

朱春江, 骆汝九, 许强, 等. 现代农业及农村新型科技服务能力灰色聚类评价[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(9): 524–527.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.146

现代农业及农村新型科技服务能力灰色聚类评价

朱春江¹, 骆汝九¹, 许强¹, 杨安琪¹, Surendra P. Singh², Sammy L. Comer², 李碧宏³, 马文斌^{3,4}

(1. 连云港职业技术学院, 江苏连云港 222006; 2. 美国田纳西州立大学, 美国纳什维尔 37209;

3. 重庆师范大学, 重庆 401331; 4. 中国社会科学院农村发展研究所, 北京 100732)

摘要:将灰色关联理论和系统聚类的方法结合起来进行现代农业及农村新型科技服务能力评价, 先运用灰色关联理论将现代农业及农村新型科技服务能力指标进行简化, 再运用系统聚类模型对江苏省连云港市所辖县区的现代农业及农村新型科技服务能力进行聚类分析。结果表明, 东海县和灌云县的农业科技服务能力较强, 海州区和灌南县的农业科技服务能力一般, 赣榆区的农业科技服务能力较弱。实证结论与连云港市农业及农村科技服务能力实际相吻合, 表明该综合模型分析方法具有一定的科学性和实用性, 是一种行之有效的区域农业及农村科技服务能力评价方法。

关键词:现代农业; 科技服务能力; 灰色关联理论; 聚类分析; 评价

中图分类号: F323.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)09-0524-074

近年来, 中国农业经济呈现快速增长的势头。据 2014 年国民经济和社会发展统计公报, 中国农业增加值 58 332 亿元, 比上年增长 4.1%, 农业粮食产量 60 710 万 t, 比上年增产 0.9%, 农村居民人均可支配收入 10 489 元, 比上年增长 11.2%, 这主要得益于中国农业科技的创新、应用与服务。可以说中国农业及农村的发展离不开农业科技服务体系的支撑。农业科技服务体系是农村社会服务体系和国家农业科学技术保护体系的重要组成部分, 是实施科教兴农战略的重要载体^[1], 它是连接农业科学技术研究开发和农业生产经营的纽带, 是改善农业资源配置、实现农业现代化发展的重要手段^[2]。农业科技推广服务之目的就是向农民提供知识和信息, 改变他们的行为^[3]。农业科技服务体系是否完善影响到现代农业及农村新型科技服务能力水平, 农业科技服务体系由农业科技服务指标系统集合构成, 农业科技服务能力是系统指标值的综合反映, 所以构建科学合理的农业科技服务体系, 进而对农业科技服务能力进行科学评价显得尤为重要。

1 研究综述

21 世纪以来, 众多学者对现代农业及农村新型科技服务进行了深入的研究, 取得了一系列的成果, 主要有以下几个方面研究。

一是从现代农业科技服务体系的内涵理论分析角度提出了我国现代农业科技服务体系建设与完善的路径选择^[4]; 二是借助国外经验构建县域新型农业科技服务体系^[5]; 三是从市场^[6]、资本^[7]角度对农业科技服务体系存在的问题及参与主体影响进行研究; 四是从农户视角对中国新型农业科技知识服务体系进行研究^[8-9]; 五是从管理体制等角度提出构建新型农业科技服务体系的具体设想^[10]; 六是从加强组织领导、统筹协调、机制创新入手, 建设公益性服务与经营性服务有机结合的新型农业科技服务体系^[11]; 六是从农技推广服务内容、制度等方面对农技推广服务体系建设进行评价^[12]; 七是运用分析法, 如 SWOT 分析^[13]、主成分分析^[14]、因子分析^[15]等方法对农业社会化服务体系建设进行研究。

以上学者从不同的角度对农业科技服务进行研究, 对农业科技服务体系建设作出了贡献; 但大多从宏观、调查数据等分析入手, 而运用数据模型进行定量分析的相对较少, 定量分析中又以单一的分析方法为主, 所以具有一定的局限性。本研究尝试将灰色关联理论和系统聚类的方法结合起来进行现代农业及农村新型科技服务能力评价, 运用灰色关联理论将现代农业及农村新型科技服务能力指标进行科学筛选简化, 再运用系统聚类模型进行聚类分析, 从理论方法上为农业科技服务能力评价提供新的思路。

