

文章编号:1671-1637(2013)05-0083-08

## 农村居民出行目的地选择行为模型与 影响因素分析

杨琦<sup>1</sup>, 杨云峰<sup>2</sup>, 袁华智<sup>1</sup>, 冯忠祥<sup>3</sup>, 慈玉生<sup>4</sup>

(1. 长安大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710064; 2. 陕西交通职业技术学院, 陕西 西安 710018; 3. 合肥工业大学 交通运输工程学院, 安徽 合肥 230009; 4. 哈尔滨工业大学 交通科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090)

**摘要:**为分析农村居民出行目的地选择的影响因素与影响过程,应用自主设计的调查问卷,获得3 329份农村人口出行特征数据。按照农村居民常规出行目的地分布情况,将目的地划分为邻村、乡镇、县城和市区。运用非集计理论,将农村居民的性别、年龄、教育程度、家庭年总收入、出行目的和出行距离等个人、家庭和出行属性作为影响因素,并将4个目的地作为4个选择肢,建立了农村居民出行目的地选择行为度量模型,并结合弹性理论分析了各个影响因素的敏感度。分析结果表明:农村居民的出行属性中出行距离和出行目的2个影响因素对应的弹性值均大于1,说明这些因素对出行目的地选择富有弹性,影响显著;年龄、是否换乘和所需时间3个因素对部分目的地的选择富有弹性;性别、受教育程度、家庭年总收入和出行时间4个因素对应的弹性值均小于1,说明这些因素对出行目的地选择缺乏弹性。

**关键词:**交通规划;农村居民;出行目的地;出行特征;MNL模型;敏感度分析

**中图分类号:**U491.1 **文献标志码:**A

## Choice behaviour model and influencing factor analysis of travel destination for rural resident

YANG Qi<sup>1</sup>, YANG Yun-feng<sup>2</sup>, YUAN Hua-zhi<sup>1</sup>, FENG Zhong-xiang<sup>3</sup>, CI Yu-sheng<sup>4</sup>

(1. School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China; 2. Shaanxi College of Communications Technology, Xi'an 710018, Shaanxi, China; 3. School of Transportation Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, Anhui, China; 4. School of Communications Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, Heilongjiang, China)

**Abstract:** In order to analyze the influencing factors and influencing process of travel destination choice for rural residents, travel characteristic data of 3 329 rural residents were obtained through self-designed questionnaire. According to the distribution of conventional travel destinations of rural residents, the destinations were divided into neighboring villages, towns, counties and cities. Using disaggregate theory, personal, family and travel attributes such as rural residents genders, ages, education levels, annual household incomes, travel purposes and travel distances were considered as influencing factors, and four destinations were selected as four alternative parts, the travel destination choice behavior measurement model was established. The sensibility of each factor was analyzed combined with elastic theory. Analysis result shows that the

收稿日期:2013-04-18

基金项目:交通运输部西部交通建设科技项目(2011 318 820 1420);中央高校基本科研业务费专项资金项目(2013G1221025,2013G1221026,2013G1502061)

作者简介:杨琦(1963-),男,陕西白水人,长安大学教授,工学博士,从事道路运输经济研究。

corresponding elasticity values of travel distance and travel destination of rural resident are greater than 1, indicating that the above-mentioned factors on the travel destination choice are of flexibility and significant effect. The age, transfer and time are of flexibility for some destination choice, the corresponding elasticity values of genders, education levels, annual household incomes and total travel time are less than 1, indicating that the above-mentioned factors on the travel destination choice are of no inflexibility. 8 tabs, 5 figs, 20 refs.

**Key words:** traffic planning; rural resident; travel destination; travel characteristic; MNL model; sensitivity analysis

**Author resume:** YANG Qi(1963-), male, professor, PhD, +86-29-82334384, yangqi@chd.edu.cn.

## 0 引 言

农村居民出行规律是城乡交通规划的基础,对布置农村客运班线、分配运力等具有极其重要的作用,但出行规律受农村经济水平、地域特征、文化背景以及区域中村镇分布等因素的影响,不同地区表现出较为明显的差异,且难以定量分析。受传统因素与研究发展过程的限制,对农村居民出行研究相对较少,农村居民出行与城市居民相比在出行目的、时间、次数上也表现出很大的不同,所以用城市居民出行规律去分析指导乡村交通规划、交通组织和交通管理存在较多问题。农村居民出行目的地是出行规律的重要组成部分,尽管出行目的可能相同,但目的地的选择往往差异较大,而不同目的地势必影响农村居民的出行距离、方式和时间选择,所以是出行特征的关键影响因素。

