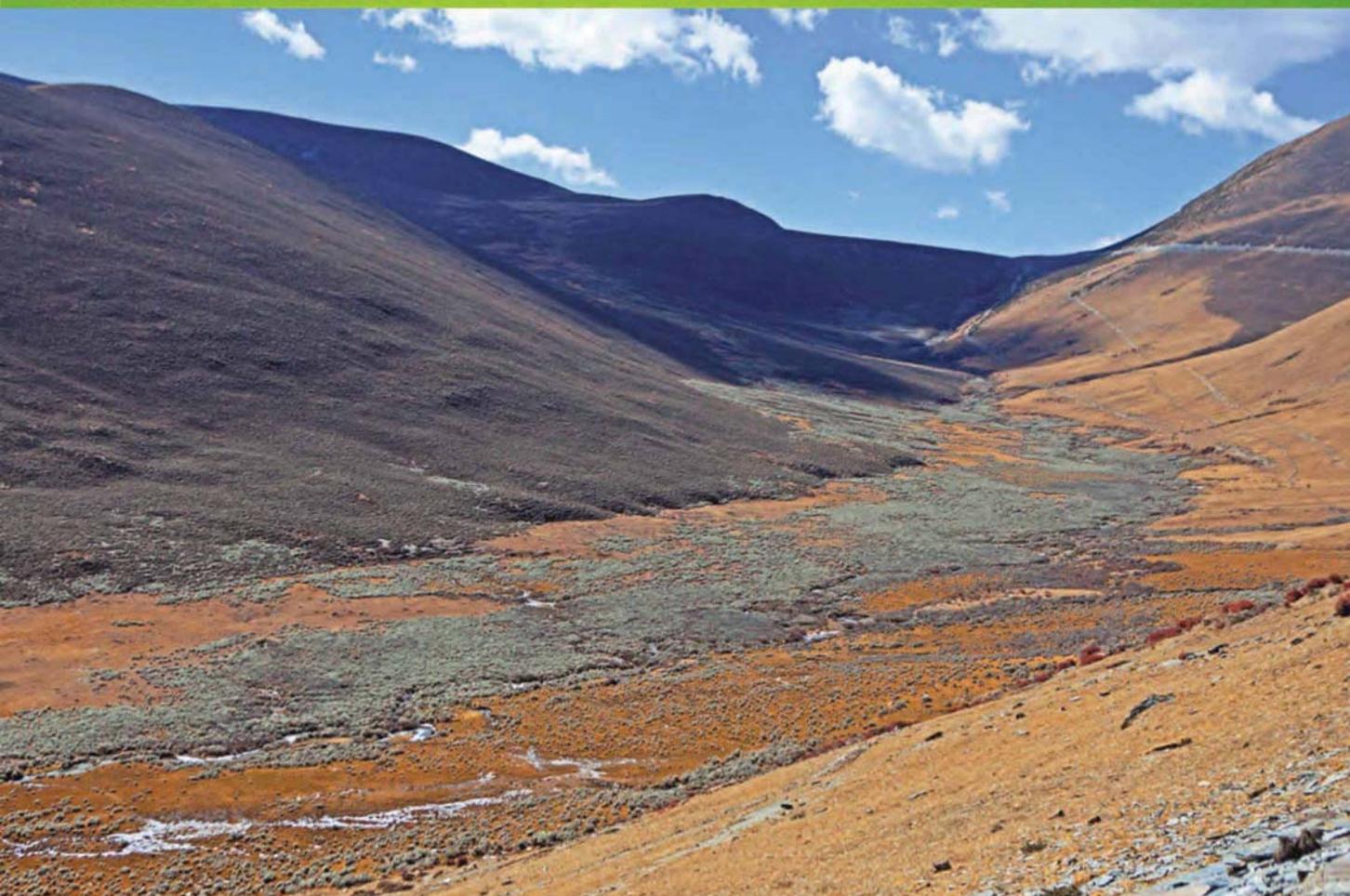


ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

中国生态学会 2013 年学术年会专辑



第 33 卷 第 18 期 Vol.33 No.18 **2013**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 18 期 2013 年 9 月 (半月刊)

目 次

中国生态学会 2013 年学术年会专辑 卷首语

美国农业生态学发展综述	黄国勤, Patrick E. McCullough (5449)
水足迹研究进展	马 晶, 彭 建 (5458)
江西省主要作物(稻、棉、油)生态经济系统综合分析评价	孙卫民, 欧一智, 黄国勤 (5467)
植物干旱胁迫下水分代谢、碳饥饿与死亡机理	董 蕾, 李吉跃 (5477)
生态化学计量学特征及其应用研究进展	曾冬萍, 蒋利玲, 曾从盛, 等 (5484)
三峡库区紫色土植被恢复过程的土壤团粒组成及分形特征	王轶浩, 耿养会, 黄仲华 (5493)
城市不同地表覆盖类型对土壤呼吸的影响	付芝红, 呼延佼奇, 李 锋, 等 (5500)
华南地区 3 种具有不同入侵性的近缘植物对低温胁迫的敏感性	王宇涛, 李春妹, 李韶山 (5509)
沙丘稀有种准噶尔无叶豆花部综合特征与传粉适应性	施 翔, 刘会良, 张道远, 等 (5516)
水浮莲对水稻竞争效应、产量与土壤养分的影响	申时才, 徐高峰, 张付斗, 等 (5523)
珍稀药用植物白及光合与蒸腾生理生态及抗旱特性	吴明开, 刘 海, 沈志君, 等 (5531)
不同温度及二氧化碳浓度下培养的龙须菜光合生理特性对阳光紫外辐射的响应	杨雨玲, 李 伟, 陈伟洲, 等 (5538)
土壤氧气可获得性对双季稻田温室气体排放通量的影响	秦晓波, 李玉娥, 万运帆, 等 (5546)
免耕稻田氮肥运筹对土壤 NH ₃ 挥发及氮肥利用率的影响	马玉华, 刘 兵, 张枝盛, 等 (5556)
香梨两种树形净光合速率特征及影响因素	孙桂丽, 徐 敏, 李 疆, 等 (5565)
沙埋对沙米幼苗生长、存活及光合蒸腾特性的影响	赵哈林, 曲 浩, 周瑞莲, 等 (5574)
半干旱区旱地春小麦全膜覆土穴播对土壤水热效应及产量的影响	王红丽, 宋尚有, 张绪成, 等 (5580)
基于 Le Bissonnais 法的石漠化区桑树地埂土壤团聚体稳定性研究	汪三树, 黄先智, 史东梅, 等 (5589)
不同施肥对雷竹林径流及渗漏水中氮形态流失的影响	陈裴裴, 吴家森, 郑小龙, 等 (5599)
黄土丘陵区不同植被土壤氮素转化微生物生理群特征及差异	邢肖毅, 黄懿梅, 安韶山, 等 (5608)
黄土丘陵区植被类型对土壤微生物量碳氮磷的影响	赵 彤, 闫 浩, 蒋跃利, 等 (5615)
林地覆盖对雷竹林土壤微生物特征及其与土壤养分制约性关系的影响	郭子武, 俞文仙, 陈双林, 等 (5623)
降雨对草地土壤呼吸季节变异性的影响	王 旭, 闫玉春, 闫瑞瑞, 等 (5631)
基于土芯法的亚热带常绿阔叶林细根空间变异与取样数量估计	黄超超, 黄锦学, 熊德成, 等 (5636)
4 种高大树木的叶片性状及 WUE 随树高的变化	何春霞, 李吉跃, 孟 平, 等 (5644)
干旱荒漠区银白杨树干液流动态	张 俊, 李晓飞, 李建贵, 等 (5655)
模拟增温和不同凋落物基质质量对凋落物分解速率的影响	刘瑞鹏, 毛子军, 李兴欢, 等 (5661)
金沙江干热河谷植物叶片元素含量在地表凋落物周转中的作用	闫帮国, 纪中华, 何光熊, 等 (5668)
温带 12 个树种新老树枝非结构性碳水化合物浓度比较	张海燕, 王传宽, 王兴昌 (5675)
断根结合生长素和钾肥施用对烤烟生长及糖碱比、有机钾指数的影响	吴彦辉, 薛立新, 许自成, 等 (5686)
光周期和高脂食物对雌性高山姬鼠能量代谢和产热的影响	高文荣, 朱万龙, 孟丽华, 等 (5696)
绿原酸对凡纳滨对虾抗氧化系统及抗低盐度胁迫的影响	王 芸, 李 正, 李 健, 等 (5704)