2 指标体系的构建

指标的选取参照文献[16–20], 初步确定灰色聚类评价指标体系从 4 个方面构建, 即一级指标, 分别是农业从业人员个体特征(X_1)、科技服务环境特征(X_2)、科技服务行为特征(X_3)和科技服务贡献特征(X_4)。其中农业从业人员个体特征(X_1)由 4 个二级指标构成, 即科技服务人员学历(X_{11})、农民受教育程度(X_{12})、科技服务人员人际交往能力(X_{13})和科技服务人员服务业务水平(X_{14}); 科技服务环境特征(X_2)由 4 个二级指标构成, 即农业科技服务政策(X_{21})、农业科技服务经费(X_{22})、农业科技服务人员待遇(X_{23})和考核激励机制(X_{24}); 科技服务行为特征(X_3)由 4 个二级指标构成, 即农业

收稿日期: 2015-12-17

基金项目: 国家社会科学基金(编号: 12CMZ048); 江苏省高校哲学社会科学基金(编号: 2015SJD685); 江苏省“青蓝工程”(编号: [2014] 23); 江苏省大学生创新创业训练计划(编号: 201511050003Y); 江苏省高校优秀中青年教师和校长境外研修计划(编号: 2011); 江苏省第四期“333 高层次人才培养工程”(2011); 江苏省社科研究项目(编号: 14SRB-12); 江苏省社科应用研究重点课题项目(编号: 15SRA-10); 连云港市第五期“521 高层次人才培养工程”(2014)。

作者简介: 朱春江(1970—), 男, 江苏连云港人, 博士, 副教授, 主要从事农业经济管理、技术经济管理、资源经济管理及人力资源管理研究。E-mail: jslygzcj@126.com。

科技服务态度(X_{31})、农业科技服务能力(X_{32})、农业科技服务质量(X_{33})和农业科技服务方法(X_{34});科技服务贡献特征(X_4)由 4 个二级指标构成,即农业总产值(X_{41})、农民人均总

收入(X_{42})、农村人均粮食占有量(X_{43})和农村恩格尔系数(X_{44})。二级指标的赋值范围及相关说明见表 1。

表 1 灰色聚类评价指标体系

一级子系统指标	二级指标	赋值范围及相关说明
农业从业人员个体特征 X_1	科技服务人员学历 X_{11}	中专或高中 = 1, 大专 = 2, 本科及以上 = 3
	农民受教育程度 X_{12}	小学及以下 = 1, 初中 = 2, 高中及以上 = 3
	科技服务人员人际交往能力 X_{13}	很差 = 1, 较差 = 2, 一般 = 3, 较强 = 4, 很强 = 5
	科技服务人员服务业务水平 X_{14}	很差 = 1, 较差 = 2, 一般 = 3, 较强 = 4, 很强 = 5
科技服务环境特征 X_2	农业科技服务政策 X_{21}	很差 = 1, 较差 = 2, 一般 = 3, 较好 = 4, 很好 = 5
	农业科技服务经费 X_{22}	很不充足 = 1, 不充足 = 2, 一般 = 3, 充足 = 4, 很充足 = 5
	农业科技服务人员待遇 X_{23}	很低 = 1, 较低 = 2, 一般 = 3, 较高 = 4, 很高 = 5
	考核激励机制 X_{24}	很不完善 = 1, 较不完善 = 2, 一般 = 3, 较完善 = 4, 很完善 = 5
科技服务行为特征 X_3	农业科技服务态度 X_{31}	很差 = 1, 较差 = 2, 一般 = 3, 较好 = 4, 很好 = 5
	农业科技服务能力 X_{32}	很弱 = 1, 较弱 = 2, 一般 = 3, 较强 = 4, 很强 = 5
	农业科技服务质量 X_{33}	很差 = 1, 较差 = 2, 一般 = 3, 较好 = 4, 很好 = 5
	农业科技服务方法 X_{34}	很不科学 = 1, 较不科学 = 2, 一般 = 3, 较科学 = 4, 很科学 = 5
科技服务贡献特征 X_4	农业总产值 X_{41}	单位: 万元
	农民人均总收入 X_{42}	单位: 元
	农村人均粮食占有量 X_{43}	粮食总产量/人口, 单位: t/人
	农村恩格尔系数 X_{44}	农民人均食品消费支出/农民人均生活费用支出

