

doi:10.3969/j.issn.1000-7695.2023.19.001

技术竞争与创新生态系统协同效应研究

戴培超^{1,2}, 张容嘉³

- (1. 南京财经大学公共管理学院, 江苏南京 210023;
2. 清华大学公共管理学院, 北京 100084;
3. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所, 北京 100732)

摘要: 从产业技术生态系统视角构建战略性新兴产业成熟度、智力资源禀赋、产业发展潜力子系统, 将科技创新、科技金融、创新扩散子系统纳入创新生态系统, 建立两大系统之间的协同发展指标体系。以北京市战略性新兴产业发展为例, 测算了产业技术竞争与创新生态系统的耦合协同水平, 并对八大战略性新兴产业协同变化时序特征进行分析。研究表明, (1) 产业发展潜力对产业技术水平影响最大; (2) 科技创新是产业发展最核心的因素, 占据了创新生态群落的关键生态位; (3) 北京战略性新兴产业中, 节能环保产业、新一代信息技术产业、生物产业、高端装备制造业、新能源产业、新材料产业、新能源汽车产业等7类在2019年进入磨合阶段, 而数字创意产业处于拮抗状态, 但是各产业都进入了高度协调的阶段。最后提出继续发挥政府的引导作用、构建动态竞合政策体系、完善创新生态政策体系的建议。

关键词: 技术生态系统; 创新生态系统; 协同发展; 战略性新兴产业

中图分类号: F273.1

文献标志码: A

文章编号: 1000-7695(2023)19-0001-09

Research on Synergistic Effects of Technology Competition and Innovation Ecosystem

Dai Peichao^{1,2}, Zhang Rongjia³

(1. School of Public Administration, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210023, China;

2. School of Public Policy and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

3. Institute of Quantitative & Technological Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

Abstract: From the perspective of industrial technology ecosystem, this study constructs the subsystems of strategic emerging industry maturity, intellectual resource endowment, and industrial development potential; incorporates technological innovation, technological finance, and innovation diffusion subsystems into the innovation ecosystem; and establishes a collaborative development index system between the two systems. Taking the development of strategic emerging industries in Beijing as an example, this paper measures the level of coupling and coordination between industrial technology competition and innovation ecosystems, and analyzes the timing characteristics of the collaborative changes of eight strategic emerging industries. The results show that: (1) The potential of industrial development has the greatest impact on the level of industrial technology. (2) Technological innovation is the core factor of industrial development, occupying the key ecological niche of the innovative ecological community. (3) Among Beijing's strategic emerging industries, 7 categories, including energy conservation and environmental protection industry, new generation information technology industry, biological industry, high-end equipment manufacturing industry, new energy industry, new material industry, and new energy vehicle industry, entered the running-in stage in 2019, while the digital creative industry is in a state of confrontation, but all industries have entered a stage of high coordination. (4) Finally, suggestions are put forward to continue to play the guiding role of the government, build a dynamic competition and cooperation policy system, and improve the innovation ecological policy system.

Key words: technology ecosystem; innovation ecosystem; collaborative development; strategic emerging industries

1 研究背景

战略性新兴产业是引领国家未来发展的重要力量, 是我国形成新的竞争优势和实现跨越发展的重

要驱动因素。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中明确指出: “发展战略性新兴产业”。这是

收稿日期: 2023-03-16, 修回日期: 2023-05-16

基金项目: 江苏高校哲学社会科学研究一般项目“江苏省新兴产业生态体系韧性评价与提升策略研究”(2023SJB0265)

在新时期对我国加快建设现代产业体系，转变经济发展方式，开启全面建设社会主义现代化国家新征程的重大战略部署。“十四五”是我国战略性新兴产业发展的关键时期，更多高新技术会进入大规模产业化、商业化应用阶段，成为驱动产业变革和带动经济社会发展的重要力量。未来围绕战略性新兴产业发展方向和重点领域，既要优化处于成长期和成熟期的产业，也要前瞻性谋划布局一批新产业。

伴随贸易保护和单边主义势头崛起，国家之间的竞争愈发激烈，尤其是在科技领域，外部扰动频发，关键核心技术领域“卡脖子”问题凸显，从而导致“断链”风险与日俱增。况且，我国部分战略性新兴产业已经进入“无人区”，处于世界发展前列，为了克服关键技术受制于人以及保持技术领先，需要整合各类创新资源，提升创新能力。此外，创新范式也已从初期的线性创新向网络创新再向系统创新演进，创新政策也需要随之动态调整，向多维度立体式的政策供给体系转变。

国内外学者对产业技术竞争和创新生态系统开展了深入的研究。在产业技术竞争研究方面，Zhou^[1]利用机器学习，预测具有竞争力的新技术；刘冰冰等^[2]则发现竞争性政策提升了企业的技术创新资源配置效率，增强了产业技术竞争能力。成琼文等^[3]认为，将内部核心技术生产要素进行纵向升级能够强化技术竞争优势。创新生态系统研究成果相对丰富，李军凯等^[4]构建了未来产业创新生态系统结构框架；尹洁等^[5]发现高新技术产业创新生态系统内部种群竞争会改变种群强弱顺序；王喆等^[6]根据生态位选取技术战略，识别企业技术跃迁的内在机理；许冠南等^[7]基于网络视角，发现创新生态系统知识网络嵌入显著促进了企业技术创新。柳卸林等^[8]则认为企业要嵌入全球创新网络，获取全球创新资源。尽管相关文献对产业技术竞争和创新生态系统进行了探索，但是割裂了二者的联系，没有从动态、系统的视角进行研究。基于此，本文从创新政策出发，构建战略性新兴产业技术竞争力和创新生态系统评价指标体系，并以北京市战略性新兴产业相关数据进行实证分析，测度技术竞争力和创新生态系统的综合发展水平，并从创新政策的作用过程出发，对二者的协同发展效应进行分析，以引导战略性新兴产业创新生态系统良性发展，为创新政策的优化提供思路。

