

新能源汽车创新生态系统演进机理 ——基于比亚迪新能源汽车的案例分析

王宏起 汪英华 武建龙 刘家洋

(哈尔滨理工大学 管理学院 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要: 基于创新生态系统理论思想,运用解释性案例研究方法,通过对比亚迪新能源汽车创新历程的考察,探究新能源汽车创新生态系统演进机理。研究表明,新能源汽车创新生态系统依次遵循基于“渐进性小生境→开放式产品平台→全面拓展”的三阶段演进路径,其演进的内在机理是新能源汽车创新链和采用链的协同机理,并且是在创新驱动、需求拉动力和和政策引导力的动态综合作用下实现了持续演进。

关键词: 创新生态系统; 新能源汽车; 演进机理; 案例研究

中图分类号: F273.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-9753(2016)04-0081-14

Evolution Mechanism of Innovation Ecosystem for New Energy Vehicles: Case of BYD New Energy Vehicles

WANG Hong-qi, WANG Ying-hua, WU Jian-long, LIU Jia-yang

(School of Management, Harbin University of Science and Technology, Harbin, 150080, China)

Abstract: The paper explores the evolution mechanism of new energy vehicle innovation ecosystem through the investigation of BYD new energy vehicles' innovation history by interpretive case study and on the basis of theoretical thought of innovation ecosystem. The research shows that, firstly, the new energy vehicle innovation ecosystem follows the three stage evolution paths based on the gradual niche, open product platform, and comprehensive development; secondly, the internal mechanism of new energy vehicle innovation ecosystem evolution is the synergy mechanism between the innovation chain and the using chain of new energy vehicle; thirdly, the new energy vehicle innovation ecosystem continuously evolves promoted by the integration of the dynamic driving-force of innovation, pulling-force of demand and guiding-force of policy.

Key words: innovation ecosystem, new energy vehicle, evolution mechanism, case study

一、引言

发展新能源汽车是关乎我国能源安全、节能减排、环境治理乃至新兴产业发展与传统产业升级的战略交汇点。自2010年国务院发布《关于加

快培育和发展战略性新兴产业的决定》将新能源汽车确立为重点发展的战略性新兴产业以来,在创新驱动战略引领下,众多汽车制造商及配套企业致力于新能源汽车创新,并纷纷推出各自的新

收稿日期: 2015-11-11 修回日期: 2016-03-05

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71173062); 国家自然科学基金青年项目(71503061); 黑龙江省重点科技攻关软科学项目(GB14D201); 黑龙江省青年科学基金项目(QC2014C084)。

作者简介: 王宏起(1958-)男,汉族,黑龙江哈尔滨人,哈尔滨理工大学教授、博士生导师,博士,研究方向: 高新技术发展与战略管理。

能源汽车产品,然而也伴随着创新投入盲目、产品创新性偏低、后续产品升级乏力、市场需求不足等一系列突出问题。

当前创新范式开始了新一轮的变革与升级,即从工程化、机械式的创新体系迈向生态化、有机式的创新生态系统。创新生态系统作为当前和未来创新的新范式,得到了理论界和实践界的普遍认可,更为我国新能源汽车发展提供了新思路与新方向——发展新能源汽车创新生态系统。事实上,最近几年在新能源汽车领域有所成就的企业,如比亚迪、奇瑞、吉利,无一例外地构建了独特的新能源汽车创新生态系统,并遵循一定的演进规律实现创新生态系统的持续升级。为此,结合创新生态系统理论思想和分析框架,以最具代表性的比亚迪股份有限公司(简称比亚迪)的新能源汽车为例,探究新能源汽车创新生态系统的演进机理,具有重要的现实指导意义。

二、文献综述

(一) 创新生态系统的内涵及演进规律

近年来,创新生态系统备受学者们关注,本文主要围绕内涵与构成、演进规律两个方面对创新生态系统的相关研究进行分析。

1. 创新生态系统的内涵与构成

创新生态系统源于经济全球化、环境动荡性的背景下对竞争本质的认识,为了进一步凸显创新的战略核心地位,Adner(2006)明确提出了企业创新生态系统,指出一个企业的创新成功不仅取决于自身的技术突破,还需要相关合作伙伴的能力、意愿以及成功的可能性,并通过创新链协作和采用链整合快速提供面向客户的解决方案^[1]。一些学者更是将创新生态的理论思想应用到了产业、区域以及国家层次,如黄鲁成(2003)等较早就阐述区域技术创新生态系统的内涵与构成^[2],Gawer等(2014)则将产业创新生态系统定义为发挥基础性作用的产品、服务、技术集合^[3];王娜和王毅(2013)认为产业创新生态系统包含外部环境、产业体系、硬件条件、软件条件和人才五个要素^[4];朱迪·埃斯特琳(2010)研究指出国家创新生态系统主要包含研究、开发和应用三大群落^[5]。

2. 创新生态系统的演进规律

动态演化性是创新生态系统的显著特征。在企业层次,Still等(2014)等基于基础关系和网络中心性方法构建了企业创新生态系统演化框架,并揭示了创新生态系统演进的独特性特征以及重要行动者关系变化^[6];Yin等(2014)以iPhone应用程序创新生态系统为例研究发现,发展机遇、竞争水平和需求偏好造成了不同演进过程进而导致游戏类和非游戏类市场差异^[7];胡京波、欧阳桃花等(2014)通过SF民机转包生产商为例研究表明,以转包生产商为核心企业的复杂产品创新生态系统经历了零部件转包生产、大部件制造和风险合作式研制3个阶段^[8]。

在产业层次,陈瑜和谢富纪(2012)通过Lotka-Volterra模型研究了中国光伏产业生态系统的演化路径,并分析复制、竞合与重组机制对光伏产业生态创新系统演进的影响^[9];Chen和Rong等(2014)分析了中国新兴风力涡轮机产业创新生态系统的协同创新网络的动态特性与进化过程,并探讨了不同阶段的技术累积/本地化模式以及演变的驱动力^[10];李恒毅等(2014)通过典型产业联盟案例研究结果表明,新技术创新生态系统构建过程中,组织资源、网络资源、系统资源是相互作用,共同演化的关系^[12]。

在国家层次,Fukuda等(2008)等关注了日本和美国国家创新生态系统长周期演进,并采取四条原理——通过替代而可持续地发展、通过共同进化而自我增殖、组织惯性和向竞争者学习、异质协同,对日本和美国的国家创新生态系统演进异同性进行比较研究^[13]。

(二) 新能源汽车创新管理

自2010年新能源汽车列入我国重点发展的战略性新兴产业领域之后,学者们更关注新能源汽车的创新体系(或系统)、基于不同视角的创新发展、创新政策和创新生态系统等。

一是新能源汽车创新管理的一些研究仍然承接了创新体系(或系统)的理论思想,如胡登峰等(2010)提出了我国新能源汽车产业创新体系包含目标体系、政策体系、技术体系和创新环境及服务

体系四个部分^[14];侯沁江等(2015)则指出我国新能源汽车产业创新系统主要具有七个功能:知识获取与扩散、合法化、促进市场形成、基础设施与支撑平台建设、资源流动、产业链整合、正向外部性创造^[15]。

