

# 江西省耕地利用与环境协调发展测度及提升策略

黄祥芳, 李湘玲

(吉首大学 商学院, 湖南 吉首 416000)

**摘要:** [目的] 测度江西省 2001—2015 年的耕地环境效率, 以此来衡量耕地利用与环境协调发展程度, 并提出相应的改进策略。[方法] 基于江西省 2001—2015 年 11 个地级市耕地投入产出的面板数据, 运用松弛模型(slack-based model)方向性距离函数测度耕地环境效率。[结果] ①总体来看, 江西省耕地利用与环境处于较为协调发展阶段, 协调发展呈现“上升—下降”趋势; ②各地市耕地利用与环境协调发展呈现出不同的状态和趋势。赣州市和九江市常年处于极不协调发展状态, 是政府着力监管的重点区域。③各地市耕地利用与环境协调发展改进的潜力主要在于非期望产出的减少和耕地投入冗余的降低, 且改进策略存在地区差异。[结论] ①提高耕地利用效率, 减少耕地污染, 改善耕地质量, 倚重技术效率与技术进步的“内涵式”耕地利用模式转变。②设计和完善相关针对耕地面源污染薄弱环节的政策。③探索耕地休养生息制度。④各地市应有侧重地促进耕地利用与环境协调发展, 并加强地市间的交流与合作。

**关键词:** 耕地; 协调发展; 环境效率; SBM 模型; 江西省

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-288X(2018)05-0127-07

**中图分类号:** F301.24

**文献参数:** 黄祥芳, 李湘玲. 江西省耕地利用与环境协调发展测度及提升策略[J]. 水土保持通报, 2018, 38(5):127-133. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2018.05.021. Huang Xiangfang, Li Xiangling. Measurement and strategies for coordinated development of cultivated land use and environment in Jiangxi Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(5):127-133.

## Measurement and Strategies for Coordinated Development of Cultivated Land Use and Environment in Jiangxi Province

HUANG Xiangfang, LI Xiangling

(1. School of Business, Jishou University, Jishou, Hu'nan 416000, China)

**Abstract:** [Objective] This paper measured the environmental efficiency of cultivated land in Jiangxi Province from 2001 to 2015 in order to judge the degree of coordinated development of cultivated land use and environment, and to propose corresponding improvement strategies. [Methods] Based on the panel data of farmland inputs and outputs of 11 prefecture-level cities in Jiangxi Province from 2001 to 2015, the environmental efficiency of cultivated land was measured by using slack-based model directional distance function. [Results] ① The utilization of cultivated land use and the environment in Jiangxi Province was in a relatively coordinated development stage, and the coordinated development presented a “rising-falling” trend. ② The development of cultivated land use and environment in different cities showed different statues and trends. Ganzhou City and Jiujiang City were in an inconsistent development all the year round, and they were the key areas for government supervision. ③ The potential of coordinated development and improvement of cultivated land use and environment in different cities mainly relied on the reduction of non-expected outputs and the redundancy of cultivated land inputs, and the improvement strategies were different among vary regions. [Conclusion] ① The efficiency of cultivated land use can be improved, the pollution of arable land can be reduced and the

收稿日期: 2018-04-17

修回日期: 2018-05-03

资助项目: 国家社科基金项目“武陵山片区国有林场生态扶贫绩效评价研究”(14BGL092)

第一作者: 黄祥芳(1980—), 女(土家族), 湖南省永顺县人, 博士, 讲师, 主要从事农业资源与利用、生态经济学研究。E-mail: hxf80@126.com。

quality of cultivated land can be improved, by transforming cultivated land model to connotative model based on technical efficiency and technological progress. ② The related policies need to be made to solve the land source pollution issues. ③ Cultivated land recuperation and rest system need to be explored. ④ Different solutions should be focused on promoting the coordinated development of cultivated land use and environment in different cities, and strengthen exchanges and cooperation between cities.

