

新能源汽车发展对传统汽车业的影响

——基于 Bass 模型的实证研究

周玲芝 孙 竹 孙 林 李贵斌

内容提要 本文在假设无极端环境政策出台的条件下,构建了分阶段 Bass 模型,并利用类比法对参数进行估计。研究发现,新能源汽车的引入期是 2013-2024 年,成长期是 2025-2043 年,成熟期是 2044 年以后;新能源汽车未来 30 年对传统汽车业造成的影响不大。但在环境保护的巨大压力下,政府对新能源汽车发展或传统汽车的相关政策存在不确定性,因此新能源汽车发展对传统汽车业及石油行业产生的影响,还应关注新能源汽车激励政策变化、汽车电池及储能技术突破,以及无人驾驶技术可能带来的汽车消费方式的变革。

关键词 新能源汽车 传统汽车 市场规模 Bass 模型

在全球面临环境污染的严峻形势下,新能源汽车得到了大力推广与应用。各国政府陆续出台了各种扶持培育政策,新能源汽车销售数量与日俱增,对传统汽车行业及石油等提供燃油动力的行业形成一定的影响。中国是新能源汽车发展最快的地区之一,本文通过搜集相关数据、进行问卷调查,并利用模型来预测和评估中国新能源汽车未来 30 年的发展和影响。

一、中国新能源汽车的发展状况

按照 2017 年《新能源汽车生产企业及产品准入管理规定》的定义,新能源汽车是指采用新型动力系统,完全或者主要依靠新

型能源驱动的汽车,包括插电式混合动力(含增程式)汽车、纯电动汽车和燃料电池汽车等。传统汽车是以汽油、柴油为主要驱动的汽车。2011 年以来,中国的新能源汽车发展进入快车道,市场规模不断上升,销量成倍增长,到 2016 年销量超过 50 万辆,累计推广量超过 100 万辆,全球占比超过 50%(见图 1)。中国新能源汽车发展迅速,并呈现一系列的特点。

(一) 政策补贴是新能源汽车产销量增长的直接推动力

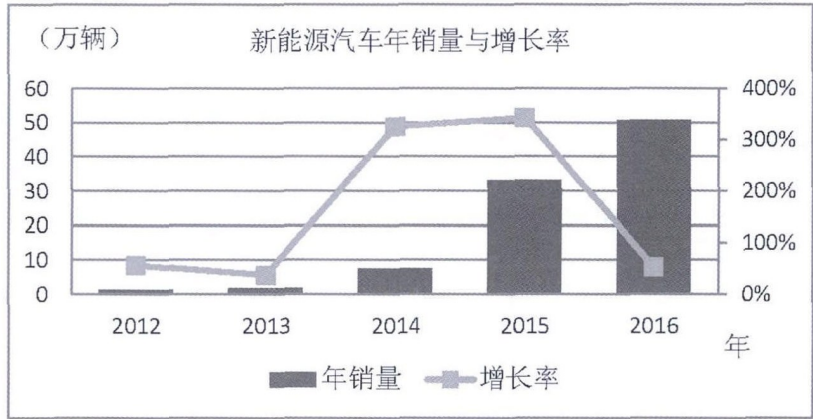
我国政府从政策层面制定了一系列政策以促进新能源汽车的发展,节能与新能源汽车的政策框架正不断完善。2016 年,国务院正式发布《“十三五”战略性新兴产业发展规划》,要求大幅

提升新能源汽车和新能源的应用比例,全面推进高效节能、先进环保和资源循环利用产业体系建设,推动新能源汽车、新能源和节能环保等绿色低碳产业成为支柱产业。另外,政府也制定了一系列补贴政策,包括国家补贴政策(见表 1)和地方政府补贴政策。2017 年 1 月,由于未来补贴政策方向不明,新能源汽车销量有较大幅度下跌,当月新能源汽车销量仅有 4608 辆,同比下降 66%。因此,新能源汽车的激励政策对新能源汽车的销量有较大影响。

(二) 充电基础设施规模扩大,但落后于新能源汽车市场的增长

我国充电基础设施发展虽然取得了突破,但作为新能源汽车

图1: 中国新能源汽车的销量与增速



数据来源: 中国汽车工业协会。

赖以发展的配套设施,一直远远落后于新能源汽车的发展,成为新能源汽车发展的制约因素。2015年,国务院颁布的《关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》(国办发[2015]73号)中,提出应新增集中式充换电站超过1.2万座,分散式充电桩超过480万个,以满足全国500万辆电动汽车充电需求,车桩比例达到1:1。根据中国汽车工业协会的数据,截至2016年底,我国新能源汽车市场保有量109万辆,充电桩建设数量约15万根,车桩比例为7:1,远低于1:1的目标,而且2016年建设的充电桩数远远小于销量,使得这一差距继续加大。

