

刘凤梅. 基于 Malmquist 指数的我国区域农业生产效率动态评价及其应对策略[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(11): 505–508.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.145

基于 Malmquist 指数的我国区域农业生产效率动态评价及其应对策略

刘凤梅

(广东行政职业学院, 广东广州 510800)

摘要:运用数据包络分析(DEA)方法和 Malmquist 指数对我国 31 个省(市、区)2004—2013 年农业生产效率进行评价,结果表明,我国农业生产效率均值为 0.954,说明我国大部分地区农业生产要素投入比较合理,尤其在农业资源要素的使用上;从农业生产效率分解的纯技术效率和规模效率结果来看,19 个 DEA 有效的省(市、区)纯技术效率和规模效率均为最优,表明这些地区的农业生产投入各要素得到了较好的配置。在研究期内,我国农业生产效率呈上升状态,增长了 10.5%,其主要贡献源于技术进步效率的迅猛提升;技术效率增长缓慢,制约了我国农业生产效率的快速提升速度。基于农业生产效率及 Malmquist 指数分类测算结果可知,我国 31 个省(市、区)可分为强有效增长型、高有效增长型、弱有效增长型、低有效增长型 4 种类型,针对不同类型地区的农业生产特点,提出不同的优化策略。

关键词:农业生产效率;DEA 方法;Malmquist 指数;农业生产效率;技术效率;应对策略

中图分类号: F327 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0505-04

农业是国民经济的基础部门,其生产效率关系到国家的战略稳定,2014 年我国国内生产总值为 636 463 亿元,农业产业增加值为 58 332 亿元,占比 9.16%,可见农业的快速发展是我国经济发展的基本保障,影响着我国社会主义新农村和现代农业的发展,更直接影响到农民的收入等多项切身利益。随着工业化和城镇化的不断推进,我国农业正在由传统农业向规模化、现代化农业过渡,进而促进农民收入的多元增收,由于我国农业属于弱势产业,在经济发展过程中农业资源投入等都受到限制,尤其是农业科技人才的缺少等因素,导致我国农业的发展依然以小农户的发展为主要方式。依托生产资料的大量投入,从而促进农业生产效率不断提高,因此,对我国各省(市、区)农业生产效率进行研究,对我国各省(市、区)农业生产效率进行合理评价,探讨我国农业生产资源配置存在的问题,寻求各地区农业生产效率提高的现实途径是当前农业经济领域研究值得关注的问题,对于认识我国及各省(市、区)农业生产有着重要的现实意义。根据前期学者的研究,农业生产效率动态评价有很多评价方法,如 DEA^[1]、系统聚类方法、运筹方法等。学术界对于使用 DEA 模型及 Malmquist 指数对农业生产效率评价比较普遍,陈卫平通过 DEA 和 Malmquist 指数对我国 1990—2003 年的农业生产数据进行测算我国农业生产效率,提出我国大部分省(市、区)呈现出农业技术进步与农业效率损失共存的情况^[2]。汪旭晖等采用 DEA 模型评价了我国 31 个省(市、区)的农业生产

效率,认为我国各省(市、区)农业生产效率不高并非是投入不足,应从建立科技农业发展、发展农业新型组织、调整农业人力资源配置等方面提高区域农业生产效率^[3]。曾先峰等通过对我国 28 个省(市、区)1980—2005 年的数据,运用 DEA 方法测算我国各省(市、区)共 25 年的农业生产率,结果表明,在这 25 年期间我国农业生产率在平均年增速 2.2%,技术进步效率年均增长 4.2%,但相对技术效率则以 1.9% 的速度退步^[4]。本研究运用 DEA-Malmquist 模型作为评价方法,以 2004—2013 年数据为主对我国 31 个省(市、区)(不含香港特别行政区、澳门特别行政区、台湾省)农业生产投入产出的有效性及动态效率进行评价。