基于盐分梯度的荒漠植物多样性与群落、种间联接响应	张雪妮, 吕光辉, 杨晓东, 等 (5714)
广西马山岩溶植被年龄序列的群落特征	温远光, 雷丽群, 朱宏光, 等 (5723)
戴云山黄山松群落与环境的关联	刘金福, 朱德煌, 兰思仁, 等 (5731)
四川盆地亚热带常绿阔叶林不同物候期凋落物分解与土壤动物群落结构的关系	王文君, 杨万勤, 谭波, 等 (5737)
中亚热带常绿阔叶林不同演替阶段土壤活性有机碳含量及季节动态	范跃新, 杨玉盛, 杨智杰, 等 (5751)
塔克拉玛干沙漠腹地人工植被及土壤 C N P 的化学计量特征	李从娟, 雷加强, 徐新文, 等 (5760)
鄱阳湖小天鹅越冬种群数量与行为学特征	戴年华, 邵明勤, 蒋丽红, 等 (5768)
营养盐加富和鱼类添加对浮游植物群落演替和多样性的影响	陈纯, 李思嘉, 肖利娟, 等 (5777)
西藏达则错盐湖沉积背景与有机沉积结构	刘沙沙, 贾沁贤, 刘喜方, 等 (5785)
西藏草地多项供给及调节服务相互作用的时空演变规律	潘影, 徐增让, 余成群, 等 (5794)
太湖水体溶解性氨基酸的空间分布特征	姚昕, 朱广伟, 高光, 等 (5802)
基于遥感和 GIS 的巢湖流域生态功能分区研究	王传辉, 吴立, 王心源, 等 (5808)
近 20 年来东北三省春玉米物候期变化趋势及其对温度的时空响应	李正国, 杨鹏, 唐华俊, 等 (5818)
鄱阳湖湿地景观恢复的物种选择及其对环境因子的响应	谢冬明, 金国花, 周杨明, 等 (5828)
珠三角河网浮游植物生物量的时空特征	王超, 李新辉, 赖子尼, 等 (5835)
南京市景观时空动态变化及其驱动力	贾宝全, 王成, 邱尔发 (5848)
川西亚高山-高山土壤表层有机碳及活性组分沿海拔梯度的变化	秦纪洪 王琴 孙辉 (5858)
城市森林碳汇及其抵消能源碳排放效果——以广州为例	周健, 肖荣波, 庄长伟, 等 (5865)
基于机器学习模型的沙漠腹地地下水含盐量变化过程及模拟研究	范敬龙, 刘海龙, 雷加强, 等 (5874)
干旱区典型绿洲城市发展与水资源潜力协调度分析	夏富强, 唐宏, 杨德刚, 等 (5883)
海岸带区域综合承载力评估指标体系的构建与应用——以南通市为例	魏超, 叶属峰, 过仲阳, 等 (5893)
中街山列岛海洋保护区鱼类物种多样性	梁君, 徐汉祥, 王伟定 (5905)
丰水期长江感潮河口段网采浮游植物的分布与长期变化	江志兵, 刘晶晶, 李宏亮, 等 (5917)
基于生态网络的城市代谢结构模拟研究——以大连市为例	刘耕源, 杨志峰, 陈彬, 等 (5926)
保护区及周边居民对野猪容忍性的影响因素——以黑龙江凤凰山国家级自然保护区为例	徐飞, 蔡体久, 琚存勇, 等 (5935)
三江源牧户参与草地生态保护的意愿	李惠梅, 张安录, 王珊, 等 (5943)
沈阳市降雨径流初期冲刷效应	李春林, 刘森, 胡远满, 等 (5952)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 514 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 59 * 2013-09



封面图说: 川西高山地带土壤及植被——青藏高原东缘川西的高山地带坡面上为草地, 沟谷地带由于低平且水分较充足, 生长有很多灌丛。川西地区大约在海拔 4000m 左右为林线, 以下则分布有亚高山森林。亚高山森林是以冷、云杉属为建群种或优势种的暗针叶林为主体的森林植被。作为高海拔低温生态系统, 高山-亚高山地带土壤碳被认为是我国重要的土壤碳库。有研究表明, 易氧化有机碳含量与海拔高度呈显著正相关, 显示高海拔有利于土壤碳的固存。因而, 这里的表层土壤总有机碳含量随着海拔的升高而增加。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201305131042

孙卫民, 欧一智, 黄国勤. 江西省主要作物(稻、棉、油)生态经济系统综合分析评价. 生态学报, 2013, 33(18): 5467-5476.

Sun W M, Ou Y Z, Huang G Q. Analysis and evaluation of the eco-economic systems of the main crops (rice, cotton and rapeseed) in Jiangxi Province, China. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(18): 5467-5476.

江西省主要作物(稻、棉、油)生态经济 系统综合分析评价

孙卫民, 欧一智, 黄国勤*

(江西农业大学生态科学研究中心, 南昌 330045)

摘要: 基于成本收益分析和能值分析理论, 构建经济效益指标和生态经济效益指标, 对江西省水稻(早稻和晚稻)、棉花、油菜种植系统的经济效益、生态经济综合效益进行分析和评价。经济效益方面, 分析比较了单位面积作物成本构成, 构建了净利润(*Rev*)和净利润率(*Prof*)两个经济效益指标; 生态经济方面, 分析比较了单位面积能值投入产出构成, 构建了能值投入率、能值产出率、环境负载率、宏观经济能值等四个能值评价指标。计算结果表明江西省水稻、棉花和油菜等作物的生产成本占主导地位, 价格因素是影响种植成本最重要的因素。水稻主要是以生产物资费用为主, 而棉花和油菜以人工费用为主。从产值和收益来看, *Rev* 大小为棉花>晚稻>早稻>油菜, *Prof* 大小为晚稻>棉花>早稻>油菜。水稻、棉花和油菜种植系统对自然更新资源的依靠程度较低, 系统的维系主要依赖于外部购买能值的投入, 其构成与生产成本构成是一致的。水稻、棉花和油菜等作物的种植系统能值投入率比较高, 大小为棉花>早稻>晚稻>油菜, 能值产出率: 油菜>棉花>晚稻>早稻, 造成生态环境压力为晚稻>早稻>油菜>棉花, 宏观经济能值大小为油菜>棉花>晚稻>早稻。结果表明, 江西省水稻、棉花、油菜种植系统是高度开放的系统, 主要依赖购买能值, 但是系统产出率不高, 其环境压力也不大。研究结果可为深入认识江西水稻、棉花和油菜等主要作物种植系统提供一个新的视角, 并为种植业可持续发展提供一定的参考价值。

关键词: 经济效益; 生态经济效益; 生态压力; 主要作物; 江西省

Analysis and evaluation of the eco-economic systems of the main crops (rice, cotton and rapeseed) in Jiangxi Province, China

SUN Weimin, OU Yizhi, HUANG Guoqin*

Research Centre for Ecological Sciences, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

Abstract: An agro-ecosystem is a complex system with ecological, economic and technological functions. Agriculture is a unique tool that relates to both environmental functions and to the development of human society. However, in meeting the needs of society and in providing an impetus for economic development, agriculture has had a negative impact on the natural environment. Modern agricultural production can lead to water shortages, agricultural chemical pollution, soil fertility decline, and global climate change, among other issues. With the increasing scarcity of resources, agriculture is no longer simply an issue of natural resources; for example, environmental costs and climate change are even being incorporated into accounting. To address the problematic relationship of agriculture and natural resources, ecological and environmental studies must consider the problem in terms of sustainable agricultural development. This article describes our comprehensive evaluation of the major crops in Jiangxi Province. We evaluate the crops' ecological and economic efficiency (economic, ecological and economic benefits and ecological pressure) and their development trends to reveal the factors influencing these trends and the ways in which these variables change. The major crops in Jiangxi are rice, cotton and rapeseed. Cost-benefit analysis and value analysis are the basic tools of this analysis. This article builds three indicators, namely, economic

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAD89B00); 江西省软科学研究计划项目(赣财教[2008]147号)

收稿日期: 2013-05-13; 修订日期: 2013-07-08

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hgqjxc@sina.com

benefits, ecological and economic benefits, and ecological stress. The data are based on the average values for the period 2006—2010. To evaluate economic benefits, we analyzed and compared the cost and revenue per unit area. We then set up two economic benefit indices: net revenue per unit area (Rev) and net profitability (Prof). To evaluate eco-economic benefits, we analyzed and compared the energy input and output per unit area, and then set up four energy evaluation indices: energy input ratio, energy output ratio, environment loading ratio and macroeconomic energy value. Based on the results of the emergy analysis, we observed that the planting systems of rice, cotton and rapeseed have a low degree of reliance on renewable environmental resources. In contrast, these planting systems have a high degree of reliance on the purchased input emergy, whose composition is equal to its production cost. The calculation shows that these planting systems have a high energy input ratio, in which cotton > early rice > late rice > rapeseed. The calculation of the net output ratio of emergy shows that: rapeseed > cotton > late rice > early rice. The calculation of the environmental capacity shows that: late rice > early rice > rapeseed > cotton. Finally, the calculation of the macroeconomic value shows that: rapeseed > cotton > late rice > early rice. Our results show that production cost plays a dominant role for rice, cotton and rapeseed in Jiangxi Province and that price is the most important factor influencing planting cost. For rice, the cost is mainly influenced by production materials, and for cotton and rapeseed, the cost is mainly influenced by manual work. In terms of output value and benefit, the Rev of the crops are: cotton > late rice > early rice > rapeseed, and the Prof of the crops are: late rice > cotton > early rice > rapeseed. The results show that the planting systems of rice, cotton and rapeseed in Jiangxi are highly open systems. The results also show that the planting systems have a high reliance on purchased input emergy, but the systems have a low net emergy output ratio and environmental pressure. These results provide a new perspective on the planting systems of the main crops in Jiangxi Province and have reference value in promoting the sustainable development of agriculture.

