

LINGO 8.0 在种植业结构调整中的应用探讨

刘 华, 王 峰, 温学飞

(宁夏农林科学院荒漠化治理研究所, 银川 750002)

摘 要: LINGO 是专业的优化软件, 应用广泛, 以宁夏盐池县城西滩扬黄灌区种植业结构的优化为例, 探讨了 LINGO 8.0 在种植业结构调整中的应用。

关键词: LINGO; 种植业; 结构调整

中图分类号: S126; S315

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0177-02

LINGO 8.0 Application Discussion in Structural Adjustment of Planting Industry

LIU Hua, WANG Feng, WEN Xue-fei

(Institute of Desertification Control, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

Abstract: LINGO is the specialized optimization software, it is being extensively used. Taking optimization of planting's structure of Yellow River lifting irrigated area of Cheng Xitan, Yanchi county, Ningxia as an example, LINGO 8.0 application in planting's structure adjustment is probed into.

Key words: LINGO; planting industry; structural adjustment

农业结构战略性调整, 是适应国民经济高速增长, 缓解城乡二元经济结构矛盾, 促进农民增收的重要途径。在农业结构中, 种植业是农业结构调整的核心。开展我国种植业结构调整研究, 对加快传统种植业向现代种植业的转变, 全面提升种植业的现代化水平, 提高农业效益、发展农村经济, 增加农民收入, 建设社会主义新农村具有重要意义。

目前对种植业结构调整的研究中有许多研究采用了线性规划^[1-4], 对结果的计算多采用了 Matlab 软件。如何勤等^[1]运用 Matlab 对四川丘陵区耕地种植业结构的优化模式进行了探讨, 陈玉香等^[2]运用 Matlab 对东北农牧交错带农业生态系统结构优化生产模式进行了研布河谷种植业结构的优化模式的研究。对于 LINGO/LINDO 软件在农业种植业结构调整中的应用研究的报道还没有, 本文将以宁夏盐池县城西滩扬黄灌区种植业结构优化为例介绍 LINGO 8.0 在种植业结构调整中的运用。

1 LINGO/Lindo 简介

LINGO 和 Lindo 美国芝加哥 (Chicago) 大学的 Linus Schrage 教授于 1980 年前后开发, 后来成立 LINDO 系统公司 (LINDO Systems Inc.)。

LINDO 是 Linear Interactive and Discrete Optimizer 字首的缩写形式, 是由 Linus Schrage 于 1986 年开发的优化计算软件包, 可以用来求解线性规划 (LP- Linear Programming), 整数规划 (IP- Integer Programming) 和二次规划 (QP- Quadratic Programming) 问题, LINDO 易于规划问题的输入、求解和分析, 程序执行速度很快^[5]。由于 LINDO 执行速度很快、易于方便输入、求解和分析数学规划问题。因此在数学、科研和工业界得到广泛应用。LINDO 中包含了一种建模语言和许多常用的数学函数 (包括大量概论函数),

可供使用者建立规划问题时调用^[6]。而另一方面, LINDO 也可以用来解决一些复杂的二次线性整数规划方面的实际问题。如在大型的机器上, LINDO 被用来解决一些拥有超过 50 000 各约束条件和 200 000 万个变量的大规模复杂问题。

LINGO 除了具有 LINDO 的全部功能外, 还可以用于求解非线性规划, 也可以用于一些线性和非线性方程组的求解以及代数方程求根等^[7]。LINDO 和 LINGO 软件的最大特色在于可以允许优化模型中的决策变量是整数 (即整数规划), 而且执行速度很快。LINGO 实际上还是最优化问题的一种建模语言, 包括许多常用的函数可供使用者建立优化模型时调用, 并提供与其它数据文件 (如文本文件、EXCEL 电子表格文件、数据库文件等) 的接口, 易于方便地输入、求解和分析大规模最优化问题。由于这些特点, LINDO 和 LINGO 软件在教学、科研和工业、商业、服务等领域得到广泛应用。

