

基于专利信息分析的中、美、日新能源汽车技术 生命周期研究*

张 丰** 缪小明 王海啸
(西北工业大学管理学院,西安 710072)

摘 要:以中国、美国和日本的新能源汽车为研究对象,对相关专利数据进行梳理,运用 Logistic 模型分析三国新能源汽车的技术生命周期,预测其技术发展趋势。结果表明,现阶段美国、日本的新能源汽车技术更加成熟,但是中国的新能源汽车发展潜力巨大,具有后发优势。

关键词:新能源汽车;专利分析;技术生命周期

中图分类号:F273.1 文献标识码:A doi:10.16507/j.issn.1006-6055.2017.11.004

Research on Life Cycles of New Energy Vehicles in China, the U. S. and Japan Based on Patent Information Analysis*

ZHANG Feng** MIAO Xiaoming WANG Haixiao

(School of Management, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: Taking the new energy vehicles in China, America and Japan as research objects, relevant patent data are sorted out. A logistic model is used to analyze the technical life cycle of the new energy vehicles in China, America and Japan. The results show that at this stage America's and Japan's new energy vehicle technology is more mature, and China's new energy vehicles have great potential for development with obvious late-mover advantages.

Key words: new energy vehicles; patent analysis; technology lifecycle

1 引言

随着环境保护压力的增加和清洁能源技术的发展,为从根本上解决传统汽车产业快速发展带来的社会问题和经济问题,节能、环保、安全的低能耗汽车和绿色能源汽车的生产技术研发成为汽车技术发展的重点。美国、日本、欧洲等传统汽车技术领先的国家和地区早已经在新能源汽车产业布局,通用、福特、丰田、本田等国外汽车制造商纷纷跟进研发可替代燃料技术和可替代动力技术,引起了一系列的环保创新活动。

中国政府于 2003 年制定了新能源汽车产业“三横三纵”的发展战略,确立了混合动力汽车、纯电动汽车与燃料电池汽车“齐步走”的技术路径,期望通过新能源汽车产业的发展实现我国在汽车制造业的跨越式发展,缩小与传统汽车制造强国的差距。

经过十多年的培育,比亚迪、长安、吉利、一汽、东风等国内车企在新能源汽车领域的投入取得了良好效果,新能源汽车产业发展的环境逐渐成熟,市场竞争也愈发激烈。

特斯拉、谷歌、阿里、百度等高新技术企业利用自身的技术优势入局新能源汽车,进一步加剧了产业的竞争与发展。要实现我国新能源汽车产业的超越,必须围绕核心技术进行自主研发,占领技术制高点。专利作为技术研发的主要成果,很大程度上反映了技术的发展水平。本文选取将混合动力汽车技术、纯电动汽车技术、燃料电池汽车作为主要发展方向的中国、美国和日本作为分析对象,通过对专利数据的整理分析,研究美国和日本新能源汽车技术的发展规律,为我国新能源汽车产业的发展提供借鉴。

2 理论综述

技术生命周期是从基础科学或应用科学衍生而来,用于描述技术发展趋势的方法,哈佛大学教授 Raymond Vernon^[1]在 1966 年首次提出产品生命周期理论。70 年代,美国学者 James M. Utterback 和

2017-09-05 收稿,2017-11-27 接受,2017-12-01 网络发表

* 陕西省自然科学基金(2015JM7374)资助

** 通讯作者,E-mail:757506640@qq.com;Tel:13891800810

William J. Abernathy^[2] 基于美国的发展经验,在技术创新过程的研究中,将产品创新、技术创新及产业组织的演化与产品生命周期联系起来,提出了著名的A-U创新过程模型。技术生命周期分析开始成为研究产业发展和技术演化的重要方法。与产品生命周期类似,技术的发展会经过技术生命周期的不同阶段,不同学者对技术生命周期的划分各不相同,常见的方法是分为引入期、成长期、成熟期和衰退期。