2 研究文献评述

2.1 技术竞争与战略性新兴产业发展

产业核心技术的竞争是新兴产业发展的主要驱

动因素之一^[9]。随着各国技术竞争日益激烈，技术创新活动呈现出网络化、系统化发展，产业的发展不能仅仅依靠单一核心技术的突破，更需要互补性技术在创新中发挥催化作用^[10]。因此，构建健康协同的创新生态系统对于提升技术竞争力，实现核心技术与互补性技术协同演进，推动创新绩效提升发挥了积极的作用^[11]。

中国企业竞争力的提升促进了经济结构不断优化，中国情境下的企业发展路径拓展了理论和实践应用，围绕战略性新兴产业发展、企业的技术能力提升与核心竞争力来源等领域不断深化，提出了二次创新理论，即通过复制性模仿、创造性模仿、利用性创新、探索性创新等四个阶段对产业前沿技术进行引进、消化、吸收与再创新，从而完成技术能力的提升与产业发展的追赶^[12]，或者通过技术吸收创新和低成本扩张提升技术竞争力^[13]。

2.2 企业与创新生态系统

全球化进程的加快为企业融入国际生产网络提供了契机，同时，企业面临的外部环境也日趋复杂。技术创新和技术扩散过程为企业吸纳知识，加快创新要素流动提供了便捷的条件，但是，外部环境的变革速度也在增快，企业、产业之间正以更加合作的姿态应对愈发严酷的外部竞争。竞争领域也从初期的企业间产品竞争逐渐向创新网络和生态系统之间演进^[14]。其中，创新生态系统作为现代产业体系创新发展新模式，将生态学理论引入创新管理领域，从新视角对竞争理论和传统的战略理论进行重塑，成为创新管理领域研究热点之一。

企业作为产业生态系统主要组成要素，一方面通过创新来提升自己的竞争力，以此在生态系统中占据主要生态位^[15]；另一方面与其他的共生企业结成生态系统以缓解外部环境变化可能造成的冲击^[16]。在创新生态系统内部，企业往往需要通过价值主张、价值创造以及价值共享以促进产业生态系统的高效运转^[17]；或者通过互补性资产促进后发企业的创新能力提升^[18]。价值共享和互补性资产的使用使得产业竞争优势理论变得更为复杂^[19]，它们打破了原有的竞争与合作的对立，将其融合成为更为复杂的竞合关系^[20]。

2.3 基于创新生态系统的协同效应

产业技术竞争力提升是生产要素驱动下的产业规模增长向创新驱动的产业创新合作、技术结构优化和产业规模协同发展的过程^[21]。战略性新兴产业中的创新网络规模扩张逐步缩短创新网络的平均路径长度，促进网络中技术、信息传播效率提升，有助于新技术的扩散^[22]。当战略性新兴产业生态

系统不健全时，即使有较为完善的产业扶持政策，对产业发展的促进效果可能也达不到预期。只有在发展战略性新兴产业的同时，注重发展互补产业，构建集产业、金融、服务中介、人才等于一体的产业生态系统才能够真正促进产业的市场化发展，产业间的协同效应才会提升产业的整体竞争力。

此外，在产业发展的不同阶段，技术选择会对创新生态系统绩效产生不同影响。技术的变迁促使产业生态系统也需要适时演化，在产业发展初期，互补性技术融合能够显著地促进新技术的产生，进而开发更多新产品；但在后期阶段，跨领域的互补性技术融合会增加企业沟通及转化成本，从而导致创新绩效的降低^[23]。因此，围绕技术演变的产业生态系统也应动态发展，需要在权变的视角下进行研究。

3 产业技术生态系统和创新生态系统评估指标体系构建

产业技术发展和创新生态系统协调水平与创新政策的引导紧密相关。战略性新兴产业的初期培育离不开政策的支持，技术支持、金融财税、人才政策等构成的政策体系是战略性新兴产业得以发展的重要保障。其次，战略性新兴产业的发展依赖于创新生态系统，创新主体、创新赋能体系以及创新政策形成的创新生态系统是产业发展的必备土壤。随着产业的不断发展，创新也从最初的线性创新逐步迈向协同创新，形成各创新要素相互耦合的创新生态系统。因此，本文从创新政策出发，从产业成熟度、智力资源禀赋和产业发展潜力三个维度评价产业技术水平；从科技创新、科技金融、创新扩散等三个层次能力水平评估创新生态系统的建设水平。

3.1 技术竞争力评价指标体系

产业技术选择一方面影响着地区生产效率、创新绩效，另一方面还会对区域产业结构的形成和发展起到关键性作用。战略性新兴产业竞争力受技术水平和创新效率的共同影响，其中技术水平是主导力量。不同水平下的产业技术选择路径最终会传导至技术变迁，从而影响到技术的发展与进步。因此，

产业技术选择与产业生态系统要素之间存在着“依赖—制约”的动态关系，各生态要素之间的关系也是一种耦合发展的非线性关系。因此，当产业技术选择与技术生态系统要素处于正向互动状态时，二者处于协调发展模式；反之，当二者之间处于掣肘状态时，会影响双方的融合发展，此时处于磨合发展模式。这种技术选择与技术生态系统之间的相互促进或影响的发展效应即为耦合效应^[24]。此外，规模优势也是产业竞争力测度的关键要素^[25]，所以，将战略性新兴产业产值指标也纳入产业成熟度测算中。