LINGO 的下载地址为: <http://www.lindo.com> (目前网站提供的下载版本为 LINGO 9.0 和 LINGO 10.0 的测试版)。本文仍以 LINGO 8.0 为例说明其在种植业结构调整中的应用。

2 应用实例

2.1 模型的建立

通过分析现行农业生产结构并结合当地实际, 确定了模型建立的基本原则、系统决策变量, 模型约束方程和参数, 以获得当地的最佳生产模式。建立的数学模型为:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_j \text{ (或 } = b_j \text{ 或 } \geq b_j) & (i = 1, 2, \dots, m) \\ X_j \geq 0 (j = 1, 2, \dots, n) \end{cases}$$

使目标函数:

* 收稿日期: 2006-03-15

基金项目: 宁夏回族自治区发改委“重点生态农业建设项目”子项目“城西滩扬黄灌区节水型高效生态农业建设技术与示范”资助。

作者简介: 刘 华 (1978-), 男, 宁夏平罗人, 硕士, 主要从事草地生态、生态农业技术方面的研究。

$f(x)=\sum_{j=1}^nC_jX_j=\max$ 的一组解 $\{X_j\}$
式中: X_i ——决策变量; a_{ij} ——约束条件中决策变量系数;
 b_j ——第 i 项资源限制量及生产限制量; c_j ——目标函数中
变量系数总产值或净产值系数; f ——决策目标; 函数的目标
为, 保持最佳生态条件下获得最好的经济效益为目标。

2.2 变量的设置

变量的设置如下:

表 1 优化变量的设置			万元		
变量序号	变量名称	产值	变量序号	变量名称	产值
X_1	玉米	693.22	X_{11}	马铃薯	29.08
X_2	青贮玉米	11.52	X_{12}	西瓜	151.42
X_3	小麦	6.05	X_{13}	蔬菜	87.49
X_4	冬小麦	3.84	X_{14}	菇棚	60.00
X_5	油菜	6.88	X_{15}	苜蓿	75.44
X_6	荞麦	18.20	X_{16}	林地	100.08
X_7	胡麻	0.75	X_{17}	牛	69.75
X_8	芸芥	4.19	X_{18}	猪	56.90
X_9	谷子	12.60	X_{19}	羊	122.42
X_{10}	豆子	10.02	X_{20}	草地	34.00

目标函数:

$693.22X_1+11.52X_2+6.05X_3+3.84X_4+6.88X_5+18.20X_6+0.75X_7+4.19X_8+12.60X_9+10.02X_{10}+29.08X_{11}+151.42X_{12}+87.49X_{13}+60X_{14}+75.44X_{15}+100.08X_{16}+69.75X_{17}+56.90X_{18}+122.42X_{19}+34X_{20}=\max$

2.3 约束条件

- (1) 粮食总产量要求: $9000X_1+1758X_3+960X_4+1050X_6+525X_9+450X_{10}+10168.5X_{11}>7859799\text{ kg}$
(2) 细粮要求: $1758X_3+960X_4+1050X_6>222396\text{ kg}; X_3<13\text{ hm}^2; X_4<33\text{ hm}^2; X_6<67\text{ hm}^2$
(3) 饲料要求: $9000X_1+60000X_2+390X_5+750X_7+900X_8+525X_9+450X_{10}+10168.5X_{11}<8665981\text{ kg}$
(4) 油料要求: $390X_5+750X_7+900X_8>68578\text{ kg}; X_5+X_7+X_8>113\text{ hm}^2; X_7>7\text{ hm}^2; X_8>47\text{ hm}^2$
(5) 瓜菜要求: $84000X_{12}+59160X_{13}>10460200\text{ kg}; X_{12}+X_{13}<133\text{ hm}^2; X_{13}>80\text{ hm}^2$
(6) 菇棚要求: $X_{14}<250$ 个
(7) 苜蓿要求: $X_{15}<333\text{ hm}^2$
(8) 林地要求: $X_{16}<933\text{ hm}^2$
(9) 大家畜要求: 下限 $X_{17}<450$ 头; 上限 $X_{17}>100$ 头
(10) 养猪要求: 下限 $X_{18}>2000$ 头; 上限 $X_{18}<3000$ 头
(11) 养羊要求: 下限 $X_{19}<8500$ 只; 上限 $X_{19}>6000$ 只
(12) 耕地要求: $X_1+X_3+X_4+X_6+X_9+X_{10}+X_{11}>1133\text{ hm}^2; X_1+X_2+X_5+X_7+X_8+X_9+X_{10}+X_{11}>1067\text{ hm}^2$
(13) 草地要求: $X_{20}<1333\text{ hm}^2$

