

我国烟草种植业的效率评价

蔡瑞林¹, 陈万明¹, 朱广华¹, 朱志远¹, 王琳²

1 南京航空航天大学经济与管理学院, 江苏南京江宁区将军大道29号 211106;

2 江苏省烟草公司, 南京市长江路168号 210018

摘要: 运用全国农产品成本收益资料, 采用数据包络分析方法, 测算了2004年至2013年的烤烟种植效率、全国20个主要省市的烤烟种植效率、非DEA有效决策单元的效率差距。结果表明: 多数年份处于规模收益不变或规模收益递增状态; 全国烤烟种植效率存在地区差异, 13省区有着不同程度的投入冗余和产出不足现象; 不同产出指标选择对综合效率测算结果造成较大影响, 反映了不同省市国家利益和烟农利益之间取向的相对偏向。在此基础上, 采用多元回归模型探讨了种植综合效率的影响因素, 发现产值对综合效率具有显著正向影响; 物质和服务费用、人工成本、土地成本3个投入要素与综合效率存在显著负向影响, 说明在其他影响因素不变的前提下, 单纯增加任一投入要素会造成综合效率的下降; 现金收益对综合效率存在不显著的正向影响。最后根据研究结论提出四点政策建议。

关键词: 农业生产效率; 烟草; 数据包络分析; 回归分析; 农业现代化

引用本文: 蔡瑞林, 陈万明, 朱广华, 等. 我国烟草种植业的效率评价 [J]. 中国烟草学报, 2015, 21 (4)

我国是全球烟草第一大国, 2013年烟草行业全年实现工商税利9559.86亿元, 同比增长10.53%; 全年上缴财政总额8161.22亿元, 同比增长13.9%; 烟农种烟总收入623亿元, 同比增长6%^[1]。烟叶生产环节的利润分配仅占卷烟加工、流通的6.52%, 比2012年的6.78%下降0.26%。由于烟草种植业位于产业链的初端, 也是烟草产业发展的基础, 烟草行业的发展离不开烟草种植业。当前, 我国烟草行业面临烟草农业的现代化转型和烟农增收问题。对烟草种植效率进行恰当评价, 不仅有助于更好实现烟草行业“国家利益至上、消费者利益至上”的使命, 也有助于保证稳定优质烟叶来源和推进烟草农业的现代化发展。

1 文献综述

农业生产效率的评价主要包括生态效率^[2-3]和生产效率^[4-5]两个方面。由于包括随机前沿分析在内的参数方法缺点是生产函数的确定具有主观性, 故比较认可的方法是采用数据包络分析; 由此, 指标和模型的选择成为农业生产效率评价的关键。关于农业生产

效率评价, 针对巴西农业的研究证明了化肥等物料投入、土地和劳动要素等因素对农业产出效率存在显著影响, 且技术效率存在较大的提升潜力^[6]; 类似地, 中国浙江省和巴基斯坦旁遮普邦的实证研究均验证了现代农业公共设施投入、农业科技投入能够显著促进地区的农业生产效率^[7-8]。国内在测算农业生产效率时也将耕地、资本投入和劳动力作为投入指标, 而产出指标为农业总产值^[9]; 也有将农业从业人员数量、播种面积、化肥使用量、农业机械总动力作为投入指标, 将农业总产值、农业生产家庭收入作为产出指标^[10]。关于模型选择, 主要采用投入导向的BCC(规模收益可变)模型^[4-5]; 此外, 也有学者在此基础上采用多个DEA(Data Envelopment Analysis, 数据包络分析)模型、结合Malmquist生产率指数进行多阶段分析^[11-12]。

目前, 烟草农业的相关研究主要集中于农业科技领域, 而烟草农业经济的研究主要集中在烟农合作社的运行^[13]上, 相关研究试图通过烟叶生产组织形式的变革提高烟草种植效率, 但因为缺乏实证数据难以

基金项目: 2014年江苏省普通高校学术学位研究生科研创新计划项目: 江苏农村土地流转模式的创新研究(KYZZ_01012014101); 2015年江苏省高校哲学社会科学一般项目: 农村土地流转与江苏农业转移人口阶梯式市民化(2015SJB500)

作者简介: 蔡瑞林(1970—), 博士研究生, 教授, 从事农业经济与管理研究, Email: cairuilin@163.com

通讯作者: 陈万明(1956—), 博士, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 农村经济与公共管理, E-mail: cwmnuuaa@163.com

收稿日期: 2014-11-16

获得令人信服的结论。除此之外,也有针对特定地区开展烤烟适宜种植规模的定量分析^[14],还有如何实现烟叶精益生产的路径探讨^[15]。但是,相关研究要么局限于特定区域的烟草农业的经验性总结,要么局限于微观调查数据存在研究结论的普适性问题,如何利用大范围、长时间的统计数据研究我国烟草种植的整体效率显得十分必要。

