

毛乌素沙地生态经济型防护林体系 优化结构研究

——以海流滩试区为例

薛智德 武永昌 周心澄 高国雄 吕悦来

(西北林学院 陕西杨陵 712100)

摘 要 根据榆林市金鸡滩乡海流滩村的自然条件和社会经济条件,以林木覆盖度极大为目标,对该区域生态经济型防护林结构优化研究表明。按优化模式实施后,到2000年,林木覆盖率达52.4%,农、林和牧(草场)土地利用面积之比为1:5.4:0.5。

关键词 防护林体系 结构 毛乌素沙地

Study on the Structure Optimization of Eco-economical Type Protection Forest System in Middle Part of Maowusu Desert Area ——An Example of Hailiutan Experimental Village

Xue Zhide Wu Yongchang Zhou Xincheng Gao Guoxiong Lu Yuelai

(Northwestern College of Forestry Yangling Shaanxi 712100)

Abstract According to the nature, social and economy condition of Hailiutan village (Jinjitian country, yulin city), the structure Optimization of eco-economical type protection forest system in Hailiutan has been studied, with the aim of maxium forest cover and the result show that if this optimum model be in practice, the forest cover would be at 52.4%, and the area ratio of farmland, forest land, pasture land would be 1:5.4:0.5 in the year of 2000.

Key words protection forest system structure optimization Maowusu desert

毛乌素沙地榆林沙区生态经济型防护林体系建设,其根本目的是改善沙区生态环境条件,促进沙区人民早日脱贫致富,提高防护林体系的生态效益、经济效益和社会效益。要达到这一目标就必须根据该沙区的自然条件和社会经济条件合理布局林种,优化配置模式。以榆林市金鸡滩乡海流滩村为模式区优化模式研究如下。

1 模式区概况

金鸡滩乡海流滩村位于榆林长城外沿东北,距榆林市25km,属毛乌素沙地南缘风沙草滩区,北邻孟家湾乡,西南与牛家梁毗连,东与金鸡滩村接壤。气候干燥,年平均气温8℃左右,年平

均降水量 414mm, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $3\ 200^{\circ}\text{C}$ 左右, 年风沙 60 天左右, 年侵蚀模数 $650 \times 10^3 \text{kg}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。境内地势平坦, 除东部有少数黄土梁地分布外, 地表以风积沙为主, 厚 15~40m, 多为质地均匀的中沙和细沙。在屈家伙场测定, 1~0.05mm 沙粒占 92.5%, 0.05~0.01mm 沙粒占 2%, 物理粘性沙粒小于 0.01mm 占 5.5%, 沙丘高度 5~10m, 沙丘年均向东南方前移 1.25~5.5m。地带性土壤以栗钙土为主, 土壤肥力较低。

榆东渠从境内南北贯通, 境内流程 5km, 可灌农田 6 000 亩, 有天然海子 3 个, 水面 128 亩, 水深 2.5m, 本区是以农业为主的农牧业区, 土地总面积 64 599 亩, 总人口 1 468 人 317 户, 农林牧土地结构为 1:3.7:0.16; 经济结构为 1:0.22:0.15。人均收入 636.44 元。粮食产量不平衡, 低者仅 65kg, 高者达 440kg, 全区平均亩产 85kg。

2 土地利用及林业生产评价

农用地 6 600 亩, 现有林地 25 029 亩, 牧业用地 1 023 亩。从海流滩的自然条件看, 沙区最大的问题是生态灾难和经济落后, 生态灾难必须用改善生态的办法解决, 改善沙区生态条件的基本途径是扩大防风固沙林面积, 防风固沙林占绝对优势是理所当然的, 而农林产值比为 1:0.22, 即林业资源优势并未充分化为商品优势, 其主要原因在于林业内部结构本身。从林种结构看, 固沙林 22 020 亩, 用材林 2 274 亩, 农田防护林 660 亩, 经济林 41 亩, 经济林面积显著偏低。榆林沙区经济林是八大支柱产业之一, 并被视为脱贫致富的突破口, 所以林业土地利用结构的调整, 必须重视果树和沙生灌木经济林。榆林沙区处于农牧交错地带, 虽然固沙灌木林可以林牧兼用, 但在牧业现代化生产水平上, 现有牧草面积(1 023 亩)远远满足不了市场的需要。

3 林种优化结构建模

要建立生态经济型防护林体系, 必须是林业的产值和林木覆盖率趋于最大, 根据榆林沙区的现状, 乔木林(合作杨、松类、旱柳)和灌木林(沙棘、沙柳、花棒等)林木覆盖度和林业产值相一致, 故建立在林业产值约束的前提下, 使林木覆盖度达最大的结构模式。