Key Words: economic benefit; eco-economic benefit; ecological pressure; main crops; Jiangxi Province

农业生态系统是一个生态-经济-技术的复合系统。农业作为一项经济活动,作为人类生存和生活的一种手段,不仅是环境功能(或环境服务)的提供者,而且是促进人类社会发展的独特工具。但是,农业在满足人类生存需要和经济发展的同时,也给自然生态环境带来了负面的影响。现代农业生产在一定程度上已导致水资源短缺、农用化学物质污染、土壤肥力衰退和全球气候变化等一系列问题^[1]。随着资源日益稀缺、气候变化加剧以及环境成本被纳入核算等趋势,农业不能再像过去那样使用自然资源。因此处理好农业与自然资源、生态环境的关系,是农业可持续发展必须面对的问题。

从农业作为一项经济活动的角度讲,其目的是实现利润的最大化,即以最小的投入获得最大的产出;从生态经济系统协调发展的角度看,农业生产是自然资源和人类活动的相互作用的过程,农业生产活动必须协调好生产与环境承载力的关系,实现以最低的资源消耗获得最大化的社会效益。在农业生态经济系统可持续发展方面,国内外的学者开展了大量有益的研究,研究方法由单纯考虑经济因素发展为综合考虑系统复杂性和环境资源对经济过程的贡献。

农业经济效益方面,农产品的成本和收益是农业经营中最受关注的焦点。农产品的成本收益核算在国内统计部门已经形成了相对固定的核算体系。该方法、体系也被用于具体农产品的研究,梁竹和孙新等分别对重庆三峡库区、广东的柑橘生产的成本收益进行了分析^[2-3];王光宇分析了阜南县小麦、油菜、玉米和大豆的成本收益情况^[4]。张立忠对我国油菜籽的生产成本分析和收益分析^[5]。邓琨剖析了我国油料作物的生产成本构成,指出人工费用以及物质费用中的化肥费和种子费是构成其成本的主要部分^[6]。

农业生态经济系统可持续发展研究中能值分析方法是运用比较广泛的方法。在国外, Odum H. T., Brown, Ortega 以及 Ulgiati 等^[7-9] 不仅开展能值理论研究,并且构建了基础的能值分析指标体系。在运用方面,能值分析方法被广泛运用于国家、区域、农场乃至作物种植系统等尺度的农业生态经济系统的研究。Lefroy 和 Rydberg 分析了澳大利亚 3 种不同种植制度的能值特点及对农业持续利用的影响^[10]。Cuadra 和 Björklund 采用了成本收益分析、生态足迹和能值分析,构建相关评价指标,对尼加拉瓜的大豆、土豆、卷心菜、菠萝和咖啡等主要作物种植系统的经济效益、生态承载能力进行比较评价^[11]。在国内,蓝盛芳^[12] 和陆弘芳^[13] 等最先对 Odum 的能值理论进行了介绍,并在其农业生态系统的应用方面开展了积极的探索。在国家或区域尺度上,蓝盛芳对海南省、广东省三水市的农业经济系统进行了能值投入产出分析^[14-15]。Chen 等采用时间序列模型分析了我国农业生态系统能值变化规律^[16],张洁瑕利用能值分析方法对黄淮海平原 17 a 农业生态系统演替及可持续性进行了评估^[17]。王闰平采用能值分析方法对 2005 年山西省农业生态经济系统的投入产出状况、运行效率和环境负荷进行了系统分析^[18]。杜受

枯应用能值分析理论并借助数据包络分析法、协整检验、误差修正模型等经济计量方法,对 1997—2009 年四川省及其 21 个地级市农业生态系统的运行动态、环境承载情况、运行效率、投入产出关系进行定量分析^[19]。朱玉林等应用能值分析方法,计算了 1999—2008 年湖南省农业生态系统的能值总量、投入和产出结构,分析了各能值指标的变化趋势^[20]。在种植业系统尺度的运用,张大瑜应用能值方法分析了吉林省粮食作物生产系统^[21]。张新焕利用能值理论方法分析了新疆渭干河流域种植业系统的可持续性与敏感性^[22]。

由上述研究现状分析可见,现有的文献中对农业生产活动的研究多从大尺度(区域、种植系统等)进行研究,研究的侧重点多在于经济、生态或者生态经济系统某一方面的研究。对农业生产活动而言,它是自然再生产和经济再生产相互交织的过程,因此,不仅需要研究经济效益,同时也要研究其对生态效益,而现有研究成果中从经济效益、生态代价等方面对农业生产活动进行综合比较的研究还是比较少。因此,本文以江西省主要作物(水稻、棉花、油菜籽)为研究对象,以成本收益分析法和能值分析法为基本工具,构建的经济收益、生态经济收益和生态压力三个方面的指标,基于 2006—2010 年期间的平均数据,综合评价江西省主要作物种植系统生态经济效率(经济效益、生态经济效益及其生态压力)及发展趋势,揭示其影响因素及方向,为深入认识江西主要作物种植系统的提供一个新的视角,以期为促进农业可持续发展提供一定的参考价值。

1 研究区域

江西省位于中国东南部、长江中下游交接处的南岸,地处北纬 24°29′—30°04′、东经 113°34′—118°28′之间。全境以山地、丘陵为主,山地占全省总面积的 36%,丘陵占 42%,岗地、平原、水面占 22%,2009 年末,全省耕地面积 281.98 万 hm^2 。江西属亚热带湿润季风气候,全年气候温暖,光照充足,雨量充沛,无霜期长。全省多年年平均气温为 16.2—19.7 $^{\circ}\text{C}$,太阳年总平均辐射量 96.9—114.5 kJ/cm^2 ,日照时数为 1473—2078 h,年平均降水量达 1341.14—1934.4 mm。优越的自然条件为江西农业发展提供了良好的保障条件。

江西是一个农业比重较大的省份,种植业是江西农业经济主要的支柱之一。2010 年末,全省拥有耕地面积 281.98 万 hm^2 ,农林牧渔业总产值达 19005843 万元,占全省总产值的 14.4%。其中,种植业总产值为 8013643 万元,占农业总产值的 42.09%。江西是长江中下游水稻、棉花、油菜的主产区。水稻是江西最主要的粮食作物,2010 年全省早稻、中稻及一季晚稻、二季晚稻播种面积分别为 1401.07 $\times 10^3$ hm^2 、391.90 $\times 10^3$ hm^2 、1525.47 $\times 10^3$ hm^2 ,总产量分别为 705.50、259.00、893.80 万 t;棉花、油菜籽是江西主要的经济作物,2010 年全省棉花播种面积 79.74 $\times 10^3$ hm^2 ,总产量为 130773 t,油菜籽播种面积为 546.95 $\times 10^3$ hm^2 ,总产量为 638423 t。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究方法

2.1.1 成本收益分析

从经济活动角度分析,农业生产的目的是实现利润最大化,因此本文采用了成本收益分析法,用以分析不同农产品经济效益情况。本文采用国家现行的农产品成本收益核算体系,根据《全国农产品成本收益资料汇编 2011》的统计项目,单位面积农产品的成本(TC)包括生产成本(物质与服务费用、人工成本)和土地成本(流转地租金、自营地折租)两部分;单位面积农产品总产值(GI)由主产品产值和副产品产值构成。本文用“单位面积农产品的利润(Rev)”和“单位面积农产品的利润率($Prop$)”这两个指标反映某一种单位面积作物的收益, $Rev(Prop)$ 值越大,该值越大说明某种作物生产所能获得的收益越大。

$$\text{单位面积作物的利润}(Rev)\text{可表示为: } Rev = GI - TC \quad (1)$$

$$\text{单位面积作物的利润率}(Prop)\text{可表示为: } Prop = (Rev/TC) \times 100\% \quad (2)$$

2.1.2 能值分析

能值理论是由美国著名生态学家 H.T.Odom 创立的,能值分析方法和理论是生态系统和经济系统相互联系的桥梁,它把生态系统或生态经济系统内流动和储存的各种不同类别的能量和物质转换为同一标准的太阳能值,用于衡量和比较不同类别、不同等级的能量的真实价值,比较一个系统中流动或储存的不同类别的能量及其对该系统的贡献^[12]。以能值为基础,构建能值综合评价指标,分析评价各种生态流在系统中的作用和地位,可定量分析系统的结构功能特征与生态经济效益。

本文基于能值分析理论、方法及研究的目的,结合江西水稻、棉花及油菜籽等作物种植系统的能量、物质和货币等投入情况,绘制能值系统图,具体如图 1。

根据能值理论及能值系统图,本文中单位面积作物投入的能值(EmU)表达式如式(3)。

$$EmU = EmR + EmN + EmF + EmT \quad (3)$$

式中, EmU 表示作物单位面积的总投入能值, EmR 、 EmN 、 EmF 、 EmT 分别表示可更新环境资源(包括太阳能、雨水势能、雨水化学能等能值)、不可更新环境资源(指表土净损失能值)、工业辅助能(包括化肥、农药、农膜、柴油等)和可更新有机能(劳务、服务、种子、有机肥、畜力等)。 EmF 与 EmT 之和表示购买能值投入。

为定量地对江西的水稻、棉花和油菜籽等主要作物种植系统的可持续性和性能、效率进行综合评价,本文基于能值理论,结合已有研究成果,在对已有研究成果所涉及到的能值指标进行初选的基础上,从成本-效益、生态环境系统、生态经济系统等方

面考虑,构建了种植系统能值综合评价指标体系,具体如表 1。

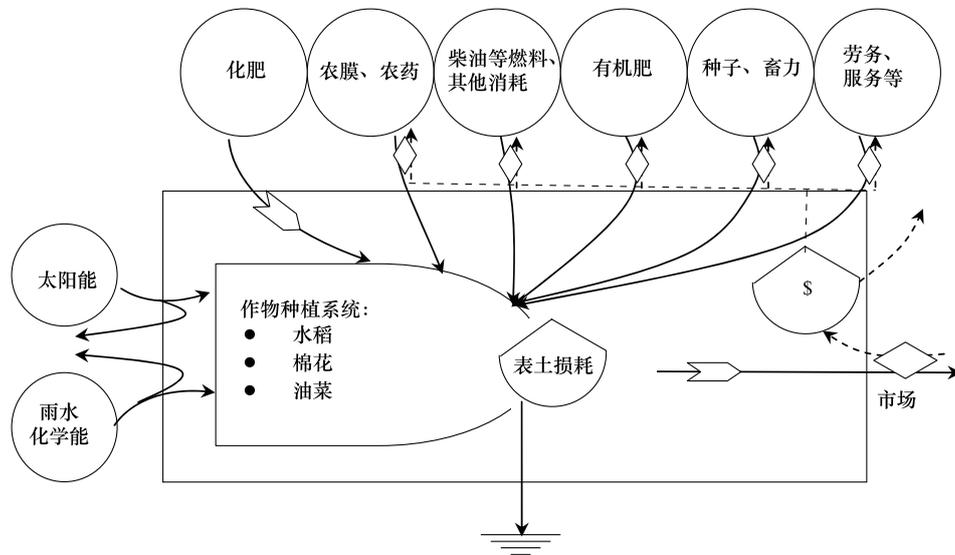


图 1 江西省水稻、棉花、油菜籽种植生态经济系统能值系统图

Fig.1 The emergy system diagram of planting eco-economic system in Jiangxi Province

