

# 县级总系统线性规划模型

广西总体规划技术指导小组

## 提 要

本文以环江县一九八五年价值型投入产出表为基础,运用线性规划模型,并选择更能体现总系统效益功能的国民收入最大为目标,对该县二〇〇〇年的二十五个物质生产部门进行规划优化。这项研究工作取得了比较满意的结果。

线性规划模型是在一定的条件下,合理利用资源、资金、能源等,找出系统的合理结构,使系统达到最大效益(如产值、国民收入、税利最高等)、费用最小(如成本、能耗最小等)的功能状态的一种数学方法。它在国民经济各方面均有广泛的应用,特别是电子计算机的出现,给线性规划模型发挥着更大的作用。在编制总体规划工作中,常用这种方法解决种植业、养殖业、林业、大农业以及总系统的最佳结构问题。广西在一九八六年开展编制县级总体规划过程中,对总系统的二〇〇〇年经济指标体系优化方面,以一九八五年价值型投入产出表为基础,采用线性规划模型进行优化,取得比较满意的结果。

线性规划模型包括变量设置、目标函数、约束条件和优化结果等内容。现以环江县总系统线性规划模型为例子作一介绍。

## 一、变量设置

变量即未知数,它是要通过模型计算来确定的决策因素,所以又叫决策变量。由现系统的气候、资源、经济结构等条件适时设置的。因为线性规划模型比较复杂,变量的数目不是几个而是多到几十个甚至上千个,所以在符号上用 $X_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ )来标记不同的变量。环江县总系统线性规划模型变量的设置采用一九八五年投入产出表所列出的25个物质生产部门(见表一),是为了便于建立目标函数和约束条件。

## 二、目标函数

在实际问题中计划决策目标的数学表达式,叫做目标函数。线性规划模型的目标函数是求变量的线性函数的极大值或极小值的问题。

目标函数还有单一目标和多目标之分,一般宜采用多目标函数,其理由是它比单一目标更能求得系统结构的最佳值。如县级系统的目标函数可选择国民收入、税利最大和能耗最小为

表一 总系统线性规划模型变量设置表

变量	物质生产部门	变量	物质生产部门	变量	物质生产部门
X <sub>1</sub>	冶金工业	X <sub>10</sub>	其它工业	X <sub>10</sub>	其它农业
X <sub>2</sub>	煤炭工业	X <sub>11</sub>	粮作种植业	X <sub>20</sub>	建筑业
X <sub>3</sub>	电力工业	X <sub>12</sub>	经作种植业	X <sub>21</sub>	公路运输
X <sub>4</sub>	建材工业	X <sub>13</sub>	桑蚕种植业	X <sub>22</sub>	商业
X <sub>5</sub>	机械工业	X <sub>14</sub>	果树种植业	X <sub>23</sub>	成品粮油
X <sub>6</sub>	化学工业	X <sub>15</sub>	林业	X <sub>24</sub>	饮食业
X <sub>7</sub>	粮油加工业	X <sub>16</sub>	牛养殖业	X <sub>25</sub>	邮电
X <sub>8</sub>	食品工业	X <sub>17</sub>	猪养殖业		
X <sub>9</sub>	木材采运	X <sub>18</sub>	副业		

目标, 它们比产值更能体现总系统的效益功能。由于篇幅所限, 本文仅介绍以国民收入最大为目标所优化出的方案。在确定目标函数系数时则以一九八五年各物质生产部门的净产值与产值的比率为基数, 再根据二〇〇〇年的技术水平、管理水平的提高和产品结构、价格的变化趋势加以修改。

目标函数为:

$$F(X) = 0.58X_1 + 0.92X_2 + 0.724X_3 + 0.338X_4 + 0.333X_5 + 0.048X_6 + 0.059X_7 + 0.237X_8 + 0.757X_9 + 0.337X_{10} + 0.556X_{11} + 0.92X_{12} + 0.746X_{13} + 0.702X_{14} + 0.929X_{15} + 0.859X_{16} + 0.488X_{17} + 0.887X_{18} + 0.859X_{19} + 0.289X_{20} + 0.405X_{21} + 0.73X_{22} + 0.736X_{23} + 0.316X_{24} + 0.788X_{25} \rightarrow \text{Max}$$

