

农业生态经济系统诊断方法研究*

——以湖北省大冶市为例

陶 战 高怀友 周其文

(农业部环境保护科研监测所 天津 300191)

姜达炳

郭盛桂

(湖北省农业生态环境保护监测站 武汉 430070) (大冶市农业局 大冶 435100)

摘 要 借鉴“生态系统诊断与处理”(EDT模式)方法和医学“病人-健康模板比较分析法”(PTA)诊断基本原则,研究了农业生态经济系统诊断方法。并运用该方法定量诊断了湖北省大冶市农业生态经济系统健康状况与问题、建设重点及其发展潜力。

关键词 生态经济系统 定量诊断 生态农业

Study on diagnosis method for agro-eco-economic system—A case study from Daye City, Hubei Province. TAO Zhan, GAO Huai-You, ZHOU Qi-Wen (Agro-environment Protection Institute, Ministry of Agriculture, Tianjin 300191), JIANG Da-Bing (Agro-ecological Environment Protection Station, Hubei Province, Wuhan 430070), GUO Sheng-Gui (Daye Agricultural Bureau, Daye 435100), *CJEA*, 2005, 13(1): 14~18

Abstract Through using the principles of Eco-system Diagnosis and Treatment (EDT) and the Patient-Template Analysis (PTA) as reference, a diagnosis method of agro-eco-economic system is studied. By using it, the health status, existing question and development potential of agro-eco-economic system in Daye City, Hubei Province are diagnosed quantitatively.

Key words Eco-economic system, Quantitative diagnosis, Eco-agriculture

20世纪80年代以来我国进行的农业生态经济系统诊断(Agro-eco-economy system diagnosis)方法主要依据专家个人或集体的经验性判断,尚无定量分析,不能满足应用的要求。有关农业生态经济系统诊断方法的研究至今尚未见报道,目前国内外相关专著仅涉及农业生态经济系统效益评价,而未提及农业生态经济系统诊断。诊断是要判断系统的优势、缺陷和为规划措施提供依据,其目标及其使用方法不同于评价。因此,研究定量诊断农业生态经济系统的方法是我国生态农业技术体系研究面临的重要任务之一。本研究借鉴美国 Mobrond Biometrics Inc 公司(MBI,一个流域生态系统评价与设计服务公司)开发的“生态系统诊断和处理”(EDT模式)原理,结合我国生态农业实际,探讨研究了农业生态经济系统诊断方法。该 EDT 模式仅考虑流域生态系统问题,而与农业生态经济系统问题有很大差距,该模式基于医学“病人-健康模板比较分析法”(PTA)诊断思路和科学分析指示物种与其生境参数之间必然联系的方法,能有效地解释其科学机制,被誉为“科学的模式”,区别于以往评价所主要依赖的“统计模式^[3]”,因此更具有借鉴意义。

1 研究方法

若把农业生态经济系统及其内部组成视为一些“黑箱”,只要了解这些“黑箱”及其与外部环境条件之间相互作用与联系方式,可宏观了解这些“黑箱”的基本特性;与“健康模板”的正常特性比较,有可能实现对系统特性的诊断。区域性农业生态经济系统(下称总系统)可解剖为3个1级亚系统;并进一步解剖农业经济系统,得出农业生态经济系统结构模式图(见图1)。本研究主要资料收集包括与关键指标和“模板”有关的重要研究成果文献资料、标准资料和观察统计资料。本研究结合湖北省大冶市2000年农业生态经济系统实际,通过逻辑分析归纳出指标组、指标亚组及其代表关键性指标层次。重点研究了代表各关键指标合理状态(“健康状态”)诊断域高限值和低限值的确定、诊断分值计算和通俗表达形式。经反复归纳、比较,建立层

