

王翠,刘世洪,刘伟,等. 农业高新技术评价指标体系构建[J]. 江苏农业科学,2019,47(15):320-323.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.15.073

# 农业高新技术评价指标体系构建

王翠<sup>1,2,3</sup>, 刘世洪<sup>1,2</sup>, 刘伟<sup>1,2</sup>, 宋林鹏<sup>1,2</sup>

(1. 农业农村部农业信息服务技术重点实验室,北京 100081; 2. 中国农业科学院农业信息研究所,北京 100081;

3. 山东农业工程学院信息科学与工程学院,山东济南 250100)

**摘要:**在国家推进农业产业结构改革政策的大背景下,提高我国农业高新技术的科技转化率,使技术真正创造价值是推动农业转型升级的重要环节。通过文献研究,结合实际发展情况对农业高新技术进行界定,指出农业高新技术涵盖的范围;建立一套评价指标体系,基于层次分析法设置指标权重,确定评价结果的级别,并在评价过程中,增加专家权重,增强权威专家的话语权。该评价指标体系的构建,有助于企业在投资前对技术进行全面、系统的评价,进行投资的决策和风险控制。同时,对研究人员和技术评价人员进行农业高新技术评价活动,具有一定的参考价值。

**关键词:**农业高新技术;评价指标体系;层次分析法;专家权重

**中图分类号:** F323.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)15-0320-04

随着我国农业产业结构的不断调整和农业转型升级的不断深入,农业、农村、农民的发展也面临着一系列困难和挑战,面对新形势下农业供给侧结构性矛盾和农业农村发展新动能不足等诸多问题,国务院办公厅发布了《关于推进农业高新技术产业示范区建设发展的指导意见》,以农业高新技术产业为主题,首次从国家层面引导农业高新技术产业示范区建设,明确促进农业高新技术产业示范区建设和发展的财政支持、金融扶持、土地利用、科技管理等政策措施。

目前我国农业自主创新能力不断提高,涌现出大量农业高新技术企业。提高农业高新技术成果的转化率,加快农业高新技术产业的产业化进程成为亟待解决的问题。农业产业的整体特点是高投入、低产出、生产周期长、经济效益见效慢且有一定风险,因此,对于农业高新技术企业来说,投资目标的选择尤为重要。通过建立相应的指标体系,对技术进行全面有

效的评价,既可以对技术进行科学的评价,又可以帮助企业在投资之前进行技术的筛选和投资决策,并进行有效的风险控制,同时,合理的指标体系还能对科研人员的行为产生一种积极的导向作用,对政府的投资管理和社会管理具有一定的指导意义<sup>[1]</sup>。本课题的目标之一,就是研究一套适合我国农业高新技术特点的评价指标体系,对农业高新技术进行科学全面的评价,以期对投资者、企业管理者和科研人员提供一定的参考价值,同时为政府项目筛选、企业投融资和成果交易提供重要的参考依据。

## 1 农业高新技术评价指标体系研究现状

### 1.1 农业高新技术的界定

农业高新技术,以“高”和“新”为主要特征,“高”,意味着技术水平高,但也意味着高投入、高产出和高风险;“新”,是基于新的科学原理,并带来生产方式的新变化。

目前,农业高新技术的定义还没有国际公认的标准。结合美国商务部(DOC)、欧盟和经合组织(OECD)对高新技术产业的界定方法,可以反推出农业高新技术的界定标准:(1)具有先导性,是决定未来经济长波发展的导向技术;(2)技术的产业化过程中,需要投入较高的研究与试验发展(R&D)经费,以及较多的科学家、工程师和工程技术人员;(3)能带来较高的经济增长率和国际竞争力;(4)可以带来较大的就业

收稿日期:2018-09-26

基金项目:中国农业科学院科技创新工程(编号:CAAS-ASTI P-201X-AII)。

作者简介:王翠(1982—),女,山东聊城人,博士研究生,讲师,研究方向为信息技术与数字农业。E-mail:82101171246@caas.cn。

通信作者:刘世洪,博士,研究员,博士生导师,研究方向为农业农村信息化发展、信息技术农业应用。E-mail:liushihong@caas.cn。

2008,5(1):25-35.

