

DOI:10.3969/j.issn.1673-4785.201310014
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.3969/j.issn.16734785.201310014.html>

基于 Logit 模型的私家车出行影响因素分析

王志建,王力,刘小明

(北方工业大学 城市道路交通智能控制技术北京市重点实验室,北京 100144)

摘 要:文章旨在分析影响人们出行需求及行为的因素,并寻找其内在的规律性。在进行大量数据调查及分析的基础上,通过 SPSS 软件运用 Logistic 回归模型分析得出相关影响因素,并对相关影响因素进行分析,得出动态交通信息服务在一定程度上能够决定私家车出行路线选择,交通信息发布的实时性和准确性有待进一步提高,而且出行者更不愿意遇到交通事故或交通拥堵。通过分析动态交通信息背景下出行者交通出行行为的变化趋势,可以更好的缓解北京的交通拥堵情况。

关键词:交通运输工程;动态交通信息;交通出行;Logit 模型;行为分析

中图分类号: TP18 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4785(2014)03-0379-06

中文引用格式:王志建,王力,刘小明. 基于 Logit 模型的私家车出行影响因素分析[J]. 智能系统学报, 2014, 9(3): 379-384.
英文引用格式:Wang Zhijian, Wang Li, Liu Xiaoming. Research on the influence factors of private cars travel behavior based on the logit model[J]. CAAI Transactions on Intelligent Systems, 2014, 9(3): 379-384.

Research on the influence factors of private cars travel behavior based on the logit model

WANG Zhijian, WANG Li, LIU Xiaoming

(Key Lab of Urban Intelligent Traffic Control Technology, North China University of Technology, Beijing 100144, China)

Abstract: The purpose of this paper is to analyze what factors were influencing people's travel demand and behavior, and find its inherent regularity. Based on a large amount of data investigations and analyses, and using the SPSS software and the Logistic Regression model, the related factors influencing traveler behavior are derived and analyzed. It has been concluded that the dynamic traffic information service decides the choice of the private car travel route to a certain extent, the accuracy and real-time performance of released traffic information need to be further improved, and travelers are more reluctant to encounter a traffic accident or traffic jams. Through analysis of how to more effectively change travelers' behavior in the background of dynamic traffic information, we can better alleviate traffic congestion in Beijing.
Keywords: traffic and transportation engineering; dynamic traffic information; traffic trip; Logit model; action analysis

先进的交通信息服务系统(advanced traveler information systems, ATIS)是智能交通系统的核心组成部分,它为均衡路网交通流分布、缓解城市交通拥堵问题提供了有力的保障^[1-3]。为了解 ATIS 实际实施效果及其对城市交通系统运行的影响,国外对私家车出行者交通出行信息需求及影响开展了大量研究,并探讨不同种类的信息对私家车出行者的影响。国内相关研究主要集中于 ATIS 条件下的车辆

最优路径静态诱导及交通分配等问题,对交通信息对私家车出行影响的研究较少^[4-6]。

本文结合北京市私家车出行的特点,设计了动态交通信息对私家车交通出行影响调查问卷,采用网络调查与现场问卷调查相结合的方式数据进行数据获取,在对调查数据进行样本量可靠性分析的基础上,采用 SPSS 软件对数据进行分析及挖掘,建立了基于动态交通信息影响私家车出行的 Logistic 回归模型,分析动态交通信息背景下出行者交通出行行为的变化趋势,为缓解北京的交通拥堵、构建更加和谐畅通的交通环境贡献一份力量。

1 研究内容

首先,在动态交通信息条件下,对私家车交通出行行为的影响因素分析,研究动态交通信息给私家车的出行活动带来了哪些影响,程度如何,关键的影响因素有哪些,并分析有哪些因素可能影响到交通出行行为。其次,问卷调查的设计和调查:针对北京城市的特点,根据哪些可能影响到人们交通出行行为的因素,采用SP调查方法,设计私家车交通出行行为影响因素调查问卷。最后,调查数据的分析与模型的建立:应用统计分析的方法,对动态交通信息下北京市交通出行行为研究的问卷调查数据进行研究和分析,确定影响私家车出行行为的因素,采用SPSS软件对采集的数据进行建模并进行比较,分析动态交通信息背景下北京市私家车交通出行行为可能的变化趋势。

