

多模式综合交通客运方式选择行为差异性 —基于强制与休闲型活动出行的对比分析

李晓伟^{1,2,3}, 王 炜¹, 杨 敏¹, 郭延永¹, 华雪东¹

(1. 东南大学交通学院, 江苏 南京 210096; 2. 西安建筑科技大学土木工程学院, 陕西 西安 710055;

3. 西部建筑科技国家重点实验室, 陕西 西安 710055)

摘要: 为分析多模式综合交通方式下的强制、休闲活动出行行为差异性, 基于旅客高速巴士、普铁、高铁和飞机四种运输方式 RP 调查数据, 建立旅客乘车选择多项 logit(MNL)模型, 基于参数估计和弹性分析, 揭示多模式综合交通客运方式选择行为及其差异性。研究结果表明: 出行距离、出行费用、运行时间、安全性、舒适性、准时性、网络购票、售票点购票、拥有私家车是影响旅客强制型、休闲型活动出行方式选择的主要共性因素, 不同因素对旅客强制型、休闲型活动出行方式选择的影响程度具有明显的差异性; 另外, 到站时间对强制型活动出行方式选择有显著影响, 对休闲型活动出行方式选择影响并不显著。

关键词: 交通工程; 选择行为; MNL; 多模式交通; 差异性

中图分类号: U491

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2016)06-0868-06

Disparity of choice behavior for multi-mode passenger transport system —A comparative analysis of the compulsory and leisure activities travel

LI Xiaowei^{1,2,3}, WANG Wei¹, YANG Min¹, GUO Yanyong¹, HUA Xuedong¹

(1. School of Transportation, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. School of Civil Engineering, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China;

3. State key Laboratory of Architecture Science and Technology in West China, Xi'an 710055, China)

Abstract: The travel activities of passengers were divided into compulsory activities and leisure activities in this paper. The survey data of four kinds of transport modes were obtained by residents travel survey including intercity bus, train, high speed railway and plane. Taking bus as the reference mode, the MNL model is built. Based on the parameter estimation and elasticity analysis, the difference of the choice behavior for multi-mode transportation system is studied. The results show that travel distance, travel cost, operation time, safety, comfort, punctuality, network ticket, show ticket and car ownership are the main common factors influencing regional travel modes choice for compulsory activities and leisure activities. Different factors have obvious differences on the influence degree for regional travel modes choice about compulsory activities and leisure activities. Additionally, arrival time has a significant effect on the travel mode choice of the compulsory activity, and has no effect on the travel mode choice of the leisure activities.

Key words: traffic engineering; choice behavior; MNL; multi-mode; disparity

在交通系统中, 旅客出行方式选择与活动密不可分, 活动一般分为三类: ①生存型活动, 主要指工作、上学和与工作有关的商业行为; ②维持型活动, 包括购物、接送小孩、个人和家庭商业行为等; ③休闲型活动, 如探亲访友、文体活动等; 也有文献^[1-2]将旅客活动划分为两类, 一类是强制型活动, 指工作、上学和与工作有关的商业行为活动, 即前述的生存型活动, 另一类是将维持型活动和休闲型活动合并, 统称为休闲型活动; 本文采用第二种划分方法对多模式综合交通客运方式选择行为进行差异化研究。旅客作为客运服务的消费者、营运部门服务的对象, 满足旅客不同活动的出行需求是区

域综合交通系统的基本功能, 深入系统地分析旅客出行方式选择行为, 探究不同活动出行需求下旅客出行的差异化决策机理, 将有助于针对不同类型的旅客出行活动制定多样化的运输系统组织模式, 最大程度地满足不同活动旅客的出行需求。

目前, 国外针对旅客出行选择行为的研究已有较多的成果^[3-6], 如 Yao^[3]选择服务频率、费用、在途时间、出行距离等服务属性对客运通道内民航、铁路、公交和私人小汽车等交通方式的客流分担率进行分析。Freitas^[4]基于巴西居民出行调查数据, 选择家庭收入、在途费用、出行时间和服务频率等服务属性, 用出行距离衡量在途费用和出行时间,

