

海南岛农业结构的生态经济系统分析

邓宏海

(中国社会科学院数量经济研究所)

何建坤

(清华大学核能所)

江道琪

(国家计委计算中心)

卫 林

(中国科学院地理研究所)

摘 要

本文提出了一个综合考虑生态与经济的农业结构优化模型。以海南岛作一实例对农业结构系统分析中的模拟方法进行了具体研究。这个模型应用来为海南岛的农业计划和管理提供具体信息。用FELIX-512计算机求出了20个海南岛农业结构的优化方案,并对其生态经济效果作了论证。

要调整海南岛农业现有的不合理结构,逐步建立适应海南特点的合理结构,使得全岛能在尽快富裕起来的同时,环境质量也不断改善,就必须把海南岛的农业作为一整个生态经济系统加以分析和综合(Zucchett et al., 1980)。本研究的目的,就是要通过这样的分析和综合,提供一个在生态与经济相结合的高度上研究和调整海南农业总体结构的有效工具;提供一个反映海南农业生态经济的信息系统。

一、问题的提出

海南岛所处的地理位置及其特有的自然资源,使之成为我国少有的同时具有很高的经济开发价值和生态保护价值的地区。对于这样宝贵的一个地区,如何正确处理生态与经济的关系,使得能以有限的资源消耗和劳动消耗获得最大经济效益和生态效益,这是我们考虑海南农业建设一切问题的根本出发点。

海南岛的农业在单一经营结构下,各种经济成分、各个生产部门的发展很不平衡,资源有的得不到开发,有的(特别是森林资源)开发过度,导致经济结构和生态结构的失调,从而使农业生产经济效益低下和环境质量退化。要把这种单一结构调整合理结构,就得从生态与经济两方面入手,建立起一个生态效益和经济效益都能持续提高的农业生产结构。

由此看来,海南岛农业结构合理化的中心问题应当是:如何在满足海南岛现阶段经济平衡和生态平衡的起码要求的前提下,用现有的人力、财力和物力在近五年内使全岛农业净产值(国民收入)达到最大。从数学上具体描述这个问题,就构成海南岛农业结构优化模型。

二、农业结构优化模型的建立

用一组线性方程作为一系列约束条件来反映海南岛目前经济平衡和生态平衡的起码要求以及人力、财力和物力的限制,用一函数表达全岛农业净产值最大化的目标,以评价不同结

构方案的效益。这个线性方程组配上这个目标函数,就成为海南岛农业结构优化的线性规划模型。

为了构成这个模型,设置下列符号:

1) R ——作物类别集; R' ——地方系统作物类别子集 ($R' \subset R$); R'' ——农垦系统作物类别子集 ($R'' \subset R$); RG ——粮食作物类别子集 ($RG \subset R$); RO ——油料作物类别子集 ($RO \subset R$); RE ——经济作物类别子集 ($RE \subset R$); RS ——短期作物类别子集 ($RS \subset R$); RM ——多年生作物类别子集 ($RM \subset R$); RMF ——多年生木本作物类别子集 ($RMF \subset RM$); RGS ——短期粮食作物类别子集 ($RGS \subset RS, RGS \subset RG$); RGF ——木本粮食作物类别子集 ($RGF \subset RG, RGF \subset RF$); ROS ——短期油料作物类别子集 ($ROS \subset RO, ROS \subset RS$); ROF ——木本油料作物类别子集 ($ROF \subset RO, ROF \subset RF$); RES ——短期经济作物类别子集 ($RES \subset RE, RES \subset RS$); REM ——多年生经济作物类别子集 ($REM \subset RE, REM \subset RM$); $REMF$ ——多年生木本经济作物类别子集 ($REMF \subset RE, REMF \subset RMF$); $RMFF$ ——非经济林类别子集 ($RMFF \subset RMF$); RJ ——饲料作物或牧草类别子集 ($RJ \subset R$); RW ——水产养殖类别子集 ($RW \subset R$); H ——牲畜种类集; H_p ——役畜子集 ($H_p \subset H$); hp_r ——役畜在 r 种作物生产中的单位用工量; Hpr ——役畜年出工量最大限额; RJh ——为 h 种牲畜所利用的饲料或木草子集 ($RJh \subset RJ$); fr_{jh} ——为 h 种牲畜对 r_j 饲料消耗定额; K ——副业种类集。2) Q ——农产品种类集; V_q^1 —— q 种产品 ($q \in Q$) 的社会需求量; V_q^0 —— q 种产品 ($q \in Q$) 的现有产量 (上角标 1 代表报告期, 上角标 0 代表基期, 其他符号亦如此); U_{qr} —— r 种作物 ($r \in R$) 生产 q 种产品的单产; U_{rj} —— rj 种饲料作物或牧草的单产; U_{qh} —— h 种牲畜生产 q 种产品的单产; U_k —— k 种副业每个工日的产值。3) B ——作物生态效果级别集; RB^+ ——生态效果好的作物子集 ($RB^+ \subset R$); RB^- ——生态效果差的作物子集 ($RB^- \subset R$); RB^{++} ——生态效果差但目前不可代替的作物子集 ($RB^{++} \subset RB^-$); RE^{--} ——生态效果差且目前可代替的作物子集 ($RE^{--} \subset RB^-$)。4) L ——资源种类集; F_l —— l 种资源拥有量 ($l \in L$); f_{1r}, f_{1h} —— l 种资源 ($l \in L$) 在 r 种作物 ($r \in R$) 和 h 种牲畜 ($h \in H$) 生产中的单位消耗量; Δ ——新开垦农用地集 ($\Delta \subset L$); Δ_r —— r 种作物利用新开垦土地子集 ($\Delta_r \subset \Delta, r \in R$)。5) I ——调进农产品和农用物质种类集; I_q —— q 种产品的调进量; f_{iq} ——调进 q 种产品每吨所耗运费。6) E ——调出农产品种类集; E_q —— q 种产品调出量。7) P ——加工农产品种类集; P_q —— q 种产品加工量; PO ——加工能力种类集; PO_q —— q 种产品的加工能力。8) T ——运输农产品种类集; t_q —— q 种产品运输量在其全部产量中的比重; TO^0 ——现有运输能力。9) N ——限额类别; N^+ ——最高限额; N^- ——最低限额; N_{iq}^+ ——调进 q 种产品的最高限额 ($i \in I, q \in Q$)。10) A ——劳动力拥有量; a_r, a_h —— r 种作物和 h 种牲畜生产中的单位用工量; a_{Δ_r} ——开垦 r 种作物用地每亩耗用开垦工和管理工。11) C ——资金集; C_{Δ_r} ——开垦 r 种作物用地的每亩投资额; C_r —— r 种作物单位面积的物质费用。12) NT ——净产值类别集; nt_r —— r 种作物单位面积净产值; nt_h —— h 种牲畜单位净产值; nt_k —— k 种副业单位净产值; nt_{eq} ——调出 q 种产品的单位净产值; nt_{Δ_r} ——垦殖 r 种作物的单位贴现收入; nt_{iq} ——调进 q 种产品或物质的单位费用; nt_{pq} —— q 种产品单位加工量的净产值。13) BT ——纯利润类别集; bt_r —— r 种作物单位面积的纯利润; bt_h —— h 种牲畜单位纯利润; bt_k —— k 种副业单位纯利润。14) X ——决策变

量: x_r —— r 种作物的种植面积或播种面积; x_h —— h 种牲畜的年平均存栏头数; x_k —— k 种副业的全年产值; $x_{p,q}$ —— q 种产品的年加工量; $x_{i,q}$ —— q 种产品的年调进量; $x_{e,q}$ —— q 种产品的年调出量; $x_{d,r}$ —— r 种作物在新垦地上的种植面积或播种面积。

约束条件

1 经济平衡约束

1) 农产品供需平衡

$$\sum_{r \in R} U_{q,r} x_r + I_{q,r} - E_{p,r} \geq V_{q,r}^1$$

$$\sum_{h \in H} U_{q,h} x_h + I_{q,h} - E_{q,h} \geq V_{q,h}^1$$

具体设置26条, 包括全岛粮食、稻谷、农垦粮食、地方粮食、全岛食油、花生油、农垦食油、花生油、全岛水果, 地方和农垦的猪牛羊肉, 水产品、蔬菜和薪柴的供需平衡。

2) 农产品调进量最高限额约束

$$\sum_{q \in Q} I_{q,r} \leq N_{q,r}^+$$

具体设置2条, 分别对全岛和农垦的粮食调进量作了约束。

3) 农产品产量与加工量的平衡

$$P_q \leq \alpha_q \sum_{r \in R} U_{q,r} x_r \quad (\alpha_q \text{ 可加工系数})$$

具体设置7条, 对甘蔗、水果、麻类、茶叶、木材、椰子、综合类设置了这样的约束。

4) 地方与农垦协调发展约束

$$U_{q,r} x_r - \beta_q U_{q,r'} x_{r'} \leq 0 \quad (\beta_q \text{ 为协调系数})$$

具体设置三条, 分别对橡胶、椰子和水果设置了这样的约束。

5) 尽快增加地方农业可分配净产值的约束

$$\sum_{r' \in R'} nt_{r'} x_{r'} + \sum_{h' \in H'} ht_{h'} x_{h'} + \sum_{k' \in K'} nt_{k'} x_{k'} - \sum_{r' \in R' MFF} nt_{r'} m_{r'} \geq N_{n,t}^-$$