专利技术生命周期分析是专利定量分析中最常用的方法之一,其研究对象既可以是某项专利文献代表的技术生命周期,也可以是某一技术领域整体的生命周期。由于专利数据可客观真实地衡量技术研发情况、反映技术发展脉络,越来越多的学者使用专利数据来评估技术生命周期。在应用研究方面,国内学者专门对S曲线法、专利指标法、相对增长率法、技术生命周期图法和TCT算法进行了详细分析比较^[3]。例如,赵莉晓^[4]基于专利数据应用技术生命周期理论和Logistic模型,针对RFID技术开展技术预测研究;李维思^[5]利用专利分析中的专利技术生命周期方法来研究技术所处的发展阶段和产业策略。在新能源汽车技术专利研究方面,吕义超^[6]将专利分析理论引入国内外电动汽车专利的对比分析中,详细对比分析国内外电动汽车在发展趋势、研发实力、研发重点等方面的差异和差距;张海波^[7]运用德尔菲法绘制我国新能源汽车技术的专利地图,识别新能源汽车关键技术,绘制我国新能源汽车产业关键技术路线图。

国内目前的研究主要是在进行国外研究成果的本地化,较少针对新能源汽车领域的专利技术生命周期。随着知识产权越来越受社会各界的关注,我国对专利地图的研究和应用呈现出上升势头。本文将利用专利数据分析新能源汽车的技术生命周期,研究新能源汽车产业技术发展路径,为新能源汽车产业的发展提供理论和实践参考。

3 新能源汽车技术的生命周期

3.1 专利数据来源与检索策略

本文分析的专利数据来自国内外多个专利数据库,具体策略如表1所示。经过数据收集整理,剔除重复、不相关的专利,统计出2001~2016年间中国、美国、日本申请的新能源汽车专利数量。

表1 专利检索策略

项目	内容
数据来源	中国国家知识产权局专利数据库 美国专利商标局数据库 日本特许厅 PAJ 数据库
检索日期	2017年10月
检索时间段	2001年1月1日~2016年12月31日
中文关键词	电动汽车 OR 混合动力汽车 OR 燃料电池汽车
英文关键词	Electric vehicles OR Hybrid vehicles OR Fuelcell vehicles

3.2 新能源汽车技术发展分析

3.2.1 各国新能源汽车技术发展概况

美国、日本、欧洲等发达国家和地区都高度重视新能源汽车产业发展,期望通过新能源汽车技术的破坏性创新实现产业升级,在全球汽车工业竞争中占据有利地位。中国则希望通过大力扶持新能源汽车产业,实现我国在汽车制造业的跨越式发展,缩小与美国、德国、日本等国的差距。根据汽车工业的现状和对新能源汽车技术发展的预测,各国制定了不同的发展战略,选择了不同的技术路径。

1) 中国:我国政府在新能源汽车发展的起步阶段确立了“三纵三横”的研发格局。多种技术的研发齐头并进,混合动力汽车、电动汽车、燃料电池汽车同时发展。我国2016年发布的《节能与新能源汽车技术路线图》提出了汽车产业发展的总目标,明确了汽车工业电动化和智能化的发展趋势,但是没有明确新能源汽车的具体技术路径。经过近十年的发展,纯电动技术取得了一定进展,但是与国外的技术差距仍然十分明显。

2) 美国:在可替代燃料技术和可替代动力系统的选择中,美国政府紧密围绕“保障国家石油安全”的能源战略,对可替代燃料技术进行扶持,大力推进电池与电动汽车的产业化研究,将纯电动和插电式混合动力汽车作为发展中心。得益于价格的降低和基础设施的改善,纯电动汽车成为市场最受欢迎的车型。特斯拉、苹果、Google等高新技术企业的入局,为全球新能源汽车的发展注入了活力,让智能化成为新能源汽车发展的潮流。

3) 日本:重点发展混合动力汽车。由于起步早、重视程度高,日本在混合动力汽车技术、产业化和销量方面长期国际领先,丰田Prius创造过全球新能源汽车销量的神话。在整车生产外,日本特别重视在电池等新能源汽车产业链上占据领先地位。但是,受限于本土市场容量和国家油价的影响,混合动力汽车技术的领先在某种程度上影响了日本纯电动

