

北海市土地利用优化模型

江可力 李树华 陈文广

(广西海洋研究所)

摘 要

本文根据北海市目前土地利用基本情况以及决策部门要求的目标,利用系统工程的方法,进行综合分析,建立了北海市土地优化利用的数学模型,并编制了程序,在计算机上进行了计算。本模型规划到2000年,根据模型的计算结果,到本世纪末,北海市农业社会总产值将达到58 010万元,净产值达24 785万元,农村人均产值为4 800多元,人均收入为2 000多元。根据计算结果,对北海市今后农业布局提出了几点建议,指出总的农业生产布局应以渔业为主导,农业、牧业、渔业同时并举,积极发展农村第三产业,以形成一个新的农村经济有机结构。

广西沿海地区土地资源较丰富,但由于生产水平差,粗放经营,故农业内部结构又不太合理。因此,农业的发展潜力很大,是广西资源开发利用的重点地区之一。为了探讨广西海岸带土地资源的合理开发及其最优用地结构,我们选取北海市岸段作为研究对象,利用系统工程的方法进行综合分析,根据实际调查资料以及决策部门要求的目标,列出各约束方程及园林函数编制的程序,在计算机上作了计算,建立了本模型。模型程序框图见图1。

一、数学模型

本模型从北海市的自然资源及技术水平出发,考虑了人力、物力、财力等条件的限制,建立了61个约束方程,3个目标函数,通过计算机求解,期望建立一个最佳用地结构,使整个农业生态环境形成一个良性的循环系统,人民生活水平得到不断改善。

(一)北海市目前土地利用基本情况

北海市总人口为17.8万,其中农业人口9.33万,农业劳动力3.64万。土地总面积为49.59万亩,其中滩涂面积8.87万亩。现有耕地11.54万亩,可开垦的耕地0.67万亩,预计北海市开发建设占用耕地2.00万亩;宜林地面积10.30万亩;宜海水养殖的滩涂面积2.60万亩;山塘水库及其他淡水水面1.53万亩;宜牧草山草坡5.34万亩;有中型水库1处,小型水库4处,引