设有这样一条。

6) 饲料和牧草产量与牲畜饲料需要量的平衡

$$\sum_{h \in H} f_{j,h} x_h - \sum_{j \in J, R} U_{j,r} x_{j,r} \leq 0$$

对地方的家禽和猪设置了这样一条约束。

7) 各部门协调发展约束

$$\sum_{k \in K} x_k \leq N_k^+$$

具体设置3条, 对家庭副业、社队集体副业和农垦副业各设置了一条这样的约束。

2. 生态平衡约束

8) 森林覆盖面积的约束

$$\sum_{r, m, f \in RMF} x_{r, m, f} \geq N_{r, m, f}^-$$

这样的约束有一条。

9) 非经济林面积的约束

$$\sum_{r, m, f \in RMFF} x_{r, m, f} \geq N_{r, m, f}^-$$

这样的约束有一条。

10) 森林资源生长量大于消耗量的约束

$$\sum_{r, m, f \in RMFF} U_{q, r, m, f} x_{r, m, f} \geq V_{q, r}^1$$

设有 3 条, 对地方和农垦的用材林和新柴分别作了这样的约束。

11) 全岛牲畜饲养量与全岛承载能力平衡

$$\sum_{h \in H} x_h \leq N_h^+ \quad \sum_{h \in H} f_{1h} x_h \leq F_{1h}$$

设有 6 条, 对地方和农垦的猪、牛和羊设置了这样的约束。

3. 生态平衡与经济平衡交叉约束

12) 经济林与非经济协调发展约束

$$\sum_{r, m, f \in RMFF} x_{\Delta r, m, f, i} - \gamma_r \sum_{r, c, m, f \in REMFF} x_{\Delta r, c, m, f, j} \geq 0 \quad (\gamma_r \text{ 为协调系数})$$

设有 3 条, 对全岛油茶与非经济林、农垦和地方的橡胶林与非经济林的发展比例作了这样的约束。

13) 各种作物之间协调发展约束

$$\sum_{r, c, m, f \in REMF} x_{\Delta r, c, m, f, i} - \delta_r \sum_{r, c, m, f \in REMF} x_{\Delta r, c, m, f, j} \geq 0 \quad (\delta_r \text{ 为协调系数})$$

设有 10 条, 对地方和农垦的茶叶和橡胶、剑麻与经济林、咖啡与橡胶、水稻与水田甘蔗、水稻与水田番薯、地方的腰果与橡胶的发展比例作了这样的约束。

14) 短期粮食作物与木本粮食作物协调发展约束

$$\sum_{r, g, f \in RGF} x_{\Delta r, g, f, i} - \varepsilon_r \sum_{r, g, s \in RGS} x_{\Delta r, g, s, j} \geq 0 \quad (\varepsilon_r \text{ 为协调系数})$$

对地方番薯与木薯作了这样一条约束。

15) 发展经济效益和生态效益好的作物的约束

$$x_{r, m, f} \geq N_{r, m}^+ \\ U_{q, r, b} + x_{q, r, b} \geq V_{q, r}^0$$

设有49条, 对甘蔗、麻类、药材、西瓜子, 以及各种木本作物作了这样的约束。

16) 限制发展经济效益虽好但生态效益差或销路有限的作物

$$x_{r,b} \leq N_{r,b}^+$$

设有3条, 对香茅、剑麻和胡椒设有这样的约束。

4. 物力约束

17) 土地资源约束

$$\begin{aligned} f_{1,r} x_r &\leq F_{1,r}^0 \\ f_{1,r} x_r + f_{1,r} x_{\Delta r} &\leq F_{1,r}^1 \\ \sum_{r \in RG} f_{1,r} x_r + \sum_{r \in RG} f_{1,r} x_{\Delta r} &\leq F_{1,r}^1 \end{aligned}$$

设有22条, 对农垦和地方的现有水田、现有水利设施配套后新开的水田、大广坝水利工程兴建后新开的水田、旱地、宜胶地、宜果树地、宜茶叶地、宜椰子地、宜油棕地、宜咖啡地、宜槟榔地、宜南药地、牧地、淡水养殖水面和海水养殖水面设有这样的约束。

