

电动汽车购买意愿的离散选择分析

黄 冰, 干宏程

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

摘要: 探索了消费者对电动汽车购买选择行为的影响因素. 研究采用意向调查方法, 通过设置电动汽车的不同属性(价格、补贴政策、续航里程和充电方式)和水平来获取郑州市民购买电动汽车意愿的行为数据. 应用离散选择模型, 分析意向数据, 建立电动汽车购买意愿的二元 logit 模型. 研究发现: 电动汽车的购买价格、政府补贴、续航里程和充电方式均是影响消费者购买的重要因素; 男性消费者更容易接受电动汽车; 年龄越大的消费者选择电动汽车的倾向越大; 驾龄为 0~4 年的人群较之驾龄为 4 年以上的人群, 选择电动汽车的概率较小; 注重电动汽车性能的消费者选择电动汽车的态度更为保守.

关键词: 电动汽车; 购买意愿; SP 调查; 离散选择分析; 二元 logit 模型

中图分类号: U 491 **文献标志码:** A

Discrete Choice Analysis on Demand for Electric Vehicles

HUANG Bing, GAN Hongcheng

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: The influential factors of the demand for electric vehicles were investigated to understand its impact on market shares. A stated preference survey was conducted to collect consumers' hypothetical choice data in Zhengzhou by setting different attributes(price, government subsidies, driving range and charging time) and levels. A binary logit model was developed to analyze the stated preference data. The results by the model show that price, government subsidies, driving range and charging time are all important attributes, and particularly individuals were willing to buy if actual price is lower, range is longer and charging time is less. It is found that male consumers prefer to buy electric vehicles. Meanwhile, older people and younger drivers are more inclined to choose. In addition, it is found that the consumers who focus on quality are less likely to choose electric cars.

Key words: electric vehicles; willingness; stated preference survey; discrete choice analysis; binary logit model

收稿日期: 2014-06-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51008195); 上海市自然科学基金资助项目(15ZR1428100); 上海市一流学科建设资助项目(S1201YLXX)

第一作者: 黄 冰(1990-), 女, 硕士研究生. 研究方向: 交通规划. E-mail: 630315223@qq.com

通信作者: 干宏程(1978-), 男, 副教授. 研究方向: 交通规划、智能交通、交通系统工程. E-mail: hongchenggan@126.com

电动汽车作为新型的绿色交通工具,越来越受到人们的关注.2012年7月9日,国务院正式发布了《节能与新能源汽车产业发展规划(2012—2020年)》.规划称新能源汽车产业发展将以纯电驱动为新能源汽车发展和汽车工业转型的主要战略取向,当前重点推进纯电动汽车和插电式混合动力汽车产业化.在销量上,到2015年,纯电动汽车和插电式混合动力汽车累计产销量力争达到50万辆;到2020年,纯电动汽车和插电式混合动力汽车生产能力达200万辆,累计产销量超过500万辆.然而,根据统计,2013年我国的新能源汽车共计销售1.7万辆.其中,纯电动销售14 604辆,插电式混合动力销售3 038辆.而美国2013年全年共计销售新能源汽车9.7万辆,是中国新能源汽车销售量的5.7倍.中国与美国几乎同一年开始发展新能源汽车,但在销量上却严重落后于美国.因此,研究国内消费者对于电动汽车的购买行为有着重要的现实意义.

近年来,新能源汽车的相关研究越来越受学术界的关注.关于电动汽车等可替代能源汽车购买意愿的研究工作在国外开展较多,学者们主要利用意向行为(stated preference, SP)数据和实际行为(revealed preference, RP)数据,采用离散选择分析方法,建立相关的分析模型来探索消费者购买选择的影响因素^[1-8].Brownstone等^[1]在California地区关于可替代能源汽车的需求,开展了SP调查工作,并结合所得数据建立了MNL(multinomial logit model)模型,并在之前工作的基础上结合RP/SP数据,建立了mixed logit模型,考虑了随机误差的相关性^[2-3].Bunch等^[4]结合SP数据针对汽车的选择和能源的选择分别建立了巢式多元logit模型和二元logit模型.Potoglou等^[5]通过SP调查研究了消费者对于3种类型汽车(燃油汽车、混合动力和可替代能源汽车)的购买意愿,设置了汽车基本属性和财政激励,建立了nested logit模型.Beggs等^[6]通过调查个人对电动汽车的购买意愿,建立了ordered logit模型,对于尚未出现的电动汽车进行了市场预测,对新产品的预测分析有着十分重要的意义.Glerum等^[7]在SP调查中设置了3种选择:你现有的汽车、某品牌的燃油车和某品牌的电动汽车,针对这3种选择分别设置了10个相关属性(品牌、价格、补贴等),通过调查数据建立latent variable模型,并预测了未来电动汽车的市场份额.Hidru等^[8]在SP调查中共设置了5个电动汽车属性,建立了latent class模型,研究表明续航里程、燃料节约和充电时

