

基于熵权综合指数法的 四川农业现代化发展水平评价¹

应寿英，刘锦扬

(成都信息工程大学 统计学院，四川 成都 610103)

【摘要】：农业现代化是实现“四化”同步的关键一环。通过客观赋权方法建立具有地区针对性的农业现代化发展水平评价指标体系，有助于了解四川农业发展的实际水平。结果显示，四川农业现代化水平处于初步实现阶段，并保持上升趋势；五大农业经济区的农业现代化发展不平衡，成都平原农业现代化水平处于领先地位，川南丘陵区农业现代化水平增速较快；除川西北高原区农业现代化水平处于起步阶段外，其余地区均处于初步实现阶段，川西北高原区与其余四大区差距明显。

【关键词】：熵权综合指数法；农业现代化；水平评价

【中图分类号】：F327 **【文献标识码】**：A

1、引言

农业现代化是“四化”同步能否顺利推进和全面建成小康社会的关键因素。从区域层面上看，西部地区经济发展相对落后，其“三农”发展状况一直是关注的焦点。四川作为西部地区重要省域，研究其农业现代化发展水平对促进四川及西部地区的“四化”同步有重要意义。

农业现代化是与现代工业产业结合，利用现代科学技术，采用现代经济科学管理方法，实现传统农业转型升级的转变过程；以建立高产优质高效农业生产体系，实现三效合一、增加农产品供给和农民收入的可持续农业发展过程。农业现代化具有动态性、区域性和整体性的特征，对于农业现代化水平发展阶段的评价，国内外学者通常认可的参考方法为将农业现代化发展阶段划分为5个阶段，具体如表1所示。

表1 农业现代化阶段划分

农业现代化发展阶段	评价标准
准备阶段	$M < 0.4$
起步阶段	$0.4 < M \leq 0.6$

¹[收稿日期]：2017-11-07

[基金项目]：本文由2016年四川省教育厅人文社科一般项目《四川省农业现代化发展水平研究》资助。

[作者简介]：应寿英（1994-），女，四川眉山人，在读硕士研究生，研究方向：经济统计与分析；刘锦扬（1989-），男，四川巴中人，成都信息工程大学统计学院专职科研人员，硕士研究生，研究方向：经济统计与分析、统计数据质量。

初步实现阶段	$0.6 < M \leq 0.8$
基本实现阶段	$0.8 < M \leq 0.9$
完全实现阶段	$M > 0.9$

2、评价指标体系

2.1 指标与数据

已有文献对农业现代化进行研究，大多基于主观赋权并从投入产出、社会发展、资源环境等构建指标体系，农业现代化指标过于泛化，缺乏区域针对性；以层次分析法为主，主观性较强。农业现代化往往伴随着农村剩余劳动力转移问题，而这在西部地区尤为明显，但现有的研究构建的指标体系中很少有农村剩余劳动力状况的相关指标。基于已有研究，本文构建如下农业现代化发展水平评价体系，具体如表 2 所示。

表 2 指标体系及赋权

一级指标	二级指标	变量符号及赋权	
农业投入水平 K1 (0.201)	单位耕地机械总动力	x1 (0.049)	
	粮食耕地面积	x2 (0.033)	
	农业人口比重单位农业资本存量		x3 (0.054)
			x4 (0.065)
			x5 (0.038)
农业产出水平 K2 (0.136)	单位农业增加值	x6 (0.045)	
	单位粮食产量农民人均纯收入	x7 (0.053)	
农业支持保障水平 K3 (0.234)	地区生产总值	x8 (0.044)	
	城镇化率	x9 (0.050)	
	恩格尔系数	x10 (0.061)	
	财政支农比重	x11 (0.031)	
	信息化水平	x12 (0.048)	
农村劳动力转移水平 K4 (0.195)	劳动力转移规模	x13 (0.062)	
	劳动力转移速度	x14 (0.083)	
	城镇登记失业率	x15 (0.050)	
农村生态环境水平 K5 (0.235)	单位化肥使用量	x16 (0.049)	
	资源利用效率	x17 (0.057)	
	农田有效灌溉率	x18 (0.069)	
	森林覆盖率	x19 (0.060)	

