

新兴产业颠覆性创新政策组合作用机制研究： 基于创新生态系统视角

武建龙, 鲍萌萌, 杨仲基

(哈尔滨理工大学经济与管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要:从创新生态系统视角出发,揭示新兴产业颠覆性创新政策组合作用机制。研究发现:创新政策组合通过创新政策战略与创新政策工具组合发挥驱动作用;创新政策战略通过明确创新生态系统演进方向、规划演进路线形成颠覆性创新轨迹;创新政策工具组合则逐层驱动创新生态系统各子系统协同演进,促进新兴产业颠覆性创新全过程实现。

关键词:政策组合;颠覆性创新;新兴产业;创新生态系统;政策工具

中图分类号:F420

文献标识码:A

文章编号:1005-0566(2023)07-0044-12

Study on the effect mechanism of innovation policy mix on the disruptive innovation of emerging industry: From perspective of innovation ecosystem

WU Jianlong, BAO Mengmeng, YANG Zhongji

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

Abstract: This paper explore the effect mechanism for innovation policy mix on disruptive innovation of emerging industry from the perspective of innovation ecosystem. The analysis results show innovation policy mix play driving role in disruptive innovation by innovation policy strategy and innovation policy instrument mix. Innovation policy strategy leads to the formation of disruptive innovation trajectory by clear evolution direction and planning an evolution route of innovation ecosystem. Innovation policy instrument mix rely on the staged leadership of different policy instrument to drive the co-evolution of three sub-system of innovation ecosystem layer by layer, further push the realization of disruptive innovation, include technological change, product entry and market disruptive.

Key words: policy mix; disruptive innovation; emerging industry; innovation ecosystem; policy instrument

面向新时代创新型国家建设的战略需求,我国在新兴产业领域已由“跟跑”向“并跑”乃至“领跑”的全球科技领导者战略转变。党的二十大报告强调量子信息、核电技术、新能源技术等颠覆性

技术突破在创新型国家建设中发挥了重要作用,未来需要进一步构建新一代信息技术、人工智能、高端装备等一批新的增长引擎,新兴产业颠覆性创新已经成为我国实现高水平科技自立自强、迈

收稿日期:2022-11-18 修回日期:2023-06-28

基金项目:国家自然科学基金项目(72074061);黑龙江省自然科学基金项目(LH2020G007);黑龙江省哲学社会科学项目(19JYB024);中国博士后科学基金资助项目(2021M693816)。

作者简介:武建龙(1981—),男,黑龙江哈尔滨人,哈尔滨理工大学经济与管理学院教授,博士,研究方向为高新技术发展与战略管理。

入创新型国家前列的关键抓手。科技部为全力推进颠覆性技术创新,深入实施大数据、量子通信、精准医学等国家技术创新工程,先后批复了国家高速列车技术创新中心、国家第三代半导体技术创新中心等创新平台建设,并组织举办全国颠覆性技术创新大赛,旨在挖掘新一批颠覆性技术方向,深入推进颠覆性创新进程。目前,我国新能源汽车、人工智能等新兴产业已开始执行新一轮产业规划,并通过颠覆性技术实现了产业变革。

创新政策在新兴产业技术研发^[1-2]、产品开发^[3]以及市场应用^[4]各个创新环节,均发挥了不可或缺的作用,如科技部针对新能源汽车产业发展需求,围绕“动力电池与电池管理系统”“电力驱动与电力电子”等关键方向设立了重点专项,有力推动了新能源汽车产业颠覆性技术体系的形成与持续发展。然而,单一的政策工具难以克服创新过程中的演化失灵甚至是系统失灵^[5]。为此,创新政策组合成为了驱动新兴产业颠覆性创新实现的重要举措。现有研究主要关注新兴产业创新政策工具^[6],且分析创新政策变化趋势或政策工具作用的相关研究居多^[7-8],而对新兴产业颠覆性创新政策组合的系统深入研究鲜有涉及,创新政策组合系统推进新兴产业颠覆性创新的作用机制仍不明确,颠覆性创新政策的“碎片化”问题较为突出。

当前创新范式已经开始向生态化、有机式的创新生态系统转变^[9-10]。从创新生态系统视角来看,新兴产业颠覆性创新的成功实现,取决于支撑新兴技术研究、新兴产品开发以及新兴市场应用间紧密协同的创新生态系统^[11-12],并且受制于所处的创新生态环境^[13-14],尤其是创新政策组合对创新生态系统的驱动作用^[15]。为此,从创新生态系统视角出发,选择新能源汽车产业为案例研究对象,揭示创新政策组合驱动新兴产业颠覆性创新的内在规律,具有重要的理论意义和实践指导价值。

一、文献回顾与研究框架

(一)文献回顾

(1)颠覆性创新。颠覆性创新(disruptive innovation),又叫“破坏性创新”,是指通过颠覆性技术创新来满足低端市场或新市场需求,逐步蚕

食并占领主流市场的创新^[16],其中颠覆性技术创新并非单一技术变革,而是技术体系整体实现技术轨道的跃迁^[17]。有学者综合技术和市场视角研究颠覆性创新过程^[18],将其分为知识内化、组织边界跨越、市场颠覆3个阶段^[19]。面向高端市场的颠覆性创新可划分为技术演进轨迹和市场扩散路径^[20]。面向低端市场的颠覆性创新关键则在于技术和商业模式间的协同创新^[21]。此外,构建创新生态系统也是实现颠覆性创新的重要路径^[22]。

在颠覆性创新过程驱动因素方面,价值源泉、价值创造、价值传递以及价值实现形成了颠覆性创新的价值驱动力^[23];随着技术机会增加,颠覆性创新的颠覆速度更快、程度更高^[24]。也有学者认为技术推动力和市场拉动力对于不同类型颠覆性创新的影响作用具有显著差异^[25]。还有学者探讨了政策对于颠覆性创新的支撑作用^[26],尤其是促进和限制性政策对新兴产业颠覆性创新轨迹的塑造作用^[27]。

(2)创新政策组合。政策组合已经从早期的多种政策工具组合向更为复杂的内涵拓展^[28]。Rogge等^[29]将政策组合要素分为政策战略和政策工具组合,其中政策战略为持续创新提供方向^[30],并指引政策行动及保障等政策工具实施^[31],政策工具组合是指不同类型政策工具及其相互作用关系^[29]。有学者针对政策工具分类也开展了研究。其中,Rothwell^[32]的研究具有开创性,将创新政策工具划分为供给侧、需求侧和环境侧3类。还有学者分为信息型、组织型和财政型^[33],以及战略层、综合层和基本层^[34]。

创新政策组合作为促进新技术产生、应用和扩散的重要手段,旨在创造新事物的同时破坏旧事物^[35]。主要通过政策工具组合^[28]、政策组合特征^[36]以及应用情境^[37]等影响创新绩效。基于创新阶段不同,政策工具组合作用具有显著差异性^[38]。在创新数量积累阶段,扶持性政策与管制性政策作用效应显著^[39]。Edmondson等^[40]提出创新政策组合可以发挥资源效应、制度效应和解释效应等3种“政策效应”。创新主体也会在政策组合作用下建立相应的响应机制^[41]。

