

# 基于 ECE 模型的陕西省科技金融系统发展潜力测度

王 敏<sup>1,2</sup>, 李兆伟<sup>2</sup>

(1. 西安外国语大学 人文社会科学研究中心, 陕西 西安 710128; 2 西安外国语大学 商学院, 陕西 西安 710128)

**摘要:**从发展潜力的视角出发,首先提出科技金融系统发展潜力的概念,在分析了科技金融各个子系统之间运行机理的基础上,通过 ECE 模型构建了科技金融的综合评价指标体系,运用加权主成分 TOPSIS 方法对陕西省 2008 - 2018 年科技金融系统发展潜力进行测度,研究发现:1)陕西省科技金融系统发展潜力整体呈现持续上升趋势,综合发展潜力指数从 2008 年的 0.1674 上升至 2018 年的 0.493 5,达历史最高。2)在不断深化供给侧改革的背景下,科技金融系统发展潜力的测度指数是其内部科技效率,金融质量,经济生态三大子系统综合作用的结果,因此在保障总体的发展质量下,更需注重子系统间的耦合机制。最后提出提高陕西省科技金融发展潜力的相关对策及建议。

**关键词:** ECE 模型;科技金融系统;综合发展潜力;指数;TOPSIS 方法

**中图分类号:**F830      **文献标识码:**A      **文章编号:**1008 - 7192(2020)06 - 0040 - 10

科技金融系统是促进和发展科技创新与金融创新的相关政策、服务、制度和工具的有机集合。科技创新是促进经济结构转型,加快产业结构升级及实现经济持续发展的关键,而在科技创新的过程中,不断发展的金融体系为科技创新提供了支持和动力。因此,科技创新与金融创新的融合在带来经济增长,推动全球经济变革中发挥了重要作用。党的十九大报告也明确了坚定实施创新驱动发展战略,提出“着力加快建设实体经济、科技创新、现代金融、人力资源协同发展的产业体系”。目前,随着金融市场供给侧改革的不断深化,金融市场的多元化及投资环境的不稳定性大大增加了金融危机爆发的潜在风险,所以,科技金融系统如何通过自身的协调与发展来抵御外部环境的威胁并在未来经济建设中取得决定性优势,这是一个我国在经济发展及区域科技金融建设进程中需要探索的重要问题。

现阶段,随着科技与金融的不断发展,科技金融系统的发展潜力在一定程度上决定了科技

金融未来的融合趋势及发展效益。广义概念上,发展潜力指主体自身或不同主体之间可能存在的但并未实现的能力,这可以用来衡量科技金融系统的发展能力及未来对经济增长的贡献程度。本文认为科技金融系统的发展潜力是金融科技在经济竞争中逐渐积累而成的潜在能力,是系统自身抵御外部冲击并达到功能的稳定和恢复平衡状态的一种优良性能,同时也决定着未来科技金融系统在经济建设中的竞争能力以及可持续性发展能力。

目前,陕西省正在多措并举推动科技创新,不断提高科技创新效率。创新驱动发展战略的深入实施也大大提升了陕西省的科技创新能力,但在科技创新取得进步的同时,省级财政科技支出所占比重较低、企业创新投入有待增强等问题值得重视。因此,本文基于陕西省宏观数据,对陕西省科技金融系统的发展潜力进行测度和分析,从而提出提高陕西省科技创新与金融发展的相关建议,进而提高和发展区域创新能力。

收稿日期:2020-06-17

基金项目:陕西省软科学研究计划项目“陕西省科技金融空间集聚与经济效应研究”(2020KRM122);国家社会科学基金项目“供需均衡视角下的中国潜在经济增长率测算及增长要素分析”(16CJL011)

作者简介:王 敏(1979 - ),女,西安外国语大学人文社会科学研究中心、西安外国语大学商学院副教授,博士,研究方向为经济计量;李兆伟(1999 - ),男,西安外国语大学商学院本科生。E-mail:2317459141@qq.com

## 一、文献综述

### 1. 国外研究

近年来,伴随着人工智能、大数据、区块链等前沿科技在金融领域的不断深入,新金融生态随之衍生出来,新金融生态下的金融创新正在改变着传统的商业模式。Wilson 和 Campbell<sup>[1]</sup>研究表明,金融体系正经历一个由网络、数字融合、新的市场进入者带来的革命。

国外虽然最早没有提出科技金融的概念,但早已有相关文献研究了金融与技术创新同经济发展之间有一定的联系。King<sup>[2]</sup>等提出,金融与技术创新的结合是促进一国经济增长的主要原因,揭示了金融体系为技术创新活动提供的 4 种服务,即评估企业家、筹集资金、分散风险以及评估技术创新活动的预期收益。同时早在 1953 年美国就成立了专门为中小型科技企业提供担保服务的机构—美国联邦小企业署(简称 SBA),主要为其提供贷款;日本政府也在前后成立了日本输出入银行,日本开发银行为科技型企业提供便利。他们对于科技金融的研究主要集中于国家的宏观层面与企业的微观层面,并未对科技金融这一具体概念进行深入探讨。在国家宏观层面上,Ana Paula Aria、Natal Barbados 使用 17 个欧盟国家的数据建立面板数据模型,研究风险投资和创新之间的关系,结果表明专利申请实际上是受风险投资的影响,风险投资被视为内生变量,其促进企业创新,且会产生重大影响<sup>[3]</sup>。在企业层面上,Alexandra Guarneri 等<sup>[3]</sup>基于 2000—2007 年未上市的中国公司的数据,运用一系列规范及评估方法,建立欧拉方程结构模型,后用回归分析得出中国企业的创新活动受金融支持约束的结论。

