

湖南省农业循环经济发展有效性评价与调控措施^{*1}

李杨¹ 樊雯雯²

(1. 湖南农业大学经济学院, 中国湖南 长沙 410128;

2. 湖南师范大学资源与环境科学学院, 中国湖南 长沙 410081)

【摘要】: 在选择表征农业循环经济效率的 5 个投入指标和 3 个产出指标的基础上, 运用数据包络分析方法中的 DEA 模型和 GIS 技术, 评价湖南省 14 个市州 2011—2013 年农业循环经济发展的相对有效性的时空差异及其主要影响因素, 结果表明: ①2011—2013 年全省 14 个市州中有 7 个市州农业循环经济发展相对有效, 7 个市州相对无效。②在相对无效的 7 市州中, 存在农业耗能、化肥施用量、农林牧渔业劳动力、农业年供水量过剩, 以及农林牧渔业总产值、农村居民收入和粮食单产产出不足的问题; 在相对有效的 7 市州中, 投入指标值减少幅度不大, 产出指标值增加幅度不显著, 其主要是由于缺乏先进的农业技术、农业投入要素组合比例不合理、农业资源利用率低、农业循环经济模式的科技含量不高等原因所致。③必须建立减少物质投入, 提高资源利用效率, 优化设计农业循环经济发展模式, 大力研发和推广运用农业循环经济模式的技术支撑体系, 不断完善集资金、法律、经济于一体的管理保障体系, 从整体上提高湖南省农业循环经济发展的有效性。

【关键词】: 农业循环经济; 农业技术; 农业投入; DEA 模型; 有效性评价; 湖南省

【中图分类号】: F284 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000-8462 (2017) 04-0182-08

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2017.04.023

农业循环经济的本质特征是把农业经济活动组成一个“资源—产品—消费—再生资源—再生产品”的反馈式物质运行流程, 形成具有“资源低开发、低消耗、高利用、低排放和高产出”特色的延伸产业链条。显然, 发展农业循环经济是全面提高农业经济水平, 增强农业可持续发展能力的有效途径。近十多年来, 面对我国农业资源短缺、开发过度、污染加重的严重挑战, 我国农村大力推行了农业循环经济发展模式, 许多相关学者探索了农业循环经济理论与实践^[1-5], 同时对农业循环经济发展水平与质量进行了科学评判^[6-10]。湖南省是我国农业大省, 素称“鱼米之乡”, 为从整体上提高农业经济发展水平, 全省各市州都推行了不同层次、不同规模的农业循环经济发展模式。本文运用数据包络分析的效率模型定量检测湖南省 14 个市州 2011—2013 年农业循环经济发展的有效性, 以期查明在发展农业循环经济过程中的地域差异及影响因素, 以及为制定全面、高效、持续发展农业循环经济的政策措施等提供科学论据。

1 研究方法数据来源

¹ 收稿时间: 2016-08-12; 修回时间: 2016-12-01

基金项目: 国家自然科学基金项目 (71303251)

作者简介: 李杨 (1980—), 女, 湖南长沙人, 讲师, 博士。主要研究方向为农业经济管理。E-mail: 102221001@126.com。

1.1 研究方法

随着农业循环经济的不断发展,国内一些学者运用层次分析法和加权函数法、综合评价指数法进行评分,揭示区域农业循环经济发展水平或优劣程度,还有一些学者采用模糊评判法、灰色关联分析法、数据包络分析方法中的超效率 DEA^[11-16]等方法对区域农业循环经济发展水平和影响因素进行了探索性研究。农业经济系统的本质是一个由多投入、多产出所构成的生产系统。鉴于此,本文选取输入指标与输出指标,运用超效率 DEA (Data Envelopment Analysis) 模型评价湖南省农业循环经济发展的有效性,其评价过程分为二个步骤:首先应用超效率 DEA (C²R) 模型与 GIS 技术集成方法对全省 14 个市州农业循环经济发展的有效性进行评价、排序与分区,以此揭示 2011—2013 年全省 14 个市州农业循环经济发展有效性的差异;然后把规模收益不变的 C2R 模型和规模收益可变的 BC2 模型集成,对决策单元的规模效率和技术效率进行综合评价,以此揭示导致各市州农业循环经济发展有效性差异的主要影响因素。在此基础上,提出提高湖南省农业循环经济发展水平的整体调整方案。

1.2 选取评价指标体系与数据来源

基于农业循环经济的内涵和“减量化、再使用、再投入”的原则,参考国内有关农业循环经济评价指标体系的文献,同时按照超效率 DEA 模型对输入输出变量的量的要求,即决策单元的个数应接近或超过输入变量和输出变量的 2 倍,将湖南省 14 个市州每年的农业循环经济发展状况作为决策单元,并选取 5 个投入指标和 3 个产出指标,以此表征农业循环经济发展水平状态。其中农业投入指标体系包括: X_1 农业生产能耗指数(10^4 t 标准煤/108 元)、 X_2 种植业施用化肥量(10^4 t)、 X_3 种植业播种面积(10^4 hm²)、 X_4 从事农林牧渔业劳动力(104 人)、 X_5 农业生产年供水量(10^8 m³);农业产出指标体系包括: Y_1 农业(农林牧渔业)总产值(10^8 元)、 Y_2 农村居民人均收入(元)、 Y_3 粮食单产量(kg/hm²)。