(3) 创新生态系统结构及演化。Adner^[11]将创新协作链和价值采用链视为创新生态系统核心构成,创新生态系统内的所有成员拥有共同的关于价值创造、分配和传递的主张,价值主张的实现又依赖于由组件和配件构成的完备技术体系。Xu 等^[12]将创新生态系统分为科学、技术和商业 3 个子系统,并在 Adner^[11]的研究基础上进一步提炼出创新生态系统的整合价值链和互动网络两个核属性,将创新生态系统视为层级网络结构。

创新生态系统还可视为各创新要素之间互补或替代关系的演化集合^[42-44]。基于产业生命周期理论,可将创新生态系统的演化过程分为形成、成长、领导、重构等阶段^[45]。从生态学视角分析,创新生态系统遵循自下而上的演化路径,演化复杂度逐层提高^[46]。互补性多平台资源聚集^[47]、主体多样性和密集度^[48]、主体间协作关系^[49]均为促进新兴产业创新生态系统快速发展的内在动力。同时,价值主张实现也会激发参与主体创新热情,在产业生态系统“构建—管理”两阶段过程中要平衡“价值创造”和“价值获取”^[50]。政策是引导新兴产业创新生态系统发展的关键动力因素,学者们开始关注与创新生态系统链接、转化以及子系统发展相关的产业政策^[51]。在产业发展初期,政

府引导对产业发展变化的影响更为敏感^[52]。

(二) 研究框架

已有文献为探究新兴产业颠覆性创新政策组合作用机制奠定了理论基础,然而当前关于颠覆性创新的相关研究仍然停留在创新体系范式,尤其对产业层面颠覆性创新政策作用专门研究缺失。事实上,新兴技术变革驱动的新兴产业替代传统产业本质上就是新旧创新生态系统之间的竞争^[13],其具有显著的颠覆性创新特征,而政策和创新特征的匹配能够加速颠覆性技术的研发和新兴产业的崛起^[53-54]。因此,可利用创新生态系统视角分析新兴产业颠覆性创新过程,进而科学揭示创新政策组合如何通过驱动创新生态系统演进推动新兴产业颠覆性创新的实现。为此,本文采用 Rothwell^[32]的创新政策分类,结合创新生态系统的“研究—开发—应用”子系统层级结构^[12,55],将颠覆性创新全过程分为技术变革、产品进入以及市场颠覆 3 个阶段^[16,20],提出新兴产业颠覆性创新政策组合作用机制研究框架。如图 1 所示,创新政策组合通过创新政策战略与供给侧、需求侧和环境侧创新政策工具共同引导和支持创新生态系统的协同演进,推动新兴产业颠覆性技术变革、产品进入和市场颠覆的全过程实现。

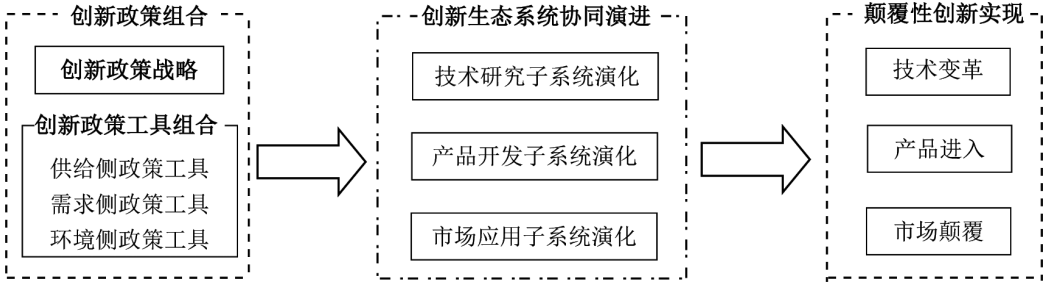


图 1 新兴产业颠覆性创新政策组合作用机制研究框架

二、研究方案设计

(一) 研究方法选择

本文的核心问题是基于创新生态系统视角,分析创新政策组合如何驱动新兴产业颠覆性创新进程,是一个典型的“How”的问题,因此选用探索性案例研究方法进行探究。

(二) 研究对象选择

基于理论抽样原则,本文选择新能源汽车产

业创新政策作为案例研究对象。其主要原因包括两个方面:一是新能源汽车产业作为我国战略性新兴产业之一,对传统燃油汽车产业的技术轨道、产品产出以及占据的主流市场具有颠覆性^[56]。自 2015 年起,我国新能源汽车产销量连续 6 年排名世界第一,截至 2020 年年底新能源汽车保有量达到 492 万辆,超过全球总量的一半。二是为了发展新能源汽车,我国政府出台了一系列扶持政策,并

取得显著成效^[57]。

基于创新生态系统子系统层级结构^[12,55],可刻画新能源汽车产业创新生态系统如图2所示。其中,技术研究子系统主要通过创新协作实现技术变革,促进新能源汽车电池、电机、电控以及其他组件的创新优化,主要参与主体包括大学、科研院所、组件供应商等;产品开发子

系统通过技术整合实现整车制造,促进新能源汽车产品的产出,参与主体主要包括新能源汽车的整车制造商和汽车加工代工企业;市场应用子系统参与主体主要包括互补件供应商、汽车销售商以及消费者等,这个子系统主要通过基础设施建设为消费者提供更多的让渡价值来进行市场颠覆。

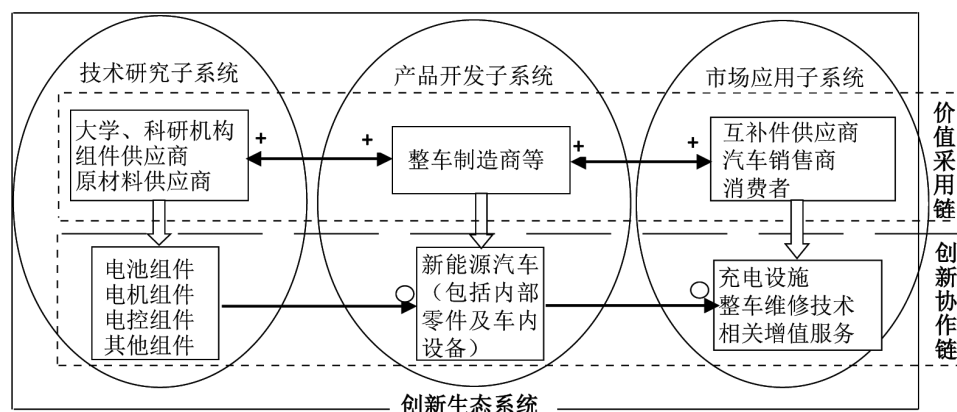


图2 新能源汽车产业创新生态系统基本架构

注：“□”表示相应技术的可行性，“+”表示相应主体间能够共同创造并获得预期价值。

(三) 数据收集与处理

采用国家官方网站、文献资源、产业资讯平台等多种渠道收集数据,从而构成“三角验证”,以确保信度与效度。

一方面,通过文献阅读、查询相关新闻报道和政府部门领导采访等渠道进行新能源汽车产业关键事件与相应创新政策组合信息的收集,并与国家政府部门官方网站公布的政策内容进行比对,提高政策信息精准度。然后,对收集的数据资料进行相应的整理、清洗、摘录和编码。为了避免主观偏差,编码工作先由一名研究小组成员独立完成,再由另一名成员进行核对,标注出有异议的地方,最后由课题组共同讨论确定最终编码。