根据国外学者的研究进程,可以发现,关于科技与金融的相关关系,国外学者较早就有了关注和涉及,科技创新与金融之间具有基本的范式,世界经济的第五次技术革命也充分印证了技术革命的成功财富化都必然有金融创新的伴生<sup>[4]</sup>。因此,科技创新与金融创新的不断融合,必然会使世界的金融市场产生新的变化。

### 2. 国内研究

目前,基于我国经济发展模式由高速度向高质量转变的现实要求,进一步深化金融产业供给侧改革,增强金融企业资源配置成为重中之重,而作为科技创新与金融创新不断融合的产物,金融科技正在以一种新型方式打破传统金融界高利率,低创新的壁垒,在形成科技创新为主的核心驱动力以及推动经济的高质量发展上起到了重要作用。

科技金融一词,目前最权威的定义是赵昌文等<sup>[5]</sup>在《科技金融》中的表述,科技金融是促进科技开发、成果转化和高新技术产业发展的一系列金融工具、金融制度、金融政策与金融服务的系统性、创新性安排,是由向科学与技术创新活动提供融资资源的政府、企业、市场、社会中介机构等各种主体及其在科技创新融资过程中的行为活动共同组成的一个体系,是国家科技创新体系和金融体系的重要组成部分。

近年来,我国学者对科技金融的研究也在不断深入。在科技金融的理论研究层面,张明喜等<sup>[6]</sup>基于抽象力和溯因法的方法论,通过对现有科技金融概念进行继承和发展,构建科技金融理论体系;沈彦菁<sup>[7]</sup>定性指出,经济增长必须要靠科技创新,要运用“夹层融资”的方式,深化科技金融综合服务水平。在金融与科技的内部关联方面,宋纪宁等<sup>[8]</sup>利用因果检验关系检验法和回归分析法对科技金融与技术创新之间的关系进行研究,发现二者之间不存在明显的因果关系,但科技金融在一定程度上促进了技术创新的发展;何芸等<sup>[9]</sup>设计耦合评价指标体系,对长三角经济圈科技创新与金融发展的耦合程度进行分析,发现两者存在相互耦合的关系,但是良性耦合机制尚未形成。在金融科技发展水平测度的研究上,张紫璇等<sup>[10]</sup>利用门槛效应分析,选取科技金融资源指数等三个一级指标与科技人力资源等六个二级指标,测量出各指标间的非线性关系以及金融科技水平在我国地区间的差异。徐玉莲等<sup>[11]</sup>提出“科技金融成熟度”的概念,并从科技金融资金总量、科技金融投资绩效、科技金融结构和科技金融环境构建科技金融成熟度评

价体系,利用其综合指数与分项指数的计算方法,并得到四个方面的相关变化趋势,提出相关解决建议。

综上所述,国内对于科技金融的研究更多的关注于理论研究、外部影响以及系统内部因素的关联度。但是科技金融作为提升地区经济实力的核心动力,其自身的发展潜力以及未来的发展趋势更应受到重视;同时,随着我国的经济改革进入攻坚阶段,金融危机爆发的可能性也在增大。因此,深入剖析科技金融系统的内部关系机理,更加有效的提供衡量其发展潜力的量化标准,对适应经济的发展变革具有重大意义。

## 二、科技金融系统运行机理

作为一种复杂的动态系统,科技金融系统由政府、企业、高校、科研院及银行等金融机构等多个主体组成,每个主体之间存在着紧密而又复杂的联系,而科技金融系统作为一种耦合机理,其子系统间呈现一种相互依赖、相互协调、相互促进的良性动态关联关系<sup>[12]</sup>。整体来看,科技金融系统由经济生态系统、科技效率系统和金融质量系统三个子系统组成,各运行机理主体的有序运转,形成了一套完整的生态系统(图1)。

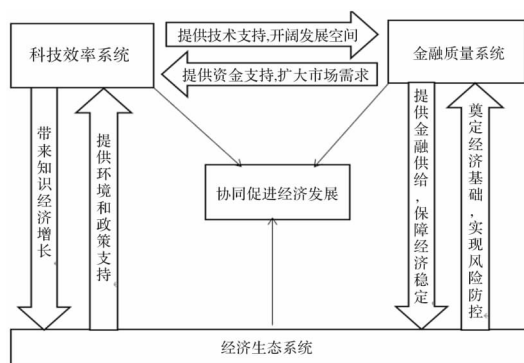


图1 科技金融系统各子系统关联图

经济生态系统中,既包含了经济发展的动力因素,同时也存在着金融风险的迸发危机。经济生态系统为科技创新提供了环境和政策支持,为金融的发展奠定了经济基础并提供了发展空间,也在一定程度上分担和预防了金融风险。相反,科技效率的增强则带来了知识经济的增长,金融的发展也为经

济的进步提供了金融供给,保障经济平稳运行。而科技效率系统与金融质量系统则形成一种互为辅助的关系,一方面科技的创新推动了金融事业的进步并为金融事业的发展奠定了更为先进的技术基础,另一方面金融的发展也为科技的创新提供了更加充足的资金支持和重要保障,扩大了市场需求。因此,科技金融系统发展潜力强弱的划分,是系统内各个子系统的综合作用的结果,需要构建一套完整的评估体系对其进行有效衡量。

