

长株潭城市群农业生态系统的能值分析及可持续发展评价

周子英, 段建南, 杨君, 余志标

(湖南农业大学 资源环境学院, 湖南 长沙 410128)

摘要: 利用能值分析理论和方法对长株潭城市群农业生态系统的投入产出状况、运行效率和环境负载率进行了系统分析。分析结果表明, 该城市群农业生态系统能值投入主要以不可更新工业辅助能源为主, 农业生产成本过高; 在能值产出中林业和畜牧业能值产出较大, 而种植业和渔业所占比例较小; 环境负载率低于发达国家和地区水平, 具有较大的发展空间。为了获得更高的能值产出, 促进该城市群农业生态系统的健康、可持续发展, 长株潭城市群应当优化能值投入与产出结构, 大力发展该区域的特色农业与生态农业, 建立多层次、高功效、低能耗的农业生态系统。

关键词: 能值分析; 农业生态系统; 演替; 长株潭城市群

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)03-0290-06

中图分类号: Q149

Emergy Analysis of Agro-economic System and Sustainable Development Assessment in Changsha—Zhuzhou—Xiangtan Urban Agglomeration

ZHOU Zi-ying, DUAN Jian-nan, YANG Jun, YU Zi-biao

(College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China)

Abstract: The input-output condition, work efficiency and environmental load of the agro-ecosystem in the Changsha—Zhuzhou—Xiangtan urban agglomeration were systematically assessed based on the theory and method of emergy analysis. Results showed that the nonrenewable supplemental emergy dominated over the agro-ecosystem emergy input in the urban agglomeration and thus caused a high cost of the production. The majority of emergy output was forestry and animal husbandry, while crop cultivation and fishery had a relatively low percentage. The environment load ratio was lower compared with developed countries and regions and thus the agro-ecosystem had a large development space. From the perspective of emergy analysis, the Changsha—Zhuzhou—Xiangtan urban agglomeration should optimize its input-output structure of emergy to improve the quality of the emergy products, to keep its sustainable and healthy development and to establish an agro-ecosystem with multi-level, high function and low emergy consumption.

Keywords: emergy analysis; agro-ecosystem; succession; Changsha—Zhuzhou—Xiangtan urban agglomeration

农业生态系统和人类社会其他生态系一样, 均涉及到能量的流动、储存和转化。为了更好地利用农业生态系统, 促进农业生产的可持续发展, 很多学者对农业生态系统进行了研究, 目前, 进行农业生态系统的可持续性评价通常采用货币流或能量流的方法来进行分析。这些传统的评价方法存在着自身的不足, 如能量流分析方法将不同类别的能进行简单地相加减, 无法体现出不同能级和能质的根本区别^[1]; 货币流的方法由于不考虑难以货币化的环境投入, 不能

合理衡量自然资源对经济社会发展的真实贡献, 导致分析的结果出现偏差^[2]。

2007 年 12 月, 国家发改委批准武汉城市圈和长株潭城市群为全国资源节约型和环境友好型社会改革配套试验区, 标志着该地区农业生态系统发展将面临更高的要求与更多的挑战。针对传统的农业生态系统可持续发展评价的缺陷, 利用 H. T. Odum 能值分析理论与方法对长潭城市群的农业生态系统进行分析, 对其生态系统内的能值流进行核算, 建立起能

收稿日期: 2011-08-24

修回日期: 2011-09-14

资助项目: 湖南省研究生科研创新项目“基于能值理论的长株潭城市群农业生态系统演替分析”(CX2010B298); 湖南省科技厅资助项目“长沙市土地利用结构信息熵变化及其动因分析”(2009NK3102)

作者简介: 周子英(1974—), 女(汉族), 湖南省辰溪县人, 讲师, 博士研究生, 主要从事农业生态与土地资源管理研究。E-mail: mfk978@sohu.com。

通信作者: 段建南(1957—), 男(汉族), 山西省晋城市人, 教授, 博士, 主要从事农业资源信息技术应用以及土地资源管理研究。E-mail: duan-jn@163.com。