3.1 线性规划的一般描述

求一组 X_n 的值, 使目标函数 $f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j$ 取最大值, 并满足:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad a_{ij}, b_i \text{ 和 } c_j \text{ 都是给定的常数。}$$

3.2 模型的建立及说明

3.2.1 变量 结合模式区立地条件类型, 选择适应立地条件的植物种或植物种群为规划对象, 以植物种或植物种群覆盖面积 x_i 为目标, 采用 16 个自变量, 对应关系如表 1。

3.2.2 目标函数 要使林木的覆盖度最大, 即就是林木枝叶投影面积最大, 根据表 2 不同植物种(群)单位面积的盖度建立目标函数为:

$$\begin{aligned} \max f(x) = & 0.032x_1 + 0.035x_2 + 0.732x_3 + 0.524x_4 + 0.482x_5 + 0.511x_6 + \\ & 0.204x_7 + 0.254x_8 + 0.200x_9 + 0.350x_{10} + 0.303x_{11} + 0.615x_{12} + \\ & 0.264x_{13} + 0.032x_{14} + 0.035x_{15} + 0.000x_{16} \end{aligned}$$

表 1 植物种(群)与覆盖土地面积对应关系

林 种	植物种(群)	xj(亩)	林 种	植物种(群)	xj(亩)
农田防护林	合作杨	x ₁	防风固沙林	沙蒿	x ₇
	旱柳	x ₂		柠条	x ₈
经济林	苹果	x ₃	沙柳 花棒 毛条		
	葡萄	x ₄			x ₉
	杏	x ₅		踏郎怪柳等	x ₉
	桑	x ₆	刺槐		x ₁₀
				紫穗槐	x ₁₁
牧场防护林	合作杨	x ₁₄		沙棘	x ₁₂
	旱柳	x ₁₅	油松、樟子松、侧柏		
其它特用地		x ₁₆			x ₁₃

表 2 植物种(群)的覆盖度和产值

植物种	覆盖度(%)	产值(元/亩·年)	植物种	覆盖度(%)	产值(元/亩·年)
x ₁	3.20	100	x ₉	20.0	20
x ₂	3.50	200	x ₁₀	35.0	23
x ₃	73.2	800	x ₁₁	30.3	15
x ₄	52.4	1000	x ₁₂	61.5	100
x ₅	48.2	600	x ₁₃	26.4	25
x ₆	51.1	425	x ₁₄	3.20	100
x ₇	20.4	30	x ₁₅	3.50	200
x ₈	25.4	80	x ₁₆	0.00	0.00

3.2.3 约束条件

(1)总面积。农田防护林和牧场防护林的分布面积,正好于农用地和牧业土地相吻合,再加上林业面积村庄、道路、水面等特用地面积应小于等于模式区总面积,表达式为:

$$\sum_{j=1}^{16} x_j \leq 64\,599$$

(2)村庄、道路、水面等特用地面积。随人口不断增加,庄舍面积和农建基本设施所需面积,必须大于等于现有特用地面积。

$$x_{16} \geq 2\,591$$

(3)农用地面积。人口按 10%增长率计算,到 2000 年总人口 1540 人,农作物增产按保守估计,增产 20kg/亩,达到 105kg/亩。人均粮食 450kg,则自给型农业需农田面积 6 600 亩。即农田防护林分布面积 6600 亩。农田防护林以合作杨和旱柳为主,旱柳喜水分条件好的立地,模式区水系面积占总面积 1/4,故旱柳和合作杨分布面积之比小于等于 1/4。表达式为:

$$x_1 + x_2 \geq 6600 \qquad x_1 : x_2 \geq 4$$

(4)经济林面积。经济果树以葡萄为拳头产品外,还应适当发展苹果和杏,发展养蚕业并注重桑树的栽培,根据榆树沙区的自然条件,限制苹果发展的是冬季极端温度低,土壤综合肥力差;为苹果非适宜栽培区。为了改善沙区人民的果品结构,考虑到人们的栽培习惯,以自给型为生产总目的,到 2000 年以人均 20kg,亩产 400kg 计,全区域苹果面积控制在 80 亩之内。葡萄是榆林沙区经济效益最高的经济林,以每户发展 2.0 亩计算,总面积要求大于 634 亩。桑业生产需要有一定生产规模,而杏树经营较粗放,两者以 3:4 比例较合理。发展经济林受经济条件制约,根据调查分析,模式区以人均 0.7 亩为宜,全区折合 1 078 亩。以上约束条件表达式如下:

$$x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 1100 \qquad x_3 \leq 80 \qquad x_4 \geq 634 \qquad x_5 : x_6 = 3 : 4$$

