

基于熵权 TOPSIS 法的区域农业科技创新能力及收敛性分析

杨秀玉

(山东师范大学 经济学院, 山东 济南 250014)



摘要 农业科技创新是推动农业快速稳定发展的重要因素。构建包括 3 个一级指标, 14 个二级指标的农业科技创新能力指标体系, 并运用熵权 TOPSIS 法设置指标权重, 测算了我国 2000—2014 年全国 30 个省、市、自治区的农业科技创新能力, 然后对全国和东、中、西部地区的农业科技创新能力进行了 σ 收敛和 β 收敛性检验, 结果显示全国和东中西部地区的农业科技创新能力都不存在 σ 收敛和 β 收敛。

关键词 农业科技创新; 熵权 TOPSIS; 收敛性; 评价指标体系

中图分类号: F 323.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-3456(2017)03-0042-09

DOI 编码: 10.13300/j.cnki.hnwxzb.2017.03.006

在当今经济和社会环境下, 经济的持续增长不可能完全依靠粗放型的发展模式。同样道理, 随着自然条件的逐年恶化和人口的不断增长, 农业也必须摆脱原来的粗放型发展模式, 重视农业科技创新, 寻找新的发展路径。政府多次发布中央一号文件强调农业科技创新的重要性, 只有发展农业科技创新, 才能确保粮食安全, 改进农村生态环境, 不断提高农民收入。2015 年科技创新对我国农业经济增长的贡献率已达到 55.2%, 成为推动我国农业发展最主要的推动力。

目前, 对我国区域农业科技创新能力的研究可以分为理论研究和实证研究两方面: 理论研究方面, 主要集中在农业科技创新的内涵及面临问题, 农业科技创新能力评价指标体系, 发展农业科技创新路径等方面^[1-9]; 实证研究方面, 以区域性农业科技创新能力的评价研究居多, 比如曹琼等、李洪文等评价了湖北省农业科技创新能力^[10-11], 张小彦等研究评价了甘肃省农业科技创新能力^[12], 李彬等研究评价了山东省海洋科技创新能力^[13], 也有学者从全国层面对农业科技创新能力进行研究, 比如文雁兵^[14]。

研究发现: 学者们还没有形成统一的农业科技创新能力评价指标体系, 而且, 所进行的研究往往集中于某一年区域农业科技创新能力的评价, 只是从空间上考虑某一时间点上各区域农业科技创新能力的差异, 然而时间维度上没有进行分析, 更没有考虑到随着时间的推移, 区域农业科技创新能力的差异会呈现收缩还是发散的趋势。本文在构建区域农业科技创新能力评价指标的基础上, 运用最新的熵权 TOPSIS 法设置指标权重, 考虑时间因素对农业科技创新能力的影响, 测算出 2000—2014 年我国 30 个省、市、自治区每年的农业科技创新能力, 并对这段时间内 30 个区域的农业科技创新能力的收敛性进行分析。

一、区域农业科技创新能力评价指标体系

目前, 学者们提出的农业科技创新能力指标体系内容各异, 还未形成大家普遍认可的指标体系。原因主要有两方面: 一方面是由于农业本身涉及的内容较多, 且情况复杂多样, 影响农业科技创新能

收稿日期: 2016-09-12

基金项目: 国家社会科学基金青年项目“可持续发展背景下我国农业补贴社会绩效追踪研究”(11CJY061); 山东师范大学青年教师科研项目(人文社科类)“山东省农业科技创新能力及效率研究”(15SQR002)。

作者简介: 杨秀玉(1981-), 女, 讲师, 博士; 研究方向: 农村经济、科技管理。

力的因素各式各样;另一方面是考虑到各学者选择的研究对象(即选择的区域)不同,而不同的研究对象在经济、政治、法律等环境存在的差异较大,致使对农业科技创新的评价指标在筛选过程中衡量的侧重点有不同。因此,本文在构建农业科技创新能力指标体系时,希望可以突出农业科技创新活动的一般性和特殊性,还能兼顾数据的可得性和指标的可比性。本文构建的区域农业科技创新能力评价指标体系如表 1 所示。