另一方面,通过检索新能源汽车发明专利信息、查询符合环保排放标准的车型目录(主要对目录中的新能源汽车车型进行统计)以及查阅国家统计年鉴等,统计新能源汽车发明专利申请量、车型数量以及市场销量,进而刻画颠覆性创新过程的技术变革^[58]、产品进入以及市场颠覆水平。同时,通过对国务院、工业和信息化部、科学技术部、

财政部等官方网站进行政策检索,并与中国汽车工业协会报告中的政策目录进行比对,得到1991—2019年的150份相关政策文本,然后进行政策文本阅读、政策工具分类提取及历年政策工具力度测算。

首先,政策工具是实现政策目标或结果的手段,其包含明确的政策对象、方法和目标,如果一个政策工具是针对不同的对象、目的,或者经历过调整,那么它就被视为多种政策工具。供给侧政策工具指政府直接进行人力、资金、技术等资源的供给或进行相应的规划;需求侧政策工具则主要针对市场运营、基础建设等方面进行扶持,满足消费者需求;环境侧政策工具为通过制定产品标准、消除交易壁垒等,维护产业发展环境,新能源汽车政策工具分类如表1所示。

其次,政策力度的测算主要围绕政策的发布力度、作用力度以及执行力度展开。其中,发布力度主要通过政策发布类型测算,即不同类型的政策具有不同的力度^[59];作用力度指政策中政策工具的比重,即政策工具内容占政策全文的比重不同,其作用力度也不同;执行力度指政策执行对于

表 1 新能源汽车政策工具分类

政策工具	供给侧	需求侧	环境侧	分类依据
产品 R&D 投入	★	-	-	提高生产技术
研发专项	★	-	-	识别技术轨迹 降低生产成本
产品 R&D 税收减免	★	-	-	降低产品使用成本
外商投资	★	-	-	刺激研发生产
碳排放控制	★	-	-	提高产品质量
消费税减免	-	★	-	降低向消费者 转嫁的购买价格
示范推广	-	★	-	提高购买质量
政府购买	-	★	-	刺激公共消费
基础设施补贴	-	★	-	提高产品 使用便利性
运营补贴	-	★	-	降低消费成本
购买折扣	-	★	-	提高购买数量
购买税减免	-	★	-	提高购买数量
准入规范	-	-	★	规范市场秩序
基础设施标准	-	-	★	规范基础设施的 市场秩序
产品标准	-	-	★	通过标准制定 提高市场质量
去除交易壁垒	-	-	★	优化竞争环境
交通管理政策	-	-	★	优化使用环境
产业管理	-	-	★	优化发展环境

产业影响力的大小,即不同功能的政策内容在执行中产生的作用不同。结合文献参考^[32],经课题组成员研讨,其测算标准如表 2 所示。

表 2 政策力度测算标准

分值	政策发布形式	政策工具比重	政策执行类型
5	法律	全文	命令性政策
4	条例部令	章节	激励性政策
3	暂行条例/意见/ 规划/条例/规定	条/款	能力建设性政策
2	各部门的意见、纲要、 规划、办法	项	系统工具性政策
1	通知、公告	仅提及	劝诫性政策

设 P_{ij} 表示政策工具 j 在 i 年的政策力度, X_{ij} , Y_{ij} , Z_{ij} 分别表示政策工具的发布力度、作用力度与执行力度, α, β, γ 为政策力度系数(设政策力度系数 α, β, γ 均为 1), h_{ij} 为政策工具 j 在 i 年失效的政策力度。基于政策有效持续性^[60],政策力度的测算如公式(1)所示,力度测算结果如图 3 所示。

$$P_{ij} = \begin{cases} \alpha X_{ij} + \beta Y_{ij} + \gamma Z_{ij}, i = 1 \\ \alpha X_{ij} + \beta Y_{ij} + \gamma Z_{ij} - h_{ij}, i \neq 1 \end{cases} \quad (1)$$

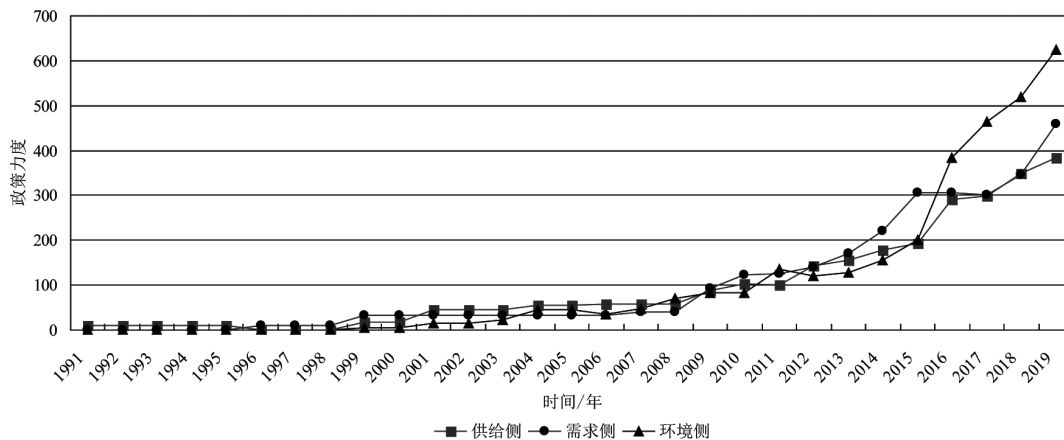


图 3 历年政策工具力度测算结果

三、案例分析

(一) 新能源汽车产业颠覆性创新过程

经过数据统计和关键事件梳理,将新能源汽车产业颠覆性创新过程分为 3 个阶段。在 2008 年以前,陆续有先动者进入新能源汽车产业,进行新兴技术突破和新兴产品研发,但并未打开产品消费市场。自 2009 年起,随着“十城千辆”推广应用的展开,我国新能源汽车开始打开公共领域市场,并逐步渗透进入私家车领域市场。2018 年,电动汽车充电服务全面实现互联互通,标志着我国新

能源汽车产业进入了新的发展阶段。新能源汽车产业逐步实现了技术变革、产品进入和市场颠覆等颠覆性创新过程,具体关键事件如表 3 所示。其中,技术变革过程由“三电”核心技术切入,逐步向配套组件技术拓展,形成完整的技术体系,并利用互联网平台实现了充电服务的完善。产品进入过程则经历了生产动力不足、新兴车型种类增多、生产范围拓宽 3 个阶段。2018 年,我国企业收购全球顶尖轮毂电机公司,与全球范围内的企业共同研发新兴车型。市场颠覆过程则从公共领域市场

