

东北地区农业生态系统的能值分析

王明全^{1,2}, 王金达¹, 刘景双¹, 孙志高^{1,2}

(1. 东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 利用能值分析方法对东北地区农业生态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, 结果表明, 该区农业生态系统能值投入以人工辅助能源为主, 净能值产出率相对较高; 由于资源优势明显, 环境压力相对较小, 农业生态系统运行状况良好, 黑、吉、辽三省可持续发展指数分别为 1.31、0.94 和 0.70, 可持续发展性强。三省中辽宁省能值投入率最高, 环境负荷最大, 农业集约化程度最高, 可持续发展性能指数最小; 黑龙江省能值投入率最低, 环境负载率最低, 可持续发展性能最强; 为了获得高质量的农产品, 促进农业生态系统的建设和可持续发展, 东北地区应当加强高质量能值特别是科学技术的投入, 同时注重自身资源优势的保护和高效利用。

关键词: 中国东北地区; 农业生态系统; 能值分析; 可持续发展

中图分类号: S181 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)06-0183-06

能值分析理论是由美国著名生态学家、系统能量分析先驱 H T Odum 于 20 世纪 80 年代综合系统生态、能量生态和生态经济原理创立的。能值分析方法克服了传统经济学与能量分析方法无法在统一尺度上对不同质的资源进行量化计算的缺陷, 以同一种能量类别单位(太阳能)来分析系统中能量流动或存储的不同类别, 以及在该系统中的贡献, 从而分析该系统的运行效率^[1]。能值分析对自然资源的科学评价、合理利用、制定经济发展方针及实施可持续发展战略均具有重要意义^[2~5]。

能值分析在中国的发展开始于 20 世纪 90 年代, 主要应用于农业生态系统和区域生态系统^[6]。东北地区包括吉林、辽宁、黑龙江三省, 解放后工业基础良好, 区域经济迅速发展, 但改革开放以来在体制转轨和市场化的过程中出现了“东北现象”和“新东北现象”^[7,8], 作为国家重要粮食基地、木材基地的东北地区的可持续发展面临着一系列考验, 振兴东北也成为国家的一项重要的经济方针。采用能值分析法对东北地区农业生态系统各种生态流进行系统分析, 进而得出一系列能值指标, 目的在于从一种新的视角对该区生态经济系统结构和功能进行统一分析, 更好地解释其农业生态系统发展现状, 为区域可持续发展的决策提供依据。

1 研究方法数据来源

1.1 基本方法与步骤

① 收集有关能流、物质流、和货币流的基本数

据并将其分类, 将以物质、信息、能量存在的含能物质全部转化为太阳能值表达式:

$$M = T \times B$$

式中: M 为太阳能值(solar emergy joules, 简称为 sej); T 为太阳能值转化率; B 为可用能。^② 根据分类及计算结果进行能量系统和能值系统表格的编制, 通过各能流关系建立一系列评价研究对象结构、效率等属性的指标体系。^③ 根据指标体系计算各项指标, 依据计算结果对研究对象进行评判^[1~6]。

1.2 研究地区概况及数据来源

中国东北三省总面积 78.8 万 km^2 , 东北地区绝大部分属于温带大陆性季风气候, 夏季凉爽短促, 冬季寒冷漫长, 雪期长。东北三省农业生态系统主要状况如表 1。该区农业在全国占有重要地位, 被誉为中国粮食的“稳压器”, 2004 年全区人口 1.07 亿, 耕地总面积 2 152.6 万 hm^2 , 占全国的 16.6%, 生产粮食 7 231 万 t, 占全国粮食总产量的 15.4%。

能值分析所需主要的原始数据主要来自于中国统计年鉴、各省统计年鉴、社会发展公告和中国农业全书, 能量折算系数、能值转换率和计算方法参照相关研究文献^[1~13]。能值分析结果列于表 2~表 3。