3 指标数据来源及处理方法

4 个一级指标中,前面 3 个一级指标数据来源于调查数据,第 4 个一级指标数据来源于统计年鉴。

(1)第 1 个一级指标“农业从业人员个体特征”中“农民受教育程度(采用 3 分制)”数据来源于“农民”调查问卷,其计算方法是通过对线性加权值除以调查有效问卷的份数,即有效调查问卷份数的均值作为该指标得分;其余 3 个指标“科技服务人员学历”“科技服务人员人际交往能力”“科技服务人员服务业务水平”数据来源于“农业科技服务人员”调查问卷(农业科技人员的“学历”指标采用 3 分制,其余的指标采用 5 分制)数据,相应采用线性加权值除以调查有效问卷的份数得出。

(2)第 2 个一级指标“科技服务环境特征”中共 4 个二级指标,其中二级指标“农业科技服务政策”数据来源于“农民”调查问卷和“农业科技服务人员”调查问卷,其计算方法是“农民”问卷调查数据线性加权值除以调查有效问卷的份数得出的分值,再与“农业科技服务人员”调查问卷数据线性加权值除以调查有效问卷的份数得出的分值一起取其均值。其余 3 个二级指标“农业科技服务经费”“农业科技服务人员待遇”和“考核激励机制”数据来源于“农业科技服务人员”调查问卷,采用线性加权值除以调查有效问卷的份数得出。

(3)第 3 个一级指标“科技服务行为特征”中 4 个二级指标数据来源于“农民”调查问卷和“农业科技服务人员”调查问卷,其计算方法类同于一级指标“科技服务环境特征”中二级指标“农业科技服务政策”。

(4)第 4 个一级指标“科技服务贡献特征”中共 4 个二级指标,其中“农业总产值”和“农民人均总收入”2 个指标数据直接来源于《2014 年连云港统计年鉴》;而二级指标“农村人均粮食占有量”数据由《2014 年连云港统计年鉴》中的“粮食总产量”和“人口”计算而来,计算方法见表 1;二级指标

“农村恩格尔系数”数据由《2014 年连云港统计年鉴》中的“农民人均食品消费支出”和“农民人均生活费用支出”计算而来,计算方式也见表 1。

计算得到各评价指标数据(表 2)。

表 2 连云港市县区评价指标数据

指标	海州区	赣榆区	东海县	灌南县	灌云县
X_{11}	2.25	2.48	2.34	2.73	2.35
X_{12}	2.03	2.25	2.08	2.38	2.52
X_{13}	3.40	3.59	3.53	3.37	3.67
X_{14}	3.44	3.85	3.96	3.87	3.67
X_{21}	3.77	3.51	3.50	3.82	3.93
X_{22}	2.35	2.31	1.81	2.85	2.38
X_{23}	2.73	2.24	2.28	2.63	2.60
X_{24}	2.79	2.35	2.75	2.87	2.52
X_{31}	3.84	3.75	3.79	3.86	4.11
X_{32}	3.65	3.59	3.48	3.68	3.94
X_{33}	3.75	3.74	3.72	3.80	4.07
X_{34}	3.55	3.46	3.56	3.70	3.84
X_{41}	561 679.00	1 317 855.00	1 063 106.00	781 627.00	1 018 157.00
X_{42}	16 655.00	15 721.00	15 163.00	11 801.00	12 611.00
X_{43}	0.46	0.47	0.93	0.77	0.77
X_{44}	0.32	0.32	0.36	0.38	0.38

4 灰色关联法简化指标

4.1 简化指标思想

为了得到更科学的农业科技服务体系指标,运用灰色关联理论将现代农业及农村新型科技服务体系指标进行简化,将关联度强的指标进行筛选剔除,构建科学合理的农业科技服务体系。

4.2 灰色关联分析

灰关联度分析的基本思想是根据序列曲线几何形状的相似程度来判断其联系是否紧密,曲线越接近,相应序列之间的

关联程度就越大^[21]。

灰关联度定理如下^[22]。

(1) 设 $X_0 = [x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)]$ 为系统特征序列, 且

$$\begin{cases} X_1 = [x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(n)] \\ \vdots \\ X_0 = [x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)] \\ \vdots \\ X_m = [x_m(1), x_m(2), \dots, x_m(n)] \end{cases} \quad (1)$$