根据农业循环经济发展水平评价指标的内涵,分别获取 2011、2012 和 2013 年湖南省 14 个市州(决策单元)发展农业循环经济投入要素与产出要素相关数据,这些原始数据主要取自于 2011—2013 年全省 14 个市州的统计年鉴,以及 2011—2013 年《湖南省农村统计年鉴》和《湖南省统计年鉴》,农业年供水量取自于 2011—2013 年各市州的水资源公报及农业发展规划。

2 结果与分析

2.1 农业循环经济相对有效性 DEA 评价结果

将湖南省 2011、2012、2013 年农业循环经济发展水平的相关原始数据分别代入 DEA 模型中,借助软件 DEAP2.1 上机运算,依次得出 2011—2013 年决策单元(DMU)即全省 14 个市州农业循环经济发展相对有效性的 DEA 评价结果见表 1。

表1 2011—2013年湖南省各市州农业循环经济发展相对有效性评价结果
 Tab.1 The comparative effectiveness of the development of the agricultural recycle economy of every state in Hunan Province in 2011–2013

地区	2011年				2012年				2013年			
	综合效率 TE	技术效率 PTE	规模效率 SE	规模报酬 RTS	综合效率 TE	技术效率 PTE	规模效率 SE	规模报酬 RTS	综合效率 TE	技术效率 PTE	规模效率 SE	规模报酬 RTS
长沙	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
株洲	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
湘潭	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
衡阳	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
邵阳	0.875	0.901	0.972	递增	0.858	0.893	0.961	递增	0.848	0.900	0.942	递增
岳阳	0.919	0.943	0.975	递增	0.888	0.936	0.948	递增	0.846	0.931	0.909	递增
常德	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
张家界	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
益阳	0.775	0.851	0.911	递增	0.793	0.873	0.908	递增	0.786	0.880	0.893	递增
郴州	0.864	0.899	0.961	递增	0.833	0.884	0.943	递增	0.801	0.821	0.975	递增
永州	0.883	0.929	0.950	递增	0.872	0.931	0.937	递增	0.889	0.935	0.951	递增
怀化	0.926	0.935	0.990	递增	0.946	0.960	0.986	递增	0.897	0.914	0.982	递减
娄底	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
湘西	0.970	1.000	0.970	递增	0.947	0.972	0.974	递增	0.949	0.971	0.978	递增
平均	0.944	0.961	0.981		0.938	0.961	0.976		0.930	0.954	0.974	

2.2 农业循环经济发展效率值的时空差异

2.2.1 综合效率值有效性的时空差异

表1中的综合效率值显示，2011—2013年湖南省14个市州的农业循环经济系统运行的综合效率值均在0.7~1.0之间波动，这3年平均值均达到0.9以上，由此表明，尽管综合效率值近三年之间和各市州之间存在一定的差异，但农业循环经济系统总体运行效率都相对较好。以各市州而言，在2011—2013年间每年均是株洲、湘潭、衡阳、常德、张家界、娄底7个市州农业循环经济发展的DEA评价结果处于相对有效状态，说明这些地区在发展农业循环经济过程中遵守了“减量化、再使用、再投入”的原则，其综合效率达到较优。与此同时，邵阳、岳阳、益阳、郴州、永州、怀化、湘西自治州7个市州每年农业循环经济发展的DEA评价水平都处于相对无效状态，说明这些地区在发展农业循环经济过程中未严格遵守“减量化、再使用、再投入”的原则，其综合效率较差。为反映综合效率值的区域差异，根据各市州2011—2013年农业循环经济发展有效性DEA分析的综合效率值，运用ArcGIS软件分别绘制成2011—2013年湖南省农业循环经济发展综合效率值的空间分布图（图1）。从图中可以看出，在2011—2013年农业循环经济发展相对无效的市州大部分位于湘东北地区、湘西地区和湘南地区，这些地区尽管拥有发展农业循环经济的资源环境条件，但由于受到区位、农业基础设施、农业生产技术等因素的制约，特别是各种农业投入要素和产出要素之间组合搭配不合理、不协调，进而造成了这些地区农业循环经济发展效率低下。而农业循环经济发展水平良好的区域大部分位于湘中、湘东和湘北洞庭湖区。值得指出的是位于武陵源区的石门、慈利等县市受到山地丘陵地形及农业年供水不足的影响，其整体社会经济发展水平不高，但农业循环经济发展水平和质量却达到相对有效状态，这表明，农业循环经济系统的运行效率不仅与当地的农业资源环境条件有关，还与农业投入要素与产出要素的优化组合、协调和农业先进技术应用等方面有相当密切的关系。同时也暗示了在发展农业循环经济过程中，不断完善农业基础设施，循环利用农业资源，大力开发与应用先进农业节水技术、种养加工技术，在耕地面积、水资源等农业资源的硬约束下，对提高农业循环经济发展效率具有重大意义。