**Keywords:** cultivated land; coordinated development; environment efficiency; SBM directional distance function; Jiangxi Province

人多地少是中国的基本国情,为缓解耕地供需矛盾,中国农业依靠高产技术和集约化的生产方式,以占世界不到 10% 的耕地成功养活了世界 20% 以上的人口。然而,中国农业耕作的巨大成就很大程度上是依靠牺牲生态环境取得的。十九大报告提出按照“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的总要求实施乡村振兴战略。改变过度消耗农业资源的农业发展方式,构建绿色生态发展引擎,是践行乡村振兴战略的基本要义和关键。因此,协调好耕地利用与环境经济的关系,特别是对粮食主产区而言就显得尤为重要。江西省是中国重要的商品粮油基地,也是新中国成立以来全国仅有的 2 个从未间断向省外输出粮食的省份之一,农业和种植业在全国具有举足轻重的地位。为了提高粮食和种植业的产量,与全国大部分地区一样,江西省走的是粗放式发展之路,化肥和农药等投入不断增加。化肥施用强度为 480 kg/hm<sup>2</sup>,相当于世界平均水平的 4.1 倍,农药利用率只达到 30%,未被充分吸收的化肥农药至少使 10% 的耕地受到污染<sup>[1]</sup>。江西省农业耕地粗放利用及生态环境污染问题具有一定的典型性和代表性。

环境效率被认为是评估经济发展与资源环境协调发展的有效工具之一。有别于只考虑经济发展不考虑环境质量的分析框架,环境效率通过将环境污染因素纳入到效率测度体系中,统筹兼顾了经济发展、资源与生态环境。Chung 等<sup>[2]</sup>提出了基于方向性距离函数的环境生产率测量模型,使得测算环境规制的真实经济效应成为可能。学者们多在评价工业与环境协调发展<sup>[3-5]</sup>和农业与环境协调发展<sup>[6-9]</sup>时借助环境效率这一测算工具。将环境效率引入到耕地利用与环境协调发展分析框架的研究并不多见,仅有封永刚等<sup>[10]</sup>和盖兆雪等<sup>[11]</sup>分别以中国 31 个省(市、区)和粮食主产区为研究单元,借助这一工具分析了研究区域耕地利用与环境协调发展情况。通过梳理文献可以发现,已有的文献研究对象主要是在工业和农业领域,研究的尺度也主要集中在全国或区域层次,少有在省域尺度上进行深入探讨,对聚焦于某一省份地域

内各区域耕地利用与资源环境的发展研究缺乏借鉴。基于此,本文拟在科学测算农业耕地利用产出污染物的基础上,将其作为耕地利用中的“非期望产出”,基于江西省 11 个地市 2001—2015 年的耕地投入产出面板数据,运用 SBM 方向性距离函数对江西省耕地环境效率进行测度,并在此基础上展开分析,以期更为准确的评估江西省耕地利用的绩效,促进江西省耕地投入要素资源、环境与产出协调发展。

## 1 研究方法 with 数据

### 1.1 耕地利用与环境协调发展测度方法:环境效率

在传统的耕地投入产出分析框架中,只考虑投入和“期望”产出,并不考虑环境污染等“非期望”产出因素。但为了衡量耕地利用与环境的协调性,最关键的是全面科学地反映资源投入、经济增长和环境污染之间的关系,将环境因素纳入到经济系统的分析框架。因此,本文依据 Fare 等<sup>[12]</sup>定义的环境技术,构建了包括“非期望”产出在内的产出与要素资源投入之间的技术结构关系,即耕地利用环境技术,其函数表达式:

$$P(x) = \{(y, u) : x \text{ can produce } (y, u)\} \quad (1)$$

本文把江西省 11 个地级市看作生产决策单元  $D$  ( $d=1, D$ ) 来构造生产前沿面,假定各地市使用  $n$  种要素投入  $x = \{x_1, \dots, x_n\} \in R_n^+$ , 生产  $m$  种期望产出  $y, y = \{y_1, \dots, y_m\} \in R_m^+$ , 以及排放出  $i$  种非期望产出  $u, u = \{u_1, \dots, u_i\} \in R_i^+$ 。生产可能性集  $P(x)$  具有以下 4 个特性:联合弱可处置性、零结合性、期望产出的强处置性以及投入和期望产出可自由处置性。假设每个决策单元观测值的权重为  $\lambda_d^i$ , 运用数据包络分析构造满足上述特性的环境技术为:

$$P^e(x^i) = \begin{cases} \sum_{d=1}^D \lambda_d^i y_{d,m}^i \geq y_{d,m}^i, \forall m \\ \sum_{d=1}^D \lambda_d^i u_{d,i}^i = u_{d,i}^i, \forall i \\ \sum_{d=1}^D \lambda_d^i x_{d,n}^i \leq x_{d,n}^i, \forall n \end{cases} \quad (\lambda_d^i \geq 0) \quad (2)$$

相对于常见的考虑环境污染产出的效率测算

的方向性距离函数而言, Tone<sup>[13]</sup>提出的非径向、非角度的 SBM 方向性距离函数能避免由于径向和角度不同所造成的偏差和影响,更能体现效率评价的本