※本文于1987年5月28日收到。

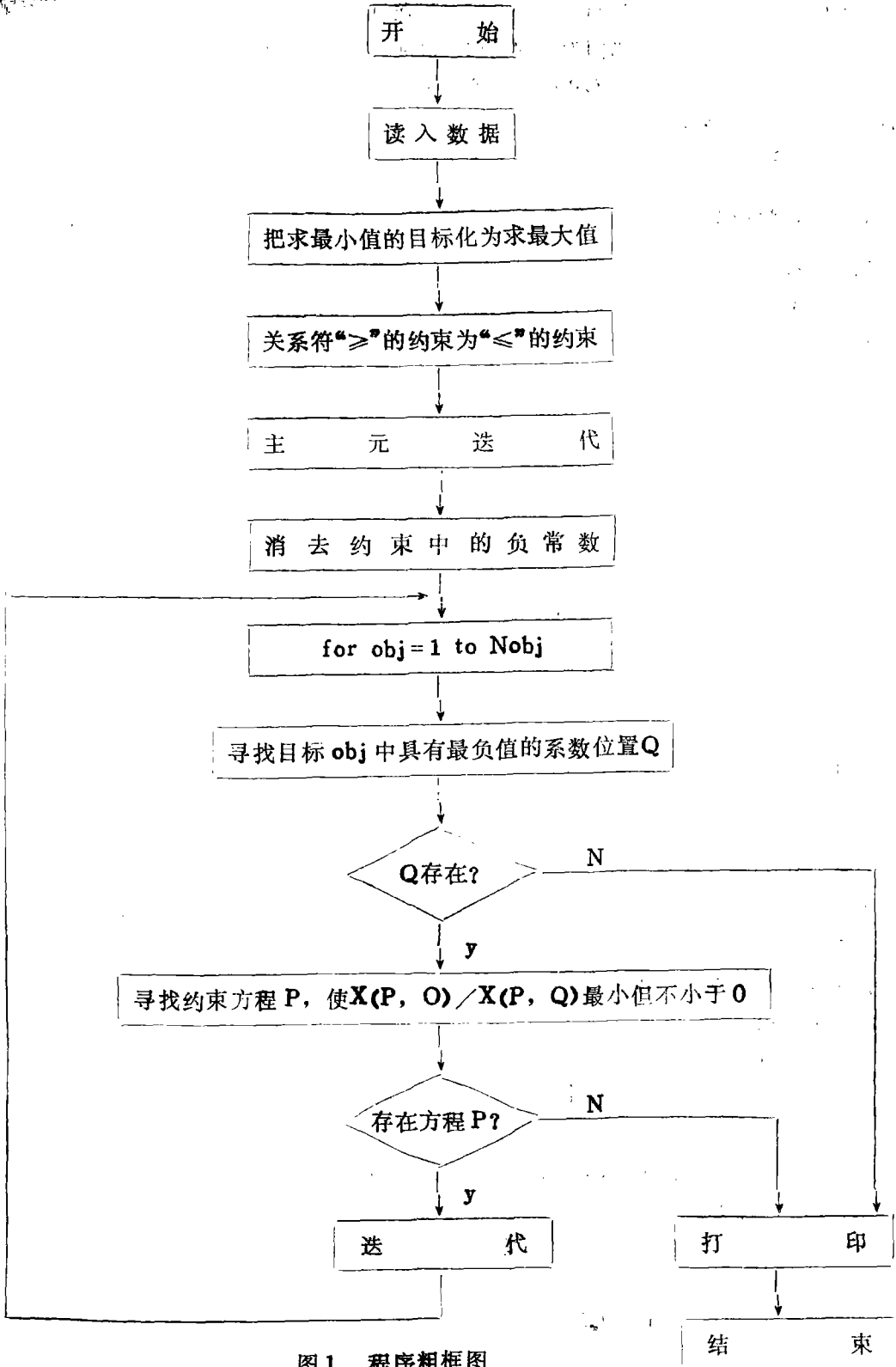


图1 程序粗框图

水工程90处, 另外还有湖海运河一条, 其有效灌溉面积为7.00万亩。

目前, 北海市各业用地比例为: 种植业占总面积的23.0%; 渔业占1.6%; 牧业占7.3%; 林业占15.0%。土地利用率为47.0%。如1984年, 在种植业中, 水稻用地面积占耕地面积的50.3%, 其它作物占49.7%。主要用地情况是: 甘蔗2.3万亩; 蔬菜0.15万亩; 水稻5.8万亩; 甘薯0.86万亩; 玉米0.21万亩; 花生1.65万亩。

(二) 数学模型

1. 数学模型中所设置的变量

令 a_j 为第 j 种农作物名称, 具体为:

a_1 —水稻; a_2 —红薯; a_3 —玉米; a_4 —豆类; a_5 —蔬菜; a_6 —香蕉; a_7 —西瓜; a_8 —地菠萝; a_9 —甘蔗; a_{10} —花生。

b_j 为宜牧草山草坡。

令 c_j 为第 j 种用途的林业名称, 即:

c_1 —用材林及薪炭林; c_2 —防护林; c_3 —地菠萝; c_4 —柑、橙。

令 d_j 为第 j 种海水养殖品种及淡水养殖品种名称, 即:

d_1 —珍珠; d_2 —牡蛎; d_3 —文蛤; d_4 —对虾; d_5 —海水鱼; d_6 —江篱; d_7 —青蟹; d_8 —海参; d_9 —池塘鱼; d_{10} —水库养鱼。 d'_{11} —海洋捕捞产量(万斤)。

令 e_j 代表第 j 种禽畜名称, 具体为:

e_1 —商品鸡鸭及种鸡鸭; e_2 —蛋鸡鸭; e_3 —商品猪; e_4 —奶牛; e_5 —商品牛; e_6 —羊; e_7 —兔。

令 f_j 为第 j 种加工品种名称, 即:

f_1 —蛋制品; f_2 —奶制品; f_3 —鱼罐头; f_4 —水果罐头; f_5 —食糖; f_6 —混合饲料; f_7 —植物油。

另外, N_p 代表全市总人口; Δa 为可开垦的荒地; p 为加工业; r 为需水量; r' 为所需劳力(百万工日); S 为有机肥需要量; S' 为有机肥产量; X 表示净收入(如 X_{i1} 表示第 i 种作物的单位净收益, X_{i2} 表示第 i 种加工品种的单位净收益……); X' 表示产值(表示方法同上); X'' 表示投资数量; m 表示用地面积; l 表示产品产量; l' 为畜牧头数。