对于居民出行规律的研究,国内外开展较早,且取得了丰富的研究成果, Saleh 等构建了爱丁堡市中心城居民工作出行与非工作出行的出发时间选择模型,模拟了当收取拥挤费用时出行者出发时间的变化情况<sup>[1-2]</sup>; Ozbay 等建立了考虑出行时间价值的出发时刻选择模型,利用模型分析评价美国新泽西州出台的拥挤收费政策<sup>[3]</sup>; Hensher 等使用非集计模型对居住地选择和出行方式进行联合选择模型估计,建立了居住地址和出行方式联合选择模型<sup>[4]</sup>; Kwigizie 等选取个人属性、社会经济属性、出行特性等属性因素建立联合选择模型,应用交叉分层 Logit 模型对居民的出行方式概率进行估计,结果表明分层 Logit 能更直观地表示实际建模情况的相关复杂结构<sup>[5]</sup>; 陈尚云等通过模拟城市的不同形态和种类,对重力模型的适用性和参数的取值范围进行了定性和定量分析,并对中国部分特大城市的出行分布进行验证,提出了对应的重力模型及其参数取值范围<sup>[6]</sup>; 张政等以北京市 2005 年出行调查数据

中部分老年人个体出行行为信息为对象,分析了老年人在出行率、出行时间、出行距离、出发时间、出行方式及出行目的等方面的特征以及老年人出行行为随年龄变化的规律,比较了北京城八区与远郊区县老年人出行行为的差异,研究了老年人的出行特征与出行行为属性<sup>[7]</sup>; 徐婷等以北京市部分区域居民出行基础数据,使用相关性分析筛选与居民出行方式选择密切相关的影响因素,以小汽车出行方式的效用函数与公共交通出行方式的效用函数的差值构建新效用函数,分析了出行成本对居民出行方式的影响<sup>[8]</sup>; 赵建有等应用 700 份调研样本数据,分析了城市低收入人群的年龄分布与就业状况,并结合非集计模型理论,分析了影响低收入人群出行方式选择的因素<sup>[9]</sup>; 杨励雅等基于随机效用最大化理论,选取出行者特征、行程特性与出行方式服务水平作为效用变量,以出行方式与出发时间作为选择肢,构建了出发时间位于下层与出行方式位于下层的 2 种居民出行模型,分析了北京市居民出行样本数据,并模拟了在早高峰时段对小汽车出行收取费用时,小汽车出行者出行行为的变化<sup>[10]</sup>; 陈团生等在考虑影响旅客出行选择行为的各种因素的基础上,利用非集计理论,构造了旅客出发时刻和运输方式选择行为的双层巢式逻辑决策模型,利用最大似然法对模型参数进行估计,分析了客运通道引入客运专线对旅客出行选择行为的影响<sup>[11]</sup>; 冯忠祥等应用非集计模型和统计方法对农村居民开展了系统的出行规律研究,研究对象主要包括农村居民出行一般特征、出行方式、出行距离、出行次数和出行时间等<sup>[12-14]</sup>。

上述研究对象大多为城市居民,关于农村居民的研究较少,研究的焦点大多集中在出行时间与出行成本方面,缺少对出行目的地选择的建模和分析。本文以非集计理论为基础,针对出行目的地选择在交通规划和区域规划中的作用,设计调查问卷,对农村居民出行目的地开展研究,构建行为选择模型,并

进行因素敏感度分析,系统性地获得农村居民在选择目的地时相关决策过程与机理。

## 1 农村居民出行调研

结合交通运输部西部交通建设科技项目《西部地区城乡客运一体化规划关键技术研究》子课题《城乡居民出行特性分析及客运规划关键技术》设计了《农村居民出行调查问卷》,获得农村居民出行构成情况。农村居民出行调查样本为全国9个省份的129个自然村的3400余户农民,调查获得有效问卷3329份,涉及人口12118人,调查内容主要包括人口数量、年龄结构、性别比例、教育程度、年收入状况、从事职业等内容。经过对调查数据统计,在调查的12118人中,男性占52.9%,女性占47.1%,对应的人数分别为6410、5708人。在所调查的对象中,家庭中人口成员最少为2人,最多为10人,按照家庭为单位得到的平均人数为4.91人。不同类型的统计结果分别见图1~4。

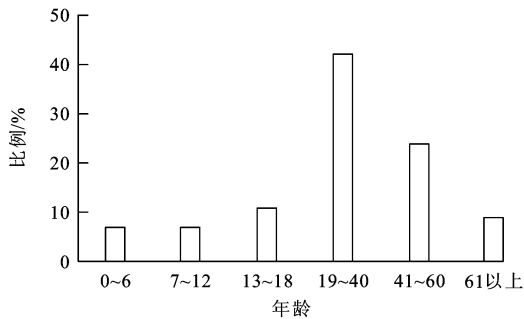


图1 年龄分布

Fig. 1 Distribution of ages

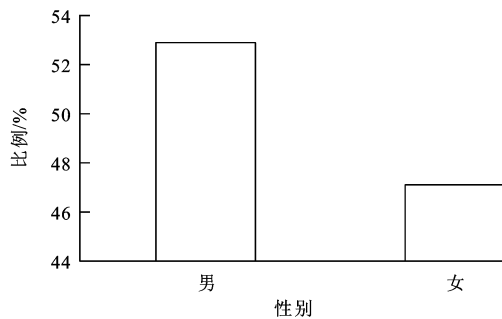


图2 性别分布

Fig. 2 Distribution of genders

## 2 农村居民出行目的地建模

当分析出行者个人交通行为时,由于非集计模型克服了集计模型产生的诸多问题,选择肢的减少或者增加不影响其他选择肢被选概率的大小。多项Logit(MNL)模型是非集计模型中常用的模型之