表 1 江西省主要作物种植系统能值综合评价指标

Table 1 Emergy indicators of agriculture system in Jiangxi Province

指标 Index	表达式 Expression	含义 Implication
能值投入率 Emergy input ratio	$(EmF + EmT) / (EmR + EmN)$	该指标可衡量经济活动在一定条件下的竞争能力,同时,可测量自然环境资源对经济活动的承受力。即反映种植业经济系统开发程度以及对环境的利用程度。
能值产出率 Net emergy output yield	$EmY / (EmF + EmT)$	该指标说明购买的一单位能值投入可以带给系统多少单位的能值产出,表示种植业系统中的能值产出与来自人类经济系统的能值的比值,反映种植业生态经济系统的回报率与经济活动的竞争能力。
环境负载率 Environmental capacity	$(EmN + EmF) / (EmR + EmT)$	该指标用来表明系统能值利用的强度。其值的大小体现一个区域农业生态系统对自然环境的压力大小。
宏观经济能值 Macro economic value	$EmY / (\text{国家的能值/货币比率})$	该指标可衡量某产品的实际价值,即凝聚在产品中的人类劳动价值和自然资源环境价值。其值越高,说明其对经济的贡献率较大

2.2 数据来源及说明

本文数据主要来源于《江西统计年鉴》(2007—2011年)、《全国农产品成本收益资料汇编》(2007—2011年)、《中国统计年鉴》(2007—2011年)。其中,本文中水稻、棉花、油菜籽单位面积产量数据为 2006—2010 年的平均数,数据来源于《江西省统计年鉴》,能值总产出不包括作物的副产品的能值。

太阳能值转化率主要参考 Odum、蓝盛芳,能量折算系数主要参考骆世明、严茂超等相关文献^[23-25]。能值分析中,太阳能、雨水化学能、雨水势能、表土层净损等的具体计算依据如下:

$$\text{太阳能} = (\text{作物播种面积}) \times (\text{作物生育期单位面积太阳平均辐射量})$$

$$\text{雨水化学能} = (\text{作物播种面积}) \times (\text{作物生育期降雨量}) \times (\text{水的密度}) \times (\text{雨水的吉布斯自由能})$$

式中,作物生育期降雨量以江西省近 30 年逐月的平均值。

$$\text{雨水势能} = (\text{作物播种面积}) \times (\text{平均海拔}) \times (\text{作物生育期降雨量}) \times (\text{水的密度}) \times (\text{重力加速度})$$

式中,作物生育期降雨量以江西省近 30 年逐月的平均值。

$$\text{表土层净损失} = (\text{作物播种面积}) \times (\text{表土层损失速率}) \times (\text{土壤有机质含量百分率}) \times (\text{每克土壤有机质所含能量})$$

根据相关报道,江西省年土壤年流失总量高达 1.65 亿 t,所损失的养分折合有机质约 200 万 t,无机肥(N、P、K)约 225 万 t。

以上计算式中,水稻的生育期以江西目前主要种植品种为依据,早籼稻全生育期(3—7月)按 115 d 计、晚籼稻全生育期(6—10月)按 125 d 计、棉花全生育期(4—11月)按 210 d 计、油菜籽全生育期(10月至第 2 年的 5 月)按 220 d 计。

3 结果与分析

3.1 成本收益分析结果及分析

从总成本投入看(表2),单位面积早稻、晚稻、棉花、油菜籽总成本分别为8423.3、8347.62、4598.22和18255.3元,即棉花>早稻>晚稻>油菜籽。棉花相对其他3种作物其总生产成本最高,而油菜籽的生产成本为最低。从收益来看,单位播种面积的总产值相比较,棉花>晚稻>早稻>油菜籽。单位面积获得的净利润为:棉花>晚稻>早稻>油菜籽;成本利润率为:晚籼稻>棉花>早籼稻>油菜籽。

从种植总成本构成看,单位播种面积作物的成本主要由生产成本(物质与服务费用、人工成本)和土地成本构成(表2)。水稻、棉花、油菜籽等作物生产成本占总成本的比重最大,早稻、晚稻、棉花、油菜籽等作物的生产成本占总成本的比重分别为86.17%、84.96%、82.46%和94.49%。四种作物生产成本的绝对值大小相比较,棉花>早稻>晚稻>油菜籽。四种作物单位面积的土地成本占总成本的比重基本分别为13.92%、15.04%、17.54%和5.51%,绝对值相比较则为晚稻>早稻>棉花>油菜籽。由此可见,江西的水稻、棉花、油菜籽等作物种植总成本以生产成本为主,土地成本所占对总成的影响远远小于物质、人工等成本的投入,其原因在可能在于江西农业生产仍然以家庭小规模经营为主,耕地基本为自有耕地,因此土地成本占总成本的比重较少。但是,值得关注的是随着耕地资源日益稀缺,土地成本占生成总成本的比重正逐渐增大,势必增加了生产者的负担。

从生产成本具体构成比较看(表2),单位面积水稻、棉花、油菜籽投入的物质与服务费用(包括化肥费、租赁作用费、燃料动力费、技术服务费、固定资产折旧、保险费、管理费、销售费等费用)和人工成本的构成差异比较大。早稻、晚稻主要以物质与服务费用为主,分别占生产成本的60.78%和63.54%,人工成本的比重为39.12%和36.46%;油菜籽和棉花主要以人工成本为主,人工成本占生产成本的比重分别为52.46%和64.36%,而物质与服务费用占生产成本的比重分别为47.54%和35.64%。由此可见,粮食种植系统(早稻、晚稻)的生产成本主要是由生产经营方式和生产的技术水平和生产资料价格决定的,同时,劳动力价格也是影响成本的重要因素。而油菜籽和棉花与之相反,生产成本是主要受到劳动力价格,即人工成本的影响,同时生产的技术水平和生产资料价格也是重要影响因素。此种现状的原因在于近年来水稻种植的机械化程度迅速提高,大大减少了种植的人工投入,而化肥、农药等农资用量及其价格涨幅明显。而目前江西省油菜籽和棉花生产仍然属于劳动力密集型的,整地、育苗、移栽、除草、施肥、收割、脱粒等生产环节需要投入大量劳动力,在人工价格节节攀升的情况下,人工成本自然成为了最主要的生产成本。

表2 单位面积早稻、晚稻、油菜籽、棉花成本收益及其构成*

Table 2 Cost and return analysis for the four crops

项目 Item**	早稻 Early rice	晚稻 Late rice	油菜籽 Rapeseed	棉花 Cotton
总成本 Total cost/元	8423.31	8347.62	4598.22	18255.3
A. 生产成本 Production cost/元	7258.02 (86.17%)	7092.45 (84.96%)	3791.85 (82.46%)	17249.25 (94.49%)
a. 物质与服务费用*** Material and service cost/元	4411.44 (60.78%)	4506.57 (63.54%)	1802.49 (47.54%)	6146.79 (35.64%)
b. 人工成本***/元 Labor cost	2839.11 (39.12%)	2585.88 (36.46%)	1989.36 (52.46%)	11102.46 (64.36%)
B. 土地成本 Land cost/元	1172.76 (13.92%)	1255.17 (15.04%)	806.37 (17.54%)	1006.05 (5.51%)
总产值 Total output value/元	10640.19	12046.68	5417.49	25444.68
净利润 Net profit/元	2216.88	3699.06	819.27	4377.60
成本利润率 Cost profit/%	26.92	44.49	18.60	38.85

* 数据来源:国家发展和改革委员会价格司:《全国农产品成本收益资料汇编》(2007—2011); ** 指标的含义参照《全国农产品成本收益资料汇编2011》相关指标说明; *** 表示a占A的比重,b占A的比重

3.2 能值投入结构及主要指标分析比较

分析作物的能值投入结构能从整体上评价某区域作物种植系统的开放与发展程度^[26]。由表3可以看出,早稻、晚稻、棉花、油菜种植系统中,单位面积能值投入量分别为 8.85×10^{15} 、 8.89×10^{15} 、 1.92×10^{16} 、 5.14×10^{15} sej,即棉花>晚稻>早稻>油菜籽。各种种植系统能值投入结构及比较情况如下:

3.2.1 自然环境资源能值投入结构分析比较

从各种作物种植系统能值投入具体构成看(图1,表3),早稻、晚稻、棉花和油菜籽等作物单位面积种植系统流入自然资源能值(包括可更新自然资源和不可更新自然资源)投入量为 2.48×10^{14} 、 2.55×10^{14} 、 3.13×10^{14} 和 3.20×10^{14} sej,即油菜籽>棉花>晚稻>早稻,各种作物自然能源能值投入占总投入能值的比重分别为2.80%、2.87%、1.63%和6.23%。这一结果与作物生育周期及生育周期内的气候条件密切相关,说明了江西的水稻、棉花和油菜种植系统相对于其他投入资源,自然资源对系统的贡献不大,

属于开放程度比较高种植系统,尤其是水稻种植系统对自然能值投入依赖程度小于棉花、油菜籽种植系统,说明水稻种植系统的开放程度更高,更加需要人工系统的辅助,而棉花和油菜籽种植系统对自然资源的依赖程度高于水稻,这与江西现在实际情况是一致的。由于受与水土流失相关的数据收集因素的影响,为了便于比较研究本研究认为4种作物表土层净肥力损失是相同的,四种作物种植系统不可更新自然资源的所占比重分别为:2.29%、2.31%、0.94%、4.09%。4种作物种植系统的不可更新自然资源能值均大于可更新能值,表明这4种作物种植系统对土壤的消耗相对较大,种植系统对土壤的消耗是值得关注的。

