

# 基于信息熵的天然草地综合评价的模糊物元分析法

张锦华<sup>1</sup>, 门宝辉<sup>2</sup>, 张新全<sup>1</sup>, 梁川<sup>2</sup>

(1. 四川农业大学动科院, 四川 雅安 625014; 2. 四川大学水电学院, 四川 成都, 610065)

**摘 要:**将信息熵、模糊理论和物元可拓集合有机地结合起来, 充分考虑天然草地的覆盖度、可食风干牧草产量、牧草利用率、草群中优良牧草比率、草地可利用面积系数、羊单位需草地面积等指标, 建立了基于信息熵的草地评价的模糊物元模型, 对面向新疆准噶尔盆地西部的天然草地质量进行了综合评价, 所得评价结果与灰色关联度模型基本一致, 表明该方法是可行的, 而且该模型理论清晰、简捷, 便于计算机编程。

**关键词:**信息熵; 模糊理论; 物元可拓集合; 天然草地

**中图分类号:**P964

**文献标识码:**A

## 1 前言

对天然草地资源进行数量化的研究是草地研究从定性到定量的一项重要进展。不同的天然草地影响其生产性能的指标因素很多, 而且, 评价指标运用于天然草地评价时, 具有一定的不确定性和模糊性<sup>[1~3]</sup>。若用单一指标进行评价时, 所得结果还可能具有矛盾性, 因此, 对不同草地的综合评价是一种多因素、模糊性的综合评价。基于以上原因, 本文采用我国学者蔡文教授于 1983 年创立的物元可拓理论<sup>[4,5]</sup>, 提出了基于信息熵的模糊物元模型, 并将其应用于天然草地的综合评价中, 评价结果与灰色关联度法相对照, 以验证该模型的可行性、合理性和可靠性。

## 2 模型建立

### 2.1 信息熵

仙农和维纳<sup>[1,2]</sup>都从数学上证明: 如果其系统或随机现象具有几种独立的可能状态(或结果), 即  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , 而每一状态出现的概率分别为  $P(x_1), P(x_2), \dots, P(x_n)$ , 且  $\sum_{i=1}^n P(x_i) = 1$ , 则某一状

态所具有的不确定性数量称为该状态  $x_i$  的自信息, 记为  $I(x_i)$ , 即

$$I(x_i) = -\log P(x_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

由于每一状态  $x_i$  的概率  $P(x_i)$  不尽相同, 所以自信息量  $I(x_i)$  也不相同。而整个系统各状态所具有平均不确定性数量  $I(x_i)$  的数学期望, 记为  $H(x_i)$ , 即得

$$H(x_i) = \sum_{i=1}^n P(x_i) I(x_i) = -\sum_{i=1}^n P(x_i) \lg P(x_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

这正是与信息有关的统计热力学熵函数, 故称  $H(x_i)$  为信息熵。

### 2.2 信息熵模糊物元的概念

模糊物元<sup>[3~8]</sup>系指用有序三元组: “事物、特征、模糊量值”来描述事物的基本元。如果模糊物元中事物为方案, 特征为信息熵, 则称为信息熵模糊物元, 记为  $R_{-H}$ 。若信息熵模糊物元中有  $m$  个方案, 则为  $m$  个方案的信息熵复合模糊物元, 记为  $R_{-mH}$ 。

### 2.3 天然草地的信息熵模糊物元评价模型

如果有  $m$  种天然草地用  $n$  项评价指标及其相应量值来描述, 则称为  $m$  种草地  $n$  维复合物元, 记为  $R_{mn}$ , 即

收稿日期(Received date): 2003-11-30。

作者简介(Biography): 张锦华(1973-)男(满族)内蒙古人, 博士研究生, 主要从事草地方面的教学科研工作。]Zhang Jinhua, (1973-), male, born in Inner Mongolia. Doctor postgraduate, research field mainly coving grassland. Email: Zhangjinhua990@msn.com.]

