

宁夏南部黄土丘陵区退化天然草地改良效果综合评价*

刘 库¹, 谢应忠², 马红彬²

(1. 宁夏林业研究所(有限公司), 银川 750004; 2. 宁夏大学 草业科学研究所, 银川 750021)

摘 要: 采用多层次模糊综合评判法, 综合分析宁夏南部黄土丘陵区不同改良措施下的改良效果, 结果表明: “88542”整地+播种综合评判值最高, 达到 5.918 8, 改良效果最好, 施肥和封育的综合评判值其次, 带状翻耕+播种的综合评判值最低, 仅为 2.775 0, 远低于对照。

关键词: 宁夏南部; 综合评判; 天然草地

中图分类号: S812

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)01-0139-03

The Improvement Effects Evaluation of Degraded Grassland in the Loess Hilly of Southern Ningxia

LIU Ku¹, XIE Ying-zhong², MA Hong-bin²

(1. Ningxia Forestry Research Institute, Yinchuan 750004, China;

2. The Grassland Science Institute of Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: Through multifactorial fuzzy evaluation, the improvement effects are analyzed in the loess hilly of southern Ningxia. The results show: the evaluation value of “88542” site preparation+ sowing is the highest, reach 5.918 8, the evaluation value of fertilizer and fencing is the second, the least evaluation value is banding-type tillage+ sowing, is only 2.775 0, slower than CK.

Key words: the loess hilly of Southern Ningxia; comprehensive evaluation; natural grassland

草原是陆地生态系统中的一个重要类型,也是畜牧业发展的重要基地^[1]。长期以来,畜牧业一直是宁夏南部黄土丘陵区农民脱贫致富、发展经济的支柱性产业,但是由于当地人们观念落后、知识匮乏,忽视了草地资源的科学管理和合理利用,超载放牧、滥垦滥伐的现象相当严重,加之水蚀、风蚀和重力侵蚀等自然因素的共同作用,使得该区草地生态系统平衡失调,生态环境恶化,严重威胁着该区的社会稳定和经济的可持续发展,天然退化草地的改良与恢复工作已迫在眉睫。不同改良措施下的改良效果,究竟孰优孰劣,很难直接加以评判,即使得到一定的结论,也往往具有片面性。改良效果的评判,要对诸多影响指标及其指标下的各个因子进行全面考虑,除各个指标对结果影响外,各因子又因其对指标影响的大小程度不同而引起权重不同。该文应用模糊综合评判技术,可实现在考虑大量因子前提下,通过对不同改良措施下改良效果的模糊综合评判,选定一个最佳的改良措施,为研究地区退化天然草地的改良恢复提供科学依据。

1 试验区概况

研究区位于彭阳县北部的交岔乡庙庄村,位于 E94°67′ - 94°74′, N159°76′ - 159°88′,属黄土高原丘陵沟壑区第 II 副区,地貌类型属黄土高原腹地梁峁丘陵地,平均海拔在 1 800~ 1 900 m。气候属于典型的温带大陆性气候,≥10℃的积温 2 500~ 2 800℃,无霜期 147~ 168 d,年平均降雨量 350~ 550 mm,年均蒸发量 1 360.6 mm,年均风速 2.7 m/s^[2]。土壤类型以黄绵土为主,土壤有机质含量 11.45~

32.15 g/kg,全氮含量 1.63~ 2.44 g/kg,速效磷含量 4.73~ 9.38 mg/kg,速效钾含量 103~ 178 mg/kg。本区地带性植被类型为干草原类,主要建群种有长芒草(*Stipa bungeana*)、百里香(*Thymus mongolicu*)、糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*),植被盖度为 20%~ 45%,人工植被除农作物外,主要有紫花苜蓿(*Medicago sativa*)、沙打旺(*Astragalus adsurgens*),人工草地和一些由耐旱乔灌木(*Caragana korshinskii*, *Prunus armeniaca*, *Prunus davidiana*)组成的水土保持林。