质,近年来,得到越来越多学者的推崇。根据 Tone<sup>[13]</sup>可以定义考虑环境污染因素的 SBM 方向性距离函数:

$$\vec{D}_0^t(x^t, y^t, u^t; g) = \min \rho^* = \frac{1 - \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N S_n^r / x_{n0}}{1 + \frac{I}{M+I} (\sum_{m=1}^M S_m^y / y_{m0} + \sum_{i=1}^I S_i^u / u_{i0})} \quad (3)$$

$$(s. t. \sum_{k=1}^k \lambda_k x_{nk} + S_n^r = x_{n0}, n=1, 2, \dots, N; \sum_{k=1}^k \lambda_k y_{mk} - S_m^y = y_{m0}, m=1, 2, \dots, M;$$

$$\sum_{k=1}^k \lambda_k = 1; \sum_{k=1}^k \lambda_k u_{ik} + S_i^u = u_{i0}, i=1, 2, \dots, I; \lambda_k \geq 0; S_n^r \geq 0; S_m^y \geq 0)$$

式中:  $g = (g_x, g_y, g_u) \in R_+^{1 \times (N+M+I)}$  为投入、期望产出和非期望产出(环境污染)对应的方向向量;  $(S_n^r, S_m^y, S_i^u)$  代表投入冗余、期望产出不足和非期望产出过多; 目标函数  $\rho^*$  的分子、分母分别测度生产单位实际投入、产出与生产前沿面的平均距离,即投入无效率和产出无效率程度,且  $\rho^* \in [0, 1]$ 。当且仅当  $\rho^* = 1$  时,该地区落在环境生产前沿面上,也就是说与其他地区相比,该地区的资源投入和非期望产出(污染排放)最少,生产单位完全有效率,此时  $s_x = s_y = s_u = 0$ , 即最优解中不存在投入过剩和产出不足,期望产出最多,投入、期望产出和污染排放处于最佳状态。若  $\rho^* < 1$  表示该地区存在效率损失,在投入产出上存在进一步改进空间。

总,即农业机械总动力来衡量农业机械化,单位为  $10^4$  kW; 化肥包括磷肥、氮肥、钾肥和复合肥等肥料,采用折纯量来度量,单位为  $10^4$  t。

(2) 期望产出变量。选取种植业总产值作为耕地期望产出,单位为元。本文统一以 2001 年为基准年将种植业总产值进行折算,以使得数据之间具有可比性。

(3) 非期望产出变量。从耕地利用与环境协调发展的角度来看,耕地投入的非期望产出主要指耕地投入产出过程中所产生的面源污染,即在耕地利用中由于化肥、有机肥、农药、农膜等投入品使用不当,以及对农作物秸秆废弃物处理不当或不及时,造成的对农业生态环境的污染。结合赖斯芸等<sup>[16]</sup>、梁流涛<sup>[7]</sup>和潘丹等<sup>[17]</sup>研究,以清单分析法进行耕地面源污染的核算<sup>[18]</sup>。

参照涂正革<sup>[3]</sup>、李谷成等<sup>[6]</sup>和梁流涛<sup>[7]</sup>的做法,本文根据  $\rho^*$  取值的大小定义耕地利用与环境的相对协调程度。如果  $\rho^*$  取值在  $(0.9, 1]$  之间,则定义该地区为“优质协调发展”,即说明该地区资源投入少、产出多、污染排放少;如果  $\rho^*$  取值在  $(0.8, 0.9]$  之间为“较协调发展”;如果  $\rho^*$  取值在  $(0.7, 0.8]$  之间为“较不协调发展”;如果  $\rho^*$  取值小于等于 0.7 则为“不协调发展”。

清单分析是假设一定的农业活动对应一定的农业污染排放量,综合多种分析方法建立农业活动和污染排放量之间的响应关系。根据江西省耕地利用实际现状,本文主要分析农田化肥、有机肥和农田固体废弃物排放 3 种污染源,污染物主要是 COD(化学需氧量)、TN(总氮)、TP(总磷)3 类。将各类污染源分解为单元与污染排放量之间的数量关系见表 1。其中,各面源产污单元的统计数据来自于官方统计年鉴,面源污染各项指标的产污系数、利用率和流失率参见赖斯芸等<sup>[16]</sup>和梁流涛<sup>[7]</sup>的研究,并参照潘丹等<sup>[17]</sup>将 3 大污染排放量换算为等标污染排放量,计算公式为:等标污染排放量 = 污染物排放总量 / 污染物排放评价标准,将 COD, TN, TP 污染物排放评价标准分别为 20, 1, 0.2 mg/L。