## 三、指标体系及研究方法

通过建立环境-状态-影响(environment-condition-effect, ECE)模型对发展潜力进行具体度量分析。环境是在金融科技系统内部存在的相互促进又相互制约的因素,是构成整体科技金融发展的主体要素,也是推动整个系统变动的主要原因。三大子系统则是环境下的相互耦合体系,在共同作用下形成对科技金融发展潜力的影响机制。状态是在环境下的具体体现,即指具体子系统下的市场固有现状,包括投入产出、运行状况等。影响则是对状态的一种具体描述,是达到市场现状的各种改变因素,也是推动改变状态的内生动力,包括资金投入、经济变化等。三者中,每一个产生的变动都参透到其余两者之中,形成一种循环往复的机制,最终产生的变化会影响到整个系统发展潜力的强弱。

### 1. 指标选取

科技金融系统的发展潜力对于推动区域经济建设、支撑实体经济发展以及防范经济波动等具有重要的意义,因此需要构建更加全面的指标体系对此进行有效的衡量。发展潜力这一概念的维度涉及多个方面,为了更好保障指标的准确性,本文根据行业发展特点以及政策支持,结合相关的文献和理论研究,在整体环境内部的经济生态系统,科技效率系统,金融质量系统下三大子系统下,构建ECE模型,以环境、状态和影响分别为主题层、要素层和指标层,建立更加全面的指标衡量体系,并将18个影响指标划分为指标依据,来对发展潜力进行精准有效的评估(表1)。

表 1  金融科技系统发展潜力的综合评价指标体系

主题层		要素层	指标层
科技金融系统 发展潜力 评判指数	科技效率系统	科技投入	科技财政投入资金( $X_1$ )
			R&D 经费内部支出( $X_2$ )
			科技人力资源( $X_3$ )
			科技论文数( $X_4$ )
		科技产出	专利授权量( $X_5$ )
			高新技术市场成交额( $X_6$ )
	金融质量系统	金融保障	地方财政金融监管支出( $X_7$ )
			金融业就业人员数( $X_8$ )
		金融供给	金融业法人单位数( $X_9$ )
			商业银行资本充足率( $X_{10}$ )
		金融发展	资本利润率( $X_{11}$ )
			流动性比例( $X_{12}$ )
	经济生态系统	经济发展	GDP 增长率( $X_{13}$ )
			居民消费价格指数( $X_{14}$ )
		风险分担与转移	原保险保费收入( $X_{15}$ )
			实际保险赔付率( $X_{16}$ )
		风险防范	不良贷款率( $X_{17}$ )
			贷款损失准备( $X_{18}$ )

注:数据来源于《陕西省统计年鉴》,国家数据,中经网统计数据库等相关的数据网址,同时指标的样本区间为陕西省 2008 - 2018 年的数据。

科技效率系统:科技创新是经济发展的引擎,本文从投入和产出两个方面对科技效率进行具体阐述。从投入方面来说,包括科技财政投入资金,R&D 经费内部支出和科技人力资源。科技财政投入资金是维系科学研究的经济基础,它与 R&D 经费一起,反映了区域政府对于科技产业发展的重视程度并决定了科技自身发展的质量。科技人力资源是指实际从事或有潜力从事系统性科学和技术知识的产生、发展、传播和应用活动的人力资源<sup>[13]</sup>。作为科技产业的主体,科技人力资源决定了科技创新的研发上限,是促进科技发展的重要推动力。产出方面包括了科技论文数量、专利授权量和高新技术市场成交额。科技论文数量是人力资源投入后的产出要素,代表着一个区域内部创新主体的智力水平与研究成果的动态变化。一般来说,在拥有有效的科技创新产品后,研发主体为了进一步推广其实际应用与市场价值,会通过专利申请手段获取法律保护。专利数量的多少也间接衡量了区域内创新效率的高低,在推动科研进步的过程中,更具实质性作用。高新技术市场成交额,是一个资本 - 科技 - 资本的一个循环过程,不仅体现了市场经济的流通性特点,而且也是科技与金融的相互作用的典型表现。

金融质量系统:在我国推进供给侧改革的过程中,金融业的发展逐渐与互联网产业挂钩,激发线上线下的综合活力。本文将从金融保障和金融供给与金融发展三个方面来具体阐述金融质量系统的评价准则。首先,金融保障体现在地方财政金融监管支出和金融业就业人员数两个方面。地方金融监管支出是保障金融业平稳运行的重要经济来源,分为资金供给和市场监管两个方面,成为衡量区域经济变动状况的直接指标。金融业就业人员数是指一个地区金融业的人员数量,只有在充分的人力资源保障的前提下,才能够带动整金融业发展,为其提供劳务保障与智力支持。其次,金融供给方面包括了金融业法人单位数和商业银行资本充足率。金融业法人单位数量是维持金融发展的基础载体,它将金融人员汇聚到一起,通过科技创新,成果转化等方式,不断成为资本与科技的中间转换器。而商业银行的资本充足率,是在有限的加权风险下,资本所占据的比重,是衡量银行对负债偿还能力的有效判断依据。更大的意义在于,它能够对资本供给的有效维持提供一种事先预见性,并判断出金融市场的潜在风险。最后,金融发展状况指标用资本利润率和流动性比率表示,前者指净利润与平均资本的比率,能够反映企业运用资本获取