2 东北三省农业生态系统的指标及能值分析

2.1 能值投入结构与能值投入率

2004 年东北三省农业生态系统能值投入黑龙江省最高, 为 375.62×10^{20} sej; 辽宁、吉林次之, 分别

收稿日期: 2006-05-09

基金项目: 国家重点基础研究发展计划, 973 计划(2004CB4185007)

作者简介: 王明全(1982-), 男, 山东淄博人, 硕士研究生, 主要研究方向为区域生态安全与调控。E-mail: wangmq04@mails.gucas.ac.cn

为 330.88×10^{20} sej, 243.36×10^{20} sej (表 2, 表 4)。东北地区能值投入以辅助能源为主, 辽宁省辅助能值达到 80%, 为三省之首; 黑龙江省最低, 辅助能值占到总能值 69%, 吉林省为 73.1%, 处于二者之间

(表 5)。辽宁环境贡献率为 20%, 与基本传统经济学认为环境贡献率占到 10%~20% 的观点相符合, 吉、黑二省分别为 26.9% 和 31%, 与传统经济学观点有一定程度的偏差。

表 1 东北地区的自然状况

Table 1 Natural condition of the Northeast

省份 Province	面积 Area (km^2)	地理位置 Geographic position	太阳辐射密度 Solar radiation density (MJ/m^2)	$\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 $\geq 10^\circ\text{C}$ Accumulated temperature ($^\circ\text{C}$)	年降水量 Annual precipitation (mm)
辽宁 Liaoning	14.59×10^4	$38^\circ 34' \sim 43^\circ 26' \text{N}$ $118^\circ 53' \sim 125^\circ 46' \text{E}$	4200~8400	2600~3700	600~1100
吉林 Jilin	18.74×10^4	$40^\circ 52' \sim 46^\circ 18' \text{N}$ $121^\circ 38' \sim 131^\circ 17' \text{E}$	4500~5300	1900~3000	400~800
黑龙江 Heilongjiang	45.4×10^4	$43^\circ 26' \sim 53^\circ 38' \text{N}$ $121^\circ 11' \sim 135^\circ 05' \text{E}$	4200~5000	1600~2800	300~600

