

不同组织模式下农户生产效率研究 ——基于安溪农户的实证分析

管曦¹, 苏宝财¹, 谢向英²

(1. 福建农林大学经济学院; 2. 福建农林大学管理学院, 福建 福州 350002)

[摘要] 基于安溪的农户数据,文章使用数据包络分析法,分别构建共同前沿面和组前沿面,分析了不同组织模式下农户的技术效率和技术比率。研究结论显示,参与农民专业合作社农户间的效率差异较小,参与企业订单生产农户间的效率差异较大,但总体上参与农民专业合作社的农户技术效率较参与企业订单生产的农户低,主要原因在于参与企业订单生产的农户所采用的技术整体上优于参与农民专业合作社农户采用的技术。

[关键词] 生产效率; 组织模式; 农户

[中图分类号] F224

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-6922(2015)01-0028-06

[DOI] 10.13322/j.cnki.fjask.2015.01.006

Research on farmers' production efficiency in different organization modes ——An empirical analysis on farmers in Anxi County

GUAN Xi¹, SU Bao-cai¹, XIE Xiang-ying²

(1. College of Economics; 2. College of Management, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract: The data envelopment analysis is applied to construct group frontier and meta-frontier respectively and conduct comparative analysis on the production efficiency and technical ratios of farmers in different organization modes based on the data collected from Anxi County. The conclusion is that the difference in efficiency between farmers who are members of professional cooperatives is small, while the difference in efficiency between farmers who attend contract farming is large, the efficiency of farmers in contract farming is more than the efficiency of members in cooperatives, because the technology the contract farmers using is superior to the technology the cooperatives members using in the production.

Key words: production efficiency; organization mode; farmer

我国是一个以小农生产为主的国家,存在着大量在细碎化耕地上从事农业生产经营的农户,其在面对各类自然风险、参与市场博弈等方面存在着天然劣势。2013年中央一号文件提出要“努力提高农户集约经营水平,按照规模化、专业化、标准化发展要求,引导农户采用先进适用技术和现代生产要素,加快转变农业生产经营方式”。在我国现阶段提升农户生产经营组织化程度的过程中,龙头企业和农民专业合作社都发挥着重要作用,吸纳了大量农户。截至2012年3月,全国依法登记农民专业合作社达到55.2万家,实有入社农户为4300多万

户,约占农户总数17.2%,专业合作社作为农户横向联合的组织,正逐步由数量扩张向数量增长与质量提升并重的方向转变^[1]。全国各类农业龙头企业11万家,销售收入突破5.7万亿元,从业人员近3000万人,以龙头企业为主体的各类农业产业化组织多种形式带动农户约1.1亿户,其经营涉及农业生产、加工、流通多环节^[2]。我国农业围绕着产业链纵向和横向两个维度的扩张都在持续进行中。

对于农户来说,无论是参与农民专业合作社或与龙头企业合作,农户生产经营的约束条件都会发生改变,进而影响到农户的资源禀赋、技术水平、要素和延伸服务的获取,最终导致农户的资源配置效率可能会出现差异。从已有的文献来看,大多数研究着重于农民专业合作社内部社员与外部非社员间生产经营的对比分析,或是比较参与农业企业订单生产与不参与农户间的生产差异性,但这样的二分法,既忽略了农民专业合作社外部非社员中可能

[收稿日期] 2014-08-17

[基金项目] 国家社科基金青年项目(11CJY058);福建省科技厅软科学项目(2014R0017);福建省自然科学基金项目(2014J01258)。

[作者简介] 管曦(1978-),男,副教授,博士。研究方向:农业技术经济,茶叶经济。

包含参与农业企业订单生产的农户,又忽略了没有参与农业企业订单生产的农户可能具有的农民专业合作社社员的身份。参与农民专业合作社和参与农业企业订单生产后,农户所采取的技术必然不尽相同,不再符合采用数据包络分析法构建生产前沿面的严格约束条件之一:生产决策主体(DMU)必然是技术水平一致的单元,因此其研究结论也必然受到影响。共同前沿面的构建,以及在此基础上对不同技术特征的样本分别构建组前沿面来分析技术效率,最终测算不同组前沿面与共同前沿面的差距,成为研究不同技术特征样本技术效率的主要方法,为本文对比分析参与农业企业订单生产与参与农民专业合作社的农户之间技术效率的差异提供了支持。

