

农业全要素生产率测度及收敛性分析

——基于 Hicks—Moorsteen 指数¹

张海霞，韩佩筓

【摘要】：本文以四川为例，运用 Hicks—Moorsteen 指数法重新测度并分解了 2006~2015 年四川省各市（州）的农业全要素生产率（TFP），探讨其变动情况与区域差异成因，进一步考察了农业 TFP 的收敛特征。结果表明：四川省农业 TFP 呈现正增长，技术进步是其增长的单一驱动力，以残余产出规模效率、残余混合效率损失为表征的制度约束仍存在。区域间 TFP 差异明显，然全省及各区域均具备条件 β 收敛特征，表明各市州发展差距正不断缩小，并将基于自身资源禀赋实现相对稳态。

【关键词】：农业全要素生产率，Hicks—Moorsteen 指数，收敛性

【中图分类号】：F327 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1003-7470（2018）-06-0055（07）

一、引言

农为邦本，“三农”事业一直是我国发展的重中之重。在农业供给侧改革的背景下，农业改革的关键点在于如何提升农业产出效率。提升全要素生产率是推进农业现代化的必要途径，也是实现农业经济可持续发展的基础。在“十三五”的发展格局下，受生产要素增速放缓、资源匮乏的共同制约，依靠要素投入单一驱动农业发展的模式已不适宜当今社会发展现状，提高农业生产效率成为振兴乡村经济的必要途径。尽管改革开放以来我国农业生产水平有了长足进步，但各地区之间、地区内部发展水平差异较明显。因此，在准确测度四川省农业 TFP 的基础上探究其变动趋势及根源、定量考察区域间差异的演变趋势，对于识别农业发展制约因素，挖掘增长潜力，推进区域间协调、均衡发展具有重要意义。

自 20 世纪 90 年代起，众多学者对农业 TFP 进行了研究，其内容主要集中于 TFP 的测算分解、收敛趋势检验以及影响因素判断方面。在 TFP 的测度及分解方法的选取上，随机前沿分析法（SFA）、数据包络分析法（DEA）是最为常用的方法。^[1~5]Kali-rajana 从省域层面视角证实改革开放政策显著提高了中国农业生产效率。^[6]就 TFP 的分解情况来看，技术进步是农业全要素生产率提升的主要动力。^[7~9]李谷成、郭军华指出，我国省域的农业 TFP 存在条件收敛，但东、西、中部地区发展速度各异。张海波则认为我国各地区在农业 TFP 上的差异不断扩大，不具备收敛特征。^[12]然近年来，Malmquist 指数法合理性受到了质疑，该方法在可变规模报酬下被证明存在系统性偏差而无法准确度量 TFP 的变化（Griffell-Tatjeetal., 1995）。^[13]O’Donnell 所提出的乘积完备的 Hicks—Moorsteen 指数克服了以上限制并提高了测算准确度。^[14]综合已有研究来看，鲜有学者在运用 Hicks—Moorsteen 指数的基础上探讨农业 TFP 的变动情况并衡量区域间发展的收敛特征。^{[15][16]}

有鉴于以上分析并考虑到农业生产的规模收益是否可变尚无定论，本文基于非参数框架以 Hicks—Moorsteen 指数法重新测度分解 2006~2015 年四川农业 TFP 指数，探讨其变动情况与根源，阐释区域差异的现状成因。为进一步探寻 TFP 区域差异的演变趋势，文章对 TFP 的敛散性进行了实证分析。并根据研究结论提出了政策建议，以期四川农业在未来高效、均衡发展。