间是被调查者选择电动汽车的关键因素,被调查者愿意花费额外的费用来获得电动汽车较高的使用价值,同时建议大幅度降低电池费用才能使电动汽车更加经济可行.国内学者也相继展开了新能源汽车产业的研究工作,研究大多局限于新能源汽车行业的发展现状和发展瓶颈^[9]、税收和相关优惠政策^[10-11]、技术评价与发展战略^[12-13]等,而关于电动汽车购买因素的研究并不多见.郭春林等^[14]通过调查,对电动汽车发展前景和关键因素进行了实证研究.马钧等^[15]从消费者固有属性和需求环境出发,获取了影响消费者购买纯电动汽车的6大因素,并由此构建了分析模型.

本文利用SP调查获取郑州市消费人群选择购买汽车的统计数据,采用离散选择分析方法对电动汽车的购买意愿进行建模,探索购买选择的影响因素.

1 电动汽车购买意愿的SP调查问卷设计

SP调查弥补了传统RP调查的缺陷,可以获得人们在假定条件下的多个选择方案所表现出来的主观偏好,从而对现实中不存在或是还未广泛开展的项目、行为以及服务等进行意愿性调查研究^[16-17].

本研究采用SP调查方法,针对国内尚未普及的电动汽车设计调查问卷,获取消费者购买选择行为数据.本次问卷设计中SP调查分为3部分,第一部分为被调查者的个人属性,包括社会经济属性、出行属性和购买行为相关属性;第二部分有关购买汽车的行为属性,如购车用途、购车时主要考虑因素、是否了解电动汽车等5个问题;第三部分为SP情境设计,其中,电动汽车设置了4个属性,分别为购买价格、补贴政策、续航里程和充电方式,每个属性均有3个水平,一共9个假设情景.其中,燃油汽车根据实际情况只设置了价格和续航里程2个属性,并且属性水平保持不变,分别是20万元和450 km.这样设置是为将燃油汽车作为对比选项,可以使被调查者更好地进行属性对比,从而作出选择.这里燃油汽车的价格20万元,并不是一个实际的数值,而是作为电动汽车的价格的一个参考,电动汽车价格的3个水平设置分别为20,30,40万元,即燃油汽车的同等价格、燃油汽车价格的1.5倍和燃油汽车价格的2倍.各地区和城市电动汽车的补贴政策并不相同,补贴额度大概在4~8万元之间.由于上海已经实施电动汽车免费上牌照等政策,本研究设置了免

费上牌照、4 万元和 8 万元的 3 种情况. 燃油汽车的续航里程一般为 450 km, 然而根据国内市场上已出售的电动汽车来看, 其续航里程也不尽相同, 较好的续航里程可以达到 150 km 左右, 有些甚至可以达到 300 km, 因此属性水平设置为 150, 220 和 300 km. 最后考虑的是电动汽车的充电方式, 市面上的大多数电动汽车都设计采用家庭充电 4~6 h,

这是因为国内的电动汽车充电设施没有普及, 如果在专业充电站充电 20~30 min 即可. 因此, 设置了家庭充电 4 h 和专业充电 20 min. 通过与一些驾驶员沟通发现, 大多数驾驶员希望充电可以像加油一样时间较短, 因此, 另一种情况假设电动汽车可以更换电池, 随换随走. 最终, 四因素三水平采用正交设计, 共生成 9 种情景, 如表 1 所示.