值评价指标体系,对农业生态系统的格局和可持续发展状况进行定量分析与评价,找出农业生态系统可持续发展的限制性因素,提出长株潭城市群农业生态系统可持续发展对策,为合理开发农业环境资源,实现农业可持续发展提供科学依据,为长株潭城市群资源节约型和环境友好型建设提供理论依据。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域

长株潭城市群位于湖南省东北部,包括长沙、株洲、湘潭3市,其地理位置为东经 $111^{\circ}53'$ — $114^{\circ}15'$,北纬 $26^{\circ}031'$ — $28^{\circ}41'$ 。整个城市群土地总面积为 $2.81 \times 10^4 \text{ km}^2$,属亚热带季风性湿润气候,雨热同期,四季分明。2000—2008年,年平均气温在 $16 \sim 18^{\circ}\text{C}$,日照时数平均 $1\ 665 \text{ h}$ 。年降水量大约 $1\ 200 \sim 1\ 700 \text{ mm}$,但多集中在4—9月,占全年降水量的 $60\% \sim 80\%$ 。地貌类型主要以平原、丘陵、岗地为主,土质多为弱酸性地带红壤和河流冲积土,土壤肥沃,适宜耕种。2008年,耕地总面积为 $6.23 \times 10^5 \text{ hm}^2$,农村劳动人数为503.48万人,农业机械化总动力为

$4.38 \times 10^7 \text{ kW}$,粮食产量为 $5.91 \times 10^{10} \text{ t}$ 。

1.2 研究方法与数据来源

1.2.1 能值分析理论 能值分析理论与方法是由美国著名生态学家 H. T. Odum 于 20 世纪 80 年代后期提出和发展起来的一种新的科学理论体系^[3]。能值分析理论从生态角度出发,认为生态系统内储藏和流动的各种物质和能量都直接或间接地来自太阳能,该系统内所含物质和能量的量就是其所具有的太阳能值(solar emergy),单位为太阳能焦耳(solar emergy joules, sej)。

1.2.2 能值分析方法 计算汇总主要能值指标,依据参考文献^[4]介绍的方法,建立反映农业生态系统特征和评价系统结构功能的能值指标体系,对长株潭城市群内农业生态系统进行可持续发展评价和策略分析,为政府制定合理的农业、环境管理措施和经济发展策略提供相应的依据和政策建议。

1.2.3 数据来源 2000—2008年长株潭城市群农业生态系统能值投入如表1所示。长株潭城市群农业生态系统能值分析所需原始数据,主要来自于长沙市、株洲市、湘潭市历年统计年鉴和统计公报。