渗透,逐步向私家车领域市场延伸,并利用多样化新兴产品满足各个细分市场的需求。至2019年,新能源汽车销量达到120.6万辆,市场占有率达到了5.25%,形成了持续颠覆主流市场的趋势。

表3 新能源汽车产业颠覆性创新数据及关键事件描述	
颠覆环节	关键事件
技术变革	从1991—2019年,我国新能源汽车发明专利累计达到30 043项,其中新能源汽车“三电”组件发明专利数累计5 428项,充电设施互补件为5 233项 在2006年之前,新能源汽车发明专利主要集中在“三电”动力组件,而在2015年,充电设施发明专利数开始超过“三电”组件
	1999年,万向筹备电动汽车项目组,开始研发锂电池 2009年,奇瑞、长安、北汽等企业均具备自主研发能力;我国已形成了完整的新能源汽车产业链 2017年,我国燃料电池汽车关键技术得到突破,基本实现了燃料电池汽车动力系统自主化 2018年,智慧车联网平台与南方电网智能充电服务联通,基于此,我国电动汽车充电服务进入联通新阶段
产品进入	自2001年至今,符合环保标准的新能源汽车车型累计达4 105种 自2010年起,车型数量增长趋势明显,到2015年,增长趋势有了爆发式突破,平均每年推出的车型总数量已超过700种 1999年,一汽集团开发了红旗混合动力样车 2010年,中国市场潜在的新能源汽车产品超过100个 2018年,恒大收购英国顶尖轮毂电机公司,并与全球顶尖的汽车工程技术企业同步研发多款新车型
市场颠覆	自2006年北汽集团、比亚迪相继推出第一辆新能源汽车起,从当初的5年销量不足0.3万辆到2019年销量达到120.6万辆,市场占有率达到了5.25%
	2008年的奥运示范项目首次实现电动汽车规模化示范运行,参与奥运服务的电动汽车共有595辆 2011年,新能源汽车批量进入出租车、公交车市场,并交付政府使用;比亚迪首款纯电动车正式闯入私家车市场 2014年,新能源汽车进入家庭的“元年” 2020年,欧阳明高提出我国新能源汽车发展开始进入市场驱动阶段

(二) 新能源汽车产业创新政策组合

面向新能源汽车产业不同颠覆性创新阶段,将新能源汽车产业创新政策组合对应分为3个时期。考虑到政策作用的滞后性,将政策组合时间划分前移2~3年,3个阶段分别为1991—2005年、2006—2015年、2016年至今,划分结果与我国“五年”规划及政策工具力度呈现的分布规律相吻合(见图3)。通过资料梳理,获得新能源汽车产业关键政策战略与政策工具组合分别如表4、表5所示,其中关键政策战略主要包括行动路线、研发布局、目标规划与产业定位4种形式,并在不同阶段

有所侧重和组合;基于政策工具力度与不同类型政策工具配合实施,政策工具组合同样呈现显著的阶段性特征。

表4 新能源汽车产业关键政策战略	
时期	关键政策战略
1991—2005年	“八五”国家科技攻关计划提出要围绕节能、节材、节油、节水,开发推广新产品,淘汰老产品(1991—行动路线) “九五”国家科技攻关计划强调开发关键零部件,包括电动汽车改装(1996—研发布局) “十五”国家科技攻关计划提出以产业化技术为重点,重点突破关键单元技术(2001—行动路线)
2006—2015年	“十一五”科学技术发展规划中提出,要形成关键零部件产业体系,促进节能与新能源汽车的工程化和产业化,实现燃料电池汽车商业化示范运行(2006—行动路线,研发布局) 《节能与新能源汽车产业发展规划(2012—2020年)》中提出将纯电驱动作为未来汽车发展的主要战略导向,并提出“三纵三横”研发布局(2011—产业定位,研发布局) “十二五”科学和技术发展规划进一步明确产业目标,更强调新型商业化模式的应用,要实现更大范围的新能源汽车规模化示范推广(2011—目标规划) 《中国制造2025》中明确提出新能源汽车是国内未来重点发展的方向(2015—产业定位)
2016年至今	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》提出新能源汽车将由“纯电驱动”向电动化/轻量化/智能化升级;大力推动“互联网+充电基础设施”(2016—行动路线) 科技部部长万钢讲话中提出氢能燃料电池汽车将成重要发展方向(2017—产业定位) 《新能源汽车产业发展规划(2021—2035年)》在2019年末提前运行,并提出了新“三纵三横”的研发布局(2019—研发布局)

四、案例发现

(一) 创新政策战略引导作用

创新政策战略通过明确创新生态系统演进方向和规划演进路线引导新兴产业颠覆性创新轨迹的形成,具体如图4所示。在产业发展之初,创新生态系统还未形成^[61],技术创新方向并不明确,政府通过研发布局为产业明确技术创新方向,并制定相应的行动路线,来引导创新生态系统形成或持续演进。“九五”“十五”科技攻关计划中强调新能源汽车关键零部件的研发突破,推动了关键核心技术成功搭建在传统动力汽车架构中,促使比亚迪、北汽等企业在进行技术嫁接的同时,开展燃料电池、镍氢电池等清洁电池技术的研究开发,打开了传统动力汽车产业的创新缺口,其核心技术逐步从原有的技术轨道向新的技术轨道跃迁。技术间依存关系是创新生态系统形成的关键要素^[11],