汽车的发展。

4) 欧盟: 考虑到温室气体排放等问题, 欧盟一直在支持生物能源汽车的发展。次贷危机以后, 欧盟开始将发展重心转移到纯电动汽车领域, 制定了多项发展计划刺激和指引欧洲各国新能源汽车的发展。由于需求不同, 欧盟各国的技术路径选择也更加多样, 因此各国也根据自身情况制定了相关规划。

随着新能源汽车技术水平的快速发展和市场环境的日渐成熟, 很多国家都计划在 2025 ~ 2040 年间禁止出售传统内燃机汽车, 中国政府也启动了相关研究。新能源汽车是否可以完全替代内燃机汽车, 取决于两者的技术差距、市场环境、消费体验以及节能减排效果, 其中市场的选择是关键。

3.2.2 新能源汽车技术发展历程

我国新能源汽车相关专利的记载最早出现于 1986 年。截至 2000 年, 每年新增专利数量较少, 相关专利累计数量仅为 122 件。2001 年后, 中国新能源汽车产业技术创新活动取得较快发展。本文按照时间序列将检索到的中国、美国、日本的新能源汽车专利数据进行汇总分析, 如图 1 所示。

2001 ~ 2016 年, 中国、美国、日本新能源汽车的专利数量均呈现上升趋势, 这与各国政府对于新能源汽车产业的支持战略相吻合。同时, 三国的专利数量变化也呈现出不同的特点:

1) 美国: 保持稳步增长, 其中 2001 ~ 2010 年专利数量增长平稳, 2011 ~ 2016 连续 5 年专利数量的增长率较快, 专利申请量在 2014 年超越之前一直处于领先优势的日本, 这与美国政府的支持以及特斯拉、苹果、谷歌等高新技术企业加入产业竞争有着密切联系。

2) 日本: 一直维持在较高水平。2001 ~ 2012 年间的专利数量持续上升, 2010 年以前的申请量甚至超过了中国和美国的总和, 日本新能源汽车在这个阶段

的全球布局取得了不错的市场绩效, 其中丰田普锐斯创造了新能源汽车的销量纪录。受政策影响, 2013 年以后, 专利数量开始呈现下降趋势, 但其数量依然保持在每年 2000 件左右。

3) 中国: 一直处于稳步增长的状态, 这与中国政府的政策支持密不可分。2001 ~ 2007 年, 专利数量增长缓慢; 2008 年开始, 由于美国、日本受到全球经济危机的影响, 中国经济增长强劲, 新能源汽车专利数量增长迅速; 2009 ~ 2013 年间, 中国新能源汽车发展迅速, 专利数量超越美国。2016 年我国新能源汽车产销量、保有量全球占比均超过 50%, 累计产销量超过 100 万辆, 年均增幅超过 200%^[8]。

此外, 欧盟、韩国、泰国、巴西等地区和国家的新能源汽车产业也在快速发展。相较于中、美、日三国的技术路径选择和发展态势, 欧盟内部技术路径选择更加多样, 韩国、泰国、巴西等国家的技术发展相对落后, 但是全球范围内的竞争日趋激烈。

3.2.3 新能源汽车不同技术路径发展比较

工信部定义的新能源汽车包含混合动力汽车、纯电动汽车和燃料电池汽车三个主要类别, 为了分析新能源汽车的各种技术路径, 结合我国新能源汽车产业布局和发展战略, 本文对中国、美国、日本的混合动力汽车、纯电动汽车、燃料电池汽车专利数量进行了分类比较, 如图 2 所示。

1) 各个领域专利数量均呈现上升趋势, 这与三国政府对新能源汽车产业的支持和整个汽车产业的发展规律相吻合。在各国政府政策支持下, 不同技术路径的新能源汽车专利数量均呈现上升趋势, 但受政策影响, 纯电动汽车的增长率最高。

2) 纯电动汽车专利的绝对数量最多、增长速度最快、变化幅度最大。2001 ~ 2008 年, 日本纯电动汽车技术专利数量大幅领先, 中美两国增长缓慢。2009 ~ 2016 年, 日本的专利数量依然持续增长, 但