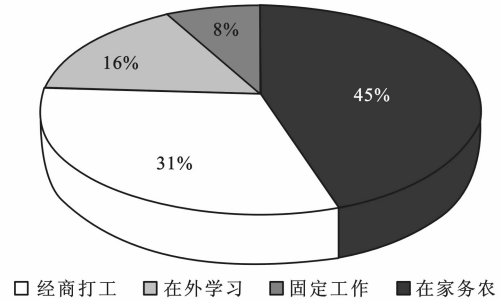


图3 职业分布

Fig. 3 Distribution of professions

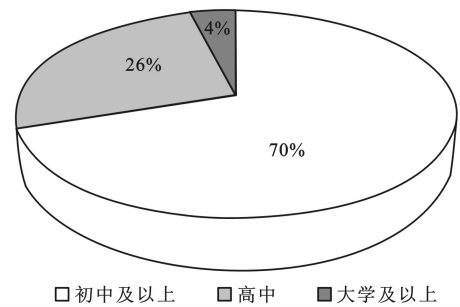


图4 教育程度分布

Fig. 4 Distribution of education levels

一,在交通领域中应用较多<sup>[15-18]</sup>。本文基于农村居民出行调查数据,随机抽取2329份相关数据,利用非集计理论建立MNL模型。

### 2.1 模型构建思路

非集计模型的效用函数由固定项和随机项组成,第 $n$ 个出行者选择第 $i$ 种方案的效用函数为

$$U_{in} = V_{in} + \epsilon_{in} \quad (1)$$

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

式中: $U_{in}$ 为第 $n$ 个出行者选择第 $i$ 个方案的效用函数; $V_{in}$ 为效用函数的固定项; $\epsilon_{in}$ 为效用函数的随机项; $K$ 为特性变量的个数; $\theta_k$ 为第 $k$ 个变量对应的参数; $X_{ink}$ 为第 $n$ 个出行者选择第 $i$ 种方案的第 $k$ 个特性变量。

假设式(1)中 $\epsilon_{in}$ 和 $V_{in}$ 相互独立,而且 $\epsilon_{in}$ 服从Gumbel分布的前提下,第 $n$ 个出行者选择第 $i$ 种出行目的地方案的概率 $P_{in}$ 为

$$P_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{i=1}^{I_n} e^{V_{in}}} \quad (3)$$

式中: $I_n$ 为可供选择方案的个数。

依据农村居民出行的基本特征与非集计理论对出行者的属性要求,MNL模型的计算流程见图5, $t$ 与 $\rho^2$ 分别为影响因素的检验值与决定系数。

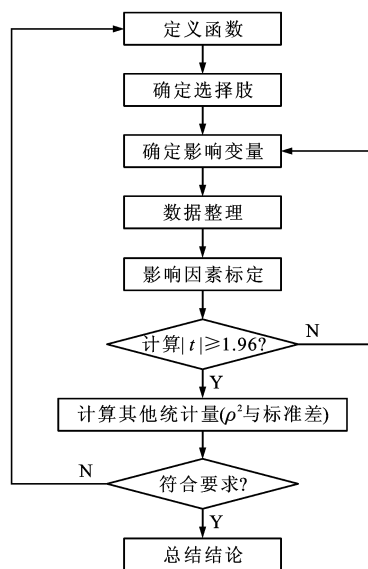


图 5 计算流程

Fig. 5 Calculation flow

## 2.2 选择肢和影响变量的确定

根据出行数据的调查结果,农村居民的出行目的地主要分为邻村、乡镇、县城和市区,以上 4 个目的地作为模型的 4 个选择肢分别用 A、B、C、D 表示,分别取值为 0、1、2、3。将影响农村居民出行目的地选择的因素分为个人属性、家庭属性和出行属性 3 类,见表 1。

## 2.3 影响因素的标定与分析

本文选用常用的交通分析软件 TransCAD 进行模型影响因素标定,结果见表 2。由表 2 可以看出,影响因素的最小检验绝对值为 1.992 496,符合计算要求,可见,以上 13 个影响因素均可以显著影响出行目的地选择行为。在非集计理论中,用  $\rho^2$  判断模型的拟合度,一般情况下, $\rho^2$  值在 0.2~0.4 之间时,则可以认为吻合度很好,本文所建模型的  $\rho^2$  为 0.316 382,说明所建立的模型真实。