表 5 新能源汽车产业政策工具组合

创新时期	政策工具组合描述
	2007 年之前,3 种政策工具持续共存,政策工具间力度差距较小,其中供给侧政策工具力度略高于其他两种政策工具
1991—2005 年	电动汽车“八五”科技攻关项目(1991—供给—研发专项) 清洁能源汽车“九五”科技攻关项目(1995—供给—研发专项) 清洁汽车行动的若干意见等提出要大力推广燃气汽车的使用(1999—需求—推广应用) 要严格实施《机动车排放污染防治技术政策》,加快燃油汽车的清洁化进程(1999—供给—碳排放控制;环境—产品标准) 《汽车产业发展政策》中提出实施清洁汽车行动计划,在公共领域大力推广燃气汽车(2004—需求—示范推广)
2006—2015 年	2006 年之后,需求侧政策工具力度明显提升,开始略高于其他两种政策工具力度,但 3 种政策工具力度间差距不大 国家发改委强调对不能达到《乘用车燃料消耗量限值》要求的乘用车额外增加税收;各级政府部门应率先采购节能环保和采用新能源的汽车(2006—供给—碳排放控制,需求—政府购买) 2009 年确定 13 所城市进行 1000 辆新能源汽车的示范推广,并在 2012、2013 年逐步扩大推广规模(2009/2012/2013—需求—示范推广、运营补贴、购买补贴) 《汽车产业调整和振兴规划》提出要设立专项资金用于汽车产业的技术进步和技术改造,其中新能源汽车技术发展为重点支持专项(2009—供给—研发投入)
2006—2015 年	2010 年开展私人购买新能源汽车补贴试点工作(2010—需求—购买补贴) 2011 年,新能源汽车关键零部件被列入《外商投资产业指导目录》中(2011—供给—外商投资) 将新能源汽车相关技术纳入国家标准立项指南中(2012—环境—准入规范) 乘用车企业平均燃料消耗量核算办法(2013—供给—碳排放控制) 财政部、科技部等部门发布新能源汽车充电设施建设奖励的通知(2014—需求—基础设施建设) 《政府机关及公共机构购买新能源汽车实施方案》(2014—需求—政府购买) 关于免征新能源汽车车辆购置税的公告(2014—需求—免征购置税) 《国务院办公厅关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》(2015—需求—基础设施建设) ...
2016 至今	2016 年起,环境侧政策工具力度大幅度提升,开始高于其他两种政策工具,并拉大了政策工具间力度差距 2016 年《新能源汽车推广应用推荐车型目录》将大量不符合标准的车型踢出补贴推广行列(2016—环境—产业管理) 五城市试点新能源汽车专用号牌(2016—环境—产业管理) 国家发展改革委、国家能源局、工信部关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见提出车联网协同的智能充电模式(2016—需求—基础设施建设) 《外商投资产业指导目录(2017 年修订)》明确放开外商在华建立生产纯电动汽车整车产品合资企业的数量限制(2017—供给—外商投资) 从 2017 年开始,除燃料电池汽车外,其他车型补助标准下降(2017—需求—财政补贴) 2017 年电动汽车充电基础设施信息安全防护指南(2017—环境—产业管理) 汽车动力电池行业规范条件(2017—环境—产品规范) 中华人民共和国车辆购置税法(2017—需求—免征购置税) 汽车动力蓄电池和氢燃料电池行业白名单暂行管理办法(2018—环境—产业管理) 2019 年八部门关于在部分地区开展甲醇汽车应用的指导意见(2019—需求—推广应用) 鼓励外商投资产业目录(2019 年)将智能网联汽车技术纳入鼓励投资范围(2019—供给—外商投资) ...

单一技术突破也无法实现产业颠覆性创新^[62],为此,“十一五”国家科技攻关计划强调了关键零部件技术体系的研发布局,并针对不同类型的新能源汽车规划相应的行动路线,推动新能源汽车产业创新生态系统雏形的建立,形成相应的颠覆性创新基础。

基于已有创新成果进行产业定位,可进一步

明确创新生态系统演进方向,匹配科学的目标规划可驱动创新生态系统高速发展。随着“三电”核心技术突破,政府提出了“纯电驱动”战略,调整新能源汽车产业创新生态系统发展方向,并针对新的产业定位形成“三纵三横”研发布局,进行技术、产品、市场等创新全过程的目标规划,细化了新能源汽车产业创新生态系统不同子系统的演进方向

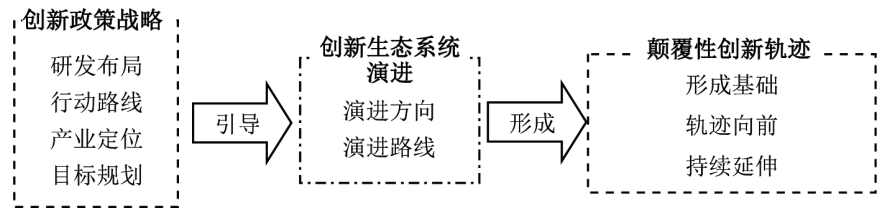


图 4 创新政策战略引导作用模型

和演进路线。科研机构、整车制造商、组件商和特定运营商等多样化价值主体在“纯电驱动”战略引导下积极参与,推动“技术—产品—市场”子系统间的互动协调,加速新能源汽车产业创新生态系统发展,进而推动颠覆性创新轨迹向前。

在动态变化的创新环境中,创新政策战略需要进行持续调整来引导创新生态系统寻找最优演进轨迹。为此,一方面形成以燃料电池汽车发展为重点的产业定位,协调电动汽车、插电混合动力汽车以及燃料电池汽车的共存关系,完善已有的创新生态系统结构。另一方面,顺应新能源汽车与人工智能、云计算、大数据等新兴技术交叉融合,“十三五”国家战略性新兴产业发展规划确定了新能源汽车产业将由“纯电驱动”向电动化、轻量化、智能化升级的行动路线,拉动了我国电动汽车充电服务全面互联互通。在新的行动路线下,将智能化与网联化融入到新“三纵三横”研发布局中,直接引导产业创新主体关系的重新组合,推动创新生态系统的全面拓展,加速颠覆性创新轨迹的持续延伸。

(二) 创新政策工具组合驱动作用

创新政策工具组合通过推动创新生态系统各

子系统演进路线的落实来驱动颠覆性创新,具体作用机制如图5所示。在“八五”“九五”“十五”国家科技攻关计划下,早期的新能源汽车产业创新政策工具主要以研发专项供给侧政策工具为主导,集中拉动技术研究子系统的形成,并与产品示范需求侧以及准入规范环境侧政策工具进行配合,带动创新生态系统雏形的建立。1991年的电动汽车“八五”科技攻关项目和1995年的清洁能源汽车“九五”科技攻关项目均致力于电动汽车与清洁能源汽车核心技术的研发改进,推动核心技术逐步从原有的技术轨道向新的技术轨道跃迁。同时,清洁汽车行动的若干意见等提出要大力推广清洁汽车的使用,使得科研机构、汽车制造商等参与者不断提高电池、电机性能,并带动上游如新材料供应,元器件制造等企业参与到创新协作中,形成以整车制造为主要核心的产品开发子系统。此时,创新生态系统结构相对完备,但更替能力较弱,对传统动力汽车产业创新生态系统不会造成威胁,其显著特征就是挖掘潜在市场,并通过技术嫁接满足市场需求,如北汽、比亚迪、吉利、奇瑞等,纷纷推出了各自的第一辆新能源汽车,但由于初期产品性能较低,其市场销量惨淡。

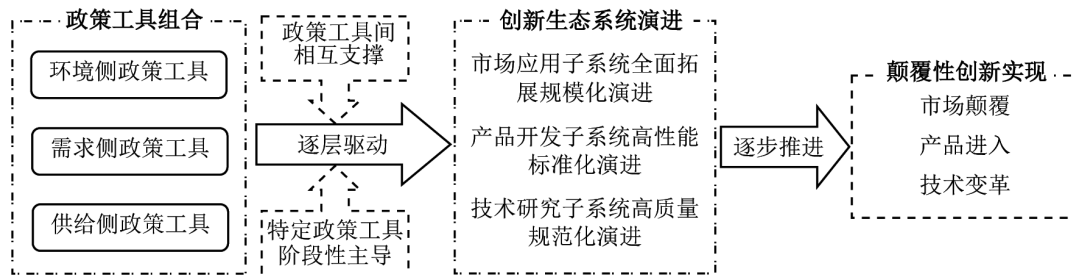


图5 政策工具组合作用机制

鉴于初期形成的创新生态系统较为脆弱,产品还未渗透进利基市场,“十一五”科学技术发展规划制定了以市场推广为重点的全方位目标规划,引导政府采购与示范推广等需求侧政策工具的持续加强,吸收多样化价值主体参与到市场应用子系统中。另外,运营补贴、基础设施建设补贴等可通过刺激公共需求,协调整车制造商、组件商和特定的运营商等参与主体满足市场需求,提高新能源汽车在公共市场中的保有量。同时,碳排放控制等供给侧政策工