1.1 调查问卷的设计及统计

出行者交通行为的决策依据主要分为出行前和出行中2种情况。

1) 出行前交通出行行为准则

在出行前影响出行者出行行为的因素很多,从出行者个人角度来说,包括出行者年龄、性格、驾龄、工作性质、学历水平、驾驶经验、个人偏好、对路网熟悉程度、出行目的和出行距离等,其中是否在出行前查询动态交通信息来规划出行方式逐渐成为出行者出行前的一个选择。

2) 出行中交通出行行为准则

对实时交通信息条件下出行者路径选择影响分析可发现,途中的实时交通信息影响出行者路径选择因素在整个途中决策中起着至关重要的作用,出行者的具体路径选择行为是明确起点终点之后,在原始路径途中选择替换路径,最终权衡出能获得最大效用不断抉择的行为过程。在出行中,交通管理部门通过VMS、手机、电台广播等方式向出行者提供时变的路网信息有助于其选择更为畅通的路线,从而缓解路网的拥堵程度^[7]。

调查问卷数据获取采用网络问卷调查和现场调研相结合的方式。本次问卷共设计了18个问题,调查时间为2011年8月1日至9月1日,共计553份,有效问卷527份,有效率为95.3%,满足问卷调查样本量要求。

1.2 问卷数据初步分析

调查问卷所获得的数据是本次分析的重要依据,比如出行者性别、学历和出行偏好是衡量出行者个人属性的重要特征,这些因素与出行者是否会被交通信息所诱导从而选择最优路径必然存在一定微妙的关系和影响。而驾驶员收听交通信息广播以及关注信息板的程度与路径改变倾向有一定的关系,以驾驶员收听交通信息广播的频繁程度为例,收听

交通广播频繁的驾驶员也更容易受到交通信息的影响而改变路径。

1) 出行者基础数据分析

出行者性别、学历是衡量出行者个人属性的重要特征,这些因素与出行者是否会被交通信息所诱导从而选择最优路径必然存在一定微妙的关系和影响。个人属性对路径选择影响分析,年龄、驾龄、个人偏好习惯是出行者具备的重要特征。根据调查,受访者中男性占72%,女性占28%。因为在私家车出行中,男性司机比女性司机数量要多,基本符合城市居民的出行性别比例。年龄分布中,29~39岁所占比重最高,为44%,其次为18~28岁与40~50岁,所占比重分别为28%和18%。出行者学历分析中,63%的受访者为本科及以上学历,符合北京城市居民的学历分布。

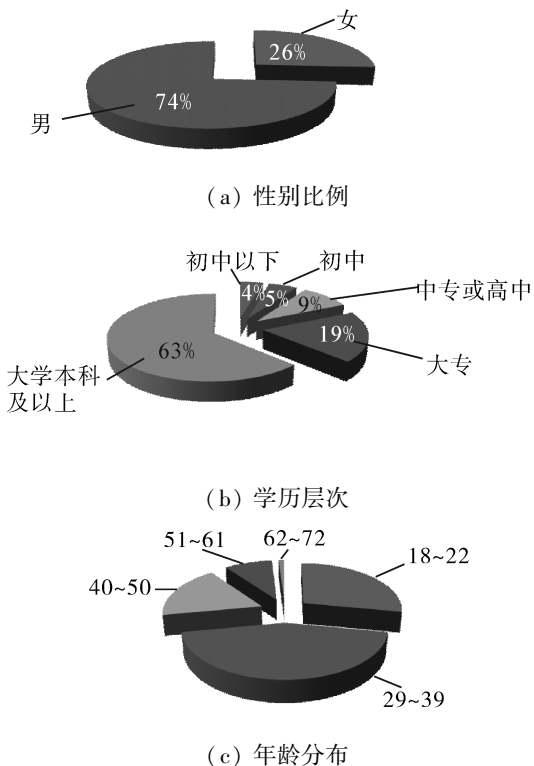


图1 出行者基本信息

Fig.1 The basic information of travelers

2) 出行前数据分析

出行者在出行前往往都会有自己的一些原定计划路径和应对突发事件准则,基于大多数人都有此种心理,此部分即围绕以下几点展开调查。

从驾驶者的出行前的相关调查数据来看,出行前关注路网交通信息的人已经占到了本次调查的57%。表明随着城市路网的时变和交通信息服务系统的发展,人们逐渐开始有了出行前查询相关交通信息的习惯。出行前查询时如果当熟悉的路发生拥挤时,31.2%的人会绕开这条路,43.6%会偶尔绕开此条路。数据表明在生活节奏逐渐加快的今天,人们越来越不希望堵