表 1 模型影响因素

Tab. 1 Influencing factors of model

影响因素	变量	说明
个人属性	性别	$X_1$ 男性取 1,女性取 0
	年龄	$X_2$ 实际年龄数值
	教育程度	$X_3$ 划分为 3 类:初中及以下、高中、大学及以上,分别取值为 0、1、2
家庭属性	家庭年总收入	$X_4$ 划分为 5 级:5 000 元及以下、5 001~10 000、10 001~15 000、15 001~20 000、20 001 元及以上,分别取值为 0、1、2、3、4
	自行车数量	$X_5$ 取值为家庭实际拥有的自行车数量
	摩托车数量	$X_6$ 取值为家庭实际拥有的摩托车数量
	农用车数量	$X_7$ 取值为家庭实际拥有的农用车数量
	私家车数量	$X_8$ 取值为家庭实际拥有的私家车数量
出行属性	出行距离	$X_9$ 划分为 5 段:0~3.0、3.1~8.0、8.1~15.0、15.1~30.0、30.1 km 及以上,分别取值为 0、1、2、3、4
	出行目的	$X_{10}$ 划分为 8 类:进城购物、做生意、赶集会、上学、看病、打零工、走亲戚、其他,分别取值为 0、1、2、3、4、5、6、7
	出行时间	$X_{11}$ 划分为 9 级:0:01~4:00、4:01~6:00、6:01~8:00、8:01~10:00、10:01~12:00、12:01~14:00、14:01~16:00、16:01~19:00、19:01~24:00,分别取值为 0、1、2、3、4、5、6、7、8
	是否换乘	$X_{12}$ 哑变量,是为 1,否则为 0
	换乘所需时间	$X_{13}$ 划分为 5 类:30 min 及以下、31~60、61~90、91~120、121 min 及以上,分别取值为 0、1、2、3、4

## 3 模型实证分析

在 A、B、C、D 四个目的地上,各个影响因素参数值见表 3,对应的效用函数用固定项代替, $V_0$ 、 $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  分别为

$$V_0 = 0.801\ 581X_1 + 0.457\ 110X_3 + 0.546\ 380X_5 + 0.291\ 345X_7 + 0.421\ 341X_8 + 1.616\ 936X_{10} + 0.164\ 276X_{11} + 1.124\ 081X_{13}$$

$$V_1 = 0.040\ 864X_2 + 0.377\ 273X_4 + 0.546\ 380X_5 + 0.783\ 486X_6 + 0.421\ 341X_8 + 0.983\ 622X_9 +$$

$$0.164\ 276X_{11} + 2.485\ 861X_{12} + 1.124\ 081X_{13}$$

$$V_2 = 0.801\ 581X_1 + 0.040\ 864X_2 + 0.457\ 110X_3 + 0.377\ 273X_4 + 0.291\ 345X_7 + 1.616\ 936X_{10} + 0.164\ 276X_{11} + 2.485\ 861X_{12}$$

$$V_3 = 0.801\ 581X_1 + 0.457\ 110X_3 + 0.546\ 380X_5 + 0.783\ 486X_6 + 0.421\ 341X_8 + 0.983\ 622X_9 + 1.616\ 936X_{10} + 1.124\ 081X_{13}$$

将上述  $V_0$ 、 $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  的值代入式(3),可得选择 4 个对应区间的选择概率  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  分别为

表 2 标定结果  
Tab. 2 Calibration results

影响因素	变量	参数值	标准差	t 检验绝对值
性别	X <sub>1</sub>	0.801 581	0.001 678	2.687 741
年龄	X <sub>2</sub>	1.940 864	0.030 409	3.550 472
教育程度	X <sub>3</sub>	0.457 110	0.156 566	2.097 060
家庭年总收入	X <sub>4</sub>	0.377 273	0.584 740	2.867 072
自行车数量	X <sub>5</sub>	0.546 380	0.774 073	2.197 897
摩托车数量	X <sub>6</sub>	0.783 486	0.200 635	3.330 266
农用车数量	X <sub>7</sub>	0.291 345	0.378 510	1.992 496
私家车数量	X <sub>8</sub>	0.421 341	0.345 519	2.266 839
出行距离	X <sub>9</sub>	0.983 622	0.942 807	2.666 729
出行目的	X <sub>10</sub>	1.616 936	0.456 498	3.450 183
出行时间	X <sub>11</sub>	0.164 276	0.730 028	2.511 232
是否换乘	X <sub>12</sub>	2.485 861	0.286 374	4.105 435
换乘所需时间	X <sub>13</sub>	1.124 081	0.452 829	2.035 207

