

文章编号: 1002-0268 (2005) 11-0144-03

城市中心商业区停车时长选择模型

关宏志, 姚胜永

(北京工业大学交通工程实验室, 北京 100022)

摘要: 城市中心商业区停车供给不足是许多城市面临的共同问题。利用停车政策, 调节停车者的停车时间选择行为, 提高停车位周转率是增加停车供给的一项重要方法。本文以停车时间长度选择行为为对象, 利用在北京市商业区——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。利用这些模型, 分析了各种政策因素对停车时间长度选择的影响。文中提出的模型将有助于旨在提高停车位周转率的停车政策的制定。

关键词: 中心商业区; 停车时间; Logistic 模型; 停车行为

中图分类号: U491

文献标识码: A

A Choice Model of the Length of Parking Time in CBD

GUAN Hong-zhi, YAO Sheng-yong

(Traffic Engineering Lab Beijing University of Technology, Beijing 100022, China)

Abstract: Insufficient parking space in CBD is a big problem for many cities. Influencing the parking behaviors and improving the efficiency of parking space use with parking policy is considered as an important alternative. This paper focuses on the choice behavior of the length of parking time, develops the choice models of the length of parking time with a parking behavior data from the survey at Xidan area Beijing and a logit model. The policy factors are analyzed by the model. The model is usable to establish a parking policy for enhancing the efficiency of the usage of parking space.

Key words: Central Business District (CBD); Length of parking time; Logistic model; Parking behavior

0 前言

近几年来, 随着我国经济的飞速发展, 机动车保有量迅速增加。据统计, 到 2003 年底我国私人汽车保有量为 1 200 多万辆。其中, 私人小轿车的保有量和 2002 年相比, 增长率高达 42.7%。由于历史和城市建设发展速度等原因, 和城市其他基础设施建设速度相比, 我国停车场建设工作相对滞后。以北京市为例, 在北京市的 220 多万辆机动车中, 有 128 万辆为私家车。而目前全市各类机动车夜间停车位加起来不过 80 多万个, 停车位缺口可见一斑。而城市中心商业区的停车问题尤其突出。

在解决停车供给问题的众多选择肢当中, 提高停车设施的利用率是一项重要方法。而每位停车者停车时间的长短 (以下简称: 时长), 直接关系到停车设施的利用率。在商业区进行的停车行为调查发现, 大部分停车者的停车时间超过 1h, 并且有数众多的停车时间超过 2h^[1], 这就意味着这些地区的停车场的周转率比较低, 从而影响到停车供给。为了保证商业区停车位的有效利用, 可以考虑将未来的停车政策的重点放在调整停车时间长度上。因此, 研究停车者的停车时长选择行为、建立停车时长选择结果和相关政策因素的关系, 就成为利用政策手段, 提高停车设施利用率、进而增加停车供给的一项重要课题。

收稿日期: 2004-08-16

作者简介: 关宏志 (1959-), 男, 黑龙江牡丹江人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为交通规划、停车规划、交通行为及物流分析。
(hguan@bjut.edu.cn)

近几年, 国内外学者对停车行为及停车政策开展了多方位的研究^[3-7]。然而, 遗憾的是, 这些研究并没有提供一个停车者停车时间长度的选择模型。本文拟以北京市商业区(西单地区)的停车时长选择行为为对象, 在停车行为调查分析的基础上, 利用 Logistic 模型, 建立停车时间选择行为模型。为利用停车政策(例如: 停车收费价格)调解停车时长选择行为, 提高停车设施利用提供参考。

1 研究的方法

1.1 Logistic 模型

根据随机效用理论, 如果假设某停车者 n 的选择方案的集合为 A_n , 选择其中的方案 j 的效用为 U_{jn} , 则该停车者 n 从 A_n 中选择方案 i 的条件为

$$U_{in} > U_{jn} \quad i \neq j, j \in A_n \quad (1)$$

如果假设效用函数由固定项和随机项组成, 并假设它们两者之间呈线性关系, 则停车者 n 选择方案 i 的效用 U_{in} 可以用下式表示

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (2)$$

式中, V_{in} 为固定项; ε_{in} 为随机项。

可以证明, 如果假设 ε_{in} 服从 Logistic 分布, 就可以得到 Logistic 模型^[8] (另外, 我们还知道, 如果假设 ε_{in} 服从 Gumbel 分布或正态分布可以分别得到 Logit 模型或 Probit 模型)。根据 Logistic 模型, 第 n 个停车者选择第 i (这里假设 $i = 1, 2, 3$) 个停车时长的概率 P_{in} 如下