二是一些学者基于不同创新视角研究新能源汽车创新管理问题,如刘颖琦(2011)基于创新网络关系视角研究表明,新能源汽车产业联盟内企业-大学关系的建立对新能源汽车产业技术创新有重要影响^[16];缪小明等(2013)从突破性创新的视角提出不同阶段技术轨道的动态选择^[17];陈芳和陆纪刚(2015)从协同创新视角出发研究发现新能源汽车产业发展主要由政产学研合作推动,且应由企业发挥主导作用^[18]。

三是在创新政策方面,刘兰剑等(2013)提出基于多回路竞争的新能源汽车创新模型,并提出了保障多回路竞争模型系统实施的政策体系^[19];谢青等(2015)关注创新政策的有效性,指出中央政策着重从研发和市场推广这两端刺激新能源汽车发展,而对产业化的推动有限^[20]。

四是学者们对新能源汽车创新生态系统的专门研究仍然很少,且主要关注其内涵、结构模型等,如张慈等(2014)围绕新能源汽车产业技术创新生态体系的“内涵、特征、框架的构建”而展开研究^[21];李磊(2014)等提出了构建新能源汽车产业创新生态系统模型^[22]。

纵观国内外文献,尽管创新生态系统演进规律的研究已取得了一定的成果,但是关于新能源汽车创新管理的研究尚不丰富,尤其对于新能源汽车创新生态系统演进规律的专门研究鲜有涉及。事实上,在创新生态系统研究走向深入并逐步提升其理论指导性的过程中,需要结合行业或领域背景开展专门系统的研究,而新能源汽车创新生态系统的升级与发展有其典型性。为此,基于创新生态系统和新能源汽车创新管理研究成果,以比亚迪新能源汽车为典型案例,探究我国新能源汽车创新生态系统演进机理具有重要的理论与实际价值。

三、研究设计

(一)研究方法选择与设计

案例研究作为社会科学研究中实证研究方法

之一,以其严谨、扎实成为很多学者重点使用的研究方法,它对于帮助人们解释社会历史事物之间复杂的社会作用关系很有裨益,可以通过对事物发展历史性描述和现象整体呈现来探究事物的内在规律。本论文的研究目的在于探究我国新能源汽车创新生态系统演进的路径、协同机理及动力,是将创新生态系统理论思想应用于新能源汽车创新管理的拓展性研究,其研究过程具有很强的情境依赖性、客观复杂性和动态性,符合Eisenhardt(1989)所提出的案例研究的相关条件^[23]。

(二)研究案例选择

本文采用理论抽样,选择比亚迪新能源汽车作为案例研究对象,其选择缘由有三个方面。首先,在经济全球化和产业结构转型升级背景下,比亚迪是一个新涌现出的我国汽车民族品牌,其新能源汽车更是在我国致力于突破发达国家技术围困和新兴产业技术瓶颈的一个缩影。其次,新能源汽车作为我国战略性新兴产业重点发展领域,代表着我国乃至全球汽车产业结构升级和自主创新的方向,而作为我国新能源汽车领导者的比亚迪,更是最早进入我国新能源汽车产品目录的车企,其技术创新实践经验更具代表性。最后,比亚迪新能源汽车技术创新源于电池技术优势,并能快速整合内外部创新资源构建创新生态系统并实现持续升级,具有创新生态系统的协同创新、共同演化的发展特点,对于我国新能源汽车创新生态系统持续发展有较强的普适性和借鉴意义。为此,本文运用创新生态系统理论思想和分析框架对比亚迪进驻新能源汽车创新发展演变进程进行整体性研究,并根据不同发展阶段系统研究新能源汽车创新生态系统演进的路径、作用机理以及动力机制。

(三)相关数据资料收集与整理

基于研究对象的微观特性与复杂性,数据资料收集与整理的方式如下。

1. 多渠道收集数据资料

课题组通过对比亚迪技术主管进行访谈,对新能源汽车技术领域的教授专家咨询,以及学术论文、行业研究报告、行业统计网站、比亚迪官方

网站查阅获得相关资料。

2. 采用三角测量法使资料相互印证

为了提高案例研究的效度与信度,基于多个信息渠道获得数据资料,并相互印证,提高数据资料的可靠性和逻辑性。

3. 顺序分析与“条件—行动—结果”的研究逻辑相结合

采用时间顺序纵向组织数据资料,并借鉴 Ethiraj(2004)的研究逻辑^[24],研究比亚迪新能源汽车创新生态系统演进机理。

四、比亚迪新能源汽车创新历程

比亚迪始建于 1995 年 2 月,并于 2006 年开始涉足新能源汽车业务,截止到 2014 年底自主品牌新能源汽车销量位居国内第 1 位,全球第 7 位。比亚迪新能源汽车创新主要经历了三个阶段,即新能源汽车诞生阶段、新能源汽车系列化开发阶段、新能源汽车全方位创新拓展阶段,且三个阶段间有交叉,但各阶段的创新存在独特性。

(一) 比亚迪新能源汽车的诞生

20 世纪 90 年代,比亚迪借助低成本创新,实现从作为 MOTOROLA、NOKIA 等跨国巨头锂离子电池供应商到电池行业领导者的转变,形成了动力电池技术创新能力和先行者优势。

比亚迪从事传统汽车生产始于 2000 年前后,并于 2002 年 7 月收购北京吉驰汽车模具有限公司,获得了供轿车模具制造技术。在 2003 年 1 月,通过收购西安秦川汽车获得汽车行业“牌照”及目录资源,并具备了整车制造技术。在 2003 年 4 月,成立上海比亚迪汽车研发中心,并依托上海汽车工业建立汽车研发体系与整车检测中心^[23]。比亚迪在汽车整车开发与制造创新方面的大范围垂直整合使其迅速推出了经典的低能耗汽车 F3。

尽管 F3 不是新能源汽车,但是比亚迪以这款

低耗能畅销车型作为架构原型和渐进性创新载体,有效集成动力电池技术与汽车制造技术优势,于 2006 年 6 月成功研制出第一款纯电动汽车 F3e,开启了比亚迪新能源汽车发展的历程。

值得注意的是,国家在“十五”规划中提出“863”电动汽车重大专项,确立“三纵三横”的研发格局,为比亚迪 F3e 的出现提供了有利的创新政策以及技术支持环境。

(二) 比亚迪新能源汽车产品平台构建及系列化开发

2007 年 11 月,国家发改委发布《新能源汽车生产企业及产品准入管理规则》,规定新能源汽车企业准入必须达到至少掌握车载能源系统、驱动系统及控制系统三者之一。为此,比亚迪于 2009 年在广东惠州建成磷酸铁锂电池生产基地,并在 2010 年 10 月收购西藏日喀则扎布耶锂业 22% 股权,强化了比亚迪锂电池的核心技术优势和顶级供应商地位。为了提升电机驱动技术优势,比亚迪于 2008 年收购宁波中纬,成立宁波比亚迪半导体有限公司,并于 2010 年收购日本荻原公司旗下汽车模具工厂。这些举措促进了比亚迪新能源汽车产品平台的快速构建并持续升级。