具以及标准体系建立等环境侧政策工具共同发挥促进作用,吸引传统动力汽车制造商涉足新能源汽车制造,成为新能源汽车产品开发子系统主体,使得传统动力汽车创新动力降低。随着各类组件供应商数量 and 专业化程度不断提升,新能源汽车市场占有率成倍增长,开始打开利基市场缺口,为市场应用子系统边界扩张创造了充分条件,使得新能源汽车产业创新生态系统开始高速发展,对传统动力汽车产业造成实质性威胁。

随着新能源汽车产业技术成熟和市场规模化发展,营造公平、有序的产业运行制度环境成为政策工具组合的重心,尤其在 2016 年实施了新能源汽车推广应用推荐车型目录更新、汽车动力电池行业规范条件等环境侧政策工具,产业准入门槛不断提高,保障新能源汽车产业技术研究子系统的规范化和产品开发子系统的标准化。同时,吸引外商投资供给侧政策工具、基础设施建设需求侧政策工具配合产业运行管理环境侧政策工具发挥综合作用,逐步完善新能源汽车相关服务,营造有利于新能源汽车产业发展的创新生态环境,为市场进一步扩散提供条件^[63]。另外,随着互联网技术的融合,创新生态系统边界向外延伸,新能源汽车产业创新主体或利益相关者的类型、数量和所属领域更为广泛,新能源汽车产业创新生态系统得到了全面拓展,形成了对传统动力汽车产业的持续颠覆趋势。

(三)创新政策组合作用

作为创新政策组合的两个核心要素^[29],创新政策战略与政策工具组合各自发挥引导和组合驱动作用的同时,两者之间也存在着“自上而下”和“自下而上”的协调关系,以确保创新政策组合持续作用。

“自上而下”是指面向新兴产业培育需求,需要政策战略规划产业创新发展路线,明确政策工具组合作用方向,通过引导政策工具组合匹配战略目标规划。如随着燃料电池汽车产业定位的明确,研发投入、购买补贴、基础设施建设等政策工具均开始向燃料电池汽车倾斜;自 2017 年起,其他车型补助标准均进行逐步下调,但燃料电池汽车

补助标准仍保持不变。再如面向政府提出的规模化市场目标规划,示范推广、购买补贴以及运营补贴等需求侧政策工具逐步推进,基础设施研发投入以及相应的号牌发放等政策工具也配合实施,共同推动目标市场由公共领域向私人领域市场延伸。

“自下而上”是指面对新兴产业颠覆性创新的高度不确定性,部分创新风险难以预知,针对创新过程中的“失灵”现象,政策工具需要进行即时调控,再逐步向上形成明确的政策战略。如骗补、“搭便车”等事件破坏了市场秩序,导致创新环境恶化,需通过更新产品标准目录、调整补贴门槛、细化产品准入规则等政策工具的实施,及时规范市场,净化创新环境,并在新一轮行动路线中强调产业的规范化运行,拉动更为完善的政策战略形成。

综上所述,可进一步形成创新政策组合作用模型如图 6 所示。创新政策组合以创新政策战略与创新政策工具组合为手段,以创新生态系统协同演进为载体,驱动新兴产业颠覆性创新实现。其中,创新政策战略通过明确创新生态系统演进方向和规划演进路线引导新兴产业颠覆性创新轨迹的形成。创新政策工具组合通过动态调整政策工具类型和力度变化逐层驱动创新生态系统各子系统持续演进,逐步推进最小且可行的创新生态系统、高速发展的创新生态系统、全面拓展的创新生态系统依次形成,进而实现新兴产业技术变革、产品进入乃至市场颠覆的创新全过程。另外,创新政策战略与创新政策工具组合间还通过“自上而下”和“自下而上”的协调关系来支撑创新政策组合作用的可持续。

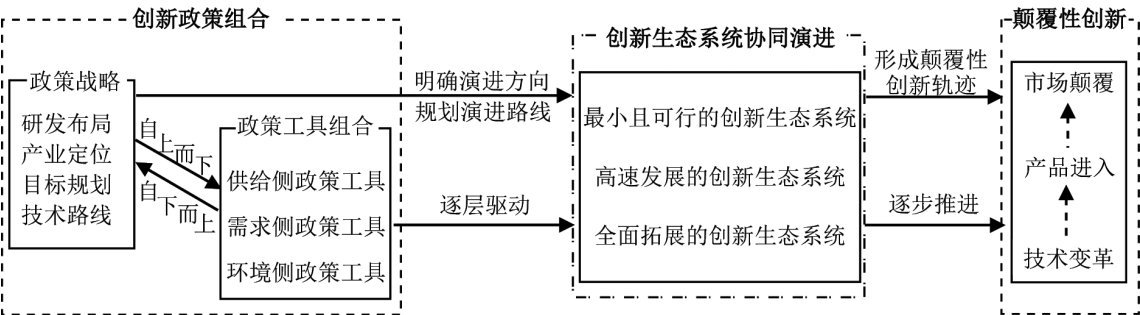


图 6 创新政策组合作用机制模型

五、结论与政策启示

(一) 研究结论

首先,新兴产业颠覆性创新是技术、产品与市场协同颠覆的过程,颠覆性创新成功实现受制于所处的创新生态系统。创新政策组合以创新生态系统为作用载体,以创新政策战略引导和创新政策工具组合实施为主要手段,逐层驱动新兴产业创新生态系统的形成、发展乃至全面拓展来实现持续颠覆性创新。其次,创新政策战略通过研发布局、行动路线、产业定位与目标规划的组合应用指引创新生态系统演进方向,并规划演进路线,引导新兴产业颠覆性创新轨迹逐步形成、向前乃至持续延伸。政策工具组合则通过供给侧政策工具、需求侧政策工具以及环境侧政策工具阶段性主导,其他政策工具匹配组合,逐层驱动创新生态技术研究子系统高质量规范化演进、产品开发子系统高性能标准化演进、市场应用子系统全面拓展规模化演进,进而推进技术变革、产品进入以及市场颠覆过程的实现。最后,基于新兴产业培育需求和新兴产业颠覆性创新的不确定性特征,创新政策战略与创新政策工具组合间存在“自上而下”和“自下而上”的协调关系。政策战略会根据新兴产业持续创新需求,引导政策工具优化组合;面对颠覆性创新过程中的各类风险,政策工具组合需进行即时调控,再逐步向上拉动政策战略调整。为此,在颠覆性创新政策体系中,两种协调关系同时存在,并共同确保创新政策组合作用持续发挥。