注：①农业资本存量按照李谷成等（2014）的方法进行计算得出，即农业资本存量=农业固定资产投资/(折旧率·农业增加值的几何增长率)，其中，折旧率为 5.42%。②资源利用效率主要以化肥农药使用效率衡量。目前四川农业生产率的提高还主要依赖于农药化肥的使用，资源利用效率 =农业产值/化肥农药使用量。

由于近年来四川推动农业现代化的表现较为明显，本文数据主要采用 2010~2016 年的数据，主要来源于《中国统计年鉴》、《四川统计年鉴》、《四川农村年鉴》、《中国农业年鉴》及相关统计公报和数据库等。为避免量纲影响，我们对数据进行了标准化处理。

2.2 指标赋权方法

熵权法是根据各指标数据集合所提供的某种信息量（无序度、有效性）的大小，客观地确定指标体系中各个指标的权重的赋权方法，能够有效避免主观赋权法的弊端。综合指数法是通过指数化的方法将指标统一转化为同度量的个体指数。综合指数法结合熵权法获取指标权重，将使得最终测算结果更加客观、科学。熵权综合指数法的理论建模如下：

(1) 建立决策矩阵

假设参与评价对象集合为 $M = (M_1, M_2, \dots, M_m)$ ，指标集合为 $D = (D_1, D_2, \dots, D_n)$ ，评价对象 M_i 中指标 D_j 的样本值为 X_{ij} ，其中 $i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n$ 。则初始决策矩阵可以表示为：

$$I = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

(2) 决策矩阵标准化

对初始决策矩阵中的数据进行标准化处理：

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (1.2)$$

$$x'_j = \frac{\max(x_j) - x_j}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (1.3)$$

将 (1.1) 式转化为标准化矩阵，记为：

$$X' = (x'_{ij})_{m \times n} \quad (1.4)$$

(3) 计算特征比重和信息熵值

第 j 个指标下的第 i 个评价对象的特征比重通过下式计算得到：

$$p_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^m x'_{ij}} \quad (0 \leq p_{ij} \leq 1) \quad (1.5)$$

进一步通过斯梯林公式得到第 j 个指标的信息熵值，即：

$$e_j = \frac{1}{\ln(m)} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (\text{当 } p_{ij} = 0 \text{ 或者 } 1 \text{ 时定义 } p_{ij} \ln(p_{ij}) = 0) \quad (1.6)$$

一般而言，信息熵值越小，意味着 x_{ij} 值之间的差异越大，能够提供给被评价对象的信息也就越多。

(4) 定义差异系数与确定熵权

将差异系数定义为 $d_j=1-e_j$ ，因此， d_j 越大，其在指标体系中的重要性也就越高，熵权也就越大。用 W 表示熵权，则第 j 项指标的权重可以通过 (1.7) 式得到：

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{k=1}^n d_k} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (1.7)$$

(5) 计算综合指数

利用指标权重 w_j 和各指标的标准化数据 x_{ij} ，得到 g_{ij} ，即：

$$g_{ij} = w_j \times x_{ij}, \quad (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n) \quad (1.8)$$

再将各层级逐层加总，即可得到评价指标体系的综合指数 G_{ij} ：

$$G_{ij} = \sum_{j=1}^n g_{ij} \quad (1.9)$$

根据以上方法计算出各一级指标和二级指标的权重，具体数值如表 2 所示。

3、四川农业现代化发展水平评价结果及分析

3.1 农业现代化总体水平分析

2010~2016 年，四川农业现代化水平处于初步实现阶段，农业现代化综合指数从 0.615 增长到 0.751，年均增长率达 3.4%，上升趋势明显。图 1 显示，2010~2016 年，四川农业现代化发展呈现明显的阶段性特征：

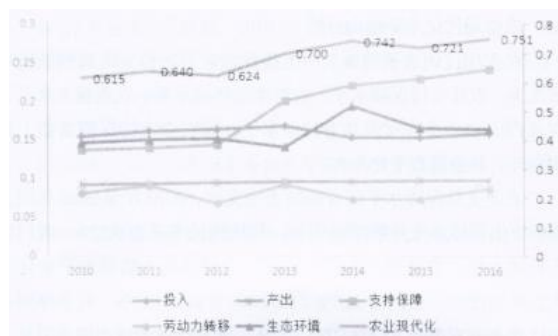


图 1 四川农业现代化综合指数年度变化情况

3.1.1 低速发展阶段。2010~2012 年四川农业现代化处于低速发展阶段，综合指数保持在 0.6 左右的水平；2011 年出现波动主要受到劳动力转移水平的影响。