一、国内外生产效率研究动态

针对生产效率的研究,Charnes 等最早提出通过线性规划方法构建观测数据的非参数分段前沿,再根据各个单元与分段前沿面的距离远近来计算效率^[3]。由于数据包络法在处理多项投入产出生产方面具有一定的优越性,也不需要事先设定函数形式,因而被广泛运用于实证研究中。Lemba 等对肯尼亚 5 组不同的农业干预下农户的生产效率进行分析,研究表明政府的干预对农业生产效率具有显著影响,灌溉用水的可得、生产资料投入的支持、与市场对接都对农户的生产效率具有显著的正向影响^[4];Therault 等对西非 3 个国家的棉农生产效率进行分析,结果显示:不完善的金融市场、棉花生产服务支持的欠缺和农户联保制度的负面体验,都导致棉农生产效率的下降。政府需要从更广的层面上提供有效的金融支持和信息服务、培育棉农组织及提升其管理水平,才能够有效提升棉农的生产效率^[5]。从国外的研究来看,研究方法和工具不断发展,逐渐由 DEA、SFA 测算生产效率扩展到构建共同前沿面来进行对比研究。在研究的结论及其政策建议上,国外的研究表明影响农户生产效率的因素既包括农户自身的特征变量,如受教育程度、从事生产年限等,也包括诸如资金和技术的获取、延伸服务和信息的提供、与市场的对接等政策因素。

从国内来看,自 20 世纪 90 年代以来,已经出现了越来越多研究不同农作物生产效率的相关文献,如玉米、小麦、棉花、水稻等。随着我国农业产业化进程的不断加快,对于农业产业化进程中不同

主体的生产效率问题,越来越多的学者给予关注。从企业的视角,万伦来等研究表明不同组织模式对龙头企业技术效率的影响程度不同,“公司+基地+农户”和“公司+专业合作组织+基地+农户”组织模式对龙头企业技术效率具有显著的正效应^[6];刘幸等对四川省 40 家农业产业化龙头企业投入产出的效率研究表明,不同类型的农业产业化龙头企业生产效率不同,实现适度规模经营和合理配置投入要素是提升我国农业产业化龙头企业的重要途径^[7];管曦等对中国精制茶企业生产效率的分析表明,不同所有制形式和不同地区的茶叶企业效率都存在明显差异^[8]。

基于农户的视角,屈小博从农户生产规模的差异^[9]、姜天龙等从农户粮食作物经营类型的差异^[10]、张海鑫等从农户耕地细碎化程度的差异^[11]分别进行了深入的研究,并得到一些富有启发性的结论。管曦等对比分析了参与合作社对茶农生产效率的影响,研究表明合作组织的统一生产经营使得合作社成员的技术潜在生产率高于非合作社成员,在劳动力、资本等要素的配置上,也显著优于非合作社成员^[12]。

综合来看,国内外对于农业生产中的生产效率问题都已经进行了较为深入的研究,也都得到了一些具有启发性的结论,这都对本研究的展开具有重要的借鉴作用。

二、生产效率测算模型的建立

(一) 模型理论介绍

效率测算是根据生产函数理论,运用线性规划法来进行分析。Battese 等通过构建随机共同前沿面来对不同技术水平的样本效率展开分析,但是由于该随机共同前沿面无法包络所有的生产前沿点,导致某些样本的生产效率被高估^[13]。为了对原有方法进行改进,Donnell 等提出了利用所有样本构建共同生产前沿面的方法^[14],其具体原理如下。

首先是利用所有的样本(不考虑不同样本间的技术差异性),构建一个共同前沿面。共同前沿面表示在现有的投入水平下,现有样本可以达到的最大产出量。在共同前沿面下,某个样本的投入产出可以定义为:

$$P(x) = \{y: (x, y) \in T_{all}\} \quad (1)$$

其中 T_{all} 表示现有的所有可行的技术水平, x 和 y 分别代表投入和产出, $P(x)$ 为生产函数。而距离函数,则表示为:

$$D(x, y) = \inf_{\theta > 0} \left\{ \theta > 0: \left(\frac{y}{\theta} \right) \in P(x) \right\} \quad (2)$$