LINGO 模型以“MODEL:”语句开始, 以“END”语句结束; 所有语句除 END、ENDSETS、DATA、ENDDATA、TN-IT、ENDINIT、MODEL 之外必须以一个分号“;”结尾; 在 LINGO 中建立优化模型时可以引用大量的内部函数, 这些函数以“@”符号打头; LINGO 中在使用变量时已假设变量非负, 如果变量可以为负, 则必须用“@FREE(Variable-name)”对非负条件予以取消; 注释部分用“!”开始; 对于优化目标函数必须用 min 或 max; 如果变量是整型变量, 则要加上语句“@GIN(Variable-name)”^[8]。

相应的 Lingo 程序如下 (LINGO 中只有当模型以“MODEL:”开始时才能以“END”结束):

$MAX=693.22 * X_1+11.52 * X_2+6.05 * X_3+3.84 * X_4+6.88 * X_5+18.20 * X_6+0.75 * X_7+4.19 * X_8+12.60 * X_9+10.02 * X_{10}+29.08 * X_{11}+151.42 * X_{12}+87.$

$49 * X_{13}+60 * X_{14}+75.44 * X_{15}+100.08 * X_{16}+69.75 * X_{17}+56.90 * X_{18}+122.42 * X_{19}+34 * X_{20};$
 $9000 * X_1+1758 * X_3+960 * X_4+1050 * X_6+525 * X_9+450 * X_{10}+10168.5 * X_{11}>7859799;$
 $9000 * X_1+60000 * X_2+390 * X_5+750 * X_7+900 * X_8+525 * X_9+450 * X_{10}+10168.5 * X_{11}<8665981;$
 $390 * X_5+750 * X_7+900 * X_8>68578;$
 $X_5+X_7+X_8>113.3;$
 $84000 * X_{12}+90000 * X_{13}>10460200;$
 $X_{14}<250;$
 $X_{13}>80;$
 $X_{15}<333.3;$
 $X_{16}<933.3;$
 $X_{17}<450;$
 $X_{17}>100;$
 $X_{18}<3000;$
 $X_{18}>2000;$
 $X_{19}<8500;$
 $X_{19}>6000;$
 $X_3<13.3;$
 $X_4<33.3;$
 $X_6<66.7;$
 $X_1+X_3+X_4+X_6+X_9+X_{10}+X_{11}>1133.3;$
 $X_1+X_2+X_5+X_7+X_8+X_9+X_{10}+X_{11}>1066.7;$
 $X_{12}+X_{13}<133.3;$
 $X_7>6.7;$
 $X_8>46.7;$
 $X_{20}<1333.3;$

2.4 优化结果

在菜单栏点击 LINGO-SOLVE 进行结果的计算, 结构显示做这样一个 20 个变量, 21 个约束条件的计算耗时 0 秒, 同样的计算在 LINDO6.1 中耗时 1.3 秒。