¹**【作者简介】**：张海霞，助理研究员，四川农业大学经济学院，四川 成都 611130；韩佩适，四川农业大学经济学院，四川 成都 611130

二、研究方法与数据处理

1. 研究方法

(1) Hicks-Moorsteen 指数的构建与分解。考虑到 Malmquist 指数法在可变规模报酬下存在局限, O' Donnell (2008) 对其进行了修正并提出了乘积完备的 Hicks-Moorsteen 指数。该指数放松了规模经济的约束, 在 TFP 指数的测度和分解上更加精确、彻底。^[17~21]假定 $q_t \in \mathbb{R}_+^J$ 和 $x_t \in \mathbb{R}_+^K$ 为 t 期 qt 某生产单位的产出与投入向量, 则 TFP 定义可为: $TFP_t = Q_t/X_t$, 其中 $Q_t = Q(q_t)$ 、 $X_t = X(x_t)$ 分别代表总产出和总投入, $Q(\cdot)$ 、 $X(\cdot)$ 是产出、投入的加总函数。从 s 期至 t 期的 TFP 变化率可定义为:

$$TFP_{s,t} = TFP_t / TFP_s = \frac{(Q_t/X_t)}{(Q_s/X_s)} = \frac{Q_{s,t}}{X_{s,t}} \quad (1)$$

其中, $Q_{s,t}$ 、 $X_{s,t}$ 为产出、投入量指数。加总函数 $Q(\cdot)$ 、 $X(\cdot)$ 具有多种函数形式, 一般选用产出投入距离函数, 则加总函数可表示为: $Q(z) = [D_0^s(x_t, z) D_0^t(x_s, z)]^{\frac{1}{2}}$ 、 $X(z) = [D_1^t(z, q_t) D_1^s(z, q_s)]^{\frac{1}{2}}$ 。根据 O' Donnell 的定义, Hicks-Moorsteen 指数的计算公式为:

$$TFP_{s,t}^{HM} = \left[\frac{D_1^t(x_s, q_t) D_1^s(x_s, q_s)}{D_1^t(x_t, q_t) D_1^s(x_t, q_s)} \times \frac{D_0^t(x_t, q_t) D_0^s(x_s, q_t)}{D_0^t(x_t, q_s) D_0^s(x_s, q_s)} \right] \quad (2)$$

TFP 指数的基本分解过程为如下, 其中 TFP_t^* 表示技术进步, 示效率变动。

$$TFP_t = TFP_t^* \times TFPE_t \quad (3)$$

因 $Q(\cdot)$ 和 $X(\cdot)$ 是非负非递减、具有乘积完备性的线性齐次聚合函数, O' Donnell 将技术效率指数 $TFPE_t$ 分解为纯技术效率 $O TE_t$ 、组合效率 OME_t 和残余规模效率 $ROSE_t$, 或纯技术效率 $O TE_t$ 、纯规模效率 OSE_t 和残余组合效率 RME_t 。

$$\begin{aligned} TFPE_t &= \frac{TFP_t}{TFP_t^*} = O TE_t \times O ME_t \times ROSE_t \\ &= O TE_t \times O SE_t \times RME_t \end{aligned} \quad (4)$$

同理, 可将 s 期 TFP_s 进行类似分解, 故以产出导向的 Hicks-Moorsteen 指数被分解为:

$$\begin{aligned} TFP_{s,t}^{HM} &= \left[\frac{TFP_t}{TFP_s} \right] \times \left[\frac{TFPE_t}{TFPE_s} \right] \\ &= \left[\frac{TFP_t^*}{TFP_s^*} \right] \times \left[\frac{O TE_t \times O ME_t \times ROSE_t}{O TE_s \times O ME_s \times ROSE_s} \right] = \\ &= \left[\frac{TFP_t^*}{TFP_s^*} \right] \times \left[\frac{O TE_t \times O SE_t \times RME_t}{O TE_s \times O SE_s \times RME_s} \right] \end{aligned} \quad (5)$$

其中, TFP_t^*/TFP_s^* 表示从 s 期至 t 期可行技术下最大 TFP 的变化率, 即技术进步指数; $O TE_t/O TE_s$ 、 $O SE_t/O SE_s$ 、 $O ME_t/O ME_s$ 、