3.1.2 快速发展阶段。2012~2014 年处于快速发展阶段。从 2013 年开始，四川农业现代化水平保持在 0.700 以上，年均增长率 2.4%。此阶段农业现代化水平的波动主要是受到农业支持保障水平、农村生态环境的影响。综合指数的快速增长很大程度上得益于近年来农业科技创新、农村土地制度改革、土地流转等的政策红利。

3.1.3 平稳发展阶段 2014~2016 年处于平稳发展阶段，农业现代化综合指数保持在 0.721~0.751 的水平。此阶段农业现代化水平主要受到农业支持保障水平的影响。过去 7 年四川农业现代化发展保持着连年增长的良好势头，处于初步实现阶段并稳步向基本实现阶段跨进。

3.2 农业现代化水平结构分析

农业现代化水平的 5 个一级指标综合指数得分由高到低排序依次为：农业支持保障水平、农村生态环境水平、农业投入水平、农业产出水平及农村劳动力转移水平，除农业支持保障指数上升明显外，其余指数变化不大。

农业支持保障水平综合指数表现突出，2010 年至 2016 年间，农业支出保障水平指数增速明显，年均增长率高达 9.82%。农村生态环境水平、农业投入和产出水平、农村劳动力转移水平变化不大，年均增长率分别为 1.87%、0.043%、1%和 1.13%。究其原因，2015 年末非农劳动人口达 2785.2 万人，非农产业劳动力增速明显，年均增长 3.92%；但非农产业就业人员比重有下降趋势，同比 2010 年下降 3 个百分点，且城镇登记失业率逐年增长趋势明显，2016 年达 4.2%，农村劳动力转移规模不断扩大与城镇非农产业吸纳能力渐弱的矛盾凸显。

表 3 2015 年四川 21 个市州农业现代化水平及排名

地区	农业现代化水平测算值	排名
成都市	0.729	1
德阳市	0.712	2
雅安市	0.702	3
绵阳市	0.698	4
眉山市	0.686	5
内江市	0.676	6
乐山市	0.675	7
广安市	0.671	8
攀枝花	0.666	9
自贡市	0.662	10
宜宾市	0.656	11
遂宁市	0.654	12
资阳市	0.649	13
达州市	0.645	14
广元市	0.643	15
南充市	0.637	16
凉山州	0.631	17
巴中市	0.631	18
泸州市	0.624	19
阿坝州	0.536	20
甘孜州	0.44	21

3.3 四川各市州农业现代化水平分析

由于 2016 年四川省各市州相关数据暂未发布，因此，下文主要选取 2010~2015 年数据进行分析。从农业现代化水平综合排名来看，除阿坝和甘孜处于起步阶段外，其余各地均处于初步实现阶段。由表 3 可知，2015 年，成都排名第一，其次是德阳、雅安，农业现代化水平均在 0.702 以上。其余各地（不包括阿坝和甘孜）农业现代化水平值均在 0.600 以上。

四川有五大农业经济区，即成都平原区（包括成都、德阳、绵阳、眉山和资阳）、攀西山区（包括雅安、攀枝花和凉山）、川南丘陵区（包括自贡、泸州、内江、乐山和宜宾）、川东北丘陵区（包括广元、遂宁、南充、广安、达州和巴中）及川西北高原区（包括阿坝和甘孜）。