### 三、约束条件

是指实现目标的限制因素。它涉及生产资源、行政管理、技术条件等方面的约束。如土地、矿产、劳力资源, 生产资金的数量, 计划指标的规定, 市场销售的状况和产业结构调整的需要等, 都是必须满足的对模型变量起限制作用的条件。

环江县总系统线性规划约束条件的种类有上、下限约束, 结构比例约束, 投资约束, 能源约束和积累约束。现将这些约束条件的含义和确定逐一介绍如下:

(一) 上、下限约束(单位: 万元, 八五年现行价)

1.  $4500 \leq X_1 \leq 5000$ ——冶金工业产值的上、下限, 由冶金工业开发项目规划确定。
2.  $250 \leq X_2 \leq 400$ ——煤炭工业产值上、下限, 由煤的储量和开采能力确定。
3.  $X_3 \geq 600$ ——电力工业产值下限。为确保完成工业产值规划值, 本县自发电产值一定要达到的数值。

4.  $X_4 \geq 2000$ ——建材工业产值下限。为确保达到十五万吨的水泥生产能力和其它建筑材料,建材工业一定要达到的产值。

5.  $X_5 \geq 500$ ——机械工业产值下限。为机械工业一定能完成的产值。

6.  $X_6 \geq 1700$ ——化学工业产值下限。根据已投产和正在兴建的化工项目确定。

7.  $350 \leq X_7 \leq 400$ ——粮油加工业产值上、下限。下限为确保全县的粮油供应,上限为种植业所能提供的商品粮食和油料。

8.  $X_8 \geq 600$ ——食品工业产值下限,为占领县内食品市场所必须达到的产值。

9.  $300 \leq X_9 \leq 400$ ——木材采运产值上、下限,是根据本县林业生产规划确定的。

10.  $X_{10} \geq 5000$ ——其它工业产值下限,为确保完成工业产值规划而定。

11.  $X_{11} \geq 3628$ ——粮作种植业产值下限,为确保粮食自给所必须达到的产值。

12.  $900 \leq X_{12} \leq 1000$ ——经作种植业产值上、下限,是根据经济作物生产规划确定的。

13.  $X_{13} \geq 300$ ——桑蚕种养业产值下限,是为了确保本县正在筹备兴建年产100吨左右的缫丝厂所需要的蚕茧而定。

14.  $X_{14} \geq 800$ ——果树种植业产值下限,为实现万亩果园规划而定。

15.  $1500 \leq X_{15} \leq 2000$ ——林业产值上、下限,由林业生产规划确定。

16.  $700 \leq X_{16} \leq 800$ ——牛养殖业产值上、下限,是根据畜牧业多目标线性规划而确定的。

17.  $X_{17} \geq 1800$ ——猪养殖业产值下限,为实现群众脱贫、确保全县的吃肉供应而定。

18.  $2400 \leq X_{18} \leq 3000$ ——副业产值上、下限,根据乡(镇)企业发展规划确定。

19.  $X_{19} \geq 1200$ ——其它农业产值下限,为确保完成农业各部门分别用线性规划优化后相加达到14560万元而定。

20.  $1800 \leq X_{20} \leq 2000$ ——建筑业产值上、下限,这是参考全区、全国的“七五”期间建筑业发展计划,结合本县实际情况,选择今后十几年来年平均递增率在8~10%之间而确定的。

21.  $1300 \leq X_{21} \leq 1400$ ——公路运输产值上、下限,这是参考全区、全国“七五”期间公路运输发展计划,结合本县实际情况,选择今后十几年来年平均递增率在9~10%之间而确定的。