收益的能力;后者指资本在生产活动中能以低成本跨境流动的可能,能够有效评价金融机构的中长期的资产流动水平以及整个金融机构的资本运作能力。

经济生态系统:良好的市场环境是维持金融与科技稳定发展的前提,它既包含了经济运行的基本状况,政策、计划的变动,也涵盖了风险、意外的发生。具体表现在经济发展、风险分担与转移、风险预防三个方面。经济发展指标可以用区域 GDP 同比增长率和居民消费价格指数来衡量,前者反映区域内经济发展的繁荣指数,后者则表现的是一种物价的波动状态,反映出经济发展的在国家和市场的双向调节下的运行趋势。由于金融市场本身存在的高风险性,加之近年来我国经济改革步入深化阶段,金融风险的预防与监测变得更为重要,危机意识的存在要求必须及时做好风险的分担和转移,由此本文在衡量风险防范的依据上选取了原保险保费收入和实际保险赔付率两项检测指标。原保险保费收入是指由保险公司通过内部业务所获取的利润与收入,是经营状态的一种衡量标准;而实际赔付率则是指一定期间时期赔款支出与保费收入的百分比,是通过事后控制措施分担风险的一种补救能力。鉴于金融市场本身存在其固有的获利与亏损的双向性质,在大多金融企业的运营过程中,风险的防范便极为关键。一般来说,企业会采用贷款损失率和商业银行的不良贷款率这两项指标去量化其对外部风险的抵御能力。前者指贷款的账面价值与其未来预计可收回金额的现值之间的差额,差额越小,意味着金融机构面临的流动性风险就越高;后者简单来说就是信贷质量,若数值越大,则表示金融市场的稳定性就越弱,面临的经济问题就越严重。

## 2. 研究方法

(1)方法确定。通过采用加权主成分 TOPSIS 方法对陕西省近 11 年科技金融系统的发展潜力进行测度。加权主成分 TOPSIS 法作为主成分价值函数模型的一种,是主成分分析与 TOPSIS(逼近理想解排序法)结合的评估模型。模型在利用客观赋值求出决策矩阵的基础上,利用 TOPSIS 进一步降维处理,得出综合得分后对评价结果进

行排序分析,克服了传统 AHP 主观赋值的随意性等缺点,使得分析结果更加客观真实。

(2)加权主成分 TOPSIS 方法。加权主成分 TOPSIS 方法是一种多属性决策模型,通过构造指标中的最优解与最劣解,即正理想解与负理想解,经过计算后,得出各个比较对象靠近最优解与最劣解的程度,最后的最优方案便是与最优解距离最小,最劣解距离最大的对象。具体步骤如下:

第一步:将各年份数据通过主成分分析得出的主成分得分  $Y_i (i=1, 2, \dots, n)$  作为 TOPSIS 的初始矩阵,并进行处理,得到决策矩阵  $Z = \{z_{ji}\}$ ,

$$z_{ji} = y_{ji} - \min\{y_{ji}\} \quad (1)$$

式中,  $j(j=1, 2, \dots, m)$  为所选取样本的年份,  $i(i=1, 2, \dots, n)$  为所选取的主成分,  $z_{ji}$ 、 $y_{ji}$  分别为  $j$  年第  $i$  个主成分的决策向量值和初始向量值,  $\min\{y_{ji}\}$  为所有年份中第  $i$  主成分初始向量的最小值。

第二步:对于每一个主成分的决策向量赋予其相应的权重  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ , 即得到加权规范矩阵  $U = \{u_{ji}\}$ :

$$u_{ji} = z_{ji} \times w_i \quad (2)$$

式中,  $u_{ji}$  和  $z_{ji}$  分别为  $j$  年第  $i$  个主成分的加权规范值与决策向量值,  $w_i$  为第  $i$  个主成分对应的权重。

第三步:确定出最优解与最劣解

$$u^+ = \max_m \{u_{ji}\} \quad (3)$$

$$u^- = \min_m \{u_{ji}\} \quad (4)$$

式中,  $u^+$  和  $u^-$  分别为最优解与最劣解,  $\max_m \{u_{ji}\}$  与  $\min_m \{u_{ji}\}$  分别表示所有省份第  $i$  个主成分加权规范值得最大值与最小值。

第四步:计算相对接近度  $S_j$ , 即发展潜力评价

$$\begin{cases} S_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (u_{ji} - u_i^+)^2} \\ S_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (u_{ji} - u_i^-)^2} \end{cases} \quad (5)$$

$$S_j = \frac{S_j^-}{S_j^+ + S_j^-} \quad (6)$$

式中,  $S_j$  为  $j$  年的发展潜力评估值,  $S_j^+$  和  $S_j^-$  分别为各省份的加权规范值到最优质和最劣值得欧氏距离。测度结果数值变化在  $[0, 1]$ , 结果越接近 1, 表明该年的发展潜力越强, 越接近 0, 则发展潜力越弱。

四、科技金融系统发展潜力的测度

1. 实证计算

(1) ADF 平稳性检验。为了保证所选数据的平稳性,精确计算结果,对数据进行单位根检验,把所

选指标分别记为  $X_1, X_2 \cdots X_{18}$ , 检验结果见表 2。结果显示,数据比较平稳,可以继续进行模型分析。

(2) 主成分分析法确定主成分系数矩阵。依据累计方差大于 80% 的原则,提取了 3 个主成分,同时得出主成分得分系数矩阵如表 3,同时得出相关指标的主成分表达式。

