

A Method of Parking Demand Analysis with Shared Strategy in Urban Complex

Qinggang Wang, Xiaotian Zhang, Rui Wang

China Academy of Urban Planning & Design, Beijing
Email: qinggang1122@126.com

Received: May 6th, 2020; accepted: May 21st, 2020; published: May 28th, 2020

Abstract

The trend of urban land use in China is towards diversification, intensification and integration. As a multi-functional complex development model, urban complex has become the mainstream of urban development. The intensive layout of different types of land in the complex leads to a large difference in peak parking demand for different land different. There is an imbalance between supply and demand in parking demand. The number of parking spaces provided by urban complexes is based on different properties calculated by the parking allocation index established by the function of the land. The determination of parking allocation index takes into account the influence of different nature land use on parking demand, but it only accumulates the demand of different nature land simply, which has a big gap with the actual parking demand. On the basis of fully studying the domestic and foreign parking demand analysis methods and considering the sharing, in order to maximize the utilization of berths, this paper establishes the more reasonable urban complex parking demand analysis, so as to predict and guide the construction of the parking of the urban complex more reasonably.

Keywords

Urban Complex, Shared Parking, Parking Demand Prediction

共享策略下的城市综合体停车需求分析方法

王庆刚, 张晓田, 王 芮

中国城市规划设计研究院, 北京
Email: qinggang1122@126.com

收稿日期: 2020年5月6日; 录用日期: 2020年5月21日; 发布日期: 2020年5月28日

摘 要

当今城市的土地开发正朝着功能多元、设施集约的方向发展, 城市综合体作为一种多功能复合型开发模

式成为城市发展的主流。综合体中不同类型用地的集约布局导致不同用地的高峰停车需求存在较大的差异,整体存在停车需求和泊位供给供需失衡的问题。城市综合体供给的停车泊位数量是根据不同性质用地的功能制定的停车配建指标计算得到的,现有指标的确定虽然考虑了不同类型土地的开发对停车需求的影响,但整体泊位供给数只是将每一类土地的配建数进行简单的加和,与实际的停车需求有较大的差距。本文研究了现有的国内外停车需求预测理论,引入停车泊位共享的策略,以最大限度的提高泊位的利用率为目标,提出一种更加合理的综合体停车需求分析方法,用以指导城市综合体停车泊位的规划。

关键词

城市综合体, 停车泊位共享, 停车需求预测

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

当今城市空间和土地开发朝集聚性、复合性的方向发展,包含多种城市功能的大型综合体设施成为建设的趋势,进而吸引了大量多种出行目的的交通出行者。伴随大量机动车的出行,城市综合体也成为中心城区“停车难”矛盾最集中的区域,但是通过研究发现该现象是相对的。在包含多种土地利用性质的城市综合体中,某一类或几类的土地上存在停车泊位严重不足的现象,非法占道停车较普遍,但是相邻的其他性质用地存在较多的空闲停车泊位,由于种种原因没有对外开放,导致高峰期间综合体停车资源的浪费,以及表面上看起来停车供需矛盾突出、停车困难。现有城市综合体供给的停车位数量是将每一类用地的泊位配建数进行简单的加和得到的,不同性质用地的配建指标由高峰停车需求决定,这种计算方式导致综合体浪费较多的资源来配置停车泊位,在高峰时段多个区域的停车泊位无法得到充分利用,整体的泊位利用率偏低。

1983年在美国出版的《Shared Park》首次提出了允许停车泊位共享的策略,通过停车调查发现不同功能用地停车的时间分布特征存在较大的差异,不同用地在部分高峰时段存在互补的停车需求,在此场景下可以考虑实施停车位的共享策略。维多利亚运输政策研究所发表的共享停车策略研究报告中指出,停车位的充分共享可以提高区域整体停车泊位的利用率[1]。在总结美国国内成功实施泊位共享策略的城市经验后,美国城市土地开发协会及Smith M S专家联合出版了《共享停车设计与管理》,书中详细介绍了实时共享停车的具体措施,并阐述了大量城市的应用案例[2]。国内交通领域的专家在国内停车现状的基础上进行了一系列的共享停车研究。李菲等人通过研究城市中心区多个住宅小区的停车特征,分析不同时段的停车需求,明确住宅区内白天停车泊位利用率低,而小区周边的停车需求旺盛,并制定小区白天停车共享政策[3]。薛行健等人深入研究现有中国城市的停车法规政策,参考美国多个城市的共享停车案例,引入折减系数完善现有的停车需求预测模型,依据城市规划方案和目标优化不同性质用地的停车配建指标[4]。周晨静等人对北京王府井商区内的停车现状进行了深入的调研分析,总结提炼出了商区进行停车共享的实施模式和框架,建立了区域内实行共享停车的技术理论模型,指导国内其他城市和区域实行分时共享策略[5]。祝福云等人以西安市钟楼商圈和小寨商圈为例,通过计算商圈引入泊位共享策略后的不同时段停车需求,得出现有停车配建数可以缩减的最大量,明确泊位共享策略的可行性和优势[6]。

