

夏岩磊. 基于因子分析的农业科技园区创新能力评价——以安徽省国家级园区为例[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(5): 303–307.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.05.078

# 基于因子分析的农业科技园区创新能力评价 ——以安徽省国家级园区为例

夏岩磊<sup>1,2</sup>

(1. 安徽大学中国三农问题研究中心, 安徽合肥 230001; 2. 滁州学院经济与管理学院, 安徽滁州 239000)

**摘要:**构建创新评价体系测度和评估国家级农业科技园区创新水平,有助于园区在创新发展过程中查找不足,提高创新能力。既有评价体系存在“非同类指标间内涵上有交叠”“同类指标内部的次级指标数量多但不能全面描述上级指标”等问题。选取安徽省 6 家已经完成第 1 个建设周期的国家级园区为样本,以统计调查方式确定衡量指标,用因子分析方法对创新能力进行综合评价。结果表明,(1)包含“成果产出”“要素投入”“信息技术”“扩散辐射”等 4 个一级指标、14 个二级指标的衡量体系,在一定程度上规避了既有评价体系存在的问题,使得衡量体系的效率得到提高。(2)对安徽省 6 家国家级园区进行综合评价,发现获批立项年份较早、建设时间较长的园区具有先行优势,从而使其创新能力较高;同批次立项建设的园区,以传统农业和粮食产区为依托的园区创新能力较高。

**关键词:**创新能力;农业科技园区;因子分析;综合评价

**中图分类号:** F327;F323.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)05-0303-05

在全球经济增长乏力,以及我国经济进入调结构、去产能、降增速、提质量的发展新阶段下,以科技创新为主要支撑的新的增长点的挖掘,是各产业面对自身瓶颈能够采取的重要手段之一。在当前经济背景下,农业经济及其相关产业更需要通过持续创新来激发新的活力。根据党中央、国务院的部署,科技部会同农业部等部委于 2000 年启动国家农业科技园区遴选与建设工作。农业科技园区的出现,是国家面向 21 世纪的重要农业经济战略。以农业科技园区为平台,技术上可以促进信息技术与农业生产技术相结合,提高农业生产率(如无人机技术、遥感技术等在生产中的应用);流通上可以借助大数据分析、跨境电商等为农产品销售提供可靠渠道,拓宽流通领域;功能上可以发挥“农业孵化器”或“众创空间”等平台作用,为具备发展潜力与前景的农业小微企业助力培育。以国家科技部为主要牵头单位,各相关部委高度关注国家级农业科技园区建设,并通过周期建设与评估验收等形式督促挂牌园区和在建园区切实做好园区各项工作。对于未能通过评估的园区将进行限期 1 年的整改,限期后再次进行评估,整改期间,暂停国家星火计划等国家重要科技攻关计划的支持<sup>[1]</sup>。可见,国家级农业科技园区建设的好坏,关系着园区所在地区的农业科技水平与科技资金、项目及服务投入等可持续发展。因此,在农业科技园区创新能力与发展水平提升领域挖掘相关议题,提出相应对策,在当前创新引领的时代特征下,具有较强的现实意义。