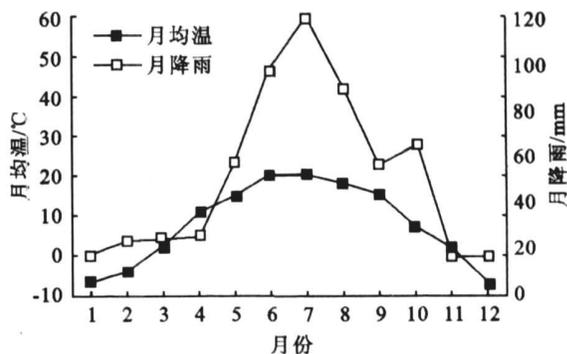


图 1 2005 年月平均气温与月降水量

2 试验设计及数据调查

2.1 试验设计

(1) 封育。网围栏封育,用钢筋混凝土立柱固定,围栏高 1.2 m,立柱间距 5~ 8 m,禁牧。

* 收稿日期: 2006 11 16

基金项目: 国家科技部“西部开发”重大项目(2004BA901A18)

作者简介: 刘库(1980-),男,宁夏彭阳人,硕士研究生,主要从事草地种质资源研究。

(2) 火烧。于 2005 年 3 月中旬牧草萌发前,选择无风日对退化天然草地进行草地火烧改良,禁牧。

(3) 施肥。于 2005 年 6 月雨后将尿素(宁夏产,含氮量 46%)均匀撒入试验区,施肥量是 75 kg/hm²,禁牧。

(4) 带状翻耕+ 播种。用铁牛- 55 牵引 2 铧犁,深翻 20 ~ 30 cm,翻耕面宽 1 m,隔带面宽 1.5 m,于 2005 年 5 月中旬雨后播种沙打旺、红豆草、白花草木樨、达乌里胡枝子,后镇压,禁牧。

(5) 完全翻耕+ 播种。用铁牛- 55 牵引 2 铧犁,深翻 20 ~ 30 cm,于 2005 年 5 月中旬雨后播种沙打旺、红豆草、白花草木樨、达乌里胡枝子,后镇压,禁牧。

(6) 完全翻耕+ 播种+ N 肥。同(5),加施 N 肥。

(7) 完全翻耕+ 播种+ P 肥。同(5),加施 P 肥。

(8) 完全翻耕+ 播种+ N 肥+ P 肥。同(5),加施 N 肥和 P 肥。

(9)“88542”整地+ 播种。先采用“88542”整地模式,

于 2002 年 5 月雨后播种沙打旺、红豆草、白花草木樨、达乌里胡枝子,后镇压,补播的水平沟宽 1.5~ 2 m,荒坡宽 4 ~ 5 m,禁牧。

2.2 数据调查

(1) 草地群落特征调查。四度一量(密度、频度、盖度、高度、地上生物量)。

(2) 土壤水分测定。采用土壤剖面法测定,取 0- 10, 10 - 20, 20- 30, 30- 40 cm,测定土壤水分。在 105℃ 下用恒温箱烘干至恒重,利用称重法测定土壤质量含水量(%)。

(3) 土壤养分测定。在牧草生长后期(10 月),测定有机质、全氮。

3 效益综合评价

3.1 综合评判的模糊数学原理及模型

模糊评判就是应用模糊变换原理和最大隶属度原则,考虑与被评判事物相关的各个因素,对其所做出的综合评价。评判的着眼点即需要考虑的各个相关因素。由于综合评判不同改良措施下的改良效果是一个复杂的系统,其最优改良措施的评判需要考虑的因素很多,且各个之间有层次之分,故该模型采用多层次语言化综合评判模型。

设着眼因素模型为

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$$

抉择评语集合为

$$V = \{v_1, v_2, \dots, u_n\}$$

多层次综合评价的步骤为

(1) 划分因素集

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$$

式中: $U_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{i k_i}\}$, $I = 1, 2, \dots, u_1, u_2, \dots, u_n, N$, 即

U_i 中含有 k_i 个因素, $\sum_{i=1}^N k_i = n$, 并且满足以下条件:

$$U \cup i = U, i = 1$$

$$U_i \cap U_j = \emptyset, i \neq j$$

(2) 初级评判。对每个 $U_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{i k_i}\}$ 的 k_i 个因素按初级模型进行评判, 设 u_i 的因素重要程度模糊子集为 $\underline{A}_i, \underline{U}_i$ 的 k_i 个因素总的评价矩阵为 \underline{R}_i , 于是得到:

$$\underline{A}_i \underline{R}_i = \underline{B}_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{in}), I = 1, 2, \dots, N$$