18) 役畜约束

$$\sum_{r \in R} h_{b,r} x_r \leq HPP$$

设有这样一条约束。

19) 加工能力约束

$$P_q \leq PO_q$$

设有8条, 对甘蔗、水果、麻类、茶叶、木材、椰子、综合类设有这样的约束。

20) 化肥约束

$$\sum_{r \in R} f_{1,r} x_r = F_1$$

对地方和农垦分别设有这样的约束。

21) 运输能力约束

$$\sum_{r \in R} t_q U_{q,r} x_r \leq TO^0$$

设有这样一条约束。

5. 人力约束

22) 劳力约束

$$\begin{aligned} \sum_{r \in R} a_r x_r + \sum_{k \in H} a_k x_k + \sum_{k \in K} a_k x_k + \sum_{\Delta r \in \Delta R} a_{\Delta r} x_{\Delta r} &\leq A^1 \\ 5 \left(\sum_{r \in R} a_r x_r + \sum_{k \in H} a_k x_k + \sum_{k \in K} a_k x_k \right) + 2.5 \sum_{\Delta r \in \Delta R} a_{\Delta r} x_{\Delta r} &\leq 5A^0 + 2.5(A^1 - A^0) \end{aligned}$$

设有4条, 对地方和农垦第5年一年的和5年总的劳动力分别作了这样的约束。

6. 财力约束

23) 地方农业投资约束

$$\sum_{\Delta r' \in \Delta R'} C_{\Delta r'} x_{\Delta r'} \leq N_c^+$$

设有这样一条约束。

24) 农垦农业投资约束

$$5 \left(\sum_{r'' \in R''} bt_{r''} x_{r''} + \sum_{h'' \in H''} bt_{h''} x_{h''} + \sum_{k'' \in K''} bt_{k''} x_{k''} \right) \cdot 93\% - \sum_{\Delta r'' \in \Delta R''} C_{\Delta r''} x_{\Delta r''} \geq 0$$

设有这样一条约束。

25) 物质费用总量

$$\sum_{r \in R} C_r x_r + \sum_{h \in H} C_h x_h + \sum_{k \in K} C_k x_k = Z$$

目标函数

Max:

$$\sum_{r \in R} nt_r x_r + \sum_{h \in H} nt_h x_h + \sum_{k \in K} nt_k x_k + \sum_{p, q \in PO} nt_{p, q} x_{p, q} + \sum_{q \in EQ} nt_{e, q} x_{e, q} +$$

$$\sum_{\Delta r \in \Delta R} nt_{\Delta r} x_{\Delta r} - \sum_{i, q \in IQ} nt_{i, q} x_{i, q}$$

整个模型共有141个决策变量、158个约束和一个目标函数。

三、优化参数的确定

利用现有资料(邓宏海等, 1983)所作的研究性估算取得了海南岛大农业结构优化参数。

按农作物单位面积化肥施用量的差别, 把优化参数分为两组。按现有化肥施用量得到的参数为第一组, 按合理增施化肥量求出的参数为第二组。第一组参数, 即第一组方案中的单产、净产值、纯利润和单位用工量等项指标的值, 是在1980年资料的基础上经重新调查核定的, 价值指标是按1980年不变价格计算的。这套指标值反映海南现有的农业生产水平。第二组参数, 即第二组方案中的单产、净产值及纯利润等项指标值, 是按化肥施用量与单产的相关关系估算的(河北省植保土肥所, 1981; 华南热带作物研究院, 1978)。这套指标反映海南农业近五年内可能达到的较高水平。

对海南岛地方农业的追加投资, 本身是一项关键性的战略决策。为了比较追加投资效果, 在第一组方案中按追加投资额从4.50至13.00亿元分设了13个处理, 在第二组方案中按追加投资额从5.9至14亿元分设了11个处理。为了比较调进粮食与调进化肥的效益, 在追加投资中除了各项基本建设投资外还包括调运粮食和化肥的运费补贴。

全岛对各种农产品的社会需求量和劳力资源是按其人口预测数估算的。各类土地资源的拥有量完全依据农业区划中的数据。各个部门各种作物和家畜的产量、用地和投资的限额或

定额是根据国家政策和各部门的计划来确定的。有关农产品加工方面的技术经济参数是参考外地有关资料拟定的(辛农, 1981)。由于海南岛的农作物种类繁多, 既有不同的一年生作物, 又有不同的多年生作物。对收获期不同的各种多年生作物, 采用不同的方法来分别计算其生态经济参数(邓宏海等, 1983; Golley *et al.*, 1972)。

四、计算结果与分析

将优化参数按两个方案组中的各个处理逐个地代入到优化模型中, 用多功能线性规划应用程序“LPSIMPLX”在FELIXC-512计算机上进行计算, 求出了海南岛农业结构在两种投肥水平和各种追加投资水平下的最优方案。在第一组方案中凡追加投资占用量大于4.6亿的各种处理, 均有最优解; 即在低化肥施用水平下用10种追加投资所能调整的海南农业结构的10个最优方案, 在第二组方案中, 凡追加投资占用量大于5.9亿的各种处理, 均有最优解, 即在高化肥施用水平下用10种追加投资所能调整的海南农业结构的10个最优方案。对这20个方案中的农业生产的结构、功能和效益作了以下分析。