## 1 问题的提出

伴随着农业科技园区成长建设与创新发展而生的一个议题,是如何评价园区创新能力与发展水平的高低。这种能力和水平的高低,也直接关乎农业主管部门在园区设置与审批、不同园区的空间布局等问题上的决策。要想促使国家级农业科技园区不断成长为各省(市、区)农业科技创新的领头羊、农业科技成果转移转化的汇集地,需要树立一个客观、科学、可评价的价值导向,引导园区向提高创新能力与发展水平的目标迈进。这种价值导向,其表现形式应作为一种统计指标体系,通过选取能够代表创新能力的可观测指标,为比较不同园区的创新能力与水平提供可靠依据。关于农业科技园区创新能力评价体系,国家科技部按照习近平总书记关于“建立符合国情的全国创新调查制度,准确测算科技创新对经济社会的贡献,并为制定政策提供依据”的指示精神,于 2015 年发布了《国家农业科技园区科技创新能力监测指标体系(试行)》文件,选取“创新产出”“创新条件”和“创新绩效”等 3 个一级指标、16 个二级指标和 74 个三级指标构建创新能力评价体系,为科学评价园区创新能力提供了重要基础<sup>[2]</sup>。从指标设定的角度考察,我们发现该监测体系尚有不完善之处:(1)非同类指标间在内涵上有交叠,如“创新绩效”中的孵化企业数、年度收入、年度产值等指标,也可以归并于“创新产出”;(2)同类指标内部的次级指标虽然数量较多,相关性较大,但不能全面描述上级指标的整体情况,仅仅围绕一个局部情况进行考察。

进一步地,国家科技部于 2017 年 2 月发布了《国家农业科技园区科技创新能力评价报告 2015》<sup>[3]</sup>,将原来的监测体系指标经过处理,形成“创新支撑”“创新环境”“创新绩效”等 3 个一级指标和 18 个二级指标(由于二级指标中相对数指标占据主体地位,因而该体系没有设置三级指标)。指标权

收稿日期:2017-07-23

基金项目:安徽省哲学社会科学规划(编号: AHSKQ2016D50);安徽省高校青年人才资助计划重点项目(编号: gxyqZD2016322);安徽省教育厅人文社会科学一般项目(编号: SK2015B07)。

作者简介:夏岩磊(1982—),男,黑龙江哈尔滨人,博士研究生,副教授,主要从事农村社会统计研究。E-mail: xiayanlei82@163.com。

重采用了等权重赋值,并据此进行 106 个参评园区的创新力评价,评价内容包括创新能力聚类分析、区域差异分析以及总体效率分析<sup>[3]</sup>。科学评价是一个探索性过程,综合比较 2 套体系,2015 年版相关报告<sup>[3]</sup>明显比 2014 年版相关报告<sup>[2]</sup>的评价过程更加合理、科学,但也有可以深度挖掘的空间:(1)由于二级指标的增加,在指标相关性和重叠性这 2 个问题上仍存疑惑;(2)主要针对东部、西部和中部 3 个宏观层次采用等权重分析及排序,从而划分为同一组类的园区各指标数据相同,如需对某一区域内的园区(如安徽省内)进行内部比较,需要进一步计算。

综上所述,指标选取的合理与否关系着评价体系的可靠程度,解决上述 2 个问题可以通过进一步完善体系、选取能够全面评价的更加合理的指标来实现。确定合理的指标就需要先厘清影响创新能力的关键因素。鉴于此,本研究拟通过统计调查,从现有评价体系的指标设置出发,利用因子分析方法降维,梳理描述的园区创新能力隐含的潜在因子,并利用潜在因子得分及回归,对选取的典型园区——安徽省国家级农业科技园区创新能力进行综合评价。之所以选取安徽省的国家级园区作为考察对象,一是因为国家科技部第七批国家级农业科技园区认定结果公布后,安徽省拥有国家级农业科技园区 15 个,数量居全国首位;二是在已完成完整的建设周期的园区中,安徽省共有 6 家,从而保证样本数据量较多;三是因为安徽省本身是农业大省,当前正处于全面加强创新型省份建设的重要阶段,2015 年又跻身全国首批 8 个“全面创新改革试验区”中的一员,从而更具备农业创新研究的典型性。

## 2 模型与数据

### 2.1 模型设定

假定研究总体为  $X = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ 。式中:  $X_i$  为总体的观测变量,总体均值  $E(X) = \mu$ ,存在协方差矩阵  $COV(\sigma_{ij})_{n \times n}$ 。结合本研究对象,观测变量即为 18 个二级指标。模型矩阵形式如下:

$$X_i - \mu = AF + \varepsilon_i \quad (1)$$

式中:  $F = (F_1, F_2, \dots, F_m)$ , 为公因子; 矩阵  $A$  为因子载荷; 随机系数矩阵  $\varepsilon$  为除公共因子外对变量产生影响的因素<sup>[4]</sup>。