$ROSE_t/ROSE_s$ 分别表示从 s 期至 t 期以产出为导向的纯技术效率变化、规模效率变化、配置效率变化和残余规模效率变化， RME_t/RME_s 则表示在投入及产出配置共同变化下的残余配置效率变化。

(2) 经济增长趋同模型。经济增长趋同理论最早由 Barro (1992) 提出，其基本内容为初始水平较低的经济体拥有更大的发展潜力，将不断向发达经济体追赶，因而各经济体间差异性缩小，最终趋向稳态，^[22]根据 Barro 的定义， β 趋同模型共两类：绝对 β 趋同和条件 β 趋同。

绝对 β 收敛是指由于经济欠发达地区的农业 TFP 增长速度快于经济发达地区，最终使得各市州的农业 TFP 达到完全一致的稳态水平。绝对 β 收敛模型定义如下：

$$\ln \frac{TFP_{i,t}}{TFP_{i,0}} \cdot \frac{1}{T} = a + \beta \ln TFP_{i,0} + \epsilon \quad (6)$$

其中， β 是回归系数， T 为基期和报告期的时间跨度， $TFP_{i,0}$ 、 $TFP_{i,t}$ 为地区 i 初期、报告期的 TFP 值。若 $\beta < 0$ ，且结果显著有效，表明存在绝对 β 收敛。

条件 β 收敛认为由于地区间存在资源禀赋、基础设施等差异，各市州农业 TFP 指数将最终趋近于各自不同的稳态水平，发展差距将持续存在。条件 β 收敛模型为：

$$\ln \frac{TFP_{i,t}}{TFP_{i,t-1}} = \alpha + \beta \ln TFP_{i,t-1} + \epsilon \quad (7)$$

其中， β 是回归系数， $TFP_{i,t}$ 和 $TFP_{i,t-1}$ 分别表示地区 i 在本年和上年的农业 TFP 指数。若 $\beta < 0$ ，表明存在条件 β 收敛，若 $\beta > 0$ 则呈现发散。

2. 数据来源与指标选取

本文所运用的数据均来自《四川统计年鉴》、《四川农村统计年鉴》及各地市州不同年份的统计年鉴，选取了 2006 年至 2015 年四川省 21 个市（州）的农业投入及产出的面板数据。为保证测算结果的准确性，应构建合理的指标体系。回顾以往研究，O'Donnell 以农作物产量以及畜牧产量为产出要素，土地、劳动力、牲畜、机械及化肥为投入要素考察了 1970~2001 年间澳大利亚农业 TFP 指数。^[23]类似地，夏佳佳等 (2014) 在对中国农业生产效率进行评价时选取了 5 个投入变量进行分析，分别是劳动、土地、机械、化肥以及灌溉投入，并选取了 1990 年不变价格平减的农、林、牧、渔产值共 4 个产出变量。

借鉴上述文献并考虑数据的可获得性，本研究最终确定了 4 个产出变量： $Y_1 \sim Y_4$ 分别代表农、林、牧、渔产值，以 2006 年价格水平为基期、剔除价格波动影响的产值（亿元）表示。选取了 6 个投入变量，其中包括： X_1 劳动力投入，以农林牧渔业就业人数（万人）表示； X_2 机械投入，以农业机械总动力（万千瓦）表示； X_3 土地投入，以农业有效耕地面积（千公顷）表示； X_4 化肥投入，该变量以化肥施用量（万吨）表示； X_5 灌溉投入，以农业有效灌溉面积（千公顷）表示； X_6 电力投入，以农村用电量（万千瓦）表示。

三、四川省农业全要素生产率测度及收敛性分析

1. 四川省农业全要素生产率的测度及分解

运用 O' Donnell 所提出的 DPIN3.0 软件将面板数据代入测算模型，以产出为导向，得到四川省及各地区农业全要素生产率 (TFP) 及其分解指数，结果见表 1。