### 1.2 变量界定及数据处理

根据上文的分析,利用环境效率评价耕地利用与环境协调发展的程度,关键在于筛选适宜的投入产出变量,具体包括投入、期望产出和非期望产出 3 个方面。

本文的数据主要来源于 2002—2016 年《江西省统计年鉴》,部分缺失数据通过各市历年的统计年鉴、统计公报补充完善。耕地面源污染数据参照相关的核算方法进行核算。

(1) 投入变量。鉴于数据的可得性和可比性,参照已有的研究<sup>[10-11, 14-15]</sup>,以耕地、劳动力、农机、化肥为投入变量。采用农作物播种面积作为耕地的投入指标,单位为千公顷;采用种植业从业人员作为劳动力投入数量的指标,该指标的公式:农林牧渔业从业人员数  $\times$  (种植业产值 / 农林牧渔业总产值) 计算而得到,单位为万人;用农业生产中的各类机械的马力加

表 1 耕地面源污染构成及测算方法

污染源	单元	调查指标	单位	面源污染排放量测算
化肥	氮肥	施用量 (折纯)	10 <sup>4</sup> t	氮肥、磷肥、复合肥×TN/TP 产污系数×流失率
	磷肥			
	复合肥			
有机肥	乡村人口	数量	万人	乡村人口、猪牛羊和家禽数量(出栏数或存栏数)×(1-利用率)×粪尿排泄系数×COD/TN/TP 排污系数
	猪	年末出栏量	万头	
	牛	年末存栏量	万头	
	羊	年末存栏量	万头	
	家禽	年内出栏量	万只	
农田固废	稻谷小麦玉米等 油料、蔬菜等	总产量	万吨	秸秆、蔬菜产量×COD/TN/TP 产污系数

注: 畜禽养殖存栏量与出栏量依据各自生长周期确定, 牛和羊平均饲养期一般长于 1 a, 其当年饲养量是年末存栏数, 猪和肉禽平均饲养期分别为 180 和 55 d, 其当年饲养量为其年内出栏数。

## 2 结果与分析

### 2.1 江西省耕地利用与环境协调发展特征和趋势

本文根据 2001—2015 年江西省 11 个地级市的耕地投入产出相关数据, 计算出各市环境效率, 以此来考察耕地利用与环境协调发展的特征和趋势。从 2001—2015 年江西省总体情况(以每年度 11 个地市耕地环境效率的均值为全省的效率值)来看, 效率值为 0.850, 整体处于较协调发展阶段。总体而言, 整个研究期内的效率值偏离生产前沿面还有一定的距离, 说明江西省各区域耕地利用与资源环境协调发展潜力还很大, 转变各地区耕地利用的方式空间巨大。如图 1 所示, 江西省的耕地环境效率在波动中缓慢上升, 耕地环境效率值在 0.786~0.893 区间, 总体上呈现出“下降—上升”趋势, 具体可分为 2001—2004 年, 2005—2015 年两个阶段。在第一阶段期间, 耕地环境效率由 0.816 下降到 0.786, 说明这一阶段耕地利用与环境协调发展呈下降走势, 其主要原因是为追求农业耕作的高产, 化肥、农药和农膜等被大量使用。在第二阶段期间, 耕地环境效率呈现上升趋势, 2005 年为 0.823, 到 2015 年增加到 0.890, 年均增加了 0.073。国家对农业重视程度的增加及对农业环境的重视是这一阶段的上升趋势的两个原因。2001—2015 年连续 11 个中央“一号文件”聚焦“三农”问题, 从农业基础设施建设、农业创新等多方面支持和鼓励发展现代农业, 这些政策极大的促进了农业生产积极性, 提升了农业生产水平。与此同时, 政府也加大对农业农村的环境政治力度, 国家地方两级政府和环保、农业等相关部门针对水资源、农田等陆续出台了《环境保护法》、《水污染防治法》、《江西省基本农田保护办法》、《江西省水资源条例》等资源环境管制政策; 此外, 耕地环境效率的攀升也可能与江西省“生态立省”的发

展战略有关, 自 2004 年 3 月起, 循环经济试点鄱阳湖, 2009 年 12 月, 鄱阳湖生态经济区建设批准成立, 这些战略部署在一定程度上都促进了江西省农业耕地利用与环境的协调发展。