* 国家科技部项目“我国华北、中南典型农区高效生态农业技术体系研究与示范区建立”(2000)部分研究内容

收稿日期:2003-09-06 改回日期:2003-10-12

次分明和完全定量化表达的诊断表,以便于总结出系统诊断结论意见,达到诊断目的。

2 结果与分析

2.1 诊断方法程序

诊断方法程序包括选择关键指标与建立指标群组 and 诊断表、确定诊断域值、计算指标诊断分值、确定指标的重要性排序和计算指标诊断分值。选择关键指标与建立指标群组和诊断表:在选择关键指标时首先按照图 1 中 6 对箭头暂定 12 个指标组,对每组分别列出不超过 7 项的最重要代表性指标,作为初选指标。其次,合并初选时在 2 个以上组中重复出现的指标,并重新划分指标组和亚组;同时采用具有联合效应的复合性指标。按“指标组”、

“亚组”及其所属“指标”等 3 个层次建立“诊断表”,并按重要性递减次序排列,使“诊断表”更简明、条理化 and 层次分明,且易于操作。确定诊断域值:根据现有研究成果、有关标准和相似区域的统计资料,对每个指标确定其最优(高限)和最劣(低限)状态值,即该指标诊断域值(“健康模板”)。计算指标诊断分值:指标诊断分值表示该指标所处现状合理化程度或其“健康”水平,由指标现状值与诊断域值比较计算而得出,避免了“专家评分”的主观性。当把各指标诊断域最优、最劣状态值分别表示为 100 和 0 时,指标分值即可用百分制方法表示。综合判断时按传统习惯 90~100 分代表优秀,80~89 分代表优良,70~79 分代表良好,60~69 分代表合格(亚健康),60 分以下则代表有不同程度的明显缺陷。确定指标的重要性排序:本研究任务之一是寻找科学性排序原则,提高排序的客观性,革除以往由局外专家进行经验性排序的做法。本研究依据下列合理原则可有效实现指标间、组或亚组间排序,即指标对总系统中的经济、社会和环 境子系统都很重要的为最优先,其次分别排列为对 2 个和 1 个子系统偏重的指标,物质性指标优先于效应性指标,直接关系到第一性生产的指标优先于第二性和第三性生产指标。仅考虑前 2 项原则即可实现 6 个指标(或组、亚组)间的排序,考虑第 3 项原则时则可区别更多指标间的排序。计算指标的权重系数:在指标亚组重要性排序后应用层次分析法的矩阵方法进行指标间重要性比较,如甲乙 2 指标比较时,若甲不如乙重要,记为 0;若甲与乙同样重要,记为 0.5;若甲比乙重要,则记为 1。更多指标间比较时甲可能比丙重要,比丁更重要等,也均记为 1。以往此情况下有的评价方法用递增记数(1, 2, 3, ..., n; 或 1, 3, 5, ..., n),这会造成指标间权重系数呈倍数差距结果,与本研究诊断中所观察到的 1 个亚组内指标间重要性差异较小有矛盾,故不采用递增记数法。假定 1 个亚组包括 6 项关键指标,这些指标的重要性依次递减,其指标权重系数计算见表 1。由表 1 可知 1 个指标亚组内指标总数应不超过 7 个指标,因超过 7 个指标的权重系数接近于 0,对亚组总平均分几乎无贡献。计算指标诊断分值:指标诊断分值(x')代表该指标值(x)现状的合理性(或其“健康”)程度抑或是它对系统具有“正向”作用程度