在路上,遇到此种情况时,人们开始选择绕开路以追求出行时间最短,所以用交通信息诱导人们出行路线来满足出行者出行时间最少的愿望日益重要。

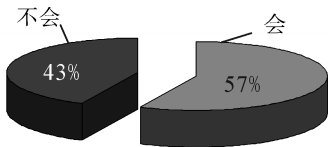


图 2 查询交通信息比例

Fig.2 Proportion of traffic information

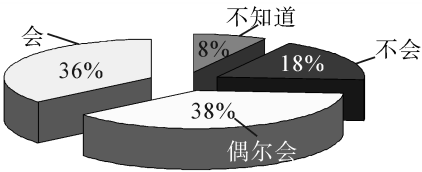


图 3 绕行拥堵路段比例

Fig.3 Proportion of bypassing congested roads

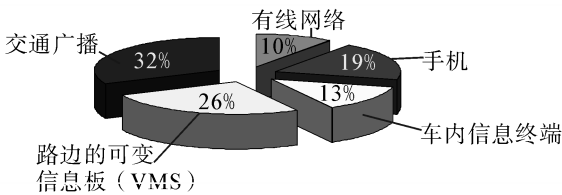


图 4 获取交通信息方式比例

Fig.4 Proportion of ways to get inquiry traffic information

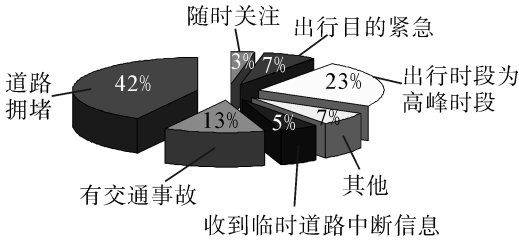


图 5 什么情况下更关注交通信息的比例

Fig.5 Under what circumstances are people more concerned about the traffic information

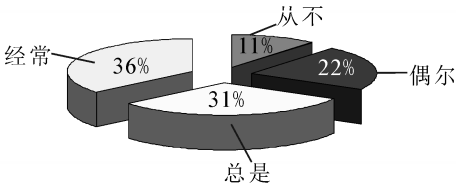


图 6 驾车时接收交通信息频率

Fig.6 The frequency of receiving traffic information while driving

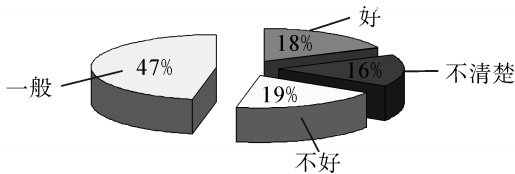


图 7 对交通信息总体评价分析

Fig.7 Analysis of the overall evaluation of traffic information

3) 出行中数据分析

本次调查中,最广泛使用的交通诱导方式为传统的交通广播信息,占 32%,其次就为 VMS,占 26%,说明交通广播信息作为传统交通信息发布方式得到了出行者普遍的认可与应用,同时 VMS 作为新兴的诱导方式,也逐渐被广大出行者关注和使用。当前拥有智能手机的人越来越多,利用手机导航最大的优点是操作简单且无成本,所以越来越多的人使用手机导航,在此次调查中,可以发现手机导航和车载导航使用率分别占 19%和 13%,说明手机导航逐渐也在被出行者使用,更加说明动态交通信息逐渐地对出行者交通出行产生影响。

在出行者何种情况更加关心在途实时交通诱导信息调查中,当出现道路交通拥堵的时候,出行者才会关心实时交通信息占到 42%,同样当出行段为上下班高峰期的时候也占到 23%,这两组数据说明在途中的驾驶员只有在道路行驶不流畅时才会更加关注交通信息,高峰时段也很容易引起出行者焦躁的心情。上、下班高峰期,出行者都有强烈的意愿到达目的地,在此时段也是交通事故和交通拥堵发生频率最大的时期,因此出行者普遍关注交通诱导信息,与之相对比随时关注却仅仅占据了 3%。因此在交通拥堵时和上下班高峰期,应该加快交通信息更新频率,以缓解某条道路的交通压力,使人们的出行更加顺畅。例如交通广播、VMS 等这些已经被出行者广泛使用的信息发布方式。

驾驶员收听交通信息广播以及关注信息板的程度与路径改变倾向有一定的关系。以驾驶员收听交通信息广播的频繁程度为例,收听交通广播频繁的驾驶员也越容易受到交通信息的影响而改变路径。在此次调查中,31%的驾驶员总是接收交通信息,而从不接收交通信息的仅占 11%。由此可见,驾驶员在行车途中会以各种方式接收交通信息。