1 理论与模型

1.1 数据包络法

1978 年,著名运筹学家 Charnes 等提出的数据包络分析法是在生产过程中的生产要素投入与产出各要素不变的前提下,找出各决策单元(DMU)与数据包络分析(DEA)最优前沿面板的偏离程度,用于评价在生产过程中投入产出比的效率情况,其公式如下:

$$\begin{aligned} \min \theta &= \theta_0 - \varepsilon(s^+ + s^-); \\ \text{s. t. } &\begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + s^+ = \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - s^- = y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n \\ \theta \text{ 无约束 } s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

设上述公式的最优解为 λ^* 、 s^{*+} 、 θ^* ,则有如下结论:(1)若 $\theta^* = 1$,且 $s^{*+} = 0$, $s^{*-} = 0$,此时对于决策单元 DMU₀属于 DEA 有效,并且属于技术效率和规模效率沟通有效。(2)如某个单元的收入或者输出松弛量大于 0,此时 $h_{j0}^* = 1$,则

收稿日期:2015-09-06

基金项目:广东省哲学社会科学规划项目(编号:GD13XYJ08、GD14XGL05、GD14XYJ07);广东省党校系统课题(编号:152204)。

作者简介:刘凤梅(1977—),女,黑龙江哈尔滨人,博士研究生,副教授,主要从事社会治理创新与农业经济发展研究。E-mail: 13533805875@163.com。

DMU_{j0}为弱 DEA 有效,属于技术效率和规模效率非同时有效。
(3)如果 $\theta^* < 1$,DMU_{j0}则技术效率和规模均未达到最佳,属于非 DEA 有效。

1.2 Malmquist 全要素指数

1953 年,Malmquist 首次提出全要素生产效率模型,Fare 等在后期对其进行了改进,其公式表示从 t 时期至 $t+1$ 时期,衡量全要素生产效率增长的 Malmquist 指数可以表示为,

$$M_0(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \left[\frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \times \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (1)$$

式中:(x_t, y_t)和(x_{t+1}, y_{t+1})为 t 阶段和($t+1$)阶段的投入和产出; D_0^t 和 D_0^{t+1} 表示以 t 阶段技术 T' 的参照对象, t 阶段和($t+1$)阶段的距离函数。Fare 等的研究将等式分解为技术效率和资源配置效率,并将生产率变化 Malmquist 指数中技术效率变动能够继续分解为纯技术效率变动和规模效率变动,如等式(2)所示:

$$M_0(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{S_0^t(x_t, y_t)}{S_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}/VRS)}{D_0^t(x_t, y_t/VRS)} \times$$

$$\left[\frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \times \frac{D_0^t(x_t, y_t)}{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})} \right]^{1/2} \quad (2)$$

等式右边 4 项分别为技术效率变动、资源配置效率变动、纯技术效率变动、规模效率变动。

2 评价指标与数据选取

在建立基于农业生产效率的 DEA - Malmquist 指数模型中,首先须要选取可行的投入指标以及产出指标。考虑到反映我国农业投资效率数据的可得性、完整性以及连续性,本研究投入指标主要考虑耕地面积、农业从业人数、固定资产投入、农业生产投入、农资投入 5 个方面,因此选取的投入指标有:以耕地面积作为土地投入($\times 10^3 \text{ hm}^2$);以农业就业人员数作为劳动力投入(万人);以农业机械总动力(万 kW)作为农业固定资产投入;以农村用电量(亿 kW · h)和农用柴油使用量(万 t)作为农业生产投入;以化肥使用量(万 t)、农用塑料薄膜使用量(t)、农药使用量(t)作为农资投入。使用数据来自 2005—2014 年《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》。各地变量描述性统计见表 1。

表 1 我国各省(市、区)农业生产效率指标统计描述

指标名称	样本(份)	极小值	极大值	均值	标准差
耕地面积($\times 10^3 \text{ hm}^2$)	310	231.7	11 830.1	4 334.6	2 910.5
农业就业人员(万人)	310	108.8	5 835.0	1 742.2	1 329.8
农业机械总动力(万 kW)	310	95.3	12 739.8	2 860.4	2 779.0
农村用电量(亿 kW · h)	310	0.6	1 801.9	196.6	307.8
农用柴油使用量(万 t)	310	1.0	487.0	64.0	72.3
化肥使用量(万 t)	310	3.2	684.4	166.3	136.0
农用塑料薄膜使用量(t)	310	441.0	343 524.0	66 631.0	63 218.1
农药使用量(t)	310	726.0	173 461.0	53 355.8	44 468.0
农林牧渔业总产值(亿元)	310	62.7	8 251.5	1 995.0	1 650.8