综上所述,农业生产效率的评价已经引起较多的关注,而且研究方法多采用认可度较高的 DEA 非参数技术效率分析方法,这些成果对于特定农作物的种植效率研究提供了有益借鉴。就烟叶生产而言,目前一方面面临烟草农业的现代化转型,必须逐步改变“小农生产、分散种植、粗放经营、人畜作业”的传统烟草种植模式,继而转向规模化种植、集约化经营、专业化分工、信息化管理的烟草农业现代化,为烟草农业的可持续发展奠定基础。另一方面,大部分烟草种植地区仍然面临脱贫致富的挑战,只有让烟农共享烟草行业的发展红利,才能根本上解决“有人种烟”和“愿意种烟”的难题。

2 研究方法

2.1 模型选择

自第一个数据包络分析模型 CCR (规模收益不变模型) 提出以来^[16],DEA 分析技术迅速推广至医疗卫生、公共交通、能源环境、农业生产等各个领域,主要研究多个输入指标和多个输出指标决策单元 (Decision Making Unite, DMU) 之间的相对规模有效与技术有效。CCR 模型未考虑投入产出的规模报酬变化,仅能计算决策单元的综合效率,其线性规模模型表示为:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max \theta = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \\ s.t. \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\ u_r \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ v_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{array} \right. \quad (1)$$

把每个省(直辖市)视作决策单元(DMU), θ_j 为每个 DMU 烟草种植的综合效率,并界定:

$$\theta = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1 \quad (2)$$

式中: X_{ik} 和 Y_{rk} 分别为 DMU_k 的第 i 个投入量和第 r 个产出量, V_i 和 U_r 分别为 m 项投入 s 项产出的非负权重。这一非线性规划模型的含义在于:在使所有 DMU 的种植效率值都不超过 1 的条件下,使被评价 DMU 的效率值最大化,模型确定的权重 U 和 V 是对被评价 DMU_k 最有利的。因此,式(1)是对被评价 DMU 的无效率状况作出的一种保守估计。

用 CCR 模型测算综合效率小于 1 时,说明该 DMU 的现有投入产出组合并非是最优组合,这可能是由于技术因素造成的,也有可能是规模因素造成的,于是 Banker 等在 CCR 模型基础上提出规模报酬可变的 BCC 模型,可以将 CCR 模型测算的综合效率分解为技术效率和规模效率^[17]。

在国家烟草局“宏观控量”的调控下,烟草种植面积稳中略降,预计 2015 年将降至 1580 万亩。与此同时,烟草种植方式和生产服务体系也发生着变化,烟农合作社逐步取代传统小农烟草种植模式,农地流转下烟草种植实现了适度规模经营;特别地,随着近年来烟草公司对烟叶生产基础设施大额的资金投入,烟草种植的科技服务体系越来越完善,两方面因素使得有必要考虑不同年份之间的规模效率与技术效率。因此,采用 CCR 模型测算特定年份烟草种植的综合效率,并用 BCC 模型将综合效率分解为技术效率和规模效率,一方面剖析烟草种植生产管理方式、科技等因素对综合效率的影响;另一方面剖析烟草种植投入资源数量对综合效率的影响。此外,由于烟叶生产“既要控得住,又要稳得住”,实行严格的计划种植和计划收购专卖制度,研究关注的是在保证烟草产量和品质的条件下,达到技术有效时资金、土地、劳动等各项投入应该减少的程度,故采用投入导向模型进行测量。

2.2 指标选择

土地、劳动和资本是生产的三个基本要素,文献[5-7]等农业生产效率的评价同样把这三个要素作为指标。结合烟草种植的特殊性,把烟叶生产过程中发生的育苗、化肥、地膜、农药、烤煤等物资成本,以及机耕、培土、统防统治、施肥盖膜、编烟、烘烤、采烟、分级等专业化服务费视作资本投入;把烟草栽培过程中的家庭用工和雇工费用视作劳动投入;把烟叶种植承包地和流转获得的农地视作土地投入。

烟叶由各地烟站定点统一收购,收购价格由政府

物价部门会同烟草专卖行政主管部门分等定价，因此每亩产值反映了每亩产量和烟叶品质两项属性，可以作为产出指标；显然，在专卖制度下，烟叶每亩产值的产出指标主要体现了政府宏观调控的诉求。此外，烟农在种植过程中付出物质消耗费用、雇工费用和土地流转租金等现金成本，每亩产值扣除每亩现金成本后得到了现金收益，结合文献 [11] 产出指标的选择，可以把每亩现金收益作为第二项产出指标；显然，每亩现金收益的产出指标主要反映了烟农种植的利益。