表3 江西省单位播种面积水稻、棉花和油菜籽能值投入产出表*

Table 3 Energy analysis of the system of the three crops

项目 Item	太阳能值 转换率 Transformity	早稻 Early rice		晚稻 Late rice		棉花 Cotton		油菜籽 Rapeseed	
		原始数据 (g或\$) Annual flow	太阳能值 Solar energy						
可更新自然能源(EmR) Renewable environmental resource									
太阳能 Solar energy	1.00	1.77×10 ²⁰	1.06×10 ¹³	1.92×10 ²⁰	1.15×10 ¹³	3.23×10 ²⁰	1.94×10 ¹³	3.39×10 ²⁰	2.03×10 ¹³
雨水化学能 Rainwater chemical energy	1.54×10 ⁴	5.12×10 ⁹	7.89×10 ¹³	5.56×10 ⁹	8.58×10 ¹³	9.34×10 ⁹	1.44×10 ¹⁴	9.79×10 ⁹	1.51×10 ¹⁴
雨水势能 Water potential	8.89×10 ³	6.38×10 ⁸	5.67×10 ¹²	6.94×10 ⁸	6.16×10 ¹²	1.17×10 ⁹	1.04×10 ¹³	1.22×10 ⁹	1.08×10 ¹³
小计 Subtotal**			7.89×10 ¹³		8.58×10 ¹³		1.44×10 ¹⁴		1.51×10 ¹⁴
不可更新自然资源(EmN) Non-renewable environmental resource									
表土层净损失 Net value of loss of topsoil energy	6.25×10 ⁴		1.69×10 ¹⁴		1.69×10 ¹⁴		1.69×10 ¹⁴		1.69×10 ¹⁴
不可更新工业辅能(EmF) Non-renewable purchased energy									
氮肥 Nitrogen/g	1.69×10 ⁶	1.14×10 ⁵	1.93×10 ¹¹	1.12×10 ⁵	1.90×10 ¹¹	2.50×10 ⁵	4.22×10 ¹¹	6.50×10 ⁴	1.10×10 ¹¹
磷肥 Phosphate/g	4.14×10 ⁷	1.26×10 ⁴	5.20×10 ¹¹	7.11×10 ³	2.94×10 ¹¹	3.02×10 ⁴	1.25×10 ¹²	1.28×10 ⁴	5.28×10 ¹¹
钾肥 Potash/g	2.63×10 ⁵	2.86×10 ⁴	7.52×10 ¹⁰	2.73×10 ⁴	7.17×10 ¹⁰	1.17×10 ⁵	3.07×10 ¹¹	1.21×10 ⁴	3.18×10 ¹⁰
复合肥 Fertilizer/g	2.80×10 ⁹	1.53×10 ⁵	4.29×10 ¹⁴	1.63×10 ⁵	4.56×10 ¹⁴	2.34×10 ⁵	6.55×10 ¹⁴	1.08×10 ⁵	3.03×10 ¹⁴
农膜 Plastic sheeting	6.60×10 ⁴	5.48×10 ³	3.61×10 ⁸	0.00	0.00	7.38×10 ³	4.87×10 ⁸	0.00	0.00
农药 Pesticide/\$	8.67×10 ¹²	6.47×10 ¹	5.61×10 ¹⁴	1.08×10 ²	9.38×10 ¹⁴	1.75×10 ²	1.51×10 ¹⁵	1.85×10 ¹	1.60×10 ¹⁴
燃料 Fuel/\$	8.67×10 ¹²	3.36	2.91×10 ¹³	3.28	2.85×10 ¹³	7.61×10 ⁻¹	6.60×10 ¹²	0.00	0.00
机械作业 Mechanical operating/\$	8.67×10 ¹²	1.37×10 ²	1.19×10 ¹⁵	1.49×10 ²	1.29×10 ¹⁵	1.22×10 ¹	1.06×10 ¹⁴	1.97×10 ¹	1.71×10 ¹⁴
固定资产折旧 Depreciation of fixed assets/\$	8.67×10 ¹²	1.94×10 ¹	1.68×10 ¹⁴	1.89×10 ¹	1.64×10 ¹⁴	1.12×10 ¹	9.67×10 ¹³	1.00×10 ¹	8.68×10 ¹³
工具材料 Tools and materials/\$	8.67×10 ¹²	1.10×10 ¹	9.58×10 ¹³	9.15	7.93×10 ¹³	7.68	6.66×10 ¹³	2.16	1.87×10 ¹³
小计 Subtotal			2.47×10 ¹⁵		2.96×10 ¹⁵		2.44×10 ¹⁵		7.40×10 ¹⁴
可更新的有机能(EmT) Renewable Organic energy									
劳务 Labor/\$	8.67×10 ¹²	4.11×10 ²	3.57×10 ¹⁵	3.75×10 ²	3.25×10 ¹⁵	1.59×10 ³	1.38×10 ¹⁶	2.87×10 ²	2.48×10 ¹⁵
畜力 Animal/\$	8.67×10 ¹²	5.29×10 ¹	4.58×10 ¹⁴	3.82×10 ¹	3.31×10 ¹⁴	2.16×10 ¹	1.87×10 ¹⁴	3.12×10 ¹	2.71×10 ¹⁴
种子 Seeds/\$	8.67×10 ¹²	5.92×10 ¹	5.13×10 ¹⁴	5.11×10 ¹	4.43×10 ¹⁴	1.14×10 ²	9.92×10 ¹⁴	2.06×10 ¹	1.78×10 ¹⁴
有机肥 Organic fertilizer/\$	8.67×10 ¹²	1.53×10 ¹	1.32×10 ¹⁴	1.09×10 ¹	9.42×10 ¹³	2.37×10 ¹	2.05×10 ¹⁴	1.70×10 ¹	1.47×10 ¹⁴
小计 Subtotal			4.67×10 ¹⁵		4.12×10 ¹⁵		1.52×10 ¹⁶		3.08×10 ¹⁵
能值总投入(EmU) Total energy input	8.85×10 ¹⁵		8.89×10 ¹⁵		1.92×10 ¹⁶		5.14×10 ¹⁵		
能值总产出(EmY) Total Energy yield	2.94×10 ¹⁵		3.07×10 ¹⁵		5.08×10 ¹⁶		1.97×10 ¹⁶		

* 数据来源:国家发展和改革委员会价格司;《全国农产品成本收益资料汇编》(2007—2011);

** 几种可更新自然资源是同样气候、地球物理作用引起的不同现象,只取其中能值投入量最大的雨水化学能,以避免能值的重复计算^[7]

3.2.2 购买能值投入结构分析比较

江西的水稻、棉花及油菜籽种植系统是比较开放的种植系统,系统维持的能值主要来源于购买辅助能值。由表 3 可看出,4 种作物单位面积种植系统投入购买辅助能值(包括不可更新工业辅助能和可更新有机能)分别为 7.14×10^{15} 、 7.08×10^{15} 、 1.76×10^{16} 、 3.82×10^{15} sej, 占总投入能值的比重分别为:96.64%、96.52%、98.25%、92.27%。

具体来看,单位面积种植系统中不可更新工业辅助能值投入量分别为 2.47×10^{15} 、 2.96×10^{15} 、 2.44×10^{15} 和 7.40×10^{14} sej, 即:晚稻>早稻>棉花>油菜籽,占各自系统的购买辅助能值比重分别为 34.58%、41.82%、13.84%和 19.39%。这 4 种作物种植系统投入的不可更新工业辅助能值主要是以化肥、农药、燃料等不可更新工业辅助能值为主。其中,化肥、农药等工业辅助能值分别为 9.91×10^{14} 、 1.39×10^{15} 、 2.17×10^{15} 和 4.64×10^{14} sej, 即:棉花>晚稻>早稻>油菜籽,分别占各自系统不可更新工业辅助能的 40.11%、47.11%、88.81%和 62.66%,表明棉花种植系统对农药、化肥等农业化学品的依赖程度高于最高,其次是油菜籽,水稻相对较低。本文将机械作业费视为不可更新工业辅助能值,其原因是该费用主要是用于生产者租用其他单位或个人机械设备投入使用消耗。4 种作物机械作用能值投入分别为 1.19×10^{15} 、 1.29×10^{15} 、 1.06×10^{14} 和 1.71×10^{14} sej, 分别占各自系统不可更新工业辅助能的 48.18%、43.58%、4.34%和 23.11%,说明江西粮棉油种植系统的机械化作业水平存在较大差异,水稻机械作业水平远远高于棉花和油菜籽,棉花机械化作业水平最低。

早稻、晚稻、棉花和油菜籽等种作物单位面积种植系统投入的可能更新有机能分别为 4.67×10^{15} 、 4.12×10^{15} 、 1.52×10^{16} 和 3.08×10^{15} sej, 占各自系统的购买辅助能值的比重分别为 65.42%、58.18%、86.16%和 80.61%。4 种作物种植系统单位面积投入的可更新能值主要以劳务为主,劳务能值投入分别为 3.57×10^{15} 、 3.25×10^{15} 、 1.38×10^{16} 和 2.48×10^{15} sej, 占投入可能新能值的比重分别为 76.40%、78.92%、90.89%和 80.62%。可见,这四种作物种植系统劳动力投入比较密集。其中,棉花种植系统是劳动力最为密集的种植系统,其次是油菜籽,水稻最小。其主要原因一方面是江西的水稻、棉花和油菜种植的机械化程度相对较低,尤其是棉花和油菜籽种植系统受技术水平等因素影响生产过程中需要投入大量的人力,即使是水稻种植的机械收割覆盖面积不断提高,但是机插水平还是比较低,种植过程中仍然需要大量人工投入。另一方面则是随着农村劳动力转移和社会经济的发展,近年来用工价格迅速上涨,从而导致了人工成本不断提高,并成为了农业生产的主要支出。

由这四种作物种植系统购买能值结构分析可以看出,虽然可更新有机能值投入比重大于不可更新能值的比重,但是值得注意的是,有机能值主要是以劳务为主,而种植系统中有机肥的投入比重非常低。因此,增加有机肥等可更新有机能值的投入,以保持种植系统可持续发展。