打造新能源汽车产品平台是比亚迪实现由 F3e 向系列化开发的关键。2009 年 1 月国务院通过《汽车产业振兴规划》,首次提出新能源汽车战略。2010 年 3 月比亚迪便推出了全球第一款双模电动车 F3DM。在 2010 年,比亚迪电动大巴 K9 正式下线,并与长沙市政府签署 1000 辆 K9 购销意向协议,标志着比亚迪进入公共车辆运输领域;2011 年,深圳投入试运营 50 辆比亚迪纯电动轿车 E6,开启公共交通电动化的革新旅程。总之,比亚迪通过关键部件模块技术优势构建新能源汽车产品平台,并积极开展新能源汽车的系列化开发(如图 1 所示)。

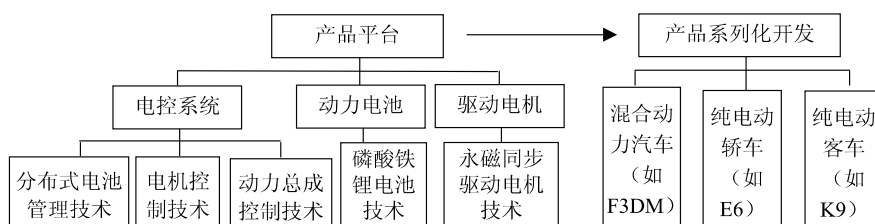


图 1 比亚迪新能源汽车产品平台及系列化开发示意图

(三) 比亚迪新能源汽车全方位创新拓展

比亚迪新能源汽车全方位创新拓展也伴随着一系列创新努力,主要集中在市场深度与广度、车型及应用范围以及应用设施配套三方面拓展。

在国家新能源汽车政策引导下,比亚迪致力于国际市场的“圈地”和国内市场的“深耕”。比亚迪新能源汽车技术性能不断升级,其电动大巴于2013年1月正式获得欧盟WVTA整车认证,助推了电动大巴K9与轿车E6在国际市场的全面推广,具体如表1所示。

表1 比亚迪新能源汽车国际化拓展

地区	起用时间	应用国家	应用车型
欧洲	2013.3	英国、荷兰、比利时……	E6、K9
北美	2013.5	加拿大、美国……	K9
亚洲	2015.2	日本、马来西亚……	K9

2014年财政部等四部委联合发布通知,上调新能源汽车2014年和2015年的补助标准,并将补贴政策延续到2020年,同年国务院常务会议确定免征新能源汽车车辆购置税政策实施到2017年。在一系列优惠政策支持下,比亚迪在国内市场获得长足发展,地方政府及公共服务机构如大连市政府、南京公交(集团)大批量采购K9,“秦”作为警务用车交付郑州市公安局,K9在长沙、西安等地也开始运营。比亚迪新能源汽车也积极向其它领域进行开发与推广,于2015年4月发布新能源车“7+4”全市场战略布局,即7大常规领域和4大特殊领域。

为面向用户提供全面的新能源汽车解决方案,比亚迪推出“空中纯电动车充电塔”、“3+3循环式立体充电机”等整套电动车充电技术方案,并已在深圳坪山区建成并投入使用。

五、分析与讨论

在对比比亚迪新能源汽车创新三个演变阶段的简单回顾基础上,对我国新能源汽车创新生态系统的演进规律及动力机制进行分析与讨论。

(一) 新能源汽车创新生态系统演进规律

1. 新能源汽车创新系统演进路径

总的来说,对应于新能源汽车创新历程的三

个阶段,新能源汽车创新生态系统演进遵循了“小生境→开放式平台→全面拓展”的路径。

(1) 基于渐进性小生境的启动路径。渐进性小生境是指逐步形成的最小的且相对完备的生境,这也是新能源汽车创新生态系统演进的雏形。具体地,新能源汽车创新生态系统的构建可以通过对传统汽车以及新能源电池技术模块的积累、购买、改进并转移嫁接为新能源汽车创新体系。新能源汽车渐进性小生境的构建也遵循了一般的创新生态系统开启过程,即选择最小风险点切入开展创新,并且构建最小的且相对完备的创新生态系统^[1]。当然,新能源汽车创新生态系统构建有其特殊性,一方面,新能源汽车的技术复杂度非常高,即便是小生境时期也需要考虑到多方面的部件模块的技术成熟度;另一方面,尽管新能源汽车属于新兴产业领域,但其产品架构相对明确,可以充分地利用传统汽车技术以及电池技术的有效转移和嫁接来构建新能源汽车创新生态系统的小生境。事实上,比亚迪收购吉驰汽车模具、秦川汽车,在上海成立研发中心,尽管更直接服务于比亚迪传统汽车研发与制造工艺(如推出F3),但客观上为向新能源汽车进行技术转移与嫁接奠定了基础,并与原有电池技术一并渐进性改进的基础上完成了新能源汽车小生境的构建,快速推出了F3e。

新能源汽车领域的渐进性小生境有其优越性,可以快速整合企业内外部成熟的汽车及电池技术,并通过技术转移和嫁接来快速完成新能源汽车产品创新。渐进性小生境是降低新兴产业复杂产品创新风险的最佳演进起点选择,也是我国在传统汽车创新能力长期不足背景下开启创新机会窗口的关键^[25],并可为向更高层次创新生态系统演进提供了必要条件(如技术能力积累、创新方向逐步确定以及技术、市场、政策等创新生态因子逐步成熟)。当然,不可否认,渐进性小生境有其固有的系统“脆弱性”,该系统的相对简单化与新能源汽车技术的复杂度高相矛盾,其创新产品的单一性更是难以应对技术、市场、政策环境的不确定性。因此,渐进性小生境是我国新能源汽车创

新生态系统演进过程中不可跨越的一段路径,同时也需要尽快主动向高层次创新生态系统演进获得“生存”,而非以往学者认为的形成最小完备系统后可伺机演进^[26]。比亚迪快速推出 F3e 确实得益于渐进性小生境的构建与逐步趋于完善,但是由于充电桩等基础设施的缺乏以及用户对新能源汽车的认可度偏低等原因,F3e 商业化过程是不成功的,这也印证了新能源汽车渐进性小生境演进路径的优缺点。

(2) 基于开放式产品平台的接续路径。为了推进新能源汽车创新生态系统向高级阶段演进,遵循最小可行足迹演进^[26],对渐进性小生境进行接续。为此,突出了新能源汽车有别于传统汽车的行业本质,即“新能源”的独特本质,也就是电池、电动、电控等关键部件技术,这就是新能源汽车的核心产品平台,更是新能源汽车创新生态系统特定演进阶段的“内核”。我国新能源汽车创新生态系统升级演进过程中仍然借鉴了小生境的快速整合内外部创新资源的“惯例”,体现了开放式创新思想^[27]。基于开放式产品平台的演进路径就是在快速整合外部创新资源和技术优势的基础上,围绕电池、电动、电控等关键部件技术进行重点突破与持续升级,并且以这些核心模块为内核(核心产品平台)推进新能源汽车创新生态系统演进的战略导向及方法手段。这一演进路径致力于支撑新能源汽车产品的系列化开发,更好地满足市场的多样性需求,提升创新成功率和促进创新价值实现。比亚迪为了摆脱小生境阶段的生存危机,运用开放式的创新思维与发展逻辑,收购西藏日喀则扎布耶锂业股权以及馆林工厂、三湘客车等,夯实锂电池创新优势和突破电机、电控等关键核心技术瓶颈,较早地构筑了国内最先进的新能源汽车产品平台,并以此为基础成功推出了 F3DM、E6、K9 等产品系列。