本文通过对多个城市综合体的停车调查,深入研究停车场使用者的停车需求以及共享停车行为特征,对出行者调查数据进行建模分析,量化共享停车行为对停车需求的影响,在需求预测中引入共享停车影响因素,在常规停车需求分析方法的基础上,提出占用资源更少的停车需求分析方法,指导综合体停车系统的科学规划和停车资源的合理分配。

2. 综合体共享停车行为分析

2.1. 综合体停车调查方案

本文围绕共享策略下的综合体停车需求分析,开展了详尽的综合体停车调查,主要包括综合体停车设施供需调查、停车用户的共享停车行为选择调查、综合体区位影响调查。

1、综合体停车设施供需调查

调查城市中心区多个综合体内不同性质用地的停车供需情况,具体包括调查不同用地位置、类型与面积、停车泊位供给数;采用走访调研方法,记录现有综合体的停车管理政策;采用入库调研和巡视调研方法,详细记录多个特征日内全天进出停车场的详细车辆信息。

2、停车用户的共享停车行为选择调查

提前编写制定停车用户共享停车行为选择问卷,采用走访问卷的方法,调查用户对于共享策略下的停车选择特征,问卷内容主要包括:停车用户个人属性信息、出行目的、停车时长、可容忍步行距离等。

3、综合体区位影响调查

通过实地踏勘等方法,调查中心区多个综合体在区位方面的相关信息,包括周边道路网络功能、结构服务水平、交通组织方式等。

2.2. 综合体停车调查分析

本文以福建省莆田市中心区的综合体为例,采用停车设施供需调查方法、建筑物与土地利用调查方法,对综合体进行了深入的停车调研。首先,分析综合体内居住、办公、商业娱乐等用地的现状停车需求,在研究时间层面的停车特征差异时,发现某综合体内居住用地和办公用地的停车需求在某些时间段内的特征恰好相反,分析结果如图1所示,错峰停车现象显著,在9:00~11:00、15:00~17:00时间段内,办公用地的停车数量较多,居住用地的停车需求恰相反,说明该综合体可以针对性的推行共享停车策略。

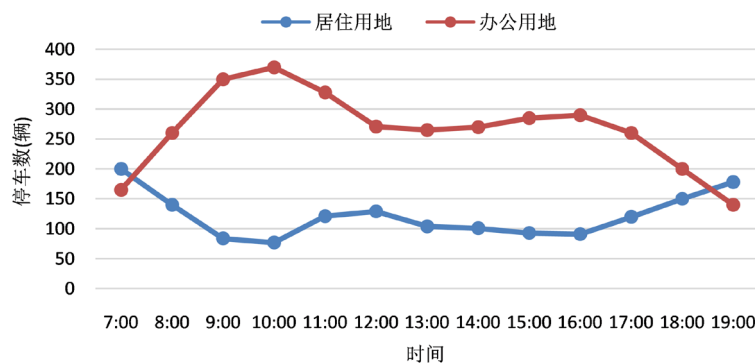


Figure 1. Comparison of parking quantity between residential and office land
图 1. 居住用地和办公用地的现状停车数量对比

分析综合体停车场使用者的调查问卷数据,如图2所示,29%的停车用户会到达多个不同功能的地块,这表明该综合体引入停车共享策略是合理的。另外由图3所示,74%的停车用户停车后到目的地的

可接受步行距离在 300 米以内，其中绝大部分距离在 100 米至 300 米的范围，此结果表明停车泊位与目的地之间的步行距离是实施停车泊位共享的一个基本条件，如果推行共享停车策略，建议不同功能片区之间相距不超过 300 米。