产业技术竞争力的大小，不仅取决于单个评价因子的状况，各因子之间的融合程度会影响到整体效能的发挥^[26]。智力资源禀赋则是体现战略性新兴产业竞争力的另一重要维度，这是由于战略性新兴产业一方面通过产业发展创造了更多的工作岗位，另一方面也对当地的劳动力结构提出了更高的要求，战略性新兴产业吸纳了更多的人才资源^[27]。产业发展水平评价体系中也将人均GDP、城市居民可支配收入等要素纳入产业环境进行考量^[28]。例如，李赶顺等^[29]通过分析战略性新兴产业增加值占GDP比重的变化幅度来衡量产业对三次产业劳动力结构的影响。

产业发展潜力是战略性新兴产业保持技术领先性的重要保障，战略性新兴产业通过技术革新提升产业发展水平^[30]，应选择发展空间广的产业进行重点扶持^[31]。不断优化产业结构，积极培育高精尖产业以带动终端消费^[32]，因此，研究产业发展潜力需要将销售产值作为产业盈利能力评价指标之一^[33]；其次，当战略性新兴产业竞争能力增强时，其形成的先发优势会促进产业运行效率提升，使得产业增加值持续增长^[34]；最后，资金活跃程度反映了产业发展的未来预期，尤其是外资的进入对产业的发展会起到积极作用，既带来了资金，也引入技术及管理，因此，实际利用外商直接投资金额也是地区战略性新兴产业发展潜力的重要影响因素^[35]。根据创新政策的影响效果及借鉴相关文献的指标，构建技术竞争力评价指标体系见表1。

表1 战略性新兴产业技术竞争力评价指标体系

目标层	准则层	指标层	战略性新兴产业权重							
			节能环保	新一代信息技术	生物	高端装备制造	新能源	新材料	新能源汽车	数字创意
产业技术生态系统	战略性新兴产业成熟度	产业技术选择指数	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.18
		战略性新兴产业产值/亿元	0.07	0.16	0.16	0.18	0.10	0.13	0.11	0.19
		智力资源禀赋								
	产业发展潜力	人均GDP/元	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.08
		二三产业就业人数/万人	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.13
		从业人员平均工资/元	0.13	0.12	0.12	0.11	0.13	0.12	0.12	0.09
		实际利用外商直接投资金额/亿美元	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10
		高技术制造业新产品销售收入/亿元	0.10	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.08
		战略性新兴产业增加值/亿元	0.29	0.27	0.26	0.26	0.28	0.27	0.27	0.15

3.2 创新生态系统评价指标体系

随着创新范式的演化和创新理论的深化，初期的线性创新理论经过实践和理论丰富，不断增加新内涵，创新过程也变得更为复杂多样。从线性创新向网络创新再向创新生态系统演进，打破了边界，实现了跨组织的功能互补^[36]。创新生态系统能否发挥优势效能，取决于创新种群与创新环境之间的有机融合程度，稳定、健康的生态系统有利于创新能力的提升和发展^[37]。所以，创新要素之间的协同发展效应是保证创新生态系统可持续发展的关键^[38]。因此，本文从科技创新、科技金融与创新扩散等三个方面来衡量创新生态系统的可持续发展能力。

创新政策通过支持不同维度的创新要素，以实现创新系统的完善和发展。首先，研发补贴政策会刺激企业加大研发投入，从而提升创新产出，技术创新产出的市场化是战略性新兴产业企业提升竞争力的重要途径^[39]，显著提升区域的R&D人员折合全时当量以及发明专利数量；其次，政策性金融对创新生态系统起到积极的促进作用^[40]，特征之一是受金融政策资助的企业专利产出更具优势^[41]。科技金融作为面向特定主体的专项金融，通过财政、信贷、保险、资本市场等多方面的金融工具支持科技创新发展，降低企业创新可能带来的损失，提升企业创新效率^[42]；最后，健康稳定的创新生态系统将会促进知识要素流动，加快创新扩散^[43]，学术交流有助于知识传播和分享并构建人与人之间的关系网络，从而促进创新知识的扩散；技术转移则通过产业间或企业间的交流实现技术扩散。基于此，根据创新政策的影响效果构建创新生态系统评估指标体系（见表2）。

表2 战略性新兴产业创新生态系统评价指标体系

目标层	准则层	指标层	权重
创新生态系统	科技创新	研究生在校生数/人	0.11
		R&D人员折合全时当量/人年	0.18
		万人发明拥有量/件	0.09
科技金融		首发募集资金/亿元	0.19
		企业财产保险金额/亿元	0.13
创新扩散		国内学术会议交流人数/人次	0.20
		技术合同成交额/亿元	0.10

4 基于战略性新兴产业的实证分析

4.1 数据来源

战略性新兴产业的概念于2009年正式提出，并在2010年发布了我国七大战略性新兴产业分类。各省、市随后根据本地区产业基础和发展方向，分别制定了地区战略性新兴产业发展规划。虽然对战略性新兴产业进行了确定，但是，在各地区发布的统计公

报以及统计年鉴等公开数据中，目前只有北京统计局从2014年起对本市战略性新兴产业按照行业类别统计并发布战略性新兴产业产值、战略性新兴产业增加值等数据。因此，研究的数据来源于北京市国民经济和社会发展统计公报（2015—2020年）、北京统计年鉴（2015—2020年），对于统计年鉴中没有直接数据的战略性新兴产业增加值（2014—2017年），本文结合统计公报中公布的每年增幅进行计算，以得到数据。由于数字创意产业为2017年开始公布数据，因而该产业计算的是2017—2019年3年数据，其余节能环保产业、新一代信息技术产业、生物产业、高端装备制造业、新能源产业、新材料产业以及新能源汽车产业等产业以2014—2019年6期面板数据为测度依据。