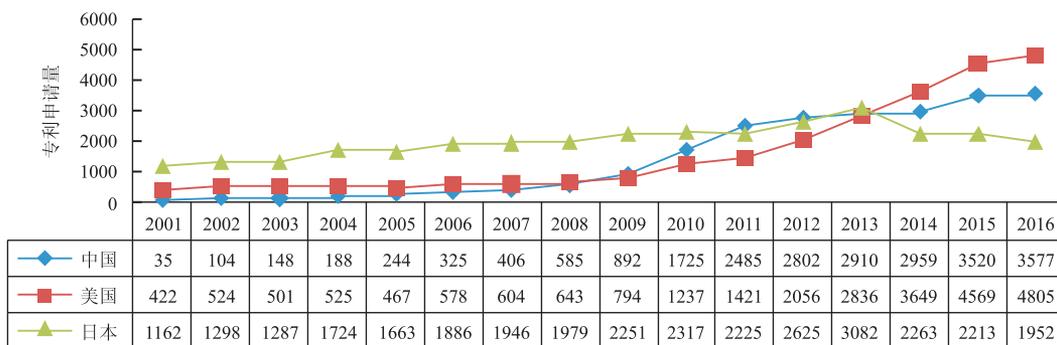


图 1 中、美、日三国 2001 ~ 2016 年新能源汽车专利申请数量

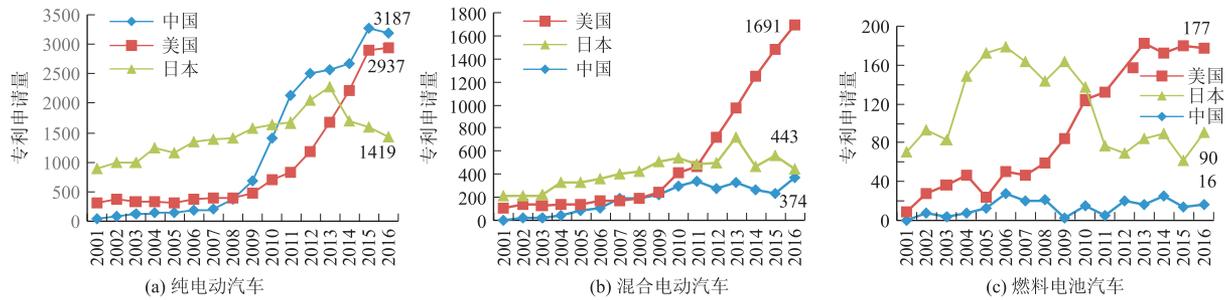


图2 中美日三国2001~2016年新能源汽车专利申请量比较

增长放缓,年新增专利数量被美国超越;美国这个阶段的新增专利数量保持高增长率;中国纯电动汽车专利2013年、2014年增速有所放缓,但之后又恢复高增长率。

3)混合动力汽车的专利数据前期呈现平稳上升的趋势。2001~2011年间的专利数量持续上升,三国的增长量保持稳步提升。受政策影响,2011年以后,中国的混合动力汽车领域专利增速放缓,数量保持在每年新增230件专利左右,与美国和日本差距逐渐增大。

4)燃料电池汽车的专利数量表明,该技术领域的发展依然处于起步阶段,三国每年新增专利数量基本保持在200件以下,中国与美国、日本的差距非常明显。

3.3 新能源汽车技术生命周期分析

3.3.1 理论模型

常用的技术生命周期分析方法有S曲线法、专利指标法、相对增长率法、技术生命周期图法和TCT计算法^[9]。其中,S曲线又称为成长曲线(Growing Curve),是分析技术生命周期的重要方法,以时间为横轴,专利数量为纵轴得到的曲线呈现出“S”型变化。通过分析这种变化,可以将技术发展划分为不同阶段。