表 2 ADF 检验结果

变量	差分序列	ADF 检验值	1% 临界值	5% 临界值	10% 临界值	P 值	检验结果
$X_1$	1	-6.279	-5.522	-4.108	-3.515	0.004 8	平稳
$X_2$	2	-3.959	-5.835	-4.247	-3.590	0.036 4	平稳
$X_3$	2	-5.631	-5.835	-4.247	-3.590	0.012 4	平稳
$X_4$	2	-4.804	-4.583	-3.321	-2.801	0.007 7	平稳
$X_5$	1	-6.523	-5.835	-4.247	-3.590	0.005 7	平稳
$X_6$	2	-2.341	-2.886	-1.996	-1.599	0.026 7	平稳
$X_7$	2	-4.169	-2.937	-2.006	-1.598	0.001 5	平稳
$X_8$	1	-1.677	-2.847	-1.988	-1.600	0.037 3	平稳
$X_9$	2	-3.895	-2.886	-1.995	-1.599	0.001 8	平稳
$X_{10}$	0	-3.718	-2.817	-1.982	-1.601	0.001 8	平稳
$X_{11}$	2	-3.723	-4.803	-3.403	-2.841	0.034 2	平稳
$X_{12}$	2	-5.171	-4.582	-3.321	-2.801	0.005 0	平稳
$X_{13}$	1	-2.156	-2.847	-1.988	-1.600	0.036 7	平稳
$X_{14}$	0	-3.670	-4.297	-3.212	-2.748	0.025 2	平稳
$X_{15}$	2	-2.323	-2.886	-1.996	-1.599	0.027 7	平稳
$X_{16}$	1	-2.674	-2.847	-1.988	-1.600	0.013 8	平稳
$X_{17}$	2	-2.875	-2.886	-1.996	-1.599	0.010 2	平稳
$X_{18}$	2	-3.419	-4.803	-3.403	-2.842	0.049 0	平稳

表 3 主成分相关系数矩阵

变量	$F_1$	$F_2$	$F_3$	变量	$F_1$	$F_2$	$F_3$
$X_1$	0.983 48	0.157 08	0.046 68	$X_{10}$	-0.800 86	0.503 84	-0.296 47
$X_2$	0.987 07	-0.005 00	0.108 89	$X_{11}$	0.979 13	0.082 94	-0.120 28
$X_3$	0.949 14	0.000 16	0.250 49	$X_{12}$	-0.226 53	0.863 42	-0.407 23
$X_4$	0.951 12	0.096 75	0.198 33	$X_{13}$	-0.764 32	0.488 98	0.231 14
$X_5$	0.957 45	-0.113 46	-0.123 32	$X_{14}$	-0.587 02	0.179 05	0.499 84
$X_6$	0.986 95	-0.009 49	0.044 14	$X_{15}$	0.956 55	0.268 96	0.082 13
$X_7$	0.693 84	0.574 80	0.264 90	$X_{16}$	-0.687 18	0.262 58	0.521 87
$X_8$	0.976 92	0.111 02	0.011 82	$X_{17}$	0.925 79	0.204 15	-0.229 51
$X_9$	0.996 66	-0.024 41	0.022 33	$X_{18}$	0.986 47	0.125 93	0.028 21

注:科技效率系统指标  $X_1 - X_6$ ;金融质量系统指标  $X_7 - X_{12}$ ;经济生态系统指标  $X_{13} - X_{18}$ 。

主成分  $F_1, F_2, F_3$  分别用下列式子表示:

$$\begin{aligned} F_1 &= 0.983\,48X_1 + 0.987\,07X_2 + 0.949\,14X_3 \\ &\cdots -0.687\,18X_{16} + 0.925\,79X_{17} + 0.986\,47X_{18} \\ F_2 &= 0.157\,08X_1 - 0.005\,00X_2 + 0.000\,16X_3 \\ &\cdots 0.262\,58X_{16} + 0.204\,15X_{17} + 0.125\,93X_{18} \\ F_3 &= 0.046\,68X_1 + 0.108\,89X_2 + 0.250\,49X_3 \\ &\cdots + 0.521\,87X_{16} - 0.229\,51X_{17} + 0.028\,21X_{18} \end{aligned}$$

(3) 加权主成分 TOPSIS 法排序。①计算加权规范决策矩阵。根据 2008 - 2018 年陕西省 11 年科技

金融系统发展潜力的标准化数据指标,计算出主成分初始矩阵  $Y$ ,得到加权规范决策矩阵  $U = \{u_{ji}\}$ ,结果见表 4。②确定正理想值与负理想值。根据得出的 2008 - 2018 年陕西省 10 年间数据的加权决策矩阵表,确定各年份的发展潜力,并得出在各个子系统下  $F_1, F_2, F_3$  的正理想值与负理想值(表 4)。③计算相对接近度  $S_j$ 。根据正理想值与负理想值的结果,计算出加权规范值到正理想值和负理想值的欧氏距离,并通过公式得出相对接近度,即发展潜力(表 5)。

表4 加权规范矩阵

指标	科技效率系统			金融质量系统			经济生态系统		
	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$
2008	-8.357	-0.198	-0.926	-5.989	1.548	-1.175	-5.000	0.332	1.425
2009	-6.422	-0.116	-0.580	-5.074	1.861	-1.235	-3.062	-0.138	0.041
2010	-4.748	-0.086	-0.348	-3.334	0.326	-0.367	-4.587	0.721	1.244
2011	-3.024	-0.014	-0.109	-2.458	-0.689	0.070	-4.443	0.656	1.725
2012	-2.246	-0.031	-0.142	-0.937	-1.512	0.613	-2.018	-0.235	0.565
2013	-0.458	-0.062	-0.033	-0.433	-1.550	0.512	-1.286	-0.399	0.206
2014	0.649	-0.031	0.053	0.480	-1.360	0.438	0.541	-0.633	-0.488
2015	3.335	0.039	0.265	2.680	-0.671	0.456	3.970	-0.825	-1.759
2016	5.046	-0.022	0.199	3.572	-1.047	0.219	5.277	-0.562	-1.749
2017	6.618	0.241	0.660	4.643	1.104	-0.102	5.139	0.172	-0.741
2018	9.607	0.280	0.961	6.851	1.991	0.572	5.469	0.910	-0.471