表1 2000—2008年长株潭城市群农业生态系统能值投入

能值投入种类	能值转换率/ (sej · J ⁻¹)	能值投入/sej					
		2000年	2002年	2004年	2006年	2008年	
可更新环境 资源投入	太阳光能	1.00	1.64×10^{17}	1.62×10^{17}	1.62×10^{17}	1.63×10^{17}	1.74×10^{17}
	风能	6.63×10^2	1.29×10^{18}	1.28×10^{18}	1.28×10^{18}	1.28×10^{18}	1.37×10^{18}
	雨水地质势能	8.89×10^3	2.48×10^{18}	2.27×10^{18}	2.20×10^{18}	2.06×10^{18}	2.35×10^{18}
	雨水化学势能	1.54×10^4	1.43×10^{19}	1.05×10^{19}	1.29×10^{19}	1.21×10^{19}	1.46×10^{19}
	地球循环能	2.90×10^4	9.38×10^{18}	9.29×10^{18}	9.37×10^{18}	9.50×10^{18}	9.72×10^{18}
小计		2.76×10^{19}	2.35×10^{19}	2.59×10^{19}	2.51×10^{19}	2.82×10^{19}	
不可更新环 境资源投入	表土损失能	6.25×10^4	2.19×10^{19}	2.17×10^{19}	2.18×10^{19}	2.21×10^{19}	2.74×10^{19}
	小计		2.19×10^{19}	2.17×10^{19}	2.18×10^{19}	2.21×10^{19}	2.74×10^{19}
工业辅助 能投入	氮	4.62×10^9	4.77×10^{20}	4.83×10^{20}	4.98×10^{20}	4.89×10^{20}	5.20×10^{20}
	磷	1.78×10^{10}	5.88×10^{20}	5.42×10^{20}	5.88×10^{20}	5.67×10^{20}	5.56×10^{20}
	钾	1.74×10^9	5.45×10^{19}	4.87×10^{19}	5.64×10^{19}	5.66×10^{19}	6.52×10^{19}
	复合肥	2.80×10^9	8.02×10^{19}	8.79×10^{19}	1.27×10^{20}	1.49×10^{20}	1.93×10^{20}
	农药	1.62×10^9	2.03×10^{19}	1.84×10^{19}	2.11×10^{19}	2.47×10^{19}	2.65×10^{19}
	农膜	3.80×10^8	2.21×10^{18}	2.38×10^{18}	2.42×10^{18}	2.77×10^{18}	2.71×10^{18}
	农用柴油	6.60×10^4	3.30×10^{19}	3.69×10^{19}	4.72×10^{19}	5.35×10^{19}	6.33×10^{19}
	农业机械总动力	7.50×10^7	1.20×10^{19}	1.38×10^{19}	1.61×10^{19}	1.89×10^{19}	2.26×10^{19}
	电力	1.59×10^5	7.70×10^{17}	8.70×10^{17}	1.07×10^{18}	1.60×10^{18}	1.66×10^{18}
小计		1.27×10^{21}	1.23×10^{21}	1.36×10^{21}	1.36×10^{21}	1.45×10^{21}	
有机能投入	人力	3.80×10^5	1.78×10^{20}	1.74×10^{20}	1.55×10^{20}	1.70×10^{20}	1.25×10^{20}
	畜力	1.46×10^5	1.83×10^{20}	1.72×10^{20}	1.75×10^{20}	1.48×10^{20}	1.13×10^{20}
	种子	6.60×10^4	1.13×10^{20}	1.12×10^{20}	1.13×10^{20}	1.14×10^{20}	1.19×10^{20}
	有机肥	8.30×10^4	3.77×10^{19}	5.28×10^{19}	7.25×10^{18}	1.66×10^{19}	1.20×10^{19}
	小计		5.11×10^{20}	5.11×10^{20}	4.50×10^{20}	4.48×10^{20}	3.69×10^{20}
总投入		1.83×10^{21}	1.79×10^{21}	1.85×10^{21}	1.86×10^{21}	1.88×10^{21}	

本研究有机肥在农业生产中的施用是根据对农户进行走访,并进行折算得到。以 2000—2008 年城市群农业生态系统中能量投入和产出数据为基础,选取可更新环境资源能、不可更新环境资源能、不可更新工业辅助能源、有机能等 4 项,将各种环境资源、农业生产资料、要素及产品参考《农业经济技术手册》^[5]和《农业生态学》^[6]进行折算。再将这些数据乘以相应的太阳能值转换率得到 4 种类型的能值投入结果。

1.3 长株潭城市群农业生态系统能值分析

1.3.1 能值投入分析 从表 1 可知,2000—2008 年长株潭城市群农业生态系统能值总投入呈稳中有升的态势,尤其是 2002—2004 年,2 a 间增加了 6.00×10^{19} sej。但从农业生态系统的能值构成来看,其工业辅助能投入增加的势头较大,其变化直接影响了总投入能值的变化,在所有的能值投入中,工业辅

助能投入占 60.00% 以上,有机能投入只占整个能值投入的 20.00% 左右,导致整个农业生态系统的能值结构较差,使得城市群农业生态系统的经济投入较大,加大了该地区农业生产的经济成本。

1.3.2 能值产出分析 2000—2008 年长株潭城市群农业生态系统中的种植业、畜牧业、渔业和林业的能值产出见表 2。

从表 2 可知,种植业、畜牧业、渔业和林业的产出都呈现出较大的波动,但整个农业生态系统内的总能值产出呈较快的增加趋势。

1.3.3 能值指标体系的建立 根据农业生态系统的特点和分析目的,将农业生态系统的各项投入和产出进行比较,得到长株潭城市群农业生态系统的净能值产出率、能值投资率、环境承载力负荷、可持续发展指数等能值评价指标(表 3)。