另外,新能源汽车还面临着行驶里程有限、电池寿命过短、电池价格昂贵等现实问题,约束了新能源汽车的发展。在影响新能源汽车发展的因素中,既有促进其发展的政策因素,也有约束其发展的技术因素,未来新能源汽车的发展趋势如何,我们可以从新能源汽车的发展规模也就是其保有量的预测研究开始。

二、新能源汽车保有量的预测

本文的相关预测基于以下假设前提:一是没有新能源汽车极端政策出台,比如,禁售燃油车;二是当前的相关技术水平下,比如,没有电池技术的突破性进展;三是在现有的汽车消费模式下,比如,没有因无人驾驶技术突破所带来的汽车消费模式的突变。

目前,学术界对新能源汽车

保有量预测大多应用 Bass 模型。因为 Bass 模型具有全面考虑内外部因素的优点,运算简单,约束条件少,能够较为准确预测长期新产品的发展趋势,被广泛应用于新产品市场扩散或市场销售量的预测。但已有文献的新能源汽车保有量预测中,没有考虑预测期内由于内外部因素影响,保有量的变化会呈现不同的阶段性特点(曾鸣,曾繁孝,2013;杨卫,王艳,2016;王文继,2017)。对此,我们认为,由于有对新能源汽车发展规模产生影响的技术因素和政府激励政策的内外部因素,在新能源汽车保有量预测模型中,可以将预测分成不同的阶段,对应不同阶段估计不同系数。

(一)应用BASS模型建立新能源汽车保有量模型

Bass模型认为新技术产品在市场上的扩散速度,主要受到外部因素(大众传媒)的影响和内部因素(口头交流)的影响(利连、朗格斯瓦米,2005)。该模型基于两

表1: 2017年新能源汽车乘用车补贴政策 (单位:万元/辆)

车辆类型	纯电动续航里程 R (工况法、公里)				地方财政单车补贴上限 (万元)
	100≤R≤150	150≤R≤250	R≥250	R≥50	
纯电动乘用车	2	3.6	4.4	-	不超过中央财政单车补贴额的 50%
插电式混合动力乘用车 (含增程式)	-	-	-	2.4	

表2: 燃料电池车推广应用补贴标准 (单位:万元/辆)

车辆类型	补贴标准
燃料电池乘用车	20
燃料电池轻型客车、货车	20
燃料电池大中型客车、中重型卡车	50

数据来源:表1、表数据来自中华人民共和国财政部,《新能源汽车推广补贴方案及产品技术要求》2016年12月29日。

项基本假设：一是产品特性中容易得到验证的部分(如价格和尺寸)主要受大众传媒影响,称为外部影响;二是产品特性中一时难以验证的部分(如可靠性、耐久度)主要受口耳相传的影响,即老用户对潜在用户的宣传,称为内部影响。满足以上两个假设的前提下,Bass模型的表达方式为:

$$\frac{d(N(t))}{dt} = a[K - N(t)] + b \frac{N(t)}{K} [K - N(t)] = (a + b \frac{N(t)}{K}) (K - N(t)) \quad (1)$$

Bass模型应用到新能源汽车中, $N(t)$ 为 t 时刻新能源汽车保有量; t 为时间序列; a 为外部扩散系数; b 为内部扩散系数; K 是新能源汽车最大保有量, $N(t_0)=N_0>0$ 为初始时刻采用量; $a[K - N(t)]$ 表示受外部影响而购买新能源汽车的消费数量; $b \frac{N(t)}{K} [K - N(t)]$ 是受已购买者影响而购买新能源汽车的数量。假设初始时刻累计的购买人数 $N(0)$ 为0,对(1)式积分得到(2)式。

$$N(t) = \frac{K(1 - e^{-t(a+b)})}{1 + \frac{b}{a} e^{-t(a+b)}} \quad (2)$$

在这个公式中需要注意的是 $N(t)$ 的最大值会接近 K 值,但小于 K 值。

根据Bass模型的预测结果,我们可以将新能源汽车发展的生命周期分为三个阶段,分别为引入期、成长期、成熟期。

(二) 新能源汽车保有量的预测步骤

新能源汽车扩散的Bass模

型中,有三个参数 a 、 b 、 K 需要估计。其中,关于参数 a 、 b 的估计,由于时间跨度比较大,新能源汽车在不同阶段内外部影响因素的大小不同,为了预测更加合理准确,本文分阶段计算 a 、 b 值,再分别带入(2)式,来预测新能源汽车的保有量。