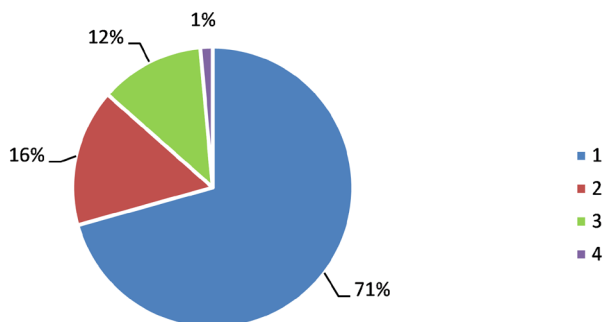


Figure 2. Number of visits to different types of land after parking
图 2. 停车后访问不同类型用地的数量

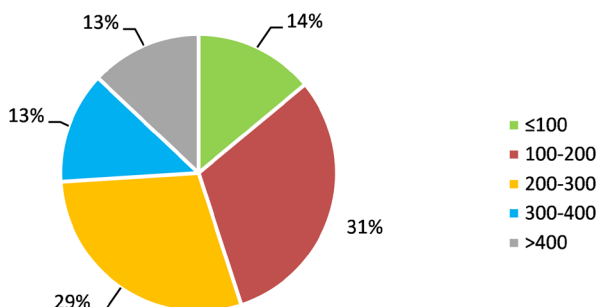


Figure 3. Survey results of walkable distance from stop to destination (unit: meters)
图 3. 出行者对停车位与目的地之间的可容忍步行距离(单位: 米)

2.3. 基于 Logit 模型的共享停车行为分析

综合体停车泊位使用者的停车选择是链接搜索决定过程[7],因此本文采用非集计的二项 Logit 建模,深入挖掘综合体停车用户的调查问卷数据,构建共享策略下的停车选择行为模型,分析各因子对用户选择共享停车模式的概率影响。停车用户调查问卷中的各种变量的定义和表示如表 1 所示。

Table 1. Parking selection behavioral factors
表 1. 停车选择行为因素表

变量名	符号	定义	模型中的数量表示
Sex	X1	性别	数字 1 代表男性, 2 代表女性
Trip purpose	X2	出行目的	数字 1~8 代表 8 类不同的出行目的
Parking time	X3	停车时长	数字 1~5 代表五类停放时长 (1 h 以内, 1~2 h, 2~3 h, 3~4 h, 4 h 以上)
Building num	X4	访问建筑物的数量	采用数字 1~4 代表访问建筑物的数量 1~4 种
Walking distance	X5	可容忍的步行距离	数字 1~5 代表五类步行距离 (100 m 以内, 100~200 m, 200~300 m, 300~400 m, 400 m 以上)
Accept	X6	被调查者对共享停车的接受程度	数字 1 代表可以接受, 0 代表不能接受

首先, 基于 Logit 建模后的 Hosmer 和 Lemeshow 检验结果如表 2 所示, 整体的期望值与已观测值相接近, 说明该模型的对于共享程度分析的拟合度较好, 表 3 中的拟合度检验结果 Cox & Snell = 0.678, Nagelkerkr = 0.871, 数值与 1 差距较小, 说明模型对于共享程度分析的拟合度较优。

Table 2. Randomness of Hosmer and Lemeshow tests

表 2. Hosmer 和 Lemeshow 检验的随机性表

		共享程度 = 0		共享程度 = 1		总计
		已观测	期望值	已观测	期望值	
步骤	1	34	34.359	0	0.641	34
	2	32	33.223	1	1.777	33
	3	17	16.237	16	18.763	33
	4	10	8.528	24	26.472	34
	5	5	5.226	30	28.774	35
	6	2	3.763	32	31.237	34
	7	2	3.083	32	31.917	34
	8	1	2.433	33	32.567	34
	9	0	1.777	35	33.342	35
	10	0	0.031	35	34.969	35

Table 3. Form of test for fitting degree

表 3. 拟合度检验性表

-2 对数似然值	Cox & Snell R^2	Nagelkerkr R^2
20.804	0.678	0.871

表 4 为共享行为选择模型预测的最终预测表, 表中共享程度中的 1 代表用户会选择共享停车, 0 代表不会。在全部 296 份调查问卷中, 有 239 例会选择停车泊位的共享, 其中模型预测到有 235 例, 正确率达 98.3%, 整体的准确率达 92.2%。说明该模型对于用户共享出行选择的预测准确性较高。