表 2 2000—2008 年长株潭城市群农业生态系统能值产出

农业结构	能值产出 种类	能值转换率/ (sej · J ⁻¹)	能值产出/sej				
			2000 年	2002 年	2004 年	2006 年	2008 年
种植业	稻谷	8.30×10^4	3.55×10^{20}	3.05×10^{20}	3.53×10^{20}	3.73×10^{20}	3.67×10^{20}
	小麦	6.80×10^4	3.79×10^{17}	3.66×10^{17}	2.48×10^{17}	2.53×10^{17}	4.48×10^{16}
	玉米	8.51×10^4	8.33×10^{18}	6.10×10^{18}	5.41×10^{18}	6.16×10^{18}	2.74×10^{18}
	高粱	8.30×10^3	2.00×10^{16}	3.03×10^{16}	2.49×10^{16}	3.50×10^{16}	1.43×10^{16}
	豆类	8.30×10^4	3.09×10^{18}	4.05×10^{18}	3.99×10^{18}	4.14×10^{18}	2.14×10^{18}
	薯类	8.30×10^4	1.19×10^{19}	1.32×10^{19}	1.31×10^{19}	5.52×10^{18}	6.24×10^{18}
	油料	8.60×10^4	4.94×10^{18}	5.14×10^{18}	4.93×10^{18}	4.92×10^{18}	7.38×10^{18}
	棉花	1.90×10^6	4.36×10^{18}	4.74×10^{18}	3.70×10^{18}	4.33×10^{18}	3.77×10^{18}
	麻类	8.30×10^4	8.57×10^{16}	8.41×10^{16}	1.46×10^{17}	1.73×10^{17}	1.74×10^{17}
	甘蔗	8.50×10^4	3.25×10^{17}	4.46×10^{17}	6.44×10^{17}	9.89×10^{17}	7.55×10^{17}
	烟叶	2.74×10^4	4.29×10^{17}	6.07×10^{17}	4.97×10^{17}	6.11×10^{17}	6.84×10^{17}
	蔬菜	2.70×10^4	9.99×10^{19}	1.23×10^{20}	1.34×10^{20}	1.44×10^{20}	1.58×10^{20}
	水果	5.30×10^4	1.36×10^{19}	1.99×10^{19}	2.17×10^{19}	2.34×10^{19}	2.34×10^{19}
	茶叶	2.00×10^5	1.73×10^{18}	1.98×10^{18}	2.60×10^{18}	3.76×10^{18}	5.26×10^{18}
小计			5.04×10^{20}	4.84×10^{20}	5.44×10^{20}	5.72×10^{20}	5.78×10^{20}
畜牧业	猪肉	1.70×10^6	1.09×10^{21}	1.18×10^{21}	1.38×10^{21}	1.51×10^{21}	1.62×10^{21}
	牛肉	4.00×10^6	6.70×10^{19}	1.04×10^{20}	9.40×10^{19}	1.36×10^{20}	9.12×10^{19}
	羊肉	2.00×10^6	1.87×10^{19}	2.48×10^{19}	3.59×10^{19}	3.73×10^{19}	4.13×10^{19}
	驴肉	2.00×10^6	3.02×10^{16}	4.80×10^{16}	2.98×10^{16}	3.98×10^{16}	4.32×10^{16}
	禽肉	1.70×10^6	9.87×10^{19}	1.07×10^{20}	1.65×10^{20}	2.16×10^{20}	2.14×10^{20}
	兔肉	1.70×10^6	3.07×10^{17}	4.24×10^{17}	4.80×10^{17}	5.19×10^{17}	2.08×10^{17}
	牛奶	1.71×10^6	5.54×10^{18}	1.69×10^{19}	3.12×10^{19}	1.42×10^{19}	1.40×10^{19}
	蜂蜜	1.71×10^6	1.42×10^{18}	1.65×10^{18}	2.01×10^{18}	2.10×10^{18}	2.25×10^{18}
	禽蛋	2.00×10^6	1.44×10^{20}	1.69×10^{20}	2.24×10^{20}	1.87×10^{20}	1.94×10^{20}
小计			1.43×10^{21}	1.60×10^{21}	1.93×10^{21}	2.10×10^{21}	2.18×10^{21}
渔业	水产品	3.49×10^4	4.95×10^{19}	5.36×10^{19}	5.87×10^{19}	6.27×10^{19}	5.99×10^{19}
	小计		4.95×10^{19}	5.36×10^{19}	5.87×10^{19}	6.27×10^{19}	5.99×10^{19}
林业	林业	1.20×10^{12}	9.68×10^{20}	1.17×10^{21}	1.47×10^{21}	2.05×10^{21}	2.46×10^{21}
	小计		9.68×10^{20}	1.17×10^{21}	1.47×10^{21}	2.05×10^{21}	2.46×10^{21}
总计			2.95×10^{21}	3.30×10^{21}	4.00×10^{21}	4.79×10^{21}	5.27×10^{21}