表 1 区域农业科技创新能力指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
农业科技创新能力指标体系	农业科技创新投入能力	农林牧渔从业人员数 b_{i1}
		国有经济企事业单位农业技术人员 b_{i2}
		农林牧渔业全社会固定资产投资 b_{i3}
		财政支出中科技三项支出 b_{i4}
	农业科技创新产出能力	农作物播种面积 b_{i5}
		农业机械总动力 b_{i6}
		农林牧渔总产值 b_{i7}
	农业科技创新支持能力	农村人均收入 b_{i8}
		国内专利申请授权量 b_{i9}
		技术市场成交额 b_{i10}
		国外主要检索工具收录中国科技论文 b_{i11}
		农村用电量 b_{i12}
		财政支出中教育支出 b_{i13}
		农田有效灌溉面积 b_{i14}

农业科技创新投入能力方面,从人力、财力、土地、技术投入 4 个角度设置二级指标。人力投入方面,选择农林牧渔从业人员和国有经济企事业单位农业技术人员两个指标,既考虑到从事农业活动的人力总投入,又考虑到劳动种类和质量的差别,突出考虑农业技术人员对农业科技创新的影响。财力投入方面,由于在考察的时间和空间范围内,既能体现农业又能体现科技创新的指标不具有可得性,因此分别从农业总财力投入和科技总财力投入两个方面,选用了农林牧渔全社会固定资产投资和财政支出中科技三项支出两个指标。土地投入方面,大部分学者采用的指标是农作物播种面积,本文也选用农作物播种面积来表示土地投入。技术投入方面,沿用大多数学者采用的指标,选取年末拥有的农业机械总动力来表示。

农业科技创新产出能力方面,从经济产出和技术产出两个角度设置二级指标。经济产出方面,从宏观和微观两个层次考虑,前者用农林牧渔总产值反映农业科技创新对农业整体的影响,后者选用农村人均收入衡量对平均每一位农业人口的经济福利。技术产出方面,在考察的时间和空间跨度内,农业方面的技术产出数据无法获得,这里选用国内专利申请授权量、技术市场成交额和国外主要检索工具收录中国科技论文三个二级指标近似表示。

农业科技创新支持能力方面,考虑到除了人力、财力、土地、技术等直接投入会影响农业科技创新能力外,还有一些外在因素会间接影响农业科技创新能力,比如农村用电数量、农业人员的教育以及农田的水利灌溉等问题,因此选取农村用电量、财政支出中教育支出和农田有效灌溉面积 3 个二级指标表示农业科技创新支持能力。

二、基于熵权 TOPSIS 法的区域农业科技创新能力评价模型

1. TOPSIS 法的基本原理

TOPSIS 法是系统工程中的一种常用方法,主要针对有限方案进行多目标评价和决策分析,它具有诸多优点,例如对样本含量无要求、对样本数据分布无要求、计算过程简便、结果直观易分析等,这使得 TOPSIS 法在很多领域(经济、管理、工程技术等)得到了广泛和有效地应用。TOPSIS 法的分析

思路是:首先对原始数据进行无量纲处理,使数据客观真实地反映各评价对象之间的差距,然后根据各项指标标准化后数据的大小确定正理想值和负理想值,接着求出评价对象与正理想值和负理想值之间的加权欧氏距离,由此得出各评价对象与最佳状态的接近程度,进而测算出各评价对象的排名。

2. 熵权的基本原理

熵值法是客观赋值法的一种,即利用指标本身数值的大小确定其权重。熵的概念最早来源于热力学,后来在信息论中加以利用,用熵来反映系统的无序程度:熵值越小,信息量就越大,确定性就越大,有序程度越高;反之,熵值越大,信息量就越小,确定性越小,无序程度越高。

3. 评价模型的建立

假设所构建的农业科技创新能力评价模型中有 n 个评价对象和 m 个指标,建立初始矩阵 B :

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nm} \end{pmatrix} \quad (1)$$

(1) 构建标准化农业科技创新能力评价矩阵。首先,对农业科技创新能力评价指标体系的初始数据进行标准化处理,正向指标:

$$Z_{ij} = \frac{b_{ij} - \min b_{ij}}{\max b_{ij} - \min b_{ij}} \quad (2)$$

逆向指标:

$$Z_{ij} = \frac{\max b_{ij} - b_{ij}}{\max b_{ij} - \min b_{ij}} \quad (3)$$

经标准化处理后的矩阵 Z 为:

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \cdots & z_{1m} \\ z_{21} & z_{22} & \cdots & z_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ z_{n1} & z_{n2} & \cdots & z_{nm} \end{pmatrix} \quad (4)$$

式(4)中, z_{ij} 为第 i 个评价对象在第 j 个评价指标上的标准值($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$), $0 < z_{ij} < 1$ 。

