

线性规划方法在丹江口库区小流域土地规划中的应用研究*

王国重, 蔡崇法

(华中农业大学 资源与环境学院, 武汉 430070)

摘 要:把线性规划法运用于丹江口库区小流域土地规划,以便实现资源的合理配置,发挥最大效益。求解此线性模型,可得规划后流域耕地面积为 203.26 hm²,林地面积 1 700.37 hm²,生态林面积 24.93 hm²,经济林面积 41.75 hm²,非生产用地 51.06 hm²,坡该梯 29.2 hm²,生态修复 829.03 hm²。

关键词:线性规划法;小流域;土地规划;应用研究

中图分类号:F301.24 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2008)05-0166-02

Application of Linear Programming Method in Small Valley of Danjiangkou Reservoir Zones

WANG Guo-zhong, CAI Chong-fa

(College of Resources and Environment, Huazhong Agriculture University, Wuhan 430070, China)

Abstract :Using linear programming method into a small valley land planning in Danjiangkou Reservoir zones ,the rational allocation of resources is achieved for maximum effectiveness. Through solving this linear model , reasonable answers can be gotten , that is arable land area of 203.26 hm² , woodland area of 1 700.37 hm² , ecological forest area of 24.93 hm² , economic forest area of 41.75 hm² , nonrproduction sites 51.06 hm² , the sloping staircase 29.2 hm² and ecological restoration 829.03 hm² respectively.

Key words :linear programming ; small valley ; land planning ; application study

1 小流域概况

丹江口库区上游某小流域,土地总面积 2 050.57 hm²,其中耕地面积 299.14 hm²,占 14.6%;有林地 1 174.75 hm²,占 57.3%;疏林地 525.62 hm²,占 25.6%;非生产用地 51.06 hm²,占 2.5%。现有耕地中包括旱平地、水田、梯(阶)地和坡耕地。其中坡度小于 5°的有 54.02 hm²,占 18.1%;5~10°的有 158.56 hm²,占 53.0%;10~15°的有 13.04 hm²,占 4.4%;15~25°的有 73.52 hm²,占 24.5%。由于基础条件差,加之传统的耕作方式,粮食产量低而不稳。

该小流域地貌类型属低山丘陵区,其中西北部为浅山区,东南部为丘陵区,山坡较陡,沟壑纵横,水土流失严重,洪涝灾害频繁,严重制约了当地农村经济社会的可持续发展。水土流失面积 925 hm²,占土地总面积的 45.1%。其中轻度流失面积 870.78 hm²,中度流失面积 54.13 hm²,平均年土壤侵蚀量 2.98 万 t,侵蚀模数达 3 220 t/(km²·a)。同时,伴随着水土流失,化肥、农药残留物和其它化学成分一旦流入丹江口水库,将严重影响中线工程水源地水质的安全。

2 模型的建立

2.1 决策变量的选择

根据该小流域的特点和社会经济发展的要求,选定了 7 个土地利用类型的面积为决策变量: X₁ (耕地), X₂ (林地), X₃ (生态林), X₄ (经济林), X₅ (非生产用地), X₆ (坡改梯), X₇ (生态修复)。

2.2 构建目标函数(以经济纯收益最大为优化目标)

max Z = \sum_{i=1}^7 C_i \cdot X_i \tag{1}

式中: C_i (i=1,2,...,7) 分别为各类用地的单位面积的效益系数(万元/hm²)。

2.3 约束方程的建立

根据需要,共建立 6 类约束方程

a. 可用地约束:所有利用面积总和不超过土地总面积

\sum_{i=1}^6 X_i \leq 2050.57 \tag{2}

b. 土地约束:即农、林、牧各业用地小于或等于适宜面积(不包括非生产用地)

表 1 小流域土地适宜性评价表

类别 项目	总面积/ hm ²	评价结果/hm ²		
		宜农地	宜农果地	宜林牧地
数量	2050.57	203.26	66.68	1729.57
占流域土地 总面积比例/%		9.9	3.3	84.3

X_1 \leq 203.26 \tag{3}

X_2 + X_6 \leq 1729.5 \tag{4}

X_3 + X_4 \leq 66.68 \tag{5}

考虑到该小流域未来社会经济发展和人口增加,非生产用地治理前后面积视为不变^[1]。即

* 收稿日期:2008-01-27
作者简介:王国重(1972-),男,硕士,工程师,现从事水土保持方向的研究工作。E-mail:wgzhong@mail.china.com

- $$X_5 = 51.06 \tag{6}$$

c. 水土流失约束

$$X_3 + X_4 + X_6 + X_7 \leq 925 \tag{7}$$

d. 侵蚀约束:据流域的可行性研究报告,规划治理的土壤保持率不小于 70%,即保土量大于 20 860 t。

$$30 X_3 + 32 X_4 + 57 X_6 + 18 X_7 \geq 20860 \tag{8}$$

e. 粮食约束:为满足人们粮食需求,耕地总面积不得低于需求面积。

小流域内人口预测。小流域内人口预测是进行流域内土地利用结构调整的基础。设计期末,流域内的人口数量由下列公式计算:

$$P_e = P_b \times (1 + k) n \tag{9}$$

式中: P_b ——设计期初(2005 年)的人口数量(1200 人);
 P_e ——设计期末的人口数量(人); n ——设计实施年限(15 年); k ——当地人口自然增长率,据当地的“十一”五规划纲要,确定其人口自然增长率为 6‰。