相对于渐进性小生境,开放式产品平台对外部创新资源的整合力度增强,加大对新能源汽车核心模块技术创新,有效地吸纳更多合作创新者,一方面通过产品多样性开发提升了市场适应性,使得整个创新生态系统的稳定性增强、独特性凸

显,另一方面也有助于提升车企的领导者地位^[28]。然而此演进阶段的新能源汽车创新生态系统蕴含着众多风险,其深层次原因是新能源汽车技术复杂度高,各类部件技术成熟度难以协调一致。尽管新能源汽车制造商不断拓展新能源汽车创新生态系统的时空边界,使得创新生态系统尽可能沿着“最小可行足迹”演进,但是受制于技术突破和集成能力的有限性,使得创新生态系统的实际边界小于理想边界。此外又伴随着市场需求增长缓慢背景下的“盲目扩张”风险,这也是我国新能源汽车创新生态系统演进路径存在的特殊性。事实上,比亚迪新能源汽车产品平台的构建以及 F3DM、E6、K9 等产品的系列化开发,一方面提升了比亚迪的自主创新能力,另一方面也暴露出了创新资源浪费、创新成本提高、商业化成功率低等问题。

(3) 基于全面拓展的转化路径。该路径是基于产品平台转向以用户需求为主导,最大限度地集成各类用户主体,重点对市场范围、应用领域以及使用配套设施等进行持续最优边界拓展的战略导向。据此,由强调产品平台主导下的各类创新主体协同转化为创新主体与需求主体的协同升级、技术成熟度和市场成熟度的协调一致,因此,基于全面拓展的转化路径致力于推动新能源创新生态系统走向成熟,强调创新与需求对接或需求导向下的创新,这也是进一步凸显创新生态系统有别于一般创新体系的关键特征^[29]。新能源汽车产业是能源、环保、制造、运输等交叉融合的战略新兴产业,不仅创新主体多样性,其需求及配套主体也比较复杂,如最终消费者、政府部门、公共交通部门等均会成为直接或间接的用户主体,这不仅仅要理顺各参与主体的剩余价值,而且还要有效掌控由其营造的消费理念,以实现创新生态系统与创新生态环境因子的有效匹配。事实上,在政府及公共服务部门大力支持新能源汽车以及消费者绿色出行的背景下,比亚迪承接其新能源汽车系列化开发优势,以获得欧盟 WVTA 整车认证为标志,致力于国际市场的“圈地”和国内市场的“深耕”,推进“7+4”全市场战略布局,提供整套

电动车充电解决方案,实现了新能源创新生态系统沿着基于全面拓展的转化路径走向成熟。

相比于前两个演进阶段,基于全面拓展的转化路径突出了有效需求的创新,使得新能源汽车创新生态系统的时空边界在市场需求导向下按最优路径拓展,从而实现多样性创新与多样性需求对接。基于全面拓展的转化路径的优势还在于创新生态系统能主动吸纳各类市场主体,不再局限于最终消费者,而是通过政府部门、公共交通运营部门等来影响最终消费者,这也是进一步挖掘多层次需求、不断深入探究新能源汽车行业的消费本质。目前,我国新能源汽车创新生态系统正处于由基于开放式产品平台主导向基于全面拓展的转化升级,这是一个长期的过程,升级演进中存在的困境也必然高于前两个阶段。具体地,过分关注需求会造成资源专用性风险和供给锁定风险^[30],而多样化供给引致的庞杂的创新生态系统会削弱车企的领导者地位。以比亚迪为例,目前更专注于国内外市场对混动、纯电动汽车的需求,反而会牵制精力开发适应未来需求的燃料电池汽车。根据国家知识产权专利网检索统计,比亚迪在燃料电池技术方面的可查专利仅有161项,远低于日本本田的1611项及美国通用的1118项;此外,比亚迪对博世的HAS-HEV制动技术、戴姆勒以及德国英飞凌功率半导体技术等关键技术部件的需求具有很强的依赖性,削弱了比亚迪在创新生态系统协作中的主导权。

综上新能源汽车创新生态系统演进路径的三阶段分析,可以看出我国新能源汽车创新生态系统演进选择电池、汽车技术融合点作为演进路径起点,在不断整合内外部创新资源基础上,试图沿着“最小可行足迹”由“机械化”向“有机体”不断演进,逐步实现创新要素、主体与环境的有机统一。从比亚迪新能源汽车创新发展历程也可以看出,新能源汽车创新生态系统是以创新生态化为核心的发展战略逻辑,不仅和其它创新生态系统一样吸收协同创新、创新网络、开放式创新等理论精髓^[31],而且新能源汽车创新生态系统能否沿最优路径进行演化升级,还在于车企在创新实践中

能够通过创新生态系统战略逻辑来统领各类创新实践,从而能够主动整合内外部创新资源、主动吸纳创新乃至消费主体,实现技术与市场有效对接,实现系统内部乃至与环境的协同升级。

2. 新能源汽车创新生态系统演进的“双链”协同机理

新能源汽车创新生态系统发展与升级的外在规律表现为演进路径,而深层次内在机理则是新能源汽车“双链”(创新链和采用链)形成、发展及相互作用,也可以说新能源汽车创新生态系统的“双链”的内在协同机理塑造了外在的演进路径。

(1) 创新链整合嫁接推动采用链转换。发达国家跨国公司主导的全球创新分工客观上也为我国企业提供了学习和提升技术能力的机会^[32],同时我国车企在传统汽车产业走向成熟大背景下,通过并购重组获得更多创新资源和相关技术,在致力于打造传统汽车节能减排的创新体系同时,也促进了特定新能源汽车车型相关技术逐步成熟,从而通过技术嫁接形成了可支撑新能源汽车产品化的创新链。整合嫁接形成的创新链在推出新能源汽车产品之后,会充分利用车企原有的传统汽车经销商甚至相近需求的潜在用户,促进原先的采用链转化为新能源汽车的采用链。在此过程中,采用链的被动形成是造成整个创新生态系统脆弱的关键。比亚迪正是通过创新链整合嫁接电池技术和传统经典车型F3技术体系推出了首款新能源汽车F3e,并且试图将对F3有类似需求的潜在客户转化为F3e的用户,具体如图2所示。

(2) 创新链平台化与采用链增补互动升级。承接小生境下的创新链整合功能以及对关键技术模块重点突破逐步打造新能源汽车产品平台,不仅更好地集成原有汽车、新能源等相关技术,而且可以通过平台的辐射带动拓展已有的新能源汽车技术^[33]构建新能源汽车产品系列化开发体系,从而形成了基于产品平台的新能源汽车创新链。随着政府对新能源汽车逐步重视,尤其是政府的补贴、采购行为,在小生境采用链的基础上不仅拥有了真正的私家车用户,而且增补了公交、出租运营商;一些车企在考虑用户使用便利性方面,试图增