1. 新能源汽车最大保有量 K 的估计

由于国家对建设高效、低碳、安全、环保的城市绿色交通系统有着迫切需要,以及人们对环境改善的强烈愿望,再加上新能源汽车自身技术存在不确定性,无人驾驶技术和共享汽车的出现将导致人们的生活方式产生根本性的变革,这些都会影响新能源汽车的需求,以致最大保有量具有不确定性。因此,对于的估计我们做了三种可能的情景分析。在新能源汽车占汽车总保有量的比例上,我们选取了10%、15%、20%三个比例。那么,以下,我们需要首先预测汽车总保有量(包括新能源汽车和传统汽车)。本文选择常用的Logistics扩散模型对汽车保有量进行预测。

汽车保有量的Logistic模型的表达式为:

$$\frac{dM(t)}{dt} = cM(t)(1 - M(t)) \quad (3)$$

其中 $M(t) = \frac{F(t)}{F}$,分子 F

(t)表示在市场上 t 时刻的汽车保有量,分母 F 为潜在汽车保有量,则 $M(t)$ 代表 t 时刻汽车实际市场保有量与最大潜在保有量之比,其中 c 为常数。

解上述表达式可得

$$\ln \frac{M(t)}{1 - M(t)} = d + ct \quad (4)$$

Logistics模型中有三个参数 F 、 c 、 d 是待定的。对于参数 F 的估计,本文利用西方一直认可的汽车拥有率的膺足点(效用最大化的点)0.62,即汽车潜在的最大保有量为人口数量的0.62倍(王旖旎,2005)。假设未来中国人口为14亿,并保持不变,那么 F 值为86800万辆。

另外两个参数 c 、 d 的估计,可以利用1995-2015年共21年的中国民用汽车拥有量历史数据,并结合Eviews软件做回归方程得出估计值,最后得出二阶差分并拟合后的结果为

$$\ln \frac{M(t)}{1 - M(t)} = -5.0946 + 0.1713t + u_t \quad (5)$$

可决系数 $R^2=0.9995$,表明此回归曲线拟合的很好。另外,进行 t 检验,由统计软件得 $t=9.1573$,而当 $a=0.001$ 时, $t_{a/2}(19)=3.883$, $t_{a/2}(n-2)<t$,说明拟合的线性回归方程有99.9%的置信度。

通过(5)式,可得2050年的汽车保有量为85844.6341万辆,根据与汽车保有量的三个不同比例, K 值新能源汽车最大保有量分别为8584.4634万辆(10%),12876.6951万辆(15%),17168.9268万辆(20%)。

2. 政府激励政策与技术因素参数估计

政府激励政策与技术因素参数估计即参数 a 、 b 的估计,由于缺乏历史数据,不能直接用历史数据拟合得到Bass模型的参数

表3: 根据调查问卷选出Bass模型七个影响因素指标

一级指标	外部影响因素				内部影响因素		
二级指标	政府补贴政策	政府税收优惠政策	上牌及通行政策	配套设施建设	汽车价格	续航里程	车辆使用成本

注:表中指标选择根据北汽新能源汽车营业部及网络客户群与专家群的问卷得到。

估计值,本文采用类比法对参数a、b进行估计。Bass模型新能源汽车参数估计的表达式为:

$$a=a_c \times \frac{u_{ae}}{u_{ac}} \tag{6}$$

$$b=b_c \times \frac{u_{be}}{u_{bc}} \tag{7}$$

式中:a、a_c分别为新能源汽车、传统汽车外部扩散系数,u_{ae}、u_{ac}分别为新能源汽车、传统汽车外部扩散系数指标的平均数,b、b_c分别为新能源汽车、传统汽车的内部扩散系数,u_{be}、u_{bc}为新能源汽车、传统汽车内部扩散系数指标的平均数。若想得到参数a、b的值,需要对其他六个参数分别进行估计。