表5 系统发展潜力数值

年份	科技效率系统	金融质量系统	经济生态系统	综合得分
2008	0.004 0	0.058 9	0.104 3	0.167 2
2009	0.031 7	0.063 9	0.073 9	0.169 5
2010	0.050 4	0.065 5	0.112 7	0.228 6
2011	0.075 1	0.070 8	0.116 3	0.262 2
2012	0.073 9	0.083 0	0.085 1	0.24 2
2013	0.080 2	0.082 4	0.075 3	0.237 9
2014	0.091 1	0.085 9	0.063 1	0.240 1
2015	0.117 3	0.102 7	0.063 3	0.283 3
2016	0.111 2	0.097 0	0.073 4	0.281 6
2017	0.170 7	0.123 0	0.104 5	0.398 2
2018	0.198 6	0.166 8	0.128 1	0.493 5

从表5可以看出,陕西省近11年科技金融系统的发展潜力是一个持续上升的过程,2007-2016年表现为缓慢增长,2016年以后表现为快速增长,这说明在此以后,陕西省的金融与科技融合力度在不断加强,对于经济发展的贡献率也在逐步加大。

## 2. 结果与分析

根据陕西省2008-2018年科技金融系统发展潜力的测评结果,发现其在不同子系统下呈现出不同的发展特征。科技金融系统本身的稳定性质量与其未来竞争力是系统内部子系统相互作用的结果,三者的融合才为发展潜力这一综合概念提供了一个有效的量化标准。据此,对不同系统下最后的加权得分进行具体的结果分析(图2~图5)。

第一,从图2可以看出,2008-2018年陕西省在经历了2016年的小幅下跌后,科技创新方面的效率投资在整体呈现直线上升趋势,具体要素包括科技资金,R&D经费投入以及专利,论文的产出。近年来,随着我国经济发展模式近年来不断向高质量

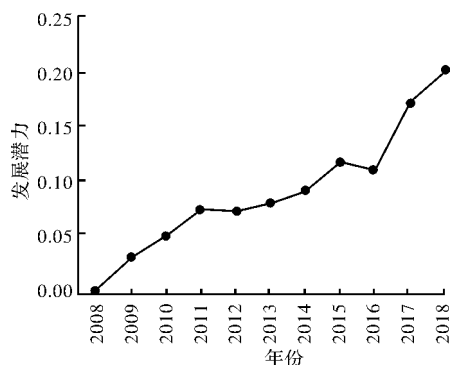


图2 2008-2018年科技效率系统发展潜力

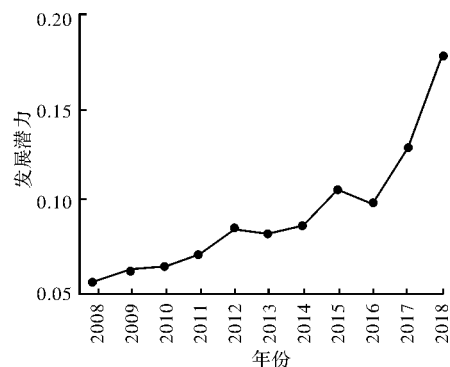


图3 2008-2018年金融质量系统发展潜力

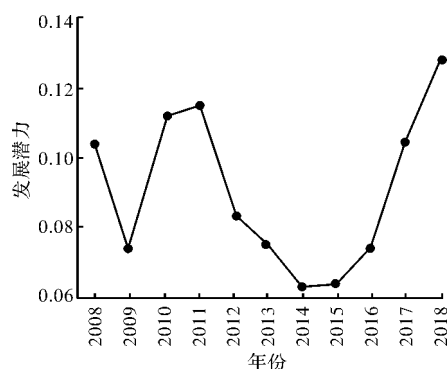


图4 2008-2018年经济生态系统发展潜力

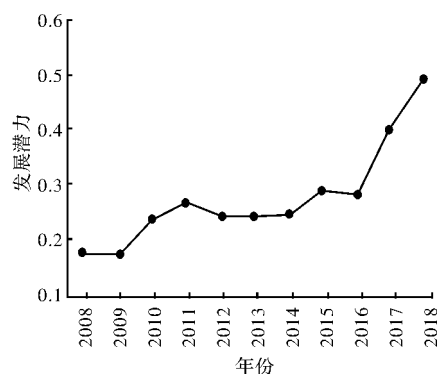


图5 2008-2018年科技金融发展潜力指数

转变,各个区域在经济建设中对科技要素尤为重视。根据陕西省“十三五”科学和技术发展规划,强调“要加速推进创新型省份建设,最大限度发挥科技对经济社会发展的支撑引领作用,确保实现”三个陕西“奋斗目标”。在此政策下,单2014年,全省科技进步贡献率便达55.8%;2015年,全省综合科技进步水平跃居全国第九位。整体上陕西省R&D经费支出以平均每年10%的速度增长,同时科技论文专利产出数量的增长率也一直维持在23%左右,这种低投入高产出的科技效率使得陕西省科技产业的发展速度不断被刷新。2015年末,我国几大行业的生产价格指数(PPI)连续40多月呈现负增长,其对工业PPI下降的贡献率占70%~80%,党中央开始着手推进供给侧结构性改革,科技投入方式以及作用对象被重新定义,科技创新开始向实体经济等服务经济倾斜,因此在经历2016年科技效率变化的短暂缓冲后,科技效率又继而呈现直线增长的态势。可以说,伴随着科技水平的发展,直线型的科技效率增长不仅是当前科技创新的发展态势,更是未来陕西省经济运行的发展趋势。