表 1 SP 问卷中电动汽车的属性及其选择比例

Tab.1 Scenario design for stated preference questions

情景	燃油汽车		电动汽车				电动汽车选择比例 %
	价格/万元	续航里程/km	价格/万元	政府补贴/万元	续航里程/km	充电方式	
1	20	450	40	4	220	充电站更换电池, 随换随走	3.33
2	20	450	30	8	150	家庭充电 4 h	10
3	20	450	30	免费牌照	300	充电站充电 20 min	30
4	20	450	40	4	150	充电站充电 20 min	0
5	20	450	20	4	300	家庭充电 4 h	60.0
6	20	450	20	免费牌照	150	充电站更换电池, 随换随走	36.7
7	20	450	40	免费牌照	220	家庭充电 4 h	0
8	20	450	30	8	300	充电站更换电池, 随换随走	80.0
9	20	450	20	8	220	充电站充电 20 min	53.3

SP 调查地点为郑州市某商场, 调查时间为 2014 年 2 月. 随机调查 37 名消费者, 剔除无效问卷, 最终得到 30 份有效问卷, 于是共有 270(30×9) 份样本数据.

2 SP 调查结果分析

2.1 个体属性统计分析

被调查者的个体属性分为 3 个部分: 社会经济属性(6 个)、出行属性(3 个)和购买选择属性(4 个), 统计结果如表 2 所示.

根据统计结果可以看出: 调查对象中男性较多, 占 2/3; 考虑中、青年人群为购买车辆的主力人群, 年龄构成以中、青年为主, 绝大部分为 50 岁以下; 多数被调查者的驾龄集中在 0~4 年; 由于调查地区为二线城市, 经济收入一般, 月收入多为 5 000 元以内; 学历中大学及以上占 60%; 职业分布中, 企业所占比例最大; 出行属性中, 通勤距离分布比较集中, 10 km 以内的占 2/3; 大多数的人都没有小轿车, 且购车用途分布比较分散; 关于购买选择属性中, 绝大多数听说过但并不了解电动汽车; 有 2/3 的人在将来几年内, 有意愿购买汽车, 但绝大多数人并没有购买电动汽车的打算.

购买选择属性调查中的购车因素为多选题, 将

表 2 个体属性统计结果

Tab.2 Personal property statistical results

个体属性	统计结果/%
性别	男: 66.7; 女: 33.3
年龄	18~29: 56.7; 30~39: 23.3; 40~49: 16.7; 50~59: 3.3; 60 以上: 0
驾龄/年	0~4: 86.7; 5~10: 13.3; 10 以上: 0
月收入/元	3 000 以下: 66.7; 3 000~5 000: 30.0; 5 000~8 000: 3.3; 8 000 以上: 0
学历	中学及以下: 40.0; 大学: 56.7; 研究生及以上: 3.3
职业	个体经营: 10.0; 企业: 63.3; 事业单位: 13.3; 学生: 6.7; 其他: 6.7
通勤距离/km	10 以内: 66.7; 10~30: 33.3; 30~50: 0; 50 以上: 0
拥有小轿车数量/辆	0: 76.7; 1: 20.0; 2 及以上: 3.3
购车用途	上下班代步: 46.7; 商务用途: 6.7; 出游消遣: 26.7; 爱好收藏: 3.3; 其它: 16.7
电动汽车了解度	完全没听说过: 3.4; 听说过但不是很了解: 83.3; 比较了解: 13.3; 完全了解: 0
未来 3~5 年是否考虑购买汽车	是: 66.7; 否: 33.3
是否已经计划考虑购买电动汽车	是: 10.0; 否: 90.0

其频数和百分率按多重响应分级, 如表 3 所示. 从统计结果可以看出, 性能和价格是人们选择购买的重要因素; 品牌、国家政策和车型外观也是被调查者的考虑因素; 然而有极少数人选择排量这一特性.

表3 购买因素统计结果

Tab.3 Purchase factors statistical results

购买汽车考虑因素	响应		百分率 2/%
	频数	百分率 1/%	
价格	234	28.9	86.7
品牌	81	10.0	30.0
性能	243	30.0	90.0
排量	45	5.6	16.7
国家政策	90	11.1	33.3
车型外观	117	14.4	43.3
总计	810	100	300