(1)a_c、b_c估计值

本文选择国家统计局的1995-2015年私人汽车拥有量数据带入(2)式进行拟合。其中K_c值的估计,假设汽车市场的80%是私人汽车市场,即K_c=F·80%。对于参数a_c、b_c的估计,本文选择国家统计局的1995-2015年私人汽车拥有量数据带入(2)式进行拟合,并取初始值a_c=0.002,b_c=0.26进行迭代,当迭代到第7次的时候,模型得到最优解a_c=0.001、b_c=0.209,并且R²=0.998,说明拟合的很好。

(2)u_{ae}、u_{ac}、u_{be}、u_{bc}估计值

首先,选择Bass模型扩散系数指标,本文通过做调查问卷的方式,选择最能影响新能源汽车

购买的因素。本文需要找出影响新能源汽车购买的因素,所以选择用小样本调查问卷。本文主要向北京昌平北汽新能源汽车营业部,以及通过网络途径对新能源汽车客户群及专家群发放调查问卷,回收有效调查问卷46份。我们从新能源汽车消费者行为的角度出发,选择了12个因素,并将这些因素进行重要程度评价,最终选出程度较高的七个因素,归为两类:外部影响因素主要来源于政策因素,内部影响因素主要来源于技术因素,对应前文讲述的技术因素和政策激励两因素。

对新能源汽车保有量的关键参数估计,本文将新能源汽车的发展分为两个时间段进行研究。据《中国制造2025》报告,新能源汽车在2025年配套设施基本完

善,续航里程也达到500公里,所以将2025年作为时间节点,又因为Bass模型在初期的预测并不准确,为了预测的更加准确,因此预测从2013年开始(即2013年时,t=1),因此两个阶段分别设为2013-2025年、2026-2050年。

1)2013-2025年

调查问卷中经过专家打分后,可得2013-2025年各个目标市场的得分情况如表4所示。

由表4的数据得到2013-2025年Bass模型的参数u_{ae}=330、u_{ac}=100、u_{be}=180、u_{bc}=200。

2)2026-2050年

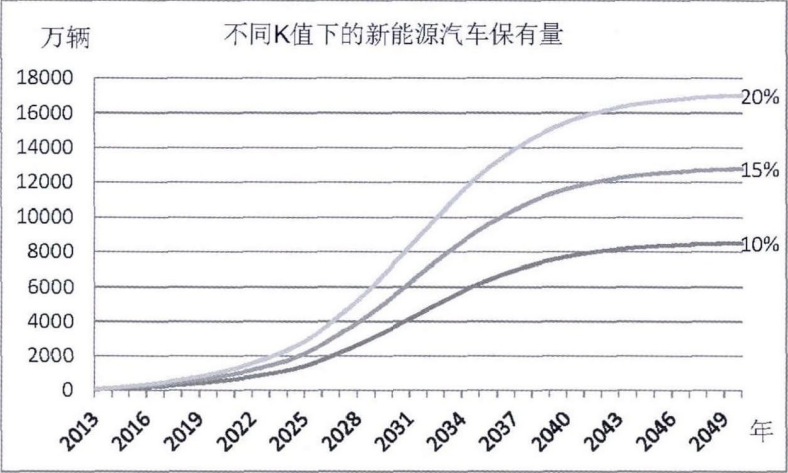
通过调查问卷专家打分后,各个目标市场的得分情况如表5所示。

由表5的数据得到2026-2050年Bass模型的参数u_{ae}=200、u_{ac}=100、u_{be}=240、u_{bc}=210。

(3)a、b估计值

将第(2)部分的结果带入(5)

图2: 2014-2050年新能源汽车的预测值



注1:图中所示的10%、15%、20%是最大消费潜量K分别占2050年汽车保有量10%、15%、20%。注2:在2025年与2026年的时间节点处,我们做了模糊处理。

表 4: 2013-2025 年 Bass 模型关键参数的指标调查问卷专家打分结果

汽车种类	外部影响因素					内部影响因素			
	政府补贴 政策	税收优惠	上牌及通 行政策	配套设 施建设	小计	汽车价格	续航里程	车辆使用 成本	小计
传统汽车	0	0	0	100	100	60	90	50	200
新能源汽车	100	100	100	30	330	50	50	80	180