(2) 农业科技创新能力各评价指标熵权的确定。对于第 j 个指标,熵值可以通过公式 $f_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n s_{ij} \ln s_{ij}$ 来计算,式中 s_{ij} 为第 i 个评价单位的 j 指标在所有评价单位中的比重, $s_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^n b_{ij}}$ 。

根据熵权的基本原理:熵值越大,无序性越强,信息量越小,权重越小。因此,权重的计算公式为

$$\omega_j = \frac{h_j}{\sum_{j=1}^m h_j}, \text{ 其中 } h_j = 1 - f_j, \text{ 是第 } j \text{ 项指标的差异系数。}$$

(3) 构建农业科技创新能力规范化评价矩阵。根据前两步的结果,将第 i 个评价对象在第 j 个评价指标上的标准值 z_{ij} 与第 j 个指标的权重 ω_j 相乘,可以得到农业科技创新能力规范化评价矩阵 A :

$$A = \begin{pmatrix} z_{11}\omega_1 & z_{12}\omega_2 & \cdots & z_{1m}\omega_m \\ z_{21}\omega_1 & z_{22}\omega_2 & \cdots & z_{2m}\omega_m \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ z_{n1}\omega_1 & z_{n2}\omega_2 & \cdots & z_{nm}\omega_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} \end{pmatrix} \quad (5)$$

(4) 确定农业科技创新能力的正负理想解。设 a_j^+ 为第 j 个指标在所有评价对象中的最大值, a_j^- 为第 j 个指标在所有评价对象中的最小值,所有评价指标的最大值构成的向量称为农业科技创新能力的正理想解,表示成 $a^+ = (a_1^+, a_2^+, a_3^+, \dots, a_m^+)$, 所有评价指标的最小值构成的向量称为农业科技创新能力的负理想解,表示成 $a^- = (a_1^-, a_2^-, a_3^-, \dots, a_m^-)$ 。

(5)计算各评价对象指标与理想解的欧式距离。针对农业科技创新能力的每一个评价对象,分别计算各指标与正理想解和负理想解的欧式距离,具体公式如下:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (a_{ij} - a_j^+)^2} \quad (6)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (a_{ij} - a_j^-)^2} \quad (7)$$

(6)计算评价对象与理想解的相对接近程度。对于第 i 个评价对象,可以用下面的公式表示该评价对象与正理想解和负理想解的相对接近程度:

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (8)$$

式(8)中, $i=1,2,\dots,n$; C_i 表示农业科技创新能力评价指标体系中第 i 个评价对象的各指标值与正理想解和负理想解的接近程度,其取值范围是 0 到 1, C_i 越接近于 1,说明第 i 个评价对象的指标数值越接近于各指标的最大值,代表第 i 个评价对象的农业科技创新能力越强;反之, C_i 越接近于 0,说明第 i 个评价对象的指标数值越接近于各指标的最小值,代表第 i 个评价对象的农业科技创新能力越弱。因此,可以按照相对接近程度 C_i 的大小对研究对象的农业科技创新能力进行排序评价。

三、基于 TOPSIS 法的农业科技创新能力评价实证分析

1. 数据选取

根据上文构建的农业科技创新能力评价指标体系,考虑到数据的可得性,选取除台湾、香港、澳门和西藏之外的我国 30 个省区市为评价对象,运用熵权 TOPSIS 法计算 2000—2014 年各省区市的农业科技创新能力,并对 2000 年、2005 年、2010 年、2014 年区域间的农业科技创新能力进行横向比较,分析各省区市在这几个年份农业科技创新能力的排名变化。本文数据来自 2001—2015 年的《中国统计年鉴》和《中国科技统计年鉴》。

2. 农业科技创新能力评价结果及分析

对于考察期的每一年做单独分析,将每一年度内的 30 个省区市作为评价对象($n=30$),选取的 14 个二级指标作为评价指标($m=14$),先按照熵值法计算各指标权重,各年度内各指标的权重是根据本年度内的数据计算而来,不同年份各指标的权重不同,然后依次计算分析 2000—2014 年 30 个省区市农业科技创新能力的排名及变化。由于篇幅有限,表 2 列出了 2000 年、2005 年、2010 年和 2014 年的 C 值和排名。

