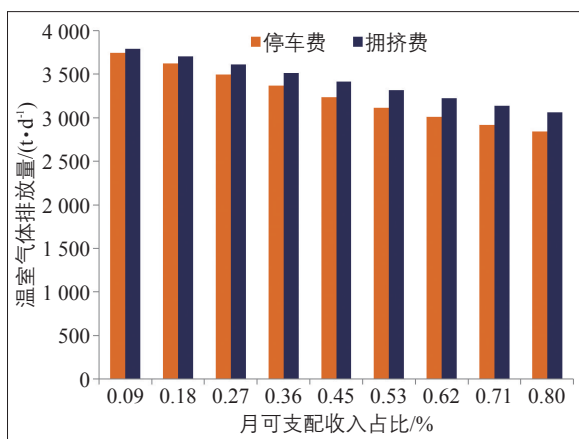


图6 不同费率条件下温室气体排放量

Fig.6 GHG emissions under different pricing ratios

善非机动车网络；在机动交通和非机动交通之间增设隔离设施，禁止非法占用非机动车通道；健全道路沿线步行系统的围护、遮蔽设施，完善无障碍设施；增设行人过街设施，并配套完善交通性干路沿线立体过街设施，改善重点地区立体过街条件；建设公共自行车服务系统，解决公交出行“最后一公里”问题。

2) “抑”——高排放出行方式。

在限制小客车使用方面，首先严格控制公务车的购置和使用，并适时在中心城区特定区域和时段收取交通拥堵费。根据交通状况分区域实行差别化计时停车收费政策，且同一区域路内停车收费高于路外停车。对于拥挤收费和停车收费问题，天津市已开展了相关研究，估算了不同费率条件下温室气体的排放情况(见图6)，以期各类交通政策的制定和相关规划提供环境视角下的决策依据。

3 结语

“低碳交通”作为一种可持续发展的交通模式，其发展水平受城市规划、交通管理政策等多方面制约。在城市规划方面，天津市通过高度混合的用地布局促进出行方式转变、缩短出行距离、减少私人机动化出行。在交通设施方面，通过道路建设的理性回归，实现道路服务由“均衡化”向“差别化”的转变；通过道路横断面设计的理性回归，保护非机动出行方式。在交通政策方面，通过合理的交通政策支持公交发展，合理限制小汽车使用。低碳交通体系是一项复杂的系统工程，尽管天津市在低碳交通体系建设方面进行了有益探索，但对于碳减排效果的精确评估还有一定欠缺。在下一步的工作中，将考虑把各种出行方式的碳排放水平与相关规划、管理政策相结合，系统评估规划、政策的效果。

参考文献：

References:

- [1] Chris B. The Green Transportation Hierarchy[EB/OL]. 2001[2012-05-18]. <http://www.transalt.org/files/newsroom/magazine/012Spring/09hierarchy.html>.

极目的上来。

所以城市道路网体系的一整套理论需要重新反思：应该如何满足人的要求？例如，快速路是否需要？答案是肯定的，因为城市发展到这样的阶段和体量，要保证基本的机动性，当然可达性也是需要的。但快速路应该主要用来疏散交通，满足基本可达性情况下的出入境交通和长距离交通。这些长距离交通是应急的、商务的和偶发性的交通，而不能用来解决通勤性交通。因为在城市道路网强度这么密集的情况下，建再多的快速路用来解决通勤交通也是死路一条，我们已经有悲惨的教训。

另外，城市主干路应该以满足公共交通、步行、自行车为第一位，机动车是一种基本的需求，而不是最主要的需求。大城市居民出行距离半径最长可能也就是20 km，对于这种长距离出行需要轨道交通来服务。但实际城市中有70%以上的居民出行仅为3~5 km，这种出行距离可利用次干路和支路网。但是目前中国内地城市的公交系统，不能到达居民200 m之内的家门口，这是

长期以来支路网规划建设没有做好导致的结果。相比之下，香港能够保证居民在家门口就可以乘坐公共汽车。因此，我们更需要研究的是以人为导向而不是以机动车为导向的次干路和支路网体系。

4 结语

在城市交通拥堵日趋严重的背景下，我们应该积极地、有所作为地去解决一些交通问题。面对目前中国城市交通问题的严重性，中央以及各级地方政府也在积极、努力地推进公交优先和拥堵治理工作。我们期望从制度层面上反思中国城市交通的问题，包括从政策、规划和立法等多方面去努力，创造健康的城市和健康的城市交通系统。

参考文献：

References:

(上接第71页)

- [2] U.S. Environmental Protection Agency. Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990—2010[R]. EPA 430-R-12-001, Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency, 2012.
- [3] Mashayekh Y, Jaramillo P, et al. Potentials for Sustainable Transportation in Cities to Alleviate Climate Change Impacts[J]. *Environmental Science & Technology*, 2012, 46(5): 2529–2537.
- [4] Robin H, Sharad S, et al. Examining Transport Futures with Scenario Analysis and MCA[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2012, 46(3): 560–575.
- [5] Aikaterini R, Konstantina G. VMT, Energy Consumption, and GHG Emissions Forecasting for Passenger Transportation[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2012, 46(3): 487–500.
- [6] Francis V, Yao S. Transportation Versus Perishability in Life Cycle Energy Consumption: A Case Study of the Temperature-controlled Food Product Supply Chain[J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2008, 13(6): 383–391.
- [7] Elaine C M, Pablo L D. Environmental Life-cycle Assessment of Transit Buses with Alternative Fuel Technology[J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2012, 17(1): 39–47.
- [8] Bin Y, Qing L. Life Cycle Assessment of Pavement: Methodology and Case Study[J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2012, 17(5): 380–388.
- [9] Brenda C, Alissa K. Life Cycle Greenhouse Gas Assessment of Infrastructure Construction for California's High-speed Rail System[J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2011, 16(6): 429–434.
- [10] 丘银英, 曹伯虎, 朱海明. 天津市快速路系统建设后评估与启示[C] // 中国城市规划学会. 转型与重构: 2011中国城市规划年会论文集. 南京: 东南大学出版社, 2011: 6133–6144.
- [11] 蒋寅, 曹伯虎. 环放式路网在天津的实践发展[J]. *城市*, 2009(12): 45–48.