

基于专利引文数据的混合动力汽车创新扩散研究

高 幸 柴华奇* 汤 松

(西北工业大学管理学院,西安 710129)

摘 要:以巴斯扩散模型为理论基础,利用 1995~2011 年的专利引文数据,对混合动力汽车的技术扩散模型进行了非线性最小二乘法估计。结果显示:①各参数均为统计上显著的,且可决系数与调整可决系数均较大;②该技术的扩散路径符合巴斯模型,且处于成熟阶段。同时,以普锐斯为例,对其 1997~2010 年的销售数据进行拟合与预测,结果显示,该产品的扩散过程符合巴斯模型。文章认为新技术的扩散与新产品之间存在时滞。

关键词:混合动力汽车;巴斯模型;专利引文

中图分类号:G306.0 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1006-6055.2013.06.026

Study on Innovation Diffusion of Hybrid Electric Vehicle Based on Patent Citation Data

GAO Xing CHAI Huaqi* TANG Song

(School of Management, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129)

Abstract:Based on the Bass diffusion model, the parameters are estimated by nonlinear least squares in the technology diffusion model of Hybrid Power Automobile, through patent citation data from 1995 to 2011. The investigation indicates that all parameters are statistically significant, with R-square & adjusted R-square value satisfying. In addition, with the annual sales data of prius, its sales in the next years are forecasted only to find the diffusion of prius fits the Bass model very well.

Key words: hybrid power automobile; bass model; patent citation

1 引言

汽车产业是一个国家工业化进程中的主导产业之一,汽车产业的发展水平也是衡量一个国家工业化水平的重要标志。但是,传统的汽车能源消费结构不仅带来了日益严重的能源危机,同时也对环境造成了一定程度的污染。随着传统能源的日渐衰竭,可以预见,在未来相当长的时间内,低碳经济将成为主要发展方向。就汽车产业而言,发展新能源汽车将是发展低碳经济的必然要求。因此,对企业来说,对新能源汽车技术的发展进行监测和预测尤为重要。

在众多技术预测因素中,专利以其客观性强、成熟度高等特点被越来越多地应用于研究新产品、新技术的扩散过程。Griliches^[1]认为,专利数据可以定量地反映技术扩散现象。一般地,在专利文件中,专利发明者都会对先前的专利作一个描述,显示在专利引用文献中。某一专利被其后的专利文件引用的次数越多,则表明该专利所代表的技术被应用地越广泛。因此,专利引文数量不仅表示一项专利的重要程度,还代表了相关技术的扩散路径^[2]。

创新扩散是一项创新随时间推移由其源头通过某种渠道被社会系统中的成员所接受或应用的过程^[3]。近几十年中,有学者提出了不同的扩散模型,用以检验新产品、新技术的扩散。其中,最为著名的是巴斯扩散模型。该模型的优点在于使用简洁的概念架构和参数设定,就能获得良好的解释能力^[4],模型已被成功地应用于工业、农业等领域。混合动力汽车作为新能源汽车的主要类型之一,其社会关注度越来越高。因此本文将运用巴斯扩散模型对混合动力汽车的扩

散过程进行研究,为相关汽车企业提供情报支持。

2 文献综述

2.1 巴斯模型扩散理论

Frank M. Bass^[5]通过分析消费者行为,在 1969 年提出了著名的巴斯扩散模型。该模型的基本假设为,消费者首次购买某新产品的概率与已购买该产品的消费者人数正相关。巴斯扩散模型及其扩展理论,常被用作市场分析工具,对新产品、新技术需求进行预测。我国学者傅家骥^[6]认为,基本“S”型扩散模型的理论假设是扩散过程主要是一个模仿过程。创新开始被少数创新意识强的企业采用,然后通过传播和交流被其他企业接受和采用。他指出,创新系数和扩散系数越大,在一定时间内技术创新累计采用者总数越大,即创新扩散的速度越快。张彬^[3]对影响产品扩散的因素进行定性分析,对其扩散过程进行定量分析,应用巴斯模型对 Internet 进行扩散分析。其估计结果拟合程度较高,生长曲线与预测结果很接近。徐明慧^[7]根据历年移动电话用户数,利用巴斯模型对移动电话用户数扩散过程进行了模型参数估计,并对以后几年移动电话的产品扩散过程进行了预测。她认为巴斯模型可以很好地描述移动用户的扩散过程。邹超^[8]利用巴斯模型研究预测了我国宽带业务市场的扩散情况。他通过已有数据确定了模型参数,并对宽带业务的发展做了扩散预测分析,其研究结果表明巴斯模型的估计与预测情况强烈地依赖于选取的数据时期和周期。