表 2 东北地区农业生态系统能值投入分析

Table 2 Energy investment of the agro-ecosystem in the Northeast

项 目 Item	原始数值 Original data			转化率 Transformity sej/J 或 sej/g	太阳能值(10^{20} sej) Solar energy			宏观价值(10^8 \$) Macro-value		
	辽 Liao	吉 Ji	黑 Hei		辽 Liao	吉 Ji	黑 Hei	辽 Liao	吉 Ji	黑 Hei
太阳能(10^{20} J) Solar energy	2.05	2.35	5.39	1.00	2.05	2.35	5.39	0.26	0.32	0.84
风能(10^{18} J) Wind energy	1.24	6.52	1.99	1.50×10^3	18.60	9.79	29.90	2.39	1.32	4.68
雨势能(10^{17} J) Rain potential energy	1.25	1.68	1.16	8.89×10^3	11.10	14.90	10.30	1.43	2.01	1.61
雨化学能(10^{17} J) Rain chemical energy	1.27	1.45	2.45	1.54×10^4	19.5	22.40	37.70	2.50	3.02	5.90
地球旋转(10^{16} J) Geo-potential energy	3.69	4.87	9.79	2.90×10^4	10.70	14.08	28.40	1.37	1.89	4.44
土壤损失(10^{15} J) Soil loss	4.50	3.17	7.31	6.35×10^4	2.86	2.01	4.64	0.37	0.27	0.73
总环境能值投入 Total environmental energy investment					64.81	65.53	116.33	8.32	8.83	18.20
氮肥(10^{11} g) Nitrogenous fertilizer	6.43	8.84	5.70	4.62×10^9	29.70	40.90	26.40	3.81	5.50	4.12
磷肥(10^{11} g) Phosphorus fertilizer	1.14	7.10	3.36	1.78×10^{10}	20.20	12.70	59.90	2.60	1.70	9.36
钾肥(10^{11} g) Potassium fertilizer	9.11	9.70	1.58	1.74×10^9	15.80	16.90	27.60	2.03	2.28	4.31
复合肥(10^{11} g) Compound fertilizer	3.30	5.38	3.74	2.80×10^9	9.20	15.20	10.50	1.18	2.03	1.64
农药(10^{11} g) Pesticide	4.80	0.18	2.00	1.62×10^9	0.80	0.30	0.33	0.10	0.04	0.05
机械(10^{13} J) Machine	5.82	4.75	7.02	7.50×10^7	43.60	35.70	52.70	5.61	4.80	8.24
能源(10^{16} J) Energy	5.70	0.85	1.22	1.59×10^5	90.60	13.70	19.40	11.64	1.83	3.01
总不可更新辅助能值 Total non-renewable assistant energy					209.90	134.90	196.80	26.97	18.18	30.73
有机肥(10^{13} g) Organic fertilizer	—	1.96	—	2.70×10^6	—	0.53	—	—	0.53	—
农膜(10^{10} g) Plastics	8.15	2.80	1.50	3.80×10^8	0.08	0.10	0.29	0.01	0.01	0.05
种子(10^{15} J) Seed	4.80	6.37	12.80	6.60×10^4	3.20	4.20	8.47	0.41	0.57	1.33
人力(10^{16} J) Manpower	1.37	0.99	1.41	3.85×10^5	52.61	38.10	54.16	6.75	5.14	8.48
总可更新能值 Total renewable energy					55.89	42.93	62.92	7.17	6.25	9.86
总辅助能值 Total assistant energy					265.79	177.83	259.29	34.14	24.43	40.59
总能值投入 Total energy investment					330.88	243.36	375.62	42.60	33.36	58.79

注: 宏观价值=能值 \times 农业总产值/总能值, Macro-value=Energy \times Total agricultural output value/Total energy

表 3 东北地区农业生态系统能值产出分析

Table 3 Energy yield analysis of the agro-ecosystem in the Northeast

项 目 Item	原始数值 Original data			转化率 Transformity sej/J 或 sej/g	太阳能值(10 ²⁰ sej) Solar energy			宏观价值(10 ⁸ \$) Macro-value		
	辽 Liao	吉 Ji	黑 Hei		辽 Liao	吉 Ji	黑 Hei	辽 Liao	吉 Ji	黑 Hei
	稻谷(10 ¹⁶ J) Rice	6.07	6.62		17.1	8.30×10 ⁴	50.37	54.90	141.77	6.46
小麦(10 ¹⁵ J) Wheat	1.43	0.55	13.50	6.30×10 ⁴	0.97	0.34	9.20	0.12	0.06	1.44
玉米(10 ¹⁷ J) Corn	1.74	2.92	1.51	2.70×10 ⁴	47.01	78.80	40.90	6.04	10.70	6.40
油料(10 ¹⁵ J) Oil plants	3.22	2.67	3.23	8.60×10 ⁴	2.77	2.30	2.78	0.36	0.31	0.44
豆类(10 ¹⁶ J) Legume	0.99	3.00	12.50	8.30×10 ⁴	8.29	24.90	103.46	1.06	3.40	16.19
薯类(10 ¹⁵ J) Potato	1.81	2.34	2.34	8.30×10 ⁴	1.51	1.95	1.94	0.19	0.26	0.30
水果(10 ¹⁵ J) Fruit	4.30	0.22	3.16	5.30×10 ⁵	22.81	11.40	16.73	2.93	1.54	2.63
种植业能值 Planting industry energy					133.74	174.60	316.79	17.16	23.78	49.59
猪肉(10 ¹⁵ J) Pork	1.39	7.88	7.51	1.70×10 ⁶	236.03	134.00	127.74	30.29	18.07	19.99
牛肉(10 ¹⁵ J) Beef	2.99	3.92	2.52	2.00×10 ⁶	59.83	78.60	50.37	7.68	10.60	7.88
羊肉(10 ¹⁴ J) Mutton	4.88	3.20	7.20	2.00×10 ⁶	9.76	6.40	14.40	1.25	0.86	2.25
禽蛋(10 ¹⁵ J) Eggs	11.50	7.60	5.90	1.71×10 ⁶	273.41	130.00	100.89	35.07	13.15	15.79
奶类(10 ¹⁵ J) Milk	4.99	2.08	22.70	1.71×10 ⁶	85.30	35.60	388.83	10.95	4.80	60.85
畜牧业能值 Stockbreeding energy					664.33	384.60	682.23	85.23	47.48	106.76
林业(10 ⁹ J) Forestry	4.07	3.29	6.58	1.20×10 ¹²	48.86	39.50	79.00	6.27	5.33	12.36
渔业(10 ¹⁵ J) Fishery	5.64	1.20	4.30	2.00×10 ⁶	112.80	24.00	86.00	14.48	3.24	13.46
总能值产出 Total energy yield					957.71	622.70	1164.02	123.14	79.83	182.17