第二,从图3可以看出,在金融发展领域,陕西省近年来的金融质量在整体上处于一个上升阶段,

受2008年全球金融危机的影响,全球金融产业都受到了巨大冲击,但是鉴于中国经济制度的特点以及陕西省的特殊地理位置,其遭受影响并不是很大,2008-2011年,金融质量呈现微增长态势;2011年以后,金融业的发展开始逐渐从金融危机走出,金融质量提升逐步好转,并在固定范围内稳定变动。2014年后,中国经济步入新常态,陕西省金融业以深入实施“区域金融资源优化配置八大行动”为契机,不断促进利率市场化改革,金融机构总资产3.6万亿元,同比增长9.5%,直接融资创历史新高。2015年,金融业发展出现缓慢下跌,但是这只是步入经济新常态的经济金融的良性反弹,同时国内互联网金融初步发展,这一新领域的诞生,也使得传统金融行业受到冲击。2015年末,国家提出全面进行供给侧结构性改革,旨在从提高供给质量出发,用改革办法推进产业结构调整,增强金融对实体经济的支撑能力,提高全要素生产率,搞活微观,增强企业竞争力,进而提高社会生产力水平。2016年,中央对实体经济发放贷款增加达12.44万亿元,同比增长1.17万亿元。自此,陕西省金融产业发展呈现前所未有的增长速度,金融质量也有了显著性的提升。

第三,从图4可以看出,经济生态涵盖了经济增长与金融风险的融合概念。2008年受全球经济危机影响,我国经济在贸易出口等方面受到了一定限制,因此经济生态指数一度下滑至0.07,但在我国强大的经济韧性的支撑下,2009年以后,经济质量开始逐步好转。2011年,我国步入科学发展的阶段,全面加快转变经济发展方式,经济目标由高速度转向高质量,发展方式由粗放型转向集约型,我国经济也由此进入换挡期。2014年,中共十八届三中全会提出全面深化改革,提出加快发展社会主义市场经济。扩大“营改增”试点范围,一定程度上减轻了大批企业的税负压力,截至2015年末,陕西省“营改增”实现减税77.9亿元,为经济迸发创造了更多的活力;同时在金融市场,伴随利率市场化深入,陕西省银行逐渐建立起存款保险制度,并推出金融市场推出机制等政策,有效降低了金融市场的风险危机。2016年以后,国家推进供给侧结构性改革,陕西省经济生态质量也呈现出前所未有的增长趋势,2016年省内投资总额超过GDP,2017资本形成率达65.8%,对经济增长贡献率为60.35%。总体上,伴



随着该系统外部风险抵御能力以及经济弹性恢复能力的增强,陕西省经济生态系统指数也呈现出前所未有的增长趋势。

第四,从图5可以看出,科技效率系统、金融质量系统以及经济生态系统三个子系统的综合质量,得到科技金融系统的总体得分。陕西省科技金融发展潜力与科技效率系统以及金融质量系统的发展趋势大致相同。在一些重要节点上,2011年我国开始转变经济发展方式,经济增长进入换挡阶段,科技金融开始出现下降趋势。2014年我国经济步入新常态,更加注重科技创造的推动作用,金融科技系统的发展潜力的增速有了显著的提升。2015年末,在经历供给侧改革后,科技金融进入短暂的缓冲阶段,进而步入快速增长的阶段,经济运行呈现新一轮的发展趋势。

## 五、结论与建议

### 1. 结论

通过加权主成分TOPSIS法对陕西省2008—2018年科技金融系统的发展潜力进行测度,在利用ECE模型建立指标体系后,得出了以下结论:整体来看,陕西省科技金融的发展潜力基本呈现上升趋势,潜力指数由2008年的0.1674上升至2018年0.4935,其竞争能力与恢复能力呈现同演变上升的局面,这是陕西省整个科技金融产业中的科技效率系统、金融质量系统、经济生态系统三大子系统相互作用协调的结果;同时,伴随着国家关键性政策的出台,经济产业结构的变动以及科技研发的创新都会导致某一环节发生变化,但是整体向上的演进节奏并不会改变。随着经济的新一轮变革,陕西省科技金融内部子系统间的耦合机制还将进一步完善,整体的发展潜力指数还将继续提高。

### 2. 建议

根据科技金融系统发展潜力的综合测量,发现其发展潜力指数呈上升趋势。因此在未来的发展过程中,应注重系统本身的协调以及外部环境的干扰,使陕西省对于目前自身所处的状态与阶段的做出正确的判断与划分,并出台相应的措施对其系统内部要素结构进行调整,为创造良好的金融科技生态提供一个优质的环境。由此,本文将从系统内部三项主要要素出发,为陕西省未来经济的持续健康

发展提供相应建议。

在科技效率系统方面,加快推进科技金融创新。一方面,要注资陕西科技金融,加大地方财政在科技金融方面的投入资金,有力支持产学研、军民融合等领域发展。如加强“一院一所”合作,助力推动新兴产业发展;建立健全陕西省军民融资融合发展合作机制,加大对军民融合龙头企业的信贷支持。另一方面,为科技创新企业发展提供切实支持,鼓励企业加大R&D经费内部支出,形成开发性金融支持陕西省科技发展的金融产品。