研究民航、铁路和高速巴士 3 种运输方式选择行为。国内诸多学者也进行了大量卓有成效的研究。一是研究单一运输方式不同客运产品的选择行为研究^[7-8],如王文宪,陈钉钧^[8]等基于 Nested Logit 模型研究铁路旅客直达特快列车、特快列车及快速列车客运产品(硬座、硬卧及软卧)的选择行为。二是研究两种运输方式的选择行为^[9-10],如张旭、栾维新^[9]对旅客出行方式选择的影响因素进行分析及筛选,研究了高速铁路与民航客运方式选择行为与竞争关系;三是综合运输通道方式选择行为研究^[11-12],如毛保华,何宇强^[11]等运用 logit 模型研究了高速铁路的运营对综合运输通道内其他交通方式的影响。

尽管已有大量文献从不同视角对区域出行方式选择行为的影响作了分析^[13-15],然而鲜有研究从购票、到站、中转换乘、出行、离站全过程的角度设计离散选择实验,在综合交通网络下针对飞机、高铁(含动车)、普铁、高速巴士多模式选择行为进行系统性研究,同时也缺乏对强制型、休闲型活

动出行方式选择行为及其差异性的研究分析。鉴于此,本文首先关注现有交通方式选择行为研究过程中被忽略的因素,如购票和接驳服务的影响,针对高速大巴、普通火车、高铁(含动车)、航空四种运输方式,从购票、到站、中转换乘、出行、离站全过程的视角设计了离散行为选择实验,研究了不同活动出行下多模式综合交通客运方式选择行为的决策机理,期望能够为差异化活动需求下的综合运输系统组织模式优化、综合运输服务水平改善提供科学的依据。

1 实验设计

1.1 方案设计

在本研究中,离散选择实验用于处理客运多模式出行的选择,本研究在总结已有研究^[3-8]的基础上设计调查内容,包括出行属性,如出行起讫点、出行活动类型;还包括服务水平属性,如购票、到(离)站、中转换乘及其方式属性等。该实验所考虑的属性和值见表 1。

表 1 实验设计变量和属性值
Tab.1 The variables and their values in the experiment

类别	变量名称	变量取值
个体属性	性别	1: 男; 2: 女
	年龄	1: (0,20]; 2: (20,30]; 3: (30,40]; 4: (40,50]; 5: (50,60]; 6: (60,+∞)
	月收入	1: (0,3 000]; 2: (3 000,4 000]; 3: (4 000,5 000]; 4: (5 000,6 000]; 5: (6 000,+∞)
	有私家车	1: 有; 2: 无
出行属性	出行目的	1: 强制出行(公务、上学、务工、看病等); 2: 休闲出行(旅游、购物、探亲访友等)
	出行距离	通过计算出行起讫点之间采用该方式的实际最短距离获取
购票属性	购票方式	1: 网络购票; 2: 电话购票; 3: 售票点购票; 4: 中介购票
到站属性	到站时间	1: (0,30]; 2: (30,60]; 3: (60,90]; 4: (90,120]; 5: (120,+∞)
	到站费用	到站实际费用
换乘属性	换乘时间	1: (0,30]; 2: (30,60]; 3: (60,90]; 4: (90,120]; 5: (120,+∞)
方式属性	出行费用	旅客出行的实际费用
	出行方式	1: 飞机; 2: 普通火车; 3: 高铁(含动车); 4: 高速巴士
	运行时间	城际出行的实际时间
	舒适性	1: 特别不舒适; 2: 不舒适; 3: 一般; 4: 比较舒适; 5: 非常舒适
	安全性	1: 特别不安全; 2: 不安全; 3: 一般; 4: 比较安全; 5: 非常安全
	准时性	1: 特别不准时; 2: 不准时; 3: 一般; 4: 比较准时; 5: 非常准时
离站属性	离站时间	1: (0,30]; 2: (30,60]; 3: (60,90]; 4: (90,120]; 5: (120,+∞)
	离站费用	离站费用