表 1 2006~2015 年全省及各市州年均 TFP 指数及分解情况

	TFP	TFP*	TFPE	OTE	OME	ROSE
成都	1.075	1.030	1.043	1.000	1.005	1.038
自贡	1.023	1.024	1.007	1.000	1.001	1.006
攀枝花	1.025	1.049	0.977	1.000	1.000	0.977
泸州	1.021	1.040	0.982	0.994	0.999	0.988
德阳	1.036	1.054	0.983	0.992	0.999	0.992
绵阳	1.027	1.085	0.946	1.000	0.995	0.950
广元	1.018	1.061	0.959	1.000	1.005	0.954
遂宁	1.031	1.065	0.968	1.000	1.000	0.968
内江	1.052	1.028	1.023	1.000	1.022	1.001
乐山	1.039	1.072	0.969	1.000	0.995	0.974
南充	1.035	1.035	1.000	1.000	1.002	0.998
眉山	1.065	1.039	1.025	1.012	0.998	1.015
宜宾	1.038	1.025	1.013	1.000	0.999	1.013
广安	1.033	1.013	1.019	1.000	1.005	1.013
达州	1.016	1.025	0.991	1.000	0.997	0.994
雅安	1.042	1.055	0.987	1.000	1.000	0.987
巴中	1.006	1.032	0.975	1.000	1.000	0.975
资阳	1.009	1.009	1.000	1.000	0.998	1.001
阿坝州	1.041	1.077	0.966	1.000	1.000	0.966
甘孜州	1.030	1.010	1.019	1.000	1.000	1.019
凉山州	1.001	1.087	0.921	1.000	1.003	0.918
全省	1.031	1.043	0.989	1.000	1.001	0.988

由表 1 可得：就全省而言，2006 年至 2015 年间四川全省年均 TFP 指数为 1.031，即年均增长率为 3.1%，即便因地震、经济危机、产业调整等自然灾害、社会和经济冲击，导致生产率的增速在统计期间内呈现短期波动，但就长期趋势来看，全省农业发展水平持续提升。其中，前沿技术进步是 TFP 增长的最主要推动力，而以技术效率为表征的制度因素长期制约 TFP 增长，具体表现为残余产出效率和残余组合效率的共同损失，二者年均下滑 1.2%。因此，通过优化技术效率及资源配置以提升 TFP 的潜力巨大。就局部来看，各市州农业发展水平不一，但均呈现出较为明显的增长趋势，大部分市州存在生产技术进步与效率损失共存的现象。

依据四川五大经济区划分原则，并考虑到川西北生态经济区与攀西经济区在社会、经济及科学发展的类同性，本文最终将全省分为四大区域：（1）川中地区，包括成都、德阳、绵阳、乐山、眉山、资阳、遂宁、雅安 8 市；（2）川东地区，包括广元、南充、广安、巴中、达州 5 市；（3）川西地区，包括攀枝花、凉山州、阿坝州、甘孜州 4 个市州；（4）川南地区，包括自贡、泸州、内江、宜宾 4 市。测算得各区域 2006~2015 年的年均 TFP 指数如下表 2。