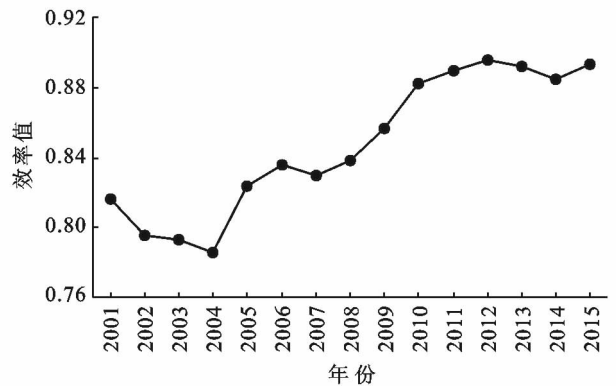


图 1 2001—2015 年江西省耕地利用与环境协调发展动态演变

如表 2 所示, 从各地市的情况来看, 2001—2015 年, 鹰潭、新余、南昌、宜春和抚州 5 市的耕地环境效率值在 (0.9, 1] 区间, 耕地利用与环境协调处于优质发展阶段。特别是鹰潭市, 其效率均值为 1, 说明就其他 10 个地市而言, 鹰潭市资源投入最少、产出最多、污染排放最少, 处于生产可能性边界而获得了最佳效率状态, 是江西省耕地利用与环境协调发展的“最佳实践者”。作为江西省首个土地管理创新机制试点市和全国“双保工程”(保经济发展、保耕地红线)先进市的鹰潭市在多年的努力下, 初步形成了“部门协同、公众参与、上下联动”的土地管理新格局, 在耕地数量、质量和耕地利用方面卓有成效, 所以其耕地环境效率表现良好, 特别是近年来推行的测土配方施肥工程和培肥地力工程, 使得耕地地力与耕地环境质量不断提高。省会南昌在农业生产方面的政策、资金、技术、区位等优势明显, 农业生产成本低, 农业发展质量好, 耕

地环境效率达到较优。新余作为以工业为主导的城市,农业发展也不落后,特别是近年来,政府从政策和资金上双向支持现代农业发展,为该地区提升耕地环境效率提供了很好的契机。宜春古称“农业上郡”,抚州享有“赣抚粮仓”之称,两地都是江西省产粮大市、国家商品粮基地,长期以来,宜春市和抚州市始终坚持以高标准农田项目建设为依托,全面推进粮食高产创建,实现了单产、总产的稳步提升。吉安、萍乡和景德镇的效率均值在(0.8,0.9]区间,这3个地区虽然属于较为协调发展阶段。

上饶的耕地环境效率值在(0.7,0.8]区间为“耕地利用与资源环境较不协调发展地区”。九江和赣州的耕地环境效率在0.7以下,说明这些地区耕地利用中资源、环境与耕地产出处于“极不协调”状态。九江

市的耕地环境效率排名在11个地级市最后,造成九江市耕地环境效率低下可能的原因有:该地区位于江西最北沿,春寒较频繁且早,导致农作物复种指数不高,且由于九江境内多丘陵山地,无灌溉设施的耕地占比最高,占全市耕地比重40.32%,耕地利用可能陷入低投入低产出情形。此外,作为昌九一体化双核城市之一的九江市近年来随着城镇化进程的加快,土地城镇化快于人口城镇化,人地矛盾进一步激化,耕地利用投入不足,产出减少,也直接影响了该地区耕地环境效率。赣州的排名仅先于九江,从前文对耕地污染排放量的测算中我们可以看出,作为传统的农业大市,赣州农业耕作受面源污染影响较大,耕地利用与资源环境相协调任务艰巨,转变该地区的耕作模式,努力提高耕地利用与资源环境的协调性已刻不容缓。

表 2 江西省 11 个市耕地利用与环境协调发展分类

协调度	2001—2015 年	2001—2005 年(十五)	2006—2010 年(十一五)	2011—2015 年(十二五)
优质协调发展 { $\rho^* \in (0.9, 1]$ }	鹰潭(1,1) 抚州(0.990,2) 新余(0.98,3) 南昌(0.976,4) 宜春(0.966,5)	鹰潭(1,1) 南昌(0.993,2) 宜春(0.988,3) 新余(0.943,4)	鹰潭(1,1) 新余(1,1) 宜春(0.953,3) 南昌(0.940,4) 抚州(0.923,5) 吉安(0.920,6)	鹰潭(1,1)新余(1,1)南昌(1,1) 抚州(0.990,4) 宜春(0.953,5) 吉安(0.946,6) 萍乡(0.921,7)
较协调发展 { $\rho^* \in (0.8, 0.9]$ }	吉安(0.873,6) 萍乡(0.836,7) 景德镇(0.815,8)	景德镇(0.882,5) 抚州(0.833,6)	景德镇(0.883,7) 上饶(0.833,8)	上饶(0.881,8) 景德镇(0.802,9)
较不协调发展 { $\rho^* \in (0.7, 0.8]$ }	上饶(0.793,9)	萍乡(0.782,7) 吉安(0.760,8)	萍乡(0.764,9)	
不协调发展 { $\rho^* \in (0.0, 0.7]$ }	九江(0.611,10) 赣州(0.565,11)	上饶(0.692,9) 赣州(0.578,10) 九江(0.522,11)	赣州(0.654,10) 九江(0.567,11)	九江(0.616,10) 赣州(0.598,11)