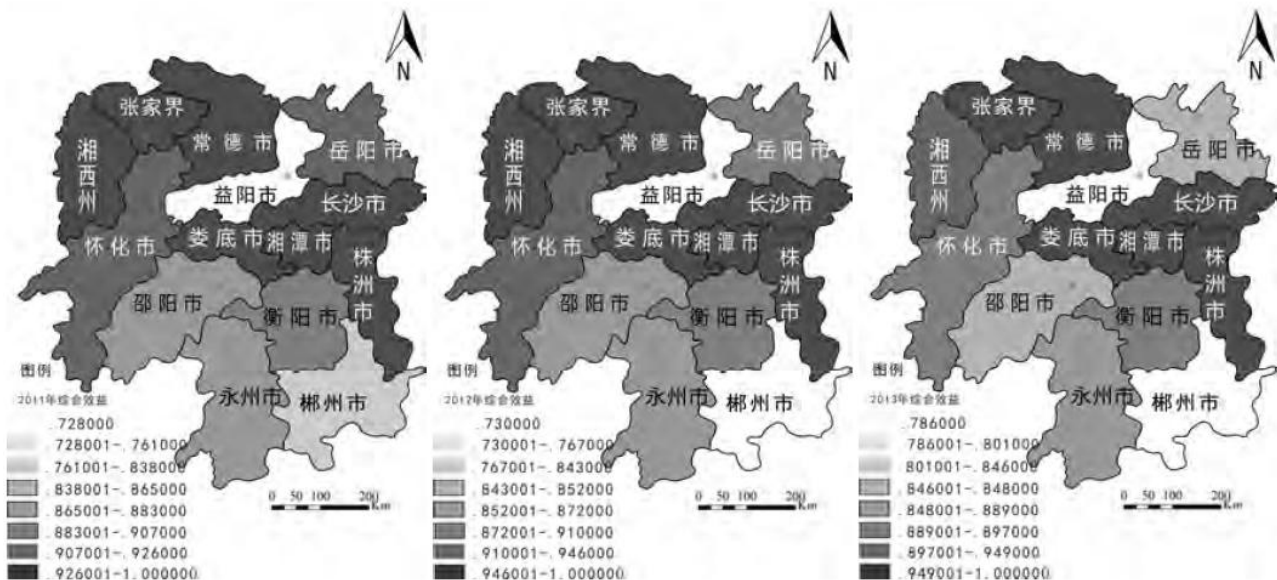


图1 2011—2013年农业循环经济发展的综合效率值分布

Fig.1 The distribution of the comprehensive efficiency of the agricultural recycle economy in 2011–2013

2.2.2 技术效率值有效性的时空差异

通过综合评价结果发现，在2011—2013年间尽管各市州技术效率值有一定的差异，但其差距不大，全省14个市州农业循环经济系统运行的技术效率值在0.8~1.0之间波动，平均值均在0.95以上，表明在农业技术方面，湖南省农业循环经济发展正处于良好状态，且技术效率值的时空分布较为均衡。主要原因在于全省近年来对于科学发展观的深入贯彻落实，各市州在推进农业循环经济的发展过程中，不断引用先进农业技术，同时加强了县（市）、乡（镇）、村三级农业管理人员的技术培训。因而积极推广普及先进农业技术，在较大程度上促进了农业循环经济发展的有效性。

2.2.3 规模效率值有效性和规模报酬的时空差异

从总体上看，2011—2013年间，尽管湖南省各市州农业循环经济发展的规模效率值也存在一定的差异，但其差距呈缩小趋势，其运行的规模效率值均在0.96以上，且规模效率值呈上升趋势，表明全省农业循环经济发展的规模效率水平处于较好状态。再从近3年DEA分析中规模报酬的计算结果来看，2011—2013年间连续3年均有7个市州农业循环经济发展规模报酬不变，表明这些市州目前发展农业循环经济的投入量与产出量处于较理想的规模水平，但2011和2012年有7个市州，2013年有6个市州规模报酬的边际收益均呈现出增加的趋势，这意味着这些市州现阶段农业循环经济的发展处于非DEA有效状态，但在现阶段的农业投入方面，其资源利用的效率和农业经济收益已经呈现出不断上升的良好趋势。在这三年中仅有怀化市2013年处于规模报酬递减状态，说明该市2011和2012年资源利用效率和农业经济收益发展势头良好，然而到了2013年有可能是投入和产出等方面配置不合理的原因，在一定程度上阻碍了该市农业循环经济发展有效性的提升。