3 基于 DEA 的我国各省(市、区)农业生产效率评价

3.1 我国各省(市、区)DEA 效益评价

根据统计的指标数据,通过 DEAP2.1 得到 2004—2013 年我国及各省(市、区)的农业生产效率与分解结果(表 2)。由表 2 可知,2004—2013 年我国农业生产效率为 0.954,对农业生产效率进行进一步分解,可以得到纯技术效率为 0.969、规模效率为 0.984,我国 31 个省(市、区)中,有 19 个地区属于 DEA 有效,占比 61.3%,说明这些地区农业生产过程中生产性资源的投入和产出都达到最佳配比,这些地区的技术效率和规模效率为同时有效;12 个地区为 DEA 非有效,占比 38.7%,其中甘肃省的农业生产效率最低,仅为 0.61,其次是山西省。从我国各省(市、区)农业生产效率来看,部分地区纯技术效率较低,从而拉低了全国农业生产效率,农业生产效率低主要是由纯技术效率和规模效率共同引起的,部分地区农业生产投入未能有效地促进产出。

3.2 我国各省(市、区)技术效率分解评价

从农业生产效率分解的纯技术效率和规模效率结果来看,19 个 DEA 有效的省(市、区)纯技术效率和规模效率均为最优,表明这些地区的农业生产投入个要素得到了较好的配置,即其农业投入和产出相对于其他地区来说属于 DEA 有效,在农业生产资源的利用水平、农业技术应用水平、农业种植者

教育水平等方面均实现与其生产需要和生产规模相适应的阶段。内蒙古、黑龙江、江苏、安徽、宁夏等省(区)造成 DEA 非有效主要是由规模效率非有效引起的,这些地区须要从加大人力资源配置、生产资料供给、扩大生产规模、加大投资力度和调整投资比例等方式实现该地区农业生产的规模效益。河北、山西、辽宁、江西、云南、甘肃、青海等省非 DEA 有效是由纯技术效率非有效和规模非有效共同引起的,这些地区农业生产的先天性条件较差,农业种植者生产技术较低、农业生产成本高、资源得不到优化配置。因此,这些地区须要加大农业技术的投入与推广程度,适当调整该地区的农业生产资源配置,以达到农业生产过程中的技术和规模均有效的理想状态。

表 3 为我国各省(区、市)农业生产效益规模阶段,是提高非 DEA 有效地区农业生产效率的重要参考依据,江西省和宁夏回族自治区的农业生产效率结合处于规模报酬递增阶段,增加农业生产资本、技术以及要素投入可以提升其农业生产效率水平;而河北、山西、内蒙古等 10 个省(区)处于规模报酬递减阶段,造成了规模不经济,须要合理调整各生产要素的投入。

4 基于 Malmquist 指数的生产效率动态分析

4.1 我国农业生产效率变化分析

运用 DEAP2.1 软件对 2004—2013 年我国 31 个省(市、

表2 2004—2013年我国各省(市、区)农业生产效率

地区	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模效益
北京	1.000	1.000	1.000	—
天津	1.000	1.000	1.000	—
河北	0.927	0.957	0.968	drs
山西	0.693	0.704	0.985	drs
内蒙古	0.968	1.000	0.968	drs
辽宁	0.863	0.895	0.964	drs
吉林	1.000	1.000	1.000	—
黑龙江	0.864	1.000	0.864	drs
上海	1.000	1.000	1.000	—
江苏	0.989	1.000	0.989	drs
浙江	1.000	1.000	1.000	—
安徽	0.946	1.000	0.946	drs
福建	1.000	1.000	1.000	—
江西	0.917	0.922	0.995	drs
山东	1.000	1.000	1.000	—
河南	1.000	1.000	1.000	—
湖北	1.000	1.000	1.000	—
湖南	1.000	1.000	1.000	—
广东	1.000	1.000	1.000	—
广西	1.000	1.000	1.000	—
海南	1.000	1.000	1.000	—
重庆	1.000	1.000	1.000	—
四川	1.000	1.000	1.000	—
贵州	1.000	1.000	1.000	—
云南	0.908	0.976	0.930	drs
西藏	1.000	1.000	1.000	—
陕西	1.000	1.000	1.000	—
甘肃	0.610	0.671	0.909	drs
青海	0.900	0.918	0.980	drs
宁夏	0.995	1.000	0.995	drs
新疆	1.000	1.000	1.000	—
全国	0.954	0.969	0.984	