注:林业产值数据其原始统计单位为元,其能值转换率单位为 sej/元。

表3 长株潭城市群农业生态系统能值指标汇总

项目	表达式	2000年	2002年	2004年	2006年	2008年
可更新环境资源能值比重	R/U	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
不可更新资源能值比重	N/U	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
不可更新工业辅助能值比重	F/U	0.69	0.69	0.73	0.73	0.77
可更新有机能值比重	T/U	0.28	0.29	0.24	0.24	0.20
购买资源能值比重	$(F+T)/U$	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
可更新资源能值比重	$(R+T)/U$	0.29	0.30	0.26	0.25	0.21
不可更新资源能值比重	$(F+N)/U$	0.71	0.70	0.74	0.75	0.79
净能值产出率	$Y_{ield}/(F+T)$	1.66	1.89	2.21	2.64	2.90
能值投资率	$F/(R+N)$	25.63	27.31	28.43	28.86	26.05
环境承载力负荷	$(N+F)/(R+T)$	2.39	2.35	2.90	2.93	3.72
可持续发展指数	EYR/ELR	0.69	0.81	0.76	0.90	0.78
能值自给率	$(R+N)/U$	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

2 结果与分析

2.1 可更新能值投入分析

2.1.1 可更新资源能值投入分析 2000—2008年长株潭城市群农业生态系统可更新资源能值比重在0.01~0.02,基本保持稳定。在农业生态系统的可更新资源能值投入中,主要包括太阳光能、风能、雨水地质势能、雨水化学势能、地球循环能。从表1可知,雨水化学势能为该区域农业生态系统最主要的可更新能值投入,说明了雨水对长株潭城市群农业生态系统的影响十分重要,雨水的变化引起了农业生态系统的能值投入的变化。9 a间,尽管年均降水、日照分别达到了1 354 mm和1 541 h,但是由于该区域雨热分布不均,多集中在春夏季节,雨热的季节性变化对整个农业生态系统的稳定性产生了不良影响,因此,加强水利设施和农业基础设施的建设对于稳定农业生产的发展具有重要的意义。

2.1.2 可更新有机能投入分析 长株潭城市群农业生态系统的有机能值投入主要来源于农业从业人员、役畜劳动、种子和有机肥施用,2000—2008年可更新能值比重从0.28一直下降到0.20,除了在2000—2002年呈增加的态势外,其余7 a都呈逐年减少的态势。另外,农业生态系统的有机能构成结构欠优,其人力、畜力和种子在有机能投入中占据了绝对的比重。在研究期间,人力和畜力的投入能值比例分别占据30.00%以上,说明该地区农业模式属于劳动密集型产业。农业生态系统的有机肥投入偏低,达不到有机能投入的10.00%,而且还呈逐年减少的趋势,有机能值投入结构不合理,影响了该区域农业生态系统的可持续发展。