注:各地市括号里的数值分别表示耕地环境效率值和效率排名。

为进一步考察 11 个地市的耕地利用与环境协调发展的动态趋势,本文将考察期 2001—2015 年分为“十五”期间(2001—2005)、“十一五”期间(2006—2010)和“十二五”期间(2011—2015)这 3 个子时段。总体来看,从“十五”到“十二五”,耕地利用与环境协调发展的地市越来越多,到“十二五”期间,除赣州和九江以外,其余 9 个地市的耕地环境效率指都在 0.8 以上,有 7 个地市是耕地利用与环境优质协调发展,2 个市耕地利用与环境较为协调发展。鹰潭、新余和南昌从“十五”期间到“十二五”期间一直处于优质协调状态,尤其是在“十二五”期间,三市的耕地环境效率值都处于最佳前沿面。景德镇的耕地利用与环境一直是较为协调发展,但其效率值和效率排名有所下降,效率值由“十五”期间的(0.882,5)下降到“十二五”的(0.802,9),这一现象值得引起注意。抚州和吉

安的耕地利用与环境协调发展在“十二五”期间上升到优质协调发展阶段,分别由“十五”期间的(0.833,6),(0.760,8)上升到“十二五”期间的(0.990,4),(0.946,6)。赣州和九江在考察期间的效率值有所上升,但效率排名一直靠后,一直处于耕利用与环境极不协调发展阶段。

## 2.2 基于环境效率改进的耕地利用与资源环境协调发展策略

SBM 模型的一个重要优势就是不仅能测算各决策单元的效率值,还能得出决策单元与最优决策单元相比较的投入、期望产出和非期望产出冗余率,从而为确定投入产出无效率来源,为决策单元提供相应的效率改进方向(表 3)。

根据 SBM 模型,当耕地环境效率值=1 时,此时的松弛变量  $S_r^* = S_o^* = S_m^* = 0$ ,此时松弛变量不存在投

人和期望产出的不足,若投入和非期望产出的过剩以及期望产出的不足,即耕地环境效率值  $E TE < 1$  时,

可以通过计算松弛变量  $S_n^x, S_i^y, S_m^y$  的大小来反映耕地环境效率的冗余。

表 3 江西省各地区耕地环境效率可改进方向(2013—2015 年)

%

地区	投入冗余				产出不足	产出过量
	农作物播种面积	劳动力	化肥	农机	农业总产值	耕地面源污染
南昌市	21.54	17.04	13.69	24.58	0.00	18.88
景德镇市	22.09	34.83	27.14	31.98	0.00	20.48
九江市	25.82	35.66	32.50	34.68	0.00	26.85
上饶市	33.98	36.99	36.67	29.09	0.00	21.44
萍乡市	19.45	19.43	38.69	33.24	0.00	23.24
新余市	20.58	22.16	34.43	30.27	0.00	11.68
宜春市	31.32	41.67	19.74	27.92	0.00	16.01
抚州市	37.23	42.09	29.12	18.41	0.00	24.11
赣州市	35.68	41.95	37.48	18.37	0.00	27.30
吉安市	32.89	34.09	31.03	27.29	0.00	17.53
全省平均	28.06	32.59	30.05	27.58	0.00	20.75

注:鹰潭地区的耕地环境效率值为 1,为耕地环境效率有效地区,因此不包括该地区。

基于此,本文将近 3 a(2013—2015)年江西省各地市各个投入变量的松弛变量  $S_n^x$  除以对应的投入指标值得到投入冗余率,将  $S_i^y$  除以相应的面源污染值得到面源污染冗余率,将  $S_m^y$  除以相应产出值得到农业产出的不足率。通过对江西省各地市耕地环境效率无效率的分解,我们可以通过得到的量化可参考依据针对性地减少耕地投入和非期望产出,增加耕地期望产出,进而为这些地区提高耕地利用与环境协调发展提供改进的方向和幅度。