交通信息的实时性及准确性驾驶员难以把握。受调查者普遍反映管理部门所提供的交通信息一般比较滞后,提示拥堵的路段在行驶到该处后可能已经畅通。因此驾驶员对动态交通信息的信任度不够。受调查者还反映交通管理部门发布的交通信息内容不够明确,像行驶车速、车流量、车流时速、拥堵排队长度、事故发生地距离等信息,都是驾驶员比较关心的,量化的内容过少。

2 logistic 模型交通信息对出行者的影响

本文主要研究了信息时代下交通信息对人们的出行是否会产生影响,其实这是一个是或者不是的

二分值问题,所以本文选用了可以用来预测具有两分特点的因变量概率的统计方法:二项逻辑斯蒂(Binary logistic)回归模型。

本文针对动态交通信息对私家车出行影响使用logistic 模型进行数据的进一步分析及挖掘。首先建立模型自变量的分类转换表,对本文选定的待筛选量建立分类转换表,对 14 个自变量进行回归迭代计算,确定的变量进行自回归迭代分析,最终对模型进行拟合分析,得出有关结论^[8]。

2.1 Logistic 回归模型

在 logistic 模型中可以直接预测观测量相对于某一事件的发生概率,其中因变量具有二分特点,自变量可以有一个或者一个以上。

$$\text{Logit}(p) = \ln \frac{p}{1 - p} = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i$$

式中:β₀ 为常数项,β₁, β₂, β₃, ..., β_k 为回归系数,表示当其他自变量取值保持不变时,该自变量取值

增加一个单位引起的发生比自然对数值的变化量。

由于 $\frac{p}{(1 - p)}$ 取值范围 (0, ∞) ,则:

$$p = \frac{1}{1 + \exp[-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_i x_i)]}$$

2.2 模型自变量的选取及建立模型

本文的运用 SPSS17.0 统计软件对影响出行者选择路径的影响因素进行了有效地筛选与剔除,即对模型的自变量进行有效的选择。自变量:所在城区、性别、年龄、受教育程度、出行偏好、出行前是否会提前查询交通信息、当熟悉的路拥堵时会绕路么、在什么情况下更关注在途实时信息、驾车时接受交通实时信息的频率、认为目前提供的交通信息是否准确、在什么情况下会改变原定路线、认为目前提供的交通信息是否及时、通过哪种方式获得交通信息等。因变量为:您是否根据所获得的信息而改变路径。模型自变量分类转化表如表 1 所示。

表 1 模型自变量(影响因素)分类转化表

Table 1 The model variables(factors) classification conversion table

自变量	转化前	转化值	自变量	转化前	转化值
所在城区	东城	1	出行偏好	距离最短	1
	西城	2		出行时间最少	2
	海淀	3		红绿灯最少	3
	朝阳	4		路面状况最好	4
	石景山	5		出行费用最少	5
	丰台	6		交通状况最好	6
	其他	7		经验	7
交通拥挤是否绕道	会	1	提前查询交通信息	不会	1
	不会	2		会	2
交通信息获得方式	交通广播	1	会改变原路线情况	道路拥堵	1
	可变信息板(VMS)	2		有交通事故	2
	车内信息终端	3		行驶缓慢	3
	手机	4		出行时段为高峰时段	4
	掌上电脑	5		收到临时道路中断信息	5
	网页浏览	6		出行目的紧急	6
	电视	7		其他	7
交通信息是否准确	不准确	1			
	一般	2			
	很准确	3			

本文采用 logistic 回归模型分析数据,表 2 是引入了 14 个自变量回归第一次迭代计算的结果。使用 Logistic 回归模型多次筛选自变量的标准是将 Wals 值较小而显著(sig.) 较大的变量剔除出去^[9]。Wals 是一个卡方值,为自变量的显著性检验,相当于普通线性回归中自变量的 t 检验值。表 2 中,“受

教育程度”Wals 值最小为 0.006,显著性值最大为 0.938,为 Wals 值最小,显著性最大量,因此将“受教育程度”自变量剔除。经过了 6 次迭代回归计算,筛选剔除变量 6 个,剩余自变量 7 个,从表 3 中可以明显看出,其余 7 个自变量的显著性均较小,意味着计算结果精度相对较高。Logistic 回归计算结果如表 3。

表 2 logistic 回归第一次计算结果
Table 2 result of logistic regression calculation for the first time