$$R_{mn} = \begin{bmatrix} & M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ C_1 & X_{11} & X_{21} & \cdots & X_{m1} \\ C_2 & X_{12} & X_{22} & \cdots & X_{m2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_n & X_{1n} & X_{2n} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中  $M_j$ ——第  $j$  种草地;  $C_i$ ——第  $j$  种草地的第  $i$  项评价指标,与其相应的量值用  $X_{ji}$  ( $j=1,2,\cdots,m;i=1,2,\cdots,n$ )表示。在(3)式中各量值若以依具体条件设定的隶属函数或从优隶属度原则<sup>[10]</sup>计算出的隶属度来代替,则(3)式中的  $R_{mn}$ 变为  $\tilde{R}_{mn}$ ,即  $m$  种草地  $n$  维复合模糊物元。若以  $\mu_{ji}$  ( $j=1,2,\cdots,m;i=1,2,\cdots,n$ )表示第  $j$  种草地第  $i$  项评价指标相应的隶属度,于是得

$$\tilde{R}_{mn} = \begin{bmatrix} & M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ C_1 & \mu_{11} & \mu_{21} & \cdots & \mu_{m1} \\ C_2 & \mu_{12} & \mu_{22} & \cdots & \mu_{m2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_n & \mu_{1n} & \mu_{2n} & \cdots & \mu_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \tilde{R}_{nH} &= \begin{bmatrix} & M_1 & M_2 & \cdots & M_j & \cdots & M_m \\ H_j & H_1 & H_2 & \cdots & H_j & \cdots & H_m \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} & M_1 & & & & & \\ H_j - \sum_{i=1}^n p(\omega_i \mu_{1i}) \log p(\omega_i \mu_{1i}) & & & & M_j & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\text{式中 } p(\omega_i \mu_{ji}) = \frac{\omega_i \mu_{ji}}{\sum_{i=1}^n \omega_i \mu_{ji}} \quad (j=1,2,\cdots,m;i=1,2,\cdots,n)$$

根据  $m$  种天然草地的信息熵大小排序评价,

3 应用实例

在草地评价指标的选择上,需考虑生态因素、经济因素以及生产利用上的因素。生态因素主要有

式中:  $\mu_{ji}$ 在此可由从优隶属度原则<sup>[4]</sup>中三类指标加以确定,即

$$\text{优大越优型指标: } \mu_{ji} = \frac{X_{ji}}{\max X_{ji}} \quad (5)$$

$$\text{优小越优型指标: } \mu_{ji} = \frac{\min X_{ji}}{X_{ji}} \quad (6)$$

这里  $\mu_{ji}$ 、 $X_{ji}$ 为(3)、(4)式中各量值;

$$\max X_{ji} = X_{j1} \vee X_{j2} \vee \cdots \vee X_{jn} \quad (7)$$

$$\min X_{ji} = X_{j2} \wedge X_{j2} \wedge \cdots \wedge X_{jn} \quad (8)$$

式中  $\vee$ 、 $\wedge$ ——取大和取小的运算,下同。

在(4)式中各从优隶属度还应考虑各评价指标权重。设  $\omega_i$  为每一方案第项评价指标权重,据此构造权重复合物元,记为  $R_{\omega_i}$ ,则得

$$R_{\omega_i} = \begin{bmatrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ \omega_i & \omega_1 & \omega_2 & \cdots & \omega_n \end{bmatrix} \quad (9)$$

由(2)、(4)、(9)式便可构成  $m$  种草地评价和优选的信息熵复合模糊物元  $\tilde{R}_{nH}$ ,即

天然草地植被覆盖度、可食风干牧草产量等,经济因素主要是草群中的优良牧草比率、羊单位需草地面积,生产利用上的因素主要为草地牧草利用率和草地可利用面积系数等。

通过对新疆准噶尔盆地西部山地的克孜尔山、加依尔山、玛依尔山等地区的天然草地进行了连续四年的实地调查研究,获得大量的天然草地的基础数据资料,其中包括各草地名称及编号(见表1),草地的各项测定指标值(见表2)<sup>[9]</sup>。

