

基于路网承载力的停车配建指标

罗 赞¹, 张玉娇²

(1.广东省交通规划设计研究院股份有限公司, 广东 广州 510507; 2.广东交通职业技术学院, 广东 广州 510000)

摘要: 城市规划设计部门多采用类比法制定停车配建指标, 虽然可操作性强, 但是较为主观。为优化停车配建指标制定方法, 基于城市交通模型的规划年路网及OD, 推算小区在过境OD下的剩余路网承载力; 通过对多个小区进行有无小区分析法, 以不同业态建筑产生的机动车交通需求不大于剩余路网承载力为约束条件, 建立多个停车配建指标约束方程; 同时以停车配建基本供应量最大化建立目标函数, 进而求解出合理的停车配建指标。以中山市翠亨新区中央商务区为例, 建立停车配建指标计算模型, 验证了模型方法的可操作性。结果表明, 基于城市路网宏观模型, 以路网承载力反推的停车配建指标, 既适应城市交通发展战略, 也可在一定程度上缓解由停车造成的交通拥堵。

关键词: 交通规划; 停车配建指标; 交通模型; 道路承载力; 停车需求; 中山市

A Road Network Capacity Analysis-Based Approach to Determine Parking Quota

Luo Yun¹, Zhang Yujiao²

(1.Guangdong Province Communications Planning & Design Institute Co., Ltd., Guangzhou Guangdong 510507, China; 2.Guangdong Communication Polytechnic, Guangzhou Guangdong 510000, China)

Abstract: Analogy method is usually applied to formulating parking quota indicators by urban planning institutes which is often suspected due to its subjective judgments. Based on network and OD generated from demand model, this paper proposes an optimization approach which uses remaining capacity of each zone as constraints to maximum parking quota; by analyzing if there is an analysis zone, use the traffic scale no greater than the remaining road capacity as a constraint condition, establish multiple parking quota constraint equations; meanwhile, establish the objective function based on maximum of parking quota supply to reach the reasonable parking quota indicators. The CBD of Tsuihang New District, Zhongshan is used as the case study to verify the capability of proposed method. The results reveals that using network capacity to estimate parking quota indicators works well with urban transportation development strategy, and is able to effectively reduce traffic congestion, to some extent.

Keywords: transportation planning; parking quota indicators; demand model; remaining road capacity; parking demand; Zhongshan

收稿日期: 2014-10-16

作者简介: 罗赞(1988—), 男, 江西吉安人, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 交通规划咨询、节能减排评估。E-mail: 15902052951@126.com

0 引言

城市中绝大部分停车位来自于建筑物配建停车场, 配建指标直接决定建筑物配建停车位的供应数量。城市中心区建设密度较大、交通拥堵问题严重, 有必要建立合理的停车配建指标, 使建筑停车规模与周边路网承载能力相匹配, 以保障交通正常运行。在

城市用地规划中, 虽需要考虑交通供给和城市用地布局的匹配, 但通常难以达到真正的平衡状态, 而停车配建指标却能有效地协调用地与交通之间的矛盾。因此, 确立科学合理的停车配建指标体系至关重要。在实际指标制定中, 规划设计部门多采用类比法, 即参考类似城市指标, 并结合自身城市特性进行分析制定, 此方法可操作性强, 但较为主

观,难以客观的定量分析;同时部分学者通过对停车位功能、区位条件等影响因素的分析,从本体论的理念出发,对建筑物停车位的内在需求特征进行功能划分,并结合区位条件对建筑物停车配建规模进行修正计算^[1],此方法能较好地反映停车需求,但可操作性相对较弱,而且对城市路网的适应性较弱。

