

doi: 10.3969/j.issn.1002-0268.2016.01.021

# 大城市中心区停车寻位研究

刘婧<sup>1</sup>, 关宏志<sup>1</sup>, 贺玉龙<sup>1</sup>, 赵昕<sup>2</sup>

(1. 北京工业大学 交通工程北京市重点实验室, 北京 100124; 2. 交通运输部科学研究院, 北京 100029)

**摘要:** 为了研究驾驶员停车寻位行为的一般规律, 选取了北京市西城区 18 个公共停车场, 对其使用者进行了抽样调查。利用调查数据, 对影响停车寻位时间的各因素进行了分析, 发现停车时长、停车场类型、有无引导和停车场拥挤情况对寻位选择行为影响显著。确定了影响停车寻位时间的特性变量, 建立了停车寻位时间多项 Logit 模型, 并对模型进行了标定与有效性验证。结果表明: 所建模型可行且具有较高的预测精度和实用性; 停车位紧张时使用者倾向迅速寻找到车位停车; 停车位充裕时使用者愿意花费更多的时间寻找满意的车位, 并且停车寻位的时间与停车时长成正比。

**关键词:** 交通工程; 停车寻位; Logit 模型; 停车调查; 停车特征

中图分类号: U491.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-0268(2016)01-0135-05

## Research of Searching for Parking Lot at Big City Center

LIU Jing<sup>1</sup>, GUAN Hong-zhi<sup>1</sup>, HE Yu-long<sup>1</sup>, ZHAO Xin<sup>2</sup>

(1. Beijing Key Laboratory of Traffic Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China;

2. Academy of Transportation Science, Ministry of Transport, Beijing 100029, China)

**Abstract:** In order to study the general rule of drivers' parking lot searching behaviors, the sample investigation is conducted on the users of the selected 18 parking lots in Xicheng district of Beijing. the influencing factors of parking lot searching behaviors are analysed by using the investigation data. It is found that parking time, parking lot type, parking guide and the situation of parking congestion are the significantly influence the parking lot searching behaviors. The characteristic variables affecting the parking lot searching time are determined, a multinomial Logit model of the searching time is established, the model is calibrated and its effectiveness is verified. The result shows that (1) the established model is feasible and has high prediction accuracy and practicability; (2) the users tend to quickly find out a parking lot when there are few parking lot left; (3) the users tend to spend more time to find out a satisfied parking lot when there are plenty of parking lots left, and parking lot searching time is proportional to the parking time.

**Key words:** traffic engineering; searching for parking lot; Logit model; parking survey; parking characteristics

## 0 引言

近年来, 我国国民经济飞速发展, 城市化、工业化进程加快。与此同时, 出行需求的增加和生活水平的提高推动了小汽车进入家庭的步伐。随着小汽车数量的急剧增加, 停车难已成为各大城市面临的共同问题, 解决停车问题已是当务之急。而大城

市中心区作为城市人口密度和建筑密度最大、各类经济活动最集中的区域, 发生和吸引的车流量最大, 因而也是停车设施供求矛盾最为突出的地方。截至 2014 年 1 月, 北京市机动车保有量约 500 余万辆, 备案停车位仅有 270 多万个。机动车数量与合法停车位数量巨大的差距, 导致了严重的停车问题<sup>[1]</sup>。因此, 进行停车现状的调查和分析, 是提出解决停车对策

收稿日期: 2014-10-08

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(九七三计划)项目(2012CB725403); 国家自然科学基金项目(51338008)

作者简介: 刘婧(1989-)女, 北京人, 硕士研究生。(dream@emails.bjut.edu.cn)