为相关因素序列, 给定实数 $\gamma(X_0, X_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma[X_0(k), X_i(k)]$, 满足:

- (1) 规范性: $0 < \gamma(X_0, X_i) \leq 1, \gamma(X_0, X_i) = 1 \Leftrightarrow X_0 = X_i$;
- (2) 整体性: 对于 $X_i, X_j \in X = \{X_i | s = 0, 1, 2, \dots, m; m \geq 2\}$, 有 $\gamma(X_i, X_j) \neq \gamma(X_j, X_i), i \neq j$;
- (3) 偶对称性: 对于 $X_i, X_j \in X$, 有 $\gamma(X_i, X_j) = \gamma(X_j, X_i) \Leftrightarrow X = \{X_i, X_j\}$;
- (4) 接近性: $|x_0(k) - x_i(k)|$ 越小, $\gamma[x_0(k), x_i(k)]$ 越大。

则称 $\gamma(X_0, X_i)$ 为 X_i 与 X_0 的灰色关联度, $\gamma[x_0(k), x_i(k)]$ 为 X_i 与 X_0 在 k 点的关联系数。

(2) 定理: 设系统行为序列

$$\begin{cases} X_0 = [x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)] \\ X_1 = [x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(n)] \\ \vdots \\ X_0 = [x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)] \\ \vdots \\ X_m = [x_m(1), x_m(2), \dots, x_m(n)] \end{cases} \quad (2)$$

对于 $\xi \in (0, 1)$, 令

$$\gamma[x_0(k), x_i(k)] = \frac{\min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}, \quad (3)$$

则 $\gamma(X_0, X_i)$ 满足灰色关联四公理, 其中 ξ 称为分辨系数, $\gamma(X_0, X_i)$ 称为 X_i 和 X_0 的灰色关系度。

按照定理中定义的算式可得灰色关联度的计算步骤如下:

第一步: 求各序列的初值像。令

$$X'_i = X_i / x_i(1) = [x'_i(1), x'_i(2), \dots, x'_i(n)] \quad i = 0, 1, 2, \dots, m. \quad (4)$$

第二步: 求差序列。记

$$\Delta_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|, \Delta_i = [\Delta_i(1), \Delta_i(2), \dots, \Delta_i(n)] \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (5)$$

第三步: 求两级最大差和最小差。记

$$M = \max_k \Delta_i(k), m = \min_k \Delta_i(k). \quad (6)$$

第四步: 求关系系数。

$$\gamma_{0i}(k) = \frac{m + \xi M}{\Delta_i(k) + \xi M} \quad \xi \in (0, 1) \quad k = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, m. \quad (7)$$

第五步: 计算关联度。

$$\gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma_{0i}(k); i = 1, 2, \dots, m. \quad (8)$$

4.3 指标处理

对一级评价指标“农业从业人员个体特征”中的 4 个二级指标值运用公式(4)~(8)进行计算, 结果见表 3。

表 3 一级评价指标“农业从业人员个体特征”的关联矩阵

指标	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}
X_{11}	1	0.973 907	0.562 595	0.972 544
X_{12}		1	0.561 846	0.998 562
X_{13}			1	0.561 805
X_{14}				1

因为 $r_{12} = 0.973\ 907, r_{14} = 0.972\ 544$, 这 2 个相关系数值都大于 0.8, 所以 X_{12} 和 X_{14} 与 X_{11} 有很强的相关性, 可以删除 X_{12}, X_{14} 相关性较高的指标, 剩下 X_{11}, X_{13} 。

同理, 一级评价指标“科技服务环境特征”中删除相关性较高的指标 X_{24} , 剩下 X_{21}, X_{22}, X_{23} ; 一级评价指标“科技服务行为特征”中删除相关性较高的指标 X_{32}, X_{34} , 剩下 X_{31}, X_{33} ; 一级评价指标“科技服务贡献特征”中删除相关性较高的指标 X_{42} , 剩下 X_{41}, X_{43}, X_{44} 。