2.2 不可更新资源能值投入分析

长株潭城市群农业生态系统的不可更新资源能

值投入分为两部分,一部分为不可更新环境资源能值投入,这部分能值主要是表土损失能。长株潭城市群由于地理区位、植被覆盖较好,水土流失率不大,9 a来其不可更新环境资源占整个投入能值比重保持0.01不变,比甘肃省的不可更新环境资源能值投入要低^[7]。不可更新工业辅助能源主要是化肥、农药、农用柴油、电力等机械能。9 a间,长株潭城市群农业生态系统的不可更新工业辅助能值投入呈增加态势,2000年不可更新工业辅助能值为60.37%,2008年则达到了71.32%,大于黄淮海平原、黑龙江、辽宁等地的工业辅助能值投入^[8-9]。说明长株潭城市群农业生产主要依赖于不可更新的工业辅助能和消费大量不可更新的环境资源能,尤其是不可更新工业辅助能,大量的工业辅助能的使用,增加了农业生产的成本,造成土壤污染,土壤质量降低,农产品质量不断下降。

2.3 能值指标的比较分析

2.3.1 能值投资率 能值投资率(emergy investment ratio,EIR)等于人类经济系统的反馈能值与自然环境的投入能值的比值,是用来衡量经济活动的竞争力程度和环境资源负载程度的指标^[10]。能值投资率值越大则系统经济的发展程度就越高,其值越小则表明发展水平越低,对环境的依赖性就越强。长株潭城市群农业生态系统的能值投资率在9 a间变化不大,均在26.00附近徘徊,远远高于黄淮海地区、甘肃、新疆、内蒙古、江西、浙江等地^[11]。说明长株潭城市群农业生产条件较其他地方要好,已经摆脱了对自然资源的依赖,具备较强的抵抗自然灾害的能力。

2.3.2 净能值产出率 净能值产出率(net emergy yield ratio,NEYR)为系统产出能值与经济反馈能值的比值,该指标用来衡量系统产出对经济贡献大小的指标,与经济分析中的产投比(产出/投入的比值)类

似, NEYR 值越大, 表明系统的生产效率越高, 农业生态系统中的净能值产出率衡量了人类社会的经济投入农产品产出的贡献程度, 反映了系统的持续发展状况。9 a 来, 长株潭城市群农业生态系统净能值产出率呈增加的趋势, 从 2000 年的 1.66 增加到 2008 年的 2.64, 低于山东省和江苏省的净能值产出率(分别为 5.31 和 4.17), 略高于全国农业平均净能值产出率 1.42^[12-13]。表明该地区农业生态系统的整体功能处于全国中等水平, 整个农业生态系统的整体功能还有待提高。

2.3.3 能值自给率 能值自给率是一个国家、地区或城市的本地环境资源能值投入与国外或外地输入能值之比。该指标用来描述一个国家和地区的对外交流程度和经济发展程度。一般来说, 地区的面积越大, 其蕴藏的资源越多, 其能值自给率越高, 如果不对本地可更新资源进行充分地开发和利用, 购买能值投入又难以满足最佳的利用状态, 则会使该地区资源得不到最佳利用, 从而导致该地区的经济发展缓慢。近 9 a 来, 长株潭城市群农业生态系统能值自给率为 0.03, 低于日本、意大利和湖南省炎陵县^[10], 说明了该区域农业生态系统对本地区的自然资源利用不足, 农业生产主要依靠购买的工业辅助能为主, 造成经济的安全性较低, 对该地区的农业生态系统的可持续发展起了一定的阻碍作用。

2.3.4 环境负载率 环境负载率 (environmental loading ratio, ELR) 等于购买的能值和不可更新的能值之和与可更新资源能值的比值, 是用来衡量某区域一定的经济状况下环境系统所承受压力的一个指标, 具有环境预警作用。较大的环境负载率是系统能值利用较强的体现, 一旦超出系统的承受阈值, 系统会向负方向发展。近 9 a 间, 长株潭城市群农业生态系统环境负载率处于 2.35~3.72, 低于发达国家水平(如美国 7.06 和日本 14.49)的数值, 同时亦低于江苏省(3.75)和广东省(5.40)^[14], 表明其农业生态系统的发展水平还未达到高效利用, 农业发展仍具有较大的发展潜力, 应该进一步加大能值的投入力度。今后加大能值投入的方向应该是有机能值(有机肥还田)及新科技的应用等, 以提高农业生态系统生产效率。