利用 DEA 模型进行效率测算时投入量与产出量之间具有同向性，即投入量的变化能够引起产出量同方向的变化。取 2004-2013 年各省（直辖市）烤烟种植的 186 个样本，对 3 个投入指标和 2 个产出指标进行相关性分析，结果如表 1 所示：

表 1 烤烟种植投入指标和产出指标的相关性分析
Tab.1 Pearson correlation coefficient of input and output in tobacco planting

指标	物质与服务费用	人工成本	土地成本
产值	0.864**	0.866**	0.741**
现金收益	0.663*	0.821*	0.544*

注：*、**、*** 分别表示变量在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著。
数据来源：《全国农产品成本收益资料汇编 2007》、《全国农产品成本收益资料汇编 2014》。

表 1 显示烤烟种植的 3 个投入指标和 2 个产出指标均能通过必要的显著性检验，因此投入指标对烤烟种植产出具有同向性，能够影响烟草种植的有效产出。

我国烟草种植品种主要包括烤烟、白肋烟、香料烟和晾晒烟等，但烤烟的产量占全国烟叶总产量的 90% 以上，以烤烟生产作为研究对象基本能够代表全国烟草农业的整体概况。每亩物质与服务费用、人工成本和土地成本 3 项投入指标，每亩产值、现金收益 2 项产出指标，均可以通过《全国农产品成本收益资料汇编 2007》、《全国农产品成本收益资料汇编 2014》查阅获得，而且原始数据单位统一是元 / 亩。此外，我国烟草种植主要集中于云南、贵州、河南、湖南等 20 个省（直辖市），DMU 的数量与指标之间的关系满足 $n \geq \max \{ \text{投入指标数} \times \text{产出指标数}, 3 \times (\text{投入指标数} + \text{产出指标数}) \}^{[18]}$ ，因此模型能够区分相关省（直辖市）的烟草种植效率。

3 结果与分析

3.1 近年烤烟种植的效率评价

我国农产品成本核算指标体系经历过四个阶段的变迁，每个阶段的变迁除了在指标设置上有所不同，而且在核算方法、记录方面也存在差异^[19]。为了保证测算口径的统一，选取出 2004-2013 年烤烟种植 5 个指标的原始数据。采用投入导向的 CCR、BCC 模型，应用 MaxDEA6.4 软件测算得到烤烟种植的综合效率值、技术效率值和规模效率值^[20]，结果如表 2 所示。

表 2 2004-2013 年全国烤烟种植效率平均值
Tab.2 Average efficiency of tobacco planting nationwide from 2004 to 2013

年份	综合效率	技术效率	规模效率	权重系数之和	规模收益
2004	1.000	1.000	1.000	1.000	规模收益不变
2005	0.969	0.975	0.994	0.967	规模收益递增
2006	0.858	0.880	0.975	0.796	规模收益递增
2007	0.909	0.910	0.998	0.818	规模收益递增
2008	1.000	1.000	1.000	1.000	规模收益不变
2009	0.928	0.965	0.962	1.053	规模收益递减
2010	0.894	0.895	0.999	0.898	规模收益递增
2011	0.920	0.920	1.000	0.981	规模收益递增
2012	1.000	1.000	1.000	1.000	规模收益不变
2013	1.000	1.000	1.000	1.000	规模收益不变

数据来源：《全国农产品成本收益资料汇编 2007》、《全国农产品成本收益资料汇编 2014》。

其中综合效率是指获得当前烤烟种植产出水平的理想最小投入与实际投入的比率,表2显示2010年的烤烟综合效率最低,而2004年、2012年和2013年的烤烟的投入效率较高。技术效率主要反映了烤烟种植中的病虫害预防、科学施肥、品种筛选、农机推广等纯技术运用的有效程度,随着近年来优质烟叶生产科技示范基地建设、烟草行业中长期科技发展规划的落实,2012年、2013年烤烟种植的纯技术效率值为1,这反映技术效率得到了提高。规模效率反映烤烟种植平均规模对投入产出的影响程度,农村承包地的自发流转和地方政府主导的农地规模化集中促使烟叶生产规模化程度逐步提高,例如2013年种烟农户为184万户,比1998年减少了460万户,但2013年的户均种烟规模为11.37亩,比1998年增加了9亩^[21];

表2规模效率系数差异较小,特别是2010年-2013年的效率值近似为1,说明烟草的规模化种植逐渐带来了规模效率。在投入导向包络模型中,各DMU生产技术的规模收益可以根据 $\Sigma \lambda^*$ (权重系数之和)进行判断^[22], $\Sigma \lambda^* < 1$ 说明该年份的烟草种植处于规模收益递增状态, $\Sigma \lambda^* = 1$ 说明说明处于规模收益不变状态, $\Sigma \lambda^* > 1$ 则是转入规模收益递减状态,表2显示除2009年处于规模收益递减状态以外,其余年份烟草种植均处于规模收益不变或规模收益递增状态。