22.  $2000 \leq X_{22} \leq 2300$ ——商业产值上、下限,由商业发展规划确定。

23.  $250 \leq X_{23} \leq 300$ ——成品粮油产值上、下限,由商业发展规划确定。

24.  $X_{24} \geq 500$ ——饮食业产值下限,由商业发展规划和第三产业的比例要比1985年有所增加而定。

25.  $80 \leq X_{25} \leq 100$ ——邮电产值上、下限,由邮电发展规划而定。

26.  $X_7 + X_8 \leq 1200$ ——食品、粮油加工业产值之和上限,是根据农业生产规划所能提供商品粮油的数量而定。

27.  $X_{22} + X_{23} + X_{24} \leq 3200$ ——商业、成品粮油、饮食业产值之和上限,这是参考全区、全国“七五”期间商业发展计划,结合本县实际情况,在今后十几年来内商业产值年平均递增率不会超过10.5%而定。



28.  $\sum_{i=1}^{19} X_i \leq 15000$ ——农业总产值上限。因为农业部门进行线性规划后的优化产值

为14560万元，从1985年到2000年年平均递增率已达到5.82%，超过了前五年的平均递增率3.26%，而且农业生产的发展多受气候等自然条件的约束，因此，农业产值不能超过此限。

29.  $30000 \leq \sum_{i=1}^{25} X_i \leq 40000$ ——社会总产值上、下限。下限是为实现在本世纪末工农

业总产值翻两番和脱掉财政定额补贴帽子的需要，社会总产值一定要超过三亿元，而上限是根据现系统人口增长过快，干部素质不高，耕地日益减少，生态日益恶化，电力不足，生产投入自筹资金缺乏等制约因素的作用，社会总产值不可能有很大的发展，年平均递增率不会超过9.5%而得到。

### (二) 结构比例约束

此类约束主要有工业产值一定要超过农业产值，即：

$$\sum_{i=1}^{10} X_i - \sum_{j=11}^{19} X_j \geq 0$$

其理由是农业产值的增加有限，工农业总产值要翻两番，财政定额补贴的帽子要脱帽，主要靠工业产值的增加。随着中央、自治区、地区三级扶贫工作组对环江各项工作的大力支持，加上本县有丰富的工业矿产资源，如煤、铁、铅锌、滑石、陶土等，本县的工业，特别是乡（镇）工业将有一个较快地发展，工业产值可望超过农业产值。

### (三) 投资约束

此类约束主要研究工业的固定资产投资约束。约束值为规划期间可能提供的工业固定资产投资额与现有工业固定资产净值之和。其约束方程：

$$1.287X_1 + 4.95X_2 + 0.955X_3 + 2.16X_4 + 1.57X_5 + 0.0581X_7 + 0.83X_8 + 0.775X_9 + 0.99X_{10} \leq 21000$$

### (四) 能源约束

此类约束主要研究石油供应约束和大电网供电约束。因环江县所需要的石油全部依靠系统外供应，所需要的电力也有一半靠大电网供应，而煤自给有余。其约束值均以1985年各物质生产部门耗能量为基数，按国家在规划期内石油工业、电力工业的发展速度和节能技术水平的提高进行预测。

石油供应约束方程为：

$$0.0048X_1 + 0.0102X_2 + 0.0009X_3 + 0.0027X_4 + 0.0244X_5 + 0.0002X_7 + 0.0035X_8 + 0.0021X_9 + 0.0039X_{10} + 0.001X_{11} + 0.244X_{21} + 0.0365X_{22} + 0.0006X_{23} \leq 500$$

大电网供电约束方程：

$$0.0255X_1 + 0.0201X_2 + 0.0365X_3 + 0.2276X_4 + 0.0177X_7 + 0.0066X_8 + 0.0148X_{10} + 0.0016X_{22} + 0.0122X_{24} \leq 680$$

### (五) 积累约束

此类约束主要研究1985年的积累与最终产品的比值过高，达0.29，不利于改善人民的生

活。根据国家有关文件,这个比值应降到0.2左右为适宜。其约束方程为:

$$0.0145X_1 + 0.0432X_2 + 0.0478X_3 + 0.143X_7 + 0.165X_8 + 0.374X_{10} + 0.0923X_{12} + 0.137X_{13} + 0.524X_{14} + 0.488X_{15} + 0.26X_{16} + 0.0342X_{17} + 0.00914X_{18} + 0.388X_{20} + 0.0097X_{21} + 0.117X_{22} + 0.0144X_{23} \leq 5550$$