的关键步骤,对于提出解决方法具有重要意义。

国内针对中心区停车问题已有学者展开了研究工作。罗从双<sup>[2]</sup>针对平顶山商业区的停车问题,通过对商业区范围内停车位、停车目的和停车时长的调查来分析商业区内停车难和车辆拥堵的问题。研究表明,造成中小城市商业区停车难和车辆拥堵的主要因素有车辆随意乱停乱放、车多位少、车位长时间占有、管理不完善、停车收费不合理等。关宏志等<sup>[3]</sup>以停车时间长度选择行为为对象,利用北京市西单地区的停车行为调查数据和 Logistic 模型,建立了停车时间长度的选择模型。研究发现,平日停车费用对停车者的停车行为影响较大,平日与节假日停车者具有不同的停车时长选择倾向性。梁潇<sup>[4]</sup>通过对停车行为的调查,应用非集计理论中的 Logit 模型,建立了包括出行者特征和选择方案特征的停车场选择模型。分析结果表明,出行者性别、停车费率、停车后步行距离、停车费用支付者及停车时间对停车者的选择行为有显著影响。

从当前研究方法来看,以随机效用理论为基础的非集计模型是停车选择行为研究中应用最广泛的方法<sup>[5-6]</sup>,研究多为停车费率研究、停车场选择、停车时长选择等<sup>[7-10]</sup>,但目前针对驾驶员停车寻位时间问题方面的研究较少<sup>[11-12]</sup>。

本文以研究城市中心区停车现状及停车寻位行为特征为目的,在北京市西城区进行停车调查。在停车行为调查分析的基础上,利用 Logit 模型,建立停车寻位选择行为模型。同时对各种因素对停车寻位时间的影响进行了分析。在对数据整理分析的基础上,探讨城市中心区存在的停车问题。

## 1 北京市西城区停车行为调查概述

北京市西城区位于北京市中心城区西部,如图1所示。作为市中心的旧城区,其停车供需矛盾突出。为了了解停车行为的一般规律,找到停车问题的症结所在并给出合理的对策,对北京市西城区公共停车场使用者进行车辆停放行为调查。

### 1.1 调查对象

停车行为主要调查对象为北京市西城区的社会公共停车场和建筑物配建停车场,其中调查的停车场按照建筑物的性质主要分为办公、商业、交通枢纽、游览场所和医院5大类。不同建筑类型停车场的吸引特征及占地面积不同,导致了其车辆停放目的和时间等停放特征的不同。本项调查所涉及的停车场地理位置分布图如图2所示。

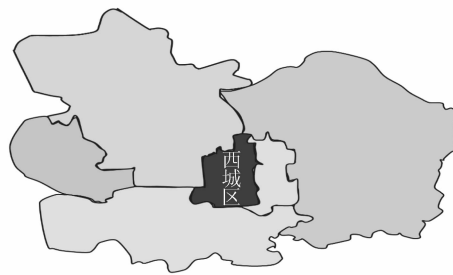


图1 西城区地理位置

Fig. 1 Geographical position of Xicheng district



图2 停车行为调查涉及停车场的位置分布

Fig. 2 Survey of parking behaviors and distribution of parking lot locations

### 1.2 调查形式及内容

调查员在调查现场对选择在该场地停车的驾驶员采取询问和座谈的方式进行调查,邀请驾驶员填写调查问卷,并现场做记录。

调查的主要内容包括停车者个人特性、停车特性和停车场服务情况3部分。停车者个人特性包括性别、出行出发地、出行目的等。停车特性包括停车时间、停车费用支付者、预计停车时间、停车寻位时间、选择该停车场的理由、停车后到目的地的距离等。停车场服务情况包括有无引导人员、停车时遇到的问题等。

### 1.3 样本分布

考虑到不同类型停车场的停车特性会有所差异,本次调查的18个停车场主要分布在西城区范围内的商场、超市、公园、交通枢纽、医院、写字楼等处,共收集有效问卷451份。西城区汇集了西单、西四、金融街等商贸金融区,服务业、金融业大多设在区内。基于西城区的区位特点,在选取的调查样本中,