1.2 基本统计特征

已有研究表明,区域交通具有频率低、距离长、选择行为稀少及调查范围广泛的特征,一般采取分层随机抽样调查,调查样本数量为 1 000~3 000,即可得到具有足够精度的模型参数^[16]。本次乘客方式选择行为调查在机场、高铁站、火车站和公路客运

站进行,回收问卷 2 000 份,有效问卷 1 766 份,其中强制型活动出行样本 1 182 份,占总样本的比例为 67%,休闲型活动出行样本 584 份,占总样本比例的 33%。受篇幅所限,本文仅对强制型和休闲型活动的方式选择、个体属性、出行属性、接驳属性进行基本的特征统计,如表 2-3、图 1-4 所示。

表 2 强制型与休闲型活动出行旅客乘车选择调查统计
Tab.2 Travel choice survey of mandatory and leisure activity

客运交通方式	飞机		普铁		高铁		大巴		样本数	
	数量	比例/%	数量	比例/%	数量	比例/%	数量	比例/%	数量	比例/%
总体样本	437	24.7	513	29.0	459	26.0	357	20.3	1 766	100
强制型活动样本	245	20.7	394	33.3	279	23.6	264	22.4	1 182	100
休闲型活动样本	192	32.9	119	23.2	180	39.2	93	26.1	584	100

表 3 强制型与休闲型活动出行旅客出行距离、票价的调查统计
Tab.3 Survey statistics of distance and price for the compulsory and leisure activity

交通方式	强制型活动出行样本			休闲型活动出行样本			总体样本		
	平均距离/km ⁻¹	平均票价/元 ⁻¹	单位里程票价/km·元 ⁻¹	平均距离/km ⁻¹	平均票价/元 ⁻¹	单位里程票价/km·元 ⁻¹	平均距离/km ⁻¹	平均票价/元 ⁻¹	单位里程票价/km·元 ⁻¹
飞机	1 500	859	0.57	1 388	758	0.54	1 451	815	0.56
普铁	766	147	0.19	848	187	0.22	785	156	0.20
高铁	627	266	0.42	733	340	0.46	669	295	0.44
巴士	221	66	0.30	317	94	0.30	299	73	0.30

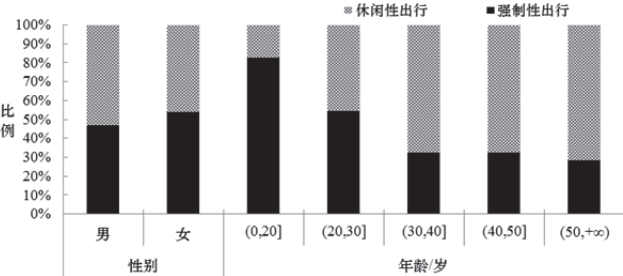


图 1 强制休闲型活动旅客性别与年龄统计特征
Fig.1 Statistic characteristics of sex and age in the compulsory and leisure activity

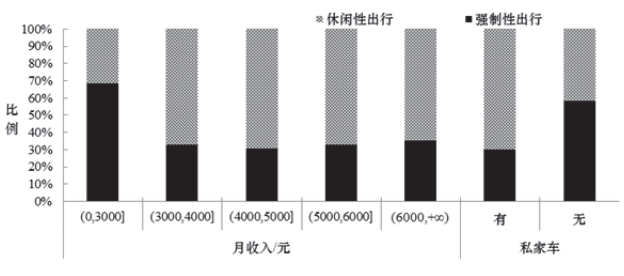


图 2 强制休闲型活动旅客月收入与私家车拥有情况统计特征
Fig.2 Statistic characteristics of monthly income and private car ownership in the compulsory and leisure activity