#### 四、优化结果

经过设置变量,建立目标函数和约束方程后,用国产紫金——II型计算机计算,得出国民收入最大值为21325万元,所对应的各物质生产部门的优化值见表二,五大经济部门结构见表三。

用线性规划模型对县级系统进行经济指标体系优化,由于系统的结构庞大,关系复杂,变量众多,又没有先例可借鉴,因此,在优化过程中,注意充分发挥各方面领导、专家的作用,集思广益,从大系统的实际情况出发,将定量预测与分析跟定性预测与分析很好地结合起来,边上机,边修改约束条件,经过多次反复,直到取得大家比较满意的方案为止。

用线性规划模型对环江县经济指标体系进行优化所得到的上述方案,基本上达到了各方面的要求,比较符合系统的实际情况,切实可行。按上述规划方案,在本世纪末工农业总产值

表二

总系统线性规划值表

单位:万元

变量	物质生产部门	优化值	变量	物质生产部门	优化值
X <sub>1</sub>	冶金工业	5000	X <sub>14</sub>	果树种植业	800
X <sub>2</sub>	煤炭工业	400	X <sub>15</sub>	林业	2000
X <sub>3</sub>	电力工业	600	X <sub>16</sub>	牛养殖业	800
X <sub>4</sub>	建材工业	2162	X <sub>17</sub>	猪养殖业	1800
X <sub>5</sub>	机械工业	500	X <sub>18</sub>	副业	3000
X <sub>6</sub>	化学工业	1700	X <sub>19</sub>	其它农业	1672
X <sub>7</sub>	粮油加工业	400	X <sub>20</sub>	建筑业	2000
X <sub>8</sub>	食品	600	X <sub>21</sub>	公路运输	1300
X <sub>9</sub>	木材采运业	400	X <sub>22</sub>	商业	2235
X <sub>10</sub>	其它工业	5000	X <sub>23</sub>	成品粮油	300
X <sub>11</sub>	粮作种植业	3628	X <sub>24</sub>	饮食业	665
X <sub>12</sub>	经作种植业	1000	X <sub>25</sub>	邮电	100
X <sub>13</sub>	桑蚕种养业	300		合计	38362

表三 五大经济部门结构表 单位: 万元

产业	经济部门	产 值	经济结构 (%)	产业结构 (%)
第一产业	农 业	15000	39.10	39.10
第二产业	工 业	16762	43.69	43.69
	建 筑 业	2000	5.21	
第三产业	交通邮电	1400	3.65	17.21
	商业饮食	3200	8.35	
计 总 计		38362	100	100

将达到31362万元,比1980年的6568万元翻了2.26翻,实现了中央十二大提出的翻两番的目标;地方财政收入将达到3230万元,超过了正常性财政支出预测值3000万元,甩掉了财政定额补贴帽子;农民人均纯收入达到446元,人均口粮500斤,完成了群众脱贫任务;经济结构趋向合理,从五大经济部门(即农业、工业、建筑业、交通运输业和商业饮食)结构上看,由1985年的60.7:23.23:5.25:3.58:7.24变到2000年的39.10:43.69:5.21:3.65:8.35;经济效益有所提高,国营工业劳动生产率从7528元/人提高到9100元/人,农业百元产值利税从2.03元提高到2.8元;能耗有所下降,工业百元产值能耗从6.43元下降到5.69元,积累与消费的比例趋向合理;人民的生活水平有较大提高,人均国民收入从1985年的248元提高到2000年的631元;人民的生活环境也有较大地改善。

年份	农业 (%)	工业 (%)	建筑业 (%)	交通邮电 (%)	商业饮食 (%)
1985	60.7	23.23	5.25	3.58	7.24
2000	39.10	43.69	5.21	3.65	8.35