

# 主成分分析在省级农业科学院科技竞争力评价中的应用

刘宗敏, 刘 强, 唐 莎, 李 晓

(四川省农业科学院农业信息与农村经济研究所, 四川 成都 610066)

**摘 要:** 应用多元统计分析中的主成分分析的基本原理和方法, 建立科技竞争力指标评价体系, 通过对“十五”期间全国14个省级农业科学院的数据分析, 找出影响省级农业科学院科技竞争力的主要因素。

**关键词:** 主成分分析, 科技竞争力, 指标

**中图分类号:** G32

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-1248 (2010) 01-0014-03

## The Application of Principal Components Analysis in the Evaluation of Scientific and Technological Competitiveness of Provincial Academies of Agricultural Science

LIU Zong-min, LIU Qiang, TANG Sha, LI Xiao

(Agricultural Information and Rural economy Institute of SAAS, Chengdu, 610066, P. R. China)

**Abstract:** The basic principles and methods of principal components analysis, one of multivariate statistical analysis, were used in this paper and an index evaluation system of scientific and technological competitiveness was established. By analyzing the data of 14 provincial academies of agricultural science during “Tenth Five-Year” period, the main factors which affect the scientific and technological competitiveness of provincial academies of agricultural science were put forward.

**Key words:** principal components analysis, scientific and technological competitiveness, indicators

随着科技的迅速发展, 农业科技在建设现代农业、推进农业和农村经济发展中的作用日益增强。省级农业科学院是各省重要的农业科研机构, 担负着省内农业科研的重任。面对日益激烈的市场竞争, 省级农业科学院要适应市场竞争, 必须要客观认识自身科技实力, 提高科技竞争力。

### 1 科技竞争力含义及其评价方法

科技竞争力是一个国家、地区或科研机构核心竞争力的表现。科技竞争力包括科技实力、科技体制、科技环境、科技基础和科技潜力等。省级农业科学院科技竞争力是指在一定的科技支撑环境下, 省级农业科学院通过研究与开发、技术创新、技术转移等活动反映出的科技投入、产出、科技和科技潜力的综合水

平。如果科技竞争力强大, 这并不仅仅是指科技实力(即人们通常所说的科技水平和基础)的强大, 而且还包括科技竞争中的过程竞争和各类软因素的强大。

科技竞争力评价工作通常是建立在可量化指标的基础之上的, 只有建立比较完善的指标评价体系, 采取合理的评价方法, 结果才具有说服力。目前常见的评价方法有专家评价法、多因素评价法、主成分分析法、理想点法、层次分析法和灰色预测理论等。尽管科技评价研究早已进行, 使用的评价方法较多, 但至今还未形成一套相对统一或相对合理的评价方法。本文主要采用主成分分析方法分析省级农业科学院的科技竞争力。

### 2 科技竞争力指标评价体系的建立

收稿日期: 2009-11-16

**基金项目:** 本文系四川省农业科学院省财政育种工程青年基金项目“省级农业科学院科技竞争力分析与评价”(项目编号: 2007QNJJ-004)的研究成果之一。

**作者简介:** 刘宗敏(1980-), 男, 助理研究员, 发表论文多篇。刘强(1982-), 男, 助理研究员, 发表论文多篇。唐莎(1981-), 女, 助理研究员, 发表论文多篇。李晓(1960-), 女, 研究员, 发表论文30余篇。

2.1 主成分分析法含义

主成分分析方法是从小变量指标体系中选择少数几个综合变量，用以反应原来多变量的大部分信息，以达到数据简化的一种降维多元统计分析方法，从而简化问题的复杂性并抓住问题的主要矛盾。运用主成分分析方法的目的是希望减少变量的数目，要在一群具有相关性且不易解释的数据中找出部分概念上有意义且彼此之间接近独立的，并足以影响原始数据的共同因素，来代替原来变量，这些新的综合变量称之为主成分。主成分分析不仅可以能够尽可能的反映出原有指标的信息量，又能解决指标之间信息重叠的问题，简化了原有指标体系。

2.2 指标评价体系的建立

本文借鉴其它科技竞争力评价的做法及省级农业科研院所的特点，并且参考由农业部进行的全国农业科学研究与技术开发机构综合科研能力评估调查，选取了 9 个具有代表意义的评价指标。同时，科技竞争力评价应该是一段时期内科技竞争能力的反映，基于此，指标选择为“十五”期间的数据。这 9 个指标分别为：