如果一个样本的 $D(x, y) = 1$, 表示该样本处在共同前沿面上, 则可以认为其在现有的投入下获得了最大的产出, 因而是技术有效的。

由于通过所有的样本构建的共同前沿面, 包含了所有可行的技术水平。因此, 根据技术水平的差异, 可以将全部样本分成若干组, 每一组内的样本都采用相同的技术, 不同组之间的技术则存在显著差异。由于各组之间在资源禀赋、制度和环境的约束上存在显著差异, 导致某一组内的某一样本不能自由选择到其他组, 而只能使用现有组内的技术, 除非样本能够改变以上的约束条件。

对每一组的所有样本, 再构建组前沿面, 假设总样本可以根据技术水平的差异分成 K 组, 则第 K 组的技术水平为 T_k , 在组前沿面下该组的生产函数 $P_k(x)$ 可以定义为:

$$P_k(x) = \{y: (x, y) \in T_k\} \quad (3)$$

相应的距离函数为:

$$D_k(x, y) = \inf_{\theta > 0} \left\{ \theta > 0: \left(\frac{y}{\theta} \right) \in P_k(x) \right\} \quad (4)$$

由以上的分析可以得出, 由于现有的样本不可能穷尽所有的技术水平, 故共同前沿面必然是一个凸出的前沿面, 其会包络所有的组前沿面。

假设某个样本针对共同前沿面的距离函数 $D(x, y) = 0.5$, 由于技术效率 $TE(x, y) = D(x, y)$, 则说明该样本目前的产出只是最大产出的 50%, 可以通过改进技术在投入不变的情况下增产 1 倍。同时该样本又属于某一组前沿面, 意味着在该组的技术水平下 $TE_k(x, y) = D_k(x, y)$, 如果 $TE_k = 0.8$, 则意味着在该组的技术水平下, 该样本目前的产出仅为最大产出的 80%。 $TE(x, y)$ 和 $TE_k(x, y)$ 的比值表示为 $MTR_k(x, y) = 0.5/0.8 = 62.5\%$, 说明该样本在现有技术水平下的最大产出只是在所有技术水平下最大产出的 62.5%, $MTR_k(x, y)$ 即是技术比率。因此:

$$TE(x, y) = TE_k(x, y) \times MTR_k(x, y) \quad (5)$$

所以, 根据共同前沿面计算出的不同样本的技术效率值, 可以被分解为两部分: 一部分是根据投入产出情况测算该样本到组前沿面的距离即 $TE_k(x, y)$; 另外一部分则是测算该样本所属的组前沿面到共同前沿面的距离即 $MTR_k(x, y)$ 。因此, 要提升某个样本的技术效率, 既可以考虑改善这一样本在该组中的表现, 缩小其与该组前沿面的距离, 又

可以考虑缩小该组前沿面与整个产业共同前沿面的距离, 达到其生产效率的改进。对政策制定者来说, 这就需要将样本分成不同的组别, 识别出哪种方式能够更为有效地提升样本的生产效率, 从而采取针对性的政策安排, 而不是采取“一刀切”的措施。

(二) 指标说明

在产出指标方面, 本文选择茶农的产值和产量。同时选择这 2 个指标, 原因在于我国的农业生产正在逐渐由追求数量的外延式扩张向追求品质提升的内涵式发展方向转变, 如果单纯以产量作为产出指标, 将无法分析由于效率改善导致品质提升所带来的产品价格上涨及产值的增加。在本文中茶叶产量 Y_1 是茶农茶园面积上获取的所有鲜叶加工后的毛茶数量, 茶叶产值 Y_2 是茶农通过各种渠道销售后的所有茶叶收入。

在投入指标方面, 则选择化肥和农药费用 X_1 、其他费用 X_2 、劳动力工时 X_3 、农户茶园面积 X_4 等。化肥和农药具体指茶农茶园中所使用的所有化肥和农药的总额, 当一个农户使用品质更好的化肥(如有机肥)替代原有化肥(无机肥)时, 投入的数量并没有发生变化, 但投入的品质却有所提升, 使用金额就可以反映这种投入生产资料品质的变化。其他费用包括加工过程中的原料费、茶园生产中的机械费用等。劳动力工时选择使用加总折合为成本后的劳动力投入费用, 因为茶叶生产加工环节的劳动力投入存在显著差异, 如采茶工人工作一天大致为 100 ~ 200 元, 而做茶师傅的工资则远远大于这个费用, 使用劳动力投入费用可以将这种劳动力性质的不同给显现出来。