3.2.3 能值产出情况比较分析

本文计算水稻、棉花和油菜籽等作物产出能值时,只计算了单位面积主要产品的能值产出,早稻、晚稻、棉花和油菜籽单面积主要产品的能值产出分别为 2.94×10^{15} 、 3.07×10^{15} 、 5.08×10^{16} 和 1.97×10^{16} sej。作物产出能值不仅取决于作物产量,还取决于作物的能值转化率,虽然单位面积水稻的产量远远大于棉花和油菜籽,但是单位重量棉花和油菜所含的能量大于水稻,其能值转化率也大于水稻的能值转化率,所以表现单位面积作物能值产出,棉花>油菜籽>晚稻>早稻。

3.2.3 主要能值指标分析比较

(1)能值投入率 由表 4 可得,单位面积的早稻、晚稻、棉花和油菜籽的能值投入率分别为 28.81、27.78、56.31 和 11.93,即棉花>早稻>晚稻>油菜籽。结果表明种植系统对单位无偿自然环境资源的利用所需要投入的购买能值大小为棉花>早稻>晚稻>油菜籽。能值投入率越高,则说明种植系统需要投入了较多的购买能值,增大了无偿环境资源的压力,导致较高的生产成本,降低了市场竞争力。以棉花为例,目前江西粗放式的棉花种植经营模式不利于资源的利用,应加大对种植过程中非自然资源要素的投入,如提通过高机械投入、有机肥投入、降低人力投入等措施提高资源的利用效率。

(2)能值产出率 由表 4 可得,早稻、晚稻、棉花和油菜籽的能值产出率分别为 0.41、0.43、2.88 和 5.16,即油菜籽>棉花>晚稻>早稻。结果表明油菜籽的能值产出率最高,其次是棉花,水稻生产系统的能值利用效率较低。也就是说水稻生产系统投入的能值转换率较低,在同量的购买能值的投入下,该系统只能获得较少的能值产出。这一方面受到作物本身能值转化率的影响,另一方面,是要进一步提高资源利用率以实现水稻种植系统可持续发展的重要课题。

(3)环境负载率 能值分析角度来看,外界大量的能值输入以及过度开发本地非更新资源是引起区域环境系统恶化的主要原因。从四种作物种植系统对生态环境的压力看(表 4),环境负载率的大小为:晚稻>早稻>油菜籽>棉花。其主要原因是四种作物种植系统单位面积投入的外部的辅助能值为晚稻>早稻>油菜籽>棉花。与国内外已有研究结果相比较,这几种作物种植系统的环境压力比较小。但是要实现农业可持续发展,应该降低不可能新购买能值投入量,降低对环境的持续压力。特别是水稻种植系统,该系统不可更新能值投入量所占比重比较大,若系统长期处于较高的环境承载力时,系统将产生不可逆转的功能退化或丧失。江西是长江中游重要的粮区,肩负着国家粮食安全重任,所以必须得到高度种植水稻种植所造成的环境问题。

(4)宏观经济能值 本文按人民币对美元的汇率为 7.0 元/\$,江西的能值货币比率为 8.67×10^{12} sej/\$,计算得到江西省单位面积水稻、棉花和油菜籽等作物产出的宏观经济价值分别为 2373.70 元、2478.66 元、41014.99 元、15905.42 元,而实际市场价

值为 10278.12 元、11691.15 元、21614.46、5148.3 元。由此可见,早稻、晚稻的市场价值高于宏观经济价值,这主要得益于国家粮食补贴、粮食保护价格等强农惠农政策。而棉花和油菜籽的市场价值则远远低于宏观经济价值,因此,对于棉花和油菜籽应该加大良种补贴等强农惠农政策,确保政策落实到位,提高农民种田的积极性。

表 4 江西省水稻、棉花和油菜籽种植系统主要能值评价指标

Table 4 The emery indices of planting eco-economic system of the four crops

指标 Indicators	早稻 Early rice	晚稻 Late rice	棉花 Cotton	油菜籽 Rapeseed
能值投入率 Energy input ratio	28.81	27.78	56.31	11.93
能值产出率 Net output ratio of emery	0.41	0.43	2.88	5.16
环境负载率 Environmental capacity	0.56	0.74	0.17	0.28
宏观经济能值 Macro economic value	2373.70	2478.66	41014.99	15905.42

4 结论与政策建议

4.1 结论与讨论

(1) 水稻、棉花和油菜籽等作物的种植总成本中,生产成本占主导地位,价格因素是影响种植成本最重要的因素。特别是在农资价格高位运行,人工价格节节攀升的情况下,种植业的总成本将“水涨船高”。目前土地成本占总成本的比重相对较小,但是近年来随着耕地资源日益稀缺,土地资源保护日益严峻,在土地流转制度尚不完善的情况下,土地成本可能成为影响种植业成本的重要因素。

江西省水稻、棉花和油菜籽等作物的种植系统相比较,水稻种植的集约化程度较高,其生产成本主要以成农药化肥等生产物资费用为主,人工费用次之,其原因一方面是农药、化肥等农用物资的投入量大而且不断增加,近年来农资价格不断攀升,导致了生产成本提高;另一方面则是机械化程度不断提高,劳动密集型的状况有所改变,人工费用有所减少。江西的棉花和油菜籽种植系统的劳动密集程度较大,需要投入大量的人工,其生产成本与水稻相反,人工费用所占的比重大于物质与服务费用。

从产值和收益来看,棉花是高投入高产出的经济作物,单位面积的总产值和净利润均比其他作物大,但是其利润率低于晚稻。单位面积油菜籽的总产值、净利润和利润率与水稻、棉花相比均为最低,这也是农民种植油菜籽积极性低的一个重要原因,这种情况与我国大部分油菜种植区的现状是一致的。水稻是江西最重要的粮食作物,晚稻的经济效益和效率均高于早稻,其原因在于早稻的物质与服务费用、人工成本等生产成本高于晚稻。

(2) 江西省水稻、棉花和油菜籽种植系统是高度开放的商品型系统,对自然更新资源的依靠程度较低,种植系统的维系主要依赖于外部购买辅助能值的投入。其中,不可更新工业辅助能主要以农药、化肥等以能源性物资为主,可能新有机能主要以劳务投入为主。

但是,江西省水稻、棉花和油菜籽种植系统投入的购买能值的构成有所区别,这一结果与这几种作物生产成本构成是一致的。水稻种植系统除了以人工投入之外,更大程度上依赖于不可更新工业辅助能的投入。水稻种植系统投入的不可更新工业辅助能占能值投入的比重大于棉花和油菜籽种植系统不可更新工业辅助能占能值投入的比重。而棉花和油菜籽种植系统需要投入量大人工,其投入能值比重最大的是可更新有机能。这种差别也体现了目前江西水稻、棉花和油菜籽等作物种植系统的营技术水平,即水稻的机械化程度相对较高,而且近年来机械化作业水平提高迅速,而棉花和油菜籽由于种植规模和自身种植特点的约束,机械化作业水平比较低,仍然属于劳动力密集型的种植系统。

(3) 水稻、棉花和油菜籽等作物的种植系统能值投入率比较高,4 种作物的能值投入率大小为棉花>早稻>晚稻>油菜籽。这些作物种植系统主要依靠外部的工业辅助能投入,尤其是不可更新工业辅助能,水稻、棉花和油菜籽种植系统单位面积投入的化肥、农药的量较大。但是系统的能值产出率差别比较大,一方面受作物本身的影响,另一方面也说明了种植系统对购买能值资源的利用率不高,虽然目前计算得到的数据并未显示出对生态环境造成较大压力,但是在目前的生产水平下,化肥、农药的利用率不高的情况下,所带来的环境压力是不容忽视的。因此,在生产过程中一方面要减少不可更新能值投入的量,另一方面是要提高农药、化肥等农用化学物质的利用率,从而降低对自然资源环境的压力。

4.2 政策建议

(1) 完善和加强强农惠农政策,保护农民利益,调动生产积极性。由上述结论可见,影响不同作物的收益的最主要因素是农产品价格和生产成本。因此,要增加农民种植收益和稳定农民种植积极性,一方面要制定并实施好农产品最低保护价和最低收储价政策,防止“价增面增、价减面减”的恶性循环,起到引导农民合理种植的“风向标”作用,对价格要起到支撑和维系作用,切实保护农民种植收益。另一方面是有效抑制农资价格过快上涨。各级部门要加强农资价格监管力度,抑制农资价格非正常上涨;同时,加强并落实到位良种补贴、综合直补、农机购置补贴等“三补一免”强农惠农政策,确实保护农民利益。

(2) 加大投入,进一步提高农业机械化水平。随着国家农机购置补贴政策的实施,近年来江西农业机械化水平有所提高,

使得人工成本大幅降低,解决或缓解请工难的问题。水稻、棉花和油菜籽相比较,目前全省水稻种植机械化程度水平有显著提升提高,尤其是机收面积大幅提升,在农村劳力减少,人工价格节节攀升的情况下,大大降低了人工成本,有效提高生产效率和经济效益。但是全省机插面积还是相对比较小,应加强机插技术的研发与推广,同时加强相关设备及适合机插水稻品种的培育,从而进一步提高水稻种植机械化水平。受限制于种植规模和经营技术水平,江西棉花和油菜种植系统仍然需要大量的人工投入,在江西种植范围和播种面积相对有限,机械化程度低,虽然有较高的收益率,但在人工成本不断增加的情况下,农民的利益很难得到保证。因此,这两种作物应该结合区域特色和基础,坚持走“特色、绿色、生态、优质、高产”的路线,提高产品质量,从而提升产品的价值。