2.2 巴斯模型与专利引文

Patrick Thomas 等^[9]认为,当一件专利被引用次数越多,那么这项专利很可能包含一种重要的技术发展趋势。通常情况下,一件专利如果很少被以后的专利申请所引用,则被视为无影响力的“惰性”专利,商业价值不高;反之,如果它比

* E-mail: chaifam@nwpu.edu.cn

同时期的专利更加经常被其他专利所引用,则该专利可以被看作一件有较大影响力的、处于核心竞争地位的“活跃”专利。

利用专利引文数据,Misuk Lee^[10]对 CDMA 技术在韩国的扩散做了研究。他把技术扩散看作由专利引文引起的知识溢出,即专利引文数量的增加会引起相应的技术扩散。其研究结果显示,通过专利引文所做的 CDMA 技术扩散非常符合巴斯扩散模型。同时,他认为,技术扩散与新产品扩散之间存在一个时滞。A. C. Cheng^[11]以高级陶瓷粉末为例,利用专利引文数据,分析了技术扩散与新材料扩散之间的关系。他认为,巴斯扩散模型可以很好地解释高级陶瓷粉末专利的扩散路径。

综上所述,已有研究往往在于分析创新产品扩散或者创新技术扩散的某单方面,这样得出的结论通常具有局限性。因此,本文将利用专利引文数据,对混合动力汽车的技术扩散过程加以分析。在此基础上,以丰田普锐斯为例,分析创新产品扩散过程。最后将两次分析结果相比较,探究其技术扩散与产品扩散是否一致。

3 巴斯模型理论

Bass 把潜在采用者分为两类,即创新者和模仿者。创新者是指受到大众传媒或其他外部因素影响而主动采用某新产品的人;模仿者是指受到已采用者的口碑影响而采用该产品的人。

模型主要假设条件:

- 1)市场潜力即潜在采用者总数,随时间的推移保持不变;
- 2)扩散只有两阶段过程,即不采用和采用,不考虑重复购买;
- 3)在某一时刻,消费者采用新产品的概率与已采用者人数成正比。

模型表达式:

$$n(t) = (p + q \frac{N(t)}{m})(m - N(t)) \tag{1}$$

其中, $n(t)$ 为 t 时刻采用者数量; $N(t)$ 为 t 时刻累计采用者数量; m 为市场潜力; p 为创新系数,即尚未采用新产品的人受到大众传媒或其他外部因素影响,开始采用该产品的可能性; q 为模仿系数,即尚未采用新产品的人受到已采用者的口碑影响,开始采用该产品的可能性。

设 $f(t)$ 为 t 时刻的采用比率,并且有 $F(t) = \int f(t)dt$, 设 $F(0) = 0$, 则 $F(t)$ 表示 g 时刻的累计采用比率。则上述假设条件(3)可表示为 $f(t)/[1 - F(t)] = p + qF(t)$, 最终推导出巴斯模型的曲线形式方程^[12]:

$$N(t) = m \left[\frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)t}} \right] \tag{2}$$

在产品扩散模型中,各变量所代表的含义如上。在技术扩散模型中, $n(t)$ 为 t 时刻专利引文数量; $N(t)$ 为 t 时刻累计引文数量; m 为最终的专利引文数量; p 为企业技术自主创新

系数, q 为企业技术模仿系数。

4 数据描述

4.1 专利数据

德温特创新索引专利数据库(Derwent Innovations Index, 简称 DII)由德温特世界专利索引和专利引文索引两部分组成,收录全球 40 多个专利机构的 1 800 多万条基本发明专利、3 890 多万条专利情报,是全球最权威的专利数据库之一^[15]。本文以 DII 为检索数据库,以 Topic = (Hybrid Electric Vehicle) or (Hybrid Electric Car) or (HEV) 为检索式,时间跨度为 1980 ~ 2012 年,检索时间为 2013 年 4 月,共检索到 30 834 件专利。混合动力汽车技术专利的申请始于 1974 年。此后的近 20 年中,每年的申请量一直处于较低水平,1993 年开始有了较大的增加,至 2011 年已达一千余件。在众多专利中,本文选择引文数量最多的四件专利为代表,其详细信息如表 1。