$$P_{1n} = \frac{e^{V_{1n}}}{1 + e^{V_{1n}} + e^{V_{2n}}} \quad (3-1)$$

$$P_{2n} = \frac{e^{V_{2n}}}{1 + e^{V_{1n}} + e^{V_{2n}}} \quad (3-2)$$

$$P_{3n} = \frac{1}{1 + e^{V_{1n}} + e^{V_{2n}}} \quad (3-3)$$

显然, 上式与 $V_{3n} = 0$ 时的 Logit 模型等价。由上式可见, 相比之下 Logistic 模型结构更简单, 更便于比较分析。

1.2 模型变量选择

根据停车行为影响因素确定模型变量是建立停车行为模型的重要步骤。作者曾进行了尝试性调查^[1], 基于调查结果, 对停车行为的影响因素进行了深入分析。这些研究和上述分析为模型变量的选择提供了重要参考依据。由于篇幅的关系, 本文对调查方法及分析结果不一一重复。

作为建立停车时长选择模型的第一步, 首先需要

分析停车行为影响因素对停车时长选择结果的相互关系。为此, 我们采用了 χ^2 检验方法。根据调查结果, 各变量的 χ^2 检验值以及分析结果如表 1 所示。

表 1 各影响因素的 χ^2 检验及分析

变量	χ^2 值		自由度	分析结论
	平日	假日		
性别	3.596	3.784	2	停车时间与性别之间存在微弱的联系
年龄	3.552	5.500	6	停车时间与年龄之间没有明显的联系
职业	4.905	5.269	6	停车时间与职业之间没有明显的联系
停车费支付者	11.708	10.924	2	停车时间与停车费支付者之间有明显的联系
出行目的	16.516	23.025	6	停车时间与出行目的有着明显的联系
地上/地下	13.862	12.683	2	停车时间与地上/地下停车场之间有明显的联系

根据表 1 的统计分析结果, 我们拟将停车费支付者、出行目的以及地上/地下等变量带入模型, 建立停车时长选择行为模型。以往的研究结果表明: 假日和平日的停车者行为存在着差异^[1], 所以, 这里分别建立平日和假日的停车时段长度选择模型。

2 停车时长选择模型

2.1 选择方案集合及效用函数

设停车者选择的母集团全体的选择方案集合 A 的构成如下

$$A = \{ i = 1(t > 60\text{min}), \\ i = 2(30\text{min} < t \leq 60\text{min}), i = 3(30\text{min} \geq t) \}$$

其中, t 为停车时间长度。

根据多项选择的 Logistic 模型和以上变量分析结果, 设选择停车时长选择模型的效用函数中的固定项为

$$V_{1n} = \beta_1 + \beta_3 \cdot Ud_{1n} + \beta_4 \cdot Cost_{1n} + \beta_5 \cdot WPF_{1n} + \beta_6 \cdot GOA_{1n} \quad (4-1)$$

$$V_{2n} = \beta_2 + \beta_3 \cdot Ud_{2n} + \beta_4 \cdot Cost_{2n} + \beta_5 \cdot WPF_{2n} + \beta_7 \cdot GOA_{2n} \quad (4-2)$$

$$V_{3n} = \beta_3 \cdot Ud_{3n} + \beta_4 \cdot Cost_{3n} + \beta_5 \cdot WPF_{3n} + \beta_8 \cdot GOA_{3n} \quad (4-3)$$

式中, Ud_{in} 为第 n 个停车者对停车地点的选择结果(地下或地上停车场); $Cost_{in}$ 为第 n 个停车者选择时长 i 的停车费用; WPF_{in} 为第 n 个停车者是否自己支付停车费变量; GOA_{in} 为第 n 个停车者的出行目的 dummy 变量; β_k 为参数。