表 3 影响因素的参数值  
Tab. 3 Parameter values of influence factors

影响因素	变量	目的地			
		A	B	C	D
性别	X <sub>1</sub>	0.801 581		0.801 581	0.801 581
年龄	X <sub>2</sub>		0.040 864	0.040 864	
教育程度	X <sub>3</sub>	0.457 110		0.457 110	0.457 110
家庭年总收入	X <sub>4</sub>		0.377 273	0.377 273	
自行车数量	X <sub>5</sub>	0.546 380	0.546 380		0.546 380
摩托车数量	X <sub>6</sub>		0.783 486		0.783 486
农用车数量	X <sub>7</sub>	0.291 345		0.291 345	
私家车数量	X <sub>8</sub>	0.421 341	0.421 341		0.421 341
出行距离	X <sub>9</sub>		0.983 622		0.983 622
出行目的	X <sub>10</sub>	1.616 936		1.616 936	1.616 936
出行时间	X <sub>11</sub>	0.164 276	0.164 276	0.164 276	
是否换乘	X <sub>12</sub>		2.485 861	2.485 861	
换乘所需时间	X <sub>13</sub>	1.124 081	1.124 081		1.124 081

$$P_0 = \frac{e^{V_0}}{e^{V_0} + e^{V_1} + e^{V_2} + e^{V_3}}$$

$$P_1 = \frac{e^{V_1}}{e^{V_0} + e^{V_1} + e^{V_2} + e^{V_3}}$$

$$P_2 = \frac{e^{V_2}}{e^{V_0} + e^{V_1} + e^{V_2} + e^{V_3}}$$

$$P_3 = \frac{e^{V_3}}{e^{V_0} + e^{V_1} + e^{V_2} + e^{V_3}}$$

为分析模型的正确性,在数据库中选取其余剩下的 1 000 份调查结果作为验证数据。如其中一名农村居民的数据 X<sub>1</sub>~X<sub>13</sub> 分别为 1、37、1、3、2、1、0、0、2、2、3、0、0,求出 V<sub>0</sub>~V<sub>3</sub> 分别为 6.078 151、6.980 105、7.629 178、8.336 053,计算去邻村、乡镇、县城和

市区概率结果 P<sub>0</sub>~P<sub>3</sub> 分别为 0.056 358、0.138 889、0.265 802、0.538 951,所以判断该农村居民出行目的地为市区。对 1 000 份判断结果求平均值,得到模型计算结果,统计 1 000 名农村居民出行目的地调查结果,计算两者的绝对误差,结果见表 4。

表 4 绝对误差  
Tab. 4 Absolute errors

出行目的地		邻村	乡镇	县城	市区
实际统计数据	数量	67	432	345	156
	比例/%	6.7	43.2	34.5	15.6
模型计算结果	数量	75	456	318	151
	比例/%	7.5	45.6	31.8	15.1
绝对误差值/%		0.8	2.4	2.7	0.5

由表 4 可知,模型计算的出行目的地选择与实际统计结果值较接近,且各项绝对误差值较小,可以满足实际使用要求。所以模型相关因素与变量范围选取比较科学合理,模型正确,具有一定的适应性,尤其是本文数据量较大,尽管非集计模型对数据量要求不是很大,但丰富的数据量,对模型的准确性有着较为重要的作用。

4 计算结果分析

在分析以上 13 个因素对农村居民出行目的地选择的影响时,需对选择模型进行灵敏度分析。灵敏度分析用于定性或定量地评价模型参数变化对模型结果产生的影响,是模型参数化过程和模型校正过程中的有用工具。针对本文模型,第 k 个特性变量变化时,第 i 个方案概率的弹性值 E 为

$$E = \theta_k X_{ink} (1 - P_{in})$$

对于弹性值,采用其绝对值来分析,弹性值的绝对值可以从 0 到无穷大,具体范围与意义见表 5。

表 5 弹性值  
Tab. 5 Elastic values

范围	意义
E =0	计算结果完全不随影响因素的变化而变化,表现为完全无弹性
0< E <1	计算结果变化的程度比影响因素变化的程度小,表现为缺乏弹性
E =1	计算结果变化的程度与影响因素变化的程度完全一致,表现为单位弹性
E >1	计算结果变化的程度比影响因素变化的程度大,表现为富有弹性
E =+∞	影响因素任何细微的变化都可以导致计算结果无穷大的变化,表现为完全有弹性

4.1 个人属性

根据上述方法计算得到个人属性对应于不同选

择区间的选择概率、参数值与弹性值(以下各个影响因素的计算过程均相同),相关结果见表 6。

表 6 个人属性计算结果

Tab. 6 Calculation results of personal properties

目的地	选择概率	性别			年龄			教育程度		
		参数值	平均值	弹性值	参数值	平均值	弹性值	参数值	平均值	弹性值
A	0.069 218	0.801 581	0.472 642	0.352 637	0.040 864	41.353 816	1.572 912	0.457 110	0.564 234	0.240 065
B	0.462 329	0.801 581	0.534 725	0.230 459	0.040 864	37.458 913	0.823 024	0.457 110	0.556 482	0.136 769
C	0.327 752	0.801 581	0.554 660	0.298 885	0.040 864	35.364 811	0.971 498	0.457 110	0.572 336	0.175 874
D	0.140 701	0.801 581	0.585 371	0.403 202	0.040 864	33.468 437	1.175 224	0.457 110	0.551 180	0.216 500