表 2 LINGO8.0 的计算结果

迭代后全局最优解					0
目标值					2099028.
变量	值	变量系数	行	松弛变量	对偶价格
X_1	951.6450	0.000000	1	2099028.	1.000000
X_2	0.000000	4782.866	2	861150.4	0.000000
X_3	13.30000	0.000000	3	0.000000	0.7990643E-01
X_4	33.30000	0.000000	4	1838.000	0.000000
X_5	39.90000	0.000000	5	0.000000	-24.28351
X_6	66.70000	0.000000	6	1217000.	0.000000
X_7	6.700000	0.000000	7	0.000000	60.00000
X_8	46.70000	0.000000	8	0.000000	-63.93000
X_9	0.000000	3.412982	9	0.000000	75.44000
X_{10}	68.35497	0.000000	10	0.000000	100.0800
X_{11}	0.000000	757.5107	11	0.000000	69.75000
X_{12}	53.30000	0.000000	12	350.0000	0.000000
X_{13}	80.00000	0.000000	13	0.000000	56.90000
X_{14}	250.0000	0.000000	14	1000.000	0.000000
X_{15}	333.3000	0.000000	15	0.000000	122.4300
X_{16}	933.3000	0.000000	16	2500.000	0.000000
X_{17}	450.0000	0.000000	17	0.000000	31.98789
X_{18}	3000.000	0.000000	18	0.000000	29.77789
X_{19}	8500.000	0.000000	19	0.000000	44.13789
X_{20}	1333.300	0.000000	20	0.000000	-25.93789
			21	66.60000	0.000000

注: LINGO8.0 的计算结果不是表格形成, 为方便观看 将其改为了表格。

[5] 朱显谟. 黄土高原地区农业持续发展必由之路——三论黄土高原地区国土整治 28 字方略[J]. 世界科技研究与发展, 1998, 20 (4): 63– 65.

[6] 朱金兆. 昕水河流域生态经济型防护林体系分布及其主要功能[J]. 北京林业大学学报, 1996, 18(supp): 120– 124.

[7] 高志义. 水土保持林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.

[8] 孙立达. 朱金兆. 水土保持林体系效益研究与评价[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.

[9] 李玉山. 黄土高原开发治理与黄河断流的关系[J]. 水土保持通报. 1997, 17(6): 41– 45.

[10] 吉县志编委会. 吉县志[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992.

[11] T Marunati, Gary J Brierley, Novel A Trustrum, et al. Source-to-sink sedimentary cascades in Pacific rim geo-systems [M]. Matsumoto Sabo Work Ofiice, Ministry of Land, Infrastructure and Tranport, Japan. 2001. 1– 10.

[12] 余新晓, 张建军, 朱金兆. 黄土区防护林体系生态系统土壤水分条件的分析与评价[J]. 林业科学, 1996, 32(4): 289– 297.

[13] 邹年根, 罗伟祥. 黄土高原造林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998. 75– 80, 90– 92.

[14] 蒋定生. 黄土高原水土流失与治理模式[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997.

[15] 孙长忠, 等. 黄土高原人工植被与土壤水分环境相互关系研究[J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(3): 7– 14.

[16] 吴钦孝, 等. 黄土高原植被建设与持续发展[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 100– 105.

[17] 朱金兆. 山西吉县黄土残塬沟壑区刺槐数量化立地指数表的编制及其在造林立地类型划分中的应用[J]. 北京林学院学报, 1982, (3): 116– 121.

[18] 余新晓. 土壤水文动力学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.

[19] 王礼先. 水土保持学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.

[20] 赵诚信, 常德茂, 李建牢, 等. 黄土高原不同类型区水土保持综合治理模式研究[J]. 水土保持学报, 1994, 8(4): 25– 30.

[21] 王礼先. 林业与山区流域治理[A]. 见: 森林与环境– 中国高级专家研讨会文集[C]. 北京: 中国林业出版社, 1993. 147 – 152.

[22] 穆兴民, 等. 黄土高原水土保持措施对土壤水分的影响[J]. 土壤侵蚀学报与水土保持学报, 1999, 5(4): 39– 44.

[23] 魏天兴, 朱金兆, 等. 黄土区人工林地水分供耗关系特点与林分生产力研究[J]. 土壤侵蚀学报与水土保持学报, 1999, 5(4): 45– 51.