注:林产品原始值单位为元,能值转换率单位为 sej/元,The units of Forestry is yuan, and solar transformity is sej/yuan.

表 4 东北地区农业生态系统能值投入产出分析

Table 4 Energy input-output of the agro-ecosystem in the Northeast

项 目 Item	代号 symbol	太阳能值(10 ²⁰ sej) Solar energy			宏观价值(10 ⁸ \$) Macro-value		
		辽 Liao	吉 Ji	黑 Hei	辽 Liao	吉 Ji	黑 Hei
		可更新资源 Renewale resources	E_{mR}	61.96	63.50	111.69	7.95
不可更新资源 Non-renewable resources	E_{mN}	2.86	2.01	4.64	0.37	0.27	0.72
环境能值 Enviromental energy	$E_{mL} = E_{mR} + E_{mN}$	64.81	65.53	116.33	8.10	8.92	18.21
辅助能值 Assistant energy	E_{mF}	265.79	177.83	259.29	34.14	24.43	40.59
不可更新辅助能值 Non-renewableassistant energy	E_{mf}	209.90	134.90	196.80	26.97	18.18	30.73
总能值投入 Total energy investment	$E_{mT} = E_{mL} + E_{mF}$	330.88	243.36	375.62	42.60	33.36	58.79
种植业 Planting industry	E_{mY1}	133.74	174.60	316.79	17.16	23.78	49.59
林业 Forest industry	E_{mY2}	46.86	39.50	79.00	6.02	5.38	12.37
牧业 Stockbreeding	E_{mY3}	664.33	384.60	682.23	85.23	47.48	106.76
渔业 Fishery	E_{mY4}	112.80	24.00	86.00	14.48	3.24	13.46
总能值产出 Total energy yield	E_{mY}	957.71	622.70	1164.02	123.14	79.83	182.17

辽、吉、黑三省辅助能源之中不可更新的辅助能源分别都在 76% 以上,分别占到了总能值的 63.0%、55.7%和 55.2%,可见,该区能值投入又是以不可更新资源的辅助能源为主。东北地区地广人稀,适于展开大规模机械化作业,农用机械力和能源消耗占到总投入能值的 20%~40%。辽宁省高达 40%,而吉林和黑龙江省分别只有 20.2%和 19.1%,表明辽宁省农业机械化程度要高于吉、黑二

省。辅助能源中化肥能值投入为总能值的 22.5%~35%,吉林省化肥能值投入为 35%,高于辽宁的 22.5%和黑龙江的 33.1%。

东北地区农业生态系统可更新辅助能源投入比例水平相当,分别为辽宁 16.7%、吉林 17.4%和黑龙江 16.7%(未含有机肥),而且其中主要为人力能值的投入,东北三省有机肥料能值的投入比例较低,有些地区很少使用甚至多年不使用农家肥(黑、辽有