表 2 2006~2015 年四川省四大区域年均 TFP 指数

区域	川中	川南	川东	川西
TFP	1.04	1.033	1.021	1.024

由表 2 可知,就区域层面来看,川中年均 TFP 增速高达 4%,农业发展速度最快。作为现代农业发展的主要试点区域,川中地貌形态以平原为主,一方面,其基础设施完备,机械化程度高,2015 年川中平均机械总动力高达 231.22 万千瓦,远大于省平均水平 206.76 万千瓦;另一方面,川中平均有效耕地面积比例超出全省平均水平 13 个百分点。此外,川中在灌溉、用电以及劳动力等要素投入力度大,故农业产出持续增长。就川南区域来看,丘陵地形给该地区农业耕作提供了良好的地理条件,同时猕猴桃、白酒等特色产业集群的建立带来了良好的经济效益,因此川南地区整体保持中偏上的发展速度,TFP 年均增长 3.3%。而川东、川西整体进步缓慢,区域内各市州间生产水平差异性较大。以川东来看,相比区域内其他市州而言,南充、广安的 TFP 增长不单依靠技术进步的单向驱动,还分别得益于产出效率、残余产出效率的改善,故产出增长速度在技术与效率双重优化下明显快于川东其他地区。针对川西区域的内部发展情况,值得注意的是,阿坝州跻身第一层次,农业发展态势良好。通过对比其他自治州可知,农业技术的高速发展是推动阿坝州农业 TFP 增长的关键要素。统计时期内 TFP 表现最差的是凉山州,尽管农业生产技术取得了大幅进步,但受制于残余产出规模效率和残余组合效率的持续恶化,该地区农业发展出现停滞。究其根源,首先,灌溉面积的不足与山地的地貌特征决定了凉山州以旱作为主的生产方式,主要农作物包括土豆、红薯、青稞等。因此,农业增产潜力薄弱。同时,空间分布所致的区位屏蔽现象也是凉山州农业进步的重要阻碍。

2. 四川省农业全要素生产率收敛性分析

为深入了解四川省以及各区域农业 TFP 在空间上的演变特征,文章基于 β 收敛模型探讨各区域农业发展水平是否存在收敛现象,旨在探讨在产业发展及地形地貌上具有相似性的地区的差距变化趋势。在当今农业发展中,一个地区不可能是独立封闭的个体,必然会受周边地区的空间依赖或扩散效应影响。因此在 β 收敛检验中须考虑空间格局的作用。本研究运用 GeoDa 软件对四川省年均农业 TFP 进行了全局及局部自相关分析,结果显示全局与局部 Moran' I 指数的 p 值分别为 0.199 和 0.227,即空间自相关性不显著,故在 β 收敛模型中可忽略空间地理效应。此外,为消除农业生产周期所带来的波动影响,在绝对 β 收敛检验中,统计时期被划分为:2007~2009 年,2010~2012 年,2013~2015 年三个研究时段。

本文运用 Stata14.0 分别以最小二乘法及面板数据固定效应模型对全省及各区域进行了绝对 β 收敛、条件 β 收敛检验。结果见表 3。

表 3 四川省农业全要素生产率 β 收敛检验

收敛类型	地区	常数项	β	F 值	R^2
绝对收敛	全省	0.005***	-0.207***	32.040	0.682
	川中	0.005	-0.131**	5.150	0.462
	川南	0.007	-0.261	1.740	0.465
	川东	0.001	-0.141	0.940	0.238
	川西	0.003	-0.255**	58.740	0.967
条件收敛	全省	0.033***	-1.132***	6.499	0.567
	川中	0.038***	-1.027***	3.482	0.521
	川南	0.036***	-1.125***	2.963	0.620
	川东	0.031***	-1.500***	7.483	0.769

	川西	0.021	-1.064***	3.437	0.654
--	----	-------	-----------	-------	-------

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%水平显著。

由表 3 的检验结果可知，就全省总体看，绝对 β 数值为-0.207，且在 1%的水平上显著，表明在 2006~2015 年间，四川省具备绝对 β 收敛特征，各市州农业产出水平将趋向于同一稳态水平。就区域层次分析，川中、川西均在 5%的显著性水平下通过了绝对 β 收敛检验，造就了全省表现为绝对 β 收敛的态势。川西的收敛速度快于川中，呈现出“追赶效应”。这是由于川中作为全省科技研发和技术推广的带头示范地区，在期初时已具备较高的产出水平，并经过多年的发展聚集成内部相对稳定效果，因此区域间发展协调度高；而川西的发展潜力更大，故将以更快的速度追赶川中地区，最终实现同一稳态，这一现象印证了落后地区的产出增长速度大于发达地区的结论。而川东、川南则呈发散，各市州间内部互动性不足，技术扩散壁垒仍存在，因此不会趋向于同一稳态，其收敛性还需进一步论证。