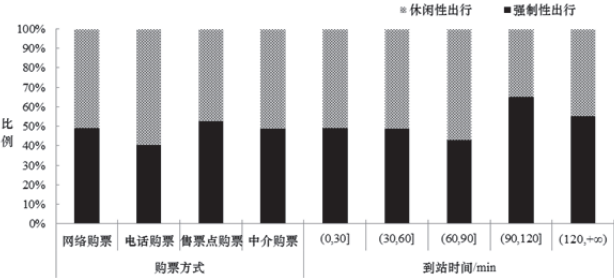


图 3 强制休闲型活动旅客购票方式与到站时间统计特征
Fig.3 Statistic characteristics of ticking busing way and arrival time in the compulsory and leisure activity

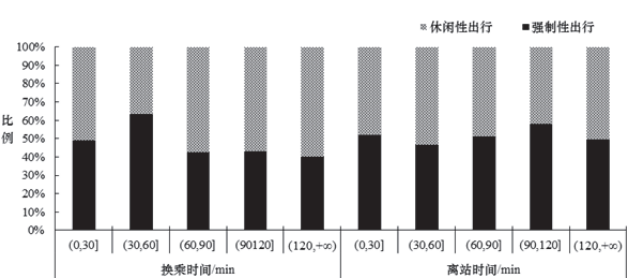


图 4 强制休闲型活动旅客换乘时间与离站时间统计
Fig.4 Statistics of transfer time and departure time in the compulsory and leisure activity

2 模型构建与参数估计

多项 Logit 模型(Multinomial Logit Model, MNL)是最为常用的非集计模型,其数学形式简洁、计算简单,且具有各选择肢的概率在(0,1)之间,选择概率总和为 1 的合理性^[17],因此被广泛应用于交通等领域的模拟预测中。

2.1 基本原理

根据随机效用最大化理论,旅客 n 选择 i 类交通方式的概率可表示为

$$P_{in} = \text{Prob}(U_{in} > \max_{j \neq i} U_{jn}; i \neq j, j \in A_n) \quad (1)$$

式中: U_{in} 为旅客 n 选择 i 类交通方式的效用函数,其表达式为:

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

式中: V_{in} 为可观测到的特性变量计算的固定项; ε_{in} 为不能观测到的其他因素的影响及已有变量的偏差引起的随机项。

假设式(2)中 ε_{in} 和 V_{in} 相互独立,且 ε_{in} 服从具有相同参数二重指数分布,根据 2 个独立同分布二重

指数分布变量之差服从 Gumbel 分布的性质, 可推导描述旅客 n 选择 i 类交通方式概率的表达式为

$$P_{in} = \exp(V_{in}) / \sum_{i \in C_n} \exp(V_{in}) \quad (3)$$

式中: P_{in} 为个人 n 选择 i 类交通方式的概率; C_n 为个人 n 的可选择交通方式集合. 为便于计算, 一般假设 V_{in} 与特性向量 x_{ink} 呈线性关系, 即

$$V_{in} = \sum_{k=1} \beta_{ik} \cdot x_{ink} + \beta_{i0} \quad (4)$$

式中: β_{i0} 为常量; β_{ik} 为交通方式 i 第 k 个变量的待定系数; x_{ink} 为旅客 n 的选择 i 类交通方式的第 k 个变量值.

2.2 弹性分析方法

弹性分析描述的是因变量对自变量变化的反应程度, 是指各种交通方式分担率的显著影响因素的相对变化所引起的客运分担率的相对变化. 交通方式 i 选择概率 P_i 相对于连续变量 x_{ik} 的弹性计算如下式^[17]

$$E_{ik} = (\partial P_i / \partial x_{ik}) \times (x_{ik} / P_i) = [1 - P_i] \beta_{ik} x_{ik} \quad (5)$$

交通方式 i 选择概率 P_i 相对于哑元变量 x_{ik} 的弹性计算如下式

$$E_{ik} = \frac{\exp(\beta_{ik}) [1 + \exp(x_{ik} \beta_{ik})]}{\exp(\beta_{ik}) \exp(x_{ik} \beta_{ik}) + 1} - 1 \quad (6)$$

式中: E_{ik} 为交通方式 i 第 k 个变量的弹性系数; P_i 为交通方式 i 的选择概率; β_{ik} 为交通方式 i 第 k 个变量的系数; x_{ik} 为交通方式 i 第 k 个变量属性值.