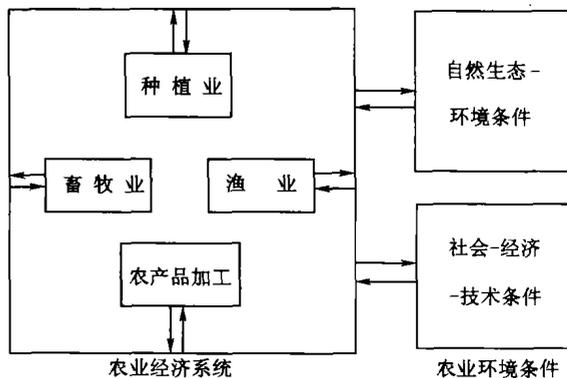


图 1 农业生态经济系统模式*

Fig.1 Typical model of the agro-eco-economic system

* 图中每对箭头代表子系统之间相互作用和联系。

表 1 指标权重系数*

Tab.1 The weight coefficients

指标 Indexes	A	B	C	D	E	F	小计 Sub-sum	权重系数 Weigh coefficient
A	0.5	1	1	1	1	1	5.5	0.306
B	0	0.5	1	1	1	1	4.5	0.250
C	0	0	0.5	1	1	1	3.5	0.194
D	0	0	0	0.5	1	1	2.5	0.139
E	0	0	0	0	0.5	1	1.5	0.083
F	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0.028
总计							18.0	1.000

* 指标 A 的权重系数 = A 计数 5.5 / 指标亚组总计数 18.0。



图 2 指标分值计算模式(与诊断域值比较)*

Fig.2 Calculation of the index marks comparing with the healthy template value

* 图中 M 为诊断域高限值, N 为诊断域低限值。

(凡具有有益作用的为正向,具有有害作用的为负向),故“负向”指标诊断分值必须通过与其合理允许标准(即诊断域值)比较来换算。分值计算方法:A.多数能以百分数直接表示的正向指标,0 即代表诊断低限值,100% 即代表诊断高限值,诊断分值 $x' = 100 \times x\%$; B.多数能以百分数直接表示的负向指标,0 即代表诊断高限值,100% 即代表诊断低限值,诊断分值 $x' = 100 \times (1 - x\%)$; C.某些不能以百分数直接表示的指标, $0 \leq \text{诊断域值} \leq \infty$, 其指标分值计算模式见图 2。

对正向指标而言,当指标值 $x < N$ 时:

$$x' = 0 - 100 \times [(N - x)/N] \quad (x' < 0) \quad (1)$$

当 $N \leq x \leq M$ 时:

$$x' = 0 + 100 \times [(x - N)/(M - N)] \quad (0 \leq x' \leq 100) \quad (2)$$

当 $x > M$ 时:

$$x' = 100 + 100 \times [(x - M)/M] \quad (x' > 100) \quad (3)$$

对负向指标而言,当 $x < M$ 时:

$$x' = 100 + 100 \times [(M - x)/M] \quad (x' > 100) \quad (4)$$

当 $M \leq x \leq N$ 时:

$$x' = 100 - [(x - M)/(N - M)] \times 100 \quad (100 \geq x' \geq 0) \quad (5)$$

当 $x > N$ 时:

$$x' = 0 - [(x - N)/N] \times 100 \quad (x' < 0) \quad (6)$$

实际情况下的有的指标可能比其规定标准值(或诊断域值)更优或更劣,因此容许少数指标分值高于100或为负值。如具有“负向”作用的“水土流失模数”指标诊断域则不必设定“0侵蚀”和“无穷大侵蚀”为其高低限值。首先诊断域高限值(M)设为 $5t/hm^2 \cdot a$ (经典水土保持学研究一般设为 $1t/hm^2 \cdot a$ 相当于土壤自然生成速度;而深厚土层土地以 $5t/hm^2 \cdot a$ 为可允许值)^[1];低限值(N)设为 $15t/hm^2 \cdot a$ (为20cm表土20年内全部水土流失模数)。大冶市国土总平均水土流失模数统计值 $x = 13.8t/hm^2 \cdot a$,诊断域内其指标分值为:

$$x' = 100 - [(x - M)/(N - M)] \times 100 = 100 - [(13.8 - 5)/(15 - 5)] \times 100 = 12 \quad (7)$$