(1) 从耕地投入产出的过程来看,各地市农业总产值的冗余率几乎都为零,而农作物播种面积,劳动力,化肥和农机 4 类投入指标和耕地面源污染都存在一定的冗余,这说明江西省耕地环境效率低下的原因主要集中在耕地投入和非期望产出两大方面,即耕地投入要素消耗过多和环境污染排放过多是考察期间江西省耕地环境效率低下,即耕地利用与环境协调发展程度不高的主要原因。

(2) 从全省来看,耕地环境效率无效率主要是由投入冗余和面源污染产出过量引起的。从具体的投入冗余来看,劳动力的投入冗余居于各投入要素之首,这说明江西省仍存在大量的农村剩余劳动力,在以后的耕地利用中,应逐步减少劳动力投入量。未来农业耕作应重视合理利用劳动力资源、提高劳动者素质。化肥投入冗余排名第二,说明大量化肥的使用造成生产成本增加,农业绩效不仅难以提高,还会带来环境污染问题。农作物播种面积对耕地环境效率无效率的影响排在第 3 位,这说明虽然耕地资源日益稀缺,但江西省的耕地资源并没有得到高效的利用,从而导致耕地投入出现较大的冗余,这一结论与潘丹等<sup>[17]</sup>

和封永刚等<sup>[10]</sup>的实证结论比较接近。农机冗余虽然排名最后,但也不容小觑,平均冗余率达 27.58%。

(3) 从省内各地市投入产出指标相对调整量的角度来看,减少农作物播种面积是抚州、赣州和上饶提高耕地环境效率的主要途径。除了南昌和萍乡外,大部分地市的劳动力投入冗余率都很高,抚州、赣州和宜春是冗余率排名相对靠前的地区,分别达到 42.09%,41.95%和 41.67%,这 3 市的农业从业人员投入过多,冗余现象严重,改善潜力较大。化肥投入冗余量相对较大的地区是萍乡、赣州和上饶,这些地区的施肥强度都比较大,降低这些地区的化肥投入对耕地环境效率的改善非常关键。农机投入冗余量相对较大的地区是九江、萍乡和景德镇,减少农机投入是这些地区耕地环境效率改善的重要途径。所有地市都存在面源污染产出的过剩,赣州、九江和抚州的面源污染产出过量问题相对更为突出。

### 3 结论

本文基于江西省 11 个地级市 2001—2015 年耕地投入产出的面板数据,运用 SBM 方向性距离函数测度耕地环境效率,以此来衡量耕地利用与环境的协调发展程度,并提出相应的改进策略。

(1) 考察期间江西省耕地环境效率均值为 0.850,耕地利用与环境整体上较协调发展,但效率值偏离生产前沿面还有一定距离,说明通过转变耕地利用方式促进江西省耕地利用与环境协调发展的潜力还很大。江西省耕地环境效率总体上呈现出“下降—上升”趋势,耕地利用与环境协调发展不断优化演变。

(2) 11 个地级市的耕地利用与环境协调性存在地区差异。鹰潭、南昌、新余和抚州的耕地利用与环

境常年处于优质协调发展状态,新余、南昌、抚州、吉安和萍乡的耕地利用与环境协调发展趋势向好。赣州和九江常年处于极不协调发展状态,是政府着力监管的重点区域。

(3) 从改进的策略来看,江西省耕地利用与环境协调发展改进的潜力主要在于非期望产出的减少和耕地投入冗余的降低,但各地市投入冗余和非期望产出冗余的内在结构又存在诸多不同,即各地市耕地利用与环境协调发展的改进策略存在地区差异。

## 4 建议

(1) 促进农业技术进步和农业技术推广,加快传统耕作模式变革。依靠耕地、劳动力和化肥等传统要素的投入提高耕地产出的难度越来越大,必须从依靠传统投入要素的“外延式”发展模式,向提高耕地效率,减少耕地污染,改善耕地质量,用养结合,倚重技术效率与技术进步的“内涵式”发展模式转变,促进作物生长与耕地健康和谐共生。

(2) 设计和完善相关针对耕地面源污染薄弱环节政策,主要包括完善地方性防治耕地面源污染的法规和发挥环境经济政策作用,两者互为补充,共同作用,以有效控制耕地面源污染,促进耕地可持续利用。

(3) 探索耕地休养生息制度。根据污染程度、科学确定耕地保护措施和休养生息模式。对生态严重退化地区实施耕地休耕、轮作和调整种植结构的农业经营者予以适当的物质或现金补助,合理确定补助标准。