表 1 四件专利信息

Table 1 Information of the four patents			
专利号	标题	授权日期	引文数量
4335429	Control apparatus for engine/electric hybrid vehicle	1982. 6. 15	191
4533011	Hybrid drive for a vehicle, in particular an automobile	1985. 8. 6	136
5343970	Hybrid electric vehicle	1994. 9. 6	241
5291960	Hybrid electric vehicle regenerative braking energy recovery system	1994. 3. 8	122

上述四件专利的引文数量趋势如图 1。从图中可以看出,四条折线形状相似。因此,本文将用这四件专利的平均引文数量来分析混合动力汽车技术的扩散。

4.2 销售数据

日本丰田汽车公司所生产的普锐斯(prius)是世界上最早实现批量生产的混合动力汽车。该车于 1997 年 10 月问世,至 2010 年 9 月,全球销售量已突破 200 万辆。相比于其他混合动力汽车,普锐斯的扩散已趋于成熟。因此,本文将以普锐斯为例,分析混合动力汽车的扩散路径。普锐斯的全球销售量如表 2 所示。

表 2 普锐斯历年全球销售量(单位:千辆)^[16]

Table 2 Worldwide annual sales of prius(Unit:thousand) ^[16]							
年份	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
销售量	0.3	17.7	15.2	19.0	29.5	28.1	43.2
年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
销售量	125.7	175.2	185.6	281.3	285.7	404.2	508.3

5 模型估计结果与分析

本文主要应用非线性最小二乘法对上述专利 1995 ~ 2011 年的数据进行估计,所使用的软件为 Eviews6.0 版本。混合动力汽车专利引文的扩散模型估计结果如表 3。同时,我们对专利引文的扩散曲线进行了拟合,结果如图 2。

从表 3 可以看出,各参数均为统计上显著的。Sultan 等人认为,创新系数的平均值为 0.03,模仿系数的平均值为 0.38^[13]。因此,我们的参数估计结果是可以接受的。此外,