3.2 全国烤烟种植效率的地区比较

3.2.1 全国烤烟种植效率的地区差异分析

仍然选择投入导向模型,利用2013年各地烤烟种植3个投入指标和2个产出指标统计数据,测算结果如表3所示。

表3 2013年全国20个地区的烤烟种植效率
Tab.3 Efficiency of tobacco planting in 20 provinces in 2013

地区	综合效率	技术效率	规模效率	权重系数之和	规模收益	综合效率聚类结果
河北	1.000	1.000	1.000	1.000	规模收益不变	I
内蒙古	1.000	1.000	1.000	1.000	规模收益不变	I
辽宁	0.961	0.966	0.995	0.967	规模收益递增	II
吉林	0.994	1.000	0.994	0.957	规模收益递增	I
黑龙江	1.000	1.000	1.000	1.000	规模收益不变	I
安徽	0.775	0.863	0.898	0.799	规模收益递增	III
福建	0.828	0.876	0.945	0.830	规模收益递增	III
江西	1.000	1.000	1.000	1.000	规模收益不变	I
山东	1.000	1.000	1.000	1.000	规模收益不变	I
河南	0.940	0.972	0.967	1.067	规模收益递减	II
湖北	0.818	0.876	0.933	0.845	规模收益递增	III
湖南	0.846	0.862	0.981	0.946	规模收益递增	III
广东	0.914	0.996	0.918	0.870	规模收益递增	II
广西	0.769	0.864	0.890	0.782	规模收益递增	III
重庆	0.904	1.000	0.904	0.759	规模收益递增	II
四川	0.914	1.000	0.914	0.808	规模收益递增	II
贵州	0.788	0.970	0.812	0.675	规模收益递增	III
云南	0.840	0.854	0.984	0.933	规模收益递增	III
陕西	1.000	1.000	1.000	1.000	规模收益不变	I
甘肃	1.000	1.000	1.000	1.000	规模收益不变	I

数据来源:《全国农产品成本收益资料汇编2014》

表 3 显示全国 20 个省（直辖市）烟草种植效率的综合效率值存在差异,如果进一步作分层聚类分析,聚类方法选择组间连接法,距离和相似性测度方法采用欧氏距离平方,进行 3 类 Q 型聚类,发现河北、内蒙古、吉林、黑龙江、江西、山东、陕西、甘肃等 8 个省份的综合效率值为较高的一类地区,辽宁、河南、广东、重庆、四川等 5 个省（直辖市）的综合效率值为中等的二类地区,而安徽、福建、湖北、湖南、广西、贵州、云南等 7 个省份的综合效率值为较低的三类地区,当然聚类结果只是说明各省（直辖市）种植效率的相对等次。就规模收益而言,江西、山东等 7 个省份处于规模收益不变状态,贵州、云南等 12 个省（直辖市）处于规模收益递增状态,只有河南处于规模收益递减状态。由于规模收益是指各区域当期烤烟种植投入规模的变化与其引起的产出规模变化之间的关系,因此贵州、云南等 12 个规模收益递增的省（直辖市）可适当扩大投入规模,江西、山东等规模收益不变的 7 个省份宜维持当前投入规模,而规模

收益递减的河南则宜减少投入规模。

需要补充的是,表 3 中综合效率值较高的一类地区,这些省份烟草种植面积相对较小,低产烟田进一步缩减,投入较少而使得效率较高。而烟草种植较为集中的云南、贵州、四川、河南、福建、湖南和重庆七个省（市）,2013 年烤烟种植的综合效率稍低,这可能是由于烤烟种植存在投入产出的滞后效应;事实上,除河南处于规模收益递减状态外,其余六个烤烟大省均处于规模收益递增状态,说明产出增加的比例大于土地、人工和物质与服务费用增加的比例。

3.2.2 效率差距的分析与持续改进

表 3 中河北、内蒙古、黑龙江、江西、山东、陕西、甘肃等 7 个省区的综合效率值为 1,进一步分析比例改进值和松弛改进值,发现 3 个投入指标和 2 个产出指标的比例改进值和松弛改进值均为 0,说明该 7 个省区位于所有决策单元的强有效前沿。对其余 13 个 DEA 无效的省（直辖市）的种植效率进行投影分析,以发现投入和产出的改进程度,表 4 为 13 个地区投入产出的冗余分析。