1. 由海南农业结构最优方案中的农业追加投资占用结构(表1)的变动看出, 各方案都是靠调整经济林与非经济林和种植业的追加投资的占用量和占用比例来实现其结构优化的。无论是在低化肥水平下, 还是高化肥水平下, 追加投资占用量少的方案(第一组中的4.9亿和5亿方案, 第二组中的5.95亿、6亿、7亿和8亿方案)都是非经济林的追加投资占用量及其比例比经济林大, 与此相应的是, 种植业的追加投资占用量及其比例也大; 与此相反的是, 追加投资占用量多的方案(除上述方案以外的几个方案)都是非经济林的追加投资占用量及其比例比经济林小。在追加投资的占用量和占用比例上, 非经济林与种植业一致变动, 而与经济林反向变动, 这正好模拟了当前海南农业追加投资分配上的现实局面。

2. 由海南岛农业结构最优方案中的土地利用结构(表2)的变动看出, 这20个方案也是主要通过调整非经济林与经济林的用地面积及其比例来实现结构优化的, 这与追加投资占用结构上的情况是相对应的。

3. 海南农业结构最优方案的生态经济效益评价, 首先是用一个生态经济效益指标体系来分别估量这20个方案对海南农业结构实行调整后所能带来的增益(各方案的某项指标的预计值减该项指标在1980年的实测值), 其次是计量各方案对各种资源每利用一个单位所能带来的增益, 即计量方案的生态经济效率, 再以每个效率指标在这20个方案的最佳值为100, 将这套效率指标在各个方案中的预测值分别与其最佳值相比, 得到这套指标在各个方案中的预测值的比分(百分比), 把各个方案在各项指标上的比分加总, 求其算术平均值, 就能对这20个方案作出综合评价(表3)。表3表明, 低化肥的4.9亿、5亿方案, 特别是高化肥的7亿、8亿方案的平均比分数较高, 这是由于它们不仅有较高的生态效益, 而且有较高的经济效益。

4. 海南农业结构最优方案的的边际效益分析。各个约束条件, 特别是几种紧缺物质需求约束和几种稀有资源最大可获取量限制约束的“影子价格”(边际效益)表明: 国家向海南多供应化肥、以提高单产, 力争粮食自给, 对海南的全面发展有利; 合理安排木材和薪柴的使用, 降低其耗用量, 对保护森林资源和全岛的综合开发有益; 在实现水利工程配套、使水田

面积适当增加后,不必再占用资金搞水利工程来扩大水田面积,大广坝水利工程从农业的角度来看近期内不宜上马;无论从海南的全面发展或是从协调农垦和地方的利益来看,国家近几年应给海南适当地多提供一些投资。

5. 海南农业结构最优方案的灵敏度分析。这次计算分别对各个方案的目标函数系数和约束条件的右端常数进行了灵敏度分析,其结果可以用来评价参数变化对模型计算结果的影响。由于输入的数据不可能十分准确,而且在实际过程中很多因素也会使一些参数发生变化,因而,有必要通过灵敏度分析来查明在不改变最优基的情况下各种参数的允许变化的范围,以便对各方案实现的可能性作出估计。对目标函数系数进行灵敏度分析,有助于评价外界成本、价格变动对模型的影响,比如对低化肥施用水平的4.9亿方案的水稻净产值系数进行灵敏度分析的结果为 $-1.23 \leq \Delta C_1 \leq 3.08$,即表明水稻的亩净产值在比现有水平减少1.23百元到增加3.08百元的范围内变化时,不影响该方案的最优结构。而这同一个参数在高化肥施用水平的8亿方案中的允许变化范围为 $-0.04 \leq \Delta C_1 \leq 0.00$,这说明在该方案中,模型对于这个参数是相当灵敏的,在计算时应慎重选择。对约束右端常数进行灵敏度分析,有助于进一步评价资源限制及需求量变化对模型的影响。比如对全岛粮食需求量约束进行灵敏度分析的结果表明,在低化肥施用水平的4.9亿方案中为 $0.0 \leq \Delta b_1 \leq 5.66$ 。这说明在全岛粮食需求情况发生变化时,只要需求量的增量不超过5.66万吨,就不会改变最优方案的结构;若需求量的增量超过这个数值或需求量减少,就会改变最优方案的结构。对其它参数做同样的灵敏度分析,使我们能根据最有可能实现的几个方案的最优结构的共性,对海南岛农业结构的调整提出几点意见。