机肥具体数值未取得,但由于数量少不影响计算结果)。

一个地区的能值投入率等于该区人类经济系统投入的购买能值与从自然环境资源输入生产过程的能值之比,用于衡量经济活动在一定条件下的竞争能力和经济发展程度,并可测知环境资源条件对经济活动的承受能力^[1]。能值投入率高,会加大农产品的成本投入,在一定程度上影响到其竞争优势,但过低的能值投入率,会影响到资源的利用效率。东北地区平均能值投入比率为 3.02,高于 1998 年全国农业生态系统 2.80 的平均水平^[14],吉、黑两省分别为 2.72 和 2.22,低于 2.80,但辽宁省高达 4.13。相对于全国水平,东北地区可以适当加大化石能源的投入,但是长期的化石能源的投入会使土壤的营养元素失衡,破坏土壤物理、化学性质。从可持续发展的角度看,东北地区是“藏粮于土”最具潜力的地区^[13],充分发挥其土地肥沃的优势,注重种地和养地结合加大有机肥料的投入,是维持其土壤养分平衡和保护农业生态安全的重要途径。

2.2 能值产出与净能值产出率

该区能值产出总量分别为黑龙江 1164.02×10^{20} sej、辽宁省 957.71×10^{20} sej、吉林省 622×10^{20} sej(表 3,表 4)。尽管吉林省种植业的总能值产出只有黑龙江的 55%,但能值贡献最高为 28%,吉林省种植业粮食总产量和单产水平长期以来一直处于三省中的前列;黑龙江种植业能值贡献率为 27.2%,粮食总产量最高,但单产水平最低;辽宁种植业能值仅有 13%,但近年来粮食单产水平不断提高,2004 年已略高于吉林省。东北地区整体能值产出中牧业做的贡献最大,辽宁最高占到总能值 69.3%;吉林

为 61.7%,能值产出的绝对值量最低;黑龙江仅为 58%,但能值产出的绝对值量最高,分别是辽宁的 1.02 倍和吉林的 1.77 倍,是该省重点发展的产业。林业产值中黑龙江省最高,分别是辽宁和吉林的 1.61 和 2 倍,该省拥有国内最大的林区,总面积 1 672 万 hm^2 ,占全国的 14.5%,林业资源丰富。渔业能值产出中辽宁省依据临海优势和优越的养殖条件居于首位,占总能值产出的 11.7%,黑龙江和吉林二省仅为 7.3%和 3.8%。综上所述,辽宁、吉林、黑龙江三省能值产出结构中,种植业和牧业占主导地位,种植业和牧业的产值总和分别为 83.3%、89.8%、85.8%,占了绝对优势。由于该区有丰富的粮食资源,而且农民积极性高,牧业增产潜力比较大。

净能值产出率是总的能值产出量与总能值投入量的比值,净能值产出率反映了一个地区农业生态系统整体的回报效率,如江苏省 2001 年净能值产出率为 4.17^[10],全国净能值产出率平均水平为 1.42^[10]。2004 年黑龙江省净能值产出率为 3.14,是三省中净能值产出率最高的省份,辽宁为 2.99 紧随其后,吉林则是三省中最低为 2.56(表 5),在能值产出效率方面落后于其他两省。相对于全国水平而言,东北三省的净能值产出率处于一个相对较高的水平,农业生态系统整体运行良好,能值回报率高。

东北三省种植业、林、牧、渔业所体现的宏观经济价值与国民生产总值比例不相一致,这主要是由于能值分析考虑到了自然资源的价值,同时能值分析也赋予劳动力以价值,而且不同的产品能值产出的质量也不同,宏观经济价值体现了其农产品的真正价值^[10,12,13]。