3 参数估计、弹性分析与差异性

应用 SPSS 软件相关性分析和多项 Logistic 模型对样本数据进行统计分析. 采用 Kendall 系数法和 Spearman 相关系数法进行变量共线性检验, 剔除共线变量, 并将高速巴士作为参考交通方式, 将类别变量最后类别作为参考类别, 采用向前递进式分别对强制型活动和休闲型出行方式选择的 MNL 模型进行拟合, 两模型的 McFadden 值分别为 0.527 和 0.423, 在可接受的置信区间水平上具有较强的可靠性, 强制型和休闲型活动出行方式选择行为参数估计结果, 如表 4、5 所示, 表中 β 为变量系数, S_{ig} 为统计量的显著性水平, 若 $S_{ig} < 0.05$, 说明其对应的 β 对旅客选择行为的影响较大, 应纳入效用函数模型, 反之, 则认为 β 对旅客选择行为的影响可以忽略. 同时, 依据公式(5)、(6), 分别计算样本个体显著影响变量的弹性系数, 通过对个体选择弹性系数的加权平均得到飞机、普铁和高铁选择概率的弹性值, 详见表 6.

表 4 强制型活动出行参数估计
Tab.4 Estimation parameter of compulsory activity

变量	符号	飞机		高铁		普铁	
		β	S_{ig}	β	S_{ig}	β	S_{ig}
截距		-10.263	0.001	-11.535	0	-7.017	0
拥有私家车	x_{i1}	0.315	0.050	0.567	0.005	1.070	0.003
到站时间	x_{i2}	0.868	0.043	0.706	0.005	0.559	0.010
出行距离	x_{i3}	0.007	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000
出行费用	x_{i4}	0.018	0.000	0.011	0.001	-0.001	0.049
出行时间	x_{i5}	-1.474	0.000	-0.399	0.000	-0.046	0.048
安全性	x_{i6}	0.412	0.035	0.692	0.017	0.325	0.194
舒适性	x_{i7}	0.584	0.017	0.680	0.014	0.250	0.289
准时性	x_{i8}	0.328	0.453	1.136	0.000	0.883	0.000
网络购票	x_{i9}	1.967	0.000	2.273	0.000	2.425	0.000
售票点购票	x_{i10}	-2.536	0.000	-0.108	0.725	-1.027	0.002

表 5 休闲型活动出行参数估计
Tab.5 Estimation parameter of leisure activity

变量	符号	飞机		高铁		普铁	
		β	S_{ig}	β	S_{ig}	β	S_{ig}
截距		0.932	0.982	6.369	0.876	14.8	0
拥有私家车	x_{i1}	0.287	0.049	0.803	0.084	1.029	0.003
出行距离	x_{i3}	0.003	0.039	0.001	0.005	0.001	0.050
出行费用	x_{i4}	0.029	0.000	0.024	0.000	-0.004	0.050
出行时间	x_{i5}	-1.201	0.000	-0.413	0.000	0.108	0.045

续表 5

安全性	x_{i6}	1.682	0.001	0.985	0.007	0.336	0.175
舒适性	x_{i7}	1.260	0.009	0.867	0.004	0.640	0.001
准时性	x_{i8}	0.065	0.893	0.793	0.016	0.214	0.046
网络购票	x_{i9}	1.179	0.014	1.757	0.001	2.150	0.000
售票点购票	x_{i10}	-1.900	0.000	0.391	0.442	-0.004	0.994

表 6 不同活动出行多方式选择概率弹性的比较
Tab.6 Comparison of probability elasticity for the aircraft, ordinary railway, high speed railway