五、对海南岛农业结构调整的几点意见

1. 海南岛最大的地区农业优势是光热条件好,光合潜力的年值很高,且全年都可利用。为了在时间上和空间上充分利用这种优势,在该岛应建设以热带木本作物为主的农林业。近期内在热带木本作物中如何合理安排经济林与非经济林(除经济林以外的其他林种,包括用材林、薪炭林、防护林、特用林等)在土地、劳力和投资上的比例关系,是海南岛农业结构调整的关键问题。本研究表明,近期内在全岛土地利用结构上,给非经济林安排用地面积应比其它部门多;在农业追加投资占用结构上,鉴于目前资金来源有限,近几年应给非经济林多分配一些投资,相应地给经济林少分配一些投资,使得全岛的非经济林在经济林稳步发展的同时得到尽快发展,使全岛荒山荒地尽早绿化起来。这样做在近5年内,就可用不超过8亿元的地方农业投资和已有的劳动力,把海南岛全部可农用的土地的74.85—81.17%都利用起来,使全岛森林覆盖率增加到41.08—45.28%,全岛生物生产力提高33.33—43.99%;为发展粮食生产和甘蔗等短期经济作物腾出了资金、劳力和物质;扭转森林资源年消耗量大于年生长量的局面,早日解决全岛人民的燃柴问题;还为今后经济林的进一步发展创造适宜的生态环境。

2. 从海南农业的总体上来进行结构调整的这20个最优方案中总可以选出一个使各方面都比较满意的方案作最优决策。按这个最优决策来规划和部署海南的农业生产,使海南岛目前不合理的农业结构逐步过渡到最优结构,那么,现有的一系列生态平衡和经济平衡的问题

可迎刃而解,目前经济—生态平衡失调的局面就会得到扭转,全岛农业人口人均农业净产值就会以9.88—16.31%的年递增率增长。这次模拟研究得出的大量信息表明,这20个最优结构方案,尽管对现有结构的调整在方向和幅度上各不相同,但在投资额有效界限内的所有方案有一系列共同点。这些共同点可以作为结构调整方向和幅度进行合理控制的数量界限。海南农业生产的各个部门,各种作物和家畜及各活动,只要分别按照各自的数量界限进行调整,就可实现海南农业结构的优化。

3. 海南岛地方农业自己生产粮食比调进粮食合算,其所需粮食应该自给。农垦系统调进粮食,即使负担调进粮食运费补贴,也比自己生产粮食划算,可适当调进粮食。在按这20个最优结构方案中的任一个方案安排海南农业生产的情况下,建议国家把每年调给海南的粮食全部调给农垦系统用以弥补其不足,由农垦自己补贴这些粮食的全部调进运费;把国家每年在粮食调运上的补贴费改作对地方农业的投资。在5年内,仅这一笔补贴费用来支付增调化肥的运费、或作现有水利设备配套投资,都会有效得多。海南岛地方系统的粮食不仅应当自给,而且近期内也能够自给。其办法就是这两组方案中的办法。

4. 在农业投资问题中,农垦系统的农业投资问题在本系统内部就可解决,其农业的纯利润已足以满足它的投资需要而有余。海南岛目前的农业投资问题,实际上是地方农业的投资问题。占用效率最高的地方农业追加投资占用量是4.95—6亿;在高化肥水平下是5.95—8亿。在这数量界限内选择最优追加投资占用量的同时,还应按相应的最优追加投资占用结构来分配和安排追加投资的使用。

5. 除了现已采用的一些协调发展的办法外,还应提倡农垦与地方开展各种类型的经济联合。农垦系统内部,应调整其农业的部门结构、地域结构、技术结构和生态结构,精简非生产人员、增加生产工人,压缩非生产性开支,降低生产成本,提高劳动生产率、挖掘增产潜力。

参 考 文 献

- Zucchet J. *et al.* 1980 Optimization of economic and ecological resources for regional design. *Resource Management and Optimization*. 1 (2):111—143.
- 邓宏海等 1983 海南岛农业资源利用现状的考察报告. *热带作物学报* 4 (1):29—38.
- 河北省植保土肥研究所 1981 化学肥料的施用. 化学工业出版社.
- 华南热带作物研究院 1979 橡胶树施肥问题. 农业出版社.
- 辛农 1981 我国各地试办农工商联合企业情况汇编. 新华出版社.
- Colley P.M. *et al.* 1972 *Tropical ecology, with an emphasis on organic production*. Athens, Georgia.