	B	S.E,	Wals	df	Sig.	Exp (B)
所在城区	-0.646	0.253	6.538	1	0.011	0.524
性别	-1.065	0.559	3.635	1	0.057	0.345
年龄	-0.444	0.263	2.864	1	0.091	0.641
受教育程度	0.013	0.168	0.006	1	0.938	1.013
出行偏好	-1.188	0.376	9.970	1	0.002	0.305
出行前是否会提前查询交通信息	0.791	0.514	2.374	1	0.123	2.206
当熟悉的路拥堵时会绕路么	-1.597	0.375	18.164	1	0.000	0.202
在什么情况下更关注在途实时信息	0.132	0.149	0.784	1	0.376	1.141
驾车时接受交通实时信息的频率	0.445	0.284	2.455	1	0.117	1.561
认为目前提供的交通信息是否准确	1.520	0.385	15.560	1	0.000	4.571
在什么情况下会改变原定路线	-0.752	0.246	9.329	1	0.002	0.471
认为目前提供的交通信息是否及时	0.158	0.179	0.786	1	0.375	1.172
通过哪种方式获得交通信息	0.995	0.283	12.327	1	0.000	2.705
常量	4.958	2.982	2.765	1	0.096	142.356

表 3 logistic 回归第 6 次计算结果
Table 3 result of logistic regression calculation for the 6th

	B	S.E,	Wals	df	Sig.	Exp (B)
所在城区	-0.430	0.196	4.780	1	0.029	0.651
出行偏好	-0.908	0.296	9.419	1	0.002	0.403
出行前是否查询交通信息	0.869	0.484	3.217	1	0.073	2.384
当熟悉的路拥堵时会绕路么	-1.260	0.312	16.361	1	0.000	0.284
认为提供的交通信息是否准确	1.457	0.340	18.391	1	0.000	4.292
在什么情况下会改变原定路线	-0.552	0.177	9.774	1	0.002	0.576
通过哪种方式获得交通信息	1.022	0.272	14.088	1	0.000	2.779
常量	1.732	2.293	0.571	1	0.450	5.651

2.2 模型拟合效果与拟合优度检验

SPSS 软件在 Logistic 回归过程中会输出包含预测分类结果于原始数据分类结果的列表,默认是按照概率是否为 0.5 进行分割。结果显示,动态交通信息对驾驶者行为有影响的准确率为 82.6%,无影响的准确率为 76.4%。

2.3 数据分析

Logistic 回归计算已经给出了影响到人们出行的 7 大因素,分别是“所在城区”、“出行前是否会提前查询交通信息”、“当熟悉的路拥堵时会绕路么”、“认为目前提供的交通信息是否准确”、“在什么情况下会改变原定路线”、“通过哪种方式获得交通信息”、“出行偏好”。其中出行偏好是其中影响因素最小的一个。

1) 首先分析所在城区,由自变量转化表可以看出所在城区的自变量是离散的,且在 logistic 回归模型中的回归系数-0.43,其概率表达式为

$$P = \frac{\exp[(1.732 + C) - 0.43X_1]}{1 + \exp[(1.732 + C) - 0.43X_1]}$$

并且对其求离散极限:

$$\lim_{x \rightarrow n, n \rightarrow \infty} P = \frac{\exp[(1.732 + C) - 0.43X_1]}{1 + \exp[(1.732 + C) - 0.43X_1]} = 0$$

这说明出行者如果居住在 5 环以外则受到交通信息诱导的概率较小,而住在城区的出行者例如住在东西城区的则受到交通信息诱导的概率较大。这说明了在北京城区交通拥挤的地段易受到交通服务信息的影响。

2) 分析“通过哪种方式获得交通信息”自变量,其回归系数为 1.022,同样根据 logistic 模型写出概率表达式:

对概率 P 求其离散的极限:

$$P = \frac{\exp[(1.732 + M) + 1.022x_7]}{1 + \exp[(1.732 + M) + 1.022x_7]}$$
$$\lim_{x \rightarrow n, n \rightarrow \infty} P = \frac{\exp[(1.732 + M) + 1.022x_7]}{1 + \exp[(1.732 + M) + 1.022x_7]} = \infty$$

对照自变量转化表可以看出,像 VMS、手机导航、车载导航等新信息时代的代表产品已经开始影响出行者的路径选择,且由极限趋于无穷大可以看出,影响力越来越大,这说明动态交通信息对私家车出行产生较大影响,验证了问卷的初步猜测。