Table 4. Model prediction accuracy table

表 4. 模型预测的准确率表

已观测	已预测		百分比校正 (%)
	共享程度		
	0	1	
共享程度	0	19	66.7
	1	235	98.3
总计百分比(%)		92.2	

其次, 在模型中对问卷中的影响因素进行显著性检验, 显著性结果如表 5 所示, Sig. ≤ 0.05 就说明该因子对于用户选择共享停车的影响显著性较强; 表 6 为 Logit 分析模型的最终拟合结果, 结果表明对于用户选择共享停车影响最大的两个因素为停车时长和可容忍步行距离(B 值大于 0)。

Table 5. Factor saliency test
表 5. 因素显著性检验表

因素	性别	出行目的	停车时长	访问建筑物数量	可容忍步行距离
Sig 值	0.937	0.648	0.001	0.564	0.002
显著性	不显著	不显著	显著	不显著	显著

Table 6. Variables in the model
表 6. 模型中的变量值

变量	B	S.E.	Wals	df	Sig.	Exp(B)
性别	0.032	0.411	0.006	1	0.937	1.033
出行目的	-0.034	0.076	0.208	1	0.648	0.966
停车时长	-0.612	0.119	2.011	1	0.017	0.035
访问建筑物数量	0.126	0.219	0.333	1	0.564	1.135
可容忍步行距离	-1.205	0.201	10.622	1	0.002	2.295
常量	4.095	4.679	9.527	1	0.002	933.123

最终建立共享策略下的综合体停车行为选择模型，如公式(1)所示。

$$P_1 = 1 - \frac{1}{1 + \exp(4.095 - 0.612x_3 - 1.205x_5)} \quad (1)$$

接下来将停车时长和可容忍步行距离各分为五类，将五类停车时间和五类步行距离组合后代入公式(1)，计算不同场景下停车用户选择泊位共享的概率。结果如表 7 所示，5 类停车时长中，用户停车时间在 4 小时以内选择共享模式的概率与步行距离的关系较大，距离越短选择共享的概率越高，4 小时以上停放时间几乎不会选择泊位共享。停车时长在 3 个小时以内时，停车位与目的地之间步行距离在 300 米内选择共享的可能性较大，停车时长在 2 小时内时，步行距离在 200 米内选择共享的概率较高，本文建议综合体推行停车共享策略时，不同用地间的距离控制在 300 米内。

3. 共享策略下的综合体停车需求预测模型

3.1. 影响因素分析

3.1.1. 区位影响

综合体不同类型土地的交通集聚量受到综合体区位和交通通达性的影响较大，两个因素共同作用影响到综合体的实际停车需求。本文引入“区位势”的理论[8]来表征不同类型土地的停车需求受区位影响的程度，模型包括交通可达性和用地综合集聚度，再利用不同功能片区间的相对区位势计算得到交通区位势修正系数，计算公式如(2)所示。

$$\lambda = A_i^x \cdot M_i^\delta \quad (2)$$

式中： λ 为交通区位势修正系数， A_i 为综合体各类性质用地的交通可达性， M_i 为用地的综合集聚度。

3.1.2. 公交出行方式影响

允许泊位共享的停车策略受公共交通出行比例的影响较大，城市中选择公共交通工具出行的比例越

高, 乘小汽车出行的比例会有所降低, 停车需求也会减少。上一节调查结果表明, 300 米的步行距离适宜组织停车泊位的共享, 因此选择综合体 300 米半径内的公交站点数量作为允许泊位共享的需求预测影响因子, 建立的公交出行方式修正系数计算公式如(3)所示。