表 4 投入产出的冗余分析
Tab.4 Redundancy analysis of efficiency for 13 provinces

地区	物质与服务费用		人工成本		土地成本冗余值		产值		现金收益	
	原始值	冗余值	原始值	冗余值	原始值	冗余值	原始值	不足值	原始值	不足值
辽宁	891.60	-35.06	2111.75	-83.05	493.87	-189.65	3547.62	0.00	1999.67	129.36
吉林	880.65	-5.13	1772.81	-10.32	377.13	-15.53	3612.49	0.00	1833.31	141.74
安徽	1278.47	-287.39	1808.48	-406.53	397.18	-127.75	3480.01	0.00	1039.32	1048.60
福建	1088.14	-186.64	1909.20	-327.46	322.16	-55.26	3426.98	0.00	1570.14	603.16
河南	1039.71	-62.02	2003.70	-119.53	434.28	-25.91	3987.46	0.00	2205.26	0.00
湖北	1045.59	-190.78	2138.57	-390.20	193.20	-35.25	3054.15	0.00	1662.56	262.97
湖南	1193.50	-184.35	2240.98	-346.14	251.89	-38.91	3641.74	0.00	2028.65	299.60
广东	1303.42	-307.59	1739.57	-149.58	260.96	-22.44	3531.45	0.00	1981.07	275.50
广西	976.25	-225.37	2162.30	-499.18	295.24	-68.16	2989.89	0.00	1479.00	431.07
重庆	861.57	-83.12	1760.53	-169.84	170.83	-16.48	2837.64	0.00	1413.66	412.49
四川	842.50	-72.22	1893.33	-162.29	235.35	-20.17	3013.72	0.00	2042.63	0.00
贵州	878.74	-186.56	1858.20	-394.50	225.73	-47.92	2668.75	0.00	1435.98	366.63
云南	1110.19	-177.82	2498.89	-400.25	276.07	-44.22	3626.06	0.00	2371.19	112.68

数据来源:《全国农产品成本收益资料汇编 2014》。

表 4 中的冗余值视作对照强有效前沿 DMU 投入改进的空间,在径向模型中,投入改进值用负数表示,主要由比例改进和松弛改进两部分构成。就物质与服务费用投入而言,广东、广西、安徽和贵州四省的改进比例较大,冗余率超过了 20%,说明这些地区烟草栽培过程中投入的物料消耗和技术服务费用没有实现较高效率的利用;就人工成本而言,广西、安徽和贵州三省的冗余率同样超过了 20%,其次是湖北的 18%、云南的 16% 和湖南的 15%,说明这些省份人工成本投入的技术效率较低,仍有较大的提升空间;就土地成本而言,辽宁、安徽两省的冗余率高达 30% 以上,其次是广西的 23% 和贵州的 21%,说明这些地区烟草种植的相对效率较低,但烟草执行严格的计划种植,故只能通过降低流转地租金和提高亩均烟叶产值以此提高烟草种植的土地利用效率。

在 MaxDEA 分析结果中,产出的不足用正数表示,无效 DMU 在生产前沿上的投影值代表其改进后的目标值。和投入指标一样,产出指标原始值、改进值和目标值之间的关系为:

强有效目标值 = 原始值 + 比例改进值 + 松弛改进值

就产出指标而言,各省(直辖市)的产值不足率均为 0,而现金收益的则有不同程度的不足。对照现金收益的原始值,可以发现安徽现金收益的不足最高,达到 101%,其余为福建的 38%、广东的 29%、重庆的 29%、贵州的 26%,其他省份现金收益的不足率较低。从两个产出指标的不足率也可以看出,烟草行业“国家利益至上”的原则同样体现在烟叶生产领域,而反映烟农种植收益的每亩现金收益指标则有不同程度的不足,特别是安徽、福建等省份,较高的不足率反映出烟农的利益没有得到应有的体现。

3.2.3 产出指标选择对种植综合效率的影响

通过上文分析,发现产值和现金收益产出不足存在迥异的差异。由于每亩产值主要蕴含了产量和烟叶品质两个属性,在计划种植和计划定价收购的情景下,主要反映了国家烟草种植的收益;而现金收益则反映了烟农劳作的实际收益。分别以这两个指标作为独立的产出指标(投入指标仍不变),则可以测算不同产出指标导向下各省(直辖市)烟草种植的综合效率,结果如表 5 所示。

表 5 不同产出指标对各区烤烟种植综合效率的影响
Tab.5 Effects of different output index on comprehensive efficiency of tobacco planting

地区	现金收益		产值		地区	现金收益		产值	
	效率值	位次	效率值	位次		效率值	位次	效率值	位次
河北	0.550	2	1.000	14	湖北	0.694	6	0.818	4
内蒙古	0.860	14	1.000	14	湖南	0.730	8	0.846	7
辽宁	0.819	12	0.961	12	广东	0.788	9	0.914	10
吉林	0.802	11	0.994	13	广西	0.566	3	0.769	1
黑龙江	0.928	16	1.000	14	重庆	0.694	7	0.904	8
安徽	0.357	1	0.775	2	四川	0.901	15	0.906	9
福建	0.579	4	0.828	5	贵州	0.620	5	0.788	3
江西	0.972	17	1.000	14	云南	0.793	10	0.840	6
山东	1.000	18	1.000	14	陕西	1.000	18	1.000	14
河南	0.828	13	0.934	11	甘肃	1.000	18	0.818	14