对照自变量转化表可以看出,像 VMS、手机导航、车载导航等新信息时代的代表产品已经开始影响出行者的路径选择,且由极限趋于无穷大可以看出,影响力越来越大,这说明动态交通信息对私家车出行产生较大影响,验证了问卷的初步猜测。

3)运用同上类似的方法分析还可以得出结论,交通信息的准确性越高出行者就越容易受到交通服务信息的诱导。出行者对“交通拥堵”、“交通事故”等词汇比“行驶缓慢”等词汇更敏感,更容易受到交通服务信息的诱导。

3 结论

由于出行者个体存在差异性,因此不同个体涉及到的影响因素不尽相同,甚至同一影响因素对不同个体的影响程度也大相径庭。本论文应用统计分析的方法,对动态交通信息下对私家车出行影响的调查数据进行研究和分析,确定影响人们出行需求及行为的因素,寻找其内在的规律性,通过 SPSS 软件运用 Logistic 回归模型分析得出相关影响因素,并对相关影响因素进行分析,得出以下结论:

1)从调查数据分析来看,动态交通信息服务已经在一定程度上能够决定私家车出行路线选择,其中男司机倾向于时间最短;女司机更依赖经验去做出路线选择,倾向于选择距离最短。本文建议交管局等相关部门丰富交通信息发布手段,完善交通信息平台功能,提高交通信息发布的覆盖率。

2)出行者对“交通拥堵”“交通事故”等词汇比“行驶缓慢”等词汇更敏感。表明私家车出行者不怕慢、就怕等。建议交通管理部门发布交通信息时,尽量使用出行者较敏感词汇,方便出行者合理安排出行路线。

3)由于经常出现交通信息显示拥堵,实际路况为畅通,导致私家车出行者对交管部门发布的动态交通信息信任度不高。建议交通管理部门提高交通信息发布的实时性和准确性,满足私家车出行者对交通信息的需求。

4)本论文只针对北京市交通,是否适合其他城市还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] BONSALL P, PALMER I. The impact on route choice of direction advice and guidance from vms signs[J]. Dynamic Control of Strategic Inter-Urban Road Networks.1995(10):1-2.
- [2] LAPPIN J, BOTTOM J. Understanding and Predicting Traveler Response to Information[J]. Intelligent Transportation Systems Conference,2001:218-223.
- [3] 许娟,邵春福,缙凯.信息和诱导对驾驶员径路选择行为的影响研究[J].内蒙古科技与经济,2004(11):53-55.
- XU Juan, SHAO Chunfu, XIAN Kai. Study on the effect of

information and induction on driver's route choice behavior [J].Inner Mongolia Science and Technology and Economy, 2004 (11): 53 - 55.

- [4] 张存保,杨晓光,严新平.交通信息对驾驶员选择行为的影响研究[J].交通与计算机,2004(5):31-34.
ZHANG Cunbao, YANG Xiaoguang, YAN Xinping. Traffic impact study information on the driver choice behavior[J]. Traffic and Computer, 2004(5): 31-34.
- [5] 隽志才,于建川.交通信息作用下的出行决策行为研究[J].中国公路学报,2008(4):88-92.
JUAN Zhicai, YU Jianchuan. Research on activities-travel decision behavior under the effect of traffic information[J]. China Journal of Highway, 2008(4): 88-92.
- [6] 王方,陈金川,张德欣.SP 调查在交通方式选择模型中的应用[J].交通运输系统工程与信息,2007(5):90-94.
WANG Fang, CHEN Jinchuan, ZHANG Dexin.The application of SP survey in traffic choice model[J].Transportation Systems Engineering and Information, 2007(5): 90-94.
- [7] 卢纹岱,吴喜之.SPSS 统计分析[M].4 版北京:电子工业出版社,2010:205-208.
- [8] 王济川,郭志刚.Logistic 回归模型——方法与应用[M].北京:高等教育出版社,2001:96-101.
- [9] 杨智伟,赵胜川.城市公交交通出行者交通信息选择行为研究[J].大连理工大学学报:社科版,2010(31):61-64.
YANG Zhiwei, ZHAO Shengchuan. Urban bus transit travelers choice behavior traffic information research[J].Dalian University of Technology: Social Science, 2010(31): 61-64.

作者简介:



王志建,男,1982 年生,讲师,博士,主要研究方向为交通诱导。



王力,男,1978 年生,副教授,博士,主要研究方向为交通系统评价。



刘小明,男,1974 年生,教授,博士,主要研究方向为交通控制。