表 1 各草地群落类型名称及编号  
Table 1 The No. and name of grassland type

草地类	草地型
1. 温性荒漠	1) 松叶猪毛菜、短叶假木贼 2) 梭梭
2. 温性草原化荒漠	3) 短叶假木贼、东方针茅 4) 小蓬、多根葱 5) 白皮锦鸡儿、蛇绒藜、东方针茅
3. 温性荒漠草原	6) 东方针茅 7) 东方针茅、短叶假木贼 8) 东方针茅、灌木亚菊 9) 东方针茅、新黄葱 10) 东方针茅、伊犁绢蒿 11) 草原锦鸡儿、东方针茅 12) 白皮锦鸡儿、东方针茅 13) 多根葱
4. 温性草原	14) 西北针茅、羊茅、冷蒿 15) 羊茅 16) 羊茅、西北针茅 17) 羊茅、细叶异燕麦 18) 羊茅、草原苔草 19) 羊茅、冷蒿 20) 细叶异燕麦 21) 细叶异燕麦、羊茅 22) 细叶异燕麦、草原苔草
5. 温性草甸草原	23) 羊茅、杂类草 24) 蓝花老鹳草、羊茅
6. 低地草甸	25) 挪威大麦草 26) 偃麦草 27) 芨芨草 28) 马蔺、乌拉尔甘草 29) 胡杨、疏叶骆驼刺 30) 芦苇、扁灯心草 31) 芦苇、具刚毛荸荠

表 2 草地的各项测定指标值

Table 2 The index of different grassland type

类型 编号	盖度 (%)	可食风干 牧草产量 (t·hm <sup>-2</sup> )	牧草利 用率 (%)	优良牧草 比率(%)	草地可利用 面积利用 系数(%)	羊单位需 草地面积 (hm <sup>2</sup> 只 <sup>-1</sup> )	类型 编号	盖度 (%)	可食风干 牧草产量 (t·hm <sup>-2</sup> )	牧草利用 率(%)	优良牧草 比率(%)	草地可利用 面积利用 系数(%)	羊单位需 草地面积 (hm <sup>2</sup> 只 <sup>-1</sup> )
M <sub>1</sub>	8	0.3615	50.00	1.80	86	3.64	M <sub>17</sub>	40	0.6135	47.30	80.70	92	2.27
M <sub>2</sub>	6	0.5115	48.00	0.00	82	2.67	M <sub>18</sub>	55	0.5700	65.00	100.00	98	1.77
M <sub>3</sub>	10	0.2340	47.50	32.80	90	5.91	M <sub>19</sub>	50	0.6495	64.50	100.00	95	1.57
M <sub>4</sub>	15	0.3930	45.00	49.60	95	3.71	M <sub>20</sub>	50	0.4230	46.00	80.10	94	3.38
M <sub>5</sub>	15	0.3435	42.00	29.80	85	4.55	M <sub>21</sub>	50	0.6884	47.00	100.00	95	2.03
M <sub>6</sub>	25	0.1695	45.00	100.00	98	8.60	M <sub>22</sub>	45	0.9203	56.16	81.10	95	1.45
M <sub>7</sub>	20	0.2970	43.00	71.20	95	5.14	M <sub>23</sub>	70	1.0517	65.00	84.20	100	0.91
M <sub>8</sub>	25	0.3089	43.00	75.90	93	4.97	M <sub>24</sub>	80	1.6035	64.73	26.70	100	0.67
M <sub>9</sub>	30	0.6089	42.00	87.10	90	2.57	M <sub>25</sub>	90	2.0586	62.04	82.40	98	0.34
M <sub>10</sub>	25	0.5190	57.98	60.20	92	2.18	M <sub>26</sub>	90	5.5350	98.00	87.70	98	0.12
M <sub>11</sub>	25	0.3362	40.00	68.20	85	4.87	M <sub>27</sub>	55	3.0450	55.00	0.00	98	0.39
M <sub>12</sub>	25	0.4425	40.18	78.77	94	3.69	M <sub>28</sub>	70	2.8740	55.00	0.00	98	0.28
M <sub>13</sub>	25	0.4800	45.00	73.90	100	3.06	M <sub>29</sub>	10	0.5595	50.00	0.00	90	2.37
M <sub>14</sub>	45	1.0145	45.00	86.80	94	1.44	M <sub>30</sub>	90	4.3635	95.00	15.15	99	0.16
M <sub>15</sub>	50	0.6015	64.61	95.30	98	1.68	M <sub>31</sub>	80	1.1565	95.00	5.50	98	0.62
M <sub>16</sub>	45	0.7809	43.00	96.00	92	1.95							