(二) 政策启示

第一,政策战略应面向新兴产业发展重大需求和颠覆性创新过程进行顶层设计。既要通过行动路线和研发布局进行超前布局,突出“自上而下”的国家创新战略规划和核心组件技术研发支持计划,激励一批先驱企业、科研机构 and 高校开展联合攻关,又要根据创新环境变化进行产业定位的优化调整,明确未来发展的目标规划,培育适宜新兴产业颠覆性创新的生态环境。

第二,基于新兴产业创新生态系统的动态演化过程,结合各类政策工具作用力度变化规律,政策工具组合实施需同时强调单一类型政策工具的阶段性主导和政策工具间的相互支撑。首先,新兴产业创新生态系统形成初期,应注重供给侧政

策工具中的研发专项实施,积极构建研发平台,强化基础性技术研究,加速颠覆性技术研发,同时强调购买补贴、技术标准等工具对于市场渗透的驱动作用,支撑新兴产业赢得竞争先机。随着创新生态系统的架构基本完善,需求侧政策工具应占领主导地位,加强示范推广与政府采购,在政府便于干预和监管的消费领域尽快采用;配合技术标准体系的建立,推动颠覆性技术创新扩散,加快颠覆性创新进程。当创新生态系统已全面升级,政府应当将营造公平、规范的产业规制视为关键,进一步提高企业准入门槛,通过建立信用监管体系来规范市场交易秩序等。此外,研发专项、基础设施建设等工具应持续实施,以维持新兴产业颠覆性创新优势。

第三,具体到我国新能源汽车产业,鉴于其创新生态系统结构较为完善,“互联网+”新兴技术交叉融合和市场采用规模化发展并存,新能源汽车产业开展对传统动力汽车的持续颠覆态势。因此,可在《新能源汽车产业发展规划(2021—2035)》的基础上进一步深化新能源汽车智能化与网联化的行动路线,细化“新三纵三横”研发布局,明确技术交叉融合、产品产出类型及市场共享规模的目标规划。同时,应用新兴技术交叉融合研发专项的供给侧政策工具,设立高效高密度驱动电机系统、新兴电子电气架构等研发专项,强化基础设施建设等需求侧政策工具,推动基础设施数字化改造升级,并引导安全生产监督、安全召回管理等环境侧政策工具持续加强,加速产业技术扩散,保障创新生态环境适宜度。

参考文献:

- [1] 武建龙,黄静,王宏起. 战略性新兴产业创新机理与管理机制研究:基于多维视角[M]. 北京:科学出版社,2018: 28-29.
- [2] 薛晓珊,方虹,杨昭. 新能源汽车推广政策对企业技术创新的影响研究:基于PSM-DID方法[J]. 科学学与科学技术管理,2021,42(5):63-84.
- [3] 杜宝贵,张焕涛. 基于“三维”视角的中国科技成果转化政策体系分析[J]. 科学学与科学技术管理,2018,39(9):36-49.
- [4] 叶光亮,程龙,张晖. 竞争政策强化及产业政策转型影响市场效率的机理研究:兼论有效市场与有为政府[J]. 中国工业经济,2022(1):74-92.
- [5] OH DS, PHILLIPS F, PARK S, et al. Innovation ecosystems: a critical examination [J]. Technovation, 2016,

54: 1-6.

[6]徐硼,罗帆. 政策工具视角下的中国科技创新政策[J]. 科学学研究,2020,38(5):826-833.

[7]刘云,黄雨歆,叶选挺. 基于政策工具视角的中国国家创新体系国际化政策量化分析[J]. 科研管理,2017,38(S1):470-478

[8]王静,王海龙,丁堃,等. 新能源汽车产业政策工具与产业创新需求要素关联分析[J]. 科学学与科学技术管理,2018,39(5):28-38.

[9]柳卸林,王倩. 创新管理研究的新范式:创新生态系统管理[J]. 科学学与科学技术管理,2021,42(10):20-33.

[10]GOMES L A D V, FACIN A L F, SALERNO M S, et al. Unpacking the innovation ecosystem construct: evolution, gaps and trends [J]. Technological forecasting & social change, 2018, 136(11): 30-48.

[11]ADNER R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem [J]. Harvard business review, 2006, 84(4): 98-107.

[12]XU Guannan, WU Yuchen, MINSHALL T, et al. Exploring innovation ecosystems across science, technology, and business: a case of 3D printing in China [J]. Technological forecasting and social change, 2018(136): 208-221.

[13]WALRAVE B, TALMAR M, PODOYNITSYNA K S, et al. A multi-level perspective on innovation ecosystems for path-breaking innovation [J]. Technological forecasting and social change, 2018, 136(11): 103-113.

[14]薛澜,姜李丹,余振. 如何构筑多元创新生态系统推动科技创新促进动能转换?:以黑龙江省为例的实证分析[J]. 中国软科学,2020(5):23-31.

[15]KONNOLA T, ELORANTA V, TURUNEN T, et al. Transformative governance of innovation ecosystems [J/OL]. Technological forecasting and social change, 2021(173): 1-14 [2022-09-18]. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.12.1106>.

[16]CHRISTENSEN C M. The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail [M]. Boston, Massachusetts, USA: Harvard Business School Press, 1997: 10-41.

[17]WU Jianlong, YANG Zhongji, HU Xiaobo, et al. Exploring driving forces of sustainable development of China's new energy vehicle industry: an analysis from the perspective of innovation ecosystem [J]. Sustainability, 2018, 10(12): 1-24.

[18]程鹏,柳卸林,李洋,等. 本土需求情景下破坏性创新的形成机理研究[J]. 管理科学,2018,31(2):33-44.

[19]张骁,吴琴,余欣. 互联网时代企业跨界颠覆式创新的逻辑[J]. 中国工业经济,2019(3):156-174.

[20]周洋,张庆普. 高端颠覆性创新的技术演进轨迹和市场扩散路径[J]. 研究与发展管理,2017(6):99-108.

[21]周江华,全允桓,李纪珍. 基于金字塔底层(BoP)市场的破坏性创新:针对山寨手机行业的案例研究[J]. 管理世界,2012(2):112-130.

[22]王海军,金姝彤,束超慧,等. 为什么硅谷能够持续产生颠覆性创新?:基于企业创新生态系统视角的分析[J]. 科学学研究,2021,39(12):2267-2280

[23]王俊娜,李纪珍,褚文博. 颠覆性创新的价值系统分析:以广东省LED照明行业为例[J]. 科学学研究,2012,30(4):614-621.

[24]石俊国,郁培丽,向涛. 破坏性创新技术体制与产业演化[J]. 科学学研究,2016,34(7):1096-1102.

[25]薛捷. 技术—市场二元性组合对破坏性创新的影响:以科技型小微企业为研究对象[J]. 科研管理,2019,40(3):10-20.