越来越多的城市在进行城市交通规划时建立了城市道路网宏观交通模型(如基于四阶段法或出行链建立的城市路网分配模型),能够有效模拟城市道路运行状况,并将其不断应用到城市交通规划的各个领域。但城市交通模型在停车配建指标方面的应用较少,同时停车配建指标的制定也缺少较为科学的定量参考依据。鉴于此,本文以城市规划用地和路网为对象,研究确定各小区周边主要道路的剩余承载力,利用停车需求模型建立各小区的配建指标约束方程,通过优化计算出的停车配建指标确定停车配建供应方案,使城市土地利用和道路供给达到相对平衡的状态。

1 停车配建指标:调节交通供给与土地利用的杠杆

交通系统发展会引起土地利用特征的变化,进而导致城市空间形态的变化;而土地利用特征的改变也会对交通系统提出新的需求,促使其不断改进完善,进而引起交通设施、交通结构和交通量分布特征的改变。因此,通过协调两者的发展,可使交通供给与

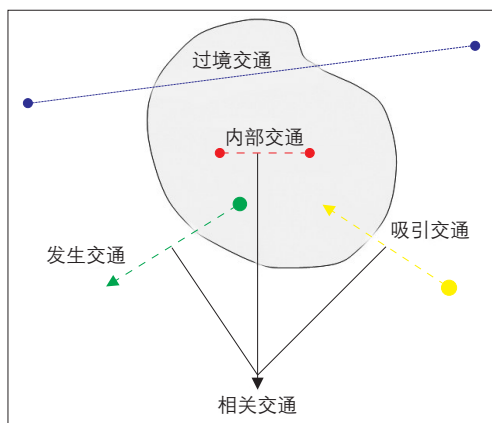


图1 交通类型

Fig.1 Traffic types

土地利用互相配合、互相促进,进而实现城市可持续发展^[2]。

城市交通系统与土地利用的互动作用存在一定的滞后性,导致在一定时期内,交通供给与土地利用不匹配,因此需要通过相应的措施进行调节。配建停车位是城市停车位的主体,所以停车配建指标的设定直接决定城市停车位的供应。如果配建停车位供应不足,虽然会造成停车困难,但也会抑制机动车发展,进而缓解交通拥堵问题;如果停车位供应过量,将会诱导机动车无限制的发展,间接带来交通拥堵、环境污染恶化等问题。

当用地所产生的交通需求与交通设施供给不匹配时,可以使用配建停车指标调控停车供应,进而调节机动车出行量,减少因用地开发产生过度的停车需求引起的交通拥堵问题,保障土地利用与交通供给的协调,实现社会效益最大化。

2 研究思路

以规划区域为研究对象,区域路网上承载的交通可分为过境交通(出行起讫点均在规划范围外)、内部交通(出行起讫点均在规划范围内)和集散交通(出行起讫点之一在规划范围外)三类^[3]。为便于研究,本文将每个交通小区的内部交通和集散交通合并为相关交通。每个小区的OD数据可以拆分为过境OD和相关OD两类(见图1)。

城市交通承载力是指:一定时期内,特定土地利用结构下,在城市系统功能和结构不向恶性方向转变、城市环境符合可持续发展的条件下,城市体系所能承受的交通系统最大发展规模,即交通系统的最大可承受容量^[4]。本文所研究的交通承载力为小区周边主要道路的承载力。计算方法主要由以下三部分构成:

1) 定义规划小区为 j ,第 k 类用地类型的停车配建指标为 x_k ,假设在没有小区 j 的情况下,小区 j 的相关OD均设置为0,采用小区 j 的过境OD在规划路网上使用用户最优平衡法进行交通分配,得出小区 j 的过境交通量。

2) 以规划用地及路网布局结构为基

基础,在可接受的服务水平下,得出小区 j 周边主要路段的最大服务交通量,其与小区 j 的过境交通量相减得出路段剩余承载力,再将各主要路段的剩余承载力相加即得出小区 j 的路网剩余承载力。

3) 根据城市交通调查数据得出不同用地类型 i 的停车周转率及高峰小时系数等停车特征指标,将用地规模换算为停车需求,再利用停车需求预测模型,将停车需求换算为交通规模。以交通规模不大于剩余路网承载力作为约束条件,建立各小区的停车配建指标约束方程;同时可以根据实际情况加入其他约束方程,通过求解得出停车配建指标(见图2)。