[10] Charmaz K. 建构扎根理论:质性研究实践指南[M]. 边国英,译. 重庆:重庆大学出版社,2009,3.

[11] Getz D. Event tourism: Definition, evolution, and research[J]. Tourism Management,2008,29(3):403-428.

[12] Glaser B, Holton J. The grounded theory seminar reader[M]. Mill Valley: Sociology Press,2007.

[13] 胡鞍钢,马伟. 现代中国经济社会转型:从二元结构到四元结构[J]. 清华大学学报,2012(1):16-29.

[14] 张建丽,李雪铭,张力. 新生代农业转移人口市民化进程与空间分异研究[J]. 中国人口资源与环境,2011(21):82-88.

[15] 张斐. 新生代农业转移人口市民化现状及影响因素分析[J]. 人口研究,2011(6):100-109.

[16] 周密,张广胜,黄利. 新生代农民工市民化程度的测度[J]. 农业技术经济,2012(1):90-98.

[17] 王晓丽. 从市民化角度修正中国城镇化水平[J]. 中国人口科学,2013(5):87-95.

[18] 魏后凯,苏红键. 中国农业转移人口市民化进程研究[J]. 中国人口科学,2013(5):21-29.

[19] 蔡瑞林,陈万明. 城镇化进程中文化的断裂与传承[J]. 中州学刊,2014(11):111-116.

潜力<sup>[2]</sup>。刘志民把农业高新技术 (agricultural high technology, 简称 agro-high-tech) 定义为应用于农业领域的高新技术, 更具体一些, 是高新技术应用于农业领域而衍生出的以技术、智力和 R&D 资金密集等为条件的新兴技术群<sup>[3]</sup>。

综上所述, 农业高新技术是以农业应用为主体, 具备技术、智力和 R&D 资金密集的条件, 能带来经济的高增长率, 提升国际竞争力的具有先导性的新兴技术群。它涵盖了农业生物技术、农业信息技术、现代农业资源与环境工程技术和农业智能机械制造技术等领域, 涉及基因工程、微生物工程、传感技术、远程通信技术、网络技术、新能源技术、海洋技术和核技术等, 在农业领域的应用开发, 实现遗传育种、动植物快速繁殖、生物农药、精准农业、农业智能装备等农业应用的产业化。

### 1.2 评价指标体系的研究现状

通过调研发现, 目前的技术评价指标体系主要有以下 3 类: 一是国外权威机构的评价指标体系, 如美国国会研究服务部 (CRS)、法国国家研究评价委员会 (CNER)、英国科技管理研究中心 (ETSU) 等机构的评价指标体系; 二是国内的评价指标体系, 如 GB/T 22900—2009《科学技术研究项目评价通则》(简称科技通则) 的相关指标; 三是各位学者通过研究构建的评价指标体系, 如顾雪松等基于聚类-因子分析建立的科技评价指标体系<sup>[4]</sup>; 在农业领域, 尼雪妹等对农业技术进行了评价指标选取及指标体系构建<sup>[5]</sup>; 宋逢明等把高新技术项目分为投资前和投资后 2 个时间阶段来建立评价指标, 其中, 投资前的指标主要涉及项目本身的特性<sup>[6]</sup>, 包括技术因素、产品因素、市场因素、获利性, 投资后的指标主要是企业能力, 包括销售能力、管理能力、生产能力、技术能力、资金能力、风险承担能力、企业战略一致性; 王嘉等在评估农业产业化科技成果的过程中, 除了对技术水平、成熟程度、产业化基础、投资分析、市场情况、经济效益与社会效益、风险进行分析外, 还结合农业这一领域的特殊性, 增加了新的评估内容, 即成果是否符合可持续发展原则, 项目对农民致富的带动作用, 以及项目推动产业链延长的作用<sup>[7]</sup>。