2.3 DEA非有效市州投入与产出比例失调

评价结果 S^- 项和 S^+ 项可知，在农业循环经济发展DEA无效的邵阳市、岳阳市、益阳市、郴州市、永州市、怀化市、湘西自治州7个市州中，均存在不同程度的投入冗余和产出不足的问题。以投入要素而言，主要存在农业能耗、化肥施用量、农作物播种面积、从事农林牧渔业人员和农业年供水量五个要素的过剩问题：

①从图 2 中可以看出,近 3 年间益阳和郴州两市农业能耗存在着投入冗余较多的问题,表明浪费农业能源的现象较为严重,但农业能耗的投入冗余。就全省而言,近三年总体上是呈下降趋势,说明农业能耗的投入冗余问题在某种程度上已经得到一些改善,然而这种改善并不很显著,还需采取有效举措进一步改善。

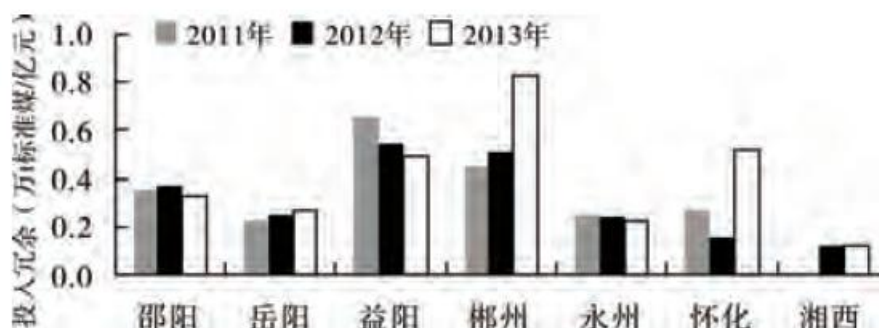


图 2 无效地区农业能耗投入冗余

Fig.2 The input redundancy of the agricultural energy-consuming in ineffective states

②图 3 显示,近 3 年间益阳市化肥施用量存在投入冗余较多的问题,其次是岳阳,如 2013 年益阳市化肥施用投入冗余量高达 44 万 t,岳阳也高达 29 万 t,且化肥施用量的投入冗余量呈逐年增加趋势,表明两市化肥施用过度现象较为严重,多余化肥不仅改变土壤结构与化学成分,而且所造成的面源污染必然会引起水体的富营养化。因此,亟需采取有效措施,从农业生产各个环节上合理调控化肥施用量,保障农业生态环境安全和农产品安全。

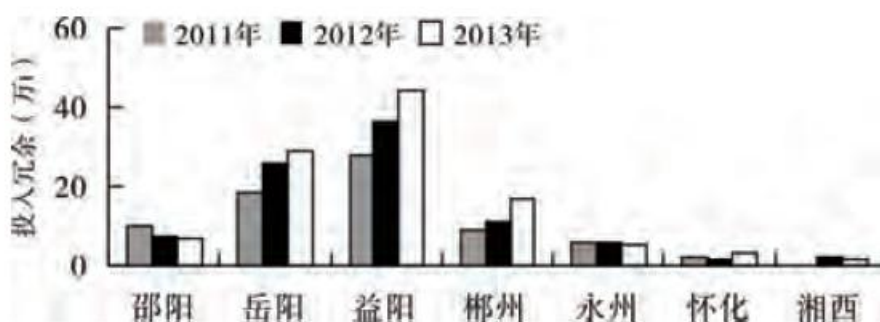


图 3 无效地区化肥施用量投入冗余

Fig.3 The input redundancy of the chemical fertilizer amount in ineffective states

③图 4 表明,2011—2013 年间怀化市农作物播种面积投入冗余一直都较高,岳阳和益阳两市在 2013 年农作物播种面积投入冗余值迅速增多,其他几个市州的农作物播种面积投入冗余值均有不同程度的增长,说明这些市州土地资源利用不合理,土地资源浪费现象较为严重,迫切需要通过改变现状农业生产方式,调整农业用地结构,增加种养品种,提高复种指数,充分利用有限的土地资源。