(4) 鉴于各地市耕地利用与环境协调发展的差异性,各地区应结合对现有的资源禀赋条件、要素替代关系和耕地对环境的负面影响等的考虑,有侧重地促进耕地利用与环境协调发展。宜春、赣州和抚州3市的农业从业人员投入冗余改善潜力较大;降低萍乡、赣州和上饶的化肥投入对耕地利用与协调发展的改善非常关键;减少农机投入是九江、萍乡和景德镇耕地利用与协调发展改善的重要途径;所有地市都存在面源污染产出的过剩,赣州、九江和抚州的面源污染产出过量问题相对更为突出,应重点治理。

(5) 加强各地区的交流与合作。农业资源和环境兼具整体性和区域差异性特征<sup>[8]</sup>,这决定了农业耕地可持续利用与管理并非仅凭某一地区政府就能管好的,因此,为提高耕地环境效率,江西省必须重视发挥“最佳实践者”的示范效应和带动效应,加强耕地利用与环境协调性发展好的地区与失衡地区的合作交流,促进资本、人才和技术的跨区域流动,重点挖掘环境效率提升空间明显的潜力地区,加大对这些地区的投入和技术创新,以期提高各区域的环境效率,实现江西省各地区耕地利用与环境协调性的整体提升。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 蒋和平,詹琳. 如何减缓粮食主产区持续增产压力[N]. 光明日报, [http://www.xinhuanet.com/politics/2015-04/30/c\\_127749998.htm](http://www.xinhuanet.com/politics/2015-04/30/c_127749998.htm) 2015-04-30.
- [2] Chung Y H, Rolf F, Shawna G. Productivity and undesirable outputs: A directional distance functioning approach[J]. *Journal of Environmental Management*, 1997, 51(3): 229-240.
- [3] 涂正革. 环境、资源与工业增长的协调性[J]. *经济研究*, 2008(2): 93-105.
- [4] 李静,饶梅先. 中国地区工业发展与环境的协调性及决定因素[J]. *华东经济管理*, 2011, 25(7): 59-64.
- [5] 黄和平,王丽影. 环境约束视角下江西省区域工业环境技术效率与环境协调性演变研究[J]. *江西财经大学学报*, 2016, 107(5): 98-1056.
- [6] 李谷成,范丽霞,闵锐. 资源环境与农业发展的协调性: 基于环境规制的省级农业环境效率排名[J]. *数量经济技术经济研究*, 2011(10): 21-49.
- [7] 梁流涛. 农业发展与环境协调性评价及其影响因素分析[J]. *中国环境科学*, 2012, 32(9): 1702-1708.
- [8] 张屹山,崔晓. 资源、环境与农业可持续发展: 物料平衡原则下的省级农业环境效率计算[J]. *农业技术经济*, 2014(6): 21-19.
- [9] 张利国,鲍丙飞,潘丹. 鄱阳湖生态经济区粮食生产技术效率时空演变及环境协调性探究[J]. *经济地理*, 2016(11): 116-123.
- [10] 封永刚,彭廷,邓宗兵,等. 面源污染、碳排放双重视角下中国耕地利用效率的时空分异[J]. *中国人口·资源与环境*, 2015, 25(8): 18-25.
- [11] 盖兆雪,孙萍,张景奇. 环境约束下的粮食主产区耕地利用效率时空演变特征研究[J]. *经济地理*, 2017, 37(12): 21-33.
- [12] Fare R, Grosskopf S, Lovell C A K, et al. Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: A nonparametric approach[J]. *Review of Economics and Statistics*, 1989, 71(1): 90-98.
- [13] Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data development analysis[J]. *European Journal of Operational Research*, 2001, 130(3): 498-509.
- [14] 经阳,叶长盛. 基于DEA的江西省耕地利用效率及影响因素分析[J]. *水土保持研究*, 2015, 22(1): 257-261.
- [15] 单玉红,朱枫,柯新利. 湖北省耕地利用效率的区域差异及提升对策[J]. *水土保持通报*, 2016, 36(2): 288-292.
- [16] 赖斯芸,杜鹏飞,陈吉宁. 基于单元分析的非点源污染调查评估方法[J]. *清华大学学报: 自然科学版*, 2004, 44(9): 1184-1187.
- [17] 潘丹,应瑞瑶. 环境污染约束下农业生产率增长地区差异及其动态分布演进[J]. *中国科技论坛*, 2013(5): 60-67.
- [18] 宋敏. 耕地资源利用中的环境成本分析与评价: 以湖北省武汉市为例[J]. *中国人口·资源与环境*, 2013, 23(12): 76-80.