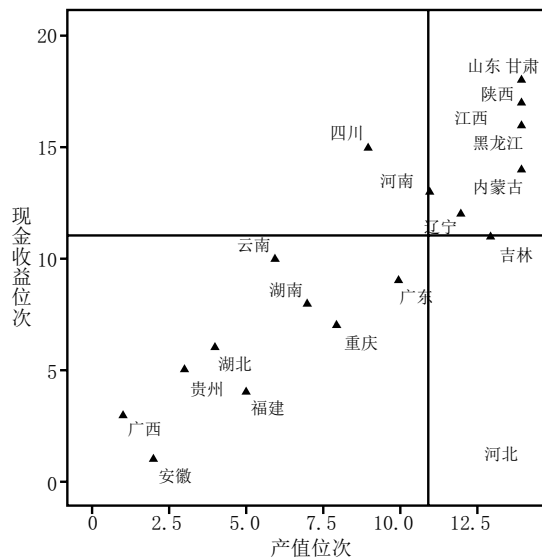


图 1 各省（直辖市）不同产出指标下效率的散点图

Fig.1 Scatter map of efficiency under different output indexes

结合二维散点图（如图 1 所示），用现金收益位次中位数和产值位次中位数划分为四个象限，可以发现陕西、甘肃、山东、江西等省区烤烟种植的效率值位于右上象限，说明无论是以现金收益作为产出指标还是以产值作为产出指标，其测算的综合效率值都比较高；四川、河南等省区位于左上角象限，即以产值为产出指标的效率值位次低于中位数，而以现金收益为产出指标的效率值位次高于中位数，说明该省在烤烟种植过程中相对更多兼顾了烟农的利益；而河北则刚好相反，以现金收益为产出指标的综合效率值很低，但以产值为产出指标的综合效率值最高，说明该区域烟草种植更多考虑了政府宏观调控的诉求；安徽、广西、贵州等省区位于左下象限，说明无论是以现金收益为产出指标还是以产值为产出指标，经测算的综合效率值均低于中位数，说明相对种植效率较低。

3.3 烤烟种植综合效率与投入产出指标的回归分析

为了进一步分析烤烟种植综合效率的影响因素，拟以每年各省（直辖市）烤烟种植综合效率为因变量，以产值（OUTPUT）、现金收益（CASH）、物质和服务费用（CAPITAL）、人工成本（LABOR）、土地成本（LAND）为自变量进行多元回归分析。由于效率值界于 [0, 1] 区间，而每亩的投入指标和产出指标值约在百元以上，故将自变量原单位（元/亩）更改为百元/亩，以便获得可观测的弹性系数。取 2004-2013 年各省（直辖市）186 组数据（剔除了部分年份省份省市的缺失样本）进行多元回归，回归方程如式 (3) 所示。

$$E=0.747+0.032OUTPUT+0.002CASH-0.056CAPITAL-0.023LABOR-0.021LAND \quad (3)$$

从判定系数 $R^2=0.790$ 看，说明模型对样本的拟合程度较为理想； $F=135.702$ 原大于临界值，说明回归方程显著，即“产值”、“现金收益”、“物质与服务费用”、“人工成本”、“土地成本”等变量联合起来确实对“烤烟种植综合效率”产生显著影响。结合 $D.W.=1.650$ ，检查临界表后验证自变量不存在自相关。就回归系数 t 检验和显著性水平分析，自变量产值（OUTPUT）、物质和服务费用（CAPITAL）、人工成本（LABOR）、土地成本（LAND）通过了显著性检验，而现金收益（CASH）没有通过检验。回归系数检验结果见表 6。

表 6 烤烟种植综合效率的回归系数检验

Tab. 6 Test results of regression coefficient of comprehensive efficiency in tobacco planting

因变量	系数	标准误差	<i>t</i>	<i>Sig</i>
常量	0.747	0.012	63.550	0.000
产值（output）	0.032	0.003	11.328	0.000
现金收益（cash）	0.002	0.003	0.758	0.450
物质和服务费用（capital）	-0.056	0.004	-15.235	0.000
人工成本（labor）	-0.023	0.002	-15.107	0.000
土地成本（earth）	-0.021	0.007	-3.107	0.002

因变量：烤烟种植的综合效率（E）

通过回归模型 (3) 可知，每亩产值对种植综合效率有显著正向影响，弹性系数为 0.032，说明在其他影响因素不变的前提下，烤烟每亩产值每增加 1%，综合效率值将平均上升 0.032%。物质与服务费用与综合效率存在显著负向关系，弹性系数为 -0.056，说明在其他影响因素不变的前提下，服务与服务费用每增加 1%，综合效率值将下降 0.056%；类似地，在其他影响因素不变的前提下，人工成本和土地成本每增加 1%，烤烟种植效率值将下降 0.023% 和 0.021%，这进一步验证了烟草种植中必须采用协调的资本、劳动和土地投入，才能提高种植的综合效率，否则，则会造成投入的相对冗余和非 DEA 有效。