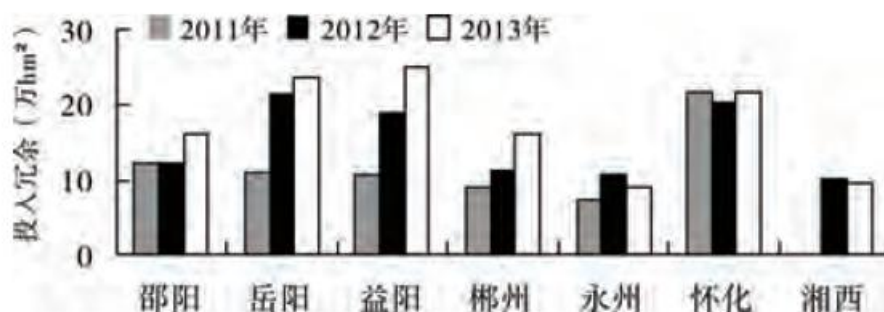


图4 无效地区农作物播种面积投入冗余

Fig.4 The input redundancy of the sown area for crops in ineffective states

④从图5中可以看出，近3年间邵阳和怀化两市在农林牧渔业从业人员方面存在投入过剩现象，尤其是邵阳市人力资源投入过剩量高达78万人，这表明两市在发展农业循环经济过程中，人力资源利用极为不合理，浪费现象极为严重。因此，亟需通过进一步优化农业产业结构，大力开发农副产品，加强工农联盟，延长农业产业链条等措施增加就业人数，使丰富的农村人力资源在发展农业循环经济过程中得到充分、合理的利用。

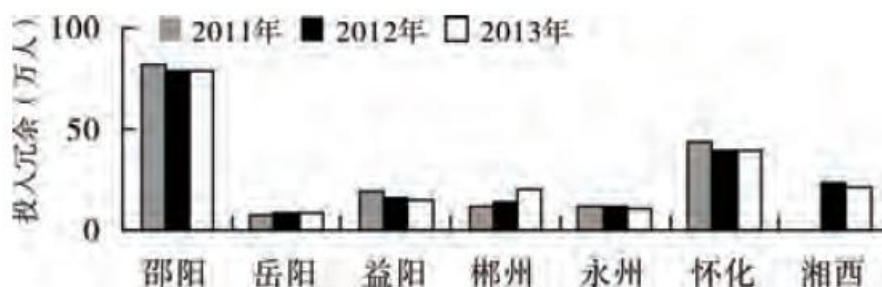


图5 无效地区农林牧渔业从业人员投入冗余

Fig.5 The input redundancy of agricultural labors in ineffective states

⑤图6显示，2011—2013年间永州、怀化两市存在农业年供水量投入冗余的问题，其中永州农业年供水量冗余量呈逐年增加趋势，而怀化虽然年供水量冗余较多，但2013年冗余量稍有减少。必须通过对农业产业结构与农业用水构的双向优化途径，合理配水资源，提高用水效率和用水效益，最大限度地减少农业生产用水量。

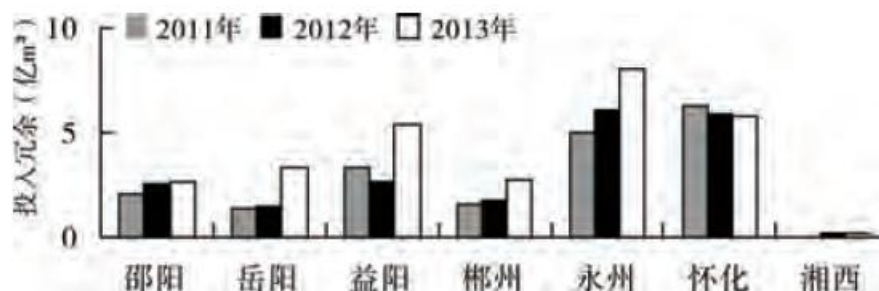


图6 无效地区农业年供水量投入冗余

Fig.6 The input redundancy of agricultural annual water-supply quantities in ineffective states

再以产出要素不足的情况而言，其主要表现在农林牧渔业总产值、农村居民人均纯收入和粮食单产三要素的产出不足。由图7~图9显示，近3年在DEA无效市州中的邵阳、湘西、怀化（仅2012年）存在农业产值输出不足的状况，其中以邵阳市产出不足的状况最明显，但2013年产出不足状况已下降至42亿元，湘西自治州产出不足的状况并没有太大的改观。其次是7个无效市州存在农民人均纯收入产出不足的问题，2013年以岳阳市农民人均纯收入产出不足（6000多元）的情况最明显，邵阳、永州、郴州3个市州农民纯收入的产出不足情况也较为突出。相比而言，郴州、永州和湘西自治州的产出不足情况有所好转。DEA无效的7个市州在2011—2013年均存在粮食单产产出不足的问题，其中2011和2012年以益阳市粮食单产产出不足最明显，2013年以岳阳市的粮食单产产出不足的问题较突出，而在2011—2013年间岳阳、益阳、湘西自治州、永州四个市州的粮食单产产出不足的状况均有不同程度的好转，只有邵阳和郴州产出不足数量呈上升趋势。因此，迫切需要通过适当调整农业循环经济发展中各要素投入的数量和比例，推广运用先进种养技术，循环利用农业资源，积极培育优质品种，改善农业生产条件等措施来提高农业循环经济发展的产出率。



图7 无效地区农林牧渔业总产值产出不足

Fig.7 The output insufficiency of agricultural gross-output-values in ineffective states