经计算,设计期末该流域的人口总量为 1 313 人。

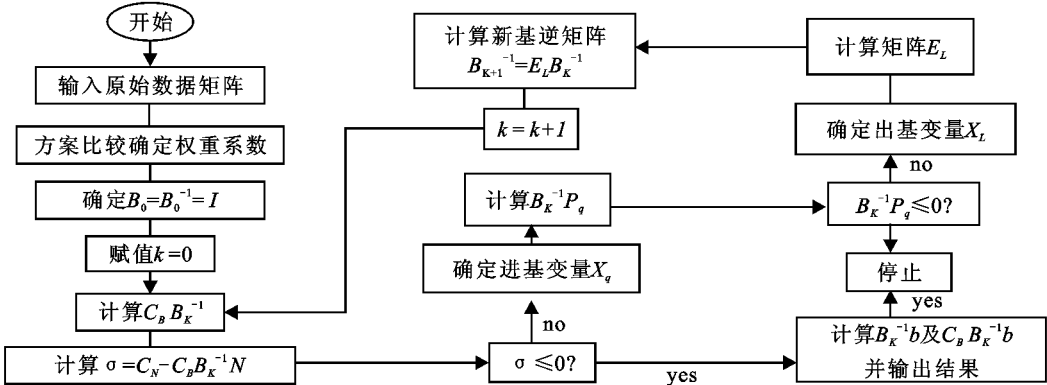


图 1 程序流程图

4 模型的求解

4.1 优化结果

用改进单纯形法求解上述模型,经 FORTRAN 语言编程运算^[4],得优化结果如下:

$$X_1 = 203.26 \quad X_2 = 1700.37 \quad X_3 = 24.93$$
$$X_4 = 41.75 \quad X_5 = 51.06 \quad X_6 = 29.2 \quad X_7 = 829.03$$

4.2 结果的合理性分析

如表 3 所示,现实的土地利用结构与优化模型计算结果吻合,表明流域目前的土地利用结构基本可满足农、林、牧、副各业生产和保护植被、控制水土流失等目标的需求。

表 3 土地利用结构调整情况 hm²

各业用地	耕地	林地	经济林	生态林	非生产地
优化前	299.14	1700.37	0	0	51.06
增加		29.20	24.93	41.75	
减少	95.88				
优化后	203.26	1729.57	24.93	41.75	51.06

5 结 语

把线性规划方法运用于小流域土地规划,通过对各种地类的调查了解,结合当地实际,以经济效益为目标函数,建立数学模型,可使有限的土地资源,发挥最大的经济效益^[5]。

上述优化方案具有 3 个特点: 经济合理与可行性。该小流域群众生活还很不富裕,最紧迫的任务是发展生产

力,增加农民收入,提高生活质量。按照优化结构,该小流域 2020 年土地利用的最大经济收益为 422.423 万元,粮食安全可得到保障。政策约束性。作为约束条件,充分体现了耕地总量动态平衡和严格执行国家退耕还林的原则和要求。可以满足未来人口增长对农产品消费的需求。非生产用地立足于内涵挖潜,不断提高土地使用效率。流域的特殊性。该小流域位于丹江口库区上游,水土流失严重,该优化方案便于各种水土保持措施的规划与实施,遏制水土流失,确保丹江口水库水源地水质的长期安全与稳定和区域经济发展具有深远的意义^[6]。

$$6298 X_1 \leq 525200 \tag{10}$$

f. 非负约束:即 $X_i > 0, i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$

据当地的资料分析预测,可得 2020 年,各类用地的效益系数,如表 2 所示。

表 2 各类用地的效益系数 万元/hm²

地类	耕地	林地	生态林	经济林	非生产地	坡改梯	生态修复
C_i	0.438	0.007	0.036	0.300	5.190	0.858	0.022

3 程序流程图

改进单纯形法的核心是把一系列表格的迭代改为一系列矩阵的相乘,在必要时计算必要的的数据,摒除无谓的数据计算,可适应较大型规划模型的求解。用改进单纯形法求解此模型,程序流程图如下^[2-3]:

参考文献:

[1] 方红远,王哲,严克玉,等.小流域综合治理规划方法研究[J].系统工程理论与实践,1999(12):108-113.

[2] 胡清淮,魏一鸣.线性规划及其应用[M].北京:科学出版社,2004.

[3] 岳超源.决策理论与方法[M].北京:科学出版社,2003.

[4] 郑维民.系统工程 FORTRAN 程序集[M].北京:清华大学出版社,1986.

[5] 胡甲均,张玉华.丹江口库区及其上游水土流失现状及防治对策[J].中国水利,2003, A 刊(7):47-49.

[6] 肖国明,杜华杰.加强丹江口库区综合治理确保南水北调供水安全[J].中国水土保持,2003(3):20-21.