需要说明的是, 我国农业产业化仍在快速发展, 理论上存在农户部分参与龙头企业订单生产或农民专业合作社, 即在参与之外仍然保持自己的独立生产, 以实现投机行为。但是, 考虑到现实经济中我国农户参与订单生产和农民专业合作社的违约率都十分高, 龙头企业和农民专业合作社的约束力较低, 农户部分参与的激励明显不足。因此, 本文所讨论的农户都是全部参与农业龙头企业订单生产或是农民专业合作社生产的农户。

三、实证分析

(一) 样本统计性描述

本文数据来自于 2013 年 7 - 8 月在福建省安溪县的调研。之所以选择福建安溪, 一方面是因为

安溪茶产业的纵向延伸和横向整合都较为明显,目前安溪全县有1034家茶叶专业合作社^[15],以及多家全国知名的茶叶加工企业,这使得茶农在面对农民专业合作社或企业订单生产时具有一定的选择性。另一方面,本文虽然是对截面数据的横向对

比,但为了减少其他非组织模式因素(如参与订单生产或农民专业合作社时间长短的差异)对茶农生产效率的影响,尽可能保持参与不同组织模式初始时间的一致性,安溪丰富的茶农数量为实现这一可能提供了珍贵的样本。

表1 样本统计性描述

Table 1 Statistical description of samples

指标说明	农民专业合作社社员 N=110				订单生产农户 N=96			
	最小值	最大值	平均值	标准差	最小值	最大值	平均值	标准差
茶叶产量/kg	500	6400	2365	1245	600	11000	3636	2397
茶叶产值/元	13000	115000	43945	20120	20500	160000	65728	29134
机械及燃料费/元	470	37000	10564	7315	2500	43000	14893	9701
农户茶园面积/hm ²	0.12	1.00	0.49	0.17	0.28	1.73	0.72	0.27
劳动力工时费/元	1800	55000	11413	9249	2200	85000	16462	12709
化肥农药费/元	2000	25000	10096	5444	3000	45000	15306	8414

通过实地调研,共获取206个有效样本,其中农民专业合作社社员110个,订单生产农户96户。由表1可见,参与订单生产农户的茶叶产量和产值均值分别达到3636kg和65728元,大于农民专业合作社社员的2365kg和43945元。在投入方面,订单生产的农户也较农民专业合作社社员更高。但是考虑到订单农户的茶园面积更大,当考虑到单位面积的投入产出后,订单农户的机械及燃料费和劳动力工时费都低于农民专业合作社社员,而化肥农药费则高出农民专业合作社社员近3%。

(二) 农户在不同组前沿面下的技术效率分析

将相关的数据按照以上的分析过程进行分析(表2)。如果以各自独立的数据构建成的生产可能前沿来看,农民专业合作社社员技术效率的均值

为0.838,纯技术效率为0.932,均显著大于订单生产农户的0.826和0.890。这说明在农民专业合作社社员内部,不同成员间的技术效率差异较小,由于参与农民专业合作社的农户大多生产规模较小,参与合作社后,社员在生产资料供给上都接受相同的指导,故导致不同社员与生产前沿面的差距并不大,整体技术效率较高,仅有6个样本的技术效率小于0.7。参与企业订单生产的农户,生产较之农民专业合作社社员具有更大的独立性,并不完全按照企业提供的生产资料和技术指导进行生产,导致不同农户与最具效率农户构成的前沿面之间差距较大,技术效率较低,仅低于0.8的农户样本就占到总量的37.5%。

表2 组前沿面下农户的技术效率

Table 2 Technical efficiencies of farmers under the meta-frontiers

农户类型	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模有效/个	规模递增/个	规模递减/个
农民专业合作社社员	0.838	0.932	0.901	11	57	42
订单生产农户	0.826	0.890	0.928	10	77	9

需要说明的是,由于订单生产农户的生产规模相对于农民专业合作社社员来说较大,导致双方使用的技术在规模效率和规模效应方面存在显著差异。从表2可以看出,订单生产农户大多倾向于规模化生产经营,所有样本中有80%(77个)处于规模报酬递增阶段,说明现有的技术能够在更大的规模上更好地配置资源,所以其规模效率较高。而农民专业合作社社员大多规模偏小,采用的技术偏向于在较小的规模上优化资源,如合理配置生产资料和劳动力投入比等,因此并不完全适用于较大的生产规模,其中有42个农户处于规模报酬递减阶段,