4.2 产业技术选择指数测算

在借鉴前人技术选择指数基础上^[44]，以产业的资本劳动比率与地区资本劳动比率的比值反映地区的经济发展战略对自身比较优势的偏离程度，并构建了产业技术选择指数计量模型^[45]：

$$TCI_{it} = \frac{AVM_{it}/GDP_{it}}{LM_{it}/L_{it}} \quad (1)$$

其中， TCI_{it} 为*i*地区*t*时期的产业技术选择指数， AVM_{it} 和 GDP_{it} 分别表示*i*地区*t*时期的工业增加值和国内生产总值； LM_{it} 和 L_{it} 分别为*i*地区*t*时期的工业就业人数和总就业人数。 TCI_{it} 的数值反映了该地区的产业特点，即数值越高表明地区以资本密集型产业发展为主，而数值越低，则意味着劳动密集型产业发展占优。由于统计年鉴中没有工业就业人数直接数据，文中以第二产业年末就业人数减去建筑业就业人数作为工业就业人数。

4.3 基于熵值法的指标体系赋权

熵值法通过测度各个指标的离散程度，以衡量指标对系统的影响，最终确定待评价指标的重要程度^[46]。本文采用熵值法计算各个指标的客观的权重，计算步骤如下：

(1) 数据标准化。

由于指标之间的量纲和单位不一致，无法直接比较或计算，因此，在计算各指标权重前，需要进行标准化处理，由于指标属性都为正向，因此标准化公式为：

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (2)$$

其中， X_{ij} 为标准化后的数值， x_{ij} 为第*i*年*j*指标的原始数值， $\max(x_{ij})$ 为数值最大的指标， $\min(x_{ij})$ 为数值最小的指标。

(2) 数据平移处理。

由于计算信息熵时需要取自然对数，指标值不

能为0，因此要进行适当处理。参考张琰飞等的做法^[47]，对数据进行平移处理，使其成为略大于0的一个正数，在此取值 $d=0.01$ 。

$$H_{ij} = X_{ij} + d \quad (3)$$

其中， H_{ij} 为平移后的数值， X_{ij} 为标准化处理后的各指标数值， d 为指标平移的幅度。

(3) 指标值所占特征比重。

$$P_{ij} = \frac{H_{ij}}{\sum_{i=1}^n H_{ij}} \quad (0 \leq P_{ij} \leq 1) \quad (4)$$

P_{ij} 为第*i*年第*j*项指标比重值。

(4) 指标的熵值计算。

$$E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij} \quad (5)$$

其中： E_j 为熵值， \ln 为自然对数， n 为样本数， $0 \leq E_j \leq 1$ 。

(5) 差异系数计算。

指标的差异性系数反映了指标对综合评价的影响强弱，系数值越大，指标作用越强，具体计算公式为：

$$D_j = 1 - E_j \quad (6)$$

其中， D_j 为差异系数。

(6) 权重确定。

第*j*项指标的权重计算公式为：

$$W_j = D_j / \sum_{i=1}^n D_j \quad (7)$$

其中， W_j 第*j*项指标的权重。

(7) 综合评价得分确定。

$$Z_j = \sum_{i=1}^n X_{ij} W_j \quad (8)$$

其中， Z 代表综合评价得分。 Z 值越大，综合评价分值越高。

4.4 协调度模型

由于本研究子系统数量为2个，因此，耦合度计算公式为：

$$C = \left[Z_1 \times Z_2 / \left(\frac{Z_1 + Z_2}{2} \right) \right]^k \quad (9)$$

其中， C 为耦合度， $0 \leq C \leq 1$ ， C 值越大说明系统间的耦合性越好。产业技术生态系统和创新生态系统间的耦合程度越高，则越协调，两大系统间越能够正向吸纳系统要素作用， C 的值就越接近1；反之，耦合程度越低， C 的值就越接近0，产业技术生态系统和创新生态系统之间可能出现失衡及互相排斥的现象。尤其在拮抗阶段，两个子系统不能完全吸纳彼此发展带来的正向影响，出现了部分因子相互抑制的情况，导致系统间的耦合度处于较低水平。 Z_1 和 Z_2 分别是技术选择与创新生态系统的综合评价得分值， k 为调节系数，一般取值为 $2 \leq k \leq 5$ ，参考相关研究成果^[48]，本文将 k 值设定为2。

$$T = \alpha Z_1 + \beta Z_2 \quad (10)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (11)$$

T 为两个子系统的综合协调指数， α 、 β 为待定参数，且 $\alpha + \beta = 1$ ，由于两个子系统协调效应相同，因此，本文取 $\alpha = \beta = 0.5$ ； D 为协调度。参考已发表文献的等级划分成果，将耦合度和协调度均划分为4个层次，以区分耦合及协调程度^[49]（见表3）。

表3 耦合度与耦合协调度等级

耦合度 C	耦合水平	协调度 D	协调水平
$0 \leq C \leq 0.3$	低水平耦合	$0 \leq D < 0.3$	低度协调
$0.3 < C \leq 0.5$	拮抗阶段	$0.3 \leq D < 0.5$	中度协调
$0.5 < C \leq 0.8$	磨合阶段	$0.5 \leq D < 0.8$	高度协调
$0.8 < C \leq 1$	高水平耦合	$0.8 \leq D \leq 1$	极度协调

5 结果分析

5.1 系统发展水平评价

北京市战略性新兴产业技术水平评价权重如表1所示。可以发现：（1）战略性新兴产业成熟度、智力资源禀赋、产业发展潜力对产业技术水平影响逐渐增大（数字创意产业除外）；（2）各战略性新兴产业类型中，产业发展潜力对产业技术水平影响最大（数字创意产业除外）；（3）在各指标中，节能环保产业、新一代信息技术产业、生物产业、高端装备制造业、新能源产业、新材料产业以及新能源汽车产业增加值对产业技术水平系统影响较大，而数字创意产业中，技术选择指数和战略性新兴产业产值影响最大，表明该产业是典型的资本密集型产业。