3 模型建立

3.1 路网剩余承载力

1) 道路承载力。

道路容量和服务水平从不同角度反映道路性质和功能^[5]。为计算路网剩余承载力,本文定义道路承载力为道路在可接受服务水平下的道路容量,即

$$C = Ln\mu\eta\theta, \quad (1)$$

式中: C 为指定服务水平下的道路容量/($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$); L 为单条车道基本通行能力/($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$); n 为车道数/条; μ 为可接受道路服务水平; η 为车道折减系数; θ 为交叉口折减系数。

2) 过境交通量。

假设规划年OD数据已知,城市用地情况和城市交通情况基本稳定,以规划年OD为基础,将小区 j 的相关OD数据剔除,得到其过境OD。利用TransCAD的交通分配模块,采用用户最优平衡分配法进行交通分配,得出小区 j 周边主要道路 i 的过境交通量 F_{ji} 。小区相关交通量的加载会导致小区周边道路的饱和度上升,从而影响过境交通量在路网上的分布,因此利用过境OD分配得出过境交通量与实际过境交通量有一定偏差。由于本文在计算时将道路承载力设定为道路容量的0.85或者以下,确保小区周边道路的畅通,降低了因缺少小区相关OD数据对过境OD分配结果造成的影响,因此可以

忽略此影响。

3) 小区剩余路网承载力。

小区 j 周边主要道路的剩余承载力之和

$$C_j = \sum_{i=1}^n (C_{ji} - F_{ji}), \quad (2)$$

式中: C_j 为小区 j 周边路网的剩余承载力/($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$); C_{ji} 为小区 j 周边主要道路 i 的道路承载力/($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$); F_{ji} 为小区 j 周边主要道路 i 的过境OD分配交通量/($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$)。

3.2 停车需求预测模型

停车需求产生的直接原因是居民机动交通出行,因而,停车需求模型中的停车需求量应为交通量的函数^[6]。常用的停车需求预测模型主要是根据停车周转率及停车利用率等特征,将交通量与停车规模联系起来,即

$$p_{jk} = \frac{C_{jk}}{\partial_k \beta_k \alpha}, \quad (3)$$

经转换得

$$C_{jk} = p_{jk} \partial_k \beta_k \alpha, \quad (4)$$

式中: p_{jk} 为小区 j 中第 k 类用地配建停车位/个; C_{jk} 为小区 j 中第 k 类用地产生的机动车交通量/($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$); ∂_k 为第 k 类用地全天停车周转率/次; β_k 为高峰小时系数; α 为车位利用率。

3.3 剩余承载力约束模型

目标函数

$$\text{Max} = \sum_{k=1}^p x_k, \quad (5)$$

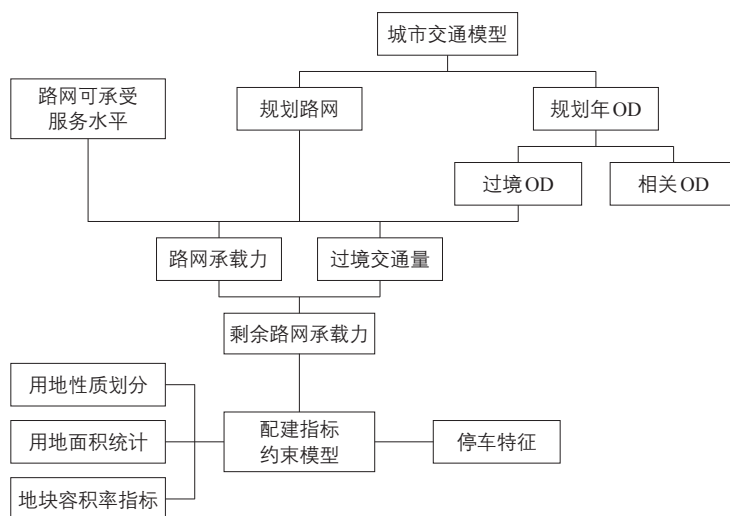


图2 研究框架

Fig.2 Research framework

$$\begin{cases} \sum_{k=1}^p C_{jk} + C_j < C_j, \\ 0 < x_k \leq \alpha_k. \end{cases} \quad (\text{根据实际情况, 期望不同类别停车配建指标所在的合理区间})$$

