
四川农业现代化发展水平的空间非均衡及演变趋势

——基于 Dagum 基尼系数分解和 Kernel 核密度估计的实证研究¹

刘锦扬, 应寿英

(成都信息工程大学 统计学院, 四川 成都 610103)

【摘要】: 由于政策力度不同, 地区农业现代化发展内部“分化”和不同步现象开始凸显。以四川省作为研究对象, 通过构建评价指标体系计算出四川农业现代化发展水平, 并基于 Dagum 基尼系数分解方法及 Kernel 核密度估计对四川农业现代化发展进行实证研究, 得到以下结论: 四川农业现代化发展水平呈上升趋势, 地区差距正逐步缩小; 地区差距主要来源于地区间的差距, 且地区间差距的贡献率呈上升趋势, 地区内差距的贡献率变化不大, 对总体差距贡献较小, 超变密度的贡献较大, 但贡献率呈下降趋势; 区域内部有较明显的“极化”现象, 川南丘陵区 and 川东丘陵区两地区间差距最小。

【关键词】: 农业现代化; 空间非均衡; Dagum 基尼系数; Kernel 核密度估计

【中图分类号】: G316 **【文献标识码】**: A

促进工业化、信息化、城镇化和农业现代化的同步协调发展是新时期社会主义现代化内涵最新“注脚”。但在实践中, 农业现代化的滞后性、动态失衡性等凸显, 制约着“四化同步”。由于发展基础、禀赋条件、要素结构差异, 西部地区农业现代化水平及其实现程度普遍低于中国整体及沿海水平, 且随着政策力度增强, 西部地区农业现代化发展内部“分化”和不同步现象开始凸显, 成为影响西部农业现代化的全面“崛起”与赶超的新矛盾。

四川作为西部地区重要省域, 研究其农业现代化发展状况对促进四川及西部地区的“四化同步”具有重要意义。现有文献多从宏观层面对农业现代化进行研究, 主要探讨了全国或某一整体区域的农业现代化水平, 而较少涉及区域农业现代化发展水平的空间非均衡性特征及演进过程。基于此, 本文从空间非均衡及演变趋势对四川农业现代化发展状况进行实证研究。

1、指标与数据

农业现代化建设涉及多方面, 从多维度构建评价指标体系已是共识。如郭强和李荣喜、辛岭和蒋和平从农业发展水平、农村社会富裕程度、农业可持续发展水平及环境质量等方面构建了评价指标体系, 李丽纯从农业资源的效益和成本方面对农业现代化进行考量, 黄祖辉基于资源利用效率对农业现代化进行分析。综合来看, 这些指标过于泛化, 缺乏区域针对性。农业现代化不仅仅是指机械化、规模化, 在资本和技术替代劳动的过程中, 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

¹[基金项目]: 2016年四川省教育厅人文社科一般科研项目(2016jy034)。

[作者简介]: 刘锦扬(1989-), 男, 四川巴中人, 硕士研究生, 研究方向: 经济统计与分析; 应寿英(1993-), 女, 四川眉山人, 在读硕士研究生, 研究方向: 经济统计与分析。

部地区尤为明显，但现有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。

基于以上分析，本文从农业投入水平、农业产出水平、农村支持保障水平、农村劳动力转移水平及农村生态环境水平五个方面来构建具有西部特点的农业现代化评价指标体系，具体如表 1 所示。

表 1 指标体系

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

由于近年来四川推动农业现代化的表现较为明显，因此，为研究现阶段四川农业现代化发展水平，本文采用 2010~2016 年的数据，主要来源于《中国统计年鉴》、《中国农业年鉴》、《四川统计年鉴》、《四川农村年鉴》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、研究方法

2.1 Dagum 基尼系数及分解方法

相比泰尔指数和传统基尼系数而言，Dagum 基尼系数在分析空间非均衡方面具有其巨大的优势。本文拟采用 Dagum 基尼系数及其分解方法来研究四川农业现代化发展水平的地区差异，其定义如公式（1）所示：

$$G = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{h=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}|}{2\bar{y}n^2} \quad (1)$$