THE ECO-ECONOMIC SYSTEMS ANALYSIS OF THE AGRICULTURAL STRUCTURE IN HAINANDAO

Deng Honghai

(Institute of Technic Economics, Academy of Social Science of China)

Ho Jiankun

(University of Gingham, Institute of Nuclear Energy)

Jiang Daoqi

(Computing Data Center of P.S.C.)

Wei Lin

(Institute of Geography, Academia Sinica)

An optimization model of the agricultural structure, including both economic and ecological considerations, is presented. An emphasis is placed on simulation approaches in the system analysis of the agricultural structure in the Hainan Island. Using a FELIXC-512 system computer, the 20 optimization scenarios of the agricultural structure of Hainandao are provided, and their economic and ecological effects are proved.

表 1
海南岛大农业结构最优方案中的追加投资占用结构
(全岛总体结构)

追加投资 占用量 (亿元)	第 一 组 方 案										第 二 组 方 案									
	I					II					I					II				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
农业部门	4.90	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	5.95	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00
1. 种植业	31.60	31.14	27.92	27.50	28.47	28.83	25.37	26.57	26.69	26.04	53.71	54.62	57.01	45.25	38.13	32.52	31.28	28.94	27.4	25.98
其中: 水利	10.59	10.15	9.13	12.00	11.40	10.73	10.15	12.61	13.40	13.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2. 经济林	14.91	14.82	35.82	41.00	40.22	37.89	35.81	34.64	33.13	31.59	6.99	7.16	8.09	18.29	34.70	47.59	50.50	53.16	55.59	57.83
其中: 橡胶	0.00	0.00	20.31	24.43	23.28	27.58	26.07	25.47	24.02	11.89	0.00	0.00	0.00	7.78	24.10	36.53	34.82	33.28	31.87	30.58
3. 非经济林	20.48	21.49	6.98	5.93	5.58	5.25	4.95	4.67	4.47	4.25	15.42	15.54	22.24	20.95	12.39	5.72	5.17	4.79	4.45	4.14
其中: 用材林	17.49	18.54	4.45	3.83	3.57	3.37	3.18	2.99	2.87	2.79	12.83	12.93	17.35	18.90	10.63	4.17	3.84	3.67	3.51	3.37
4. 畜牧业	9.64	9.51	8.31	7.25	6.67	6.28	5.94	5.59	5.36	5.20	5.98	6.03	8.32	6.65	5.86	5.25	5.00	4.78	4.58	4.39
5. 渔业	0.55	0.54	0.48	0.41	0.38	0.36	0.34	0.32	0.31	0.30	0.18	0.48	0.47	0.38	0.34	0.30	0.29	0.27	0.26	0.25
6. 农副产品加工业	2.78	2.74	3.22	3.01	4.82	10.34	15.24	16.51	18.92	21.82	2.40	2.42	2.40	2.43	3.25	3.84	3.88	3.71	3.55	3.41
7. 运费补贴	38.61	38.07	33.91	29.00	27.05	25.49	24.11	22.56	21.52	20.58	67.05	66.88	57.93	51.18	43.35	37.20	35.09	33.22	31.50	29.92
其中: 粮食运费补贴	20.04	19.76	17.27	14.85	13.86	13.05	12.34	14.60	11.13	10.80	15.02	13.75	1.44	6.05	5.33	4.78	4.53	4.35	4.17	4.00
合 计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

表 2
海南岛大农业结构最优方案中的土地利用结构

面积 (万亩)	第 一 组 方 案										第 二 组 方 案									
	I					II					I					II				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
农业部门	4.90	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	5.95	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00
各部门用地比重%																				
1. 种植业的耕地	20.69	20.14	22.95	22.33	22.27	22.27	22.27	22.02	21.80	21.53	21.03	21.17	19.35	17.14	18.11	19.22	18.57	17.88	17.23	16.60
2. 森林	60.28	60.74	55.18	55.84	56.93	56.93	56.93	57.14	57.38	57.80	62.33	62.78	62.28	65.32	63.07	60.56	61.58	62.69	63.75	64.77
其中: 经济林	15.12	15.05	17.70	18.49	18.66	18.66	18.56	18.80	19.08	20.17	15.52	15.58	14.56	16.31	18.57	21.27	23.73	26.14	28.43	30.64
非经济林	45.16	45.69	38.48	38.95	38.28	38.28	38.34	38.30	38.30	37.63	47.31	47.20	47.72	49.01	44.50	39.27	37.85	36.55	35.32	34.13
3. 多年生经济作物用地	0.67	0.66	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.79	0.73	0.73	0.65	0.62	0.66	0.71	0.70	0.68	0.66	0.65
4. 牧地	16.84	15.66	18.48	18.44	18.41	18.41	18.41	18.45	18.43	18.24	13.68	13.65	16.26	15.52	16.66	17.90	17.57	17.19	16.84	16.49
5. 淡水养殖水面	1.52	1.50	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.64	1.67	1.67	1.46	1.40	1.50	1.61	1.58	1.55	1.52	1.49
农用地合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