(3)大力发展绿色高效现代农业,增强农产品市场竞争力。江西省的水稻、棉花和油菜籽等作物的种植系统是开放型的种植系统,很大程度依赖于购买能值投入,尤其是不可更新工业辅助能值投入,其中化肥、农药、农膜等农用化学品投入量不断增加,加速土壤有机质损耗和对环境污染,影响农产品质量的同时给生态环境造成了巨大压力。因此,在全省农业规模化程度逐渐提高的情况下,种植业的应该更加注重环境效益,发展节水、节肥种植模式,加大可更新有机能的投入,尤其是有机肥投入的比重,发展无公害农业,提高农产品的质量,从而提高江西省农产品的竞争力。

References:

- [1] The World Bank. World Development Report 2008: Agriculture for Development. Washington DC: World Bank Publications, 2007.
- [2] Liang Z A. Analysis of Citrus Production Cost & Benefit in Chongqing Three Gorges Reservoir Area [D]. Chongqing: Southwest University, 2009.
- [3] Sun X, Jiang X X, Zheng Y W. Study on the productive cost and benefit of four crops in Guangdong Province. Guangdong Agricultural Sciences, 2009, (10): 209-212.
- [4] Wang G Y, Hu Y N, Dong R, Jiang H Z, Nie Z S. Study on the productive cost and benefit of four crops in Funan County. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2003, 31(6): 1003-1004, 1006-1006.
- [5] Zhang L Z, Wang R J. The analysis on the cost and profit for the production of rapeseed in China. China Business and Market, 2010, (1): 56-59.
- [6] Deng K. The analysis on the cost and profit for oil-bearing crops in China. Rural Economy and Science, 2012, 23(2): 62-65.
- [7] Odum H T. Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making. New York: John Wiley and Sons, 1996: 163-168.
- [8] Brown M T, Ulgiati S. Emergy-based indices and ratios to evaluate sustainability: Monitoring economies and technology toward environmentally sound innovation. Ecological Engineering, 1997, 9(1/2): 51-69.
- [9] Ortega E, Miller M, Anami M H, Beskow P R. From emergy analysis to public policy: Soybean in Brazil // Proceedings of Second Biennial Emergy Research Conference, 2001: 20-22.
- [10] Lefroy E, Rydberg T. Emergy evaluation of three cropping systems in southwestern Australia. Ecological Modelling, 2003, 161(3): 195-211.
- [11] Cuadra M, Björklund J. Assessment of economic and ecological carrying capacity of agricultural crops in Nicaragua. Ecological Indicators, 2007, 7(1): 133-149.
- [12] Lan S F, Pei Q, Lu H F. Emergy Analysis of Eco-Economic Systems. Beijing: Chemical Industry Press, 2002.
- [13] Lu H F, Shen S R, Chen J, Lan S F. A synthesis evaluation method of economical-ecosystem; Emergy theory and analysis method. Ecology and Environment, 2005, 14(1): 121-126.
- [14] Zhang Y D, Lan S F, Chen F P. Emergy analysis of agriculture in Hainan Province. Rural Eco-Environment, 1999, 15(1): 5-9.
- [15] Su G L, Li M J, Lan S F, Chen F P. Emergy analysis and the sustainable development of farming system in Sanshui of Guangdong. Research of Agricultural Modernization, 1999, 20(6): 359-362.
- [16] Chen G Q, Jiang M M, Chen B, Yang Z F, Lin C. Emergy analysis of Chinese agriculture. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2006, 115(1/4): 161-173.
- [17] Zhang J X, Hao J M, Duan R J, Yan M C. Emergy assessment on succession and sustainability of the agro-ecosystem in Huang-Huai-Hai Plain, China. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008, 24(6): 102-108.
- [18] Wang R P, Rong X M. Emergy analysis of agro-ecologic system in Shanxi Province. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(10): 2259-2264.
- [19] Zhang Y C, Du S G. Emergy evaluation and dynamic measurement analysis of agro-ecosystems in Sichuan Province of Southwest China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2012, 23(3): 827-834.
- [20] Zhu Y L, Li M J. Emergy of agro-ecosystem in Hunan Province: Evolution and trend. Chinese Journal of Applied Ecology, 2012, 23(2): 499-505.
- [21] Zhang D Y, Ling F L, Zhang L F, Yang S Q, Liu X S, Gao W S. Emergy analysis of planting system at Gongzhuling county in the main grain production region in Northeast China Plain. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2005, 21(6): 12-18.
- [22] Zhang X H, Yang D G, Liu Y T. Emergy-based sustainability and sensitivity analysis of oasis cropping system: a case study in Weigan River Basin. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(11): 6068-6076.
- [23] Luo S M. Agricultural Ecology. Beijing: China Agriculture Press, 2001.
- [24] Liao Y C, Li H T, Yan M C. Emergy evaluation for sustainability of Jiangxi ecological-economic system. World Sci-Tech R&D, 2006, 28(2):

101-107.

- [25] Yan M C, Liao Y C. Energy analysis and assessment on main products of agriculture, forestry, animal husbandry and fishery in Jiangxi province. *Journal of Nanchang Institute of Technology*, 2007, 26(4): 45-48.
- [26] Gao W X. *Macro Analysis Approach and Application on Agricultural System*. Beijing: China Agricultural University Press, 2009.

参考文献:

- [2] 梁竹. 重庆三峡库区柑橘生产成本收益分析 [D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [3] 孙新, 蒋新祥, 郑有为. 广东省柑桔生产现状与成本收益分析. *广东农业科学*, 2009, (10): 209-212.
- [4] 王光宇, 胡永年, 董荣, 姜洪智, 聂中生. 阜南县 4 种主要农作物生产成本收益分析. *安徽农业科学*, 2003, 31(6): 1003-1004, 1006-1006.
- [5] 张立中, 王若军. 我国油菜籽生产成本与收益分析. *中国流通经济*, 2010, (1): 56-59.
- [6] 邓琨. 我国油料作物生产成本收益分析. *农村经济与科技*, 2012, 23(2): 62-65.
- [12] 蓝盛芳, 钦佩, 陆宏芳. *生态经济系统能值分析*. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [13] 陆宏芳, 沈善瑞, 陈洁, 蓝盛芳. 生态经济系统的一种整合评价方法: 能值理论与分析方法. *生态环境*, 2005, 14(1): 121-126.
- [14] 张耀辉, 蓝盛芳, 陈飞鹏. 海南省农业能值分析. *农村生态环境*, 1999, 15(1): 5-9.
- [15] 苏国麟, 李谋召, 蓝盛芳, 陈飞鹏. 广东三水市种植业系统的能值分析及其可持续发展. *农业现代化研究*, 1999, 20(6): 359-362.
- [17] 张洁瑕, 郝晋民, 段瑞娟, 严茂超. 黄淮海平原农业生态系统演替及其可持续性的能值评估. *农业工程学报*, 2008, 24(6): 102-108.
- [18] 王闰平, 荣湘民. 山西省农业生态经济系统能值分析. *应用生态学报*, 2008, 19(10): 2259-2264.
- [19] 张颖聪, 杜受祐. 四川省农业生态系统能值评价及动态计量分析. *应用生态学报*, 2012, 23(3): 827-834.
- [20] 朱玉林, 李明杰. 湖南省农业生态系统能值演变与趋势. *应用生态学报*, 2012, 23(2): 499-505.
- [21] 张大瑜, 凌凤楼, 张立馥, 杨世琦, 刘兴土, 高旺盛. 东北平原粮食主产区公主岭市种植业系统的能值分析. *农业工程学报*, 2005, 21(6): 12-18.
- [22] 张新焕, 杨德刚, 刘云同. 基于能值的绿洲种植业系统可持续性及其敏感性评价——以新疆渭干河流域为例. *生态学报*, 2009, 29(11): 6068-6076.
- [23] 骆世明. *农业生态学*. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [24] 廖迎春, 李海涛, 严茂超. 江西生态经济系统的能值分析及其指标动态研究. *世界科技研究与发展*, 2006, 28(2): 101-107.
- [25] 严茂超, 廖迎春. 江西农林牧渔业主要产品的能值分析与评估. *南昌工程学院学报*, 2007, 26(4): 45-48.
- [26] 高旺盛. *农业宏观分析方法与应用*. 北京: 中国农业大学出版社, 2009.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33 ,No.18 Sep. ,2013 (Semimonthly)
CONTENTS