其中, $y_{ji}(y_{hr})$ 表示 j (h) 地区内任意市(州)的农业现代化发展水平, \bar{y} 表示四川农业现代化水平, n 表示考察对象的总个数, k 表示划分的地区数, $n_j(n_h)$ 表示 j (h) 地区内市(州)的个数。在进行 Dagum 基尼系数分解前, 还需要对各地区农业现代化平均发展水平进行排序, 如公式(2)所示:

$$\bar{Y}_1 \leq \bar{Y}_h \leq \dots \leq \bar{Y}_j \leq \dots \leq \bar{Y}_k \quad (2)$$

按照 Dagum 基尼系数的分解方法, 可以将基尼系数分解成三个部分, 分别为: 地区间差距的贡献 G_{nb} , 地区内差距的贡献 G_w 以及超变密度的贡献 G_t , 且满足: $G=G_w+G_{nb}+G_t$ 。具体公示如下:

$$G_w = \sum_{j=1}^k G_{jj} P_j S_j \quad (3)$$

$$G_{jj} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{jr}|}{2Y_j n_j^2} \quad (4)$$

$$G_{nb} = \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jj} (p_j S_h + p_h S_j) D_{jh} \quad (5)$$

$$G_{jh} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{jr}|}{n_j n_h (\bar{Y}_j + \bar{Y}_h)} \quad (6)$$

$$G_t = \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (p_j S_h + p_h S_j) (1 - D_{jh}) \quad (7)$$

其中: p_j 表示 j 地区的地区内基尼系数, G_{jh} 表示 j, h 地区之间的地区间基尼系数。 $p_j = \frac{n_j}{n}, s_j = \frac{n_j \bar{Y}_j}{n \bar{Y}}, j = 1, 2, 3, \dots, k, D_{jh}$ 表示 $j(h)$ 地区间农业现代化发展水平贡献率的影响程度, 公示如(8)所示:

$$D_{jh} = \frac{d_{jh} - p_{jh}}{d_{jh} + p_{jh}} \quad (8)$$

$$d_{jh} = \int_0^\infty dF_j(y) \int_0^y (y-x) dF_h(x) \quad (9)$$

$$p_{jh} = \int_0^\infty dF_h(y) \int_0^y (y-x) dF_j(x) \quad (10)$$

其中: 将 d_{jh} 定义为地区间农业现代化发展水平贡献率的差值, p_{jh} 定义为超变一阶矩阵。

2.2 Kernel 核密度估计

核密度估计是研究不均衡分布的一种流行方法, 主要用于对随机变量的概率密度进行估计, 用连续的密度曲线描述随机变量的分布形态。假设随机变量 \hat{x} 的密度函数为 $f(x)$, 在点 x 的概率密度估计如式(11)所示。

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{X_i - x}{h}\right) \quad (11)$$

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \quad (12)$$

式中, N 是观测值的个数, h 为带宽, $K(\cdot)$ 是核函数, 它是一种加权函数或平滑转换函数, X_i 为独立同分布的观测值, x 为均值。根据 Kernel 核密度函数分为高斯核、Epanechnikov 核、三角核、四次核等类型。本文选择比较常用的高斯核函数进行估计, 高斯核函数的表达式如 (12) 式所示。一般而言核密度估计结果可以获得变量分布的位置、形态和延展性等三方面的信息。

3、空间非均衡及演变趋势分析

根据上文 Dagum 基尼系数及其分解方法, 我们分别计算得到 2010~2016 年四川省农业现代化发展水平的总体基尼系数。按照五大农业经济区进行划分, 令成都平原区、攀西山区、川南丘陵区、川东丘陵区及川西高原区分别为 cd、px、cn、cdb、cx。各区基尼系数及分解结果如表 2 所示。