该模型满足如下关系假设:

$$m \leq n;$$

$$\text{cov}(F, \varepsilon) = 0;$$

$$\text{var}(F) = I_m, \text{var}(\varepsilon) = \text{diag}(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \dots, \sigma_n^2)。$$

该模型具有如下性质:(1)该模型分析过程不受计量单位影响。将原始变量进行线性变换,令:

$$X^* = CX, \mu^* = C\mu, A^* = CA, \varepsilon^* = C\varepsilon;$$

则有  $CX_i - C\mu = CAF + C\varepsilon$ ; 进而有  $X^* - \mu^* = A^*F^* + \varepsilon^*$ , 仍然满足原分析条件。

(2)该模型因子载荷矩阵  $A$  并不唯一。假定存在正交矩阵  $H_{p \times p}, A^* = AH, F^* = H'F$ , 当下列条件  $A \sim D$  得到满足时,即:

$$A: E(H'F) = 0, E(\varepsilon) = 0;$$

$$B: \text{var}(F^*) = \text{var}(H'F) = H' \text{var}(F) H = I;$$

$$C: \text{var}(\varepsilon) = \text{diag}(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \dots, \sigma_n^2);$$

$$D: \text{cov}(F^*, \varepsilon) = E(F^*, \varepsilon) = 0。$$

则因子分析模型表示为  $X^* - \mu^* = A^*F^* + \varepsilon^*$ , 从而因子载荷矩阵可以存在多个,并不是唯一的<sup>[5]</sup>。

主要参数的统计意义。(1)因子载荷是第  $i$  个变量在第  $j$  个公因子上的相对重要性的表达。因公因子之间不相关,相同公因子的相关系数为 1,则有:

$$E(x_i F_j) = \sum_{p=1}^n a_{ip} E(F_p F_j) = \sum_{p=1}^n a_{ip} r(F_p F_j) = a_{ij}。 \quad (2)$$

(2)变量共同度越大,模型对变量的解释能力越好。将因子载荷矩阵  $A$  第  $i$  行元素的平方和定义为变量共同度,则有:

$$\begin{aligned} \text{var} X_i &= \text{var}(a_{i1} F_1 + \dots + a_{im} F_m + \varepsilon_i) = \sum_{j=1}^m \text{var}(a_{ij} F_j) + \\ \text{var}(\varepsilon_i) &= \sum_{j=1}^m a_{ij}^2 \text{var}(F_j) + \sigma_i^2 = h_i^2 + \sigma_i^2 = 1。 \end{aligned} \quad (3)$$

根据式(3),当按行进行元素平方和处理后,每个变量被若干公因子的解释转化为变量变化情况由共同度变化( $h^2$ )和特殊因子变化( $\sigma^2$ )2 个部分构成,从而当特殊因子方差越小、公因子方差越大时,模型对变量的解释能力最强。

(3)公因子方差贡献度,定义为因子载荷矩阵中第  $j$  列元素的平方和,由式(4),按列进行元素平方和处理后,每个变量被同一个公因子解释,表示同一个公因子对全部变量的方差贡献总和,即:

$$s_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}^2, j = 1, 2, \dots, n。 \quad (4)$$

### 2.2 估计方法说明

2.2.1 关于因子载荷的估计主要采用极大似然估计法 根据假定公因子  $F$  和特殊因子  $\varepsilon$  服从正态分布总体,变量  $X = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$  来自正态总体  $N(\mu, \Sigma)$  随机样本,  $\Sigma = AA^T + \Sigma$ 。令似然函数为  $L(\cdot)$ ,则有:

$$\begin{aligned} L(\hat{\mu}, \hat{A}, \hat{D}) &= f(X) = f(x_1) f(x_2) \dots f(x_n) = \\ \prod_{i=1}^n (2\pi)^{-p/2} |\Sigma|^{-1/2} \exp \left[ -\frac{1}{2} (X_i - \mu)^T \Sigma^{-1} (X_i - \mu) \right]。 \end{aligned}$$