注:“—”表示 DEA 有效;“drs”表示 DEA 非有效。

表3 我国各省(市、区)农业生产效率规模阶段

规模阶段	地区
递增	江西、宁夏
不变	北京、天津、吉林、上海、浙江、福建、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、四川、贵州、西藏、陕西、新疆
递减	河北、山西、内蒙古、辽宁、黑龙江、江苏、安徽、云南、甘肃、青海

区)的数据进行 Malmquist 指数分析,以 2004 年的数据为基数,得到我国分年的农业全要素生产效率指数的计算结果,结果见表 4、图 1。从我国农业全要素生产效率的总体水平来看,由表 4 可知,2004—2013 年我国的农业全要素生产效率呈上升趋势,平均 TFP 指数为 1.105,除了 2007 年、2011—2012 年,其他均为正向增长。10 年间我国农业生产效率上涨了 14.9%。

将表 4 中 2004—2013 年我国农业全要素生产效率的效率变化、技术效率、tfp 变化的变化趋势,利用数据点折线图表现出来(图 1)。

由图 1 可知,2004—2013 年我国农业全要素生产效率呈现波动上升之势;技术进步却呈现相反的变化趋势,尤其在 2008 年后逐年下降;其中,技术效率是农业全要素生产效率

表4 2004—2013年我国农业全要素生产效率分年 TFP 指数及分解

年份	技术效率	技术进步效率	纯技术效率	规模效率	全要素生产效率
2004	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2005	1.077	1.050	1.080	0.997	1.131
2006	1.132	1.004	1.094	1.035	1.136
2007	1.101	0.937	1.053	1.046	1.032
2008	1.031	0.997	1.018	1.012	1.028
2009	0.984	1.167	0.988	0.996	1.149
2010	0.987	1.166	0.990	0.997	1.151
2011	1.005	1.123	0.998	1.007	1.129
2012	0.998	1.049	0.998	1.000	1.046
2013	1.009	1.139	1.011	0.999	1.149
平均	1.007	1.097	1.006	1.001	1.105

下降的根本原因。我国农业全要素生产效率在近年来呈现不同的特点,2004—2008 年我国农业全要素生产效率在技术进步效率的拉动下上涨了 2.8%,但由于技术效率下降的滞后作用小于技术进步效率,因而未造成我国生产效率的下降。纯技术效率和规模效率下降是导致技术效率下降的原因,从而影响到我国农业全要素生产效率的提高。2008—2009 年我国农业全要素生产效率进入快速增长期,达到 12.1%,受规模效率快速提升的影响,导致 TFP 效率进入快速发展期。2008—2013 年我国农业全要素生产效率进入高效增长时期,增长速度不断加快,至 2013 年增长到 14.9%。因此,近年来我国农业全要素生产效率的提升主要是技术进步效率增长的结果,贡献度达 13.9%,而技术效率仅贡献了 0.7%。