S曲线主要包括两种:一种是对称型S曲线,称Logistic曲线;一种是非对称型S曲线,称为Gompertz曲线。当研究对象的发展受已生长量和待生长量的双重影响时,选用Logistic曲线^[4]。本文对新能源汽车技术的研究更适合使用Logistic曲线,其曲线方程为

$$y = f(t) = \frac{k}{1 + \alpha e^{-\beta t}} \quad (1)$$

其中,y为衡量绩效的因变量,α为曲线斜率,β为成长曲线中之转折点的时间点,k则代表成长的饱和水平。

Logistic生命周期曲线通常使用Loglet Lab软件来测算。该软件的运算结果包含三项参数:饱和点

(Saturation),使用某一技术所产生的最大效用值,即预估专利累积数量的最高值;生长时间(Growth time),某一技术所产生最大效用值的10%~90%所需花费的时间,即成长期与成熟期所需要花费的时间;转折点((Midpoint),S曲线的反曲点,即二次微分由正转负的0值点,技术效用增长率在该点达到最大值,在此之前不断增加,之后逐渐减小^[10]。

3.3.2 技术生命周期分析

内燃机汽车在汽车工业发展的过程中一直占据主导地位,内燃机技术通过不断的延续性创新已经趋于完善,并且得到了市场的认可。内燃机在热效率和排放性能方面仍在不断地改进,内燃机汽车的整体性能也得到显著改善。但是,根据技术“S曲线”划分,内燃机汽车已经接近生命周期的衰退期,技术性能出现突破性进步的可能性不大,如图3所示,在T₀时刻,新能源汽车技术通过创新现有的技术原理,弥补了内燃机技术的某些缺陷。对内燃机技术而言,新能源汽车技术的出现是一种冲击,更是一种机遇。

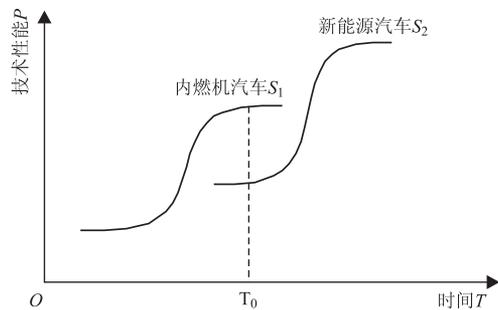


图3 汽车技术发展“S”曲线

通过整理专利检索数据,使用Loglet Lab2软件描绘中美日三国新能源汽车技术发展趋势,得到相应的S曲线图(图4)及其三项参数的值(表2)。

表2 新能源汽车Logistic成长模型相关参数

参数	中国	美国	日本
饱和点(Saturation)/件	28390.8	19571.1	37768.4
转折点(Midpoint)/年	2013	2012	2010
生长时间(Growth Time)/年	9.5	15.1	15.6

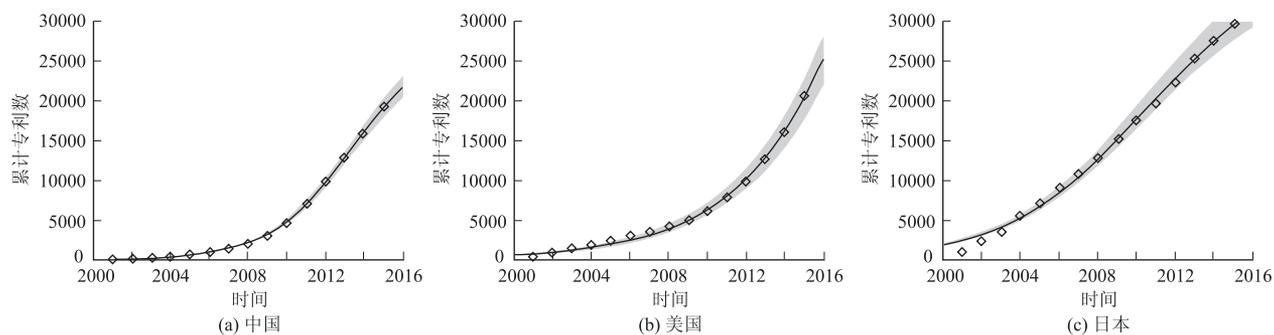


图4 中美日三国的新能源汽车技术S曲线图

3.3.3 综合分析

通过以上分析,对中美日新能源汽车技术各个发展时期的时间进行估算,可以对各成长阶段进行划分,如表3所示。在成熟阶段,中美日三国的专利申请累积量预计依次为38291、19571和37768件。之后,专利增长将进入衰退期,申请量逐渐减少。