2. 约束方程

(1) 土地资源约束

种植业面积不得大于现有的耕地面积以及可能新开垦的荒地面积之和, 即:

$$\sum_{j=1}^{10} ma_j \leq 9.54 + \Delta a \quad \Delta a \leq 0.67$$

分配给各业使用的面积不应大于适宜于该业的土地面积, 具体约束如下:

$$\text{林业: } \sum_{j=1}^2 mc_j \leq 10.3$$

$$\text{海水养殖: } \sum_{j=1}^8 md_j \leq 2.6$$

$$\text{淡水养殖: } \sum_{j=9}^{10} md_j \leq 1.53$$

$$\text{畜牧业: } mb_0 \leq 5.34$$

(2) 生态约束

生态约束考虑两个条件。其一，为保证生态环境向良性循环方向发展，促进农业稳产高产，森林覆盖率到规划期末应达到25%以上，同时，防护林网达到最低指标，用材林及薪炭林还应满足农村部份薪材、用材以及满足植被面积的要求，即：

$$\sum_{j=1}^4 mc_j + D_1^- \geq 12.3975, \quad mc_1 \geq 40, \quad mc_2 \geq 5.0, \quad mb_0 \geq 4.5.$$

其二，应考虑还田有机质基本满足农田有机质需要量的条件，即：

$$\sum_{j=1}^7 S_j' \cdot l' e_j \geq \sum_{j=1}^{10} S_j \cdot ma_j + D_2^-$$

其中： D_1^- 为林地面积不足目标的差额； D_2^- 为有机肥供应量的不足额，应尽量减小 D_2^- 的数值，以扭转土地有机质含量越来越低的发展趋势。这两个变量均在目标函数中给予调节。

(3) 农副产品需求约束

农副产品需求约束考虑如下几个条件：

$$\text{粮食产量保证农民口粮自给, 即 } \sum_{j=1}^4 la_j \cdot ma_j \geq 4500.$$

一般种植品种满足本地最低需求量，即： $la_j \cdot ma_j \geq D_j$ ($j=1, 2, \dots, 10$)， D_j 为第j种农副产品的最低需求量。

畜牧业应尽可能地满足当地群众对肉蛋产品的需求。考虑到北海市的实际情况，规划期内肉蛋产品要达到完全平衡是难以实现的。因此，对肉类要求供应量在60%以上，禽肉55%以上，蛋类90%以上，奶类基本平衡，其约束条件分别为： $150l'e_3 + 150l'e_6 + 4l'e_7 \geq 1880$ ， $2.5l'e_1 \geq 297$ ， $25l'e_2 \geq 729$ ， $5000l'e_4 + 600l'e_8 \geq 941$ 。

植物油以全市每人每月达到0.5斤为指标，即： $150a_{10} \geq 6N_P$ 。

水产是北海市的优势产业，必须大力发展，尤其是一些可以创收外汇的海水养殖品种，同时也兼顾当地群众对生物蛋白的需求，约束条件为： $ld_j \cdot md_j \geq D_j'$ ， D_j' 为当地对第j种渔业产品最低需求量及最低出口合同指标数。

海洋捕捞除满足本市需求外，还要大量调出市外，其约束为： $d_{11} \geq 28000$ 。

各种副业加工产量要求满足本地需求量，即： $P_{1j} \geq D_j''$ 。 D_j'' 为当地对第j种加工品种的最低需要量。

(4) 工副业原料需求及资源量约束

各种工副业的产量受土地直接产品的制约,其加工产量应小于当地提供的产品数量(E)以及外地可能调入的产品数量(E')之和,即: $P_{fj} \leq E_j + E'_j$.

同时,为保证良好的鱼类生态环境,海洋鱼类捕捞量不得超过可捕量,即: $d'_{11} \leq 39000$.