表3 海南大农业结构最优方案的生态经济效益的比较
(按各方案的各个指标值与其最优值的百分比计算)

比较方案 (%) 指标	第一组方案										第二组方案									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	4.90	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	5.95	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00
E ₁ 全岛农业人口人均农业产值	65.80	66.36	69.64	72.08	73.77	75.00	76.22	77.42	78.30	79.05	75.96	76.47	83.68	87.41	90.76	94.04	95.54	97.02	98.51	100.00
E ₂ 地方农业人口人均农业可分配净产值	62.73	62.72	62.15	63.36	65.57	65.57	65.57	66.05	66.71	66.63	92.54	92.86	100.00	99.59	98.51	97.37	96.04	94.66	93.27	91.98
E ₃ 地方农业人口纯收入	53.12	53.11	54.43	55.90	58.04	58.03	58.03	58.53	59.16	60.17	77.43	77.97	84.70	90.20	91.26	92.30	94.15	96.10	98.05	100.00
E ₄ 农垦与地方人口农业净产值之比	51.38	50.41	47.87	47.08	48.55	46.86	45.29	44.63	44.57	45.26	95.96	96.05	93.79	100.00	91.81	85.13	86.21	87.56	88.89	90.29
B ₁₁ 全岛森林覆盖率	85.09	86.74	72.31	73.30	73.53	75.53	73.53	73.65	74.05	75.33	80.63	80.76	91.03	100.00	92.04	80.43	83.35	86.58	90.04	93.81
B ₁₂ 全岛非经济林覆盖率	84.95	86.97	66.01	65.93	65.88	65.88	65.88	65.85	65.85	65.35	80.92	80.92	93.01	100.00	84.68	69.52	68.28	67.37	66.48	65.60
B ₁₃ 全岛森林资源增长率	83.01	85.16	63.31	63.50	63.53	63.53	63.53	63.56	63.68	63.60	78.32	78.35	91.55	100.00	84.17	68.58	68.33	68.52	68.71	68.91
E ₅ 全岛农业土地亩均净产值	65.84	65.63	76.43	78.94	80.67	82.01	83.35	84.82	85.69	85.66	83.59	83.95	80.79	80.84	89.78	100.00	99.69	99.09	98.51	97.95
E ₆ 全岛农业劳动力平均净产值	70.46	70.88	72.63	75.19	72.81	74.02	75.23	76.42	77.29	78.03	87.37	87.48	89.62	91.66	94.00	96.19	97.18	98.13	99.07	100.00
E ₇ 全岛农业资金每百元平均净产值	91.57	92.22	92.01	94.13	94.07	95.63	97.19	98.77	99.57	100.00	88.82	88.91	92.91	95.73	97.05	98.29	99.45	99.12	98.78	98.38
E ₈ 地方农业追加投资占用效率	54.52	53.41	47.43	43.47	41.64	36.99	33.29	30.00	29.00	27.83	99.64	100.00	98.59	95.50	86.46	79.20	74.27	70.25	66.86	63.94
E ₉ 农垦农业追加投资占用效率	76.99	79.33	83.97	78.58	78.74	83.97	89.25	91.46	95.96	100.00	36.90	38.45	59.21	42.89	47.24	50.54	51.26	51.76	52.26	52.80
E ₁₀ 全岛农业追加投资占用效率	77.76	78.44	76.96	71.43	69.60	63.11	66.79	65.01	63.65	63.63	84.99	86.82	100.00	88.65	84.31	80.87	79.08	77.47	76.06	74.62
B ₁₄ 全岛生物生产力增长率	72.79	75.77	46.58	47.99	48.19	48.19	48.19	48.67	49.22	49.83	68.15	68.08	85.18	100.00	79.75	59.88	61.40	63.61	65.81	68.02
全岛粮食自给率	88.20	88.20	88.20	88.20	88.20	88.20	88.20	88.20	88.20	88.20	89.91	90.94	100.00	95.44	95.44	95.44	95.44	95.44	95.44	95.44
比得分合计	1084.21	1095.35	1019.33	1013.03	1022.61	1025.52	1039.54	1033.90	1010.00	1017.57	1221.13	1228.01	1344.15	1367.71	1305.26	1247.78	1249.67	1252.78	1256.74	1261.74
比分的算术平均值	72.28	73.02	63.00	67.94	63.17	63.37	68.64	68.93	69.33	69.94	81.41	81.87	89.61	91.18	87.02	83.19	83.31	83.52	83.78	84.12