在创新生态系统中，科技创新（0.38）、科技金融（0.32）、创新扩散（0.30）对北京市战略性新兴产业创新生态系统影响力逐渐递减。但是，可以看出，战略性新兴产业的发展，科技创新仍然是最核心的因素，占据了创新生态群落的关键生态位。而科技金融则是创新生态系统中创新、研发资金的重要提供主体，链接了金融机构和战略性新兴产业企业，为创新生态系统的有效运转提供了资金支持，为创新生态系统贮存、供给养分。最后，创新扩散为维护创新生态群落的多样性和稳定性奠定基础。具体看：在创新生态系统各指标中，国内学术会议交流人数（0.20）、首发募集资金（0.19）和R&D人员折合全时当量（0.18）分别位于前3位，从侧面验证了科技创新、科技金融和创新扩散对创新生态系统的重要影响。

5.2 系统综合得分分析

北京市战略性新兴产业技术水平和创新生态系统综合评价得分结果如图1所示，可以看出：（1）2014年至2019年间，北京市战略性新兴产业技术水

平综合得分呈现快速增长的趋势。2019年，新一代信息技术、生物产业、高端装备制造业、新能源等4类产业的综合得分已经大于等于0.9，位于第一梯队；节能环保产业、新材料产业、新能源汽车产业

综合得分位于0.8-0.89区间段，属于第二梯队；而数字创意产业综合得分只有0.52，属于第三梯队。(2)从创新生态系统综合得分来看，2019年，各产业综合得分最高，达到0.8，处于不断完善的状态。

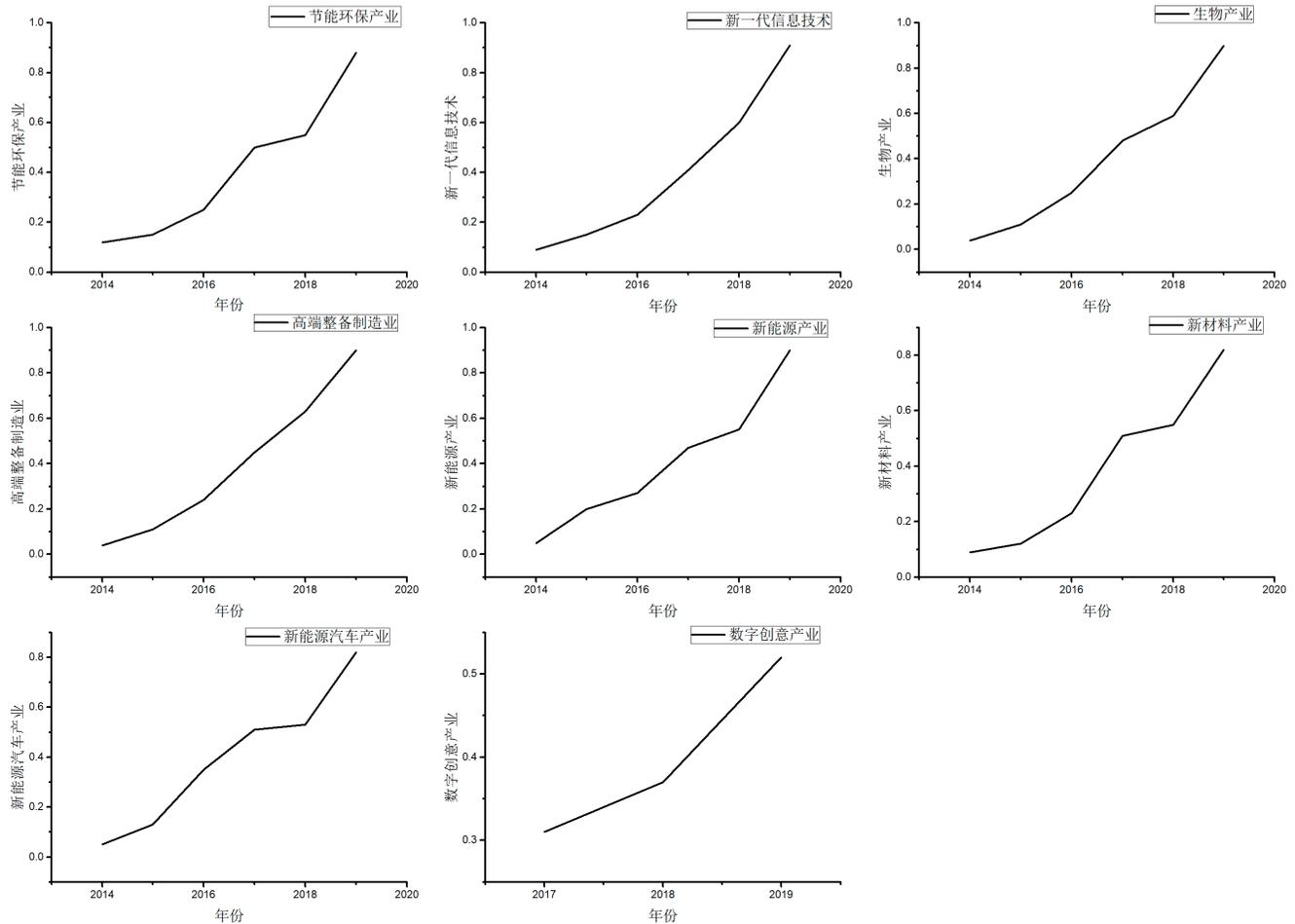


图1 战略性新兴产业技术水平综合得分

5.3 技术竞争与创新生态系统协同关系时序变化特征

本文通过构建协调度模型，计算出北京市2014—2019年战略性新兴产业技术选择与创新生态系统之间的耦合度以及协调发展水平，分别如图2和图3所示。从图中可以看出，6年间，北京市战略性新兴产业技术选择与创新生态系统耦合度与协调度都呈现增长趋势。其中，节能环保产业、新一代信息技术产业、生物产业、高端装备制造业、新能源产业、新材料产业、新能源汽车产业等7类在2019年进入磨合阶段，而数字创意产业处于拮抗状态。从协调度来看，北京八大战略性新兴产业都进入了高度协调的阶段。因此，北京市战略性新兴产业技术选择发展方向适应目前的经济科技发展趋势，技术选择与创新生态系统之间较为匹配，二者的耦合发挥了积极的促进效应。根据耦合度和协调度等级划分标准，结合北京战略性新兴产业耦合度和协