式中: C_j 为小区 j 内其他停车位产生的交通需求/(pcu·h⁻¹)(如公共停车场及路内停车位等, 利用停车需求模型计算, 若没有则为0)。代入参数转换得

$$\sum_{k=1}^p S_{jk} x_k \partial_k \beta_k \alpha + C_j < \sum_{i=1}^n (C_{ji} - F_{ji}). \quad (6)$$

式中: S_{jk} 为小区 j 中 k 类建筑的建筑面积/m²。小区 j 中不同业态建筑产生的机动车交通需求应小于周边路网的剩余路网承载力。

由公式(5)的约束条件1可知, 约束方程与小区数量保持一致, 小区划分越精细, 停车配建指标越能反映更多条道路承载力。但小区划分过于精细会增大工作量, 且可能出现一些无效的约束条件。因此, 小区划分在遵循四阶段法的同时, 应尽量让小区数量等

于需要求解的停车配建指标数量; 若出现约束条件少于求解指标数量的情况, 可采取类比方法, 为次要停车配建指标进行人工赋值(例如, 可根据多个经济发展水平类似城市的指标, 加权平均得到停车配建指标), 以确保模型约束方程与求解参数相一致。

3.4 模型求解

模型求解应遵循以下步骤: 1)以规划年OD数据为基础, 对小区 j 拆分出过境OD和相关OD; 2)利用TransCAD的交通分配模块, 反推小区 j 周边路网的剩余承载力; 3)利用停车需求模型将小区 j 内各业态的停车规模转换为机动车交通量; 4)建立以停车供应最大化为目标函数, 路网剩余承载力为约束条件的约束模型; 5)利用LINGO软件求解线性方程, 得出理论最优停车配建指标。

3.5 模型适用条件

由于区域经济发展会对停车配建指标产生较大影响, 因此不同区域适宜采用不同的停车发展策略(例如停车适度满足策略、适度控制策略、严格控制策略等)。而不同的停车发展策略应采用不同的停车配建指标计算方法。本文基于路网承载力计算停车配建指标, 计算模型更适用于路网基本稳定的城市中心区域。

4 案例分析

4.1 案例背景

翠亨新区位于中山市东部, 东临珠江口, 南连珠海市, 规划范围包括中山市的南朗镇、马鞍岛及东部临海区域, 总规划面积为230 km²; 翠亨新区是国家实践文化交流方式的创新基地, 两岸四地现代化产业合作示范区, 广东省绿色新兴产业基地, 珠江西岸新型城市化先行区, 中山市引领转型升级的城市副中心。根据总体规划, 翠亨新区将塑造中央商务区、文化交流区、英才培育区、国际旅游区、转型示范区、先进智造区六大功能板块(见图3)。中央商务区位于翠亨新区中心位置, 用地性质主要以商业、办公用地为主。