从地区分布上看,东中西部农业科技创新能力差距较大。东部各省区市的农业科技创新能力较强,排名前 10 的省区市中 8 个属于东部地区,但各省区市的 变化趋势没有趋同性。北京市作为全国的经济技术中心,其农业科技创新能力一直排名前两位,表示农业科技创新能力的 C 值也都在 0.5 左右,且长期来看具有增长趋势;江苏省农业科技创新能力进步较快,从 2000 年的 0.44 上升到 2014 年的 0.54,排名从第 4 名上升到第 1 名,这与江苏省长期来不断增加农业科技创新财政支出密不可分,另外,江苏省在专利授权方面也是一直领先于其他省区市,而该指标的权重较大,这些因素共同作用促使江苏省农业科技创新能力不断提高;广东省农业科技创新能力 C 值经历了先升再降的过程,在 2005 年一度成为全国第 1 名,但此后农业科技创新能力 C 值逐年下降,这主要是因为广东省在财政支出中科技三项支出和科技论文方面优势减弱,导致排名有所下降;山东省农业科技创新能力 C 值虽然一直保持较高水平,但却是逐年下降,排名也从全国第 3 跌至第 5;浙江省农业科技创新能力也呈现逐年上升的趋势,排名稳健上升;河北和福建省农业科技创新能力 C 值先降后升,但后期上升不都不大,导致名次跌落;上海市农业科技创新能力 C 值先升后降,变化幅度不大;辽宁省农业科技创新能力 C 值逐年下降,且下降幅度较大,导致其排名从原来的第 10 名跌到了第 15 名;天津市农业

表 2 2000、2005、2010 和 2014 四年各省区市农业科技创新能力的 C 值和排名

地区	2000 年		2005 年		2010 年		2014 年		
	C 值	排名	C 值	排名	C 值	排名	C 值	排名	
东部	北京	0.509 0	1	0.490 8	2	0.534 7	1	0.534 7	2
	天津	0.113 8	26	0.108 7	23	0.089 5	26	0.125 8	23
	河北	0.363 7	6	0.326 4	7	0.268 9	8	0.287 8	8
	辽宁	0.255 5	10	0.242 5	9	0.193 2	12	0.190 3	15
	上海	0.308 8	8	0.322 0	8	0.323 9	6	0.305 3	7
	江苏	0.438 1	4	0.465 8	3	0.525 4	2	0.538 8	1
	浙江	0.327 3	7	0.371 8	5	0.376 7	4	0.379 2	4
	福建	0.169 5	18	0.139 3	19	0.119 6	20	0.146 4	20
	山东	0.443 9	3	0.413 7	4	0.356 4	5	0.369 9	5
	广东	0.493 5	2	0.522 5	1	0.466 7	3	0.448 3	3
中部	海南	0.087 3	28	0.023 5	29	0.019 5	29	0.022 5	29
	山西	0.117 5	24	0.101 1	25	0.097 3	23	0.135 8	21
	吉林	0.129 9	22	0.130 3	21	0.106 8	22	0.127 2	22
	黑龙江	0.195 6	14	0.186 3	15	0.192 6	13	0.239 1	12
	安徽	0.242 1	12	0.205 4	12	0.196 2	10	0.245 2	9
	江西	0.135 9	21	0.123 2	22	0.118 6	21	0.124 5	24
	河南	0.375 6	5	0.328 6	6	0.302 1	7	0.320 4	6
	湖北	0.236 1	13	0.196 7	13	0.178 1	14	0.240 7	11
	湖南	0.242 6	11	0.212 7	11	0.194 9	11	0.219 5	13
	内蒙古	0.181 1	16	0.193 9	14	0.140 6	16	0.168 1	17
西部	广西	0.159 0	20	0.139 9	18	0.131 4	18	0.148 9	19
	重庆	0.122 5	23	0.095 1	26	0.091 7	25	0.099 2	27
	四川	0.274 1	9	0.236 9	10	0.229 3	9	0.242 3	10
	贵州	0.114 2	25	0.102 7	24	0.094 6	24	0.110 7	25
	云南	0.181 0	17	0.152 2	16	0.138 4	17	0.159 7	18
	陕西	0.159 7	19	0.132 1	20	0.142 3	15	0.207 3	14
	甘肃	0.107 1	27	0.091 8	27	0.084 7	27	0.107 0	26
	青海	0.028 8	29	0.014 4	30	0.016 9	30	0.018 2	30
	宁夏	0.021 1	30	0.025 4	28	0.021 0	28	0.026 1	28
	新疆	0.184 6	15	0.147 4	17	0.126 0	19	0.169 3	16