[24] 王斌瑞, 王百田, 等. 黄土高原径流林业[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.

[25] 朱金兆, 魏天兴, 张学培. 基于水分平衡的黄土区防护林体系高效空间配置[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(5– 6): 5– 13.

(上接第 178 页)

2.5 结果分析

(1) 经过 LINGO8. 0 的运算, 上述优化结构可获得净产值 2, 099, 028 元。

(2) 种植业结构: 种植业结构经过优化后, 青贮玉米、谷子、土豆调整为零, 玉米、胡麻、芸芥、蔬菜、菇棚效益最高, 因此调整的幅度较大, 都有所增加。玉米由 641. 9 hm² 增加到了 951. 65 hm², 不仅为家畜提供大量饲料, 而且经济效益最高, 更重要的是调整了作物的用水时间和比例, 增加秋粮的比例可使地下水的利用更加科学化。多需水作物小麦种植面积由 28. 7 hm² 调整为 13. 3 hm², 通过种植饲料和经济作物可达到节水的效果。胡麻、芸芥的面积也有所增加, 可解决人的食用油, 还可促进油料加工业的发展, 同时又能解决家畜蛋白质饲料的不足。豆类产量较低, 主要是以套种的形式进行生产, 因此对豆类种植面积由 121. 6 hm² 调整为 68. 4 hm²。瓜菜的经济价值在种植业中产值最高, 种植面积由 119 hm² 增加到 133. 3 hm² 将获得最大的经济效益。

(3) 畜牧业结构: 优化后养猪数量变动不大, 一方面满足群众的日常生活需要, 另外可以为农作物提供有机肥料; 随参考文献:

着农业机械化的发展, 大家畜的数量有所减少; 羊的数量由 8 161 只增加到 8 500 只。

(4) 通过对该地区的种植业结构的优化, 使该地区的农业生态系统内部的种植业、养殖业协调发展, 生态系统的结构趋于合理, 整体效益明显提高, 将会取得较高的经济效益、良好生态效益及社会效益。

3 讨 论

(1) LINGO 软件是著名的专业优化软件, 其功能强大、计算结果准确, 与其它有优化功能的非专业软件相比, 具有明显的优势。实例证明: 用 LINGO8. 0 解决线性规划问题, 计算速度快, 计算结果可靠, 与 LINDO 软件相比, 它能获得同样的结果, 但速度更快, 使用更为简单。

(2) LINGO 软件操作简单, 易学易用, 在国外运筹学类的教科书中也被广泛用作教学软件。因此, 在用线性规划对种植业结构进行优化时应该把 LINGO 作为首选软件。在农业系统工程计算中 LINGO 软件值得大力推广。

[1] 何勤, 姜学杰, 蒋道德, 等. 四川丘陵区耕地种植业结构的优化模式探讨[J]. 西南农业学报, 2004, 17(3): 229– 304.

[2] 陈玉香, 周道玮, 张玉芬, 等. 东北农牧交错带农业生态系统结构优化生产模式[J]. 东北工程学报, 2004, 20(2): 205– 254.

[3] 刘刚才, 王小丹, 胡先才, 等. 西藏康马县涅如藏布河谷种植业结构的优化模式[J]. 山地学报, 2004, 22(1): 54– 58.

[4] 秦建成, 高明. 河西灌区三元种植结构研究——以张掖市为例[J]. 农业系统科学与综合研究, 2003, 19(4): 315– 318.

[5] 王素娟, 姚加飞. LINDO 在工程实际中的运用[J]. 重庆邮电学院学报, 2001, 133– 135.

[6] 罗罡辉, 叶艳妹. 多目标规划的 LINDO 求解方法[J]. 计算机应用与软件, 2004, 21(2): 108– 110.

[7] 谢金星, 薛毅. 优化建模与 LINDO/LINGO 软件[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

[8] 覃虹桥, 罗佑新. LINGO7. 0 软件包及其在机械优化设计中的应用[J]. 机床与液压, 2004, (5): 140– 142.