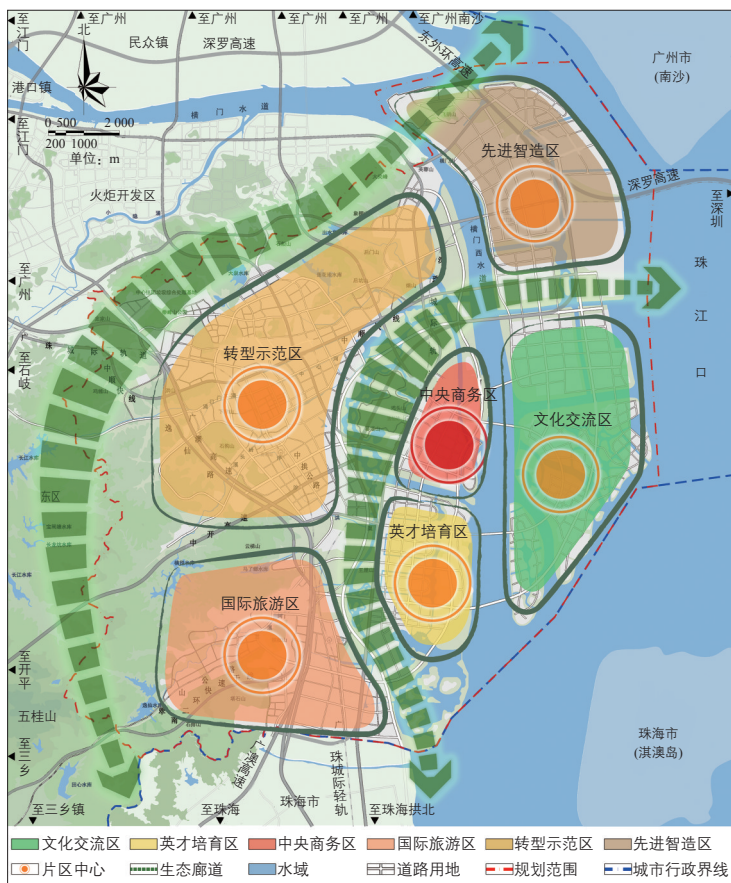


图3 翠亨新区功能分区

Fig.3 Function distribution of Tsuihang New District

资料来源: 文献[7]。

根据翠亨新区总体规划的功能分区、交通需求特征、城市交通条件等因素，将规划片区划分成103个交通小区(见图4)，其中中央商务区包含9个小区。

4.2 中央商务区停车配建指标计算

4.2.1 过境交通量分配

以108号小区为例，首先根据翠亨新区综合交通规划模型得出规划年OD，同时去除与108号小区相关的OD值得出过境OD，并通过TransCAD进行交通分配(见图5)。

4.2.2 剩余路网承载力计算

由翠亨新区规划路网可知，108号小区主要对外道路为2条主干路、2条次干路及3条支路。根据公式(1)计算出每条道路的道路容量(主干路3 000 pcu·h⁻¹，次干路2 000 pcu·h⁻¹，支路800 pcu·h⁻¹)，同时设定可接受饱和度为0.85，因此108号小区的路网承载力为10 540 pcu·h⁻¹。用108号小区的路网承载力减去其过境交通量得出路网剩余承载力为3 750 pcu·h⁻¹。

4.2.3 机动车交通需求

108号小区的主要用地类型为商业、行政办公、商务办公、居住四种类型，假设这四种类型用地的停车配建指标依次为 x_1 ， x_2 ， x_3 ， x_4 ，根据公式(3)和公式(4)可得小区机动车交通量(区域内无公共停车场)

$$C_{108} = \sum_{k=1}^4 S_k x_k \theta_k \beta_k \alpha$$

根据108号小区各类用地的建筑面积，参考相关用地的停车周转率、高峰小时系数、停车位利用率等相关信息，计算得出108号小区商业、行政办公、商务办公、居住四类用地反推的机动车交通量分别为 $1\,230x_1$ ， $654x_2$ ， $2\,110x_3$ ， $623x_4$ ，则108号小区用地规模反推的机动车交通量 $C_{108} = 1\,230x_1 + 654x_2 + 2\,110x_3 + 623x_4$ 。