商业类停车场所占比例最大, 其次是办公类停车场。各类型停车场调查样本量统计如表 1 所示。

表 1 各类型停车场调查样本量

Tab. 1 Sample size of each type of parking lot

停车场类型	办公	商业	交通枢纽	游览场所	医院
样本量/个	78	263	30	20	60

## 2 调查数据分析

### 2.1 不同类型停车场停车目的分布

不同类型停车场停车的目的分布见图 3。可以看出, 停放在办公停车场的停车目的有 45% 是工作, 停放在商业停车场的停车目的中购物占 45%, 餐饮占 23%。对于动物园交通枢纽停车场, 人们的停放目的大多为购物、工作和换乘。选择在游览场所停车的主要目的是休闲娱乐, 占 95%。在医院停车的目的为看病的占 73%。因此, 停车目的与停车场的类型是十分符合的。

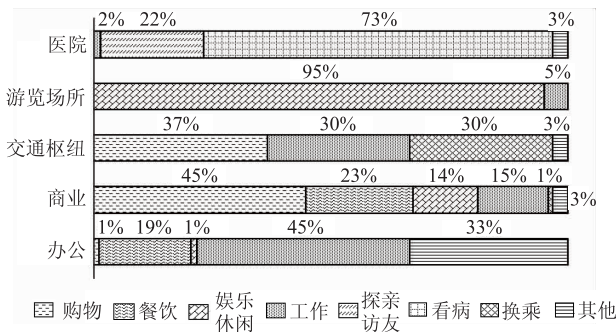


图 3 选择停车场停车目的分布

Fig. 3 Distribution of parking purposes when choosing parking lot

### 2.2 不同类型停车场停车支付者的分布

不同类型停车场的停车费用支付者对停车场的供需状况会有不同的影响。调查结果显示 (见图 4), 在医院、交通枢纽和办公类停车场中, 个人支付均占 80% 以上。商业类停车场中个人支付也占 73%, 游览场所停车场个人支付占 50%。可见, 在调查的停车场中, 个人支付占很大部分, 只有小部分的人可以单位报销。这意味着用停车费用来调节停车场的供需应该会有效果。

### 2.3 不同类型停车场到目的地时间的分布

停车场到目的地的时间是使用者较为关注的因素之一, 它反映停车场布局的合理性。如图 5 所示, 在游览场所、医院、商业、办公停车场中, 均有多于 84% 的人认为停车场到目的地时间在 5 min 之内。在交通枢纽的停车场中, 53% 的人认为停车场到目的地时间在 5 min 以内, 有 47% 的人认为停车场到

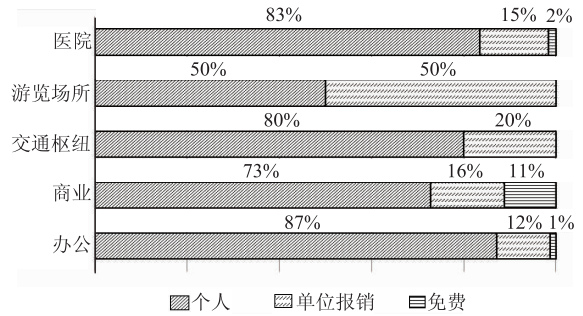


图 4 停车费支付方式

Fig. 4 Ways to pay parking fee

目的地时间在 5 ~ 10 min。可见, 游览场所、医院、商业和办公型停车场更能体现停车便利性, 而交通枢纽停车场相比较而言便利性稍差一些。

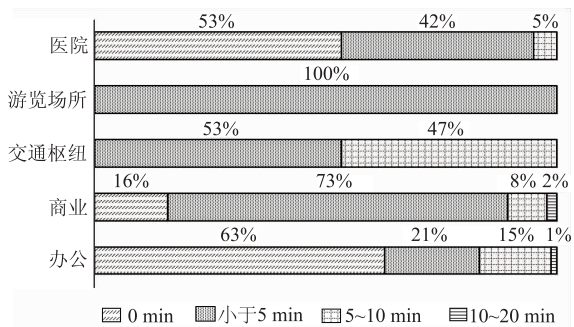


图 5 停车场距目的地时间分布

Fig. 5 Distribution of time from parking lot to destination

## 3 停车寻位时间研究

### 3.1 Logit 模型

现有研究表明, 停车费率、费用支付者、停放时间、停车后步行距离等因素会对停车行为产生影响。本文研究多个自变量对于停车寻位时间这一因变量的影响程度, 并找到驾驶员停车寻位时间选择概率的计算方法。因此, 采用 Logit 模型建立停车寻位时间与影响因素之间的关系模型。这里根据调查的情况将停车寻位时间分为 3 组, 停车寻位时间  $\leq 5$  min 时, 记  $i = 1$ ; 停车寻位时间在 5 ~ 10 min 时, 记  $i = 2$ ; 停车寻位时间  $> 10$  min 时, 记  $i = 3$ 。