注:百分率1为各选项响应频数占总响应频数的百分率,即 $N/810$;
百分率2为各选项响应的案例数占总的案例数的百分率,即 $N/270$

2.2 SP 调查统计分析

被调查者对9种情景的选择结果如图1所示。从图1可以看出,情景5、情景8和情景9中选择电动汽车的比例超过一半;情景1、情景2和情景3选择电动汽车的比例较小;而情景4和情景7没有人选择电动汽车,全部选择的是燃油汽车。上述选择结果的可能原因如下:

a. 情景5、情景8和情景9中电动汽车和燃油汽车的实付款价格相当,同时续航里程均在220 km以上,3种充电方式均有,说明价格和续航里程是消费者购买选择的重要因素,在价格较低时,充电方式的重要性就降低了。

b. 情景1中电动汽车价格较高,续航里程220 km,但充电方式快捷,说明价格较高时,充电方式就成为比较重要的因素;情景2中续航里程最低,充电不方便,但价格和燃油汽车相差不大,因此也有一些人选择了电动汽车;情景3中电动汽车的价格比燃油汽车高10万元,充电较为方便,但续航里程最大,因此有30%的人选择电动汽车。

c. 情景4和情景7中电动汽车的价格是燃油汽车的2倍,续航里程和充电方式都不是最优,因此没有人选择。

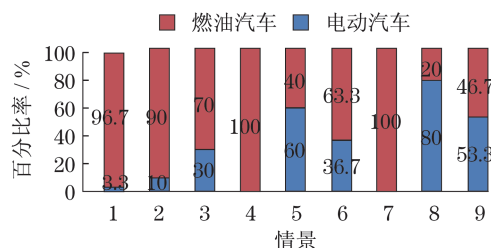


图1 SP情景的选择比例

Fig.1 Chosed proportion of SP scenario design

以上得到了电动汽车的实际购买价格、续航里程和充电方式与选择概率之间的大致关系,但是尚未把这一关系与被调查者个体特征联系起来。对于不同人口统计学特征、驾龄、通勤距离等的消费者来说,购买选择意愿的影响因素可能不同。接下来使用离散选择分析方法,量化被调查者个体特征和电动汽车属性水平对购买选择概率的影响。

3 SP 数据的离散选择分析

3.1 建模方法

离散选择分析方法以随机效用理论为基础,以微观决策个体为研究对象,具有明确的行为解释能力^[18]。该方法假设作为行为主体的决策者总是从多种选择方案中选择效用最大的选择项。本研究中,消费者的购买选择是二元选择,因此采用离散选择模型中的二项 logit 模型进行多变量分析,量化购买选择与电动汽车属性和消费者个体属性之间的关系。

假设消费者 n ($n=1,2,\dots,N$) 的选择项 i ($i=1,2,\dots,I$) 的效用为 U_{in} 。把 U_{in} 分解为两部分,一部分为由可观测变量 X_{kin} ($k=1,2,\dots,K$) 确定的效用确定项 V_{in} ,一部分为由不可观测变量确定的效用随机项 ϵ_{in} ,则

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

式中, N 是消费者总量; I 是选项总量; K 是可观测变量总量。

假设 ϵ_{in} 满足独立同分布的 Gumbel 分布,得到消费者 n 选择选项 i 的概率为

$$P_n(i) = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{i=1}^I \exp(V_{in})} \quad (2)$$

如果假设效用确定项 V_{in} 是可观测变量组成的向量 $\mathbf{X}_{in} = (1, X_{1in}, X_{2in}, \dots, X_{kin})^T$ 的线性函数,参数向量 $\boldsymbol{\beta} = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k)$,则 V_{in} 可以表示为

$$V_{in} = \beta_0 + \beta_1 X_{1in} + \dots + \beta_k X_{kin} = \boldsymbol{\beta} \mathbf{X}_{in} \quad (3)$$

把式(3)中的 V_{in} 代入式(2),得到基于线性效用的消费者 n 选择选项 i 的概率为

$$P_n(i) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1in} + \dots + \beta_k X_{kin})}{\sum_{i=1}^I \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1in} + \dots + \beta_k X_{kin})} = \frac{\exp(\boldsymbol{\beta} \mathbf{X}_{in})}{\sum_{i=1}^I \exp(\boldsymbol{\beta} \mathbf{X}_{in})} \quad (4)$$

式(4)确定的离散选择模型就是线性效用的 MNL 模型。

3.2 模型估计结果与分析

SP 调查中每位受访者要回答 9 个情景问题,共有 30 位受访者,则共有 270 个观测数据,采用 SPSS 软件进行模型估计.根据汽车的不同属性和水平,消费者一共有两种购买选择: $i=0$ 表示选择的是“燃油汽车”; $i=1$ 表示选择的是“电动汽车”.将选择燃油汽车作为基本选择项,效用方程值设置为 0.