若某地国土平均水土流失模数仅有 $3t/hm^2 \cdot a$,更优于诊断域高限值($5t/hm^2 \cdot a$),该项分值计算式为:

$$x' = 100 + 100 \times [(M - x)/M] = 100 + 100 \times (5 - 3)/5 = 140 \quad (8)$$

这在植被覆盖好的地区很有可能。若某地国土平均水土流失模数为 $50t/hm^2 \cdot a$,更劣于诊断域低限值($15t/hm^2 \cdot a$),该项分值计算式为:

$$x' = 0 - 100 \times (X - N)/N = 0 - 100 \times (50 - 15)/15 = -233.3 \quad (9)$$

这在黄土高原地区常有可能。

2.2 大冶市农业生态经济系统诊断

湖北省大冶市(县级市)为我国南方典型丘陵农区,属北亚热带湿润气候,国土总面积 $1566.3km^2$,丘陵和低山分别占国土面积的63%和19%,其中耕地约5万 hm^2 ,总人口88万人,其中农业人口74.6万人。为著名矿产基地和我国重要粮油及水果生产大县之一,农业是其主要产业。

根据上述研究方法与原则,确定了大冶市农业生态经济系统诊断的关键指标及其诊断域值,合理划分为自然资源组(包括a,b,c,d指标亚组)、农经结构组(包括e,f指标亚组)、社会系统组(包括g,h指标亚组)和技术系统组(包括i,j指标亚组)4个指标组,共42项关键指标(见表2)。由表2可知大冶市农业生态经济系统诊断总分为71.0分,处于初步良好的水平。其中农业经济组 and 自然资源组分值分别为75.0分和73.9分,与其他指标组相比具有相对优势,居于良好水平;社会系统和技术系统都居于基本合理水平,但社会组和技术组分值最低,属突出薄弱环节,4大指标组间总体无突出差距,且总系统正向初步良好水平均衡、协调发展。亚组水资源具有突出优势(85.4分),农业经济系统结构(79.1分)、生物资源(79.3分)和社会效应(70.3分)3个亚组也达良好水平,为大冶市继续发展提供了较好的基本保障。大冶市降雨量丰富,属我国“丰水带”区域,境内水域除大冶湖受工矿业污染外,其他水体均达国家Ⅱ级地面水标准。其他亚组土地资源、气候资源、农业经济系统结构效应、社会力量和技术力量状况分值均为56.5~69.3分,居初步合理状态,技术效应分值(42.3)则处于不良状态。总体指标分值中共有16项指标具有突出优势(90分以上)和相对优势(80分以上),占总指标数的38.1%,优势指标分布于除“技术效应”外的各指标亚组,表明大冶市生态经济系统向良好均衡态发展;低于60分的指标有19项,占总指标数的45.2%,劣势指标较均衡地分布于除“生物资源”外的各指标亚组,说明该总系统多方面都有突出劣势环节。且各指标组中技术组为最薄弱环节(62.2分),应进一步提高生态农业试验面积率、农民培训率、农业人力资源(素质)和增加县乡2级专职农业科技人员数量。达100(或100分以上)分值的指标并不能表明其发展饱和或再无发展潜力,如养殖业从提高饲料科技水平角度考虑,其发展潜力很大。若种植高产、优质饲料作物,草地可负载数10个羊单位/ hm^2 ,

表 2 大冶市农业生态经济系统诊断指标(2000)