变量	符号	直接弹性(强制型活动)			直接弹性(休闲型活动)		
		飞机	高铁	普铁	飞机	高铁	普铁
拥有私家车	x_{i1}	0.101	0.150	0.139	0.131	0.291	0.335
到站时间	x_{i2}	1.370	0.810	0.800	——	——	——
出行距离	x_{i3}	4.142	1.671	1.512	2.010	1.476	1.270
出行费用	x_{i4}	3.431	2.159	-0.225	3.340	1.478	-1.258
运行时间	x_{i5}	-9.074	-1.893	-0.128	-7.174	-1.484	0.650
安全性	x_{i6}	1.444	1.920	——	4.523	2.336	——
舒适性	x_{i7}	1.889	1.735	——	3.119	2.075	1.371
准时性	x_{i8}	——	2.890	1.894	——	0.980	0.819
网络购票	x_{i9}	0.375	0.383	0.386	0.326	0.361	0.372
售票点购票	x_{i10}	-0.871	——	-0.512	-0.765	——	——

以大巴作为参考方式,强制型活动出行多方式选择行为与休闲型活动相比,具有明显的差异性:

(1) 不同类型活动影响其多方式选择的因素具有明显的差异性.对于休闲型活动出行,出行距离、出行费用、运行时间、安全性、舒适性、准时性、购票方式(网络购票、售票点购票)、拥有私家车对于出行方式选择具有显著影响.而对于强制型活动出行,除出行距离、出行费用、运行时间、安全性、舒适性、准时性、购票方式等因素外,到站时间也会影响其方式选择,这说明强制型活动出行旅客在交通方式选择时,不仅考虑出行距离、出行费用、运行时间及运输方式服务水平,而且还会关注交通枢纽的到站时间等可达性因素.

(2) 同种因素对不同类型活动的影响强度不同.强制型活动中,飞机、高铁、普铁选择概率关于出行距离的弹性分别为 4.142、1.671、1.512,均大于 1,这表明出行距离这一变量是富有弹性的,且出行距离每增加 1%,选择飞机、普铁、高铁出行的概率将增加 4.142%、1.671%、1.512%,而休闲型活动的飞机、高铁、普铁选择概率关于出行距离的弹性分别为 2.010、1.476、1.270,不同活动条件下多方式选择概率关于出行距离的弹性系数差异明显,其他因素也存在类似的差异性.

4 结论

本研究在系统分析现有旅客乘车选择影响因

素的基础上,依据旅客强制型、休闲型活动出行的高速巴士、普通火车、高铁、飞机四种运输方式 RP 调查数据,以高速巴士作为参考方式建立旅客乘车选择 MNL 模型,基于参数估计和弹性分析研究了多模式综合交通客运方式选择行为的差异性.研究结论如下:

(1) 影响旅客强制型和休闲型活动出行方式选择行为的因素具有明显的差异性,对于休闲型活动出行,出行距离、出行费用、运行时间、安全性、舒适性、准时性、购票方式(网络购票、售票点购票)、拥有私家车对于多模式交通选择具有显著影响.而对于强制型活动出行,除出行距离、出行费用、运行时间、安全性、舒适性、准时性、购票方式等因素外,到站时间也会影响其方式选择.

(2) 旅客强制型和休闲型活动出行方式选择影响因素的作用强度具有明显的差异性,对于强制型活动中,飞机、普铁、高铁对于出行距离的弹性系数分别为 4.142、1.671、1.512,均大于 1,这说明飞机、普铁、高铁对于出行距离富有弹性;对于休闲型活动,出行方式选择概率对于距离的弹性分别为 2.010、1.476、1.270,也富有弹性;但是强制型活动出行方式选择概率对于出行距离的弹性高于休闲型活动,不同活动条件下各影响因素的作用强度差异明显.