调度结果，对产业技术选择与创新生态系统协调程度进行分析。

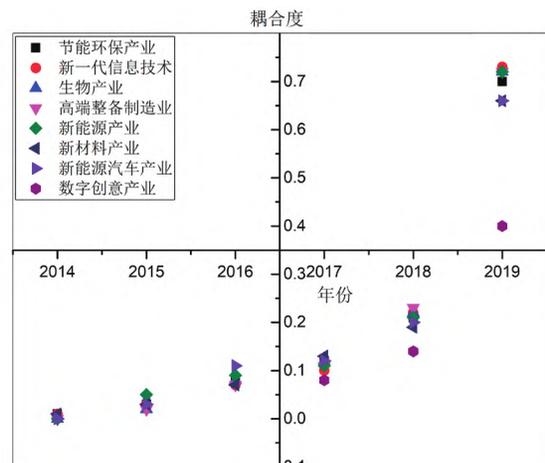


图2 北京市战略性新兴产业耦合度时序变化

(1) 节能环保产业。

节能环保产业2014—2018年间耦合度低于0.3，表明产业技术选择与创新生态系统处于低水平耦合状态，而2019年，该产业的耦合度达到0.7，进入磨合阶段。产业技术选择与创新生态系统的协调过程，经历了从2018年以前的低度协调，转向了2018年的中度协调，到2019年进入高度协调阶段。该产业在不断地技术革新中，与创新生态系统逐步走向协同发展。

(2) 新一代信息技术产业。

新一代信息技术产业在北京市战略性新兴产业总产值中占比一直最高，2019年达到38.79%，是战略性新兴产业中的核心产业。该产业2019年以前产业技术选择与创新生态系统处于低水平耦合状态，而2019年则处于磨合阶段。但产业技术选择与创新生态系统协调度一直在增加，2017—2019年间，分别跨越了低度协调、中度协调和高度协调3个阶段，协调度(0.79)已经趋向极度协调状态(0.8)，实现了产业技术发展与创新生态系统要素的正向联动。

(3) 生物产业。

生物产业在北京市战略性新兴产业总产值中所占比重逐年攀升，从2014年的18.18%增长至2019年的27.18%，发展态势良好。2019年，该产业技术选择与创新生态系统进入磨合状态，此前则为低水平耦合；协调度已经处于高度协调阶段，产业技术发展与创新生态系的耦合和协调效应明显。

(4) 高端装备制造业。

2019年，高端装备制造业的耦合度为0.72，处于磨合阶段，但是，该产业2018年及以前处于低水平耦合状态。产业在总产值中所占比重在2014—2018年间不断攀升，但2019年却在下降，其产业产值指标权重较高(0.18)影响了耦合度数值。该产业的协调度在其间也经历了3个阶段，于2019年达到高度协调状态，意味着该产业的技术优势与创新生态系统实现了良好的互动。

(5) 新能源产业。

新能源产业的发展潜力权重最高，达到了0.49，该指标反映了产业未来的发展动力。耦合度和协调度计算结果显示，该产业2019年耦合度和协调度都达到了最佳的状态，分别处于磨合和高度协调阶段。

(6) 新材料产业。

新材料产业自2017年以来，在北京市战略性新兴产业总产值中所占比重逐年降低，2019年占比只有2017年的56.7%，该产业产值的增速明显低于其他产业。2019年以前，该产业的技术发展与创新生态系统处于低水平耦合阶段，协调度也是低度协调

状态。2019年，耦合和协调水平才分别进入磨合以及高度协调阶段。

(7) 新能源汽车产业。

新能源汽车产业与新材料产业类似，自2016年在总产值中的比重达到最高值后便一路降低，2019年占比仅有2016年的32.55%，产业的产值也在减少，该产业进入到了调整的阶段。从产业技术与创新生态系统耦合及协同状态来看，2019年，子系统之间的耦合水平达到最优，进入了磨合状态，协调度也处于高度协调阶段。

(8) 数字创意产业。

作为一种新的经济形态，数字创意产业融合了现代信息技术与文化创意产业，逐渐成为战略性新兴产业中的支柱产业。由于数字创意产业处于初步发展阶段，在战略性新兴产业总产值中所占比重较低。但是，与其他7大产业不同，数字创意产业具有明显的资本密集型产业特点，表现为技术选择指数指标权重最高(0.19)，因此，该产业应该继续坚持资本密集和技术密集产业的发展路径。从产业技术与创新生态系统耦合水平看，2019年，北京战略性新兴产业中，仅有数字创意产业处于拮抗阶段，意味着两个系统间相互作用程度仍待深化。但是，协调度则进入高度协调状态，表明两个系统之间的联动水平较好。

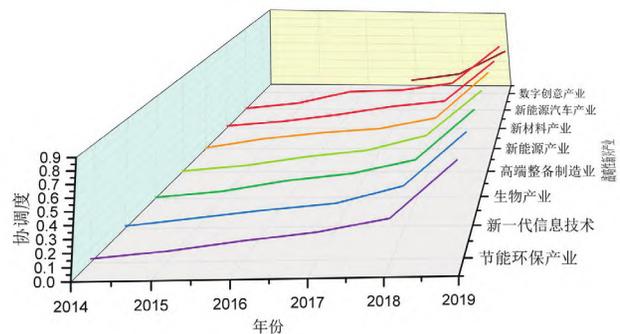


图3 北京市战略性新兴产业协调度时序变化

6 研究结论与政策建议

6.1 研究结论

北京市拥有得天独厚的战略性新兴产业发展智力资源、扎实的产业基础和产业发展潜力。北京大力发展的八大战略性新兴产业代表了现代产业的发展方向，节能环保产业、新一代信息技术产业、生物产业、高端装备制造业、新能源产业、新材料产业、新能源汽车产业等产业竞争优势显著，并且也在着力支持数字创意产业的发展。为了支撑产业的发展，构建了人才、资金、科研等多维度的创新生态体系，