①X<sub>1</sub>：专业技术职称科研人员数。②X<sub>2</sub>：高级职称科研人员数。③X<sub>3</sub>：基地数，包括科研基地、中试基地和服务基地数。④X<sub>4</sub>：承担课题数量。⑤X<sub>5</sub>：“十五”期间科研经费投入。⑥X<sub>6</sub>：科技成果数，包括“十五”期间通过鉴定的成果数、获准国内知识产权、获准专有产品证书。⑦X<sub>7</sub>：“十五”期间省级以上科技成果获奖数。⑧X<sub>8</sub>：科技论文发表篇数，指“十五”期间在国内外公开刊物上发表或编入国内外学术会议论文汇编的论文。⑨X<sub>9</sub>：技术性收入，包括“十五”期间技术开发收入和技术转让收入。

本文选取了北京、黑龙江、辽宁、天津、山东、河南、湖北、安徽、上海、湖南、广东、四川、贵州和云南等 14 个省级农业科研院作为调查对象，由于

数据的公开性，本文将调研数据省略（下同）。

3 科技竞争力的主成分分析

3.1 计算特征值及特征向量，并确定主成分

根据收集到的调研数据，建立一个 n×p 阶的样本资料阵 X (n=14, p=9)：

$$X=\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2p} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{np} \end{pmatrix}$$

由于数据量纲的差异，不能直接拿来作运算，需要先对矩阵 X 进行标准化处理。由标准化后的数据计算每两个指标间得相关系数，并得到相关系数矩阵 R。根据相关系数矩阵 R，计算其特征根及特征向量。解特征方程 |λI-R|=0，求出特征值 λ<sub>i</sub>(i=1, 2, …, p)，并按大小排列，由于 R 为正定矩阵，所以其特征值 λ<sub>i</sub> 均为正数。特征值是各主成分的方差，它的大小反映了各个主成分在被评价对象上所起作用的大小。最后，根据 |R-λ|u=0 方程来确定特征向量的矩阵。标准化及特征向量求解过程均通过 SPSS13.0 来完成，得出方差分解主成分提取分析表。

由表 1 可见，依据特征值大于 1 的原则，可以提取 4 个主成分，即：m=4。其特征值分别为：2.837, 2.121, 1.427, 1.352，相对应的贡献率分别为：31.522%，23.568%，15.86%，15.019%，累计贡献率为 85.97%，大于 85%，符合主成分分析提取公因子的要求。

3.2 建立因子载荷矩阵

因子载荷量是主成分 F<sub>i</sub> 与原始指标 X<sub>j</sub> 的相关系数 R(F<sub>i</sub>, X<sub>j</sub>)，因子载荷量揭示了主成分与各指标之间关系的相关程度。通过 SPSS13.0 计算，可得因子载荷矩阵。

表 1 方差分解主成分提取分析表

组成因素	初始特征值			提取后的方差变异		
	全部特征值	方差率（%）	累计贡献率（%）	全部特征值	方差率（%）	累计贡献率（%）
1	2.837	31.522	31.522	2.837	31.522	31.522
2	2.121	23.568	55.090	2.121	23.568	55.090
3	1.427	15.860	70.951	1.427	15.860	70.951
4	1.352	15.019	85.970	1.352	15.019	85.970
5	0.607	6.747	92.717			
6	0.439	4.881	97.598			
7	0.150	1.669	99.268			
8	0.050	0.551	99.819			
9	0.016	0.181	100.000			

表 2 因子载荷矩阵

	主成分			
	1	2	3	4
$X_1$	0.493	0.624	-0.412	0.153
$X_2$	0.351	0.084	-0.711	0.297
$X_3$	-0.033	-0.543	0.516	0.548
$X_4$	0.298	0.463	0.284	0.656
$X_5$	0.294	0.477	0.491	-0.474
$X_6$	0.796	-0.472	0.123	0.231
$X_7$	0.852	-0.437	-0.094	-0.053
$X_8$	0.558	0.679	0.374	0.036
$X_9$	0.79	-0.336	0.018	-0.477

由表 2 可见,对于第一个主成分占较大载荷量的指标是:  $X_2$ 、 $X_6$ 、 $X_7$  和  $X_9$ ; 第二个主成分占较大载荷量的指标是:  $X_1$  和  $X_8$ ; 对于第三个主成分占较大载荷量的指标是:  $X_5$ ; 对于第四个主成分占较大载荷量的指标是:  $X_3$  和  $X_4$ 。