参考文献 References

- [1] MARTIN J C, ROMAN C, GARCIA-PALOMARES JC. Spatial analysis of the competitiveness of the high-speed train and air transport: The role of access to terminals in the Madrid-Barcelona corridor [J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2014, 69(69):392-408.
- [2] 李惠. 基于活动的居民购物出行方式选择模型[D]. 成都: 西南交通大学, 2010.
LI Hui. Activity-based mode choice model of residential shopping trip[D]. Chengdu: Southwest Jiao Tong University, 2010.
- [3] YAO E, MORIKAWA T. A study of on integrated intercity travel demand model[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2005, 39(4), 367-381.
- [4] FREITAS A L P. Assessing the quality of intercity road transportation of passengers: An exploratory study in Brazil [J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2013, 49:379-392.
- [5] HSU C I, CHEN Y C, LI H C. A model on market share distribution between air transportation, high-speed rail, and automobiles[J]. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2005, 6(11):2003-2018.
- [6] MANCUSO P. An analysis of the competition that impinges on the Milan-Rome intercity passenger transport link [J]. Transport Policy, 2014, 32: 42-52.
- [7] 李颖. 中国铁路旅客出行选择行为研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2015.
LI Ying. Research on the railway passengers' travel choice behavior in China[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2015.
- [8] 王文宪, 陈钉钧, 吕红霞, 等. 基于 Nested Logit 模型的铁路旅客客运产品选择研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2015, 15(4):140-146.
WANG Wenxian, CHEN Dingjun, LÜ Hongxia, et al. Research of transport product choice for railway passengers based on nested logit model[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2015, 15(4):140-146.
- [9] 张旭. 高速铁路与民航客运竞争与协同发展研究[D]. 上海: 上海海事大学, 2012.
ZHANG Xu. Research on competition and collaborative development between HSR and civil Aviation [D]. Shanghai: Shanghai Maritime University, 2012.
- [10] 卞长志, 陆化普, 尉欣欣. 城际铁路和公路长途客运的定价博弈[J]. 交通运输系统工程与信息, 2010, 10(1):184-189.
BIAN Changzhi, LU Huapu, WEI Xinxin. Price game between intercity railway and bus[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2010, 10(1):184-189.
- [11] 何宇强, 毛保华, 陈团生, 等. 高速铁路客流分担率模型及其应用研究[J]. 铁道学报, 2006, 28(3):18-20.
HE Yuqiang, MAO Baohua, CHEN Tuansheng, et al. Sharing rate model of passenger flow and its application for high speed railway[J]. Journal of Railway, 2006, 28(3): 18-20.
- [12] 叶玉玲, 王艺诗. 沪杭运输通道内旅客交通方式选择行为研究[J]. 铁道学报, 2010, 32(4):13-17.
YE Yuling, WANG Yishi. Research on travel mode choice behavior in Shanghai-Hangzhou transport corridor [J]. Journal of the China Railway Society, 2010, 32(4):13-17.
- [13] 卢欣. 基于计划行为学的旅客中长距离出行方式选择行为研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2011.
LU Xin. Research on the passenger travel choice of moderate/long-distance based on the planned behavior theory [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2011.
- [14] CHANG ICG. A network-based model for estimating the market share of a new high speed rail system [J]. Transportation Planning & Technology, 2004, 27 (2): 67-90.
- [15] DOBRUSZKES F. High-speed rail and air transport competition in Western Europe: a supply-oriented perspective [J]. Transportation Policy, 2011, 18(6): 870- 879.
- [16] 张迦南, 赵鹏. 综合运输通道旅客出行方式选择行为研究[J]. 中国铁道科学, 2012, 33(3):123-130.
ZHANG Jianan, ZHAO Peng. Research on passenger choice behavior of trip mode in comprehensive transportation corridor[J]. China Railway Science, 2012, 33(3): 123-130.
- [17] 关宏志. 非集计模型—交通行为分析的工具[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
GUAN Hongzhi. Disaggregate model-tool of traffic behavior analysis[M]. Beijing: China Communications Press, 2004.

(编辑 吴海西)