表 2 四川农业现代化发展水平的基尼系数及其分解结果

指标	年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
	总体 GINI		0.05267	0.0534	0.0523	0.0502	0.0468	0.0444
组内差距	cd	0.0335	0.0318	0.0299	0.0252	0.0195	0.0215	
	px	0.0339	0.0328	0.0318	0.0423	0.0361	0.0237	
组内差距	cn	0.0175	0.0207	0.0208	0.0192	0.0164	0.0149	
	cdb	0.0167	0.0123	0.0133	0.0108	0.0077	0.0191	
	cx	0.059	0.068	0.0678	0.0502	0.0584	0.0491	
	cd-px	0.6219	0.6226	0.6216	0.621	0.6209	0.6228	
	cd-cn	0.5306	0.5306	0.5294	0.529	0.5289	0.5303	
组内差距	cd-cdb	0.4839	0.4849	0.4844	0.4842	0.4835	0.4855	
	cd-cx	0.7809	0.7817	0.7821	0.7812	0.7812	0.733	
	组间差距	px-cn	0.6213	0.6206	0.6207	0.621	0.6211	0.6202
	px-cdb	0.574	0.574	0.5747	0.5753	0.5748	0.5743	
	px-cx	0.6903	0.6916	0.6913	0.69	0.6899	0.6888	
组间差距	cn-cdb	0.4765	0.4775	0.4783	0.4786	0.4779	0.431	
	cn-cx	0.687	0.6884	0.6887	0.6876	0.6875	0.6857	
	cdb-cx	0.6401	0.641	0.641	0.6397	0.6399	0.6378	
贡献率%	组内	10.46	9.87	9.98	9.44	8.36	8.77	
	组间	69.28	72.79	73.4	73.72	76.96	81.54	
超变密度		20.26	17.34	16.62	16.84	14.68	9.69	

注: cd、px、cn、cdb、cx 以分别表示成都平原区、攀西山区、川南丘陵区、川东丘陵区及川西高原区。

3.1 四川农业现代化水平的总体差距及演变趋势

由图 1 可知, 2010~2015 年, 四川农业现代化水平的总体基尼系数呈明显的下降趋势, 总体基尼系数年均下降 3.35%, 地区差距具有持续缩小的演变趋势。具体来看, 2010~2013 年, 四川农业现代化基尼系数保持在 0.0502 以上, 农业现代化发展的地区差距明显; 2014 年基尼系数首次突破 0.05, 并持续保持下降, 到 2015 年达到考察期内的最低点 0.0444。这表明 2014 年前四川农业现代化发展的空间非均衡特征突出, 2014 年后, 四川农业现代化总体发展较均衡, 地区差距逐步缩小。

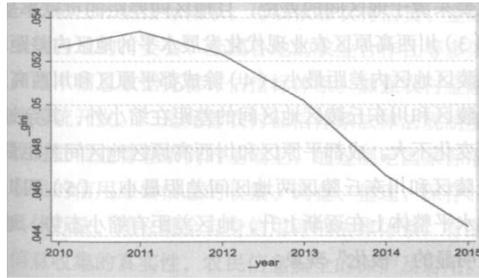


图 1 四川农业现代化总体基尼系数及演变趋势

3.2 四川农业现代化水平的地区内差距及演变趋势

由图 2 可知，成都平原区和川南丘陵区农业现代化发展水平的地区内差距呈缓慢下降趋势；攀西山地区和川西高原区地区内差距呈波动下降趋势；川东丘陵区地区内差距在上升。值得注意的是，川东丘陵区以 2014 年为报告期，农业现代化发展水平的地区内基尼系数年均下降 17.56%。6 年间，川西高原区农业现代化发展水平的地区内差距显著，处于五大农业经济区之首，而川东丘陵区地区内差距较小，农业现代化发展相对均衡。