科技创新能力 C 值先降后升,后期上升幅度较大,排名有所提升;海南省由于自身农业条件不具有优越性,导致其农业科技创新能力排名一直比较靠后。通过分析原始数据发现,造成东部各省区市农业科技创新能力高于其他地区的原因主要有三方面:一是有些省区市自身农业自然条件优越,有较多的人力、土地投入;二是有些省区市后期投入的财力、教育等方面较多;三是有些省区市农业科技创新生产效率较高,虽然自然条件和后期投入较少,但能通过高效率带来较高的农业科技创新能力。

中部大部分省的农业科技创新能力居中,有个别省(河南省)农业科技创新能力突出,排名全国前 10,拉动了中部各省的农业科技创新整体水平。根据农业科技创新能力 C 值和排名的变化,中部各省大体上可以分成三类:第一类省份的农业科技创新能力先降后升,但上升幅度不如前期的下降幅度,导致排名下降,包括河南、湖南和江西三省;第二类省份的农业科技创新能力也是经历了先降后升,但后期上升幅度较大,超过了前期的下降幅度,导致排名上升 3 个位次左右,包括安徽、湖北、黑龙江和山西四个省,尤其是安徽省近几年加大农业科技创新力度,在 2014 年农业科技创新能力排名全国第 9;第三类省份是吉林,其农业科技创新能力水平较低,处于中下游水平,经历了先升后降再升的变化趋势,但整体上看变化不大。通过分析发现,中部各省的自身农业自然条件不错,但相应的财力、教育等投入较东部地区还有差距,农业科技创新的生产效率不高,但中部各省的农业科技创新能力在近几年里还是会有较好的发展势头。

西部各省区市的农业科技创新能力相对水平普遍比较低,11个省区市中,有6个处于下游水平,有4个处于中游水平,有1个(四川)排名前10。西部各省区市农业的科技创新能力相对水平和排名的变化大体上可以分成两类:第一类省区的农业科技创新能力C值先降后升,后期上升幅度大于前期下降幅度,包括陕西、广西、甘肃、宁夏和贵州五个省区,其中,贵州省前期降低幅度和后期上升幅度差不多的,导致其排名不变,而陕西、广西、甘肃和宁夏四省区后期发展较快,增长幅度较大,使得后期的排名较前期提高1~5个位次;第二类省区市的农业科技创新能力C值也经历了先降后升的趋势,但后期上升幅度小于前期下降幅度,包括四川、新疆、内蒙古、云南、重庆和青海六个省区市,其中,重庆市变化幅度较大,排名滑落4个名次,其余省区变化较小,排名都只下降1个名次左右。西部各省区市的农业科技创新能力相对水平普遍比较低的原因主要是其生产效率不高,在政府加大各项投入的前提下,其农业科技创新的成果较东中部地区还有很大差距。

通过分析全国各省区市的农业科技创新能力C值,发现大部分省区市的农业科技创新能力经历了先降后升的趋势,上升趋势在未来一段时间内还会继续保持;东中西部地区的农业科技创新能力差距较大,东部各省区市的农业科技创新能力最强,优势明显,虽与中西部各省区市的差距在逐渐缩小,但缩小幅度不显著;农业科技创新效率成为决定了农业科技创新能力的关键因素。

四、农业科技创新能力的区域收敛性分析

我国东中西部各省市区的农业科技创新能力历年来差距较大,为了进一步分析差距产生的原因及更具针对性地提出解决办法,需要对我国农业科技创新能力收敛性进行检验。学者们提出的检验收敛性的方法很多,常用的主要有: σ 收敛、 β 收敛和俱乐部收敛。鉴于我国农业科技创新能力的特点和差异情况,本文将对其进行 σ 收敛和 β 收敛检验。

1. σ 收敛

检验 σ 收敛的方法主要有 σ 系数法、标准差法、变异系数法、基尼系数法等,各种方法形式不同,但说明的问题都是一致的,本文选用 σ 系数法来检验 σ 收敛性。 σ 系数法是以某区域内农业科技创新平均水平为参照,计算每个地区农业科技创新能力与平均水平的平均差异,以此反映收敛或分散程度,计算公式如下:

$$\sigma = \sqrt{\left[\sum_i (\ln C_{it} - \overline{\ln C_t})^2 \right] / N} \quad (9)$$

式(9)中, $\ln C_{it}$ 为地区*i*在*t*时期农业科技创新能力C值的对数值, $\overline{\ln C_t}$ 为*t*时期各地区农业科技创新能力C值对数值的平均数,*N*为地区个数。如果 σ 随时间推移而趋于降低,则认为存在 σ 收敛,反之,则不存在 σ 收敛。分别计算全国农业科技创新能力 σ 系数、东部省区市农业科技创新能力 σ 系数、中部省区市农业科技创新 σ 能力系数、西部省区市农业科技创新能力 σ 系数,计算结果如图1~图4所示。