## 4 结论

### 4.1 关于主成分分析结果的初步结论

根据表 2 的分析结果,省级农业科学院科技竞争力从投入和产出的角度来看:科技竞争力主要表现为产出因素,包括最终产出要素即高级职称科研人数、科技成果数、科技成果获奖数、技术性收入以及一般性产出要素,即专业技术职称科研人员数和科技论文发表篇数;投入因素包括主要投入因素为科研经费和一般性投入因素即基地数和承担课题数。

### 4.2 对主成分分析结果的进一步分析

应用主成分分析法可以对各个省的科技竞争力进行排序。首先要先建立各个公因子的模型,根据各个公因子系数和各个农科院的标准化数据可以计算出各因子的系数表,见表 3。

通过 SPSS 软件计算并进行整理可得各个公因子模型如下:

$$F_1=0.293X_1+0.208X_2-0.020X_3+0.177X_4+0.175X_5+0.473X_6+0.506X_7+0.331X_8+0.469X_9$$

$$F_2=0.428X_1+0.058X_2-0.373X_3+0.318X_4+0.328X_5-0.324X_6-0.300X_7+0.466X_8-0.231X_9$$

$$F_3=-0.345X_1-0.595X_2+0.432X_3+0.238X_4+0.411X_5+0.103X_6-0.079X_7+0.313X_8+0.015X_9$$

$$F_4=0.13X_1+0.255X_2+0.471X_3+0.564X_4-0.408X_5+0.199X_6-0.046X_7+0.031X_8-0.410X_9$$

其中:  $F_1$  代表公因子 1 评价得分,  $F_2$  代表公因子 2 评价得分,  $F_3$  代表公因子 3 评价得分,  $F_4$  代表公因子 4 评价得分。

然后再由各个公因子模型来确定综合评价因子模

表 3 各个公因子系数表

	公因子 1 系数	公因子 2 系数	公因子 3 系数	公因子 4 系数
$X_1$	0.293	0.428	-0.345	0.132
$X_2$	0.208	0.058	-0.595	0.255
$X_3$	-0.02	-0.373	0.432	0.471
$X_4$	0.177	0.318	0.238	0.564
$X_5$	0.175	0.328	0.411	-0.408
$X_6$	0.473	-0.324	0.103	0.199
$X_7$	0.506	-0.3	-0.079	-0.046
$X_8$	0.331	0.466	0.313	0.031
$X_9$	0.469	-0.231	0.015	-0.41

型,结果如下:

$F=0.2837F_1+0.2121F_2+0.1427F_3+0.1352F_4$ ( $F$  代表综合因子评价得分)

将标准化后的数据代入各个公因子模型,再将各公因子得分代入综合评价因子模型,还可以得到各个公因子及综合因子的得分,从而可以计算出各个农科院的科技竞争力的得分值并进行排序,结果此处略。

### 4.3 关于主成分分析方法使用的讨论

应用主成分分析对省级农业科学院科技竞争力分析,它通过计算评价对象的 9 个数据,每个数据都参加了运算,计算出综合得分,不受人为因素影响,无需专家咨询,具有较强的全面性和客观性,显示了主成分分析在科技竞争力分析中的科学性。但是其缺点在于忽略了指标本身的重要程度,只是片面的根据实际数值来进行判断,缺乏变通,该方法的应用在很大程度上还受到统计数据的制约。因此我们在应用主成分分析法分析实际问题时,要从实际出发,不断实践比较,从而选取对分析问题切实有用的变量,进而得到科学的、合理的结论。

### 参考文献:

- [1] 韩伟,李钢.主成分分析在地区科技竞争力评测中的应用[J].数理统计与管理,2006(9).
- [2] 姚建文.省际科技竞争力评价体系研究[J].系统工程,2003(5).
- [3] 姜夕泉,孙苏阳.科研院所核心竞争力评价体系的构建及其应用[J].华中农业大学学报(社会科学版),2005(6).
- [4] 吴跃辉.试论省级农业科学院的作用、定位和发展对策[J].农业科技管理,2005(1).
- [5] 陆学文.新形势下创新农业科研院所科研经济管理的思考[J].农业科研经济管理,2004(4).