根据表 2 中的基本数据建立  $R_{\text{草地}}$  信息熵复合模糊物元和权重复合物元  $R_{\omega_i}$

$$R_{\text{草地}} = \begin{bmatrix} & M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & \cdots & M_{28} & M_{29} & M_{30} & M_{31} \\ C_1 & 8.0 & 6.0 & 10.0 & 15.0 & \cdots & 70.0 & 10.0 & 90.0 & 80.0 \\ C_2 & 0.3615 & 0.5115 & 0.2340 & 0.3930 & \cdots & 2.8740 & 0.5595 & 4.3635 & 1.1565 \\ C_3 & 50.0 & 48.0 & 47.5 & 45.0 & \cdots & 55.0 & 50.0 & 95.0 & 95.0 \\ C_4 & 1.8 & 0.00 & 32.8 & 49.6 & \cdots & 0.00 & 0.00 & 15.15 & 5.5 \\ C_5 & & & & & & & & & \\ C_6 & 3.64 & 2.67 & 5.91 & 3.71 & \cdots & 0.28 & 2.37 & 0.16 & 0.62 \end{bmatrix}$$

和

$$R_{\omega_i} = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\ \omega_i & 0.15 & 0.30 & 0.10 & 0.20 & 0.10 & 0.15 \end{bmatrix}$$

式中  $M_j (j=1, 2, \dots, 9)$  为第  $j$  种草地; 每种草地的各评价指标为  $C_1$  为盖度(%);  $C_2$  为可食风干牧草产量(t·hm<sup>-2</sup>);  $C_3$  为牧草利用率(%);  $C_4$  为优良牧草比率(%);  $C_5$  为草地可利用面积利用系数(%);  $C_6$  为羊单位需草地面积(hm<sup>2</sup>只<sup>-1</sup>)。把  $R_{\text{草地}}$  中各数据代入式(5)~(8)计算得

$$R_{\sim \text{草地}} = \begin{bmatrix} & M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & \cdots & M_{28} & M_{29} & M_{30} & M_{31} \\ C_1 & 0.0889 & 0.0667 & 0.1111 & 0.1667 & \cdots & 0.7778 & 0.1111 & 1.0000 & 0.8889 \\ C_2 & 0.0653 & 0.0924 & 0.0423 & 0.0710 & \cdots & 0.5192 & 0.1011 & 0.7883 & 0.2089 \\ C_3 & 0.5102 & 0.4898 & 0.4847 & 0.4592 & \cdots & 0.5612 & 0.5102 & 0.9694 & 0.9694 \\ C_4 & 0.0180 & 0.0000 & 0.3280 & 0.4960 & \cdots & 0.0000 & 0.0000 & 0.1515 & 0.0550 \\ C_5 & 0.860 & 0.8200 & 0.9000 & 0.9500 & \cdots & 0.9800 & 0.9000 & 0.9900 & 0.9800 \\ C_6 & 0.0330 & 0.0449 & 0.0203 & 0.0323 & \cdots & 0.4286 & 0.0506 & 0.7500 & 0.1935 \end{bmatrix}$$