表 5: 2026-2050 年 Bass 模型关键参数的指标调查问卷专家打分结果

汽车种类	外部影响因素					内部影响因素			
	政府的补贴政策	政府的税收优惠	上牌及通行政策	配套设施建设	小计	汽车价格	续航里程	车辆使用成本	小计
传统汽车	0	0	0	100	100	60	100	50	210
新能源汽车	50	50	20	80	200	60	90	90	240

注:表 4、表 5 中我们将赋予每个影响因素的分值为 100 分,因此外部影响因素的总和是 400 分,内部影响因素是 300 分。

和(6)式可得 2013-2025 年的 a 、 b 值, $a=0.0033$, $b=0.1881$; 2026-2050 年的 a 、 b 值, $a=0.002$, $b=0.2491$ 。相比前一阶段, b 的数值增大,内部扩散系数增加明显,表明新能源汽车的扩散是成功的扩散,这说明随着新能源汽车的优势逐渐显现出来,受已经购买汽车的消费者的口耳相传影响越来越大,随着技术的进步,消费者越来越认可新能源汽车。而前后两阶段 a 的数值在减少,外部扩散系数正在降低,表明政策激励的作用在减弱,政策激励因素是最具有主动性的,对新能源汽车保有量的增长产生阶段性的影响。

将上面 K 、 a 、 b 估计值带入方程(2),就可以得出 2013-2050 年新能源汽车保有量的预测值。

3. 实证分析小结

预计 2020 年新能源汽车的保有量预测总量有 500 万辆,这更适合 K 值等于汽车保有量 10% 的情况。由于我国新能源汽车技术进步以及国家由于环境压力制定一系列政策具有很大的不确定

性,所以未来新能源汽车保有量也具有不确定性。 K 值的变化,关系到新能源汽车最大保有量的变化,其中 K 值为汽车保有量的 10% 是最保守的估计,假设新能源汽车关键技术的突破,加上环境约束以及政策激励,新能源汽车可能朝着 20% 的曲线发展,甚至比例更高。

当 K 值为汽车保有量的 10% 时,2020 年预测数据与专家预测

的 500 万辆最为吻合,所以我们应用这一数据进一步分析(注:关于参数 K ,我们运用了汽车保有量的 10%、15%、20% 进行估计,发现取 10% 估计的新能源汽车保有量与《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》(国发[2016]67 号)中的 2020 年的新能源汽车保有量 500 万辆最为吻合,所以我们选择了 10%)。

上述分析用 Bass 模型预测了新能源汽车发展生命周期的三个阶段,各阶段具有不同的增长特点。首先,新能源汽车的引入期 2013-2024 年,这一时期新能源汽车增长缓慢,主要原因是技术尚不成熟以及配套基础设施发展不完善,新能源汽车保有量的增长主要依靠政策的支持;成长期 2025-2043 年,这一时期新能源汽车技术已经成熟,成本也不断降低,已经可以与传统的汽车抗衡,再加上这一时期,人们越来越注重保护环境和更强调化石资源的清洁利用,新能源汽车保有

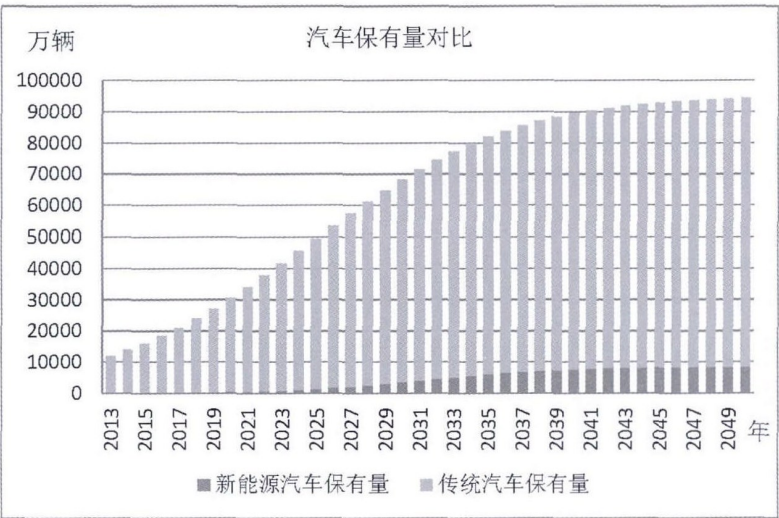


图 3: 传统汽车保有量与新能源汽车保有量的对比

量会迅速增长;成熟期是2044年以后,这一时期,新能源汽车竞争加剧,需求减少,增长缓慢。

三、新能源汽车对传统汽车的影响

(一)实证研究结果表明,未来30年内新能源汽车保有量对传统汽车的影响较小

新能源汽车对传统汽车影响有多大,我们可以将新能源汽车保有量与传统汽车保有量进行对比。在计算新能源汽车最大保有量K的估计值时,我们已经把汽车保有量计算出来(见图3)两者相减可以得到传统汽车保有量的情况,我们可以得到以下结论。