根据 Logit 模型, 假设出行者的出行方式选择方案集合为  $A_n$ , 第  $n$  位停车者的停车寻位时间组为  $i$  (这里假设  $i = 1, 2, 3$ ) 的概率  $P_{in}$  为:

$$P_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{1 + \sum_{j \in A_n} e^{V_{jn}}}, \quad (1)$$

式中,  $V_{in}$ ,  $V_{jn}$  为效用随机项;  $i, j$  表示寻位时间组,  $i \neq j$ 。

效用函数的特征变量主要包括: 待标定参数  $\theta$

和选择方案特征变量  $X_{in}$ 。

$$V_{in} = \sum_{k=1}^K \theta_k X_{ink}, \quad (2)$$

式中,  $X_{ink}$  为出行者  $n$  的第  $i$  个选择方案中所包含的第  $k$  个特征变量, 包括出行者特征变量和选择方案特性变量;  $\theta_k$  为第  $k$  个变量对应的未知参数。

设停车场使用者选择方案构成如表 2 所示, 选取停车寻位时间大于 10 min 的概率  $P_{3n}$  作为参照组。

### 3.2 模型变量选择

建立停车寻位选择行为模型时, 首先需要分析停车行为影响因素与停车寻位选择结果的相互关系。为此, 采用  $\chi^2$  检验方法。根据调查结果, 各变量的  $\chi^2$  检验值及分析结果如表 2 所示。

表 2 影响因素的  $\chi^2$  检验及分析结果

Tab. 2  $\chi^2$  test of influencing factors and analysis result

特性变量	自由度	$p$	分析
停车场类型	6	0.000	小于 0.05
有无引导	2	0.000	小于 0.05
停车场情况	4	0.000	小于 0.05

由于相关性检验  $p$  值均小于 0.05, 认为停车时间、停车场类型、有无引导和停车场情况这 4 个变量均与停车寻位时间相关联。根据表 2 的统计结果, 将停车场类型、停车时长、有无引导和停车场情况代入模型。

### 3.3 停车寻位时间预测模型

对上述数据进行回归分析, 得到模型检验和标定结果如表 3 所示。模型的  $p$  值为 0.000, 小于 0.05, 可以拒绝所有回归系数均为 0 的原假设, 认为该模型是整体显著的。对数似然比统计量为 185.472, 说明拟合优度较为理想。

表 3 模型的拟合优度

Tab. 3 Model fitting goodness

模型	模型拟合准则		似然比检验		
	对数似然比	卡方	自由度	显著性	
系数为零时检验值	610.571	—	—	—	
系数不全为零时检验值	185.472	425.099	14	0.000	

基于模型参数及评价结果 (表 4), 可以得出停车寻位预测模型方程为:

$$\ln\left(\frac{P_{1n}}{P_{3n}}\right) = 1.185 - 1.191X_{1n1} + 5.300X_{1n3} + 4.089X_{1n4} + 1.361X_{1n6} - 3.686X_{1n8}, \quad (3)$$

$$\ln\left(\frac{P_{2n}}{P_{3n}}\right) = 2.360 + 3.420X_{2n2} + 2.085X_{2n4} - 4.927X_{2n8} - 2.370X_{2n9}. \quad (4)$$