2.3.5 可持续发展指数 可持续发展指数 (emergy-based sustainable index, ESI) 为净能值产出率和环境负载率的比值, 是用来衡量区域内生态经济系统的协调性与可持续性的一个重要指标^[15]。根据相关研究结论, ESI<1 时为消费经济系统, 此时该区域内不可更新资源能的利用很大, 系统的进口资源和劳务能值量在总能值使用量中所占比重很大, 环境负载率较

高; ESI 在 1~10 时, 则生态经济系统富有活力和较大的发展潜力; ESI>10 时, 则本区域内经济不发达, 表示该区域对资源环境的开发利用不足。从表 3 可知, 2000—2008 年长株潭城市群农业生态系统的 ESI 变化较大, 呈波动上升趋势, 波动范围在 0.69~0.90, 说明其农业生态系统的能值投入主要是依靠不可更新资源能和进口能值的投入, 环境负载率较大, 因此, 政府必须对农业生产进行科学指导和调控, 优化该区域的能值投入结构。

3 结论

(1) 长株潭城市群地处亚热带, 雨热同步, 发展农业生产自然条件十分优越, 但是经过研究发现, 该区域内农业生产主要依靠工业辅助能的投入, 对本地区的环境能源利用不足, 有机能在整个能源组成结构中比重严重偏低。为了促进农业生态系统的可持续发展, 应对该地区的环境能源进行有计划的利用, 加大农业生态系统的有机能的投入, 大力减少对工业辅助能源的依赖。为了增加农业生态系统的能值产出, 针对该区域的雨热同步这一有利的气象条件, 有计划地安排农业生产活动, 优化农业生产的能值投入、产出结构, 从而促进了农业生态系统的可持续利用和发展。

(2) 长株潭城市群区域环境资源优势明显, 环境负载率较低, 还未达到高效利用, 具有很大的农业生产提升潜力, 但其能值投入以不可更新的工业辅助能值为主, 化肥、农药不合理施用导致了生态环境问题, 在今后的农业生产活动中, 必须改变这种农业生产方式, 应该减少化肥、农药、农膜等工业辅助能值过量投入, 节省农业生产成本, 减少农业生产对工业辅助能的过分依赖。应当建立多层次、高功效、低能耗的农业生态系统。大力发展该区域内的生态农业和特色农业, 加大有机肥的投入, 使种地与养地相结合, 环境资源开发利用与生态建设相结合。

(3) 相对于畜牧业和林业, 长株潭城市群农业生态系统的种植业和渔业的产值所占比重很低, 近 9 a 来, 种植业比重达不到 20.00%, 而渔业比重多年保持在 1.00%。长株潭城市群有着优越的发展种植业和渔业的自然条件, 该区域地势较平, 雨热同步, 有着得天独厚的农业生产条件, 同时, 该区域拥有湘江、浏阳河、浏刀河、圭塘河、浏水河等大型河流, 可以加大对本区域的种植业和渔业的投入, 发挥出种植业生产和渔业养殖的区域优势。种植花卉、绿色观赏植物, 大力发挥农家庭院经济、实现稻田养殖与湖泊养殖相结合的养殖业发展模式, 充分开发出长株潭城市群农

业生态系统的种植业与渔业生产潜力。

(4) 作为“两型社会”改革试验区,历史赋予长株潭城市群农业生态系统的功能更多的是生态功能和休养功能。长株潭城市群应重点开发其特色农业与绿色农业,建设、维护其良好的生态环境,加大植树造林的力度,使森林的覆盖率、蓄林量达到一个新的历史高度,保持生态系统较高的绿化率,维护整个城市群的生态环境。然而,从长株潭城市群农业生态系统分析来看,其林业的能值产出从2000年的32.81%增加到2008年的46.68%,9 a来,增加了差不多14%,其林业的开发速度过快。在新的形势环境下,历史赋予长株潭城市群的林业生态系统不再是简单的经济产出功能,因此,应加快对该区域林业生态系统的功能转化,变经济产出功能为生态保护功能,以更好地为长株潭城市群“两型社会”的建设和发展提供生态保护。

[参 考 文 献]