4 结论与建议

4.1 结论

结论 1：表 2 显示近 10 年来烤烟种植综合效率

相对较高,多数年份处于规模收益不变或规模收益递增,特别是2012年和2013年的三个效率值均为最高值1;表3除河南外,其余19个省市均处于规模收益不变或递增状态。说明随着各地烟田农业配套设施逐步完善、烟叶生产机械化程度持续提高、烟农合作社等组织生产方式的推广,烟草农业的综合效率正在提高,烟草农业正向规模化、集约化、专业化、信息化的农业现代化转型。

结论2:全国烤烟种植效率存在地区差异,大部分省(直辖市)存在投入冗余和产出不足现象。2013年全国烤烟种植综合效率整体处于规模收益不变或规模收益递增状态,Q型聚类发现河北、内蒙古等8个省份的综合效率值为较高的一类地区,辽宁、河南等5个省(直辖市)的综合效率值为中等的二类地区,而安徽、福建等7个省份的综合效率值为较低的三类地区。对13个DEA无效省市投入产出效率差距进行投影分析,发现广东、广西、安徽和贵州四省的物质与服务费用投入冗余较多,广西、安徽和贵州三省人工成本投入冗余率较高,辽宁、安徽两省的土地投入冗余较多。就产出指标而言,安徽、福建、广东、重庆、贵州、的现金收益产出不足现象突出,相对而言烟农的利益没有得到应有的重视。

结论3:不同产出指标选择对综合效率测算结果造成较大影响。以产值和现金收益作为单一产出指标,以综合效率中位数区分相关省(直辖市)综合效率的相对位次,从表5和图1可以发现:陕西、江西等6个省两个产出指标的综合效率位次都较高,广西、安徽等8个省两个产出指标的综合效率位次都较低,四川等省以现金收益测算的综合效率位次较高,而以产值测算的综合效率位次较低;相反,河北等省以现金收益测算的综合效率位次较低,以产值测算的综合效率位次较高。相对位次一方面反映了各省烟草种植综合效率的相对高低,同时反映了国家利益和烟农利益的相对偏向。

结论4:烤烟种植效率存在多种影响因素。回归模型(3)显示产值对综合效率产生显著正向影响,物质和服务费用、人工成本、土地成本与效率值存在负向影响,而现金收益对效率值产生不显著的正向影响。弹性系数显示在其他影响因素不变的前提下,产出指标的增加有利于提高种植效率,而任一投入要素的单方面增加则降低了种植效率。

4.2 建议

烟草产品的特有属性决定了国家必须实行“控量、稳价、增效”的宏观方针,而提高包括烟叶生产在内

的烟草种植、加工、流通效率成为实现宏观调控目标的必由途径。根据研究结论,当前烟草种植仍然需要做好以下三方面工作:

一是继续通过烟田改造、烟草科技、烟农合作生产等途径推进烟草农业的现代化进程,提高种烟的技术效率,特别是针对云南、贵州、四川、福建、湖南、重庆六个烟草大省(市)正处于规模收益递增状态,可以加大投入。二是针对部分省市投入冗余和产出不足现象,协调资本、劳动、土地等生产资源的投入,提高资源的投入/产出效率,克服要素不均衡投入造成的效率下降现象;其中贵州投入的消耗和技术服务费用冗余率超过了20%,云南、湖南二个烟草大省的人工成本冗余率均在15%以上,需要通过烟草农业机械化进一步降低人工成本,广西的土地冗余率高达20%以上,需要通过提高单产和降低土地流转成本进一步降低土地成本的相对投入。三是认识到烟农在烟草利益链中处于弱势地位,烟草种植大省更多关注了国家宏观调控需要而相对忽视烟农收益,需要实现国家利益至上和烟农脱贫致富的协同。需要补充的是,本文结论和建议依据已有的烟叶种植经济指标,这些经济指标与现有烟叶收购政策是紧密相关的,本文并未考虑政策的调整方向,并不能指导烟叶种植区划。