金融质量系统方面,提高金融公共服务能力以及金融经济互动能力。在金融公共服务能力上,需要及时稳定金融保障,加大增强金融供给。具体来说,首先,弱化银行考核标准,鼓励银行支持科技型中小企业融资,一定程度上降低贷款利率,真正为科技型中小企业做好融资全服务过程。其次,针对企业不同成长阶段不断研发创新型科技金融产品,从而更好地服务于企业发展。最后,加强科技贷款专业队伍建设,推动科技贷款常态化,保证科技贷款业务的连续性和日常化。在金融与经济系统的互动层面:第一,完善金融经济体系建设,政府部门、企业以及金融机构共同协作以完善金融机构、金融产品、金融市场体系建设。第二,加强金融机构监管力度,把金融的发展控制在对实体经济有益的水平上,在经济转型中构建良好的金融生态环境,保证金融对实体经济的促进作用。第三,在保证金融秩序稳定的前提下,发挥金融行业对实体经济发展的支持作用,通过不断拓展融资渠道,创新金融产品和服务,满足实体经济的发展需求。

在经济生态系统中,应该努力增强风险防范能力。首先,发挥政府在科技风险防范方面的主体作用,出台和完善关于相关资金的具体操作流程的规章制度,鼓励银行放贷科技型中小企业,有效利用科技风险补偿资金,助力银企政共赢。其次,建立科技型风险担保机制,成立科技融资担保公司。由政府相关部门出资或引导民间资本设立专业的科技融资担保公司,专为陕西省内技术先进、市场前景开阔、具备发展潜力的科技型中小企业提供融资担保服务。建议将服务对象重点放在早中期科技型中小企业,由政府给予根据年担保量、成效等指标给予补贴奖励,并针对科技型中小企业所属的不同技术领域,设立技术专业细分的业务分部门,有效提升科技型

中小企业融资服务的专业水平。最后,深化科技融资公司与银行之间的深切互助,简化贷款担保手续、有效减少企业融资成本,降低亏损可能,完善补偿机制,营造一个良好的金融科技运行的生态环境,助力于新常态下经济的新一轮变革与发展。

### 参 考 文 献

- [1] WILSON J P, CAMPBELL L. Financial functional analysis: a conceptual framework for understanding the changing financial system[J]. Journal of Economic Methodology, 2016, 23(4): 413 - 431.
- [2] KING G, GLAVINE R. Finance, entrepreneurship and growth: theory and evidence[J]. Journal of Monetary Economics, 1993(32): 513 - 542.
- [3] ALEXANDRA G, LIU P. To what extent do financing constraints affect Chinese firms' innovation activities[J]. International Review of Financial Analysis, 2014(36): 223 - 240.
- [4] KING R G, LEVINE R. Finance, entrepreneurship, and growth: theory and evidence[J]. Journal of Monetary Economics, 1993, 32(3): 513 - 541.
- [5] 赵昌文, 陈春发, 唐英凯. 科技金融[M]. 北京: 科技出版社, 2009.
- [6] 张明喜, 魏世杰, 朱欣乐. 科技金融: 从概念到理论体系构建[J]. 中国软科学, 2018(4): 31 - 42.
- [7] 沈彦菁. 科技金融发展的模式探讨和路径研究[J]. 浙江金融, 2019(3): 54 - 61.
- [8] 宋纪宁, 王天崇, 赵一霖. 中国科技金融与技术创新关系的计量分析[J]. 资源开发与市场, 2013, 29(11): 1145 - 1147, 1144.
- [9] 何芸, 贝政新. 长三角经济圈科技创新与金融发展的耦合研究[J]. 技术经济与管理研究, 2019(3): 20 - 24.
- [10] 张紫璇, 赵丽萍. 各省科技金融发展、技术创新水平与经济增长的门限效应分析——基于 2000 - 2015 年的省际面板数据[J]. 科技管理研究, 2018, 38(5): 93 - 98.
- [11] 徐玉莲, 赵文洋, 张涛. 科技金融成熟度评价指标体系构建与应用[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(11): 118 - 124.
- [12] 黄娇娇. 江苏省金融产业集聚形成机理和经济效应研究[D]. 北京: 中国矿业大学, 2014.
- [13] 王崇锋. 山东半岛蓝色经济区科技人才聚集效应实证研究[J]. 科技管理研究, 2014, 34(12): 100 - 105.

## The Development Potential Measurement of Scientific and Technological Finance System in Shaanxi Province Based on ECE Model

WANG Min<sup>1,2</sup>, LI Zhao-wei<sup>2</sup>

(1. Humanities and Social Sciences Research Center, Xi'an International Studies University Xi'an 710128, China; 2. Business School, Xi'an International Studies University Xi'an 710128, China)

**Abstract:** From the perspective of development potential, this paper puts forward initially the concept of development potential of scientific and technological finance system, and analyzes the operation mechanism of each subsystem to construct a comprehensive evaluation index system of scientific and technological finance by using the ECE model. The method of weighted principal component TOPSIS is applied to measure the development potential of the scientific and technological finance system in Shaanxi Province in 2008 - 2018. The results show that: 1) the overall development potential of scientific and technological finance system in Shaanxi Province shows a continuous upward trend with the comprehensive development potential index rising from 0.1674 in 2008 to 0.4935 in 2018, the highest in history. 2) In the context of deepening the supply side reform, the measurement index of the development potential of the scientific and technological finance system is determined by the integrative effect of its three subsystems, namely, the internal technological efficiency, the financial quality and the economical ecology. Therefore, apart from the guarantee of the overall development quality, it is necessary to pay more attention to the coupling mechanism between the subsystems. Finally, the paper puts forward relevant countermeasures and suggestions to improve the development potential of scientific and technological finance in Shaanxi Province.

**Key words:** ECE model; scientific and technological finance system; comprehensive development potential; index; TOPSIS method

【编辑 吴晓利】