表 5 东北地区农业生态系统能值流和指标

Table 5 Energy index of the agro-ecosystem in the Northeast

项 目 Item	表达式 Expressions	吉 Ji	黑 Hei	辽 Liao
环境贡献率 Environment contribution ratio	E_{mL}/E_{mT}	26.9%	31.0%	19.4%
辅助能值比率 Assistant energy ratio	E_{mF}/E_{mT}	73.1%	69.0%	80.6%
不可更新辅助能值比率 Non-renewable assistant energy ratio	E_{mF}/E_{mT}	63.0%	55.4%	52.4%
能值产出率 Net energy yield ration(EYR)	E_{mY}/E_{mT}	2.56	3.10	2.89
能值投入率 Energy investment ration(EIR)	E_{mF}/E_{mL}	2.72	2.22	4.10
环境负载率 Environment loading ratio(ELR)	$(E_{mF} + E_{mN})/E_{mR}$	2.83	2.36	4.33
能值密度(10^{11} sej/ m^2) Energy density	E_{mT}/A	4.96	3.75	8.91
人均能值投入量(10^{15} sej/人)Energy inputs per capita	E_{mT}/P	4.71	4.86	5.31
人均能值产出量(10^{16} sej/人)Energy yield per capita	E_{mY}/P	1.25	1.29	1.65
可持续发展性能指标 Sustainability index	EYR/ELR	0.94	1.31	0.70

注: A 为种植区面积, P 为从事第一产业人口。A is planting area, P is the total workers of the first industry.

2.3 环境负载率

环境负载率是经济投入能值与不可更新资源能值的总和与可更新环境资源能值的比值。在一定程度下经济资源投入率越高,环境资源的利用率越高,农产品产量增加的幅度越大,环境负载率也越大。黑、吉、辽三省环境负载率分别为 2.36、2.83、4.33(表 5)。辽宁省农业生态系统投入的人工辅助能值最高,是黑龙江省 1.03 倍,吉林的 1.50 倍,能值投入比率则分别为黑龙江的 1.86 倍和吉林的 1.51 倍,可见辽宁主要依靠人工辅助能源的大量投入来获得产量的提高,对环境资源的利用率最高,同时对环境的压力也为三省中最大,吉林、黑龙江省因为低投入率而对环境的压力较小,该区环境负载率远低于一些发达国家的水平(如意大利 1989 年为 10.03,日本 1990 年为 14.49),表明该地区环境压力相对较小,环境资源没有高效地利用,还没达到一种高投入高产出的运行状态,还有继续发展的空间。东北地区林多、地大、土肥的地域资源特色非常明显,其中有中国最大的森林区和湿地,本区要坚持突出区域特色与发挥资源、环境优势相结合的原则,把资源环境转变为现实的生产力,同时要注意可持续发展的原则,科学合理的开发利用资源,减少化肥、农药、农膜等的污染。

2.4 能值利用水平

能值密度、人均能值用量、人均能值产出率三者结合可以反映一个地区农业生态系统的生产水平、集约化程度和生产效率。2004 年辽宁省能值密度为 8.91×10^{11} sej/m²,是吉林的 1.79 倍,黑龙江的 2.37 倍,说明辽宁省农业生产水平最高,集约化程度最强;吉林省能值密度居第二位,为 4.96×10^{11} sej/m²;黑龙江能值密度为 3.75×10^{11} sej/m² 三省中最低,黑龙江省由于土地资源丰富,很多地方仍以粗放经营方式为主,集约化程度弱。人均能值用量和人均能值产出方面,辽宁依然居首位,表明辽宁具有人均产出效率的优势,吉黑二省人均产出效率相当。

相对于 2001 年全国能值密度 1.32×10^{11} sej/m²,人均能值投入量 5.89×10^{15} sej,人均产出率 3.90×10^{15} sej 而言^[10],东北地区的能值密度普遍较高,但人均能值投入量低于全国平均水平(表 3,表 5),说明农业生态系统整体运行较好。2004 年从事第一产业的乡村劳动力人均粮食产量水平与全国平均水平相比,吉林为全国水平 3.29 倍,黑龙江为 2.77 倍,辽宁为 1.67 倍。黑龙江奶类人均产量达到全国水平的 9.83 倍,吉林,辽宁两省的肉类分别为