由表 6 可知,在性别的平均值中,目的地为邻村时,平均值为 0.472 642,小于 0.5,说明女性略多,而其他 3 个目的地,平均值均大于 0.5,男性数量占多,即可以认为受传统思想影响,女性的出行范围仍较男性小,以邻村居多,而邻村一般为探亲或小事走访,非正常生活刚性需求。4 个出行目的地对应的弹性值均小于 1,说明性别的变化对农村人口目的地选择的影响缺乏弹性,即性别单因素往往不能对出行目的地选择起到关键性影响。4 个出行目的地对应的年龄平均值呈递减趋势,尤其是去市区居民的平均值比去邻村的要小 8 岁,说明年轻人更趋向于去更繁华、功能更全面的城镇和市区消费、打工、娱乐、购买生活必需品等,而年纪较长者,更偏向于离居住地更近一些的区域活动。出行目的地对应各年龄的弹性值中,乡镇和县城均小于 1,缺乏弹性,即年龄的变化对于选择此 2 个目的地的变化程度影响相对较小;而邻村和市区目的地的弹性值皆大于 1,此时对行为选择富有弹性,即年龄在这 2 个地区选择概率上表现出较大的影响,这也与年龄平均值能够相互印证。4 个出行目的地对应的农村居民受教育程度均值相差不大,说明受教育程度在各农村居民出行目的地选择分布中表现出一定的相似性,即差异性不是很大。同时各自对应的弹性值也均小于 1,缺乏弹性。平均值与参数值几乎无相关对应性,这与调研样本中农村居民 70%为初中及以下学历,文化素质较低有一定关系,即教育程度在建模过

程中无法表现出一定的差异性。

4.2 家庭属性

不同家庭属性对农村居民出行频次选择概率的弹性值见表 7,从中可以看出,邻村、乡镇、县城和市区对应的农村居民的家庭年总收入的平均值呈上升趋势,说明家庭年总收入与农村居民出行目的地选择有一定相关性,单次选择或许影响不明显,但总家庭收入与经济活动相关,越往经济活跃的城市,收入相对越高。但各个目的地对应的弹性值均小于 1,说明家庭年总收入对出行目的地选择缺乏弹性,且相差不大,说明在选择概率贡献中,收入影响程度也较为接近。但市区目的地对应的弹性值最大,说明相比较而言,收入对城市目的地选择与其他 3 个目的地相比,略微敏感。

表 7 家庭属性计算结果

Tab. 7 Calculation results of family properties

出行目的地	选择概率	家庭年总收入		
		参数值	平均值	弹性值
A	0.069 218	0.377 273	1.452 147	0.509 934
B	0.462 329	0.377 273	1.774 627	0.359 981
C	0.327 752	0.377 273	1.984 622	0.503 342
D	0.140 701	0.377 273	2.013 634	0.652 801

4.3 出行属性

与上述个人、家庭属性弹性值计算方法相同,可得出行属性计算结果,见表 8。

由表 8 可知,随着出行目的地由邻村、乡镇、县

表 8 出行属性计算结果

Tab. 8 Calculation results of travel properties

出行目的地	选择概率	出行距离			出行目的			出行时间			是否换乘			换乘所需时间		
		参数值	平均值	弹性值	参数值	平均值	弹性值	参数值	平均值	弹性值	参数值	平均值	弹性值	参数值	平均值	弹性值
A	0.069 218	0.983 622	1.457 402	1.334 306	1.616 936	3.846 211	5.788 605	0.164 276	3.474 521	0.531 272	2.485 861	0.337 561	0.781 047	1.124 081	0.326 412	0.341 517
B	0.462 329	0.983 622	1.993 451	1.054 267	1.616 936	3.136 471	2.726 784	0.164 276	4.374 856	0.386 415	2.485 861	0.432 731	0.578 378	1.124 081	0.754 612	0.456 077
C	0.327 752	0.983 622	2.715 341	1.795 486	1.616 936	3.475 245	3.777 529	0.164 276	4.335 482	0.478 786	2.485 861	0.456 352	0.762 617	1.124 081	1.989 361	1.503 283
D	0.140 701	0.983 622	3.052 811	2.580 313	1.616 936	3.576 582	4.969 416	0.164 276	4.772 492	0.673 695	2.485 861	0.512 731	1.095 244	1.124 081	2.419 371	2.336 923

城到市区的变化,出行距离的平均值呈增长趋势,且增长幅度较大,这与农村地域广阔相关,一般情况下,4个目的地的距离呈递增情况,且差距较大,说明出行距离和目的地选择有着直接的关系。同时对应的弹性值均大于1,说明出行距离的变化对目的地选择概率的影响富有弹性,而去市区的弹性值最大,基本是其他3个目的地的2倍以上,即出行距离对市区选择的影响程度是其他3个目的地影响程度的2倍以上,出行距离有着非常明显的敏感性。