可决系数与调整可决系数分别为0.997 805和0.997 492,表明巴斯扩散模型可以很好地解释混合动力汽车技术专利的扩散。

从图 2 可以看出,估计值与真实值的拟合度非常高,说明混合动力汽车技术的扩散符合巴斯模型。拟合曲线较为

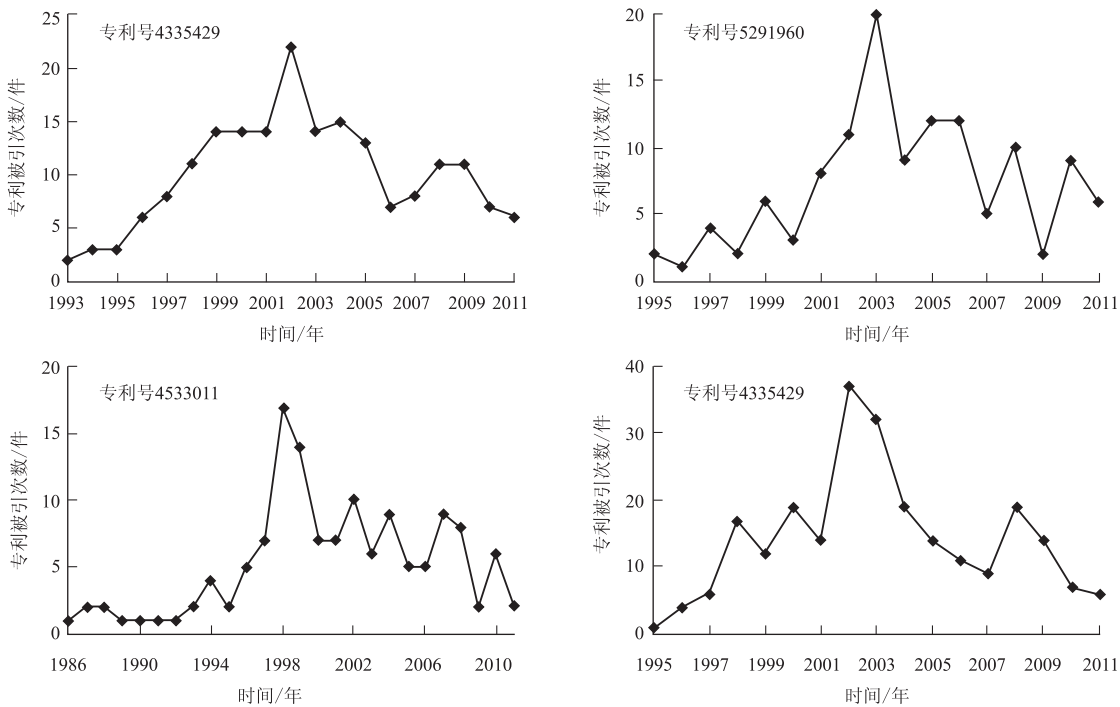


图 1 专利引文趋势图
Figure 1 Patent citation trends of HEV technology

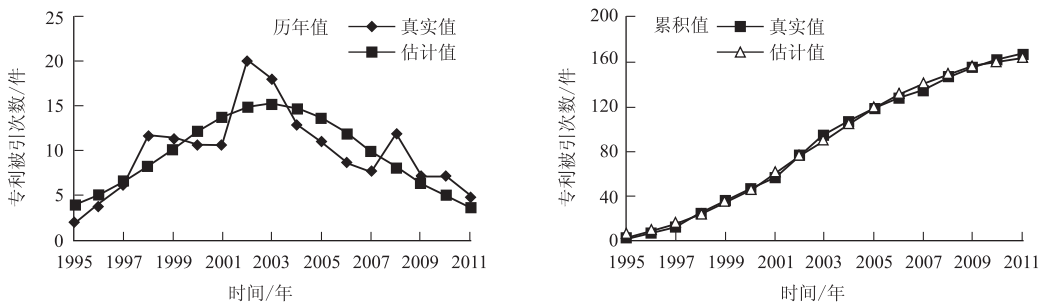


图 2 专利引文数据拟合图
Figure 2 Curve:patent citation data fitting chart

平稳,反映出该技术的扩散时间跨度较大,其扩散过程是一个相对漫长的过程。根据 Robert U. Ayres 的技术生命周期理论^[14],本文认为混合动力汽车技术目前正处于成熟阶段。

表 3 专利引文扩散模型估计结果

Table 3 Estimation results;diffusion of HEV technology				
参数	估计值	标准误	T 检验	P 值
p	0.019 266	0.001 581	12.185 93	0.000 0
q	0.309 976	0.019 799	15.656 43	0.000 0
m	174.457 9	3.653 704	47.748 22	0.000 0
可决系数	0.997 805	因变量均值	86.852 94	
调整后的可决系数	0.997 492	因变量标准差	58.348 16	
置信水平	95%			

依据上文所列普锐斯的销售数据,我们对该产品的扩散模型进行了参数估计,其结果如表 4 所示。从该表可以看

出,各参数均为统计上显著的。其中,创新系数 p 较小,而模仿系数 q 较大,说明该产品的扩散主要依靠口头传播,大众传媒或其他外部影响作用较小。图 3 显示了普锐斯的销售估计值及预测值。从图中可以看出,预测曲线与真实值拟合度非常高,表明该产品的扩散过程符合巴斯模型,且普锐斯

表 4 普锐斯扩散模型估计结果

Table 4 Estimation results;diffusion of prius				
参数	估计值	标准误	T 检验	P 值
p	0.000 900	0.000 202	4.446 957	0.001 0
q	0.344 549	0.049 536	6.955 522	0.000 0
m	7 723.189	3 504.665	2.203 688	0.049 8
可决系数	0.981 813	因变量均值	151.357 1	
调整后的可决系数	0.978 507	因变量标准差	163.413 0	
置信水平	95%			

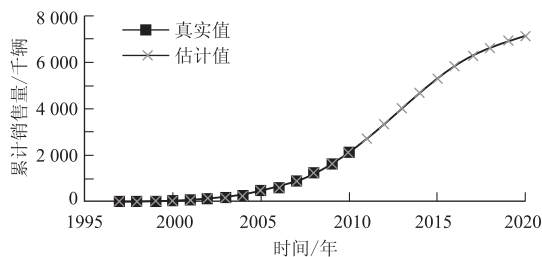


图3 普锐斯的全球累计销售量预测曲线

Figure 3 Actual and estimated worldwide cumulative sales of Prius

的年销售量将在 2014 年前后达到最大。目前,全球生产厂家增多,同类产品供给量增加,根据 Raymond Vernon 的产品生命周期理论,本文认为普锐斯的扩散处于成长期。