$$T = (1 - P)^k \quad (3)$$

式中: T 为公交出行方式修正系数, P 为综合体所在城市的公交出行比例年均增长率, k 为综合 300 米半径内公交站点数量。

Table 7. Probability of choosing berth sharing in specific situations

表 7. 不同场景下选择泊位共享的概率

一类停放时长(停车时间 1 h 以内)					
可容忍步行距离	100 m 以内	100~200 m	200~300 m	300~400 m	400 m 以上
选择泊位共享的概率	0.9896	0.9549	0.8246	0.5107	0.1882
二类停放时长(停车时间 1~2 h)					
可容忍步行距离	100 m 以内	100~200 m	200~300 m	300~400 m	400 m 以上
选择泊位共享的概率	0.9714	0.8830	0.6262	0.2711	0.0763
三类停放时长(停车时间 2~3 h)					
可容忍步行距离	100 m 以内	100~200 m	200~300 m	300~400	400 m 以上
选择泊位共享的概率	0.9237	0.7289	0.3738	0.1170	0.0286
四类停放时长(停车时间 3~4 h)					
可容忍步行距离	100 m 以内	100~200 m	200~300 m	300~400 m	400 m 以上
选择泊位共享的概率	0.7118	0.1893	0.1754	0.0451	0.0104
五类停放时长(停车时间 4 h 以上)					
可容忍步行距离	100 m 以内	100~200 m	200~300 m	300~400 m	400 m 以上
选择泊位共享的概率	0.4659	0.2545	0.0704	0.0465	0.0037

3.1.3. 泊位共享周转率影响

综合体内不同功能片区的停车需求不同, 高峰停车周转率也存在差异, 每一类土地的高峰周转率所在的时段不尽相同。引入共享停车的策略后, 某一类功能用地在停车高峰时段泊位不足时, 可以借用相邻用地的空余停车泊位满足自身需求。基于此假设, 建立泊位共享周转率修正系数, 公式如(4)所示。

$$K_i = \frac{T_i(H)}{T_i(H_i)} \quad (4)$$

式中: K_i 为 i 类型用地的泊位共享周转率修正系数, $T_i(H)$ 为 i 类型用地在高峰 H 时段的停车周转率, $T_i(H_i)$ 为 i 类型用地在高峰 H_i 时段的停车周转率。

3.2. 停车需求预测模型

1、常规停车需求预测模型

某一类用地的停车需求往往与高峰停车周转率和停车泊位数有关,综合体的停车需求一般是各功能用地停车需求的和,公式如(5)所示。

$$R_{ij} = r_{ij} \cdot P_i \quad (5)$$

式中: R_{ij} 为 i 类型用地在高峰 j 时段内的常规停车需求, r_{ij} 为 i 类型用地在高峰 j 时段内的泊位利用率, P_i 为 i 类型用地内供给的停车位数量。

2、共享策略下的综合体停车需求预测模型

常规需求预测模型代入交通区位势修正系数、公交出行方式修正系数和泊位共享周转率修正系数,最终建立共享策略下的综合体停车需求预测模型,如公式(7)所示。此方法充分研究了泊位共享的策略,引入相关影响因子,为综合体的停车需求预测提供了一种更加合理的分析理论。

$$D = \max \left[\sum_i r_{ij} \cdot P_i \cdot \lambda \cdot T \cdot K_i \right] \quad (6)$$

式中: D 为共享策略下综合体的停车需求总量, r_{ij} 为 i 类用地在高峰 j 时段的停车利用率, P_i 为 i 类用地的停车位数量, λ 为交通区位势修正系数, T 为公交出行方式修正系数, K_i 为泊位共享周转率修正系数。

4. 案例分析

案例选取莆田市城市核心区的某综合体(图4),其中包含居住、办公、餐饮娱乐、商业等功能,是莆田市典型的综合功能区,该综合体现状停车泊位数有742个,总占地面积约11.4万平方米。该综合体基本符合推行共享停车策略的要求,首先,综合体的各类性质用地构成环式结构[9],任一用地都可以与其他用地进行泊位的共享;其次,综合体整体区域东西方向最长距离约300米,南北方向最长距离约380米,停车泊位与目的地之间的大部分步行距离在300米的内。

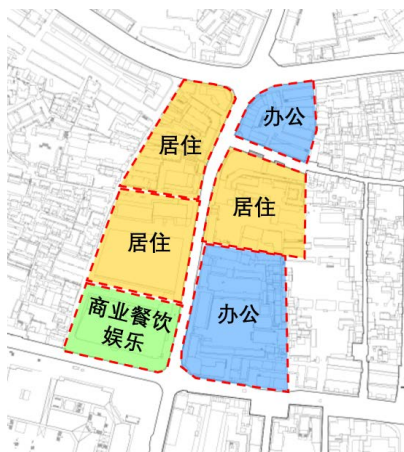


Figure 4. A complex commercial district in Putian center

图4. 莆田市核心区某综合体商圈

4.1. 区位影响因素分析

区位影响因素通过计算综合体各类功能片区周边的道路等级、长度及服务水平指标,利用区域繁华程度计算综合体各功能区的综合集聚度,通过公式(2)求解每一类片区的交通区位势修正系数,结果表8所示。