技术选择与创新生态系统之间较为匹配，产业发展和创新生态系统形成了良好的融合发展态势，因此，北京市战略性新兴产业技术选择发展方向适应目前的经济科技发展趋势。

6.2 基于技术竞争与创新生态系统协同评估的政策建议

根据实证分析结果，本文对北京市战略性新兴产业技术竞争与创新生态系统协同提出了以下政策建议：

第一，继续发挥政府的引导作用。在“双循环”背景下，战略性新兴产业迎来新的发展机遇：一方面，我国超大规模市场优势和内需潜力为产品提供了充足的消费群体；另一方面，共建“一带一路”联通世界市场为加快战略性新兴产业产品及相关服务的输出提供了良好的条件。应通过政策引导，促进劳动力、资金、土地、技术、知识产权、数据等生产要素的流动，优化产业发展结构。

第二，构建动态竞合政策体系。对于发展较为成熟的战略性新兴产业，如产业技术水平综合得分位于第一梯队的新一代信息技术、生物产业、高端装备制造业、新能源产业，构建以竞争性政策为基础地位的治理体系，通过强化竞争倒逼供给企业进行纵向创新，提高产品和服务质量。要甄别少数新兴产业过于追求增速和规模而导致的产能过剩教训，避免同质化无序竞争和低水平重复建设。对于处于发展初期或者部分未来产业，制定相应的扶持政策，促进产业的发展壮大。施行动态竞合政策治理体系，根据产业发展的不同特点和不同阶段，制定相应的政策。

第三，完善创新生态政策体系。创新生态系统的稳定和健康发展是战略性新兴产业发展的重要支撑，推进产学研用协同发展政策，激发创新种群活力。积极推进创新成果转化，支持服务中介和创新联合体发展，并配套相关的法律保障体系以及政策支持体系。此外，创新金融服务和产品，构建多层次科技金融政策，包括补贴、贷款、信贷、债券、股权、风投等多类型金融手段，完善多类型资本市场体系，引导产业资本、金融资本、社会资本共同支持产业发展。

参考文献：

- [1] ZHOU Y, DONG F, LIU YF, et al. Forecasting emerging technologies using data augmentation and deep learning [J]. *Scientometrics*, 2020,123(1):1-29.
- [2] 刘冰冰, 刘戒骄. 竞争政策对企业技术创新的影响——基于公平竞争审查制度的准自然实验 [J]. *经济管理*, 2023,45(6):62-78.
- [3] 成琼文, 郭波武, 张延平, 等. 后发企业智能制造技术标准竞争的动态过程机制——基于三一重工的纵向案例研究 [J]. *管理世界*, 2023,39(4):119-139.
- [4] 李军凯, 高菲, 龚轶. 构建面向未来产业的创新生态系统：结构框架与实现路径 [J]. *中国科学院院刊*, 2023,38(6):887-894.
- [5] 尹洁, 施琴芬, 李锋. 高新技术产业创新生态系统内部种群竞争演化机制研究 [J]. *统计与决策*, 2020,36(24):161-165.
- [6] 王喆. 创新生态系统构建视阈下创新型企业的技术决策、技术突围与竞争优势培育——基于华为的技术战略研究 [J]. *科学管理研究*, 2021,39(3):91-99.
- [7] 许冠南, 胡伟婕, 周源, 等. 创新生态系统双重网络嵌入对企业创新的影响机制 [J]. *管理科学*, 2022,35(3):73-86.
- [8] 柳卸林, 高雨辰, 丁雪辰. 寻找创新驱动发展的新理论思维——基于新熊彼特增长理论的思考 [J]. *管理世界*, 2017(12):8-19.
- [9] EGGERS J P, PARK K F. Incumbent adaptation to technological change: the past, present, and future of research on heterogeneous incumbent response [J]. *Academy of Management Annals*, 2018, 12(1):357-389.
- [10] TEECE D J. Reflections on "profiting from innovation" [J]. *Research Policy*, 2006,35(8):1131-1146.
- [11] 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.
- [12] 彭新敏, 吴晓波, 吴东. 基于二次创新动态过程的企业网络与组织学习平衡模式演化——海天 1971-2010 年纵向案例研究 [J]. *管理世界*, 2011(4):138-149,166,188.
- [13] 范微. 论企业知识资本与核心能力的整合 [J]. *经济管理*, 2001(22):39-48.
- [14] 周常宝, 冯志红, 林润辉, 等. 从产品导向到生态导向：高科技企业创新生态系统的构建——基于大疆的纵向案例 [J]. *管理评论*, 2023,35(3):337-352.
- [15] 丁玲, 吴金希. 企业生态位演化研究：联想跨国并购案例 [J]. *科研管理*, 2019,40(10):151-160.
- [16] 何郁冰, 伍静. 企业生态位对跨组织技术协同创新的影响研究 [J]. *科学学研究*, 2020,38(6):1108-1120.
- [17] 刘刚, 张冷然, 殷建瓴. 价值主张、价值创造、价值共享与农业产业生态系统的动态演进——基于德青源的案例研究 [J]. *中国农村经济*, 2020(7):24-39.
- [18] 彭新敏, 刘电光, 肖瑶. 互补性资产对核心技术能力的动态作用机制——基于后发企业技术追赶过程的视角 [J]. *管理评论*, 2021,33(2):120-129.
- [19] HEARN G, PACE C. Value-creating ecologies: understanding next generation business systems [J]. *Foresight*, 2006,8(1):55-65.
- [20] 杨震宁, 赵红. 中国企业的开放式创新：制度环境、“竞合”关系与创新绩效 [J]. *管理世界*, 2020,36(2):139-160,224.
- [21] 孟庆时, 余江. 新一代信息技术产业的技术升级测度研究 [J]. *科学学研究*, 2021,39(8):1407-1417.
- [22] 张路蓬, 薛澜, 周源, 等. 战略性新兴产业创新网络的演化机理分析——基于中国 2000-2015 年新能源汽车产业的实证 [J]. *科学学研究*, 2018,36(6):1027-1035.
- [23] 赵黎明, 陈妍庆. 创新存量、技术互补性与跨国并购技术创新绩效 [J]. *科学学与科学技术管理*, 2019,40(2):68-83.
- [24] 姜山, 高怡, 王定红. 产业技术选择与技术信息生态环境耦合作用关系分析 [J]. *情报科学*, 2014,32(2):43-46,67.
- [25] 陆小莉, 刘强, 孙慧慧. 中国数字化产业竞争力的区域差异与影响效应 [J]. *经济与管理研究*, 2021,42(4):58-72.
- [26] 柳晓莹. 国家核心技术竞争力评价指标体系 [J]. *国际商务研究*, 2008(4):12-15.
- [27] 李玲, 刘利. 北京地区战略性新兴产业选择研究 [J]. *科技管*