(5)固沙林面积。防风固沙林是模式区防护林体系的主休,实践证明,要改变模式区生态景观,固沙林的土地利用面积要大于总土地面积的 1/2,而沙区气候干燥,土壤含水量低,沙层有效水的含量制约着植物种的密度和造林面积,根据水分平衡原理,土壤层水量蓄量(表 3)应大于或

等于营林面积植物种总耗水量(以 60%计),沙棘是经济价值较高的沙生灌木,以采果为目的的固沙——经济植被,经营面积大于 2 000 亩。柠条是梁地固定、半固定沙地的主要灌木,沙丘丘间地生长很好,故分布面积,应大于 4 000 亩,沙蒿是主要固沙先锋半灌木,樟子松、油松、侧柏在榆林沙区已实验成功,其经营面积应与沙棘相当。综合以上分析数学表达式如下:

$$\sum_{i=7}^{13} x_i > 64599 \times 50\%$$
$$191x_7 + 203.2x_8 + 213.6x_9 + 343.7x_{10} + 203.7x_{11}$$
$$+ 308x_{12} + 284x_{13} \leq 64599 \times 60\% \times 201$$
$$X_{12} \geq 2000 \quad x_8 \geq 4000 \quad x_7 : x_{12} : x_{13} = 1$$

(6)牧业用地。牧业是榆林沙区的传统产业,1 023 亩草场已满足不了现代化畜牧业生产的需要,虽然有沙生灌木可兼作牧场,但以产草为目的的草库仑才是现代牧业发展总趋势。以上均养牲畜 1 个羊标准单位计算,1 个标准羊单位需要 8.5 亩牧草地,2000 年 1 540 人需 13 090 亩牧用地,若减去 10 000 亩灌木林牧兼用地,还需 3 000 亩以上的草场。适宜的牧用地是地下水较浅的滩地,滩地设计的排水系统,所以牧场防护林旱柳与合作杨的配置比例宜选用 2 : 1 关系,其约束条件表达式为:

$$x_{14} + x_{15} \geq 3000 \quad x_{14} : x_{15} \geq 1 : 2$$

表 3 榆林沙区乔灌木林的耗水量其土壤有效水量

林种	自变量	生长季耗量 (t/亩)	土壤 (0~100cm)	有效水 (t/亩)
沙蒿	x_7	191	201	
柠条	x_8	203.2		
沙柳、花棒等	x_9	213.6		
刺槐	x_{10}	343.7		
紫穗槐	x_{11}	203.7		
沙棘	x_{12}	308		
松类	x_{13}	284		

观测地点均为成龄林:生长季耗水量按 7 月的观测的蒸腾强度推算,土壤有效水量为各林地平均值。

(7)农林业土地合理结构。1994 年农林业土地利用结构为 1:3.7,要改善环境条件,增加防风固沙林的面积是最持续经济和稳定的途径。在 6 年之内农林土地利用结构调节为 1:5 左右经专家分析研究是科学可行的,这样不尽保护了农田绿洲,而且提高了防风固沙林的产值。

$$(x_1 + x_2) : \sum_{i=3}^{13} x_i \leq \frac{1}{5}$$

(8)林业产值约束。模式区人均收入 636.44 元,到本世纪末翻一番以 1 273 元计,按一般情况林业产值以占大农业的 20%计,全模式区 1540 人年需产值 392 084 元,全模式区林业面积大,人均林业收入应大于 400 000 元,根据表 2 产值调查资料约束方程为:

$$100x_1 + 200x_2 + 800x_3 + 1000x_4 + 600x_5 + 425x_6 + 30x_7 + 80x_8 + 820x_9$$
$$+ 23x_{10} + 15x_{11} + 100x_{12} + 25x_{13} + 100x_{14} + 200x_{15} \geq 400\,000$$