Development of agroecology in USA	HUANG Guoqin, McCullough Patrick E. (5449)
Research progress on water footprint	MA Jing, PENG Jian (5458)
Analysis and evaluation of the eco-economic systems of the main crops (rice, cotton and rapeseed) in Jiangxi Province, China	SUN Weimin, OU Yizhi, HUANG Guoqin (5467)
Relationship among drought, hydraulic metabolic, carbon starvation and vegetation mortality	DONG Lei, LI Jiyue (5477)
Reviews on the ecological stoichiometry characteristics and its applications	ZENG Dongping, JIANG Liling, ZENG Congsheng, et al (5484)
Composition and fractal features of purple soil aggregates during the vegetation restoration processes in the Three Gorges Reservoir Region	WANG Yihao, GENG Yanghui, HUANG Zhonghua (5493)
Impacts of different surface covers on soil respiration in urban areas	FU Zhihong, HUYAN Jiaoqi, LI Feng, et al (5500)
Chilling sensitivities of three closely related plants with different invasiveness in South China	WANG Yutao, LI Chunmei, LI Shaoshan (5509)
The flower syndrome and pollination adaptation of desert rare species <i>Eremosparton songoricum</i> (litv.) Vass.(Fabaceae)	SHI Xiang, LIU Huiliang, ZHANG Daoyuan, et al (5516)
Competitive effect of <i>Pistia stratiotes</i> to rice and its impacts on rice yield and soil nutrients	SHEN Shicai, XU Gaofeng, ZHANG Fudou, et al (5523)
Photosynthetic physiological ecology characteristics of rare medicinal plants <i>Bletilla striata</i>	WU Mingkai, LIU Hai, SHEN Zhijun, et al (5531)
Photosynthetic responses to Solar UV radiation of <i>Gracilaria lemaneiformis</i> cultured under different temperatures and CO ₂ concentrations	YANG Yuling, LI Wei, CHEN Weizhou, et al (5538)
The effect of soil oxygen availability on greenhouse gases emission in a double rice field	QIN Xiaobo, LI Yu'e, WAN Yunfan, et al (5546)
Effects of nitrogen management on NH ₃ volatilization and nitrogen use efficiency under no-tillage paddy fields	MA Yuhua, LIU Bing, ZHANG Zhisheng, et al (5556)
Study on characteristics of net photosynthetic rate of two kinds of tree shape and Impact Factors in Korla fragrant pear	SUN Guili, XU Min, LI Jiang, et al (5565)
Effects of sand burial on growth, survival, photosynthetic and transpiration properties of <i>Agriophyllum squarrosum</i> seedlings	ZHAO Halin, QU Hao, ZHOU Ruilian, et al (5574)
Effects of using plastic film as mulch combined with bunch planting on soil temperature, moisture and yield of spring wheat in a semi-arid area in drylands of Gansu, China	WANG Hongli, SONG Shangyou, ZHANG Xucheng, et al (5580)
Study on soil aggregates stability of mulberry ridge in Rocky Desertification based on Le Bissonnais method	WANG Sanshu, HUANG Xianzhi, SHI Dongmei, et al (5589)
Effects of fertilization on nitrogen loss with different forms via runoff and seepage under <i>Phyllostachy praecox</i> stands	CHEN Peipei, WU Jiasen, ZHENG Xiaolong, et al (5599)
Characteristics of physiological groups of soil nitrogen-transforming microbes in different vegetation types in the Loess Gully region, China	XING Xiaoyi, HUANG Yimei, AN Shaoshan, et al (5608)
Effects of vegetation types on soil microbial biomass C, N, P on the Loess Hilly Area	ZHAO Tong, YAN Hao, JIANG Yueli, et al (5615)
Influence of mulching management on soil microbe and its relationship with soil nutrient in <i>Phyllostachys praecox</i> stand	GUO Ziwu, YU Wenxian, CHEN Shuanglin, et al (5623)
Effect of rainfall on the seasonal variation of soil respiration in Hulunber Meadow Steppe	WANG Xu, YAN Yuchun, YAN Ruirui, et al (5631)
Spatial heterogeneity of fine roots in a subtropical evergreen broad-leaved forest and their sampling strategy based on soil coring method	HUANG Chaochao, HUANG Jinxue, XIONG Decheng, et al (5636)
Changes of leaf traits and WUE with crown height of four tall tree species	HE Chunxia, LI Jiyue, MENG Ping, et al (5644)
Sap flow dynamics of <i>Populus alba</i> L.× <i>P.talassica</i> plantation in arid desert area	ZHANG Jun, LI Xiaofei, LI Jianguai, et al (5655)
Effects of simulated temperature increase and vary little quality on litter decomposition	LIU Ruipeng, MAO Zijun, LI Xinghuan, et al (5661)
The effects of leaf stoichiometric characters on litter turnover in an arid-hot valley of Jinsha River, China	YAN Bangguo, JI Zhonghua, HE Guangxiong, et al (5668)
Comparison of concentrations of non-structural carbohydrates between new twigs and old branches for 12 temperate species	ZHANG Haiyan, WANG Chuankuan, WANG Xingchang (5675)
Combined effects of root cutting, auxin application, and potassium fertilizer on growth, sugar, nicotine ratio, and organic potassium index of flue-cured tobacco	WU Yanhui, XUE Lixin, XU Zicheng, et al (5686)
Effects of photoperiod and high fat diet on energy intake and thermogenesis in female <i>Apodemus chevrieri</i>	GAO Wenrong, ZHU Wanlong, MENG Lihua, et al (5696)
Effects of dietary chlorogenic acid supplementation on antioxidant system and anti-low salinity of <i>Litopenaeus vannamei</i>	WANG Yun, LI Zheng, LI Jian, et al (5704)

- Responses of desert plant diversity, community and interspecific association to soil salinity gradient ZHANG Xueni, LÜ Guanghui, YANG Xiaodong, et al (5714)
- Community characteristics in a chronosequence of karst vegetation in Mashan county, Guangxi WEN Yuanguang, LEI Liqun, ZHU Hongguang, et al (5723)
- Association between environment and community of *Pinus taiwanensis* in Daiyun Mountain LIU Jinfu, ZHU Dehuang, LAN Siren, et al (5731)
- The dynamics of soil fauna community during litter decomposition at different phenological stages in the subtropical evergreen broad-leaved forests in Sichuan basin WANG Wenjun, YANG Wanqin, TAN Bo, et al (5737)
- Seasonal dynamics and content of soil labile organic carbon of mid-subtropical evergreen broadleaved forest during natural succession FAN Yuexin, YANG Yusheng, YANG Zhijie, et al (5751)
- The stoichiometric characteristics of C, N, P for artificial plants and soil in the hinterland of Taklimakan Desert LI Congjuan, LEI Jiaqiang, XU Xinwen, et al (5760)
- A preliminary investigation on the population and behavior of the Tundra Swan (*Cygnus columbianus*) in Poyang Lake DAI Nianhua, SHAO Mingqin, JIANG Lihong, et al (5768)
- Effects of nutrient enrichment and fish stocking on succession and diversity of phytoplankton community CHEN Chun, LI Sijia, XIAO Lijuan, HAN Boping (5777)
- The depositional environment and organic sediment component of Dagze Co, a saline lake in Tibet, China LIU Shasha, JIA Qinxian, LIU Xifang, et al (5785)
- Spatiotemporal variation of interacting relationships among multiple provisioning and regulating services of Tibet grassland ecosystem PAN Ying, XU Zengrang, YU Chengqun, et al (5794)
- Spatial distribution of dissolved amino acids in Lake Taihu, China YAO Xin, ZHU Guangwei, GAO Guang, et al (5802)
- RS- and GIS-based study on ecological function regionalization in the Chaohu Lake Basin, Anhui Province, China WANG Chuanhui, WU Li, WANG Xinyuan, et al (5808)
- Trends of spring maize phenophases and spatio-temporal responses to temperature in three provinces of Northeast China during the past 20 years LI Zhengguo, YANG Peng, TANG Huajun, et al (5818)
- Species selection for landscape rehabilitation and their response to environmental factors in Poyang Lake wetlands XIE Dongming, JIN Guohua, ZHOU Yangming, et al (5828)
- Temporal and spatial pattern of the phytoplankton biomass in the Pearl River Delta WANG Chao, LI Xinhui, LAI Zini, et al (5835)
- Spatio-temporal dynamics of land use/land cover and its driving forces in Nanjing from 1995 to 2008 JIA Baoquan, WANG Cheng, QIU Erfa (5848)
- Changes of organic carbon and its labile fractions in topsoil with altitude in subalpine-alpine area of southwestern China QIN Jihong, WANG Qin, SUN Hui (5858)
- The carbon sink of urban forests and efficacy on offsetting energy carbon emissions from city in Guangzhou ZHOU Jian, XIAO Rongbo, ZHUANG Changwei, et al (5865)
- Groundwater salt content change and its simulation based on machine learning model in hinterlands of Taklimakan Desert FAN Jinglong, LIU Hailong, LEI Jiaqiang, et al (5874)
- Analysis of coordination degree between urban development and water resources potentials in arid oasis city XIA Fuqiang, TANG Hong, YANG Degang, et al (5883)
- Constructing an assessment indices system to analyze integrated regional carrying capacity in the coastal zones: a case in Nantong WEI Chao, YE Shufeng, GUO Zhongyang, et al (5893)
- Fish species diversity in Zhongjieshan Islands Marine Protected Area (MPA) LIANG Jun, XU Hanxiang, WANG Weiding (5905)
- Distribution and long-term changes of net-phytoplankton in the tidal freshwater estuary of Changjiang during wet season JIANG Zhibing, LIU Jingjing, LI Hongliang, et al (5917)
- Study of urban metabolic structure based on ecological network: a case study of Dalian LIU Gengyuan, YANG Zhifeng, CHEN Bin, et al (5926)
- Factors influencing of residents' tolerance towards wild boar in and near nature reserve: Taking the Heilongjiang Fenghuangshan Nature Reserve as the example XU Fei, CAI Tiju, JU Cunyong, et al (5935)
- Herdsmen's willingness to participate in ecological protection in Sanjiangyuan Region, China LI Huimei, ZHANG Anlu, WANG Shan, et al (5943)
- Analysis of first flush in rainfall runoff in Shenyang urban city LI Chunlin, LIU Miao, HU Yuanman, et al (5952)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 陈利顶 编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 18 期 (2013 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 18 (September, 2013)

编 辑 《生态学报》编辑部
地址:北京海淀区双清路 18 号
邮政编码:100085
电话:(010)62941099
www.ecologica.cn
shengtaixuebao@rcees.ac.cn

主 编 王如松
主 管 中国科学技术协会
主 办 中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
地址:北京海淀区双清路 18 号
邮政编码:100085

出 版 科 学 出 版 社
地址:北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

印 刷 北京北林印刷厂
发 行 科 学 出 版 社
地址:东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717
电话:(010)64034563
E-mail: journal@cspg.net

订 购 全国各地邮局
国外发行 中国国际图书贸易总公司
地址:北京 399 信箱
邮政编码:100044

广告经营 京海工商广字第 8013 号
许 可 证

Edited by Editorial board of
ACTA ECOLOGICA SINICA
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Tel: (010)62941099
www.ecologica.cn
shengtaixuebao@rcees.ac.cn

Editor-in-chief WANG Rusong
Supervised by China Association for Science and Technology
Sponsored by Ecological Society of China
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

Published by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,
Beijing 100083, China

Distributed by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North
Street, Beijing 100717, China
Tel: (010)64034563
E-mail: journal@cspg.net

Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading
Corporation
Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元