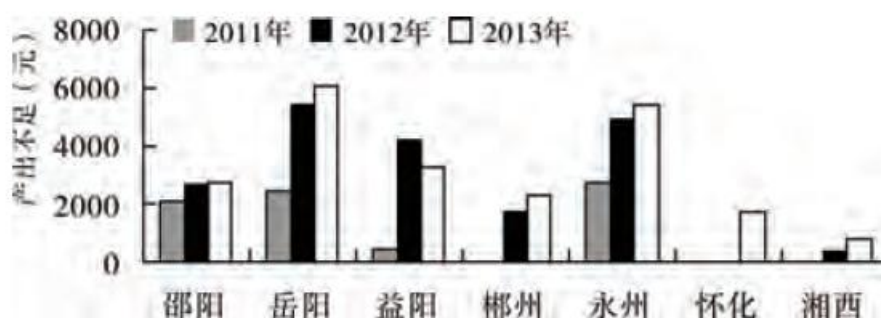


图8 无效地区农村居民人均纯收入产出不足

Fig.8 The output insufficiency of the per capita net income of farmers in ineffective states

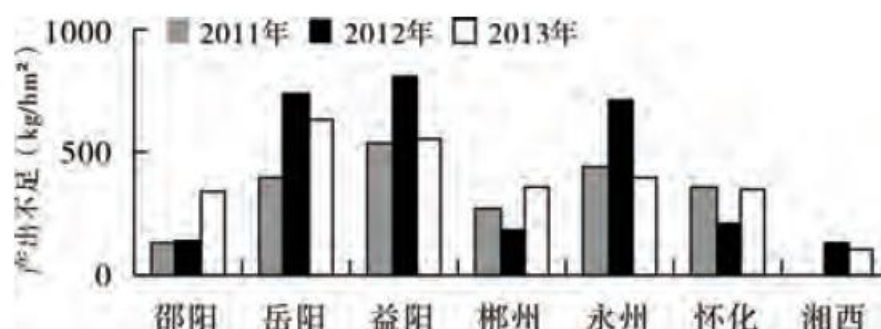


图9 无效地区粮食单产产出不足

Fig.9 The output insufficiency of the grain yield per hectare in ineffective states

2.4 DEA 有效市州与非有效市州农业循环经济发展水平的差异

基于湖南省农业循环经济超效率 DEA 模型的评价结果，将 2011—2013 年 DEA 有效市州与非有效市州农业循环经济发展评价指标的平均值列入表 2。通过 DEA 有效市州与非有效市州农业循环经济发展水平的对比分析可知：①2011—2013 年间，湖南省农业循环经济发展有效市州在农业耗能、化肥、插种面积、劳动力、供水量等投入要素中的指标平均值均低于非有效的市州；而在产出要素指标体系中，相对有效市州的农业（林牧渔业）总产值、农村居民人均收入和粮食单产指标值都高于非有效市州，表明湖南省 14 个市州的农业循环经济发展水平与质量存在一定的差异。②在相对有效的市州中，化肥、农药、水资源的利用并没有显著减少，可通过推广先进节水灌溉、生物农药、生物有机肥，以及研发和推广资源高效利用、废弃物资源化的先进技术，最大限度地降低农业生产环节中的资源投入量。③农林牧渔业总产值、农村居民人均收入和粮食单产的增加幅不大。④非 DEA 有效的决策单元均存在不同程度的投入量冗余和产出量不足的状况。由此认为，导致 DEA 有效市州与非有效市州农业循环经济发展水平时空差异的主要原因是农业循环经济是一项巨大的系统工程，其发展水平与质量，除了受农业投入要素与产出要素的影响外，还受到农业循环经济发展模式的科技含量、管理手段、资金投入、法律保障，以及农业基础设施、农业科技网络、社会化服务体系等因素的影响。正因为如此，湖南省发展农业循环经济虽然取得了一定的成效，但仍处于调整起步阶段，这意味着在现状发展模式的基础上，设计一套从整体上提高全省农业循环经济发展有效性的调整措施已势在必行。

表2 2011—2013年有效市州与非有效市州各项评价指标的平均值比较
Tab.2 The comparison of the agricultural recycle economy between the effective and ineffective states in 2011–2013

评价指标	DEA 有效市州的平均值			非 DEA 有效市州的平均值			各市州指标的平均值		
	2013	2012	2011	2013	2012	2011	2013	2012	2011
投入指标	农业能耗(10 ⁴ t)	3.60	3.74	3.88	3.92	3.99	4.08	3.76	3.86
	化肥施用量(10 ⁴ t)	59.12	58.92	56.78	63.36	63.25	62.69	61.23	61.09
	农作物播种面积(10 ⁴ hm ²)	59.86	58.51	57.29	71.27	69.54	67.74	65.56	64.02
	农林牧渔业人员(10 ⁴ 人)	116.22	117.30	108.82	145.59	148.04	147.42	130.90	132.67
	农业年供水量(10 ⁶ m ³)	16.30	16.74	17.39	18.24	18.39	18.88	17.27	17.57
产出指标	农林牧渔业总产值(10 ⁸ 元)	325.47	304.20	281.52	322.11	299.92	278.58	323.79	302.06
	农村居民人均收入(元)	11 361	9 360	7 920	8 093	6 450	5 486	9 727	7 905
	粮食单产(kg/hm ²)	5 920	6 097	6 098	5 421	5 600	5 569	5 671	5 833