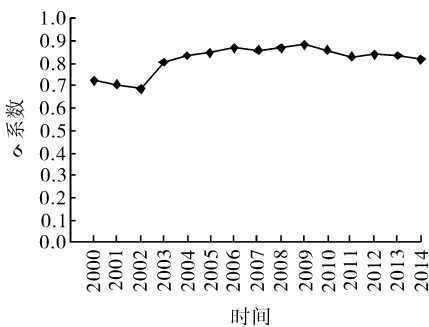


图1 2000—2014年我国农业科技创新能力 σ 系数

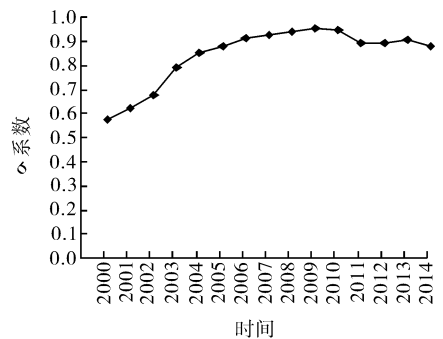
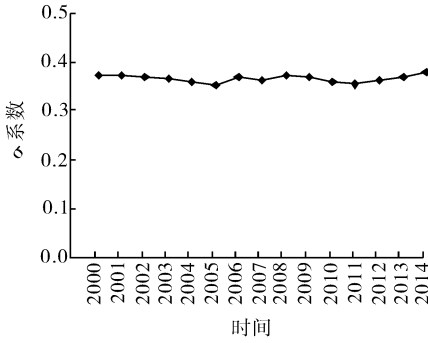
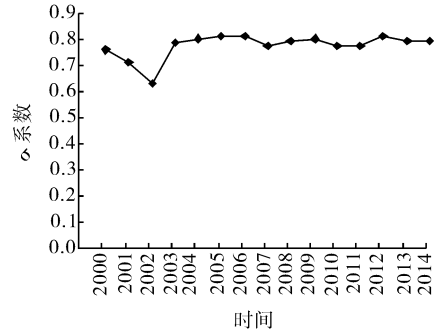


图2 东部省区市农业科技创新能力 σ 系数

图 3 中部省区市农业科技创新能力 σ 系数图 4 西部省区市农业科技创新能力 σ 系数

从图 1 可以看出,我国整体的农业科技创新能力 σ 系数一直数值较高,基本上都在 0.8 以上,虽然经历了先升后降的过程,但上升趋势不显著,说明我国农业科技创新能力在各省区市之间的差异本身就很大,而且随着时间的推进差距有微弱的拉大趋势,在整体考察时间段内不具有收敛性。从地区分布看,我国东部省区市的农业科技创新能力 σ 系数(图 2)经历了先升后降趋势,2009 年以前上升幅度较大,并在 2009 年达到最高值 0.96,之后有略微下降,在 2014 年跌到 0.88,但较之 2000 年的 0.57 上升了不少,说明我国东部各省区市之间的农业科技创新能力差距很大,随着时间的推移其差距越拉越大,在 2009 年以后差距有所减小,总体上看,东部各省区市之间的农业科技创新能力也不具有收敛性。从图 3 可以看出,我国中部省区市的农业科技创新能力 σ 系数变化幅度不大,整体上是呈现略微的上升态势,而且中部各省区市的农业科技创新能力 σ 系数数值水平较小,最大值也就只有 0.38 (2014 年),说明我国中部各省区市之间的农业科技创新能力差距不大,但随着时间的推进整体上有略微的发散态势。从图 4 可以看出,我国西部省区市的农业科技创新 σ 系数在 2000—2003 年之间有个小波动外,其他年份是比较稳定的,基本上在 0.8 附近,说明西部各省区市之间的农业科技创新差距也较大,这种差距同样不具有收敛性。