为更加清晰地观察四川各市州农业现代化发展情况，下面将各地区按五大农业经济区进行划分，并将 2010~2015 年各区农业现代化水平绘制成折线图，如图 2 所示。

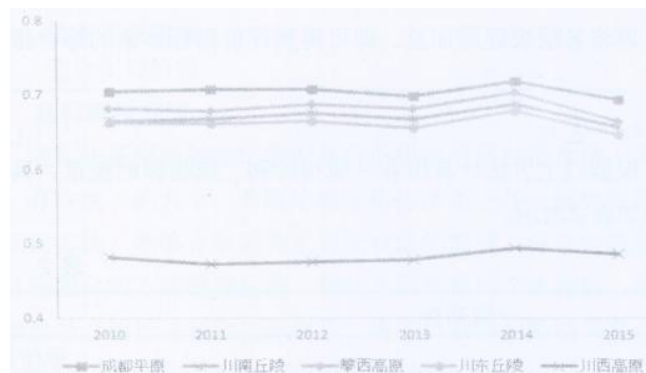


图 2 四川五大农业经济区农业现代化发展水平

从五大农业经济区来看，除川西北高原区农业现代化水平处于起步阶段外，其余地区均处于初步实现阶段，川西北高原区与其余地区差距明显。2015 年，成都平原区农业现代化水平排名第一，综合水平值达 0.695；其次是攀西山区，综合水平值为 0.658；川南丘陵区 and 川东北丘陵区分别排名第三和第四，川西北高原区最低，综合水平值一直在 0.5 以下徘徊。

从变化趋势来看，五大农业经济区变化幅度不大且发展趋势一致，均呈上升趋势，但在 2015 年有所回落。究其原因，一是农业投入方面，2015 年各地区得益于土地流转，耕地总面积有所增加，但机械化水平并未跟上，单位耕地机械总动力较低，同比 2014 年下降 11.20%；二是生态环境方面，农业有效灌溉率降低，同比 2010 年下降 0.25 个百分点，下降幅度明显；三是农村劳动力转移方面，土地流转盛行带来农村大量劳动力待转移，但城镇对其吸纳能力有限，呈现出转移规模大但转移速度低的特点。综合来看，2015 年五大农业经济区农业现代化水平低于往年，但整体保持向上趋势。

值得注意的是，成都平原、攀西山地、川南丘陵及川东丘陵的农业现代化水平虽然都处于初步实现阶段，但从发展速度来看，2015 年川南丘陵区同比 2010 年仅下降 0.0076，下降幅度最低；仅从 2010~2014 年来看，川南丘陵区增速最快，年均增长率达 0.1%。由此可以看出，丘陵区正成为四川农业现代化建设的重要区域和主力支撑，西部地区要提高农业现代化水平，必须加强川南丘陵区农业现代化建设。

4、结论

基于以上分析，本文得出以下结论：①2010~2016 年，四川农业现代化水平处于初步实现阶段，并保持上升趋势；②农业支持保障水平、农村劳动力转移水平和农村生态环境水平对农业现代化综合指数的波动影响较大，其中，农业支出保障水平指数增速突出；③从各地区来看，除阿坝和甘孜处于起步阶段外，其余各地均处于初步实现阶段，其中，2015 年成都、德阳、雅

安 2015 排名前三；④五大区农业现代化建设发展不平衡，成都平原农业现代化水平处于领先地位，川南丘陵区农业现代化发展迅速，其余区域发展缓慢。除川西北高原区农业现代化水平处于起步阶段外，其余地区均处于初步实现阶段，川西北高原区与其余四大区差距明显。

[参考文献]:

- [1]姜松,王钊,周宁.西部地区农业现代化演进、个案解析与现实选择[J].农业经济问题,2015(1):30-37.
- [2]黄祖辉,林坚,等.农业现代化:理论、进程与途径[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [3]郭强,李荣喜.农业现代化发展水平评价体系研究[J].西南交通大学学报,2003(1):97-101.
- [4]夏春萍,刘文清.农业现代化与城镇化、工业化协调发展关系的实证研究——基于VAR模型的计量分析[J].农业技术经济,2012(5):79-85.
- [5]李丽纯.后现代农业视角下的中国农业现代化效益水平测评[J].农业经济问题,2013(12):7-14.
- [6]辛岭,蒋和平.中国农业现代化发展水平评价指标体系的构建和测算[J].农业现代化研究,2010(6):646-650.
- [7]何传启.第二次现代化:人类文明进程的启示[M].北京:高等教育出版社,1999.
- [8]李谷成,范丽霞,冯中朝.资本积累、制度变迁与农业增长——对1978~2011年中国农业增长与资本存量的实证估计[J].管理世界,2014(5):67-79.
- [9]陈锡文.构建新型农业经营体系加快发展现代农业步伐[J].经济研究,2013(2):4-6.
- [10]徐维祥,舒季君,唐根年.中国工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展测度[J].经济地理,2014(9):1-6.