利用卡方检验估计结果,采用 95% 的置信度,考虑的解释变量包括性别、年龄、驾龄、月收入、教育程度、职业、通勤距离、小汽车拥有量、购车因素、购买价格、政府补贴、续航里程和充电方式.根据显著性分析,最终进入模型的变量有性别、年龄、驾龄、购车因素、购买价格、政府补贴、续航里程和充电方式,具体的模型估计结果如表 4 所示.

表 4 二元 logit 模型的估计结果
Tab.4 Estimation results by binary logit model

变量	B	S. E.	Wald	df	Sig.
性别为男的哑变量 X_1	1.205	0.442	8.144	1	0.004
年龄 X_2	0.583	0.240	5.892	1	0.015
驾龄为 0~4 年的哑变量 X_3	-2.561	0.690	13.755	1	0.000
购买选择因素为性能的哑变量 X_4	-1.642	0.656	6.263	1	0.012
电动汽车的购买价格 X_5	1.889	0.321	34.672	1	0.000
电动汽车的政府补贴 X_6	0.588	0.216	7.446	1	0.000
电动汽车的续航里程 X_7	1.348	0.265	25.910	1	0.000
电动汽车的充电方式 X_8	0.999	0.274	13.320	1	0.000
常数 C	-10.813	1.715	39.756	1	0.000
Chi-square			136.040		
-2Log likelihood			209.382		
Nagelkerke's R Square			0.515		

表 4 中,决定系数 Nagelkerke's R Square 为 0.515,说明模型的精度较高.

根据估计结果得出选择电动汽车的效用函数 V_1 为

$$V_1 = -10.813 + 1.205X_1 + 0.583X_2 - 2.561X_3 - 1.642X_4 + 1.889X_5 + 0.588X_6 + 1.348X_7 + 0.999X_8 \quad (5)$$

利用式(5)可以计算出不同消费者对于电动汽车的不同属性所作出的购买选择概率.例如:在情景 8 中,一个年龄为 32 岁的男性消费者,驾龄为 2 年,购车注重汽车性能,则他选择购买电动汽车的概率为 34.4%,选择燃油汽车的概率为 65.6%.

根据模型的系数 B 进行分析如下:

a. 性别为男的哑变量.系数为正,说明男性消

费者比女性消费者更倾向于选择购买电动汽车.

b. 年龄.系数为正,说明随着消费者年龄的增加,选择电动汽车的意愿增加.这可能是由于年龄较大的人群对绿色交通的理念和环保意识更强烈.

c. 驾龄 0~4 年的哑变量.系数为负,说明驾龄 0~4 年的消费者不愿意购买电动汽车,而是选择燃油汽车.这可能是因为驾龄长的驾驶员更愿意尝试新形式的汽车,而驾龄短的就相对比较保守.

d. 购买因素为性能的哑变量.系数为负,说明考虑购买汽车的因素为性能的消费者选择燃油汽车的意愿更为强烈.这是因为电动汽车的技术不够成熟,性能也不稳定,购买汽车时注重性能的消费者就更倾向于选择技术成熟的燃油汽车.

e. 电动汽车的购买价格.需要说明的是该变量的赋值,该变量设置为连续变量,40 万元设为 1、30 万元设为 2、20 万元设为 3.因此出现了系数为正的情况,说明电动汽车的价格越低,消费者越倾向于购买电动汽车.这符合实际情况,价格是影响消费者购买的一个关键因素.

f. 政府补贴.变量赋值中,免费上牌照、补贴 4 万元、补贴 8 万元分别设为连续变量 1,2,3.系数为正,这说明政府对电动汽车补贴的金额越多,消费者越愿意选择电动汽车.这符合客观规律,政府补贴的多,消费者就掏的少,这实际上也是价格对消费者的影响作用.其中,免费上牌照对消费者购买选择并没有太大影响的原因是,郑州现在上牌照比较容易,只用掏几千元的牌照费,而不像上海还需要拍卖牌照.

g. 续航里程.系数为正,说明随着电动汽车续航里程的增加,消费者购买电动汽车的意愿也有所增加.这是因为续航里程是汽车性能的一个体现,对于电动汽车来说,续航里程的长短十分关键,较长的续航里程可以使驾驶员的驾驶行为更加自由.

h. 充电方式.该变量的赋值也需要进一步说明,家庭充电 4 h、充电站充电 20 min、更换电池随换随走分别设置为连续变量 1,2,3.系数为正,说明充电时间越短,消费者越容易选择电动汽车.这是因为人们购车的一个主要目的就是让出行更加方便和快捷,所以充电时间长短也影响着消费者的选择行为.

i. 常数. C 为负,说明在不提供任何信息的情况下,消费者更倾向于选择燃油汽车.这是因为电动汽车是一个新产业,技术不成熟,产品未普及,消费者在购买时会选择技术成熟、发展稳定的产品.