Tab.2 Diagnosis indexes for agro-eco-economic system of the Daye City in 2000

指标亚组 Subgroup	指 标 Indexes	指标值 Index value	指标分值 Mark	指标分值计算说明 Mark calculation and explanation
a. 土 地	土地多样性:平原/% 水域/ 丘陵/% 山地/%	9:9:63:19	95.0	4种地形各占总分值25%,单项占国土面积10%以上者为25分,<10%者按比例扣除分值。此分值为 $[25/10(\%)] \times 9\% + [25/10(\%)] \times 9\% + 25 + 25 = 95$
	土壤肥沃性:中高产耕地/%	44.1	44.1	$100 \times (1 - \text{低产土壤耕地面积} / \text{耕地总面积})$
	无污染耕地 / %	89.4	89.4	$100 \times (\text{总耕地面积} - \text{重污染耕地面积} - \text{中污染耕地面积}) / \text{总耕地面积}$
	旱涝保收地面积 / %	40.0	40.0	
	农民人均耕地 / hm ²	0.043	2.2	$100 \times (\text{人均耕地} / 2)$, 设2hm ² 耕地可收入1万元(为当前富裕农村水平)
b. 水 源	加 权 平 均	69.3		权 系 数 依 次 为 0.36、0.28、0.20、0.12、0.04
	水资源总量 / 亿 m ³	14.2	100.7	平均径流深906mm,略优于我国丰水带划分标准($\geq 900\text{mm}$)
	水源无污染率 / %	89.0	89.0	$100 \times (1 - \text{大冶湖面积} / \text{全市总水面积})$,大冶湖已受重金属污染
	有效灌排地面积 / %	60.0	60.0	
	水产利用率 / %	36.3	36.3	水产养殖已利用水面面积占区域总水面面积百分数
c. 气 候	加 权 平 均	85.4		权 系 数 依 次 为 0.4375、0.3125、0.1875、0.0625
	湿润期指数	需计算	93.8	$100 \times [(12\text{月} - \text{湿润度低于} 1 \text{的月数}) / 12\text{月}]$
	$\geq 10^\circ\text{C}$ 年有效积温日/d	246.0	67.4	$100 \times (246\text{d} / 365\text{d})$
	年日照时数 / h	1811.0	41.3	$100 \times (1811 / 365\text{d}) \times (12\text{h} / \text{d})$
	受灾最低间隔 / a	3.0	15.0	当地主要有旱涝灾害,且旱灾最频繁;设间隔20年为100分
d. 生 物	加 权 平 均	63.8		权 系 数 依 次 为 0.31、0.31、0.31、0.07,前 3 项 同 等 重 要
	山区森林覆盖率 / %	27.0	83.0	$100 \times [\text{森林覆盖率}(\%) / \text{山场面积率}(\%)] = 100 \times (27 / 32.5)$
	平原绿化率 / %	65.0	65.0	$100 \times (\text{平原有林地面积} / \text{平原可绿化地面积})$
	粮油作物多度	需计算	87.5	主要粮油作物[水稻、小麦、红薯、玉米(缺)、豆类、油菜、花生、芝麻等,各12.5分],除缺玉米和小麦低产(各扣除6.25分)外,其他皆宜
	经济作物多度	需计算	100.0	极其丰富,果品30种、山地药材和特产200种、水生经济物种100多种
e. 结构状态	加 权 平 均	79.3		4 项 指 标 权 系 数 分 别 为 0.4375、0.3125、0.1875、0.0625
	种植业发展度	需计算	109.5	$100 \times [\text{已耕种面积} / (\text{已耕种面积} - 2.5^\circ\text{坡耕地面积})]$
	养殖业发展度	需计算	112.0	$100 \times (\text{总计已养殖羊单位} / \text{可饲养潜力羊单位}) = 100 \times (88.3 / 78.8)^*$
	加工业发展度:粮食企业化加工 / %	需计算	3.2	$100 \times (\text{产业化加工量} / \text{粮食总产量}) = 100 \times (1\text{万t} / 31\text{万t})$