对农业高新技术评价的研究, 主要有 2 种类型: 一种是关注对高新技术某一方面的评价, 如兰武评价了农业高新技术企业的综合发展能力<sup>[8]</sup>; 徐嘉祺等评价了农业高新技术的产业金融支持情况<sup>[9]</sup>; 颜一峰从企业的角度评价了福建农业高新技术的产业化水平<sup>[10]</sup>; 莫鸿芳等评估了高新技术企业的绩效<sup>[11]</sup>; 王益奎等评价了农业高新技术的价值观念<sup>[12]</sup>; 刘志民等研究了农业高新技术产业化的评价指标体系<sup>[13]</sup>。另一种是对农业高新技术的综合评价。吕建秋等建立了动态的农业高新技术评价指标体系, 从创新性、渗透 (或嫁接)、经济效益贡献率、技术标准化、生态环境效益和社会经济风险性等方面设定评估指标, 并对内容进行了说明, 但未对技术的产业化条件设定指标并进行描述, 也没有详细探讨各指标权重的设置方法<sup>[14]</sup>。

本课题在前人研究的基础上, 结合农业高新技术的独有特性, 对农业高新技术评价指标重新进行了设定, 从技术的基本情况、产业化前景、市场前景、经济效益和社会效益等方面对农业高新技术进行评价, 并加入专家权重因素, 以期建立一个综合、全面和相对客观的评价体系。

## 2 农业高新技术评价指标体系的构建

### 2.1 评价指标的设定

农业生产是自然再生产, 它与经济再生产紧密结合, 农业高新技术具有较强的地域性、时效性和生物特性, 因此农业高新技术评价指标的选择需要遵循以下原则: 科学使用、系统化、层次化、动态稳定、可行、可操作、一致性与针对性、完整简明、现实性与导向性<sup>[5]</sup>, 农业高新技术评价的最终目的是加快农业高新技术的产业化, 而产业化的实质是高新技术在涉农产业的企业化和市场化。实现农业高新技术产业化的条件包含以下几点: 高新技术发展的推动力、市场需求的牵引力、企业发展的内动力和发展环境的支撑力<sup>[15]</sup>。因此, 技术评价指标的内容设置应包含以下几个方面: 技术的基本情况、技术的产业化前景、技术的市场前景、技术的经济效益和社会效益。

本研究通过分析农业高新技术评价的内涵, 在参照国内外已有的高新技术评价指标的基础上, 结合农业领域自身的特点, 采用层次分析法, 建立了含有 5 个一级指标、27 个二级指标的农业高新技术评价指标体系。

### 2.2 评价指标权重设置

2.2.1 构造判断矩阵 为了在第一级指标各因素之间进行两两比较得到量化的判断矩阵, 引入 1~9 的标度 (表 1), 综合专家的评分构建两两判断矩阵 (表 2)<sup>[16-17]</sup>。

表 1 层次分析法 1~9 标度及含义

标度 $a_{ij}$	定义
1	$i$ 因素与 $j$ 因素同样重要
3	$i$ 因素比 $j$ 因素略重要
5	$i$ 因素比 $j$ 因素较重要
7	$i$ 因素比 $j$ 因素非常重要
9	$i$ 因素比 $j$ 因素绝对重要
2, 4, 6, 8	对应于上述 2 个判断之间的中间状态的标度值
倒数	若 $j$ 因素与 $i$ 因素比较, 得到判断值为 $a_{ji} = 1/a_{ij}$ , $a_{ii} = 1$