3 基于提高农业循环经济发展有效性的调控措施

上述分析表明,在湖南省 14 个市州中,7 个市州的农业循环经济发展相对有效性是以多投入为代价的,仍然未能有效转变传统的“高投入、高消耗”生产方式。农业循环经济发展相对无效的 7 个市州存在投入过剩和产出不足的矛盾。因此,必须从技术、法律、政策和经济等方面建立缩减过多投入和增加不足产出率的调控措施,以缩小区域差异和提高全省农业循环经济系统的运行效率。

3.1 减少物质投入,提高资源利用效率

资源减量投入与资源循环利用成为湖南省农业循环经济发展的短板。因此,一方面必须解决农业生产过程中长期滥施和偏施化肥、农药和用水浪费所造成的投入过量以及乡镇河道污染加重的问题。在达到既定的生产目的和消费目的下,减少和优化物质投入量。即采用先进的技术设备和科学的方法合理配置化肥农药施用比例,提高生物农药,低毒、低残留、高效农药以及有机肥料的使用比例,严格控制化肥和高毒农药的使用量,提高化肥利用的有效系数,有效控制农业面污染源。通过发展喷灌、地膜下灌溉等新的技术方法和改变农业生产用水方式,提高水资源利用效率,达到农业环节节约用水的目的。通过加快农业产业化与工业化进程,推进农村劳动力的转移,相对减少单位面积上的物质投入,实现规模生产,提高生产效率。另一方通过优化调整农业生产方式,提高禽畜粪便资源化率、秸秆综合利用率、农村能源的利用效率。通过加快农业产业化与工业化进程延长农业产业链,从而在既定目标下实现农业资源循环利用。更重要的是依赖技术进步和生产方式改变,促使资源的循环利用,因此,应积极研发资源循环利用技术与模式的结构和功能,尤其是农业废弃物资源化技术和农业生产高新技术。同时,根据食物链中能量与物质运动的规律,增加物质和能量循环的层次和环节,从根本上提高农业资源的利用效率。

3.2 再设计农业循环经济发展模式,优化模式结构与功能,增大科技含量

在总结近三年的成功经验与教训的基础上,建议对现状及新型发展模式从三个层面上进行优化设计,以最大限度减少投入量及最大限度提高农业系统的产出水平。第一层是延伸大农业系统边界,充分利用农业系统与外部环境的密切关系及物质、能量的交换功能,优化三次产业结构,将农业产业链延长到农产品加工、农产品贸易与服务业,以及农产品消费等行业中去,以此形成多元化农业产业链条,大幅度增加农产品附加值,最大限度地提高农业循环经济系统的产出率。第二层是通过数学建模、投入与产出分析等方法,协调用地构成比例、农药化肥施用量比例、农业用水结构等农业要素投入比例,以及各行业比例,并对各子模式结构与功能进行调整和优化组合,充分发挥农业循环经济主体模式和各子模式的经济、生态、废物循环利用等功能,最大限度减少农业要素投入与农业废弃物的排放。第三层是基于各市州农业资源分布的差异性、农业动植物对环境的适宜性与资源需求的差异性,以及生物与生物之间的共生关系和相克属性,在调整用地结构比例的基础上,进一步优化种植业、林业、渔业和牧业结构,将不同生物种群配置到同一空间的不同层次上,使有限的农业资源和空间既能容纳更多的生物种类,又能得

到循环利用，进而减少农业资源投入和废弃物排放量，增加农产品品种，为发展二、三产业提供优质、丰富、多样的农产品原料。

3.3 大力推广运用和研发发展农业循环经济模式的技术支撑体系

从微观层面上讲，其技术支撑体系主要包括：推广运用和研发资源投入减量化技术，如滴灌、喷灌、地膜下灌溉等先进农业节水技术；农药化肥合理配置与施用技术；农、林、牧、渔产品精细加工技术；禽畜粪便、秸秆、食品加工废料等废弃物的资源化处理和综合利用技术，如机械加工、青贮、氨化、发酵、膨化、汽化等技术；高产高效立体种植技术和共生互利的养殖技术，如林木、果树、农作物品种，以及畜禽、水生生物等选种、培育、搭配等技术；地力培肥土地持续利用技术；农村新能源开发技术与节能技术，以及无公害农业生产资料开发技术和病虫草害综合防治技术等。通过大力研发和推广运用农业循环经济模式的技术支撑体系，促使农业资源得到循环利用和循环增值。