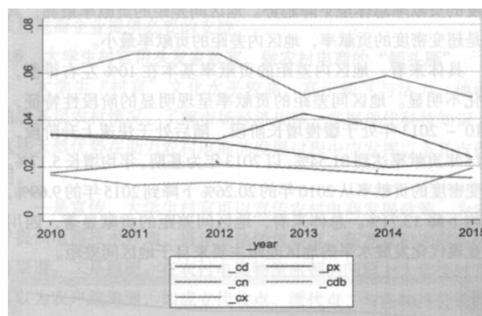


图 2 四川农业现代化地区内基尼系数及演变趋势

具体来看，2010~2015 年，成都平原区农业现代化发展的地区内差距持续缩小，在 2015 年有所回升，这是由于 2015 年绵阳、眉山和资阳农业现代化发展较慢，造成地区内差距有所上升。川南丘陵区的地区内基尼系数变化不大，地区内差距一直保持下降趋势，年均下降率达 8.43%，整体农业现代化的空间发展较均衡。攀西山地区的地区内差距呈现先扩大、后缩小的演变趋势，2012~2013 年处于快速上升阶段，在 2013 年达到最高点 0.04233。这主要是由于同比 2012 年雅安农业现代化水平上升 1.71%，凉山州下降 2.91%。随后攀西山地区的地区内差距快速下降。川西高原区与此类似，呈现阶段性特征。由于甘孜州农业现代化发展水平在下降，川西高原区的地区内基尼系数从 2010 年的 0.05895 上升到 2012 年的 0.06777；2012 年后处于下降阶段（除 2014 年外），以 2012 年为基期年均下降 10.20%，甘孜和阿坝农业现代化发展水平差距逐渐缩小。川东丘陵区从 2010 年到 2014 年地区内差距持续下降，但由于遂宁、南充和巴中农业现代化发展过慢拉大了地区内差距，2015 年又有所上升。

横向来看，2015 年，川西高原区农业现代化的地区内基尼系数最高且与其余四区差距较大，攀西山地区和成都平原区排名第三和第四，川东丘陵区 and 川南丘陵区地区内基尼系数最低，分别为 0.01908、0.01491。整体而言，川西高原区农业现代化发展的空间非均衡特征较明显，攀西山地区和成都平原区农业现代化的空间发展逐步向好，川东丘陵区 and 川南丘陵区农业现代化的空间发展较均衡。

3.3 四川农业现代化水平的地区间差距及演变趋势

由图 3 可知，五大农业经济区间的农业现代化发展水平差距明显，成都平原区和川西高原区地区间差距最大，其次是攀西山区与川西高原区；成都平原区和川东丘陵区、川南丘陵区和川东丘陵区地区间差距最小。除成都平原区和川西高原区、川南丘陵区和川东丘陵区地区间的差距在缩小外，其余地区间的差距变化不大。

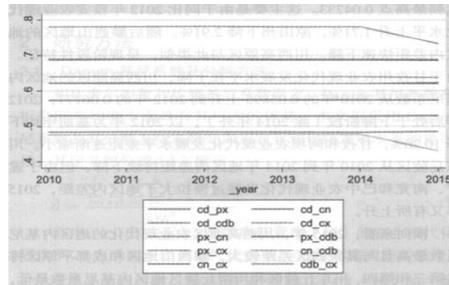


图 3 四川农业现代化地区间基尼系数及演变趋势

具体来看，成都平原区和川西高原区、川南丘陵区和川东丘陵区地区间均呈现阶段性特征，2010~2014 年地区间差距变化不大，2014 年后开始下降，2015 年地区间基尼系数分别达到 0.733、0.431。这是由于甘孜地区农业现代化水平在上升，绵阳、眉山地区农业现代化水平下降带来地区间差距逐步缩小，但差距仍然显著。而乐山、宜宾地区农业现代化水平小幅下降，南充、广安等地区农业现代化发展较好，缩小了川南丘陵区和川东丘陵区的差距。值得注意的是，2010~2015 年，成都平原区和川东丘陵区、川南丘陵区和川东丘陵区的地区间基尼系数较接近，且始终保持低位，表明丘陵区农业现代化发展态势良好，丘陵区是四川农业现代化发展的重要支撑力量。

3.4 四川农业现代化水平的地区差距来源及其贡献率

由图 4 可知，四川农业现代化发展水平地区间差距的贡献率总体呈上升趋势，地区内差距的贡献率总体变化不大，超变密度的贡献率总体呈下降趋势。地区间差距的贡献率最高，其次是超变密度的贡献率，地区内差距的贡献率最小。