按居民出行规律理解,出行目的直接决定着目的地的选择,因为不同目的的需求不同,而不同目的地的功能和作用也不同,往往两者呈单一对应,但也并非所有的都成唯一对应。如果看重病,往往只能选择市区医院,呈单一对应,但如果是小病,乡镇卫生所、县城医院和市区医院都可以,所有选择较多,此时其他因素会共同作用出行者,最终选择出行效用最大的目的地。

出行目的赋值为人为决定,且目的本身为离散非数字,所以各个目的地对应的目的均值从数学角度无相关意义,仅为后续计算弹性值提供桥梁。而各个出行目的地对应的出行目的弹性值均大于1,说明出行目的对出行目的地选择富有弹性,但正是由于出行目的是人为赋值,本身不具有规律性,相互之间也无相关性,所以不同目的对于出行目的地的影响不能具体量化,只能反映目的变化对出行目的地选择概率变化程度影响较大。

根据表8可知,各个出行目的地对应的出行时间均值除邻村较小外,其他3个地点均大于4,且相差不大,说明出行时间上较为接近,即选择邻村出行的往往相对较早。整体趋势并不是随着出行距离的增长出行时间越早,可能与农村居民上午下午均出行有很大关系,且目前农村居民中的年轻人夜晚喜欢出去娱乐有一定关联。而出行时间对应的弹性值均小于1,说明出行时间对目的地的选择缺乏弹性,即不同时间对出行目的地选择概率的影响程度较小。传统的农村居民出行只能依靠不是很便利的农村客运,出行时间受班车时间影响较大,所以如果没赶上班车,影响换乘,则当天无法再去目的地,而随着村村通道路的修建及农村班线的延伸,班车班次较为频繁,调研的部分地区甚至达到每5 min一班农村班车,基本与城市公交差不多,农村居民出行非常方便,不受时间的限制,所以出行时间对出行目的地选择概率影响程度较小。

各个出行目的地对应的是否换乘的均值呈递增

趋势,说明随着邻村、乡镇、县城和市区目的地变化,换乘逐渐增多,但增幅并不是很大,4个平均值中仅市区目的地的大于0.5,说明去市区目的地需换乘较多。结合弹性值变化情况,邻村、乡镇、县城对应的弹性值均小于1,缺乏弹性,说明农村居民去此3个目的地时,是否换乘对其的选择概率影响程度较小,但去市区目的地对应的弹性值大于1,富有弹性,结合均值,需换乘的占多数,说明去市区时,换乘对其选择概率的影响较大,农村居民选择该目的地时,需考虑换乘带来的影响。

各个出行目的地所需时间对应的平均值呈快速递增趋势,去邻村的为0.326 412,说明一般集中在30 min以内,而去乡镇为0.754 612,说明一般集中在60 min以内,去县城的为1.929 361,即31~90 min较多,但市区出行时间均值较高,为2.419 371,即90 min以上所需时间较多。这与农村区域分布特征较为吻合,与出行距离较为相关。根据对应的弹性值,邻村和乡镇的小于1,缺乏弹性,说明在选择该2个目的地时,所需时间对选择概率影响较小,即出行所需时间敏感性较差;但去县城和市区时,由于距离较远,农村居民需考虑出行所需时间,此时弹性值大于1,富有弹性,且分别是邻村的4.4倍和6.8倍,是乡镇的3.3倍和5.1倍,即所需时间对市目的地选择概率的影响程度是邻村的6.8倍,是乡镇的5.1倍,对县城目的地选择概率的影响程度是邻村的4.4倍,是乡镇的3.3倍。

## 5 结 语

本文应用农村居民出行调查数据建立了农村居民出行目的地选择行为模型,经相关检验,模型合理、精确,且模型计算的出行目的地选择与实际统计结果值较接近,且各项绝对误差值较小,最大仅为-2.7%,可以满足实际使用要求。从弹性值分析结果看,本文模型能准确地反映农村居民个体出行目的地选择的特征,具有高的可操作性和可移植性。经模型影响因素弹性值分析,出行属性中出行距离和出行目的2个因素对出行目的地选择行为影响较大,起决定性作用,而年龄、是否换乘和所需时间3属性对部分目的地的选择概率影响程度较大。