(3) 二级评判。设 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 的因素重要程度模糊子集为 A , 且 $A = (A_1, A_2, \dots, A_n)$, 则 U 的总的评价矩阵 R 为

$$R = \begin{pmatrix} \underline{A}_1 \\ \underline{A}_2 \\ \underline{A}_3 \\ \dots \\ \underline{A}_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \underline{A}_1 & o & \underline{R}_1 \\ \underline{A}_2 & o & \underline{R}_2 \\ \underline{A}_3 & o & \underline{R}_3 \\ \dots & o & \dots \\ \underline{A}_N & o & \underline{R}_N \end{pmatrix} \quad (1)$$

当模糊向量 A 和模糊关系矩阵 R 确定后, 进行模糊变换即可得出对着眼因素 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 总的综合评判结果, 即

$$\underline{B} = \underline{A}o\underline{R} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$$

对 U 因素重要程度模糊子集 A 中因素重要程度系数 a_i , 可根据德尔夫法建立进行计算, 其中 $a_i \geq 0$, 且有

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1$$

该模型的语言集为: (很差, 差, 较差, 一般, 较好, 好, 很好) = ($\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4, \phi_5, \phi_6, \phi_7$)。

为了简化峰值的计算, 现直接采用王昱生的方法, 记

$$\phi = \begin{pmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \\ \phi_4 \\ \phi_5 \\ \phi_6 \\ \phi_7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.65 & 0.35 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.35 & 0.40 & 0.25 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.35 & 0.40 & 0.25 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.30 & 0.40 & 0.30 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.27 & 0.40 & 0.33 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.25 & 0.40 & 0.35 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.35 & 0.65 \end{pmatrix} \quad (2)$$

若某改良措施综合评判结果语言值为 $\sum_{i=1}^7 a_i \phi_i = 1$, 令

$$f \text{ 综合评判值} = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7) \times \phi \times \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{pmatrix} \quad (3)$$

f 综合评判值表示语言值 $\sum_{i=1}^7 a_i \phi_i$ 所对应的评判值, 用该评判值代替语言值峰值, 于是利用综合评判值即可对不同改良措施的改良效果进行评判。

3.2 各个评价指标权重的确定

各个评价指标权重的确定在综合评价中占有非常重要的位置, 权重的大小对评价结果十分重要, 它反映了各指标的相对重要性。查阅相关资料^[35], 请教有关从事该领域的专家, 从研究结果中挑选出 7 个因子作为改良措施的评判因子, 见图 2。评判因子及其语言值见表 1。

3.3 最优改良措施的综合评判效益分析

根据式(1)、式(2)和图 2、表 1 各评判因子的关系, 先利

用单层次评判模型由前按层次逐层进行评判,对植被指标、土壤指标和投入指标的单层次评判结果再进行评判得到不同改良措施改良效果的综合评判结果:

表 1 不同改良措施下各评定因子及其语言值

改良措施	评判因子													
	地上生物量/ g		多样性指数		土壤含水量/ %		速效氮/ (mg·kg ⁻¹)		有机质/ (g·kg ⁻¹)		建设投入/ 元		改良投入/ 元	
	语言值	水平	语言值	水平	语言值	水平	语言值	水平	语言值	水平	语言值	水平	语言值	水平
施肥	96.00	↗4	1.68	↗7	14.80	↗6	153.88	↗7	31.54	↗7	300	↗6	150	↗7
封育	89.62	↗3	1.70	↗7	13.08	↗4	137.66	↗6	27.92	↗6	300	↗6	0	↗7
火烧	66.34	↗2	1.66	↗7	12.19	↗2	128.73	↗5	27.43	↗5	300	↗6	10	↗7
对照	54.23	↗2	1.65	↗7	11.07	↗1	60.37	↗1	14.54	↗1	0	↗7	0	↗7
全翻+ P	98.05	↗4	1.17	↗3	14.89	↗6	143.14	↗6	23.49	↗4	300	↗6	1288.31	↗1
全翻	60.76	↗2	1.11	↗3	13.15	↗4	136.97	↗6	25.63	↗5	300	↗6	1138.31	↗1
全翻+ N+ P	51.96	↗2	1.08	↗3	13.26	↗4	140.63	↗6	27.62	↗5	300	↗6	1288.31	↗1
全翻+ N	45.61	↗2	1.01	↗2	12.78	↗3	150.46	↗6	29.00	↗6	300	↗6	1288.31	↗1
带翻	22.87	↗1	0.78	↗1	10.77	↗1	146.35	↗6	27.90	↗6	300	↗6	1138.31	↗1
“88542” 整地	181.54	↗7	1.67	↗7	15.99	↗7	166.52	↗7	33.24	↗7	1550	↗1	328.31	↗6