补充充电桩服务试点。在开放式产品平台阶段,新能源汽车创新链持续升级与采用链不断增补是互动升级过程。以比亚迪为例,一方面,在有针对性地并购整合基础上,对磷酸铁锂电池、永磁同步驱动电机、电控以及整车制造等关键共性创新进行重点突破,构建的新能源汽车产品平台以及 F3DM、E6、K9 等系列化开发体系,形成了一定特色的创新链;另一方面,吸引长沙市政府及深圳鹏程电动汽车出租有限公司购入 K9 与 e6,并在大梅沙及福田地下车库建立充电站并委托南方电网试点运营,增补了采用链。开放式产品平台下(比亚迪)新能源汽车创新链、采用链及作用关系如图 3 所示。

(3) 采用链拓展拉动创新链功能完善。在新能源汽车创新生态系统进入全面拓展的成熟期,采用链拓展成为了主流,不仅通过转化和增补提

高用户基数,而且还拓展到政府公务、物流、储运等以及特殊领域,市场也由国内向国外拓展;充电设施涵盖了充电桩、充电塔和充电站多种配套服务方式,并且通过商业模式创新来促进充电设施大规模建设与运营;政府、认证机构以及标准化组织也被纳入采用链,并通过新能源汽车市场准入、购买以及配套设施共享等介入方式来促进最终用户购买,这就是新能源汽车拓展而成的采用链。采用链的拓展必然会拉动新能源汽车创新链功能进一步完善,不仅承接整合嫁接、平台升级的创新环节,更需要在新能源汽车多用途开发以及配套设置开发的战略指导下创新链的功能不断完善。事实上,比亚迪新能源汽车的“双链”作用关系也遵循了采用链拉动创新链的战略逻辑,具体如图 4 所示。

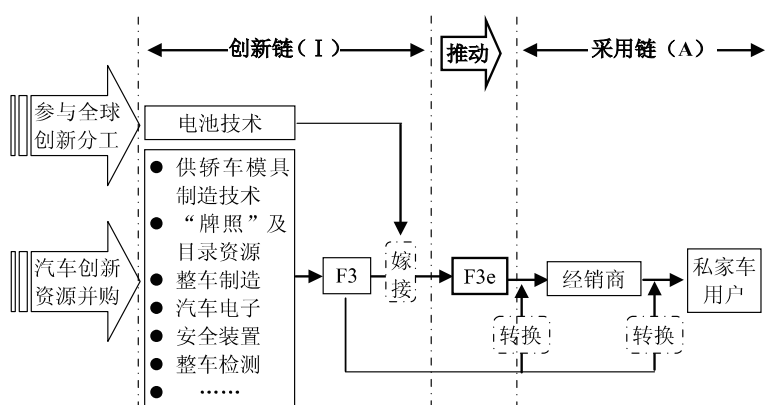


图2 小生境下(比亚迪)新能源汽车创新链、采用链及作用关系

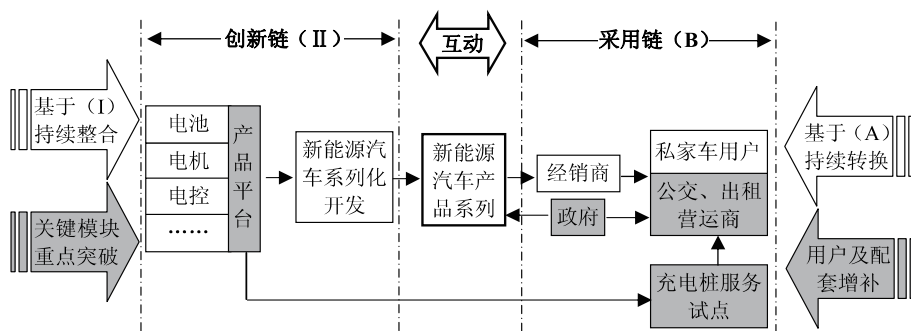


图3 开放式产品平台下(比亚迪)新能源汽车创新链、采用链及作用关系

注:图中白色底面的内容主要描述对小生境阶段的继承,阴影底面的内容主要描述开放式产品平台阶段的发展

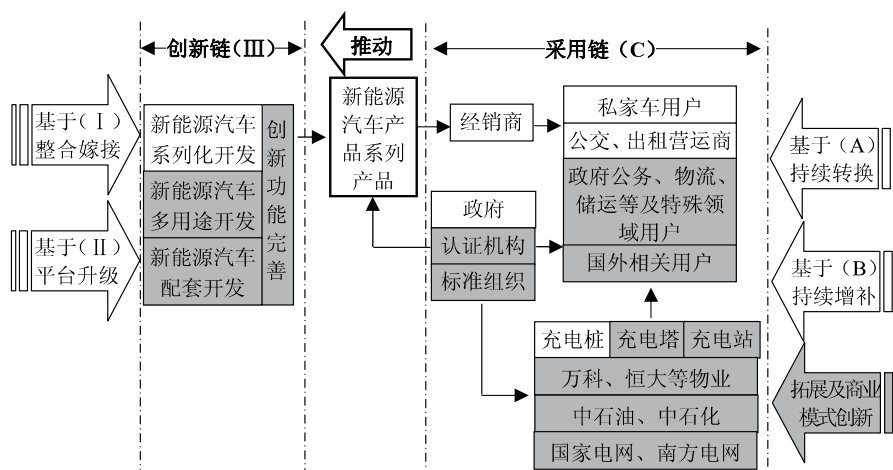


图4 全面拓展下(比亚迪)新能源汽车创新链、采用链及作用关系

注: 图中白色底面的内容主要描述对前两阶段的继承, 阴影底面的内容主要描述全面拓展阶段的发展

新能源汽车创新生态系统内部核心构成就是创新链和采用链,并在具体演进过程中,新能源汽车“双链”发展及协同作用机理有其特殊性,在演化初期,创新链构筑是渐进性小生境形成的关键;而在进一步升级过程中,尽管基于产品平台构筑的创新链延展仍然是新能源汽车这一新兴产业发展的关键,但是采用链增补也必须得到足够重视;而到了创新生态系统逐步走向成熟的阶段,采用链的拓展成为了主导,而且对创新链完善提出了新的要求。总之,新能源汽车创新生态系统演进过程中的创新链和采用链之间是存在一定的“不对称张力”,该“张力”有助于“双链”之间为实现彼此“对称”而不断升级,从而促进创新生态系统的持续演进。

(二) 新能源汽车创新生态系统演进动力

新能源汽车创新生态系统持续演进得到了内外部动力的驱动,从比亚迪新能源汽车创新历程分析来看,主要得到了创新驱动、需求拉动力和政策引导力的作用。

1. 新能源汽车创新生态系统演进的创新驱动力

创新生态系统就是以创新为核心的系统,并更加强调创新的高效性和可持续性^[5],因此,创新也必然是新能源汽车创新生态系统演进的首要动力。总的来说,对应于三阶段演进路径,新能源汽

车创新驱动也依次为技术嫁接渐进性创新驱动、关键模块突破性创新驱动以及应用性配套创新驱动。

(1) 技术嫁接渐进性创新驱动。新能源汽车产品形态及功能与传统汽车相比没有本质变化,这为传统汽车技术以及替代油气的新能源技术嫁接到新能源汽车上提供了可能性,且可通过其技术渐进性创新得以实现。因此,能够开启新能源汽车创新生态系统小生境的企业,通常具备汽车、能源的相关技术积累,且为完成技术嫁接而经历过渐进性创新。比亚迪具有很强的锂电池研发与生产能力,并通过大规模并购获得了汽车整车制造的一系列技术,并且在其经典汽车款型 F3 的基础上进行了电池、汽车等相关技术嫁接以及持续地创新投入和努力,从而推出了首款新能源汽车 F3e,开启了新能源汽车创新生态系统的小生境。