- [1] 陈东景,徐中民. 干旱区农业生态经济系统的能值分析:以黑河流域中游张掖地区为例[J]. 冰川冻土,2002,24(4):374-379.
- [2] 吕翠美,吴泽宁. 区域水资源生态经济系统可持续发展评价的能值分析方法[J]. 系统工程理论与实践,2010,30(7):1293-1298.
- [3] Howard T O. Environmental accounting: emergy and environmental decision making. New York, USA[M]. John Wiley & Sons, Inc, 1996:35-52.
- [4] 蓝盛芳,钦佩. 生态经济系统能值分析[M]. 北京:化学工业出版社,2002:387-397.
- [5] 农业技术经济手册编委会. 农业技术经济手册[M]. 北京:农业出版社,1983:238-312.
- [6] 陈阜. 农业生态学教程[M]. 北京:气象出版社,2004:48-49.
- [7] 张希彪. 基于能值分析的甘肃农业生态经济系统发展态势及可持续发展对策[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(5):165-171.
- [8] 张洁瑕,郝晋珉,瑞娟,等. 黄淮海平原农业生态经济系统演替及其可持续性的能值评估[J]. 农业工程学报,2008,24(6):102-108.
- [9] 王明全,王金达,刘景双,等. 东北地区农业生态经济系统的能值分析[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(6):183-188.
- [10] 周子英,杨君,段建南,等. 基于能值理论的长沙市农业生态经济系统演替分析[J]. 农业现代化研究,2011,32(4):465-469.
- [11] 周萍,刘国彬,侯喜禄. 黄土丘陵区退耕前后典型流域农业生态经济系统能值分析[J]. 农业工程学报,2009,25(6):266-273.
- [12] 刘继展,李萍萍. 江苏农业生态系统能值分析[J]. 农业系统科学与综合研究,2005,21(1):29-36.
- [13] 王建源,薛德强,田晓萍,等. 山东省农业生态系统能值分析[J]. 生态学杂志,2007,26(5):718-722.
- [14] 姚作芳,刘兴土,李秀军,等. 基于能值理论的吉林省农业生态系统分析[J]. 生态学杂志,2009,28(10):2076-2081.
- [15] 刁丽琼,廖和平,秦伟山. 基于能值分析的山西省生态经济系统可持续发展评价[J]. 水土保持通报,2011,31(3):175-179.
- [16] 郭斌,任志远,高孟绪. 3S支持的城市土地利用变化与生态安全评价研究[J]. 测绘科学,2010,35(2):125-129.
- [17] 房用,王淑军. 生态安全评价指标体系的建立:以山东省森林生态系统为例[J]. 东北林业大学学报,2007,35(11):77-82.
- [18] 高春风. 生态安全指标体系的建立与应用[J]. 环境保护科学,2004,30(123):38-40.
- [19] 魏兴萍. 基于PSR模型的三峡库区重庆段生态安全动态评价[J]. 地理科学进展,2010,29(9):1095-1099.
- [20] 郭斌,任志远. 西安城区土地利用与生态安全动态变化[J]. 地理科学进展,2009,28(1):71-75.
- [21] 郭斌,任志远. RS, GIS支持下的城市生态安全动态研究:以西安为例[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(10):64-70.
- [22] 周旭. 我国生态安全评价研究综述[J]. 西华师范大学学报:自然科学版,2007,28(3):200-206.
- [23] 喻锋,李晓兵,王宏,等. 皇甫川流域土地利用变化与生态安全评价[J]. 地理学报,2006,61(6):645-653.
- [24] 魏兴萍. 重庆市生态安全评价[J]. 中国岩溶,2010,29(2):154-151.
- [25] 林年丰,汤洁,王娟,等. 松嫩平原西南部的生态安全研究[J]. 干旱区研究,2007,24(6):868-873.
- [26] 张虹波,刘黎明,张军连,等. 黄土丘陵区土地资源生态安全及其动态评价[J]. 资源科学,2007,29(4):193-200.
- [27] 周俊霞,刘淑英,王平. 武威市凉州区土地利用动态度的时间分异分析[J]. 贵州农业科学,2011,39(2):218-220.
- [28] 李月臣. 中国北方13省市生态安全动态变化分析[J]. 地理研究,2008,27(5):1150-1160.

(上接第235页)