进一步地,令  $\forall \Lambda$  为对角阵,当  $A^T \sum_{\varepsilon}^{-1} A = \Lambda$  成立时,极大似然估计值将使得上述对角阵成立,且似然函数达到最大值。

2.2.2 关于因子旋转主要采用方差最大旋转法 因子旋转的目的是通过一定方法促使每个变量在某个公因子上的载荷较大,在其他公因子上的载荷较小,实现两级分化,从而能够更加清晰地说明公因子对变量的解释程度。方差最大旋转的目的是使载荷阵的每列元素的平方能够向着 0 或 1 分开,使每个因子上具有的最高载荷变量数最小<sup>[6]</sup>。

2.2.3 关于因子得分主要采用回归分析法 将公因子表示为变量的线性组合,得到因子得分函数如下:

$$F_j = \beta_{j1} X_1 + \dots + \beta_{jp} X_p。 \quad (5)$$

经标准化处理后做回归分析,得到回归系数的估计。假定公因子对变量进行回归,回归方程如下:

$$\hat{F}_j = b_{j0} + b_{j1} X_1 + \dots + b_{jp} X_p, j = 1, 2, \dots, m。$$

令回归系数矩阵如下:

$$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1p} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_m \end{bmatrix} = B。$$

则由系数矩阵及因子载荷矩阵的关系,得到因子得分关系式如下:

$$\hat{F} = BX = A^T R^{-1} X.$$
 (6)

2.3 数据说明

通过实地调研及访谈,重点梳理描述园区创新能力的 14 个指标所隐含的潜在因子,计算因子得分,对选取的典型园区的创新能力作出评价。14 个指标包括创新人才( $X_1$ )、园区 R & D 投入比例( $X_2$ )、融资强度( $X_3$ )、大型仪器设备值( $X_4$ )、研发中心比例( $X_5$ )、信息化水平( $X_6$ )、发明专利( $X_7$ )、省级以上品种审定( $X_8$ )、科技推广能力( $X_9$ )、技术收入比例( $X_{10}$ )、孵化毕业企业数( $X_{11}$ )、产业融合度( $X_{12}$ )、科普能力( $X_{13}$ )和创新品牌情况( $X_{14}$ )。数据来源包括科技部《国家重点园区创新监测报告 2014》《国家农业科技园区科技创新能力评价报告 2015》、相关年度的《安徽统计年鉴》等。全部统计分析结果由软件 SPSS 22.0 计算给出。

3 实证分析

3.1 原始变量描述统计分析

因子分析方法要求原始变量间应该具有较强的相关性,从而能够得到共享的公共因子,因此,在进行因子分析前应先对已选取的 14 个原始变量进行描述统计及相关性分析。表 1

表 2 原始变量之间的相关系数

变量	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$
$X_1$	1.000													
$X_2$	-0.195	1.000												
$X_3$	-0.359	0.939	1.000											
$X_4$	0.794	-0.274	-0.478	1.000										
$X_5$	-0.258	0.527	0.666	-0.075	1.000									
$X_6$	-0.237	-0.747	-0.561	0.090	0.082	1.000								
$X_7$	0.531	-0.347	-0.497	0.854	-0.122	0.309	1.000							
$X_8$	0.802	0.094	-0.063	0.569	-0.261	-0.417	0.557	1.000						
$X_9$	0.752	-0.438	-0.454	0.609	-0.265	0.192	0.684	0.793	1.000					
$X_{10}$	-0.241	0.664	0.852	-0.379	0.803	-0.192	-0.337	0.007	-0.105	1.000				
$X_{11}$	0.661	-0.245	-0.273	0.590	-0.126	0.127	0.746	0.837	0.960	0.045	1.000			
$X_{12}$	0.205	0.587	0.663	0.110	0.708	-0.241	0.127	0.445	0.300	0.860	0.466	1.000		
$X_{13}$	0.093	-0.104	-0.287	0.599	0.165	0.206	0.451	-0.230	-0.224	-0.429	-0.212	-0.263	1.000	
$X_{14}$	0.933	-0.306	-0.433	0.569	-0.495	-0.267	0.315	0.747	0.724	-0.332	0.574	0.017	-0.155	1.000