2.2 模型及精度检验

为了方便模型分析,将停车时间小于 30min 的概率 P_{3n} 作为 P_{1n}, P_{2n} 的参照组,利用相对结果分析模型的精度以及停车时长选择模型。分析方法如下:

$$\ln \left(\frac{P_{1n}}{P_{3n}} \right) = \theta_1 + \theta_3 \cdot Ud_{1n} + \theta_4 \cdot Cost_{1n} + \theta_5 \cdot WPF_{1n} + \theta_{61} \cdot GOA_{11n} + \theta_{61} \cdot GOA_{21n} + \theta_{63} \cdot GOA_{31n} \quad (5-1)$$

$$\ln \left(\frac{P_{2n}}{P_{3n}} \right) = \theta_2 + \theta_3 \cdot Ud_{2n} + \theta_4 \cdot Cost_{2n} + \theta_5 \cdot WPF_{2n} + \theta_{61} \cdot GOA_{12n} + \theta_{62} \cdot GOA_{22n} + \theta_{63} \cdot GOA_{32n} \quad (5-2)$$

各模型精度检验结果如表 2 所示。此外,上述模型的参数估计结果如表 3 所示。

表 2 伪 R² 检验

检验方法	统计量计算值	
	平日模型	节假日模型
Cox and Snell 检验	0.538	0.531
Nagelkerke 检验	0.610	0.654
McFadden 检验	0.362	0.453

表 2 中分别用 3 个评价指标检验回归模型的准确性。这 3 个指标的值域在 0 和 1 之间,且越接近于 1,模型的精度越高。从表 2 可以看出,本文建立的模型具有较高的精度,且节假日模型的精度略高于平日模型。

表 3 模型参数及评价

变量		平日模型		假日模型	
		系数值	Wald 卡方值	系数值	Wald 卡方值
$\ln \left(\frac{P_{1n}}{P_{3n}} \right)$ (I)	常数项 I	9.681	29.604	4.945	8.619
	费用支付者 I	- 0.893	2.729	- 0.704	18.123
	停车场位置 I	2.298	12.201	- 3.141	10.703
	费用差 I	- 1.220	35.232	0.984	2.367
	来访目的= 1I	0.0169	0.000	1.470	1.641
	来访目的= 2I	0.637	0.951	1.939	4.780
	来访目的= 3I	0.0159	0.000	0.807	0.285
$\ln \left(\frac{P_{2n}}{P_{3n}} \right)$ (II)	常数项 II	4.023	3.960	- 3.945	4.650
	费用支付者 II	- 1.048	4.102	0.270	2.309
	停车场位置 II	2.614	18.323	2.002	5.052
	费用差 II	- 0.792	15.238	1.499	5.960
	来访目的= 1 II	2.538	4.746	1.241	1.310
	来访目的= 2 II	3.045	7.412	1.310	2.475
	来访目的= 3 II	3.040	2.703	0.392	0.073

2.3 平日模型的分析

表 3 中的 Wald 统计量用来对 Logistic 回归系数进行显著性检验。Wald 统计量近似服从自由度等于参数个数的卡方分布, Wald 统计量大者显著性高(意味着在很大的概率水平上可以认为:该变量对选择行为的影响显著)。表 3 中 Wald 检验值表明,自变量选择地上或地下停车场和费用差的显著性高;是否自己付费显著性较低;而来访目的显著性很差。

另外,表 3 中的常数项 I 大于常数项 II,且大于 0。这表明在相同的影响因素下,停车者更倾向于超过 1h 的长时间停车,同时也表明在平日在相同的条件下,停车者选择 3 种停车时长的概率为 $P_{1n} > P_{2n} > P_{3n}$ 。自变量费用差的系数为负值说明费用差与停车时间是负相关的,费用差越大,长时间停车的概率越小,该结果符合逻辑。

2.4 假日模型的分析

从表 3 中的假日模型可以看出选择地上或地下停车场和费用差在平日模型中显著性高;是否自己付费显著性较低;而自变量来访目的在平日模型中的显著性最低。

常数项 I 的绝对值大于常数项 II 的绝对值,这表明在相同的影响因素下,停车者更倾向于超过 1h 的长时间停车。常数项 I 大于 0,而常数项 II 小于 0,这表明在影响因素相同的条件下,对于假日模型停车者选择各个停车时长的概率为 $P_{1n} > P_{3n} > P_{2n}$ 。同时,自变量费用差的系数为负值说明费用差与停车时间是负相关的,费用差越大,长时间停车的概率越小,该结果符合逻辑。

从上述模型可以看出:在所选变量对停车时长选择行为影响的显著性方面平日、假日模型呈现出相同的倾向性:在停车时长选择行为的倾向性方面,存在着差异。具体来说,平日的停车者倾向于停放更长的时间,而节假日模型显示:假日的停车者倾向于长时间停放或短时间停放。