全国平均产出水平的 2.07 和 1.96 倍(2005 中国统计年鉴)。禽蛋平均产量、林业人均产值都在 1.5 倍以上。但是,东北地区还有好多地方存在粗种乱种、广种薄收的现象,该区应因地制宜合理布局种植业、牧业、林业、渔业等生产功能区,坚持规模化和集约化生产;注意自然资源和人工辅助能源的高效利用,使能值的投入、产出向高水平发展。

2.5 可持续发展性能

可持续发展要求通过平衡人类的期望和生态系统的承载力来对自然资源进行注重实效的管理。它不仅以与环境的和谐为目的,同时也致力于追求经济过程中以不可再生资源的利用效率和向可再生资源的利用转型为基础的自然资源的长期可持续性。要保持农业生态系统的可持续发展,既要提高产出效率,又不能给环境造成太大的压力。2004 年东北地区黑龙江、吉林、辽宁三省可持续发展性能指数分别为 1.31、0.94 和 0.70,黑龙江省可持续发展势头最强,这主要归因于该区能值投入比率最低,环境压力最小;吉林省同样由于人工辅助能值投入比率较小环境压力小而可持续发展潜力高于辽宁;辽宁省由于对环境的利用强度高于黑吉两省,环境负载率高,可持续发展性能指数为三省中最低。1998 年中国农业可持续发展性能指数为 0.3^[14],相对而言,该区可持续发展的势头较强,被誉为是“21 世纪我国粮食增产潜力最大的地区^[13]”,但该地区环境负载率越来越高,环境、生态承载能力随着人类生活水平的提高有所降低。作为国家食物“稳压器”的东北地区,自身存在产量不稳定,生产效率低下、产品质量不过硬的问题,对区域、乃至整个国家的可持续发展都是不利的。

3 结论与对策

1) 东北地区能值投入以不可更新的人工辅助能值为主,该区环境资源优势明显,黑吉两省能值投入率低,环境负载率较低。辽宁省辅助能值投入比率最大,环境负载率最高;黑、吉二省可以适当加大辅助能源的投入,但要合理使用化肥等化石燃料,同时也需要加大有机肥料的投入,使种地养地相结合,环境生态的建设与环境资源的开发利用相结合。

2) 黑龙江省总能值产出和净能值产出率均处三省之首,其次为辽宁,吉林最低;总能值产出中畜牧业和种植业占了主导地位,为推进该地区农业和农村经济结构战略性调整,该区应充分发挥自身种植业、牧业的优势;辽宁省在加强牧业的同时,注重渔业能值的投入和产出,充分利用海洋资源的优势;吉

林省则积极推进种植业和牧业的协调并进,把二者同时作为互补的主导产业。

3) 辽宁省农业生态系统能值密度最高,人均能值产出率最高,是三省中集约化程度最高的省份;吉林省能值密度高于黑龙江,但人均产出效率低于黑龙江省;总体而言该区农业发展水平没有达到一种高投入,高产出的状态。

4) 该区可持续发展性能较高,农业生态系统整体运行良好,其中黑龙江省可持续发展潜力最大,吉林次之,辽宁省可持续发展性能弱于其它二省。辽宁省应注重经济效益和环境效益的结合的可持续发展原则,加强环境资源的保护力度;对吉黑二省要加强宏观引导和服务,努力提高农业生产水平,使该地区保持发展的活力。