3.2.4 线性规划模型 根据以上分析说明,建立线性规划模型如下:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{16} x_j \leq 64599 \\ x_{16} \geq 2591 \\ x_1 + x_2 \geq 6600 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} &x_1 - 4x_2 \geq 0 \\ &\sum_{j=3}^6 x_j \leq 1100 \\ &x_3 \leq 80 \\ &x_4 \geq 634 \\ &4x_5 - 3x_6 = 0 \\ &\sum_{j=7}^{13} x_j > 32299.5 \\ &x_{12} \geq 2000 \\ &x_8 \geq 4000 \\ &x_7 - x_{12} = 0 \\ &x_7 - x_{13} = 0 \\ &x_{14} + x_{15} \geq 3000 \\ &x_{15} - 2x_{14} \geq 0 \\ &\sum_{j=1}^{13} x_j - 5(x_1 + x_2) \geq 0 \\ &191x_7 + 203.2x_8 + 213.6x_9 + 343.7x_{10} + 203.7x_{11} \\ &+ 308x_{12} + 284x_{13} \leq 7790639 \\ &100x_1 + 200x_2 + 800x_3 + 1000x_4 + 600x_5 + 425x_6 \\ &+ 30x_7 + 80x_8 + 20x_9 + 23x_{10} + 15x_{11} \\ &+ 100x_{12} + 25x_{13} + 100x_{14} + 200x_{15} \geq 40000 \\ &0.032x_1 + 0.035x_2 + 0.732x_3 + 0.524x_4 + 0.482x_5 \\ &\quad + 0.511x_6 + 0.204x_7 + 0.254x_8 + 0.200x_9 \\ &\quad + 0.350x_{10} + 0.303x_{11} + 0.615x_{12} + 0.264x_{13} \\ &\quad + 0.032x_{14} + 0.035x_{15} \rightarrow \max \end{aligned}$$

4 结 果

根据上述目标函数和约束条件,借助计算机,经单纯形法计算,2000 年最优解如表 4
计算结果表明:农用土地扩大 80 亩,经济林业用地扩展 1 060 亩,防风固沙林增加 8 370 亩。

表 4 自变量最优解 (亩)

x_j	面积(亩)	x_j	面积	$f(x)$
x1	5344.1	x9	20869.4	8697.6
x2	1335.9	x10	100	
x3	80	x11	1330.1	
x4	664	x12	2000	
x5	156	x13	2000	
x6	200	x14	1000.2	
x7	2000	x15	1999.8	
x8	4000	x16	2591	

(下转封四)

5 结 论

- 1、根据计算,各植物种(群)优化土地规划面积如表 4。
- 2、优化结构实施后,林木投影土地面积 8 697. 6 亩,覆盖总土地面积 13. 46%。固沙林和经济林覆盖土地 33 399. 5。林木覆盖面积 33 879. 5 亩,覆盖率 52. 4%。林草覆盖面积 36 879. 5 亩,林草覆盖率达 57. 1%。(不包括农田面积,林网面积按农田面积 5%计算。)
- 3、优化结构农用地 6 680 亩,林业用地 33 879. 5 亩,牧业草场用地 3 000 亩;农林牧(草场)结构为 1 : 4. 5 : 0. 5。
- 4、除农田防护林和牧场防护林外,防风固沙林和经济林总面积 33 399. 5 亩,其中经济林 1 100 亩,防风固沙林 32 299. 5 亩,两者之比为 1 : 29. 4。

参考文献

1 于贵瑞编著. 种植业系统分析与优化控制方法. 农业出版社,1991

水土保持研究
(季刊)

毛乌素沙地生态经济型防护林体系结构研究
毛乌素沙地生态经济型防护林体系效益研究
(专辑)
第 2 卷第 2 期(总第 7 期)1995 年 6 月

RESEARCH OF SOIL AND
WATER CONSERVATION

(Quarterly)
Vol. 2 No. 2(Total No. 7)Jun. ,1995

主 办	中国科学院、水利部西北水土保持研究所	Sponsored by	NISWC, Academia Sinica and Ministry of Water Resources
编 辑	《水土保持研究》编辑部	Edited by	Editorial Department of the Research of Soil and Water Conservation
主 编	李玉山	Chief Editor	Li Yushan
出 版	陕西科学技术出版社 (西安市北大街 131 号)	Published by	Shaanxi Scientific and Technological Press (No. 131, Northern Street, Xian)
印 刷	杨陵科技印刷厂		
国外总发行	中国国际图书贸易总公司(北京 399 信箱)	Printed by	Yangling Scientific and Technical Printing House
国外发行代号	4199Q	Foreign	China International Book Trading Corporation (P. O. Box; 399, Beijing, China) 4199Q
发 行	杨陵邮电局 (陕西省咸阳市杨陵区·712100)		
广告证	陕工商广字第 03—120 号	Distributed by	The Press Publish Office of Yangling
邮发代号	52—211	Add.	Yangling, Xianyang Municipality, Shaanxi Province, China, 712100

刊号	ISSN 1005—3409 CN 61—1272P	1985 年创刊,1994 年更名	公开发行	定价:5. 00 元
----	-------------------------------	-------------------	------	------------