把  $R_{\sim \text{草地}}$  与  $R_{\omega_i}$  中诸值一一对应地代入式(10)、式(11)中, 计算得

$$R_{\sim\text{草地}H} = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 & \cdots & M_{28} & M_{29} & M_{30} & M_{31} \\ H_j & 0.0255 & 0.0252 & 0.0316 & 0.0369 & \cdots & 0.0536 & 0.0274 & 0.0698 & 0.0490 \end{bmatrix}$$

其中  $R_{\sim\text{草地}}$  和  $R_{\sim\text{草地}H}$  的具体值见表 3 和表 4。

## 4 结 语

1. 表 1 反映的是按水分生态排列的 31 个草地。这 31 个草地从温性荒漠草原类逐渐过渡到低地草甸类,各类型草地的综合评价值如表 4 所示。

2. 从生态环境看,这一地区自然条件严酷,植被覆盖度一般较低,天然草地复杂。从各类草地的综合评价值看,关联度分析法对不同类草地之间草地资源的整体性有很好的区分度。从表 1 可看出 1、2 型属温性荒漠类;3~5 型属温性草原化荒漠类;6~13 型属温性荒漠草原类。在该地区,这三类草地的水分状况差,植被覆盖度、可食风干牧草产量等生态、经济指标列最低范围,因此,它们的综合评价

值较低,  $H_j \in [0.0252, 0.0462]$ , 如表 4 所示。14~22 型属温性草原类,水分条件有所改善,植被覆盖度、可食风干牧草产量等指标有所提高,  $H_j \in [0.0472, 0.0536]$ 。23~24 型属温性草甸草原类,  $H_j = 0.0518, 0.0564$ 。该方法对同一类各型之间草地质量亦有很好的区分度。例如,25~31 型属低地草甸类,从表 4 看,该类草地  $H_j \in [0.0274, 0.0841]$ 。其中,26 型的多数指标在本类中乃至本区所有的天然草地中都是列最好的范围,其综合评价值为  $H_j = 0.0841$ , 是最高的。27, 28, 29 三个类型,从整体看,它们的多数指标在本类中表现较差,其中个别指标表现极差。因此,在低地草甸类中,它们的关联度明显较低。这样,不同类型的草地根据其用关联度分析作出的综合评价值大小即可加以区分。

表 3 草地各项测定指标的标准化值

Table 3 Standard of index

草地 Grassland type	评价指标标准化值 Standard of index						草地 Grassland type	评价指标标准化值 Standard of index					
	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$		$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$
$M_1$	0.0889	0.0653	0.5102	0.018	0.86	0.033	$M_{17}$	0.4444	0.1108	0.4827	0.807	0.92	0.0529
$M_2$	0.0667	0.0924	0.4898	0.000	0.82	0.0449	$M_{18}$	0.6111	0.103	0.6633	1.000	0.98	0.0678
$M_3$	0.1111	0.0423	0.4847	0.328	0.9	0.0203	$M_{19}$	0.5556	0.1173	0.6582	1.000	0.95	0.0764
$M_4$	0.1667	0.071	0.4592	0.496	0.95	0.0323	$M_{20}$	0.5556	0.0764	0.4694	0.801	0.94	0.0355
$M_5$	0.1667	0.0621	0.4286	0.298	0.85	0.0264	$M_{21}$	0.5556	0.1244	0.4796	1.000	0.95	0.0591
$M_6$	0.2778	0.0306	0.4592	1.000	0.98	0.014	$M_{22}$	0.5000	0.1663	0.5731	0.811	0.95	0.0828
$M_7$	0.2222	0.0537	0.4388	0.712	0.95	0.0233	$M_{23}$	0.7778	0.19	0.6633	0.842	1.00	0.1319
$M_8$	0.2778	0.0558	0.4388	0.759	0.93	0.0241	$M_{24}$	0.8889	0.2897	0.6605	0.267	1.000	0.1791
$M_9$	0.3333	0.1100	0.4286	0.871	0.9	0.0467	$M_{25}$	1.0000	0.3719	0.6331	0.824	0.98	0.3529
$M_{10}$	0.2778	0.0938	0.5916	0.602	0.92	0.055	$M_{26}$	1.0000	1.000	1.0000	0.877	0.98	1.000
$M_{11}$	0.2778	0.0607	0.4082	0.682	0.85	0.0246	$M_{27}$	0.6111	0.5501	0.5612	0.000	0.98	0.3077
$M_{12}$	0.2778	0.0799	0.4100	0.7877	0.94	0.0325	$M_{28}$	0.7778	0.5192	0.5612	0.000	0.98	0.4286
$M_{13}$	0.2778	0.0867	0.4592	0.739	1.00	0.0392	$M_{29}$	0.1111	0.1011	0.5102	0.000	0.90	0.0506
$M_{14}$	0.500	0.1833	0.4592	0.868	0.94	0.0833	$M_{30}$	1.0000	0.7883	0.9694	0.1515	0.99	0.75
$M_{15}$	0.5556	0.1087	0.6593	0.953	0.98	0.0714	$M_{31}$	0.8889	0.2089	0.9694	0.055	0.98	0.1935
$M_{16}$	0.500	0.1411	0.4388	0.96	0.92	0.0615							