通过对东北三省农业生态系统的能值分析以及与其它地区的能值指标的比较,可以从生态学和经济学的角度反映出三省农业生态系统整体的和各自的投入产出结构、经济运行效率,环境负荷程度,进而可以针对不同的能值信息进行农业生态系统进行完善和调控,同时还可以借鉴其他地区优化农业生态系统的措施、经验。能值分析在用经济学来连接评价农业生态系统的过程中起到了重要的作用,具有重要的科学和实践意义。能值分析也存在很多争议,如数据复杂而繁琐,而且需要绘制详细的能值评估表等,另外由于各地区农业生产水平的不同,各地区能值转化率的客观值还需要长期的计算和验证,同时还缺乏一个统一的标准以便不同地区的生态系统进行比较,这些问题有待于进一步解决。

参考文献:

- [1] 唐建荣. 生态经济学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005. 82—83.
- [2] 严茂超. 西藏生态经济系统的能值分析与可持续发展研究[J]. 自然资源学报, 1998, 13(2): 116—125.
- [3] 蓝盛芳, 钦佩. 生态系统的能值分析[J]. 应用生态学报, 2001, 12(1): 129—131.
- [4] 李双成, 傅小锋, 郑度. 中国经济持续发展水平的能值分析[J]. 自然资源学报, 2001, 16(4): 297—304.
- [5] 赵晟, 李自珍. 甘肃省生态经济系统的能值分析[A]. 西北植物学报, 2004, 24(3): 464—470.
- [6] 付晓, 吴钢, 尚文燕. 辽宁省朝阳市农业生态经济系统能值分析[J]. 生态学杂志, 2005, 24(8): 902—906.
- [7] 李怀. “东北现象”问题的实质与根源[J]. 管理世界, 2002, 4: 53—56.
- [8] 梁长虹, 贾春玉. “新东北现象”的对策—发展吉林省玉米产业的对策[J]. 工业技术经济, 2002, (5): 62—63.
- [9] 沈善瑞, 陆宏芳, 蓝盛芳, 等. 三水市农业生态系统经济能值投入产出分析[J]. 生态环境, 2004, 13(4): 612—615.
- [10] 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, 12(1): 29—36.
- [11] 张雪萍, 郭艳清, 高梅香. 黑龙江省西部沙地生态经济系统能值范西—以泰来县县为例[J]. 经济地理, 2005, 25(9): 651—654.
- [12] 刘兴士, 武志杰. 东北地区粮食生产潜力的分析与预测[J]. 地理科学, 1998, 18(6): 501—509.
- [13] 闫百兴, 宋新山, 闫敏华. 东北地区粮食生产及其可持续性因子分析. 资源开发与市场, 2000, 16(6): 334—337.
- [14] Lan Shengfang, Odum Howard T., Liu Xinmao. Energy Flow and Energy Analysis of the Agro-ecosystem of China[J]. Ecologic science, 1998, 17(1): 32—39.
- [15] P Khanna, P Ram Babu, M Suju George. Carrying capacity as a basis for sustainable development—A case study of National Capital Region in India[J]. Progress in Planning, 1999. 101—166.

Energy analysis of the agro-ecosystem in the northeast of China

WANG Ming-quan^{1,2}, WANG Jin-da¹, LIU Jing-shuang¹, SUN Zhi-gao^{1,2}

(1. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS. Changchun, 130012;

2. Graduate school, CAS. Beijing, 100039)

Abstract: This article systematically evaluates the input-output condition, work efficiency and environmental loading ratio of the Agro-ecosystem in the Northeast of China on the basis of energy theory. It is shown that large part of man-made energy flow such as chemical fertilizers have been inputted to the Agro-ecosystem. The index of sustainability of the three provinces Hei, Ji, Liao, are 1.31, 0.94 and 0.70, respectively, indicating that the Agro-ecosystem in this area runs well and is sustainable with a higher energy yield ratio and lower environmental loading ratio. Because of the highest energy investment ratio and environmental loading ratio, Liaoning has the lowest sustainable index, while Heilongjiang has the highest. From the perspective of energy analysis, high quality energy investments such as science should be increased to improve the quality of the farm products and the people here should conserve their resource and utilize it efficiently to keep it sustainable.

Keywords: Northeast of China; agro-ecosystem; energy analysis; sustainable development