所以新的指标体系为 10 个指标: 其中一级指标农业从业人员个体特征(X_1)由 2 个二级指标构成, 即科技服务人员学历(X_{11})和科技服务人员人际交往能力(X_{13}); 一级指标科技服务环境特征(X_2)由 3 个二级指标构成, 即农业科技服务政策(X_{21})、农业科技服务经费(X_{22})和农业科技服务人员待遇(X_{23}); 一级指标科技服务行为特征(X_3)由 4 个二级指标构成, 即农业科技服务态度(X_{31})和农业科技服务质量(X_{33}); 一级指标科技服务贡献特征(X_4)由 3 个二级指标构成, 即农业总产值(X_{41})、农村人均粮食占有量(X_{43})和农村恩格尔系数(X_{44})。

5 系统聚类及其分析

5.1 系统聚类

聚类分析是采用定量数学方法, 根据一批样品的多个观察指标, 找出一些能够度量样品或指标之间相似程度的统计量, 以这些统计量为划分类型的依据, 把一些相似程度较大的样品或指标聚合为一类, 把另外一些彼此之间相似程度较大的样品或指标又聚合成另一类, 关系密切的聚合到一个小的分类单位, 关系疏远的聚合到一个大的分类单位, 直到把所有的样品或指标聚合完毕, 这就是分类的基本思想^[23-25]。

将新的 10 个指标数值运用 SPSS 软件进行系统聚类, 系统聚类方法选择“类间平均连接法”, 样品距离测量方法中间隔尺度变量选取“欧氏距离的平方”, 运算结果见表 4。

表 4 群集成员表

县区	类别
1: 海州区	1
2: 赣榆区	2
3: 东海县	3
4: 灌南县	1
5: 灌云县	3

由表 4 可见, 系统将 5 个县区分分为 3 类: 第 1 类用集合 $A = \{\text{海州区}, \text{灌南县}\}$ 表示, 第 2 类用集合 $B = \{\text{赣榆区}\}$ 表示, 第 3 类用集合 $C = \{\text{东海县}, \text{灌云县}\}$ 表示。

5.2 3 类县区指标值相对比较

选取 3 类集合中每一类的 1 个元素,比较它们的指标值,从而判断每一类的科技服务能力的强弱。集合 A 选取灌南县,集合 B 选取赣榆区,集合 C 选取灌云县为代表。灌南县、赣榆区和灌云县的指标值见表 5。

由表 5 数据比较可知,第 1 类灌南县 10 个指标值大于第 2 类赣榆区指标值的指标有 X_{11} 、 X_{21} 、 X_{22} 、 X_{23} 、 X_{31} 、 X_{33} 、 X_{43} 和 X_{44} ,其中 X_{44} 指标为农村恩格尔系数,为反向指标,由此可见,第 1 类县区的科技服务能力强于第 2 类县区的科技服务能力;第 3 类灌云县 10 个指标值大于或等于第 1 类灌南县指标值的指标有 X_{13} 、 X_{21} 、 X_{31} 、 X_{33} 、 X_{41} 、 X_{43} 和 X_{44} ,其中 X_{44} 指标为农村恩格尔系数,为反向指标,由此可见,第 3 类县区的科技服务能力强于第 1 类县区的科技服务能力。所以有:第 3 类县区的科技服务能力 > 第 1 类县区的科技服务能力 > 第 2 类县区的科技服务能力,即东海县和灌云县的农业科技服务能力较强,海州区和灌南县的农业科技服务能力一般,赣榆区的农业科技服务能力较弱。

表 5 3 类县区指标均值比较

参数	第 1 类 (灌南县)	第 2 类 (赣榆区)	第 3 类赣榆 (灌云县)
X_{11}	2.73	2.48	2.35
X_{13}	3.37	3.59	3.67
X_{21}	3.82	3.51	3.93
X_{22}	2.85	2.31	2.38
X_{23}	2.63	2.24	2.6
X_{31}	3.86	3.75	4.11
X_{33}	3.8	3.74	4.07
X_{41}	781 627	1 317 855	1 018 157
X_{43}	0.77	0.47	0.77
X_{44}	0.38	0.32	0.38

6 结论

通过运用灰色关联理论对现代农业及农村新型科技服务体系指标进行选取,再运用系统聚类模型对连云港市所辖县区的现代农业及农村新型科技服务能力进行聚类分析,该理论方法具有一定的科学性。从结果可知,东海县和灌云县的农业科技服务能力较强,这说明先后荣获全国农业综合实力百强县、全国粮食生产先进县六连冠、全国科技进步考核先进县四连冠等荣誉的东海县与先后荣获全国粮食生产先进县、高标准基本农田建设示范县的灌云县的农业科技服务已进入良性发展的轨道;海州区和灌南县的农业科技服务能力一般,这 2 个县区农业科技服务能力还有待加强;而赣榆区的农业科技服务能力较弱,所以还需加大投入农业科技服务经费,建立谁投资、谁受益的农业科技服务投资平台,建立有效的农业科技服务绩效考核机制,努力提高农业科技服务人员待遇,改变农业科技服务态度,调动农业科技服务人员的工作积极性,提高农业科技服务质量,努力提高农业科技服务能力,为农业现代化发展提供动力。