(2) 关键模块突破性创新驱动。新能源汽车作为新兴产业创新生态系统,其升级发展必然受制于关键模块技术瓶颈^[25]。新能源汽车关键技术就是电池、电机、电控等,其突破驱动了新能源汽车创新生态系统由基于渐进性创新的单一产品小生境向基于产品平台的系列化开发升级,如果说前者解决了新能源汽车创新生态“从无到有”的问题,那么后者则是针对“从有到优”的问题,提升了新能源汽车创新生态系统的创新质量和效

率。事实上,比亚迪充分认识到了电池模块在新能源汽车创新生态系统中的决定性作用,围绕比功率、循环寿命、温度特性、安全性等技术性能指标的高标准,积极攻克锂离子电池技术及规模化制造技术,且在分布式电池管理技术、电机控制技术和动力总成控制技术等取得突破,从而驱动由支持 F3e 的小生境系统演化升级为基于产品平台的系列化开发系统。

(3) 应用性配套创新驱动。随着新能源汽车整车研发与制造技术的日益成熟,新能源汽车使用便利性成为了关键,要求创新主体实现由“产品”技术到“应用”技术的拓展,也就是新能源汽车使用的配套技术创新问题,如充电设施、零部件供应、智能化等配套技术创新有助于拓展新能源汽车创新生态系统的构成及边界。事实上,比亚迪在配套技术创新努力成为了当前新能源汽车创新生态系统的领导者,推出“空中纯电动车充电塔”与“3+3 循环式立体充电机”等整套电动车充电解决方案,同样比亚迪与新加坡科技研究局(A*STAR) 通讯研究院(I2R) 联合建立实验室,整合双方在电动车领域和无人驾驶领域的强大优势联合研发无人驾驶电动汽车技术,打造智能化电动汽车,这些创新举措促进新能源创新生态系统走向成熟并实现转型升级。

尽管新能源汽车创新生态系统演进的三类创新驱动有着一定的共存性,但基本上是按照演进的时间序列相继发挥主导作用的。值得注意的是,在新能源汽车创新生态系统演进过程中,比亚迪通过并购方式快速整合创新资源和技术成果,而非采用联盟或直接购买方式^[34],主要是因为比亚迪起初并不是汽车行业的领军企业,通过并购可以更好地实现创新生态系统协同创新,且通过技术改进和创新突破快速提升技术成熟度,一方面提升了比亚迪在创新生态系统中的创新主导地位,另一方面也推进新能源汽车创新生态系统长期快速持续升级。

2. 新能源汽车创新生态系统演进的需求拉动力

创新生态系统是面向用户的一整套解决方

案,将需求纳入创新的范畴是创新生态系统有别于传统的创新系统或创新体系的显著特征^[35]。事实上,需求对新能源汽车创新生态系统的拉动作用非常显著,且在不同演进阶段的需求形式及其作用方式存在差异性,总的来说,新能源汽车创新生态系统演进的需求拉动力依次为潜在替代性需求拉动、多样性需求拉动和拓展性需求拉动。

(1) 潜在替代性需求拉动。随着环境污染的加剧和石化燃料资源的日益枯竭,整个社会对新能源汽车的需求越来越强烈,这是一种对传统汽车的替代性需求,这也是一些车企致力于构建新能源汽车创新生态系统的原动力。由于这种替代性需求是建立在新能源汽车特定产品的创新链逐步成熟的基础上的,所以这种需求也是潜在的,甚至对于消费者自身而言可能是不明确的。面对这种潜在替代性需求,像比亚迪这种真正具备一定的勇气和战略远见的车企才可以完成新能源汽车创新生态系统的初步构建,它通过快速整合内外部创新资源构建了面向 F3e 的创新生态系统小生境。

(2) 逐步显现的多样性需求拉动。经历了小生境的一些车企通常会推出特定的新能源汽车产品,很大程度上也触动了汽车消费者的潜在需求,无论最先推出的最初产品是否迎合了消费者的需求,均会对消费者潜在需求逐步明晰提供了认知的标的,使得对新能源汽车的多样性需求日益显现^[29],并对新能源汽车创新生态系统具备多样化创新功能提供了新要求,即建立基于产品平台的创新生态系统。比亚迪作为新能源汽车创新生态系统的“先行者”,通过 F3e 的“试水”也最早获得了逐步显现的多样性需求信息,公交、出租、公务、私家车等需求逐步显现,推动了比亚迪积极构建基于产品平台的创新生态系统。比亚迪在多样性需求拉动下实现动力电池的多样化开发,为适应不同车型需要,2010 年推出了从 C11 到 C18 的全系列车用电池,强化电池的比能量提升且体积及重量缩小。

(3) 现实拓展性需求拉动。当新能源汽车的需求是确定的且不断拓展的现实需求,对新能源

汽车创新生态系统演进的拉动作用也越发重要。总的来说,新能源汽车的现实拓展性需求主要表现为市场国际化拓展、应用多领域拓展、产品使用全生命周期拓展等,这必然促使新能源汽车创新生态系统全面拓展性演进。首先,由于发达国家的绿色消费理念和完备的配套实施,促使比亚迪等我国新能源汽车企业的创新视野瞄向全球;其次,7大常规领域和4大特殊领域的现实拓展性需求也推动比亚迪新能源汽车创新生态系统更具效率;最后,尤其是我国等发展中国家消费者对充电配套及服务的需求也要求新能源汽车创新生态系统具备加强充电桩、充电塔、充电站等配套创新功能。

3. 新能源汽车创新生态系统演进的政策引导力

新能源汽车是我国重点发展的战略性新兴产业领域,因此,政府政策对新能源汽车创新生态系统演进产生了重要的引导力,其引导政策主要包

括创新政策、产业政策和需求政策等,典型政策名称、出台时间、要点以及对新能源汽车创新生态系统演进的引导作用如表2所示。从政府政策出台时间历程以及比亚迪新能源汽车创新生态系统演进过程可以看出,政府政策重点逐渐由创新侧转向产业侧以及需求侧,从而引导了新能源汽车创新生态系统逐渐升级并走向成熟。

4. 新能源汽车创新系统演进动力的作用变化

根据新能源汽车创新生态系统演进动力类型及作用变化分析可知,在新能源汽车创新生态系统的三阶段演进中,创新驱动力的存在先快速增长而后不断放缓的“S”型曲线;需求拉动力则是逐渐增长而且后期增速显著的曲线;政策引导力则呈现倒“S”型曲线,在前期主要倾向于支持创新,而后则转向刺激需求。新能源汽车创新生态系统演进动力水平动态变化示意图如图5所示。