- 理研究, 2017,37(2):84-89.
- [28] 张鹏, 梁咏琪, 杨艳君. 中国科技服务业发展水平评估及区域布局研究 [J]. 科学学研究, 2019,37(5):833-844.
- [29] 李赶顺, 曹江宁. 战略性新兴产业对河北省产业结构优化作用实证分析 [J]. 河北大学学报 (哲学社会科学版), 2014,39(6):36-40.
- [30] 窆子欣, 孙延明. 区域城市先进制造业现状分析与发展策略研究——基于粤港澳大湾区珠三角9市 [J]. 科技管理研究, 2020,40(17):68-74.
- [31] 张小筠, 赵翔, 刘戒骄. 基于 AHP-模糊综合评价的新材料产业重点领域选择——以青海西宁国家级经济技术开发区为例 [J]. 科技管理研究, 2019,39(16):50-57.
- [32] 师博, 樊思聪. 中国省际经济高质量发展潜力测度及分析 [J]. 东南学术, 2020(4):169-179.
- [33] 胡璇, 张宏远, 纪延光. 江苏省战略性新兴产业竞争力研究——基于因子分析视角 [J]. 科技管理研究, 2019, 39(7):107-114.
- [34] 温科, 张贵, 张晓阳. 产业创新生态的运行现状、发展潜力与类别 [J]. 科技管理研究, 2020,40(4):179-190.
- [35] 胡振华, 黎春秋, 熊勇清. 基于“AHP-IE-PCA”组合赋权法的战略性新兴产业选择模型研究 [J]. 科学学与科学技术管理, 2011,32(7):104-110.
- [36] 梅亮, 陈劲, 刘洋. 创新生态系统: 源起、知识演进和理论框架 [J]. 科学学研究, 2014,32(12):1771-1780.
- [37] 康健, 胡祖光. 基于区域产业互动的三螺旋协同创新能力评价研究 [J]. 科研管理, 2014,35(5):19-26.
- [38] 冉奥博, 刘云. 创新生态系统结构、特征与模式研究 [J]. 科技管理研究, 2014,34(23):53-58.
- [39] 李文茜, 刘益. 技术创新、企业社会责任与企业竞争力——基于上市公司数据的实证分析 [J]. 科学学与科学技术管理, 2017,38(1):154-165.
- [40] ALMUS M, CZARNITZKI D. The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities: the case of eastern germany [J]. Journal of Business & Economic Statistics, 2003,21(2):226-236.
- [41] LEVIN R C. Appropriability, R&D spending, and technological performance [J]. American Economic Review, 1988,78(2):424-428.
- [42] 刘湘云, 吴文洋. 基于高新技术产业的科技金融政策作用路径与效果评价研究 [J]. 科技管理研究, 2017,37(18):23-28.
- [43] 王坤, 李春成. 知识产权创造与高技术产业发展关系研究——以京津冀地区为例 [J]. 科技管理研究, 2017,37(13):138-143.
- [44] 陈斌开, 林毅夫. 重工业优先发展战略、城市化和城乡工资差距 [J]. 南开经济研究, 2010 (1):3-18.
- [45] 李毅, 李明, 罗妮, 等. 湖南省各地级市产业技术选择指数的实证研究 [J]. 经济地理, 2019,39(6):147-153,182.
- [46] HAN B L, LIU H X, WANG R S. Urban ecological security assessment for cities in the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan region based on fuzzy and entropy methods [J]. Ecological Modelling, 2015, 318:217-225.
- [47] 张琰飞, 朱海英. 西南地区文化演艺与旅游流耦合协调度实证研究 [J]. 经济地理, 2014,34(7):182-187.
- [48] 卢文光, 关晓琳, 黄鲁成. 技术创新与战略性新兴产业的协调发展 [J]. 技术经济, 2013,32(7):13-17,89.
- [49] 丁学谦, 吴群, 刘向南, 等. 土地利用、经济高质量发展与碳排放耦合协调度及影响因素——来自中国 282 个地级市的经验研究 [J]. 资源科学, 2022,44(11): 2233-2246.

作者简介: 戴培超 (1989—), 男, 江苏宝应人, 讲师, 博士, 主要研究方向为创新管理; 张容嘉 (1991—), 女, 辽宁阜新, 助理研究员, 博士, 主要研究方向为产业经济。