表 2 一级指标判断矩阵

一级指标	技术优势 ( $B_1$ )	市场前景 ( $B_2$ )	产业化条件 ( $B_3$ )	经济效益 ( $B_4$ )	社会效益 ( $B_5$ )
技术优势 ( $B_1$ )	1	1	1	1	3
市场前景 ( $B_2$ )	1	1	1	1	3
产业化条件 ( $B_3$ )	1	1	1	1	5
经济效益 ( $B_4$ )	1	1	1/3	1	1
社会效益 ( $B_5$ )	1/3	1/3	1/5	1	1

该判断矩阵记为

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & 1/3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1/3 & 1/5 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

2.2.2 计算权重 首先, 利用方根法求每个一级指标的权值, 步骤如下: 计算判断矩阵  $A$  第  $i$  行元素的乘积  $M_i$ , 然后, 对  $M_i$  开 5 次方根得到  $V_i$ , 并对  $V_i$  作归一化处理, 计算得出一级指标的权重  $W_i$ , 计算公式如下:

$$V_i = \sqrt[5]{M_i} (i=1, 2, \dots, 5);$$

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{j=1}^5 V_j} (i=1,2,\cdots,5)。$$

最终的计算结果如表 3 所示:

表 3 一级指标的各参数值

A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	M <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>
B <sub>1</sub>	1	1	1	1	3	3.000 0	1.245 7	0.242 3
B <sub>2</sub>	1	1	1	1	3	3.000 0	1.245 7	0.242 3
B <sub>3</sub>	1	1	1	1	5	5.000 0	1.379 7	0.268 4
B <sub>4</sub>	1	1	1/3	1	1	0.333 3	0.802 7	0.156 1
B <sub>5</sub>	1/3	1/3	1/5	1	1	0.022 2	0.467 0	0.090 9

由此,得到一级指标的权重向量  $W=[0.242\ 3\ 0.242\ 3\ 0.268\ 4\ 0.156\ 1\ 0.090\ 9]^T。$

2.2.3 准确性与可靠性检验

(1)求最大特征值 λ<sub>max</sub>:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^5 \frac{(AW)_i}{5W_i} = 5.035\ 9。$$

(2)计算一致性指标 CI:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - 5}{5 - 1} = 0.009\ 0。$$

(3)计算随机一致性指标 CR:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.009\ 0}{1.12} = 0.008\ 0。$$

(4)判断矩阵一致性。随机一致性指标  $CR=0.008\ 0<0.1$ ,表明一级指标的判断矩阵 A 具备良好的一致性,各项指标的权重选取合理,因此,一级指标的权重为(0.242 3,0.242 3,0.268 4,0.156 1,0.090 9)。

用同样的方法构造二级指标的判断矩阵,并计算各二级指标的权重及其组合权重,如表 4 所示。

表 4 各级指标及权重

一级指标	权重	二级指标	权重	组合权重
技术优势(B <sub>1</sub> )	0.242 3	科学价值(C <sub>1</sub> )	0.055 1	0.013 4
		学术价值(C <sub>2</sub> )	0.055 1	0.013 5
		技术先进性(C <sub>3</sub> )	0.174 1	0.042 1
		技术成熟度(C <sub>4</sub> )	0.523 0	0.126 7
		技术专利情况(C <sub>5</sub> )	0.192 7	0.046 6
市场前景(B <sub>2</sub> )	0.242 3	市场环境(C <sub>6</sub> )	0.031 0	0.007 5
		市场需求(C <sub>7</sub> )	0.038 1	0.009 2
		市场周期(C <sub>8</sub> )	0.044 5	0.010 8
		被认识程度(C <sub>9</sub> )	0.076 7	0.018 6
		被接受程度(C <sub>10</sub> )	0.147 5	0.035 7
		使用价值(C <sub>11</sub> )	0.245 2	0.059 4
		技术市场对接性(C <sub>12</sub> )	0.417 0	0.101 1
产业化条件(B <sub>3</sub> )	0.268 4	产业政策(C <sub>13</sub> )	0.034 7	0.009 3
		产业配套(C <sub>14</sub> )	0.125 2	0.033 6
		竞争情况(C <sub>15</sub> )	0.073 3	0.019 6
		生产规模(C <sub>16</sub> )	0.113 5	0.030 5
		投资情况(C <sub>17</sub> )	0.326 7	0.087 7
		行业资源(C <sub>18</sub> )	0.326 6	0.087 7
经济效益(B <sub>4</sub> )	0.156 1	利润率(C <sub>19</sub> )	0.233 4	0.036 4
		开发周期(C <sub>20</sub> )	0.087 5	0.013 7
		开发成本(C <sub>21</sub> )	0.258 5	0.040 4
		投资效果(C <sub>22</sub> )	0.233 4	0.036 4
		要素生产率(C <sub>23</sub> )	0.187 2	0.029 2
社会效益(B <sub>5</sub> )	0.090 9	资源节约(C <sub>24</sub> )	0.120 6	0.011 0
		环境影响(C <sub>25</sub> )	0.106 2	0.009 7
		增加就业(C <sub>26</sub> )	0.361 9	0.032 9
		带动其他产业发展(C <sub>27</sub> )	0.411 3	0.037 3