说明使用现有的技术扩大规模后,报酬将随规模增加而递减。

正如前文所述,由于这里的前沿面只是根据各自不同组构建的组前沿面。因此,严格意义上来说,二者的效率并不具有可比性,需要通过构建共同前沿面展开进一步分析。

(三) 农户在共同前沿面下的效率分析

当将所有样本放在一起构建共同前沿面的情况下,可以看出订单生产农户的技术效率、纯技术效率和规模效率分别为0.807、0.842和0.958,明显大于农民专业合作社社员(表3)。由于是基于

共同前沿面得到的效率值,二者之间的效率具有可比性。因此,考虑到所有可供使用的生产技术,较之于农民专业合作社社员,订单生产农户利用现有的技术在资源配置上更为有效,各项效率值都显著大于农民专业合作社社员。

从农户的效率分布来看,农民专业合作社社员在共同前沿面下的效率较之组前沿面出现了显著的变化,小于0.7的样本增加到32个,而大于0.9

的样本由32个减少到13个。当将可供使用的技术扩展到包括订单生产农户使用的技术后,农民专业合作社社员的效率明显下降,相较于订单生产农户,农民专业合作社社员效率更低。如果进一步考虑到订单生产农户使用的技术具有规模效应后,农民专业合作社社员的规模递增也较之组前沿面下出现大幅增加,由57个增加到91个。

表3 共同前沿面下农户的技术效率

Table 3 Technical efficiencies of farmers under the meta-frontier

农户类型	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模有效/个	规模递增/个	规模递减/个
农民专业合作社社员	0.768	0.830	0.926	15	91	4
订单生产农户	0.807	0.842	0.958	10	64	22
均值	0.786	0.839	0.939	-	-	-

由于在共同前沿面下不同农户间的效率具有直接可比性,由此可见,相较于订单生产农户,农民专业合作社社员的效率值更低。

(四) 农户技术比率和效率差异来源的分析

根据前面的公式5,将上面计算出的组前沿面和共同前沿面下的效率值代入其中(表4)。由下表可得,订单生产农户的技术比率大于农民专业合作社社员,说明订单生产农户的组前沿面距离共同前沿面更近,订单生产农户中最有效率的样本与所有样本中最有效率的最优产出仅相差2.14%。农民专业合作社社员的组前沿面离共同前沿面较远,其最有效率的样本仍然有8.08%的潜在增长空间。

表4 订单生产农户和农民专业合作社社员的技术比率

Table 4 Technical ratios of contract farmers and cooperative members

农户类型	技术比率	纯技术比率
农民专业合作社社员	0.9192	0.8915
订单生产农户	0.9786	0.9440

共同前沿面下订单生产农户的效率值高,主要的原因在于其技术比率值高,在农民专业合作社社员和订单生产农户使用的所有技术中,订单生产农户采用的技术离前沿面更近,其进一步通过技术创新来提升效率空间有限。但订单生产农户在组前沿面下的效率值不高,说明参与订单生产的很多农户仍然没有采用先进的技术,加快先进技术在订单生产农户中的采用率,特别是通过一些大户的示范作用或订单企业的积极引导来加以推广,对于订单生产农户的技术效率提升具有重要的意义。

反观农民专业合作社社员的效率之所以低,主要的原因在于农民专业合作社社员现有的技术距离共同前沿面仍然较远,通过技术的改进和创新,缩小农民专业合作社社员的组前沿面与共同前沿面的

距离,对于农民专业合作社社员来说更为重要。

四、研究结论及对策建议

(一) 研究结论

本文分别利用福建安溪参与订单生产农户和农民专业合作社社员的截面数据,通过构建组前沿面和共同前沿面对不同农户间的技术效率和技术比率进行了对比分析。研究显示,在农民专业合作社社员内部,农户的技术效率均值达到了0.838(CRS)和0.932(VRS),由于农民专业合作社内部实现种植生产加工和销售的统一管理,其不同社员间基本采用相同的技术,导致技术差异明显不大。在参与订单生产的农户中,其技术效率均值分别为0.826(CRS)和0.890(VRS),订单生产农户内部不同成员间的技术差异较大,很多农户与处于前沿面农户间仍然存在较大差距。