### 3.4 模型分析

(1) 停车寻位时间  $\leq 5$  min 时, 办公和游览场所

表 4 模型参数及评价结果

Tab. 4 Model parameters and estimation result

模型参数分类	常数项	卡方值	自由度	显著水平
截距	1.185	0.650	1	0.420
停车时间	-1.191	11.689	1	0.001
停车场类型 = 1	3.232	21.824	1	0.090
停车场类型 = 2	5.300	29.031	1	0.000
停车场类型 = 3	4.089	9.185	1	0.002
停车场类型 = 4	0*	—	0	—
有无引导 = 1	1.361	6.898	1	0.009
有无引导 = 2	0*	—	0	—
停车场情况 = 1	-3.686	9.840	1	0.002
停车场情况 = 2	0.008	0.000	1	0.995
停车场情况 = 3	0*	—	0	—
截距	2.360	3.074	1	0.080
停车时间	-0.133	0.183	1	0.668
停车场类型 = 1	3.420	39.536	1	0.000
停车场类型 = 2	2.373	6.543	1	0.061
停车场类型 = 3	2.085	2.379	1	0.123
停车场类型 = 4	0*	—	0	—
有无引导 = 1	0.480	1.076	1	0.300
有无引导 = 2	0*	—	0	—
停车场情况 = 1	-4.927	20.737	1	0.000
停车场情况 = 2	-2.370	4.717	1	0.030
停车场情况 = 3	0*	—	0	—

注: \* 表示该变量是多余的, 因此被设为 0。

型停车场为主要影响因素, 根据图 3 分析结果, 其停车目的主要是工作及娱乐休闲。停车时有专人引导, 且停车位有少量空余时, 人们更倾向于快速找车位停车。

(2) 停车寻位时间为 5 ~ 10 min 时, 商业型停车场为主要影响因素, 即停车目的为购物, 停车位紧张, 甚至需要排队进入停车场时, 人们停车寻位时间较长。

将停车场使用者选择的停车场类型、有无引导以及停车场情况设为 1, 未选择的项目设为 0, 可以根据式 (3) 和式 (4) 得出该使用者停车寻位时间小于 5 min 的概率  $P_{1n}$ 、停车寻位时间为 5 ~ 10 min 的概率  $P_{2n}$ , 和停车寻位时间大于 10 min 的概率  $P_{3n}$ 。以停车时间为横坐标、停车寻位时间为纵坐标, 得到如图 5 所示的曲线, 可以清晰地看出, 停车寻位时间概率随停车时间变化的分布规律。

以图 6 为例, 选取停车场类型为商业、有专人引导、停车场车位有少量空余的情况, 计算出  $P_{1n}$ ,  $P_{2n}$ ,  $P_{3n}$  的值, 并以停车时间为横坐标。可以看出, 在停车时间短时, 人们倾向于快速停车寻位停车, 而随着停车时间的增加, 停车寻位时间也在增长。

## 4 结论

根据以上数据调查和分析, 得出以下结论: (1) 从

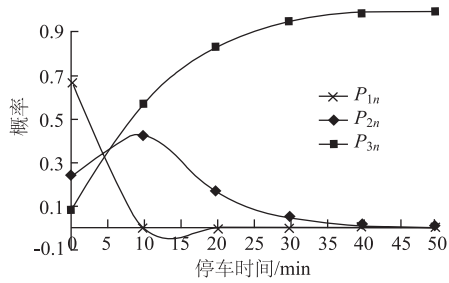


图 6 随停车时间变化的概率分布图

Fig. 6 Probability distribution varying with parking time

停车支付者调查来看,大多数为个人支付,因此,停车场使用者对停车价格比较敏感,停车价格可以作为调节供需的一种手段。(2)相对于交通枢纽停车场而言,游览场所、医院、商业和办公型停车场更能体现停车的便利性。(3)当停车位稍显紧张,仅有少量空余时,停车场使用者倾向迅速寻找到车位停车;当停车位充裕时,停车场使用者愿意花费更多的时间寻找满意的车位,且随着停车时间的增加,停车寻位的时间随之增加。最后结合北京市西城区的停车行为调查数据,运用非集计方法对驾驶员停车寻位时间进行了建模,并对模型进行了标定与有效性验证。结果表明,该模型能够明确地反映出影响驾驶员停车寻位时间的各种影响因素,所建模型可行且具有较高的预测精度和实用性。