3 农业高新技术评价等级设置

3.1 评价指标的计算

传统的计算方法是加权平均求和,即将某专家对某项指标的评分 s<sub>j</sub> 乘以该指标的权重 μ<sub>j</sub>,得到该项指标的分数,然后再把所有指标的分数相加得到该评估项目的总分。此方法没有考虑专家的权重,对所有专家一视同仁,而在实际应用中,专家的层次级别越高,其对技术和产业的了解越深刻,看问题的角度越全面,越有话语权。因此,在农业高新技术评价的指

标计算中,对不同层次的专家赋予不同的专家权重 φ<sub>k</sub>′,得到评估指标的计算公式如下:

$$F = \varphi_k' \times \sum_{j=1}^{27} \mu_j s_j (j=1,2,\cdots,27;k \text{ 为专家人数})。$$

式中:F 表示某专家对项目的评分;s<sub>j</sub> 表示该专家对某项二级指标的评分;μ<sub>j</sub> 表示该项二级指标的组合权重;φ<sub>k</sub>′表示该专家的权重。

3.2 技术分级标准

评价指标和计算方法确定后,对技术进行分级以形成评

价指标体系,通常以 3~5 个级别为宜,专家太多不好把握,太少则分辨率不高。本研究借鉴国家标准与相关科研成果,参照对比相似案例,并进行专家咨询<sup>[18-19]</sup>,将农业高新技术分为 4 个等级,如表 5 所示。

### 3.3 确定评语集合

结合评价指标、计算方法和分级标准,设计了农业新技术评价等级特征,如表 6 所示。

表 5 评语等级及对应的分值

等级	评语	分值(分)
A	很好	90
B	好	75
C	一般	60
D	不好	45

表 6 农业新技术评价等级特征

等级	分数范围(分)	评价等级说明
A	≥91	该技术达到国际先进水平,技术成熟,能够形成产业规模,能带动该行业及相关行业的发展,具备很好的产业化条件,具备很好的可行性,所需投资规模、预算合理,具有很好的市场前景,投资回报率高,社会效益和经济效益显著,外部环境适应性性强
B	76~90	该技术达到国内先进水平,技术比较成熟,实施后可达到产业化水平,具备较好的可行性,所需投资规模、预算合理,和同类产品相比有明显的竞争优势,市场前景良好,投资回报率较高,具有较高的社会效益和经济效益,外部环境适应性较强
C	61~75	该技术具有创新点,实用性强,虽未形成产业规模,但样机(样品)的测试和应用情况良好,产业化目标明确,指标清晰明确,可以实现,技术可行,研发单位有较强的资金筹措能力,市场前景有待进一步观察,预期的经济效益和社会效益良好,外部环境适应性有待进一步提高
D	≤60	该技术实用性强,虽未形成产业规模,但技术(产品)具备良好的可靠性、安全性、稳定性,产业化目标和指标有待进一步明确,技术基本可行,投资回报率和市场竞争力一般,社会效益和经济效益不确定,外部环境适应性弱