在条件 β 收敛检验中，所有估计系数均达到了 1%以上的显著性水平，表明全省及四大区域均呈现出显著的收敛迹象，地区间农业生产水平差距正逐步缩小。其中，川东收敛速度最快，将最快达到自身的稳态水平，川南、川西次之，川中地区最慢，其原因是初始发展水平越落后，距离自身稳态越远，则收敛速度越快。实证结果表明全省及四大区域的农业发展态势趋向稳定，各市州将基于自身的基础设施、人力资本、科创水平收敛于各自不同的稳态水平。同时，川东、川南及川西地区将快速“追赶”处于农业现代化进程最前沿的川中地区。因此，应通过改善农业生产条件，调整农业结构等措施来协助落后区域增强自身农业生产水平，以激发落后地区的发展潜能，能防止出现生产水平差异不断扩大的局面，最终实现全省各市州的均衡发展。

四、结论与建议

本研究运用 Hicks-Moorsteen 指数分析法，在重新测度并分解四川农业 TFP 指数的基础上，运用包收敛模型对 TFP 的区域演变特征进行了收敛性检验与分析。结果表明：一是 2006~2015 年间四川全省及各市州 TFP 均保持正增长，前沿技术的进步成为农业增产的单一驱动力。多数市州呈现出残余产出规模效率、残余混合效率双重恶化的格局，故技术推广等制度因素仍是制约农业发展的重要阻碍。二是四川省四大区域的农业发展水平存在差异性，川中农业 TFP 年均增速最快，川南次之，川东、川西进步较缓。究其原因，特殊的区位条件及资源禀赋促成不同地区在机械、电力、灌溉投入上的差异。此外，地震、产业布局、政策调整等外部因素也是区域农业发展情况相异的重要成因。三是全省及川中、川西存在绝对 β 收敛，而川东、川南未通过该检验。整体及各区域均具有显著的条件 β 收敛性，初期落后地区正高速追赶发达地区，最终各市州将基于自身资源禀赋达到相对稳态。

因此，为进一步提升四川省农业全要素生产率、缩小区域发展差异，建议采取以下政策：一是着眼于“发展什么”，优化产业布局；在区域之间，囿于市场完善、区位屏蔽、资源禀赋等外部因素，制定差异化战略，着力打造川西农牧生态经济区、川中现代农业园区和川东经济作物生产示范区等特色农业经济区。在区域内部，囿于资源同质性和相似性，在依托“一批一村一品、一县一业”等特色产业模式扩大增量的同时，要注重产业间的协同发展、优势互补，尽量避免产业同质化；要强化产业纵向延伸，戮力发展水果、蔬菜等高值农产品加工业，避免因物流、存储等因素制约所导致的损失。二是着眼于“如何发展”，强化技术推广；就全省总体而言，应强化农技推广和应用体系，尤其是进一步落实“万名农业科技人员进万村开展技术扶贫行动”等技术推广专项；就农技薄弱的川东、川西地区，要依托脱贫攻坚“五个一”的帮扶机制及农技专家技术团，缩短贫困地区技术短板；就发达地区如川中、川南地区而言，要实现“一民一技”、“三个一”帮扶力量全覆盖，依托优秀科技示范农户、农业科技企业密集区及现代农业科技园区实现创新引领，完成技术“最后一公里”。三是着眼于“谁来发展”，注重新型经营主体培育；一方面，要依托村社集体扶持、培育一批农民专业合作社、农民股份合作社、地方性龙头企业等新型经营主体，着力解决因农村劳动力大量外流所导致的农地抛荒问题和细碎化经营下的生产低效率问题；另一方面，要依托地方职业院校、高等院校科技服务团队强化养殖大户、种植能手在专业知识素养、先进经济理念等方面的技能培训，推动各地区（尤其是偏远、贫困山区）农业经营体系转型升级。