	经济作物比例 / %	40.0	40.0	$100 \times (\text{经济作物播种面积} / \text{农作物播种总面积})$
f. 结构效应	优质农产品率 / %	71.7	71.7	$100 \times (\text{优质稻播种面积} + \text{优质油菜播种面积}) / \text{总播种面积}$
	加 权 平 均	79.1		权 系 数 依 次 为 0.36、0.28、0.20、0.12、0.04
	水土流失模数 / t·hm ⁻² ·a ⁻¹	13.8	12.0	设定 $\leq 5\text{t} / \text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 为高限值, $\geq 15\text{t} / \text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 为低限值
	水体N、P污染面积 / %	0.0	100.0	除大冶湖属工业与城市污染外,其他未超标
	产品农药污染 / %	0.0	100.0	未 发 现 超 标 率
g. 社会力量	污染土地恢复率 / %	85.8	85.8	总污染土地8700hm ² ,工矿破坏土地4000hm ² ,农业改良土地7600hm ² ,复垦土地3300hm ²
	农村效益比例 / %	47.3	47.3	$100 \times (\text{农村人均可支配收入} / \text{城市人均可支配收入})$
	农村收入水平 / %	23.1	23.1	暂以人均可支配收入1万元为高限值
	农业人口比重 / %	84.9	15.9	以一般发达国家农业人口比重<5%为高限值
	加 权 平 均	62.8		权 系 数 依 次 为 0.265、0.224、0.184、0.143、0.102、0.061、0.020
h. 社会效应	农业人力资源	需计算	31.2	$\text{农村初中以上文化人口比例} \times (\text{农村劳动力总数} / \text{区域劳动力总数}) \times 100 = 34\% \times (74.4\text{万人} / 81.2\text{万人}) \times 100$
	农业管理体系	需计算	75.0	县乡户3级(各占33.3%)管理体系完备,农户“科技明白人”比例75%, $100 \times [(33.3 + 33.3 + 33.3) \times 75\%]$
	生态农业管理体系	需计算	100.0	县领导小组、办公室、规划、常设培训设施(各占25%)
	社会支农能力	需计算	28.4	设定我国2020年预计人均国内生产总值3000美元(2.5万元人民币)[相当于中下发达水平(邱晓华,2002)]为具有农业投资能力保证的高限值。大冶市农业投资能力水平 = $100 \times (\text{大冶市现有人均GDP} / 2.5\text{万元}) = 100 \times (7100 / 25000)$
	农户投资能力	需计算	11.8	$100 \times (\text{农村人均收入} - \text{最低生活保障费}) / \text{农村人均收入} = 100 \times (2313 - 170 \times 12\text{个月}) / 2313$
h. 社会效应	加 权 平 均	56.5		权 系 数 分 别 为 0.36、0.28、0.20、0.12、0.04
	农业实际投资比例	需计算	80.0	设定农业投资增长率等同财政收入增长率为高限值。农业投资力度 = $100 \times (\text{农业投资增长率} / \text{财政收入增长率}) = 100 \times (8\% / 10\%)$
	污染控制水平	需计算	55.4	$100 \times (\text{工业“三废”处理率} + \text{污染土地治理率} + \text{农药化肥合理施用推广率}) / 3 = 100 \times (70\% + 85.8\% + 10.5\%) / 3$ **
	资源管理水 平	需计算	66.0	$100 \times (\text{山地有林率} + \text{草地保护率} + \text{基本农田率} + \text{清洁水率}) / 4 = 100 \times (42.6\% + 48.6\% + 83.9\% + 89.0\%) / 4$
	加 权 平 均	70.3		权 系 数 依 次 为 0.556、0.333、0.111