2. β 收敛

β 收敛分为绝对 β 收敛和条件 β 收敛。绝对 β 收敛假定各地区在产业结构、城市化水平、收入水平、贸易状况等方面具有相同水平,农业科技创新能力期初较弱的地区通过较快速度的增长,在期末会赶上期初水平较高的地区,不同地区的农业科技创新能力最终会收敛于相同的稳态水平,也称为无条件收敛。条件 β 收敛是指由于各地区影响农业科技创新能力的基础条件有所不同,其农业科技创新能力不可能达到相一致的水平,而是会收敛于各自的稳定水平。考虑到农业科技创新基础条件在我国各省区市之间差别较大,不适合进行绝对 β 收敛分析,因此,本文只对农业科技创新能力进行条件 β 收敛检验。构建包括农业科技创新影响因素在内的农业科技创新增长速度模型,所建模型如下:

$$\ln(C_{i,t+1}/C_{i,t}) = \alpha + \beta \ln C_{i,t} + \lambda_1 CJ_{i,t} + \lambda_2 CS_{i,t} + \lambda_3 SR_{i,t} + \lambda_4 WT_{i,t} + \lambda_5 JY_{i,t} + \lambda_6 BM_{i,t} + \lambda_7 YD_{i,t} + \lambda_8 MT_{i,t} + \mu_{i,t} \quad (10)$$

式(10)中, $C_{i,t+1}/C_{i,t}$ 表示农业科技创新能力增长率, $C_{i,t}$ 代表期初的农业科技创新能力, $CJ_{i,t}$ 代表 i 地区第 t 年产业结构,用农林牧渔总产值占 GDP 的比重来反映, $CS_{i,t}$ 代表 i 地区第 t 年的城市化水平,用非农业人口占总人口的比重来表示, $SR_{i,t}$ 代表 i 地区第 t 年的收入水平,用人均 GDP 来表示, $WT_{i,t}$ 代表 i 地区第 t 年的外商直接投资情况,用 FDI 与 GDP 的比重来表示, $JY_{i,t}$ 代表 i 地区第 t 年的教育水平,用高等院校在校人数与总人数的比重来表示, $BM_{i,t}$ 代表 i 地区第 t 年的农业现代化水平,用单位播种面积的农用塑料薄膜使用量来表示, $YD_{i,t}$ 代表 i 地区第 t 年的信息化水平,用邮电业务量与 GDP 的比重表示, $MT_{i,t}$ 代表 i 地区第 t 年的能源消耗水平,用单位 GDP 的煤炭消耗量来表示。 α 为常数项, β 和 λ_i 为估计系数, μ 为随机误差项。通过判断 β 的正负号,可以确定农业科技创新是否具有条件 β 收敛:如果 $\beta < 0$,则表示存在条件 β 收敛,即初始状态农业科技创新能力较低的省区市,由于其具有较快的农业科技创新增长率,会出现赶超农业科技创新能力原来较强的省区市,最

终,各省区市的农业科技创新能力会收敛于各自的稳定水平;如果 $\beta > 0$,表示不存在条件 β 收敛,即农业科技创新能力落后的省区市不具有追赶能力,与农业科技创新能力发达省区市之间的差距越来越大,导致各省区市的农业科技创新能力不能收敛于各自的稳定水平,呈现发散态势。

采用面板数据分别对全国及三大区域农业科技创新能力 C 值进行条件 β 收敛检验,由于某些变量未通过回归系数检验,因此对这些变量进行了剔除,仅保留通过各项检验的变量。在经过 Hausman 检验后,全国、东部、中部和西部省区市模型均采用固定效应模型,检验结果如下表 3 所示。

表 3 全国及三大区域农业科技创新能力分布的条件 β 收敛检验

变量	全国	东部	中部	西部
常数项	0.255 5***	0.842 7***	0.551 0***	0.919 8***
lnC	0.181 5***	0.104 5*	0.634 7***	0.437 5***
CJ	—	-0.034 8***	-0.006 0***	0.017 9**
CS	—	—	0.009 1***	-0.007 4*
SR	-2.31E-6***	-2.89E-6***	8.12E-6***	—
WT	—	-0.001 1**	0.001 0*	0.001 9*
JY	0.041 8*	-0.061 1**	—	—
BM	0.046 2***	—	0.128 2**	—
YD	—	—	0.020 7**	—
MT	—	-0.116 1**	—	—
R ²	0.336 9	0.378 7	0.873 1	0.441 3
F 统计量	3.883 3	4.800 1	21.464 1	3.525 0
样本数	390	143	104	143

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著。

从表 3 可以看出,全国层面和东中西部地区 LNC 的回归系数均大于零,且具有较高的显著性,说明我国农业科技创新能力无论是在全国整体上还是局部上都不存在条件 β 收敛,即全国范围或三大区域内各省区市间的农业科技创新能力的差距会越来越大,无法实现落后地区对发达地区的追赶效应,发达地区农业科技创新的辐射作用未得到有效发挥。