## 4 结语

随着科技的飞跃发展,高新技术不断涌现,我国对技术转移和转化的重视程度不断提高,对高新技术评价体系的研究相对比较成熟,能够在技术投产前、产中和产后进行综合地评估,有效地为企业进行技术的筛选和风险的规避。不同的领域,因技术特点不同,评价体系中的指标及其权重也不同,本研究针对农业高新技术这一特定领域,初步构建了技术评价指标体系,在技术投产前进行综合评价,对投资者、企业管理者具有一定的参考价值,同时,也为政府项目筛选、企业投融资和成果交易提供重要的参考依据。本研究仅是对农业高新技术评价指标体系构建的初探,下一步工作的重点内容有 2 个方面,一是进行各个评价指标的量化和模型验证,进一步改进评价方法,使权重设计更加客观合理;二是研究设计对技术投产中和投产后进行评价的指标,使之形成一套完整的评价指标体系。

### 参考文献:

- [1]刘平丽. 高新技术项目评价指标体系及评价模型研究[D]. 西安:西安工程大学,2013.
- [2]何锦义. 高技术产业的界定及在我国存在的问题[J]. 统计研究,1999,16(7):16-20.
- [3]刘志民. 农业高新技术产业化研究[D]. 南京:南京农业大学,2003.
- [4]顾雪松,迟国泰,程 鹤. 基于聚类-因子分析的科技评价指标体系构建[J]. 科学学研究,2010,28(4):508-514.
- [5]尼雪妹,王 艳,王娜娜,等. 农业技术评价指标选取及指标体系构建[J]. 农业展望,2017,13(12):65-71.

- [6]宋逢明,陈涛涛. 高科技投资项目评价指标体系的研究[J]. 中国软科学,1999,14(1):90-94.
- [7]王 嘉,曹代勇. 农业产业化科技成果评估指标的实证研究[J]. 农机化研究,2010,32(6):54-58.
- [8]兰 武. 试析农业高新技术企业综合能力评价[J]. 现代园艺,2017,39(22):227-228.
- [9]徐嘉祺,陆 迁. 农业高新技术产业金融支持的评价[J]. 统计与决策,2015,31(19):167-169.
- [10]颜一峰. 福建农业高新技术产业化的评价[D]. 福州:福建农林大学,2010.
- [11]莫鸿芳,胡 斌. 对农业高新技术企业绩效评价的思考[J]. 安徽农学通报,2006,12(2):15-16.
- [12]王益奎,李鸿莉,黎 炎,等. 农业高新技术价值观念的评价[J]. 安徽农业科学,2004,32(6):1291-1292.
- [13]刘志民,马彦民,欧阳晓光,等. 农业高新技术产业化评价指标体系研究[J]. 中国科技论坛,2003,19(2):71-74.
- [14]吕建秋,章家恩. 农业高新技术的评价指标体系构建[J]. 南京农业大学学报(社会科学版),2004,4(3):49-51.
- [15]刘志民. 农业高新技术产业化研究-理论回顾、现状分析与战略选择[D]. 南京:南京农业大学,2003.
- [16]谷 丽,阎慰椿,韩 雪,等. 专利申请质量评价指标体系研究[J]. 科研管理,2018,39(增刊1):130-136.
- [17]《运筹学》教材编写组. 运筹学[M]. 4 版. 北京:清华大学出版社,2012.
- [18]毕温凯,袁兴中,唐清华,等. 基于支持向量机的湖泊生态系统健康评价研究[J]. 环境科学学报,2012,32(8):1984-1990.
- [19]邱长波,张 佳,吕连升. 企业信息化成熟度评价指标体系及影响因素研究[J]. 情报科学,2005,23(12):1803-1805,1851.