4.2.4 停车约束方程

根据剩余路网承载力和停车产生的机动车交通量的计算结果，可得出108号小区的停车约束模型为

$$1\,230x_1 + 654x_2 + 2\,110x_3 + 623x_4 < 3\,750$$

同理可得中央商务区的其他8个交通小区的停车约束模型，同时以停车供应量最大化为目标函数，用LINGO软件求解，通过迭代计算，得出翠亨新区中央商务区部分业态推

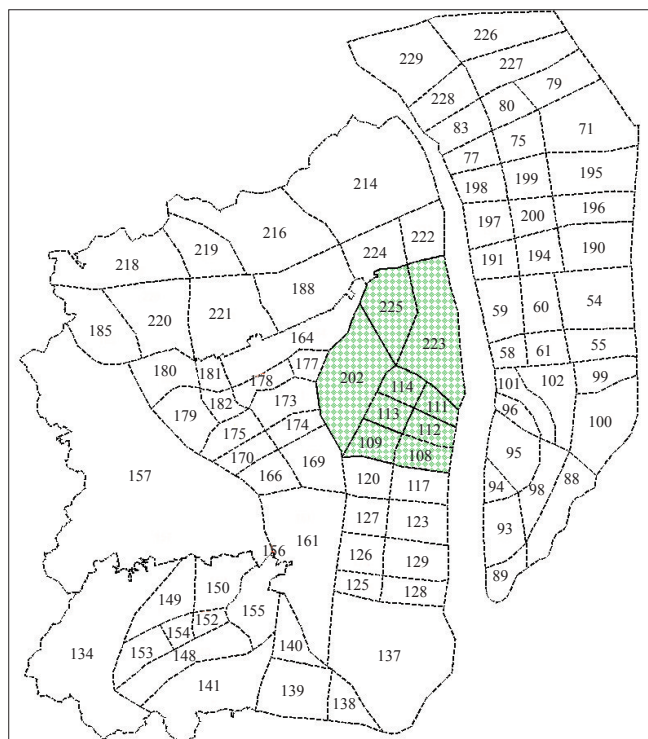


图4 交通小区划分

Fig.4 Deviation of traffic analysis zones

资料来源：文献[7]。

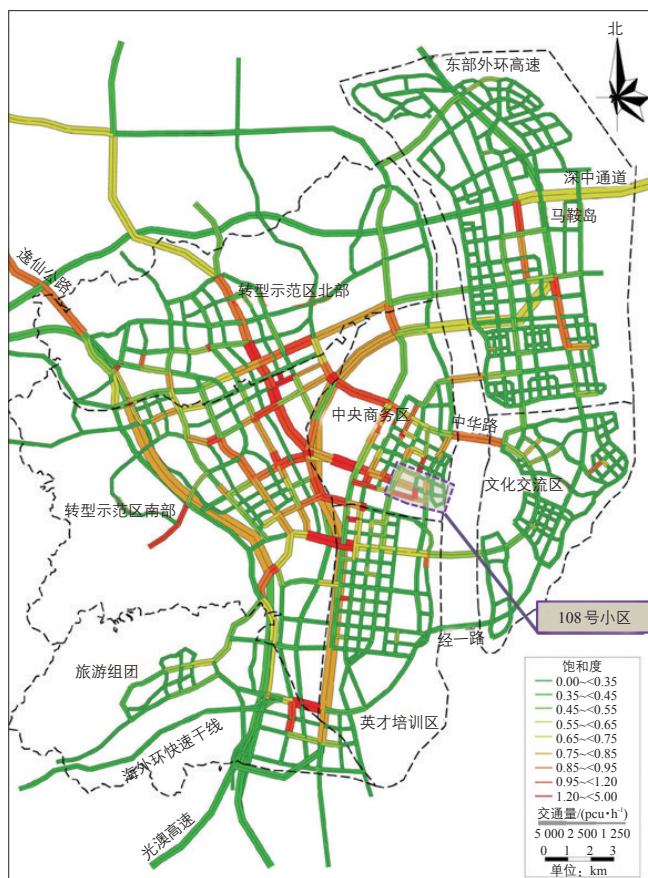


图5 过境OD分配结果

Fig.5 Results of through traffic OD distribution

资料来源：文献[7]。

表1 部分业态推荐停车配建指标

Tab.1 Recommendation of parking quota indicators

类别	计算停车配建指标 (车位·(100 m ² 建筑面积) ⁻¹)	2010版中山市镇区指标 (车位·(100 m ² 建筑面积) ⁻¹)
商业	0.6	0.7
行政办公	1.4	1.0
商务办公	0.4	2.0
居住	1.2	1.0