#### 参考文献:

#### References:

- [1] 张泰. 解决大城市停车难应综合施策 [N]. 中国交通报, 2014-01-03 (4).  
ZHANG Tai. It Should Use Comprehensive Measures and Policies to Solve City Parking Difficulty [N]. China Communications News, 2014-01-03 (4).
- [2] 罗从双, 王仪. 中小城市商业区停车调查与分析 [J]. 河南城建学院学报, 2013, 22 (4): 10-12, 20.  
LUO Cong-shuang, WANG Yi. Survey and Analysis of Parking in Small and Medium-sized City [J]. Journal of Henan University of Urban Construction, 2013, 22 (4): 10-12, 20.
- [3] 关宏志, 姚胜永. 城市中心商业区停车时长选择模型 [J]. 公路交通科技, 2005, 22 (11): 148-150, 162.  
GUAN Hong-zhi, YAO Sheng-yong. A Choice Model of the Length of Parking Time in CBD [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2005, 22 (11): 148-150, 162.
- [4] 梁潇, 王忠宇, 李林波, 等. 中心商业区停车方式选择行为影响因素研究 [J]. 交通信息与安全, 2013, 31 (4): 27-30, 52.  
LIANG Xiao, WANG Zhong-yu, LI Lin-bo, et al. Influencing Factors of Parking Choice Behavior in Central Business Area [J]. Journal of Transport Information and Safety, 2013, 31 (4): 27-30, 52.
- [5] SMITH M S. Shared Parking [M]. 2nd ed. Washington, D. C.: Urban Land Institute, 2005.
- [6] THOMPSON R G, RICHARDSON A J. A Parking Search Model [J]. Transportation Research Part A: Policy & Practice, 1998, 32 (3): 159-170.
- [7] 关宏志. 中心商业区停车设施开发中的问题及其解决方法 [J]. 城市规划, 2000 (12): 55-57.  
GUAN Hong-zhi. Some Issues in the Parking Facility Development in Central Commercial Area [J]. City Planning Review, 2000 (12): 55-57.
- [8] 关宏志, 刘兰辉. 大城市商业区停车行为调查及初步分析: 以北京市西单地区为例 [J]. 北京工业大学学报, 2003, 29 (1): 47-50.  
GUAN Hong-zhi, LIU Lan-hui. Survey and Analysis of Parking Behavior in Metropolitan Business Quarter [J]. Journal of Beijing Polytechnic University, 2003, 29 (1): 47-50.
- [9] 朱亮. 北京市停车需求预测与公共停车设施规划的研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2007.  
ZHU Liang. Research on Parking Demand Forecast and Planning of Public Parking Lot about Beijing [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2007.
- [10] 刘炳恩, 隗志才, 李艳玲, 等. 居民出行方式选择非集计模型的建立 [J]. 公路交通科技, 2008, 25 (5): 116-120.  
LIU Bing-en, JUAN Zhi-cai, LI Yan-ling, et al. Development of a Multinomial Logit Model for Trave Mode Choice of Residents [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2008, 25 (5): 116-120.
- [11] 袁华智, 冯忠祥, 蹇小平, 等. 城市中心区域小汽车停车设施选择模型 [J]. 公路交通科技, 2012, 29 (10): 137-141.  
YUAN Hua-zhi, FENG Zhong-xiang, JIAN Xiao-ping, et al. Selection Model of Car Parking Facility in Urban Central Region [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2012, 29 (10): 137-141.
- [12] 王姝春, 陈峻, 张辉. 与路外停车场协调的城市路内停车设施选址优化模型 [J]. 公路交通科技, 2009, 26 (5): 97-102, 106.  
WANG Shu-chun, CHEN Jun, ZHANG Hui. A Location Optimization Model for Curb Parking Facilities Coordinating with Off-street Parking Facilities [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2009, 26 (5): 97-102, 106.