(5) 水资源约束

各业所需总水量要低于水资源最大可能提供量,即:
$$\sum_{j=1}^{10} r_j \cdot ma_j + \sum_{j=1}^4 r_j \cdot mc_j \leq 105.$$

(6) 农用劳力提供量约束

各业在农忙季节所需劳力不应大于可能提供的总劳力,即:

$$\sum_{j=1}^{10} r_{a_j} \cdot ma_j + \sum_{j=1}^4 r'_{c_j} \cdot mc_j + \sum_{j=1}^{10} r'_{d_j} \cdot md_j + \sum_{j=1}^7 r'_{e_j} \cdot l'_{e_j} + \sum_{j=1}^7 r'_{f_j} \cdot Pf_j + r'_{b_0} \cdot mb_0 + rd'_{11} \cdot d'_{11} \leq 5.95.$$

(7) 人口发展约束

北海市2000年人口发展到多少,目前还是一个有争议的问题。有人认为引进人口对北海市工农业发展有利,会提高北海市的财政收入,有的则取否定意见。因此,在模型中,我们对总人口没有确定一个死的指标,而只给出一个上限和一个下限。其上限按自然增长率推算,下限为计划部门决定引进人口的目标,即: $N_p \geq 25$; $N_p \leq 35$ 。

3. 目标函数

本模型最终目的是建立一个最佳用地结构,总的要求是,土地直接生产农、林、牧、副、渔产品产值之和最大,总净收益最高,同时要求各种用地方式、土地开发资金以及各种工副业投资总和最小。我们规定一级目标为总净收益最高,二级目标为总产值最大,三级目标为总投资最小。其目标函数分别为:

$$\begin{aligned} \max z_1 &= \sum_{j=1}^{10} X_{a_j} \cdot la_j \cdot ma_j + \sum_{j=1}^4 X_{c_j} \cdot lc_j \cdot mc_j + \sum_{j=1}^{10} X_{d_j} \cdot ld_j \cdot md_j + \sum_{j=1}^7 X_{e_j} \cdot l'_{e_j} \\ &+ \sum_{j=1}^7 X_{f_j} \cdot Pf_j + X_{d'_{11}} \cdot d'_{11} + X_{b_0} \cdot lb_0 \cdot mb_0 + 0.8(N_p - 25) - 4D_1^- - 0.5D_2^- \\ \max z_2 &= \sum_{j=1}^{10} X'_{a_j} \cdot la_j \cdot ma_j + \sum_{j=1}^4 X'_{c_j} \cdot lc_j \cdot mc_j + \sum_{j=1}^{10} X'_{d_j} \cdot ld_j \cdot md_j + \sum_{j=1}^7 X_{e_j} \cdot l'_{e_j} \\ &+ \sum_{j=1}^7 X'_{f_j} \cdot Pf_j + X'_{d'_{11}} \cdot d'_{11} + X_{b_0} \cdot lb_0 \cdot mb_0 + 1.8(N_p - 25) - 8D_1^- - D_2^- \\ \min z_3 &= \sum_{j=1}^4 X''_{c_j} \cdot (mc_j - mc_{c,j}) + \sum_{j=1}^{10} X''_{d_j} \cdot md_j + \sum_{j=1}^7 X''_{e_j} \cdot l'_{e_j} \\ &+ \sum_{j=1}^7 X''_{f_j} \cdot Pf_j + X''_{d'_{11}} \cdot d'_{11} + 1.2\Delta a + 0.2(N_p - 25) \end{aligned}$$

4. 有关参数的说明

模型中各种参数选择的恰当与否,直接影响到模型的最优方案。本模型考虑了下列参数的选择。

(1) 单产的估算: 根据该品种目前单位面积产量, 结合历史上的数据, 通过对影响单位面积产量的各种因素, 如耕作方式、水土、肥、种子等, 进行综合分析而确定。

(2) 产品价格的估算: 考虑了国家收购部门的收购价格、出口价格以及目前市场价格, 以1984年为基数, 按不变价计。

(3) 宜用地面积的估算: 以土地资源等调查资料为依据, 结合各品种对土壤的要求而确定。

(4) 单位面积经营成本的估算: 对规划年限内该品种所需各项成本进行预测, 可根据目前经营成本的高低作外推。

(5) 各用地方式单位面积所需投资的估算: 对于新开垦的土地, 可根据经验进行估算。如海涂围垦, 首先根据围垦面积、工程投资来确定单位面积的开发费, 但因围垦土地可用于养殖、农田、晒盐等, 这些不同的用地方式还需要投资, 因此除了围垦工程投资以外, 还要追加不同用地方式的投资额, 作为各用地方式总投资。