Table 8. The potential correction coefficient of the traffic area for each property of complex**表 8.** 综合体各功能片区的交通区位势修正系数

用地类型	居住	办公	商业餐饮娱乐
相对区位势系数	0.981	0.997	1.03

4.2. 公交出行方式影响因素分析

利用公交调查数据,由公式(3)计算得到每一类功能片区的公交出行方式修正系数,结果如表 9 所示。

Table 9. Correction coefficient of public travel mode for each property of complex**表 9.** 综合体各功能片区的公交出行方式修正系数

用地类型	居住	办公	商业餐饮娱乐
公共交通出行调节系数	0.956	0.941	0.97

4.3. 泊位共享的周转率影响因素分析

利用停车需求调查数据计算和分析得到综合体内各类功能片区的停车周转率,由公式(4)计算得到泊位共享的周转率修正系数,结果如表 10 所示。

Table 10. Correction coefficient of turnover rate for each property of complex**表 10.** 综合体各功能片区的周转率修正系数

用地类型	居住	办公	商业餐饮娱乐
周转率修正系数	0.84	1	1

4.4. 综合体停车需求预测结果

代入将上述三类影响修正系数代入公式(7),计算得到允许泊位共享后该综合体的需求预测结果,结果如表 11 所示。综合体实行共享策略前,共拥有 742 个停车位,实行共享策略后,通过新的需求分析方法预测的停车泊位数为 645 个,配建的停车泊位数缩减了 97 个,节约了 13%的停车资源,这也证明该需求分析方法对于综合体停车资源的优化是有效果的。

Table 11. Prediction results of complex parking demand under shared strategy**表 11.** 共享策略下的综合体停车需求预测结果

用地性质	居住	办公	商业餐饮娱乐
高峰停车需求	250	422	70
区位修正系数	0.981	0.997	1.03
公交出行方式修正系数	0.956	0.941	0.97
泊位周转率修正系数	0.84	1	0.75
停车需求预测结果	197	396	52
合计		645	

5. 总结

城市综合体在当今城市发展中的地位日益显著,如何合理规划综合体的停车资源,如何缓解现有设

施停车供需的矛盾,是综合体规划和现有资源整合中需要重点考虑的一个问题。本文在充分调研和分析综合体停车现状的基础上,建立了共享策略下的停车选择行为模型,分析了各类影响因子在泊位共享选择时的概率。本文在现有常规需求预测理论的基础上,提出泊位共享策略下的综合体停车需求预测方法,引入了区位势影响因子、公交出行方式影响因子和不同类型用地的周转率影响因子,可以更加合理地配建综合体的停车泊位,减少中心城区土地资源的浪费,同时也为相关部门制定停车规划方案和停车管理法规提供参考。

参考文献

- [1] Victoria Transport Policy Institute (2012) Shared Parking: Sharing Parking Facilities among Multiple Users.
- [2] 玛丽·史密斯. 共享式停车场设计与管理[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2007.
- [3] 李菲. 住区停车资源共享的策略研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2012.
- [4] 薛行健, 欧心泉, 晏克非. 基于泊位共享的新城区停车需求预测[J]. 城市交通, 2010, 8(5): 52-56.
- [5] 周晨静, 吴海燕, 王佳敏. 基于扎根理论的区域停车共享实施方法——王府井地区停车入地项目的启示[J]. 城市交通, 2019, 17(5): 114-120.
- [6] 祝福云, 冉丹. 基于泊位共享的城市中心商业区停车需求预测研究——以西安市为例[J]. 纳税, 2018(19): 152-154.
- [7] 李春燕. 出行信息发布对驾驶人通勤交通选择行为的影响研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 东南大学, 2012.
- [8] 裴玉龙, 冯岩, 孙兴煜. 基于区位影响的新城区交通生成预测模型研究[C]//中国建筑学会. 小汽车高速增长背景下城市交通发展对策. 2006: 622-627.
- [9] 冉江宇, 过秀成. 基于停车共享的已建成区停车需求分析方法[J]. 交通信息与安全, 2015, 33(3): 9-15.