参考文献:

[1] 柏振忠,王红玲. 世界农业科技服务体系发展变化研究[J]. 理论月刊,2004(11):155-157.

[2] 黄燕,张晓莉. 农业科技服务体系发展的国内外经验和启示[J]. 农业经济,2013(12):61-62.

[3] Uddin E, Gao Q J. Prospects and challenges of privatization of agricultural extension service in Bangladesh[J]. Asian Journal of Agriculture and Rural Development, 2013(7):477-487.

[4] 王方红. 产业链视角下我国现代农业科技服务体系建设与完善的路径分析[J]. 科学管理研究,2008,26(6):98-101.

[5] 袁善金. 县域新型农业科技服务体系构建研究——以湖南省沅江市为例[D]. 长沙:湖南农业大学,2013.

[6] 蓝孝新,赵龙利,朱作峰. 我国多元农业科技服务体系建设的对策研究[J]. 农业科技管理,2008,27(4):24-27.

[7] 胡中应,余茂辉. 社会资本视角下的农业科技服务体系创新研究[J]. 经济问题探索,2013(2):140-144.

[8] 鄧震坤. 基于农户视角的新型农业科技知识服务体系研究[D]. 北京:中国农业科学院,2012.

[9] 黄玉银,王凯. 公益性农业科技服务体系的绩效、问题及优化路径——基于江苏三个水稻示范县的调查分析[J]. 江海学刊,2015(3):92-98.

[10] 王奎武,刘纯阳. 构建新型农业科技服务体系探析[J]. 农业现代化研究,2007,28(3):347-349.

[11] 陈俊红,尹光红. 产业融合趋势下北京农业科技服务体系建设[J]. 科技管理研究,2014(8):70-74.

[12] 纪月红. 潍坊高新区农业科技推广服务体系建设研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2012.

[13] 杜华章. 基于 SWOT 分析的江苏农业科技服务体系创新研究[J]. 农业科技管理,2010,29(1):66-70.

[14] 陈强强,刘勇,谈存峰,等. 甘肃省县域农业社会化服务体系建设能力评价及类型区划[J]. 西北农林科技大学学报:社会科学版,2011,11(2):44-48.

[15] 孙博兴,胡胜德. 农民专业合作社科技服务绩效评价体系构建——以通河县农民专业合作社为例[J]. 广东农业科学,2012,39(9):200-202.

[16] 李丹. 乡镇农技人员的推广行为影响因素研究——以浙江省为例[D]. 杭州:浙江大学,2005.

[17] 李红梅. 农业技术推广人员技术推广行为研究——以四川省为例[D]. 雅安:四川农业大学,2008.

[18] 张蕾. 基层农技推广机构管理制度及其对农技员技术推广行为的影响研究——以“水稻科技入户”示范县为例[D]. 南京:南京农业大学,2010.

[19] 王震. 科技特派员农村科技服务行为与体系建设研究[D]. 北京:中国农业科学院,2012.

[20] 陈朋. 基于农户视角下农技员推广行为的影响因素研究[D]. 南昌:江西农业大学,2012.

[21] 朱春富,王理平. 上海信息产业发展的影响因素灰关联度分析[J]. 上海交通大学学报:社会科学版,2002,10(2):83-86,103.

[22] 刘思峰,党耀国,方志耕. 灰色系统理论及其应用[M]. 开封:河南大学出版社,1991.

[23] 李武,谢德意,赵付安,等. 黄河流域棉花品种农艺性状的主成分及聚类分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):82-85.

[24] 徐倩,李浩华,欧名豪. 基于聚类分析法的县域主体功能区划分——以江苏省新沂市为例[J]. 江苏农业科学,2015,43(3):444-446.

[25] 章文波,陈红艳. 实用数据统计分析及 SPSS 12.0 应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.