资料来源：文献[7-8]。

荐停车配建指标(见表1)。

随着中山市的经济发展，2010版中山市停车配建指标已不能适应交通发展需求，中山市的机动车发展策略已经由原来的停车适度满足转换为停车适度控制。因此，停车配建指标需根据城市的发展阶段及区域来确定，具有一定的动态可变性。此外，本文中的OD分布是在城市交通发展战略的基础上得出，不同的城市交通发展战略对于OD分布有一定影响，因此通过OD分布，城市交通发展战略可间接影响停车配建指标。

5 结语

本文尝试依托城市交通规划构建的道路网宏观交通模型，利用路网剩余承载力反推停车配建指标，并结合案例对所提方法进行验证。研究表明，该方法可以为城市停车配建指标的制定提供定量支撑，使城市土地利用和交通供给协调发展。本文的研究方法是在城市交通发展战略基础上，基于路网承载力反推停车配建指标，此计算结果既适应了城市交通发展战略，也可在一定程度上缓解由停车所造成的交通拥堵。与常用的类比法相比，本文方法客观性较强，能够更好地适应城市自身交通发展特性；与基于停车需求的计算方法相比，由于本文研究方法是基于宏观路网模型，可操作性相对较强，能全面考虑城市不同区域的差异性，而且对于路网的适应性较强。

然而，该方法也存在一定的不足，例如相关交通量的加载会影响过境交通量在路网上的分布，从而对剩余路网承载力的计算结果产生一定影响，有必要进一步深入研究。

参考文献：

References:

- [1] 李林波，王曼，董治，吴兵. 基于泊位功能和区位条件的停车配建方法[J]. 中国公路学报，2010，23(1): 111-115.
Li Linbo, Wang Man, Dong Zhi, Wu Bing. Model of Parking Index Based on Parking Function and Location Conditions[J]. China Journal of Highway and Transport, 2010, 23 (1): 111-115.
- [2] 李颖. 城市土地利用与交通系统的协同发展研究[D]. 大连：大连海事大学，2011.
Li Ying. Study on Synergic Development Between Urban Land Use and Transportation System[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2011.
- [3] 曲大义，庄劲松，蔡国良，陈秀峰. 基于“服务水平”概念的路网总体容量计算模型[J]. 青岛理工大学学报，2008，29(5): 23-26.
Qu Dayi, Zhuang Jinsong, Cai Guoliang, Chen Xiufeng. Models of Traffic Network Capacity Based on the Levels of Service[J]. Journal of Qingdao Technological University, 2008, 29(5): 23-26.
- [4] 吴炼，王婧，李锁平，吴新华. 基于路网承载力分析的用地布局研究[J]. 城市交通，2013，11(3): 34-41.
Wu Lian, Wang Jing, Li Suoping, Wu Xinhua. Land Use Patterns Based on Road Network Capacity[J]. Urban Transport of China, 2013, 11(3): 34-41.
- [5] 侯德劭. 城市交通承载力研究[D]. 上海：同济大学，2008.
- [6] 关宏志，王鑫，王雪. 停车需求预测方法研究[J]. 北京工业大学学报，2006，32(7): 600-604.
Guan Hongzhi, Wang Xin, Wang Xue. The Research on Forecasting Method for Parking Demanding[J]. Journal of Beijing University of Technology, 2006, 32(7): 600-604.
- [7] 张成，陈向科，季全刚，等. 中山翠亨新区综合交通规划(2013—2020)[R]. 中山：中山市规划设计院，2013.
- [8] 中山市城乡规划局. 中山市城市规划技术标准与准则(2010版)[R]. 中山：中山市城乡规划局，2010.