(6) 各项投资资本回收因子的计算: 一方面考虑投资的回收年限, 另一方面还要考虑货币的时间价值, 从而确定投资回收因子。投资年限一旦确定, 以每年收回相等的份额, 则投资回收因子乘工程总投资, 即作为相应年份的投资额。

(7) 多年周期生物效益因子的计算: 主要牵涉到林业以及部份养殖业。如: 种植某种用材林需若干年后才能采伐, 即若干年后才能得到收益。在这种情况下, 一方面要考虑资金的利用率, 同时要考虑其周期, 以此求出每年的收益因子, 将该因子乘以若干年后的收益, 即得每年的收益值。

二、结果分析

本模型规划到2000年, 在上述约束条件下, 模型实际所需投资为8545.7万元, 投资回收因子约为7.21%。在这个投资水平下, 农业总产值达到30355.5万元, 比1985年翻了两番多; 总净收益为13180.3万元, 占总产值的43.4%左右。

为了使土地开发利用达到最佳效益, 本模型对目前的用地结构进行了全面的调整, 从而使农村经济结构发生了重大的变革, 人民生活水平将得到大幅度提高。市场主要副食品的供求矛盾将日趋缓和, 特别是奶类、蛋、蔬菜等供需基本平衡; 鱼类、食糖等可大量外销; 畜牧业的发展也会使肉类、家禽的供应得到改善。从模型的求解结果来看, 绝大部分的结果与决策部门的指标相近, 其结果是令人满意的。

(一) 土地结构

通过本模型求解的用地比例, 除种植业用地面积比目前减少外, 其余均有所提高。各业用地比例为: 种植业占总面积的20.1%; 渔业7.7%; 林业22.7%; 牧业9.1%。土地利用率为60%左右。

对于种植业内部用地结构也作了调整,改变了目前经济作物用地比例偏低、粮食作物用地比例偏高的状况,其中:水稻播种面积由现在的5.8万亩逐渐调整到4.0961万亩,占耕地面积的40.1%;蔬菜从0.15万亩调整到1.067万亩;甘蔗由2.3万亩调整到2.78万亩;花生面积适当减少,为1.05万亩。另外,对于一些经济价值较高的品种,诸如香蕉、西瓜等,其用地比例也相对提高了。林业用地比例以用材林和防护林为主,约占林业用地面积的88%。经济林的比例比目前明显提高了。渔业用地面积以海水养殖为主,其养殖面积占渔业用地面积的63.5%,其中又以对虾养殖为主。具体结果见表1。

表1 种植业、渔业、林业用地构成

种植业	变量代号	占地面积 (万亩)	渔业	变量代号	占地面积 (万亩)	林业	变量代号	占地面积 (万亩)
水稻	1	3.410	珍珠	16	0.0083	用材料	12	5.300
红薯	2	0.357	牡蛎	17	0.800	防护林	13	5.000
玉米	3	0.100	文蛤	18	0.150	木菠萝	14	0.041
豆类	4	0.229	对虾	19	0.840	柑、橙	15	0.933
蔬菜	5	1.067	海水鱼	20	0.170	牧草地	11	4.500
香蕉	6	0.600	江鳇	21	0.420	新开垦地	34	0.433
西瓜	7	0.380	青蟹	22	0.100			
地菠萝	8	0.000	海参	23	0.020			
甘蔗	9	2.780	池塘养鱼	24	0.830			
花生	10	1.050	水库养鱼	25	0.500			

(二) 农业总产值构成

由于用地结构的调整,农业总产值构成也相应地调整了。目前农业总产值构成是:渔业比重为69.88%;种植业17.02%;牧业6.56%;副业5.8%;林业0.57%。调整后新的农业产值构成出现了一个以渔业为主导,其他各业同时并举的趋势。其中渔业比重为57.1%;种植业20.6%;林业4.1%;牧业12.2%;副业5.99%。

种植业内部产值结构同样作了调整。粮食作物产值占种植业产值的比重由目前的25.71%下降为11.69%;而其它经济作物的比重则由74.29%上升为88.31%。渔业产值构成中,养殖业由目前的8.83%提高到12.77%,捕捞产值比重相对降低,由91.17%下降到87.23%。这种产值结构的调整使农村形成了一个新的经济联合体,农、副产品产、供、销配套,充分体现了农业的方向已转到为城市服务上来。