表 2 不同改良措施评判结果

改良措施	评价结果							
施肥	= (0.0000	0.0000	0.0660	0.0880	0.1410	0.2880	0.4170)	
封育	= (0.0000	0.0770	0.1405	0.1250	0.1275	0.2268	0.3033)	
火烧	= (0.1383	0.1580	0.0988	0.0473	0.1013	0.2145	0.2420)	
对照	= (0.3045	0.2105	0.0550	0.0000	0.0000	0.1505	0.2795)	
全翻+ P	= (0.0813	0.1068	0.1695	0.1750	0.1900	0.1480	0.1295)	
全翻	= (0.1583	0.1948	0.1795	0.1434	0.1433	0.1127	0.0683)	
全翻+ N+ P	= (0.1583	0.1948	0.1795	0.1434	0.1433	0.1127	0.0683)	
全翻+ N	= (0.2213	0.2650	0.1700	0.0438	0.0750	0.1200	0.1050)	
带翻	= (0.4550	0.2450	0.0000	0.0000	0.0750	0.1200	0.1050)	
“88542”整地	= (0.0813	0.0438	0.0000	0.0000	0.0313	0.3125	0.5313)	

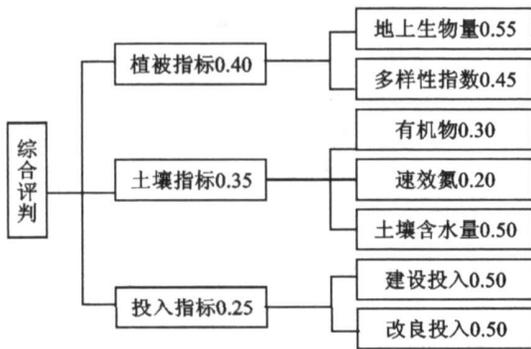


图 2 改良措施综合评判各因子层次及权重

由式 (3) 得各改良措施的综合评判值,见表 2。

4 结 论

(1) 不同的改良措施下,“88542”整地+ 播种的综合评判值最高,达到 5.918 8,这是因为在该改良措施下,各种植被指标和土壤指标的语言值最高,而且其投入指标的语言值也较理想。

(2) 植被指标和土壤指标的语言值较高,而投入指标的语言值最高,使得施肥和封育改良措施的综合评判值分别居第二位、第三位,分别为 5.902 0, 5.196 3。

(3) 不同的完全翻耕+ 播种改良措施下,由于其投入太多,使得综合评判值较低,除了完全翻耕+ 播种+ P 因其植

表 3 各改良措施综合评判值

施肥	封育	火烧	对照	全翻+ P	全翻	全翻+ N+ P	全翻+ N	带翻	“88542”整地
5.9020	5.1963	4.4268	3.7500	4.2478	3.5296	3.5296	3.2663	2.7750	5.9188

被指标、土壤指标的语言值较高,综合评判值大于对照样方外,其它的完全翻耕+ 播种综合评判值均小于对照样方。

[3] 周维博,李佩成.干旱半干旱地域灌区水资源综合效益评价体系研究[J].自然资源学报,200318(3):288-292.

[4] 李朝洪,郝爱民.中国森林资源可持续发展描述指标体系框架的构建[J].东北林业大学学报,2000,28(5):122-124.

[5] 刘黎明,谢花林,赵英伟.我国草地资源可持续利用评价指标体系的研究[J].中国土地科学,2001,15(4):43-46.

(4) 由于植被指标、土壤指标和投入指标的语言值均最低,导致带状翻耕+ 播种的综合评判值最低,仅为2.775 0。

参考文献:

[1] 戎郁萍,赵萌莉,韩国栋,等.草地资源可持续利用原理与技术[M].北京:化学工业出版社,2004:17-45.
 [2] 彭阳县志编撰委员会.彭阳县志[M].银川:宁夏人民出版社,1996.