续表

指标亚组 Subgroup	指 标 Indexes	指标值 Index value	指标分值 Mark	指标分值计算说明 Mark calculation and explanation
i. 技术力量	农技体系完善率 / %	需计算	90.0	县乡2级体系较完整,有农技推广、良种繁育、农业培训、畜牧兽医和环境保护等,各乡有农技推广站(缺农机)
	农技人员总数 / 人	112.0	5.6	$100 \times (112/2000)$ ***
	加权平均	68.9		权系数依次为0.75、0.25
j. 技术效应	农业技术贡献率 / %	50.0	62.5	80%作为我国农业初步现代化的基准(柯炳生,2002)
	农民培训率 / %	约20.0	20.0	受训农户约20%。已培养1000多名农民技术员,400多个科技示范户,1万多名能工巧匠
	生态农业试验面积 / %	8.5	8.5	$100 \times (\text{试验总面积} / \text{耕地总面积}) = 100 \times (0.433\text{hm}^2 / 5.066\text{hm}^2)$
	加权平均	42.3		权系数依次为0.556、0.333、0.111
	资源加权平均	73.9		包括a、b、c、d指标亚组,依次排序
	农经加权平均	75.0		包括e、f指标亚组,依次排序
	社会加权平均	60.0		包括g、h指标亚组,依次排序
	技术加权平均	62.2		包括i、j指标亚组,依次排序
	总系统加权平均	71.0		按资源、农经、社会、技术排序

* 可饲养潜力羊单位按最大可能计算,包括利用全部草地(热性草地载畜量3个羊单位/ hm^2 [2]),1/2饲料(粮薯豆秸秆+糠麸+人均200kg粮食以外的余粮);** 污染控制水平指标中“污染土地治理率”计算,即大冶市土地受轻中重度化学污染面积和工矿废弃地面积分别为4600 hm^2 、3000 hm^2 、1100 hm^2 和4000 hm^2 ,总污染面积为1.27万 hm^2 ;当年累计农作改良轻、中污染面积7600 hm^2 ,复垦改良工矿废弃地3300 hm^2 ,总计治理率=(7600-3300)/12700=85.8%。“农药化肥合理施用推广率”以当年已有0.4万 hm^2 无污染粮油生产基地面积比例计算,占总耕地面积3.8万 hm^2 的10.5%。*** 大冶市应有2000名专职农业科技人员,才能基本符合目前国内较先进水平要求。

而自然热性草地仅平均负载3个羊单位/ hm^2 [2]。大冶市目前基本无饲料种植面积。大冶市农业产业结构调整中必须优先大力发展加工业,2000年大冶市种植业和养殖业发展度已很高(分别为109.5分和112.0分),而农产品加工业发展度极低(3.2分),不成比例。此外发展饲料(特别是豆科饲料)种植可进一步发展养殖业和优化产业结构,大有潜力。种植业中要大力提高经济作物和优质农产品比例,大冶市粮油种植业发达,为湖北省重要的“粮油大县”,而经济作物比例(40.0分)、优质农产品率(71.7分)尚有很大发展空间,未发挥该县很高的经济作物多度(100.0分)优势。同时为进一步发展种植业,其规划中应注重改善旱涝保收地(40.0分)、有效灌排地(60.0分)、土壤肥沃性(44.1分)、污染土地恢复率(85.8分)和水土流失模数(12.0分)指标分值。同时要全面提高生态农业试验面积率及其推广率,大幅度增强农业科技服务力量。

3 小 结

本定量诊断方法为首次应用,尚无先例,尚需更多实例诊断检验和修正。该方法试用于大冶市农业生态经济系统诊断,得到与原有经验判断比较符合的结果。该方法优选可代表县域宏观生态经济系统状态的42项关键指标且较简明,其中关键性指标中隐含了一些基本背景类具体指标如人口等,并隐含一些分支性具体指标如不同污染物监测数量、产量和收益等。由于该方法从区域农业生态经济系统宏观分析入手,且从宏观角度选定指标体系,因此它仅适用于区域性(如县域)宏观农业生态经济系统诊断。

致谢 湖北省大冶市农业局石义岭、潘熙曙、陈永高和王忠友同志同样参加了本项研究工作,谨表谢意!

参 考 文 献

- 1 陶 战. 环境土壤学. 农业环境学. 北京: 中国农业出版社, 1994. 97
- 2 廖国藩等. 中国草地资源. 北京: 中国科学技术出版社, 1996. 355~379
- 3 Hilborn R., Magel M. The Ecological Detective Confronting Methods with Data. Princeton: Princeton Univer. Press, 1997. 330