(三) 农副产品供需平衡状况

根据有关方面的资料,并结合北海市的具体情况,我们预测了2000年社会对副产品的

需求。根据模型结果，本世纪末北海最佳人口为25万，结合土地主要直接产品与社会的需求，供需平衡关系为：粮食只能解决49.7%，需调入22615.7吨；豆类解决12.2%，纯调入1975.2吨；植物油可解决57.3%，需调入587.5吨；猪牛肉解决80.8%，调入2187.5吨；鸡鸭等家禽解决70.6%，需调入687.5吨；奶类、蛋类、蔬菜、柑、橙等几乎达到自给；鱼类、食糖、水果自给有余，其中可外销鱼类123542.5吨、食糖9260吨。农副产品产量构成见表2。

表2

农副产品产量构成

种植业	产量 (吨)	渔业	产量 (吨)	畜牧业	产量 (万头)	林业	产量 (吨)	加工业	产量 (吨)
水稻	20460	珍珠	972	鸡鸭	127.00	木材	42.4m ³	蛋制品	2916
红薯	6247.5	牡蛎	2400	蛋鸡鸭	29.16	薪炭	1060担	奶制品	3293.5
玉米	400	文蛤	900	商品猪	11.20	菠萝	546.75	鱼罐头	9900
豆类	274.8	对虾	1260	奶牛	0.08	柑、橙	6997.5	水果罐头	754.4
蔬菜	41613	海水鱼	340	商品牛	1.50			食糖	12510
香蕉	6000	江篱	315	羊	0.92			混合饲料	10000
西瓜	6460	青蟹	500	兔	0			植物油	787.5
地菠萝	0	海参	15						
甘蔗	125100	池塘养鱼	1452.5						
花生	2362.5	水库养鱼	500						
		海洋捕捞	140000						

上述有些农副产品的不足部分，诸如猪牛肉、植物油、禽肉等，可通过市场的杠杆作用，由市场进行调节、供给，不必专门组织产品供应。

粮食的需求量还没有考虑发展畜牧业所需的饲料粮以及食品和工业用粮，如果这些全部考虑，粮食则需调入2.01亿斤左右。调入饲料粮发展畜牧业，从经济效益的角度来看，是合算的。按照优化结果，2000年农业总产值达到30355万元，农业人口若按7.5万人计，扣除调入粮食的补贴2000万元，则人均产值3780元，比现在的500元增加了3280元（纯增6.6倍），人均纯收入为1615元，正好是现在每年人均400元的4倍，翻了两番。

（四）农用劳力分配及农村经济结构

我们把农村劳力的分配作为一个系统进行研究。根据约束条件，农村劳力首先满足农业劳力需求。到2000年，农村劳力按6.5万人计，则最佳劳力分配为：农业劳力占总劳力的69.3%，约4.5万人。其中：种植业占农业劳力的47.2%，渔业21.7%，林业4.8%，牧业12.6%，副业

加工业13.7%。农村第三产业占总劳力的30.7%，约2.0万人，其中：农村工业占第三产业劳力的51.0%，建筑业8.0%，交通运输业14.0%，商业饮食业27.0%。

在上述劳力分配的条件下，农村经济结构发生了很大的变化。农业总产值占农村社会总产值的比例由目前的61.14%调整到47.67%；农村工业的比重由13.76%上升到15.44%；交通运输业的比重由1.36%上升到6.55%；商业、饮食业由1.09%上升到8.02%；建筑业由21.73%调整到18.88%。本模型规划期末的农村社会总产值将达到58010万元，约是1980年总产值的17倍，1985年的5.2倍左右。净产值为24785万元，占总产值的42.72%。按农村总人口12万计，农村人均产值将达到4834元，比1980年翻三番多，约是1985年的4倍；人均收入为2065元，也比1980年翻了三番多，是1985年的4倍多。农村中，纯农民人均产值和纯收入均低于其他各行业的收入。

三、对北海市今后农业布局的几点建议

农业生产布局既要求满足国家、人民对农产品的需要，还要求保持农业生态系统良性循环，因地制宜，合理利用农业资源，不断提高劳动生产率和土地生产率，以有利于产、供、销的有机结合。北海市农业生产布局也应遵循这些原则，使大农业内部结构得以协调发展。根据本模型的计算结果，并结合北海市的土地资源分布状况和环境条件，兹对今后农业布局提出几点意见，供参考。