3 小结

本文在对停车行为调查数据分析的基础上,利用 Logistic 模型建立了城市商业区停车时长选择模型。该模型为分析停车政策手段对停车时长选择行为提供了有效的工具。

通过这些模型分析,我们不难发现停车费用差对平日模型的影响较大。也就是说在平日停车费用对停车者的停车行为影响较大。但是在假日模型中,停车费用对停车者的影响减弱。此外,平日、节假日停车者具有不同的停车时长选择倾向性。从停车者不约而同地倾向于选择长时间停车不难看出,该地区现行的停车政策不利于提高停车位周转率。

本文讨论的商业区的停车时长选择行为,而停车者在城市不同地区可能会具有不同的选择行为。因此,商业区以外地区的停车时长选择行为模型以及本模型的可移植性应当成为今后优先(下转第158页)

的帮助。

表 1 成都对外公路客运运量预测对比

终点站	日期	实际运量/ 人	预测运量/ 人	预测误差/ %
南充	2004-9-1	921	881	- 4. 34
南充	2004-9-2	968	945	- 2. 38
南充	2004-9-3	1029	951	- 7. 58
南充	2004-9-4	1012	1025	1. 28
南充	2004-9-5	862	932	8. 12
南充	2004-9-6	906	987	8. 94
南充	2004-9-7	808	879	8. 79
都江堰	2004-7-21	876	865	-1. 26
都江堰	2004-7-22	769	758	- 1. 43
都江堰	2004-7-23	891	832	- 6. 62
都江堰	2004-7-24	911	841	- 7. 68
都江堰	2004-7-25	886	905	2. 14
都江堰	2004-7-26	808	862	6. 68
都江堰	2004-7-27	725	781	7. 72

本系统是十五科技攻关项目子课题《跨市旅客快速运输示范工程》信息服务系统的一个组成部分，基于PowerBuilder开发平台和Sybase数据库设计，作为

成都市交通信息港的一部分，目前在成都市交通信息中心的控制中心和部分公路主枢纽客运站已开始试运行。运行效果显示：对于 1 个月内的客运量预测，精度很高，普遍不超过 10%；对于超过 1 个月的预测误差偏大，有时超过 30%，但总体效果很好，对车站运输组织、旅客出行咨询、运输行业管理提供了很强的信息参考和决策支持。

参考文献:

[1] 田锋，段拥军，李爱军. 供给影响下的后涌式公路交通需求预测方法研究 [J] . 公路交通科技，2000，17 (4) : 11- 13.

[2] 马银波. 公路运量长期预测的质量与模型 [J] . 西安公路交通大学学报，2002，20 (3) : 74- 76.

[3] 吴家友. 基于区位优势的新城区总体交通需求预测模型探讨 [J] . 重庆交通学院学报，2003，22 (4) : 93- 95.

[4] 李跃军，桂岚，刘飞. 基于 B / S 结构的交通运输预测系统设计与实现 [J] . 交通与计算机，2002，20 (2) : 17- 20.

[5] 四川省交通厅、成都市交通局. 成都公路主枢纽总体布局规划 (修编) [R] . 2003.

(上接第 146 页)
考虑的研究方向。

参考文献:

[1] 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 (1) .

[2] Yoram Shiftan, Rachel Burd-Eden. Modeling the Response to parking Policy [C] . July 2000

[3] 室町泰德、原田升、吉田朗. 驻车需要の时间变动を考虑した驻车场选尺モデルに関する研究，1991 年度第 26 回日本都市計画学会学 研究论文集 [C] . 1991.

[4] Tsukaguchi Hiroshi, Nishiumi Shigehiro. Study on a Parking Management

System Based on an Analysis of Parking Location Choice Behavior [A] . Doboku Gakkai Rombun-Hokokushu/ Proceedings of the Japan Society of Civil Engineers [C] . Source: 1994.

[5] Kardi TEKONOMO, Kazunori HOKAO. Parking Behavior in Central Business District a Study Case of Surabaya [J] . INDONESIA, EASTS journal, 1997, 2 (2) : 551- 570

[6] 安实，王健，潘海燕. 停车行为分析和建模 [J] . 哈尔滨工业大学学报 (新增序列) ，2001，8 (2) : 120- 124

[7] 关宏志，刘兰辉. 大城市商业区停车行为模型——以北京西单地区为例 [J] . 土木工程学报，2003 (1) .

[8] 王济川，郭志刚. Logistic 回归模型——方法与应用 [M] . 高等教育出版社，2001 (9) .