从总体上看,新能源汽车保有量占汽车保有量的比例并不多,在10-20%之间,见图3中深色的柱状区域占整个柱状的比例,原因是传统汽车基数比较大,而且新能源汽车在2013-2024年又是引入期,这一时期又是汽车总量的增长期,所以,增长部分绝大多数来源于传统汽车。此外,重要的原因还包括,如新能源汽车产品技术不成熟、产业链松散、服务有效性问题、电池一致性问题、配套设施不完善、地方补贴有逐步减少趋势等问题,新能源车还不能被更广大的消费者接受,此外,传统汽车也正在积极降低排放量,也对新能源汽车份额形成挤压。除非在环保压力下,各国颁布传统能源车退出市场的极端政策,新能源汽车才有可能在政策约束下,在一定时间段内有可能较快替代传统汽车。因此,正常情况下,在有限的30年

内,新能源汽车的发展还不会对传统汽车业造成冲击性影响。传统汽车行业特别是石油行业还有时间在能源转型的压力下逐步调整自己产品结构与布局。

(二)新能源车增速惊人,政策、技术等多因素可能对传统汽车业产生冲击性影响

新能源汽车保有量相对于传统汽车保有量虽然比例较小,但是新能源汽车发展潜力巨大。根据中国汽车工业协会的数据公布的数据,2016年,传统汽车保有量为19400万辆,新能源汽车保有量为109万辆,从这一数据可以看出,我国新能源汽车在汽车保有总量中所占的份额仅0.55%;2040年,根据我们的预测,传统汽车保有量为74028.38万辆,新能源汽车保有量为7726.01万辆,占比增长到10.44%,相比2016年,传统汽车保有量增长了3.82倍,而新能源汽车增长了70.88倍。由这一数据看,即使按照这个较保守的预测趋势,新能源汽车的发展潜力也是巨大的。但是,相比新能源汽车的发展趋势,政策变动对传统汽车行业和石油行业的影响有可能是冲击性的,甚至是致命的。比如,德国参议院曾提议,2030年德国将不批准新的燃油车上路,虽然德国交通部并未同意,且其现实可行性受到质疑,但为了实现减排承诺而制定类似政策的可能性依然存在。除了这类极端政策外,电池技术和储能技术突破,以及未来无人驾驶技术可能带来的人类汽车消费模式的革命,也会给传统汽车行业以及

石油行业带来巨大冲击。

总之,在没有激进政策出台,以及关键技术没有突破情景下,新能源汽车未来30年内对传统汽车影响不大。但新能源汽车是未来发展的大趋势。OPEC首次承认石油需求将见顶,世界银行也决定在2019年停止为油气上游融资,世界正在加快向低碳能源体系转变。即使过渡期石油产量还有可能继续增加,但从能源转型的角度看,随着清洁能源的大力发展,化石资源的有效利用途径的调整,新能源汽车会有更多的需求。因此,新能源汽车的发展趋势势不可挡。为此,传统汽车业以及石油行业应认清形势,积极探索转型发展战略,寻找新的产业增长点,实现向新时代能源的转轨与跨越。

[作者单位:周玲芝、孙竹,中国石油大学(北京);孙林,张家口职业技术学院;李贵斌,中国石油华北油田公司物资装备部。]

主要参考文献

加里·利连、阿温德·朗格斯瓦米著,魏立原、成栋译:《营销工程与应用》,中国人民大学出版社,2005年。

曾鸣、曾繁孝、朱晓丽、薛松:基于Bass模型的我国电动汽车保有量预测,《中国电力》,2013年第1期。

杨卫、王艳:基于BASS模型的西安私人电动汽车保有量预测,《科技创新导报》,2016年第4期。

王文继:新能源汽车市场发展趋势预测研究,《南方农机》,2017年第9期。

王旂旒:中国汽车需求预测:基于Gompertz模型的分析,《财经问题研究》,2005年第11期。