[参考文献]:

- [1]彭国华. 中国地区收入差距、全要素生产率及其收敛分析[J]. 经济研究, 2005, (09) .
- [2]韩晓燕, 翟印礼. 中国农业生产率的地区差异与收敛性研究[J]. 农业技术经济, 2005, (06) .
- [3]高帆. 我国区域农业全要素生产率的演变趋势与影响因素——基于省际面板数据的实证分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2015, (05) .
- [4]白林, 万忠, 罗其友等. 中国农业全要素生产率构成及区域趋同性分析——基于 1996~2010 年 Malmquist 指数法[J]. 农业现代化研究, 2012, (05) .
- [5]韩海彬, 赵丽芬. 环境约束下中国农业全要素生产率增长及收敛分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, (03) .
- [6]Kalirajan K P, Obwona M B, Zhao S. A decomposition of total factor productivity growth: the case of Chinese agricultural growth before and after reforms[J]. American Journal of Agricultural Economics, 1996, (02) .
- [7]顾海, 孟令杰. 中国农业 TFP 的增长及其构成[J]. 数量经济技术经济研究, 2002, (10) .
- [8]陈卫平. 中国农业生产率增长、技术进步与效率变化: 1990~2003 年[J]. 中国农村观察, 2006, (01) .
- [9]全炯振. 中国农业全要素生产率增长的实证分析: 1978~2007 年——基于随机前沿分析 (SFA) 方法[J]. 中国农村经济, 2009, (09) .
- [10]李谷成. 技术效率、技术进步与中国农业生产率增长[J]. 经济评论, 2009, (01) .
- [11]郭军华, 李帮义. 区域农业全要素生产率测算及其收敛分析[J]. 系统工程, 2009, (12) .
- [12]张海波, 刘颖. 我国农业全要素生产率增长及收敛研究[J]. 统计与决策, 2012, (13) .
- [13]Grifell-Tatje E, Lovell C A K. A note on the Malmquist productivity index[J]. Economics letters, 1995, (02) .
- [14]O'Donnell C J. An aggregate quantity-price framework for measuring and decomposing productivity and profitability change[J]. Journal of Productivity Analysis, 2012, (03) .
- [15]夏佳佳, 余康, 郭萍. 农业全要素生产率增长的再测算 Malmquist 指数法和 Hicks-Moorsteen 指数法的比较[J]. 林业经济问题, 2014, (06) .
- [16]马卫刚, 程长林. 科技人力资源、创新效率与经济增长——基于省际面板数据的实证分析[J]. 工业技术经济, 2014, (10) .
- [17]王晓红, 陈范红. 基于 HM 指数的中国高技术产业创新效率分析[J]. 产业经济研究, 2015, (06) .

[18]刘宏伟, 吴杰, 梁雯等. 中国公路运输全要素生产率时空演化及区域竞争——基于 Hicks-Moorsteen 指数框架[J]. 地理科学, 2017, (11) .

[19]廖源, 英骏, 童馨乐等. 中国商业银行全要素生产率估算的改进研究——基于 Hicks-Moorsteen 指数方法的应用及比较[J]. 南京财经大学学报, 2017, (01) .

[20]姜永宏, 蒋伟杰. 中国上市商业银行效率和全要素生产率研究——基于 Hicks-Moorsteen TFP 指数的一个分析框架[J]. 中国工业经济, 2014, (09) .

[21]Molinos-Senante M. , Sala-Garrido R. , Hernandez-Sancho F. Development and application of the Hicks-Moorsteen productivity index for the total factor productivity assessment of wastewater treatment plants[J]. Journal of Cleaner Production, 2016, (02) .

[22]BarroR J, Sala-i-Martin X. Convergence[J]. Journal of political Economy, 1992, (02) .

[23]O' Donnell C J. Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change[J], Australian Journal of Agricultural & Resource Economics, 2010, (04) .