根据式(3),变量共同度取值范围为[0,1],由表 3 给出的共同度取值均接近 1,说明公因子对变量的解释能力非常好。

3.2 公因子确定

在检验变量相关程度后,结合总方差分解、特征值碎石图等确定公因子数。由表 4 可以看出,前 4 个公因子解释的累积方差已达到 96.086%,后面的公因子特征值可以忽略。从旋转载荷平方和来分析,旋转后的公因子较旋转前的解释率有所变化,但到第 4 个公因子时的累积贡献率不再变化,从而确定 4 个公因子较为合适。

根据表 4 中的起始特征值合计列,可以描绘初始特征值的碎石图(图 1)。

3.3 因子载荷与因子旋转

表 5、表 6 分别给出了未经旋转的成分矩阵、旋转后的成分矩阵。“旋转”的目的是让每个公因子的载荷分配更加清晰。通过对比,表 6 中的每个变量能够在不同公因子上得到清晰的反映。图 2 显示了旋转空间中的各变量在不同成分

表 1 原始变量描述统计

变量	含义	均值	标准差	样本数 $N$
$X_1$	创新人才	209.000	171.303	6
$X_2$	R & D 投入比例	7.557	15.075	6
$X_3$	融资强度	24.874	44.113	6
$X_4$	大型仪器设备值	6 452.983	6 842.996	6
$X_5$	研发中心比例	54.048	43.616	6
$X_6$	信息化水平	42.667	28.331	6
$X_7$	发明专利	1.333	1.751	6
$X_8$	品种审定	1.667	1.366	6
$X_9$	科技推广能力	5.667	5.785	6
$X_{10}$	技术收入比例	46.436	49.718	6
$X_{11}$	孵化毕业企业	0.167	0.408	6
$X_{12}$	产业融合度	48.482	27.901	6
$X_{13}$	科普能力	157 517.167	351 792.959	6
$X_{14}$	创新品牌	8.833	9.538	6

为各变量均值、标准差和分析数。

由表 2 可以看出,创新人才与省级以上品种审定、科技推广能力及创新品牌数相关性均较高,园区研究与发展投入、融资强度相关性较高。总体来看,变量间相关度较高<sup>[7]</sup>。

表 3 公共因子方差

变量	含义	起始值	变量共同度
$X_1$	创新人才	1	0.904
$X_2$	R&D 投入比例	1	0.968
$X_3$	融资强度	1	0.996
$X_4$	大型仪器设备值	1	0.994
$X_5$	研发中心比例	1	0.929
$X_6$	信息化水平	1	0.991
$X_7$	发明专利	1	0.880
$X_8$	品种审定	1	0.960
$X_9$	科技推广能力	1	1.000
$X_{10}$	技术收入比例	1	0.984
$X_{11}$	孵化毕业企业	1	0.964
$X_{12}$	产业融合度	1	0.997
$X_{13}$	科普能力	1	0.999
$X_{14}$	创新品牌	1	0.886