参考文献

- [1] 光明经济频道. 2013年烟草行业实现工商税利9560亿同比增长10.53%[EB/OL]. http://economy.gmw.cn/2014-01/21/content_10186427.htm, 2014-01-21.
- [2] 吴小庆,王亚平,何丽梅,等. 基于AHP和DEA模型的农业生态效率评价[J]. 长江流域资源与环境, 2012, (21) 6:714-719.
- [3] 张子龙,鹿晨昱,陈兴鹏,等. 陇东黄土高原农业生态效率的时空演变分析[J]. 地理科学, 2014, (34) 4:472-478.
- [4] 刘静,吴普特,王玉宝,等. 基于数据包络分析的河套灌区农业生产效率评价[J]. 农业工程学报, 2014, (30) 9:110-117.
- [5] 宁爱凤,刘友兆. 城市化进程中农业生产效率研究[J]. 资源科学, 2013, (35) 6:1174-1182.
- [6] Jose R. Vicente. Economic Efficiency of Agricultural Production in Brazil RER [J]. Rio de Janeiro, 2004, 2:201-222.
- [7] Zhuo Chen, Shungfeng Song. Efficiency and Technology Gap in China's Agriculture: A Regional Meta-frontier Analysis [J]. China Economic Review, 2007, 3:1-10.
- [8] Nasir Nadeem, Khalid Mushtaq. Role of Agriculture Research and Extension in Enhancing Agricultural Productivity in Punjab, Pakistan [J]. Pakistan Journal of Life and Social sciences, 2012, 10 (1) :67-73.
- [9] 陈宗富. 基于数据包络分析方法的农业生产效率测度[J].

- 统计与决策, 2014, (408) 12:46-48.
- [10] 焦源. 山东省农业生产效率评价研究 [J]. 中国人口资源与环境, 2013, (23) 12:105-110.
- [11] 郭军华, 倪明, 李帮义. 基于三阶段 DEA 模型的农业生产效率研究 [J]. 数量经济技术经济研究, 2010 (12) :27-38.
- [12] 周亮, 徐建刚, 张明斗, 等. 粮食增产背景下淮河流域农业生产效率时空变化分析 [J]. 地理科学, 2013, (33) 12:1476-1483.
- [13] 王丰. 关于烟农合作社发展的几点思考 [J]. 中国烟草学报, 2012, 12 (6) :81-84.
- [14] 张培兰, 史宏志, 杨超, 等. 基于数据包络分析的重庆山地烤烟适宜种植规模研究 [J]. 中国烟草学报, 2012, (18) 3:87-92.
- [15] 冰火, 建利, 江洪东. 论烟叶精益生产 [J]. 中国烟草学报, 2014, (20) 1:1-8.
- [16] Charners A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J].European Journal of Operational Research, 1978, 2: 429-444.
- [17] Banker R D. Estimating Most Productive Scale Size Using Date Envelopment Analysis [J].European Journal of Operational Research, 1984, 17:35-44.
- [18] Cooper W W, Seiford L M, Tone K. Date envelopment analysis: a comprehensive text with models, application, reference and DEA-Solver software[M].2nd ed .New York: Springer Science& Business Media, 2007.
- [19] 贾兴梅. 中国粮食成本收益核算及统计体系完善研究 [D]. 中国农业大学博士学位论文, 2014, 5:16-40.
- [20] 成刚. 数据包络分析方法与 MaxDEA 软件 [M]. 知识产权出版社, 2014, 8.
- [21] 韩彦东, 程晓兵. 烟叶生产十六年持续发展简析 [J]. 中国烟草, 2014 (19) :34-36.
- [22] Zhu J. Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: DEA with Spreadsheets [M].2nd ed. Boston: Springer, 2009.

Efficiency evaluation of tobacco production sector in China

CAI Ruilin¹, CHEN Wanming^{1*}, ZHU Guanghua¹, ZHU Zhiyuan¹, WANG Lin²

¹College of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China;

² Jiang Su Provincial Tobacco Company, Nanjing 210018, China

Abstract: Using national agricultural products cost benefit data, the efficiency of flue-cured tobacco planting from 2004 to 2013, efficiency of flue-cured tobacco planting in China's 20 major provinces and cities, and efficiency gap in non DEA effective decision making units by data envelopment analysis (DEA) method on the basis of cost and benefit data of national agricultural products were calculated. Results showed that returns to scale maintained steady or kept increasing for most years. Regional differences existed in the efficiency of national flue-cured tobacco planting and there were input redundancy and output deficiency in 13 provinces and regions. Selection of different output indexes had a great impact on measuring results of comprehensive efficiency, which reflected how the interests of farmers and the state were balanced in some provinces and cities. On this basis, multiple regression model was employed to investigate factors influencing plant efficiency, and it was found that output value had significant positive effects on comprehensive efficiency while material and service costs, labor costs, land costs had significant negative impact on efficiency value, and profits in cash did not have a significant positive impact on efficiency value. Suggestions are thus put forward accordingly.

Keywords: agricultural production efficiency; tobacco; data envelopment analysis (DEA); regression analysis; agricultural modernization

Citation: CAI Ruilin, CHEN Wanming, ZHU Guanghua, et al. Efficiency evaluation of tobacco production sector in China [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2015, 21(4)