但基于共同前沿面的分析得出的结论则显示,在共同前沿面下,农民专业合作社社员的技术效率仅为0.768,低于订单生产农户的0.807。说明当考虑到现有所有可用的技术后,订单生产农户这一群体的技术较之农民专业合作社社员,在资源配置上更为有效。

农民专业合作社社员的技术比率为0.9192,也显著低于订单生产农户的0.9786,说明农民专业合作社社员通过进一步改进生产技术,其效率提升的空间较之订单生产农户更大。

(二) 政策建议

我国农业要加快向又好又快的发展方向转变,农业生产效率的提升必不可少,而技术进步创新和技术普及推广对于农户生产效率的改进都具有重要作用。但不同组织模式下农户生产效率的改进

途径并不相同,这就需要考虑到农户的具体组织模式以出台相应政策。

1. 对于订单生产农户来说,要加快先进技术在订单生产农户中的推广与应用。政府可以通过评选示范户来鼓励大户的示范作用,或是在税收上将优惠政策与农业订单企业的技术推广力度挂钩,引导农业订单企业成为先进技术的传输带,以实现农户生产效率的提升。

2. 对于农民专业合作社来说,政府应该积极鼓励科研机构 and 高校介入农业生产领域,立足于福建茶产业的实践和农民专业合作社的发展,通过改进和创新,研发出适用于农民专业合作社发展的生产技术,以提升农民专业合作社社员的生产效率。

[参考文献]

- [1] 陈晓华. 陈晓华副部长在全国农民专业合作社经验交流会议上的讲话[EB/OL]. (2012-07-13) [2014-08-13]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/NCJJTZ/201207/t20120713_2786822.htm.
- [2] 何敏. 农业部:龙头企业占“菜篮子”产品供给量2/3以上[EB/OL]. (2012-03-26) [2014-08-13]. <http://finance.chinanews.com/cj/2012/03-26/3771988.shtml>.
- [3] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring efficiency of decision making units [J]. *European Journal of Operational Research*, 1978(2): 429-444.
- [4] LEMBA J, DHEASE M, DHEASE L, etc. Comparing the technical efficiency of farms benefiting from different agricultural interventions in Kenya's drylands [J]. *Development Southern Africa* 2012(29): 287-301.
- [5] THERIAULT V, SERRA R. Institutional environment and technical efficiency: a stochastic frontier analysis of cotton producers in West Africa [J]. *Journal of Agricultural Economics* 2014(65): 383-405.
- [6] 万伦来, 马娇娇, 朱湖根. 中国农业产业化经营组织模式与龙头企业技术效率——来自安徽农业综合开发产业化经营龙头企业的经验证据[J]. *中国农村经济*, 2010(10): 27-35.
- [7] 刘幸, 肖洪安. 基于DEA模型的四川省农业产业化龙头企业生产效率分析[J]. *西南农业大学学报: 社会科学版* 2012(8): 24-28.
- [8] 管曦, 杨江帆. 中国精制茶加工企业技术效率的分析[J]. *茶叶科学* 2011(2): 160-165.
- [9] 屈小博. 不同规模农户生产技术效率差异及其影响因素分析——基于超越对数随机前沿生产函数与农户微观数据[J]. *南京农业大学学报: 社会科学版* 2009(5): 27-35.
- [10] 姜天龙, 郭庆海. 不同粮作经营类型农户粮食生产效率差异分析——以吉林省公主岭市玉米种植农户为例[J]. *吉林农业大学学报* 2012(2): 348-354.
- [11] 张海鑫, 杨钢桥. 耕地细碎化及其对粮食生产技术效率的影响——基于超越对数随机前沿生产函数与农户微观数据[J]. *资源科学* 2012(3): 903-910.
- [12] 管曦, 谢向英. 参与农民专业合作社对农户生产效率的影响——基于福建省的实证分析[J]. *福建农林大学学报: 哲学社会科学版* 2013(3): 6-10.
- [13] BATTESE G E, RAO D S P. Technology potential, efficiency and a stochastic metafrontier function [J]. *Int J Bus Econ* 2002(1): 429-444.
- [14] CHRISTOPHER J D, RAO D S P, BATTESE G E. Meta-frontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios [J]. *Empirical Economics*, 2008(34): 231-255.
- [15] 赵晶. 安溪茶叶专业合作社数量破千[N]. *海峡都市报* 2014-08-07(C7).

(责任编辑: 林小芳)