注:提取方法为主成分分析法。下表同。

表 4 总方差解释

元件	起始特征值			提取载荷平方和			旋转载荷平方和		
	总计	方差百分比	累计贡献率 (%)	总计	方差百分比	累计贡献率 (%)	总计	方差百分比	累计贡献率 (%)
1	5.948	42.487	42.487	5.948	42.487	42.487	5.335	38.108	38.108
2	3.935	28.109	70.596	3.935	28.109	70.596	3.745	26.749	64.856
3	2.004	14.312	84.908	2.004	14.312	84.908	2.275	16.246	81.103
4	1.565	11.178	96.086	1.565	11.178	96.086	2.098	14.983	96.086
5	0.548	3.914	100.000						
6	$8.15 \times 10^{-16}$	$5.82 \times 10^{-15}$	100.000						
7	$3.20 \times 10^{-16}$	$2.29 \times 10^{-15}$	100.000						
8	$1.78 \times 10^{-16}$	$1.27 \times 10^{-15}$	100.000						

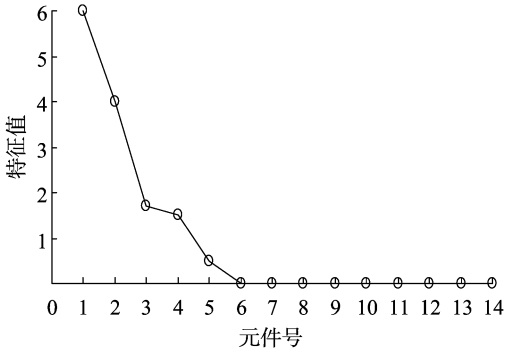


图1 初始特征值碎石图

表 5 未经旋转的成分矩阵

变量	成分			
	1	2	3	4
科技推广能力	0.867	0.342	0.017	-0.363
创新人才	0.834	0.358	-0.129	0.253
大型仪器设备值	0.813	0.122	0.401	0.398
创新品牌	0.797	0.226	-0.434	0.104
发明专利	0.783	0.082	0.504	0.083
孵化毕业企业	0.773	0.491	0.125	-0.333
融资强度	-0.733	0.665	-0.021	0.126
品种审定	0.701	0.637	-0.237	0.079
产业融合度	-0.089	0.94	0.295	-0.139
技术收入比例	-0.544	0.754	0.188	-0.289
R&D 投入比例	-0.590	0.663	-0.070	0.419
研发中心比例	-0.512	0.483	0.658	-0.005
信息化水平	0.171	-0.519	0.595	-0.582
科普能力	0.152	-0.367	0.630	0.666

注:已提取 4 个成分。

中的成分。

综合以上分析可以看出,(1)因子 1 在科技推广能力、创新人才数量、创新品牌数、发明专利产出情况、孵化毕业企业、省级以上品种审定等指标上具有较高载荷,说明因子 1 能够反映园区在创新成果方面的产出能力,因此定义因子 1 为成果产出贡献因子。

(2)因子 2 在融资强度、产业融合度、技术与生产资料收入占营业收入比例以及 R & D 投入比例、省级以上研发中心占园区研发中心总数的比例等指标上具有较高载荷,表明因子 2 能够反映园区要素投入对创新能力的促进程度,因此定义因子 2 为要素投入贡献因子。

(3)因子 3 在信息化水平指标上具有较高载荷,表明信

表 6 旋转后的成分矩阵

变量	成分			
	1	2	3	4
科技推广能力	0.937	-0.043	0.337	-0.081
创新人才	0.883	-0.178	-0.191	0.237
大型仪器设备值	0.677	-0.101	0.084	0.720
创新品牌	0.826	-0.393	-0.214	-0.053
发明专利	0.646	-0.021	0.371	0.570
孵化毕业企业	0.922	0.157	0.297	-0.039
融资强度	-0.281	0.771	-0.522	-0.224
品种审定	0.941	0.056	-0.265	-0.035
产业融合度	0.395	0.906	-0.114	-0.085
技术收入比例	-0.063	0.924	-0.104	-0.341
R&D 投入比例	-0.180	0.644	-0.722	-0.018
研发中心比例	-0.248	0.903	0.066	0.218
信息化水平	-0.139	-0.076	0.975	0.120
科普能力	-0.179	-0.115	0.053	0.975