五、结论及建议

通过对中国区域农业科技创新能力和收敛性的研究分析,可以了解我国各省区市农业科技创新能力的特征和差距,有针对性地制定和实施提升区域性农业科技创新能力的相关政策。本文对 2000—2014 年我国 30 个省区市农业科技创新能力进行了测算,在此基础上实证分析了农业科技创新能力的区域收敛性问题,主要结论如下:①从各省区市农业科技创新能力发展趋势上看,大部分省区市的农业科技创新能力经历了先降后升的趋势,且上升趋势在未来一段时间内还会继续持续;②三大区域的农业科技创新能力差别较大,东部各省区市的农业科技创新能力较强,与中西部各省区市的差距在逐渐缩小,但缩小幅度不明显;③农业科技创新效率的高低决定了农业科技创新能力水平;④我国整体和三大区域的农业科技创新能力不存在 σ 收敛和条件 β 收敛,表明我国农业科技创新水平不会自动发展到各自的稳态水平,即全国范围或三大区域内各省区市间的农业科技创新能力的差距会越来越大,无法实现落后地区对发达地区的追赶效应,发达地区农业科技创新的辐射作用未得到有效发挥,因此,政府对科技创新进行必要的引导是必不可少的。

各地方政府应根据各自区域的特点采取不同模式的农业科技创新发展体系,东部各省区市应一方面加大原创性农业科技创新研究的投入和研发,提高农业产业的信息化和现代化,另一方面加强对引进技术的消化吸收和再创造,增进与中西部地区的农业技术合作,发挥对中西部省区市的辐射带动作用;中部各省区市农业自然条件优越,农业科技创新能力差别不大,今后要不断增加农业科技创新能力的资金投入,通过农业人才培养计划,培养更多的农业科技人员;西部各省区市应该在不断提高

经济发展水平的同时,注重对农业中间技术的消化吸收和利用,不断提升农业科技创新效率。为使中西部地区积累起向东部地区趋同的技术资源条件,中央政府应向中西部地区实施倾斜的农业技术和资金补偿政策。另外,鼓励各省区市之间增进农业科技创新合作与交流,进一步提高农业科技创新的扩散效应,充分发挥农业科技创新发达的省区市对落后省区市的辐射带动作用。

参 考 文 献

- [1] 彭宇文,吴林海.我国农业科技创新问题的研究[J].上海经济研究,2006(11):55-60.
- [2] 刘绍银,张凯,徐建武,等.我国农业科技成果转化的制约因素和对策研究[J].华中农业大学学报(社会科学版),2008(4):35-40.
- [2] 张雪娥.当前我国农业科技创新能力的问题及出路[J].中共福建省委党校学报,2009(4):53-56.
- [3] 董成森.农业科技创新面临的问题及对策[J].湖南农业大学学报(社会科学版),2010(4):7-9.
- [4] 旷宗仁,梁植睿,左停.中国农业科技创新政策目标设定与实现情况分析[J].华南农业大学学报(社会科学版),2012(2):59-68.
- [5] 吴敬学,毛世平,王志丹.提升我国农业科技原始创新能力的思路与对策[J].农业经济问题,2012(8):56-59.
- [6] 宋德军.中国农业产业结构优化与科技创新耦合性评价[J].科学学研究,2013(2):191-200.
- [7] 罗雪英,郑庆昌,李坚义.提升福建省农业科技创新能力的对策研究[J].福建论坛(人文社会科学版),2013(6):138-142.
- [8] 陈萌山.加快体制机制创新 提升农业科技对现代农业发展的支撑能力[J].农业经济问题,2014(10):4-7.
- [9] 李苗,苗红萍.农业科技创新评价模型的构建与应用研究[J].新疆农业科学,2016(6):1159-1165.
- [10] 曹琼,李成标.基于熵权 TOPSIS 法的农业科技创新能力评价——以湖北省为例[J].南方农业学报,2013(10):1751-1756.
- [11] 李洪文,黎东升.农业科技创新能力评价研究——以湖北省为例[J].农业技术经济,2013(10):114-119.
- [12] 张小彦,曹方,叶得明,等.基于灰色综合评价法的甘肃农业科技创新能力分析[J].广东农业科学,2014(22):191-195.
- [13] 李彬,戴桂林.基于组合模型的山东半岛蓝色经济区海洋科技创新能力综合评价[J].科技管理研究,2014(21):61-65.
- [14] 文雁兵.我国农业科技自主创新能力研究——基于产业关联效应和 FDI 技术溢出视角[J].科学学研究,2015(7):1017-1025.

(责任编辑:金会平)