4 结束语

本文采用 SP 调查法针对郑州市消费者电动汽车的购买意愿设计和开展了问卷调查,并对样本数据进行了统计和相关性分析,运用随机效用理论和离散选择建模方法,建立了电动汽车购买意愿的二元 logit 模型,揭示了电动汽车购买意愿的影响因素.以往的国外研究表示,续航里程的限制、过长的充电时间和较高的价格是消费者未选择电动汽车的顾虑因素.然而,本文也有相似的研究发现:价格、政策补贴、续航里程和充电方式都对消费者的购买意愿产生了显著影响.同时,消费者个体属性(性别、年龄、驾龄等)的不同也会产生不同的选择结果.

在今后的研究中,将扩大调查对象范围,增加样本数量和样本多样性,以便得到更可靠的模型估计结果.此外,将在上海等其它城市展开 SP 和 RP 调查工作,以便比较不同城市和地区的消费者购买电动汽车的行为,从而为绿色交通政策的制定和优化提供有益的技术支撑和启示.

参考文献:

- [1] Brownstone D, Bunch D S, Golob T F, et al. A transactions choice model for forecasting demand for alternative - fuel vehicles [J]. Research in Transportation Economics, 1996, 4: 87 - 129.
- [2] Brownstone D, Train K. Forecasting new product penetration with flexible substitution patterns [J]. Journal of Econometrics, 1998, 89(1/2): 109 - 129.
- [3] Brownstone D, Bunch D S, Train K. Joint mixed logit models of stated and revealed preferences for alternative - fuel vehicles[J]. Transportation Research Part B: Methodological, 2000, 34(5): 315 - 338.
- [4] Bunch D S, Bradley M, Golob T F, et al. Demand for clean - fuel vehicles in California: a discrete - choice stated preference pilot project [J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 1993, 27(3): 237 - 253.
- [5] Potoglou D, Kanaroglou P S. Household demand and willingness to pay for clean vehicles [J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2007, 12(4): 264 - 274.
- [6] Beggs S, Cardell S, Hausman J. Assessing the potential demand for electric cars[J]. Journal of Econometrics, 1981, 17(1): 1 - 19.
- [7] Glerum A, Stankovikj L, Thémans M, et al. Forecasting the demand for electric vehicles: accounting for attitudes and perceptions[J]. Transportation Science, 2013, 48(4): 483 - 499.
- [8] Hidrue M K, Parsons G R, Kempton W, et al. Willingness to pay for electric vehicles and their attributes[J]. Resource and Energy Economics, 2011, 33(3): 686 - 705.
- [9] 弋亚群, 向琴. 我国新能源汽车产业分析[J]. 中国软科学, 2009(S1): 60 - 63.
- [10] 张经天, 公静. 促进新能源汽车产业发展的财税政策建议[J]. 中国财政, 2010(13): 49 - 50.
- [11] 孙庆洁. 推动新能源汽车产业发展的税收政策研究[D]. 大连: 东北财经大学, 2011.
- [12] 阮娴静. 新能源汽车技术经济综合评价及其发展策略研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2010.
- [13] 王涛, 张友芹. 论我国节能与新能源汽车的发展战略[J]. 汽车工业研究, 2008(6): 34 - 37.
- [14] 郭春林, 甄子健, 武力, 等. 电动汽车发展前景与关键因素分析[J]. 汽车工程, 2012, 34(9): 852 - 858.
- [15] 马钧, 冯庆. 影响消费者购买纯电动车的因素研究[J]. 上海汽车, 2010(2): 54 - 58.
- [16] 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.
- [17] 王方, 陈金川, 陈艳艳. 交通 SP 调查的均匀设计方法[J]. 城市交通, 2005, 3(3): 69 - 72.
- [18] 郑雪琳, 干宏程. 居民交通方式选择行为影响因素分析[J]. 上海理工大学学报, 2013, 35(6): 563 - 566.

(编辑: 丁红艺)