总的农业生产布局应以渔业为主导，农业、牧业、渔业同时并举，积极发展农村第三产业，以形成一个新的农村经济有机结构。各产业具体布局如下。

（一）渔业

渔业是北海市的主要产业。目前渔业生产中存在一些不合理的现象，主要表现一是重捕捞，轻养殖，捕捞中又是单一的拖网化生产，这种不合理的产业结构破坏了海底生态环境，致使部分经济鱼类资源趋向枯竭；二是重生产，轻加工和综合利用，只重视生产数量，忽视产品质量，由于保鲜、加工等技术落后，捕捞的鱼大部分以腌制为主，冰鲜鱼比例过少。据有关部门估算，每年约有300万斤低值鱼类得不到综合利用，使捕捞到的鱼吃不到口，这是一种极大的浪费。建议今后北海市渔业生产发展的方向以捕捞为主，养殖、捕捞、加工同时并举，合理地开发海岸带各种生物资源。捕捞作业结构要把单一的拖网作业调整为以拖网为主，刺、钓、围相结合的作业方式；水产加工要逐步由粗加工过渡到精加工，主要加工出口创汇的各种海产品；水产养殖要相应建立一批养殖基地，诸如大冠沙养虾基地、岭底养蚝基地、涠洲沿岸海参养殖基地等，重点发展海水养殖，积极发展淡水养殖。为了使产业配套，还需相应建立水产品综合利用加工厂以及饲料厂等。

（二）农业

北海市的农业目前基本上处于自给半自给的自然经济，生产较落后，耕作粗放，商品率低，生产结构不协调，农业基本上是单一的种植业，种植业又是单一的粮食作物，这种农业生产方式及其布局与城市发展很不协调。今后农业的布局着眼点应该考虑为城市服务，主要

发展经济作物,粮食作物以农民口粮自给为限。为此,根据北海市的耕地分布状况,需建立几个经济作物基地。建议在高德建立一个花生种植基地,涠洲、高德分别建立甘蔗基地,西塘减少花生、甘蔗的种植面积,提高蔬菜用地面积,以便形成一个蔬菜基地,涠洲香蕉产量较高,可以减少红薯种植面积,逐渐提高香蕉用地面积。

(三) 林业

林业的布局,以防风林为主,同时发展用材林和经济林。在沿岸一带,需继续增植防护林。在水土易于流失的地区,扩种水土保持林和固沙林等。另外,可以考虑在高德建立一个水果基地,主要种植柑桔、橙子等。

(四) 畜牧业

畜牧业是副食品供应的主要产业。其布局重点应发展养猪,大力发展养鸡、养鸭,积极发展养牛、羊等。为此,必须建立良种场,引进良种,同时建立一批畜牧饲养场,还要开辟供草食性动物放牧的基地。相应地应建立一个大型的饲料加工厂,以便解决畜牧业的饲料供应。

(五) 农村第三产业

农村第三产业以现有的乡、村企业为基础,扩建或新建一批适销对路的小型加工厂。以农村工业为主导,同时发展农村建筑业、交通运输业、商业、饮食业等,以便形成一个新的农村经济有机结构。到2000年农村第三产业总产值占农村社会总产值的比重力求达到40%以上。

四、 结 语

本模型是广西海岸带和海涂资源综合调查的一部分工作,可作为制订广西海岸带大农业土地利用总体规划的一个参考模式。模型规划年限为15年,因此不论是用地结构或经济结构的调整,都应该逐步进行,不必操之过急,总的要求就是使土地资源的开发利用向优化方向发展。

※本文初稿刊于《广西海岸带和海涂资源综合调查报告(第一卷)》上。该项工作得到陈震宇高级工程师、莫鼎新工程师的热情指导和鼓励,并提出宝贵的修改意见。作者在此谨表谢忱。

主要参考文献

- [1] A·B·克鲁舍夫斯基著,孟昭译,经济数学模型与方法手册,清华大学出版社,1986。
- [2] 何建坤等著,实用线性规划及计算机程序,清华大学出版社,1985。