[26]韩凤芹,罗理. 构建面向颠覆性创新的财政科研资助体系[J]. 中国软科学,2020(10):26-35.

[27]RUAN Yi, HANG C C, WANG Yanmin. Government's role in disruptive innovation and industry emergence: the case of the electric bike in China [J]. Technovation, 2014, 34(12): 785-796.

[28]KERN F, ROGGE K S, HOWLETT M. Policy mixes for sustainability transitions: new approaches and insights through bridging innovation and policy studies [J/OL]. Research policy, 2019, 48(10): 1-16 [2022-09-18]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733319301520>.

[29]ROGGE K S, REICHARDT K. Policy mixes for sustainability transitions: an extended concept and framework for analysis [J]. Research policy, 2016(45): 1620-1635.

[30]JAKOB M. Ecuador's climate targets: a credible entry point to a low-carbon economy? [J] Energy for sustainable development, 2017, 12(39): 91-100.

[31]王昶,卢锋华,左绿水,等. 地方政府发展战略性新兴产业的政策组合研究[J]. 科学学研究,2020,38(6): 1001-1008.

[32]ROTHWELL R. Reindustrialization and technology: towards a national policy framework [J]. Science & public policy, 1985, 12(3): 113-130.

[33]WOOLTHUIS R K, LANKHUIZEN M, GILSING V. A system failure framework for innovation policy design [J]. Technovation, 2005, 25(6):609-619.

[34]HOPPMANN J, PETERS M, SCHNEIDER M, et al. The two faces of market support-how deployment policies affect technological exploration and exploitation in the solar photovoltaic industry [J]. Research policy, 2013, 42(4): 989-1003.

[35]KIVIMAA P, KERN F. Creative destruction or mere

- niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions [J]. Research policy, 2016, 45(1): 205-217.
- [36] 徐喆,李春艳. 我国科技政策组合特征及其对产业创新的影响研究[J]. 科学学研究,2017,35(1):45-53.
- [37] MAGRO E, WILSON J R. Policy-mix evaluation: governance challenges from new place-based innovation policies [J]. Research policy, 2019, 48(10): 1-10 [2022-09-28]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733318301550>.
- [38] 田沛霖,王乐. 政策计量视角下我国标准化政策演进历程研究[J]. 科技与管理,2022,24(5):70-81.
- [39] 张永安,关永娟. 政策组合对中国光伏企业创新绩效的影响[J]. 系统管理学报,2021,30(3):500-507, 515.
- [40] EDMONDSON D L, KERN F, ROGGE K S. The co-evolution of policy mixes and socio-technical systems: towards a conceptual framework of policy mix feedback in sustainability transitions [J/OL]. Research policy, 2019, 48(10): 1-14 [2022-09-18]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733318300684>.
- [41] 田志龙,陈丽玲,TAIEB H,等. 我国四级政府创新政策体系下的企业响应策略与行动:基于扎根理论的多案例研究[J]. 管理评论,2021,33(12):87-99.
- [42] RONG Ke, LIN Y, YU J, et al. Exploring regional innovation ecosystems: an empirical study in China [J]. Industry and innovation, 2021, 28(5): 546-569.
- [43] GRANSTRAND O, HOLGERSSON M. Innovation ecosystems: a conceptual review and a new definition [J]. Technovation, 2020(90/91): 1-12 [2022-09-18]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497218303870>.
- [44] BRESLIN D, KASK J, SCHLAILE M, et al. Developing a co-evolutionary account of innovation ecosystems [J]. Industrial marketing management, 2021(98): 59-68.
- [45] MOORE J F. Predators and prey: a new ecology of competition [J]. Harvard business review, 1993, 71(3): 75-86.
- [46] 王丹,赵新力,杜旭,等. 国家农业科技创新系统生态演化研究[J]. 中国软科学,2021(12):41-49, 83.
- [47] KWAK K, KIM W, PARK K. Complementary multi platforms in the growing innovation ecosystem: evidence from 3D printing technology [J]. Technological forecasting & social change, 2018, 136(12): 192-207.
- [48] LUO Jianxi. Architecture and evolvability of innovation ecosystems [J]. Technological forecasting and social change, 2018(136): 132-144.
- [49] WU Jinxi, YE Ran, DING Ling, et al. From“transplant with the soil” toward the establishment of the innovation ecosystem: a case study of a leading high-tech company in China [J]. Technological forecasting and social change, 2018(136): 222-234.
- [50] 陈衍泰,孟媛媛,张露嘉,等. 产业创新生态系统的价值创造和获取机制分析:基于中国电动汽车的跨案例分析[J]. 科研管理,2015,36(S1):68-75.
- [51] CHEN Pingchuan, HUNG Shiwan. An actor-network perspective on evaluating the R&D linking efficiency of innovation ecosystems [J]. Technological forecasting and social change, 2016, 112(11): 303-312.
- [52] 胡登峰,冯楠,黄紫微,等. 新能源汽车产业创新生态系统演进及企业竞争优势构建:以江淮和比亚迪汽车为例[J]. 中国软科学,2021(11):150-160.
- [53] 郑彦宁,袁芳. 颠覆性技术研发管理研究[J]. 科研管理,2021,42(2):12-19.
- [54] 单娟,董国位. 政府在破坏性创新及新兴产业崛起中的作用研究[J]. 上海大学学报(社会科学版),2018,35(3):56-64.
- [55] ESTRIN J. Closing the innovation gap: reigniting the spark of creativity in a global economy [M]. New York: McGraw-Hill, 2008:32-35.
- [56] HARDMAN S, STEINBERGER-WILCKENS, VAN DER HORST. Disruptive innovations: the case for hydrogen fuel cells and battery electric vehicles [J]. International journal of hydrogen energy, 2013, 38(35): 15438-15451.
- [57] ZHANG Xiang, BAI Xue. Incentive policies from 2006 to 2016 and new energy vehicle adoption in 2010—2020 in China [J]. Renewable and sustainable energy reviews, 2017, 70(4): 24-43.
- [58] 杨建昆,王心焕,雷家骕. 高新企业成长相关政策设计与执行对政策效果的作用分析[J]. 中国软科学,2016(11):184-192.
- [59] 彭纪生,孙文祥,仲为国. 中国技术创新政策演变与绩效实证研究(1978—2006)[J]. 科研管理,2008,29(4): 134-150.
- [60] 王晓珍,蒋子浩,郑颖. 风电产业创新政策有效性研究[J]. 科学学研究,2019,37(7):1249-1257.
- [61] 郑婷予,汪涛. 基于商业生态系统的新能源汽车健康测度研究[J]. 中国软科学,2020(11):182-192.
- [62] ADNER R, KAPOOR R. Innovation ecosystems and the pace of substitution: re-examining technology s-curves [J]. Strategic management journal, 2016, 37(4): 625-648.
- [63] 王宏起,汪英华,武建龙,等. 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研究[J]. 中国软科学,2016(4):81-94.

(本文责编:辛 城)