注:旋转方法为 Kaiser 标准化最大方差法;在 6 次迭代后已收敛。

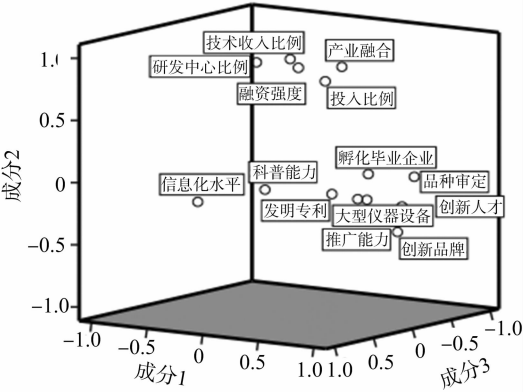


图2 旋转空间中的成分

息化水平对创新能力提高的重要作用,因此定义因子 3 为信息技术贡献因子。

(4)因子 4 在大型仪器设备值、科普能力等指标上具有较高载荷,表明园区的知识与技术扩散能力对创新能力提高的重要作用,因此定义因子 4 为扩散辐射贡献因子<sup>[8]</sup>。

综上,通过因子载荷旋转,将 14 个可以描述园区创新能力的统计指标归为 4 类,从而可以建立一套创新能力评价体系。

3.4 因子得分

表 7 给出了 4 个公因子的因子得分情况,根据因子得分

表 7 因子得分系数矩阵

变量	含义	公因子			
		1	2	3	4
$X_1$	创新人才	0.159	-0.045	-0.151	0.089
$X_2$	R & D 投入比例	-0.014	0.111	-0.295	0.108
$X_3$	融资强度	-0.022	0.160	-0.155	-0.011
$X_4$	大型仪器设备值	0.091	0.031	-0.048	0.336
$X_5$	研发中心比例	-0.042	0.292	0.118	0.171
$X_6$	信息化水平	-0.044	0.092	0.483	-0.032
$X_7$	发明专利	0.092	0.080	0.125	0.231
$X_8$	品种审定	0.192	0.006	-0.135	-0.041
$X_9$	科技推广能力	0.186	0.042	0.169	-0.133
$X_{10}$	技术收入比例	0.028	0.254	0.088	-0.121
$X_{11}$	孵化毕业企业	0.185	0.101	0.167	-0.095
$X_{12}$	产业融合度	0.104	0.271	0.050	-0.009
$X_{13}$	科普能力	-0.093	0.017	-0.085	0.523
$X_{14}$	创新品牌	0.160	-0.131	-0.158	-0.073

注:提取方法为主成分分析法;旋转方法为 Kaiser 标准化最大方差法。

可以给出公因子的得分公式。以公因子  $F_1$  为例,得分公式

表 9 典型园区基于因子分析的创新能力评价结果

园区位置	公因子								综合评价	总排序
	$F_1$	因子排名	$F_2$	因子排名	$F_3$	因子排名	$F_4$	因子排名		
宿州	1.88	1	0.32	3	0.61	2	-0.08	2	88.93	1
芜湖	-0.39	4	-0.16	4	0.17	4	1.99	1	13.58	2
铜陵	-0.79	6	0.71	2	1.27	1	-0.62	5	0.17	3
蚌埠	-0.31	3	1.36	1	-1.41	6	-0.25	3	-2.18	4
安庆	0.31	2	-1.23	6	-0.95	5	-0.37	4	-42.14	5
合肥	-0.70	5	-1.00	5	0.31	3	-0.67	6	-58.37	6

4 结论与讨论

以因子分析方法确定衡量园区创新能力的 14 项指标隐含的 4 个公共因子,通过因子得分方式对选取的典型园区进行了综合评价,得到以下结论:

(1) 与以“创新产出”“创新条件”和“创新绩效”等三大项为公因子、包含 18 个二级指标的衡量体系相比,提出以“成果产出”“要素投入”“信息技术”“扩散辐射”等 4 大项为公因子,包含 14 个二级指标的衡量体系,在一定程度上规避了非同类指标间内涵上有交叠、同类指标内部的次级指标数量多但不能全面描述上级指标等问题,使得衡量体系效率得到提高。

(2) 对选取的安徽省 6 家已完成第 1 个建设周期的国家级农业科技园区进行综合评价,发现获批立项年份较早、建设时间较长的园区,因其基础和积累有先行者优势,从而创新能力较高,如宿州园区和芜湖园区;同批次立项建设的园区,传统农业和粮食产区为依托的园区创新建设能力较好,如安庆园区和蚌埠园区;合肥园区处于安徽省省会、全国科技创新型试点城市,区位优势明显,但在 6 家园区排名靠后,主要原因是统计年度内的部分指标比重小或缺失,如创新人才指标、技术收入占总收入比重、产业融合度等指标在 6 家园区排名均在最后,大型仪器设备值指标缺失。

对于不同样本构建的指标体系及综合评价结果可能会有差异,随着安徽省各园区建设周期的完成,将有更多数据发布,后续研究中将对评价指标的选取、指标权重的估计、公因

如下<sup>[9]</sup>:

$$F_1 = 0.159X_1 - 0.014X_2 - 0.022X_3 + \cdots + 0.16X_{14}。$$
 (7)

3.5 综合评价

根据因子得分公式及表 7 给出的因子得分系数矩阵,表 8 给出了本研究选取的 6 个典型园区的公因子得分情况。

表 8 园区因子得分

园区位置	公因子			
	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$
宿州	1.881 08	0.320 32	0.607 26	-0.079 30
芜湖	-0.388 29	-0.157 00	0.169 67	1.990 59
合肥	-0.704 21	-0.997 12	0.314 73	-0.665 57
铜陵	-0.787 83	0.706 47	1.268 96	-0.621 88
安庆	0.311 21	-1.234 66	-0.949 15	-0.370 96
蚌埠	-0.311 96	1.361 99	-1.411 47	-0.252 87

进一步地,笔者拟对选取的典型园区进行综合评价,可以借助表 8 的公因子得分,以每个公因子在表 4 中的载荷方差百分比为权重进行加权求和,并根据结果进行排序。表 9 给出了安徽省 6 个典型园区在 4 个公因子下的创新能力因子分析评价结果<sup>[10]</sup>。

子回归分析对创新能力影响,以及综合评价结果的运用等进行深入研究。

参考文献:

[1] 科技部. 科技部关于公布国家农业科技园区评估结果的通知(国科发农[2013]386 号)[Z]. 2013.

[2] 中华人民共和国科学技术部. 国家重点园区创新监测报告 2014 [M]. 北京:科学技术文献出版社,2015:34-43.

[3] 中国农村技术开发中心. 国家农业科技园区科技创新能力评价报告 2015[M]. 北京:科学技术文献出版社,2016:6-19.

[4] 林海明. 因子分析应用中一些常见问题的解析[J]. 统计与决策,2012(15):65-69.

[5] 李卫东. 应用多元统计分析[M]. 北京:北京大学出版社,2015:213.

[6] 夏怡凡. SPSS 统计分析精要与实例详解[M]. 北京:电子工业出版社,2010:231-236.

[7] 蒋和平,孙炜琳. 农业科技园区综合评价指标体系研究[J]. 农业科技经济,2002(6):21-25.

[8] 克劳斯·巴克豪斯,本德·埃里克森,伍尔夫·普林克,等. 多元统计分析方法——用 SPSS 工具[M]. 上海:格致出版社,2009:240-264.

[9] 刘战平. 农业科技园区技术推广机制与模式研究[D]. 北京:中国农业科学院,2007:112-125.

[10] 张应武,李董林. 基于动态因子分析法的区域开放型经济发展水平测度研究[J]. 工业技术经济,2017(3):123-130.