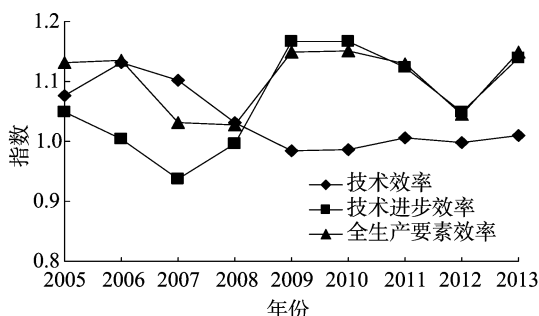


图1 2004—2013年我国农业全要素生产效率的技术效率、技术进步效率、全生产要素效率变化趋势

4.2 我国各省(市、区)的农业生产效率分析

从我国各省(市、区)的具体情况来看,将各省(市、区)农业全要素生产效率分为 4 种增长类型,即强有效增长型($TFP > 1.15$)、高有效增长型($1.15 \geq TFP > 1.1$)、弱有效增长型($1.1 \geq TFP > 1.05$)、低有效增长型($1.05 \geq TFP > 1$),并对我国各省(市、区)4 种类型进行分析(表 5)。

4.2.1 以甘肃省为代表的强有效增长型 处于强有效增长型的区域,其 TFP 值大于 1.150,表明 2004—2013 年这些地区的农业全要素生产效率在不断提升,提高幅度高于 15%,甘肃省、山东省和陕西省均属于该类型,占总数的 9.7%。从 TFP 分解来看,甘肃省的农业全要素生产效率的增长主要是由于技术效率的进步带动生产效率的提升,技术进步效率增长缓慢;而山东省和陕西省的农业生产效率的增长主要依靠技术进步效率的提升。

4.2.2 以湖南省为代表的高有效增长型 高有效增长型的

表 5 我国各省(市、区)农业生产效率 TFP 分解与增长类型汇总

地区	技术效率	技术进步效率	全生产要素效率	增长类型
北京	1.000	1.089	1.089	弱有效增长
天津	0.999	1.106	1.105	高有效增长
河北	1.008	1.117	1.126	高有效增长
山西	1.007	1.109	1.118	高有效增长
内蒙古	0.982	1.055	1.035	低有效增长
辽宁	1.000	1.084	1.084	弱有效增长
吉林	0.985	1.057	1.041	低有效增长
黑龙江	1.016	1.085	1.102	高有效增长
上海	1.000	1.073	1.073	弱有效增长
江苏	1.001	1.117	1.118	高有效增长
浙江	1.000	1.145	1.145	高有效增长
安徽	0.960	1.127	1.082	弱有效增长
福建	1.000	1.046	1.046	低有效增长
江西	0.980	1.101	1.079	弱有效增长
山东	1.000	1.194	1.194	强有效增长
河南	0.994	1.123	1.116	高有效增长
湖北	1.000	1.079	1.079	弱有效增长
湖南	1.000	1.145	1.145	高有效增长
广东	1.000	1.103	1.103	高有效增长
广西	1.000	1.077	1.077	弱有效增长
海南	1.000	1.044	1.044	低有效增长
重庆	1.000	1.121	1.121	高有效增长
四川	1.000	1.131	1.131	高有效增长
贵州	1.000	1.091	1.091	弱有效增长
云南	0.997	1.077	1.074	弱有效增长
湖南	1.000	1.145	1.145	高有效增长
陕西	1.000	1.159	1.159	强有效增长
甘肃	1.320	1.100	1.452	强有效增长
青海	1.012	1.086	1.098	弱有效增长
宁夏	1.001	1.102	1.102	高有效增长
新疆	1.000	1.052	1.052	弱有效增长
全国	1.007	1.097	1.105	高有效增长

TFP 值介于 1.100~1.150 之间,湖南、浙江、四川、河北等 12 个省(市、区)处于这一范围。说明在研究期间,处于此增长类型的地区农业全要素生产效率提高幅度在 10%~15% 之间,占总数的 38.7%。从 TFP 值分解来看,天津市和河南省的技术效率分别下降的了 0.1%、0.6%,但是资源配置效率的提升弥补了技术效率的下降,所以整体是上升的;浙江省、湖南省、广东省、重庆市、四川省的农业全要素生产效率的提升单纯是由规模效率的提升所引起;河北省、山西省、黑龙江省、江苏省、宁夏回族自治区农业全要素生产效率的提升得益于技术效率和技术进步效率的共同促进,相比较而言,技术进步效率贡献度更大。