### 参考文献:

### References:

- [1] SALEH W, FARRELL S. Implications of congestion charging

- for departure time choice; work and non-work schedule flexibility[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2005, 39(7/8/9): 773-791.
- [2] LEMP J D, KOCKELMEN K M, DAMIEN P. The continuous cross-nested logit model: formulation and application for departure time choice[J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2010, 44(5): 646-661.
- [3] OZBAY K, YANMAZ-TUZEL O. Valuation of travel time and departure time choice in the presence of time-of-day pricing[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2008, 42(4): 577-590.
- [4] HENSHER D A, GREME W H. Specification and estimation of the nested logit model: alternative normalizations[J]. *Transportation Research Part B: Methodology*, 2002, 36(1): 1-17.
- [5] KWIGIZIE V, VALERIAN D, SANDO T. A cross-nested logit model for trip type-mode choice: an application[J]. *Advances in Transportation Studies*, 2011, 23(2): 29-40.
- [6] 陈尚云, 杜文, 高世廉. 我国特大城市出行分布模型及其参数的研究[J]. *系统工程*, 2002, 20(4): 63-66.
- CHEN Shang-yun, DU Wen, GAO Shi-lian. The study on the model and parameter of urban-trip distribution in metropolises of China[J]. *Systems Engineering*, 2002, 20(4): 63-66. (in Chinese)
- [7] 张政, 毛保华, 刘明君, 等. 北京老年人出行行为特征分析[J]. *交通运输系统工程与信息*, 2007, 7(6): 11-20.
- ZHANG Zheng, MAO Bao-hua, LIU Ming-jun, et al. An analysis of travel patterns of the elders in Beijing[J]. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 2007, 7(6): 11-20. (in Chinese)
- [8] 徐婷, 蓝臻, 胡大伟, 等. 出行成本对居民出行方式的影响[J]. *交通运输工程学报*, 2013, 13(1): 91-97.
- XU Ting, LAN Zhen, HU Da-wei, et al. Influence of trip cost on trip mode for resident[J]. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2013, 13(1): 91-97. (in Chinese)
- [9] 赵建有, 袁华智, 蹇小平, 等. 城市低收入人群出行方式选择模型[J]. *长安大学学报: 自然科学版*, 2012, 32(4): 65-69.
- ZHAO Jian-you, YUAN Hua-zhi, JIAN Xiao-ping, et al. Selection model of travel mode for urban low-income population[J]. *Journal of Chang'an University: Natural Science Edition*, 2012, 32(4): 65-69. (in Chinese)
- [10] 杨励雅, 邵春福, HAGHANI A. 出行方式与出发时间联合选择的分层 Logit 模型[J]. *交通运输工程学报*, 2012, 12(2): 76-83.
- YANG Li-ya, SHAO Chun-fu, HAGHANI A. Nested logit model of combined selection for travel mode and departure time[J]. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2012, 12(2): 76-83. (in Chinese)
- [11] 陈团生, 毛保华, 高利平, 等. 客运专线旅客出行选择行为分析[J]. *铁道学报*, 2007, 29(3): 8-12.
- CHEN Tuan-sheng, MAO Bao-hua, GAO Li-ping, et al. Research about passenger travel choice behavior of dedicated passenger railway line[J]. *Journal of the China Railway Society*, 2007, 29(3): 8-12. (in Chinese)
- [12] 冯忠祥. 农村人口出行特征及运力结构分配模型研究[D]. 西安: 长安大学, 2010.
- FENG Zhong-xiang. Research on person trip characteristics and the capacity structure model of passenger transport for rural population[D]. Xi'an: Chang'an University, 2010. (in Chinese)
- [13] 刘浩学, 冯忠祥, 赵炜华, 等. 中国农村人口活动出行距离分布模型[J]. *长安大学学报: 自然科学版*, 2010, 30(6): 68-71.
- LIU Hao-xue, FENG Zhong-xiang, ZHAO Wei-hua, et al. Trip distance distribution mode of Chinese rural population[J]. *Journal of Chang'an University: Natural Science Edition*, 2010, 30(6): 68-71. (in Chinese)
- [14] FENG Zhong-xiang, YUAN Hua-zhi, LIU Jing, et al. Selection model of trip time for rural population[J]. *Journal of Central South University of Technology*, 2013, 20(1): 274-278.
- [15] BOYD J H, MELLMAN R E. The effect of fuel economy standards on the U. S. automotive market: a hedonic demand analysis[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 1980, 14(2): 367-378.
- [16] CARDELL N S, DUNBAR F C. Measuring the societal impacts of automobile down-sizing[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 1980, 14(2): 423-434.
- [17] 关宏志, 王鑫, 王雪. 停车需求预测方法研究[J]. *北京工业大学学报*, 2006, 32(7): 600-604.
- GUAN Hong-zhi, WANG Xin, WANG Xue. The research on forecasting method for parking demanding[J]. *Journal of Beijing University of Technology*, 2006, 32(7): 600-604. (in Chinese)
- [18] 刘伟铭, 李蓉. ETC 系统缴费方式随机选择模型[J]. *中国公路学报*, 2006, 19(5): 77-82.
- LIU Wei-ming, LI Rong. Random choice model for pay charge way of ETC system[J]. *China Journal of Highway and Transport*, 2006, 19(5): 77-82. (in Chinese)
- [19] 金安. LOGIT 模型参数估计方法研究[J]. *交通运输系统工程与信息*, 2004, 4(1): 71-75.
- JIN An. On methodology of parameter estimation in LOGIT model[J]. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 2004, 4(1): 71-75. (in Chinese)
- [20] 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. (in Chinese)