3.4 不断完善集资金、法律、经济于一体的管理保障体系

高效农业循环经济发展模式是通过人类运用技术手段干预和调控后所形成的一个高阶多级的复合系统工程，其实质是对“高消耗、高排放、高污染、高投入、低效率”的传统农业生产模式的变革。要完成这样一个巨大的变革，就必须在发展农业循环经济过程中，从多层面组织与管理保障举措、资金支持政策与农业行政执法、解决农业要素过剩和产出不足的措施体系、社会化服务体系等方面，建立一系列高水平的、可行的保障体系。如，构建经济激励机制，一是鼓励个人和企业利用相关技术等提高农业资源循环利用率，如对农业废弃物资源化的企业和个人，给予一定的政策优惠或奖金鼓励，诱导更多农民发展农业循环经济；二是对超标施用化肥或者农药等相关农业生产资料征收相关费用或税收，从而达到防止过度使用的目的，减少系统内的物质投入。与此同时，各级政府要制定资金支持政策，多渠道筹集资金，保障农业循环经济系统正常运行。通过不断完善集资金、法律、经济于一体的保障体系，为全面提高湖南省农业循环经济发展水平与质量提供有力保障。

4 结论

第一，从发展整体水平来看，通过对 2011—2013 年湖南省农业循环经济发展 DEA 评价，发现在全省 14 个市州中，农业循环经济发展相对有效性的市州有 7 个，发展相对无效的市州也有 7 个，两者各占 50%。在相对无效的 7 个市州中，存在农业耗能、化肥施用量、从事农林牧渔业劳动力、农业年供水量过剩，以及农林牧渔业总产值、农村居民收入和粮食单产产出不足的问题，表明全省农业循环经济的发展仍处于调整起步阶段。

第二，从时空差异的主要影响因素来看，近几年影响湖南省农业循环经济发展质量与水平的时空差异的主要因素是农业资源利用率低、农业系统产出率低、农业循环经济发展模式的科技含量不高。其中农业资源循环利用与农业系统产出不足是农业循环经济发展的主要障碍因素。

第三，针对农业循环经济发展过程中的主要影响因素，提出了基于提高农业循环经济发展有效性的调控措施，即减少物质投入，提高资源利用效率；进一步优化设计好农业循环经济发展模式；大力研发和推广运用农业循环经济模式的技术支撑体系；不断完善集资金、法律、经济于一体的管理保障体系。

参考文献：

- [1] 黄贤金. 循环经济产业模式与政策体系 [M]. 南京：南京大学出版社，2004.
- [2] 杨晓明. 农业循环经济发展模式理论与实证研究 [M]. 杭州：浙江大学出版社，2011.

-
- [3] 戴维. 洞庭湖区农业循环经济发展研究 [D]. 长沙: 中南大学, 2007.
- [4] 李洪倩. 黑龙江省农业循环经济发展问题研究 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2014.
- [5] 张琳. 陕西省农业循环经济发展现状及对策研究 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2007.
- [6] 马其芳, 黄贤金, 彭补拙, 等. 区域农业循环经济发展评价及其实证研究 [J]. 自然资源学报, 2005, 20(6): 891 - 899.
- [7] 王宝海, 李冬梅. 山东省循环农业的综合评价及实证分析 [J]. 青岛农业大学学报: 社会科学版, 2008, 20(3): 42 - 46.
- [8] 杨琰, 孟全省. 陕西省农业循环经济效率评价 [J]. 广东农业科学, 2011(17): 204 - 206.
- [9] 马伦姣. 湖北省农业循环经济发展综合评价及因子贡献分析 [J]. 农业技术经济, 2013(5): 105 - 112.
- [10] 马其芳, 黄贤金, 张丽君, 等. 区域农业循环经济发展评价及其障碍度诊断——以江苏省 13 个市为例 [J]. 南京农业大学学报, 2006, 29(2): 108 - 114.
- [11] 贾士靖, 刘银仓, 王丽丽. 我国农业循环经济发展水平模糊综合评价 [J]. 农机化研究, 2008(10): 1 - 4.
- [12] 孙建卫, 黄贤金, 马其芳. 基于灰关联分析的区域农业循环经济发展评价——以南京市为例 [J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(6): 508 - 512.
- [13] 秦钟, 王建武, 章家恩, 等. 广东省农业循环经济发展的 DEA 分析与有效性评价 [J]. 自然资源学报, 2010, 25(6): 904 - 913.
- [14] 王棵, 于苏俊. 基于 DEA 的农业循环经济相对有效性评价——以四川省为例 [J]. 安徽农业科学, 2008(13): 5633 - 5635.
- [15] 刘应元, 冯中朝, 李鹏, 等. 中国生态农业绩效评价与区域差异 [J]. 经济地理, 2014, 34(3): 24 - 29.
- [16] 颜廷武, 李鹏, 张俊飏. 循环农业产业链主体协同发展绩效与空间异质性 [J]. 经济地理, 2015, 35(7): 120 - 127.