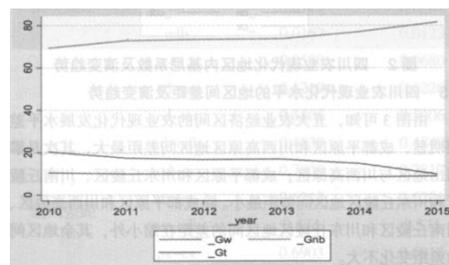


图 4 四川农业现代化地区差距的贡献率及演变趋势

具体来看，地区内差距的贡献率基本在 10%左右徘徊，变化不明显。地区间差距的贡献率呈现明显的阶段性特征，2010~2013 年处于缓慢增长阶段，随后处于快速上升阶段，2015 年贡献率达到 81.54%，以 2013 年为基期，年均增长 5.17%。超变密度的贡献率从 2010 年的 2026%下降到 2015 年的 9.69%，年均下降 13.71%。总体来看，地区间差距的贡献显著，四川农业现代化发展水平的地区差距主要来自于地区间差距。

3.5 四川省农业现代化的 Kernel 核密度估计

本文采用高斯核函数做出四川省 21 市州农业现代化发展水平的 Kernel 核密度估计的二维图，如图 5 所示。使用 Kernel 核密度估计不仅可以刻画农业现代化发展水平的整体形态，而且通过不同时期的比较，还可以把握区域农业现代化水平分布的动态特征。从曲线整体来看，图中曲线逐渐向右移，但 2015 年曲线有所回转，说明四川农业现代化水平整体上在逐渐上升，但 2015 年有所回落。从波峰和波宽来看，曲线峰值明显上升，波宽稍有变窄，反映出四川省农业现代化发展水平差距正在逐步缩小。此外，图中曲线呈现出两个峰值，地区内部有较明显的“极化”现象。

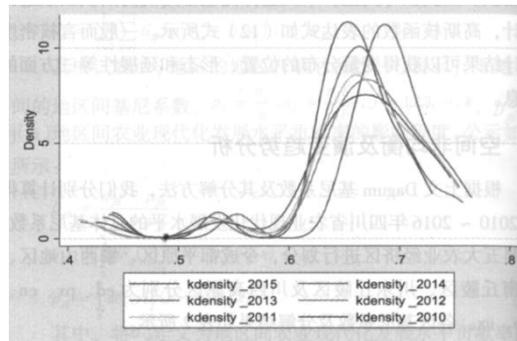


图 5 四川各地区农业现代化分布的演进

4、结论及建议

为研究四川 21 市州的农业现代化发展状况，本文通过构建评价指标体系，采用熵权综合指数法得出各地区农业现代化发展水平，并基于 dagum 基尼系数分解方法与 kernel 核密度估计，对农业现代化发展的空间动态变化进行实证研究，得出以下结论：

（1）四川农业现代化水平的总体基尼系数处于下降趋势，地区差距逐渐缩小；（2）四川农业现代化水平的地区差距主要来源于地区间的差距，且地区间差距的贡献率呈上升趋势；（3）川西高原区农业现代化发展水平的地区内差距较大，川东丘陵区地区内差距最小；（4）除成都平原区和川西高原区、川南丘陵区 and 川东丘陵区地区间的差距在缩小外，其余地区间的差距变化不大。成都平原区和川西高原区地区间差距最大；川南丘陵区 and 川东丘陵区两地区间差距最小。（5）四川农业现代化水平整体上在逐渐上升，地区差距有缩小态势，地区内部有较明显的“极化”现象。

基于上述研究，本文尝试提出以下建议：第一，加大西部高原地区农业基础设施投入。由于区位条件和资源限制，川西高原区农业发展资源贫瘠，农业现代化的发展需要政策倾斜扶持地区农业发展，促进农户增收。第二，加强丘陵区农业现代化建设。丘陵地区作为四川农业现代化建设的重要支撑，通过引进现代化科学技术与科技人才以保障地区发展，对未来市场农业现代化发展具有举足轻重的作用。第三，加强区际间要素资源流动，发挥区际间的协同效应，合理配置农业发展资源，促进各地区农业现代化建设均衡发展。

[参考文献]

[1]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.

[2]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.

[3]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.

[4]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. .

-
- [5]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.
- [6]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.
- [7]钟水映, 李强谊, 徐 飞. 中国农业现代化发展水平的空间非均衡及动态演进[J]. 中国人口·资源与环境, 2016 (7) : 145-151.
- [8]刘华军, 赵 浩. 中国高技术产业发展的空间非均衡与极化研究[J]. 研究与发展管理, 2013 (5) : 44-53.
- [9]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.