表2 典型政府政策及对新能源汽车创新生态系统演进的引导作用

政策类型	典型政策时间及名称	典型政策要点	典型政策对新能源汽车创新生态系统演进的引导
创新政策	2001年启动了“863”电动汽车重大专项规划	确立“三纵三横”的整车及关键技术研发战略格局,并持续开展关键共性技术攻关	促进了新能源汽车产业关键共性技术研发,引导了新能源汽车创新生态系统小生境的产生
产业政策	2009年新能源汽车“生产牌照”准入规则	要求至少掌握核心技术之一,制定各系统边界划分与接口定义,具备整车设计与检测能力	规避新能源汽车“一混而上”的局面,筛选优势车企来主导新能源汽车创新生态系统,并通过自主核心模块技术突破来推动创新生态系统升级
	2010年将新能源汽车定位战略性新兴产业	突破关键核心技术,推进插电式混合动力汽车及纯电动汽车产业化	进一步扶持并推动车企攻克一批关键模块技术,进而构建基于产品平台的创新生态系统,同时也开始明确新能源汽车产业化重点
	2012年“节能与新能源汽车产业发展规划”	致力于产业化取得重大进展、配套能力显著增强、管理制度较为完善	进一步明确新能源汽车短期以及长期的产业化重点与目标,同时对新能源汽车的使用配套设施和服务体系建立提出规划,开始引导新能源汽车创新生态系统拓展性升级
需求政策	2010年的“节能汽车推广实施细则”、“私人购买新能源汽车补贴试点”	设立试点示范城市,在公共服务领域推广,对私人购买实施补贴	将新能源汽车的潜在替代性需求转化为真实需求,同时逐步引导多样性需求,从而通过挖掘需求来引导新能源汽车创新生态系统由小生境向基于产品平台升级
	2013年的“继续开展新能源汽车推广应用工作”	提高补助,免征购置税,示范城市补贴,政府、公共机构等采购的新能源汽车占比不低于30%。	潜在需求得到进一步挖掘,真实需求规模扩大,同时多样化需求进一步显现,引导新能源汽车创新生态系统逐步拓展
	2015年的“加快电动汽车充电基础设施建设”	要求建成适度超前、车桩相随、智能高效的充电基础设施体系、服务体系产业体系	将配套设施建设、运营、服务及商业化模式创新纳入新能源汽车创新生态系统,引导新能源汽车创新生态系统全面拓展性升级

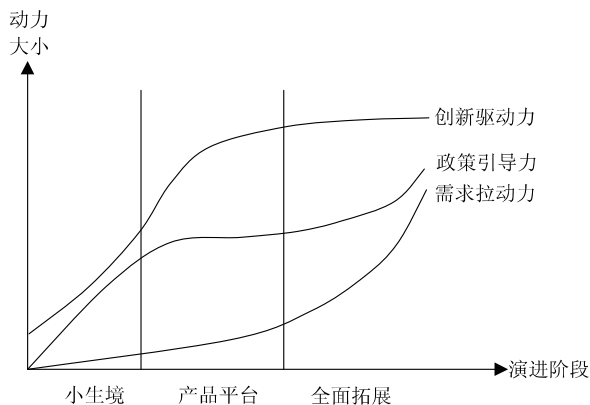


图5 新能源汽车创新生态系统演进驱动力水平动态变化示意图

注：本图主要根据对新能源汽车创新生态系统演进动力分析讨论而获得的示意图，重在反映不同动力的变化趋势，具体的演进动力的绝对水平和相对水平高低有待后续研究的定量测量。

（三）新能源汽车创新生态系统演进机理的理论模型

以比亚迪典型案例为基础，综合新能源汽车创新生态系统演进的路径、“双链”协同机理以及动力研究，可以给出新能源汽车创新生态系统演进机理的理论模型（如图6所示）。总的来说，我国新能源汽车创新生态系统演进有其特殊性，在创新驱动、需求拉动力和政策引导力的综

合动力作用下，并通过创新链和采用链的协同机理，推动新能源汽车创新生态系统沿着“小生境→开放式平台→全面拓展”的路径持续扩张和升级发展。

六、结论及展望

比亚迪新能源汽车是我国新能源汽车创新生态系统形成与发展的一个缩影，通过系统的案例描述、分析与讨论得出如下结论。

（1）新能源汽车创新生态系统是以创新生态化为核心的发展战略逻辑，在不断整合内外部创新资源基础上，依次遵循基于渐进性小生境的启动路径、基于开放式产品平台的接续路径、基于全面拓展的转化路径，由“机械化”向“有机体”不断演进，逐步实现创新要素、主体与环境的有机统一，从而实现新能源汽车创新生态系统的升级与发展。

（2）新能源汽车创新生态系统持续演进的内在机理是新能源汽车创新链和采用链的协同发展机理。在新能源汽车创新生态系统演进过程中“双链”之间存在一定的“不对称张力”，并依次通过创新链整合嫁接推动采用链转换、创新链平台化与采用链增补互动升级、采用链拓展拉动创新链功能完善，推动新能源汽车创新生态系统持续发展。

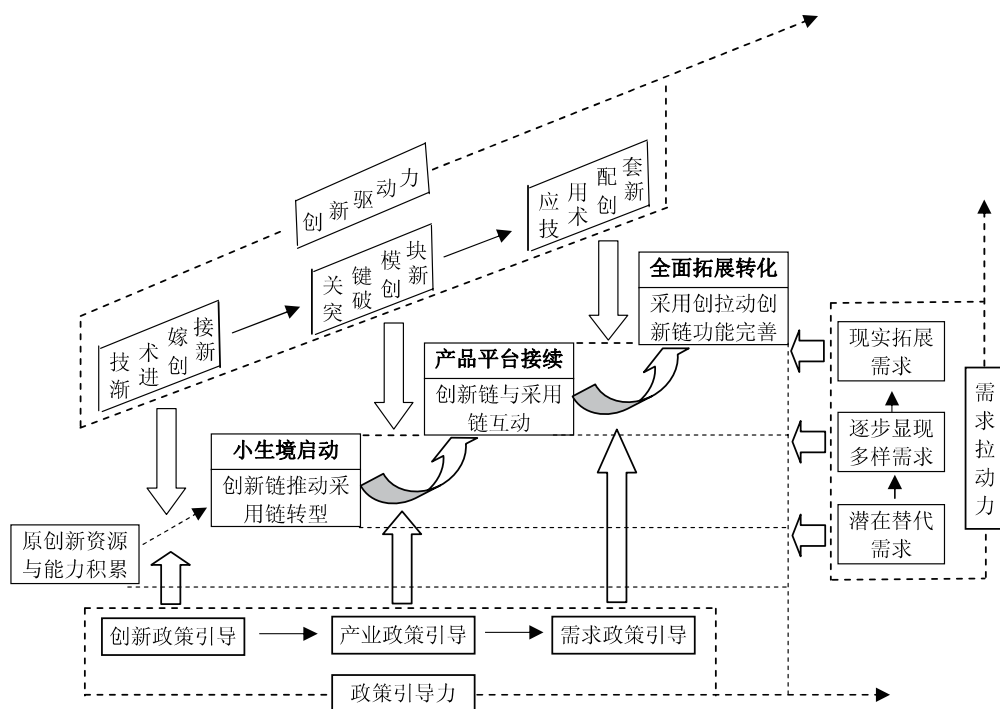


图6 新能源汽车创新生态系统演进模型

(3) 新能源汽车创新生态系统演进受到了创新驱动、需求拉动力和和政策引导力的综合作用,在具体的三阶段演进路径中,创新驱动相继为技术嫁接渐进性创新、关键模块突破性创新和应用性配套创新驱动;需求拉动力则为潜在替代性需求拉动、多样性需求拉动和拓展性需求拉动;政府政策引导力大体为创新政策、产业政策以及需求政策引导力。