6 结论

Misuk Lee 认为技术扩散与新产品扩散之间存在一个时滞,即新产品的扩散通常是在新技术开始扩散之后的一段时间进行。根据这一观点,综合上述分析,我们认为混合动力汽车技术的扩散路径均符合巴斯模型,且该技术已处于成熟阶段;普锐斯的扩散路径也符合巴斯模型,该产品处于成长期,验证了本文的观点。

然而,文章也存在一些不足之处。其一,混合动力汽车技术专利的申请始于 1974 年,文章以 1995 ~ 2011 年的数据分析该技术的扩散,不能较好地反映该技术漫长的扩散路径;其二,普锐斯的销售数据较少,尚不能较准确地预测未来的销售量;其三,目前全球已有丰田、通用、福特等企业在进行混合动力汽车的研发及生产,本文以丰田普锐斯为例研究混合动力汽车的扩散,其结果具有一定的局限性。

参考文献

[1] GRILICHES Z. Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey [J]. Journal of Economic Literature, 1990, 28(4): 1 661-1 707.

[2] CHANG S B, LAI K K, CHANG S M. Exploring technology diffusion and classification of business methods: Using the patent citation network, [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2009, 76 (1): 107-117.

[3] 张彬, 杨国英, 荣国辉. 产品扩散模型在 Internet 采用者分析中的应用[J]. 中国管理科学, 2002, 02: 52-57.

[4] 徐贤浩, 宋奇志. 改进 BASS 模型应用于短生命周期产品需求预测[J]. 工业工程与管理, 2007, 05: 27-31.

[5] FRANK M. Bass. A New Product Growth for Model Consumer Durables[J]. Management Science, 1969, 15(5): 215-227.

[6] 傅家骥, 姜彦福, 雷家骅. 技术创新—中国企业发展的之路[M]. 北京: 企业管理出版社, 1992.

[7] 徐明慧, 郑继明. 基于 Bass 模型的移动电话用户数扩散研究[J]. 科技管理研究, 2006, 05: 121-123.

[8] 邹超, 姜澄宇. 我国宽带业务市场的扩散分析[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2007, 148(6): 144-146.

[9] BREITZMAN A, THOMAS P. 2002, Using Patent Citation Analysis to Target/Value M&A Candidates [J]. Research - Technology Management, 2002, 45(5): 28-36.

[10] MISUK L, KWANGDUK K, YOUNGSANG C. A study on the relationship between technology diffusion and new product diffusion [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2010, 77(1): 796-802.

[11] CHENG A C. 2012, Exploring the relationship between technology diffusion and new material diffusion: the example of advanced ceramic powders [J]. Technovation, 2012, 32(1): 163-167.

[12] 杨敬辉. Bass 模型及其两种扩展型的应用研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2006.

[13] JOHN U F, DONALD R L. A Meta-Analysis of Applications of Diffusion Models [J]. Journal of Marketing Research, 1990, 27(2): 70-77.

[14] AYRES R. U. Barriers and breakthroughs: an “expanding frontiers” model of the technology-industry life cycle [J]. Technovation, 1988, 7(2): 87-115.

[15] 德温特专利数据库网站. 德温特专利公告 [EB/OL]. <http://apps. webofknowledge. com>.

[16] Green Car Congress. Worldwide Prius Cumulative Sales Top 2M Mark; Toyota Reportedly Plans Two New Prius Variants for the US By End of 2012 [EB/OL]. <http://www. greencarcongress. com/2010/10/worldwide-prius-cumulative-sales-top-2m-mark-toyota-reportedly-plans-two-new-prius-variants-for-the-.html#more>.

作者简介

高幸(1989-), 女, 硕士在读, 主要研究方向: 企业管理、产业经济、市场营销;

柴华奇(1968-), 男, 博士, 教授, 博导, 主要研究方向: 产业经济、市场营销;

汤松(1987-), 男, 硕士在读, 主要研究方向: 企业管理、技术经济。