4.2.3 以青海省为代表的弱有效增长型 弱有效增长型的 TFP 值介于 1.05~1.1 之间,共有青海、贵州、北京、辽宁等 11 个省(市、区)处于该范围之内,占总数的 35.5%。从 TFP 分解来看,主要是得益于技术进步效率的提升,其中安徽、江西、云南等省技术效率均有下降,北京、辽宁、上海、湖北、广西、贵州、新疆等省(市、区)技术效率保持不变,青海省的技术效率有所上升,技术进步效率的提升带动了该类地区的农业全要素生产效率,但由于技术进步效率上涨幅度有效,未能有效提升这些地区的农业全要素生产效率。

4.2.4 以福建省为代表的低有效增长型 低有效增长的 TFP 值是介于 1.000~1.050 之间,处于此区间的仅有福建

省、吉林省、河南省、内蒙古自治区和西藏自治区 5 个地区,占总数的 16.1%。2004—2013 年西藏自治区、海南省、福建省的农业全要素生产效率的仅增长了 3.8%,是技术进步效率的上升所带动的,但是增长幅度不大。内蒙古自治区和吉林省农业全要素生产效率较低,是由技术效率下降所引起的,虽然技术进步效率分别提升了 5.5% 和 5.7%,但由于提升幅度不大,没有办法弥补技术效率的下降,技术效率的下降主要是由规模效率的下降引起的,说明如果要提高该地区的农业生产效率,须要在增加农业生产要素的投入。

5 结论

本研究采用 DEA 模型的 Malquist 指数方法对我国 31 个省(市、区)2004—2013 年农业生产效率进行了动态分析,得到如下结论:第一,2004—2013 年我国农业生产效率均值为 0.954,包括 19 个 DEA 有效地区,12 个非 DEA 有效地区。说明我国部分省(市、区)农业生产要素投入比较合理,尤其在农业资源要素的使用上,如土地资源、劳动力、农业机械总动力、化肥、农药等利用率较高。就我国而言,规模效率和纯技术效率的下降是导致农业生产效率流失的主要原因。因此,对生产效率较低的省(市、区)应着重提高农业生产资源配置效率,通过扩大农业生产规模和提升农业科技含量来提高农业生产效率。第二,在这 10 年期间,我国农业全要素生产效率呈提升状态,增长了 10.5%,其主要贡献源自于技术进步效率的迅猛提升,达 10.9%,技术效率贡献度有所下降,但降幅较小,仅为 0.7%,并未对农业全要素生产效率的提升带来较大影响。通过对技术效率的进一步分解可知,技术效率上涨幅度较小主要是由纯技术效率与规模效率增长幅度过小引起的,为提高技术效率,须要从纯技术效率与生产规模效率 2 个方面同时改进,从而扭转我国农业全要素生产效率增长缓慢的局面。第三,根据我国 31 个省(市、区)农业生产效率及 Malmquist 指数分类测算结果可知,我国甘肃省、山东省、陕西省的农业全要素生产效率为强有效增长型;天津、河北、山西、黑龙江、江苏、浙江、河南、湖南、广东、重庆、四川、宁夏等省(市、区)为高有效增长型;北京、辽宁、上海、安徽、江西、湖北、广西、贵州、云南、青海、新疆等省(市、区)为弱有效增长型;内蒙古、吉林、福建、海南、西藏等省(区)为低有效增长型地区。因此,根据各地区农业生产的特点,对强有效增长型的地区而言,应加大对农业全要素生产效率弱、技术进步缓慢地区的技术推广以及经验分享力度;对低有效增长型的地区而言,应根据自身效率流失的原因合理改善资源配置以及资源投入等,提高区域农业全要素生产效率。

参考文献:

[1]魏权龄. 数据包络分析(DEA)[J]. 科学通报,2000(17):1793—1806.

[2]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(1):18—38.

[3]汪旭晖,刘 勇. 基于 DEA 模型的我国农业生产效率综合评价[J]. 河北经贸大学学报,2008(1):53—59.

[4]曾先峰,李国平. 我国各地区的农业生产率与收敛:1980—2005 [J]. 数量经济技术经济研究,2008(5):81—91.