表3 中、美、日新能源汽车技术成长阶段划分

	萌芽阶段	成长阶段	成熟阶段	衰退阶段
中国	2001~2010	2011~2013	2014~2020	2020年以后
美国	1993~2008	2008~2012	2013~2023	2024年以后
日本	1989~2004	2004~2010	2010~2020	2021年以后

4 主要结论

技术生命周期分析是国内外分析竞争情报的一种重要方法,新能源汽车作为战略新兴产业,经过数十年的快速发展,已经呈现出技术发展的一般规律。研究新能源汽车的技术生命周期对我国新能源汽车产业发展具有重要的价值。本文以专利数量为基础,通过Logistic曲线分析中国、美国、日本新能源汽车专利的变化规律,并预测了技术发展趋势,研究结果表明:

1)从数量变化规律来看,我国新能源汽车技术已经进入成熟期,专利数量呈现快速增长的态势,这与当前我国新能源汽车产业发展的整体氛围和市场环境相吻合。在专利数量大幅度增加的情况下,专利质量将成为影响未来产业技术竞争格局变化和技术跨越式发展的主要因素,重视专利质量应该成为整个行业和科研机构关注的焦点。

2)从横向对比结果来看,现阶段美国和日本的新能源汽车技术更加成熟,而中国更晚进入技术成熟期,专利总量也落后于美国和日本,但是差距在逐渐缩小。日本的技术积累最雄厚,中国起步最晚,需要加大研发力度,解决关键技术的发展问题,才有可能实现技术追赶乃至超越。

3)从技术发展趋势来看,中国新能源汽车技术

的潜力巨大,在技术饱和点的累计专利总数有望超越美国,这表明我国新能源汽车实现技术追赶是可以实现的。目前发展的关键问题是要在市场环境逐渐成熟的条件下,解决动力电池续航里程和配套基础设施建设问题。同时,轻量化、智能化、低碳化将成为未来新能源汽车发展的主要方向,真正提升节能效果和汽车使用体验。

4)从技术发展路径来看,欧洲、日本、美国大都是重点发展单一类型的新能源汽车,而中国则采取“三纵三横”的策略,同时发展混合动力汽车、电动汽车、燃料电池汽车。这种策略造成的科研力量分散需要引起重视。

在研究的时效性和深度方面,本文的研究存在一定的局限性:一是专利申请存在一定的滞后性,不能完全真实地反映技术发展的真实情况;二是本文只分析了专利数量,没有考虑专利质量和关键技术的影响。这些问题需要做进一步的探讨。

参考文献

- [1] RAYMOND V. International Investment and International Trade in the Product Cycle [J]. Quarterly Journal of Economics, 1966 (5): 190-207.
- [2] UTTERBACK J M, ABERNATHY W J. A Dynamical Model of Process and Product Innovation [J]. Omega, 1975, 3(6): 639-656.
- [3] 李春燕. 基于专利信息分析的技术生命周期判断方法[J]. 现代情报, 2012(2): 98-101.
- [4] 赵晓莉. 基于专利分析的RFID技术预测和专利战略研究—从技术生命周期角度[J]. 科学与科学技术管理, 2012, 33(11): 24-29.
- [5] 李维思, 史敏, 肖雪葵. 基于专利分析的产业竞争情报与技术生命周期研究[J]. 企业技术开发, 2011(6): 91-93.
- [6] 吕义超. 我国电动汽车产业的专利分析与发展对策研究[D]. 南京: 江苏大学, 2010.
- [7] 张海波. 我国新能源汽车产业技术路线图研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2012.
- [8] 新华社. 我国新能源汽车累计产销量超100万辆[J]. 商用汽车, 2017(9): 7-7.
- [9] 李春燕. 基于专利信息分析的技术生命周期判断方法[J]. 现代情报, 2012, 32(2): 98-101.
- [10] 葛亮. 基于专利信息分析的技术生命周期研究—以我国石墨烯制备技术为例[J]. 情报工程, 2015(4): 58-64.