(4) 推动新能源汽车创新生态系统演进的三类动力在演进过程中不断变化,创新驱动水平遵循先快速增长而后不断放缓的“S”型曲线;需求拉动力则是逐渐增长而且后期增速显著的曲线;政策引导力则呈现倒“S”型曲线,在前期主要倾向于支持创新,而后期则转向刺激需求。

总之,通过案例研究,探讨并揭示了我国新能源汽车创新生态系统演进路径、内在演进机理以及演进动力机制,并构建了演进模型,可为我国新能源汽车乃至其它战略性新兴产业领域创新生态系统构建与发展提供理论支持与决策参考。需要指出的是,由于本文是基于单个案例的探索式研究,为了进一步检验和完善本文提出的理论观点和演进模型,更为精细的跨案例研究是未来研究的重点。

参考文献:

[1] Adner R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem [J]. Harvard Business Review, 2006, 84 (4): 98-107.

[2] 黄鲁成. 区域技术创新系统研究:生态学的思考[J]. 科学学研究 2003 (2): 215-219.

[3] Gawer A, Cusumano M A. Industry platforms and ecosystem innovation [J]. Journal of Product Innovation Management, 2014, 31(3): 417-433.

[4] 王娜,王毅. 产业创新生态系统组成要素及内部一致模型研究[J]. 中国科技论坛 2013 (5): 24-30.

[5] 朱迪·埃斯特琳(美). 美国创新在衰退[M]. 北京:机械工业出版社 2010. 45-87.

[6] Still K, Huhtamäki J, Russell M G, Rubens N. Insights for orchestrating innovation ecosystems: the case of EIT ICT Labs and data-driven network visualizations [J]. International Journal of Technology Management, 2014, 66 (2/3): 243-265.

[7] Yin PL, Davis J P, Muzyrya Y. Entrepreneurial innovation: killer apps in the iPhone ecosystem [J]. American Economic Review, 2014, 104(5): 255-259.

[8] 胡京波, 欧阳桃花, 谭振亚等. 以 SF 民机转包生产商为核心企业的复杂产品创新生态系统演化研究[J]. 管理学报 2014(8): 1116-1125.

[9] 陈瑜, 谢富纪. 基于 Lotka-Volterra 模型的光伏产业生态创新系统演化路径的仿生学研究[J]. 研究与发展管理, 2012 (3): 74-84.

[10] Chen YT, Rong K, Xue L. Evolution of collaborative innovation network in China's wind turbine manufacturing industry [J]. International Journal of Technology Management, 2014, 65(S): 262-299.

[11] 曹如中, 史健勇, 郭华, 邱羚. 区域创意产业创新生态系统演进研究: 动因、模型与功能划分[J]. 经济地理, 2015 (2): 107-113.

[12] 李恒毅, 宋娟. 新技术创新生态系统资源整合及其演化关系的案例研究[J]. 中国软科学 2014 (6): 129-141.

[13] Fukuda K, Watanabe C. Japanese and US perspectives on the national innovation ecosystem [J]. Technology in Society, 2008, 30(1): 49-43.

[14] 胡登峰, 王丽萍. 论我国新能源汽车产业创新体系建设[J]. 软科学 2010 (2): 14-18.

[15] 侯沁江, 蔺洁, 陈凯华. 中国新能源汽车产业的创新系统功能[J]. 经济管理 2015 (9): 19-28.

[16] 刘颖琦. 新能源汽车产业联盟中企业-大学关系对技术创新的影响[J]. 管理世界 2011 (6): 182-183.

[17] 缪小明, 赵静. 基于突破性创新视角的我国新能源汽车产业技术轨道研究[J]. 科技管理研究 2013 (8): 1-4.

[18] 陈芳, 眭纪刚. 新兴产业协同创新与演化研究: 新能源汽车为例[J]. 科研管理 2015 (1): 26-33.

[19] 谢青, 田志龙. 创新政策如何推动我国新能源汽车产业的发展——基于政策工具与创新价值链的政策文本分析[J]. 科学学与科学技术管理 2015 (6): 3-14.

[20] 刘兰剑, 陈双波. 基于多回路竞争的新能源汽车技术创新政策研究[J]. 科学管理研究 2013 (5): 41-45.

[21] 张慈, 熊艳, 肖蕊. 基于生态视角下的产业技术创新体系研究——以新能源汽车产业发展为例[J]. 生态经济 2014 (6): 106-108.

[22] 李磊, 郭燕青. 我国新能源汽车产业创新生态系统构建研究[J]. 科技管理研究 2014 (23): 59-63.

[23] Eisenhardt K M. Building theories from case study research [J]. Academy of Management Review, 1989, 14 (4): 532-550.

[24] Ethiraj S K , Levinthal D. Bounded rationality and the search for organizational architecture: An evolutionary perspective on the design of organizations and their evolvability [J]. Administrative Science Quarterly , 2004 , 49 (3) : 404-437.

[25] 武建龙,王宏起. 战略性新兴产业突破性技术创新路径研究——基于模块化视角[J]. 科学学研究,2014,(4): 508-518.

[26] Adner R , Kapoor R. Value creation in innovation ecosystems: how the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations [J]. Strategic Management Journal ,2010 ,31 (3) : 306-333.

[27] 王珊珊,许艳真,李力. 新兴产业技术标准化: 过程、网络属性及演化规律 [J]. 科学学研究,2014,(8): 1181-1188.

[28] 张运生,邹思明,张利飞. 基于定价的高科技企业创新生态系统治理模式研究 [J]. 中国软科学,2011,(12): 157-165.

[29] 罗恩·阿德纳(美). 广角镜战略[M]. 南京: 译林出版社,2014. 23-90.

[30] 吴绍波,顾新. 战略性新兴产业创新生态系统协同

创新的治理模式选择研究 [J]. 研究与发展管理,2014,(1): 13-21.

[31] 蒋石梅,吕平,陈劲. 企业创新生态系统研究综述——基于核心企业的视角 [J]. 技术经济,2015,(7): 18-24.

[32] 武建龙,王宏起,李力. 模块化动态背景下我国新兴产业技术创新机会、困境与突破——基于我国手机产业技术创新演变史的考察 [J]. 科学学与科学技术管理,2014,(6): 45-57.

[33] 王宏起,赵敏,王雪原等. 科技资源共享服务平台集成管理研究——以黑龙江省科技创新创业共享服务平台为例 [M]. 北京: 科学出版社,2013. 33-40.

[34] 王雪原. 创新资源配置管理理论方法研究——区域、平台、联盟与企业多层面视角 [M]. 机械工业出版社,2015. 25-61.

[35] Hienerth C , Lettl C , Keinz P. Synergies among producer firms , lead users , and user communities: the case of the LEGO producer-user ecosystem [J]. Journal of Product Innovation Management ,2014 ,31(4): 848-866.

(本文责编: 海 洋)