表 4 各类型草地的综合评价结果

Table 4 The evaluated result of different grassland type

草地 Grassland type	基于信息熵的模糊物元法		灰色关联度法		草地 Grassland type	基于信息熵的模糊物元法		灰色关联度法	
	Information entropy fuzzy element		Gray correlation system			Information entropy fuzzy element		Gray correlation system	
	综合评价价值( $H_j$ ) Evaluation	排序 Order	综合评价价值 Evaluation	排序 Order		综合评价价值( $H_j$ ) Evaluation	排序 Order	综合评价价值 Evaluation	排序 Order
$M_1$	0.0255	28	0.3795	30	$M_{17}$	0.0472	16	0.5075	17
$M_2$	0.0252	29	0.3848	28	$M_{18}$	0.0541	5	0.6236	5
$M_3$	0.0316	25	0.385	27	$M_{19}$	0.0536	6	0.6056	7
$M_4$	0.0369	24	0.4372	24	$M_{20}$	0.0475	15	0.5037	18
$M_5$	0.0314	26	0.3842	29	$M_{21}$	0.0522	8	0.5877	9
$M_6$	0.0462	17	0.5261	15	$M_{22}$	0.0506	13	0.5472	14
$M_7$	0.0408	22	0.4523	23	$M_{23}$	0.0564	4	0.6391	4
$M_8$	0.0422	20	0.4563	22	$M_{24}$	0.0518	9	0.6033	8
$M_9$	0.0462	17	0.5031	19	$M_{25}$	0.0643	3	0.6977	3
$M_{10}$	0.0421	21	0.4707	21	$M_{26}$	0.0841	1	0.9423	1
$M_{11}$	0.04	23	0.4248	25	$M_{27}$	0.051	10	0.5672	11
$M_{12}$	0.0433	19	0.4776	20	$M_{28}$	0.0536	6	0.5855	10
$M_{13}$	0.0437	18	0.5182	16	$M_{29}$	0.0274	21	0.4064	26
$M_{14}$	0.0509	11	0.5521	13	$M_{30}$	0.0698	2	0.7622	2
$M_{15}$	0.0529	7	0.6033	8	$M_{31}$	0.049	14	0.611	6
$M_{16}$	0.0508	12	0.5581	12					

3. 从表 4 的综合评价价值可以看出,基于信息熵的模糊物元模型所得评价结果同灰色关联度法所得的结果基本相同,验证了该方法的有效性和可行性;同时该方法理论清晰简明,利于计算机编程,为该领域的综合评价分析提供了一种新的方法和思路,供相关专业人员参考。

#### 参考文献(References):

- [1] Wang Bin, Entropy and Information [M]. Xi'an: West-north Technology College Press China, 1994. [王彬,熵与信息[M],西安:西北工业大学出版社,1994.]
- [2] Huang Chongfu. The Optimum Technique for Fuzzy Information and Application [M]. Beijing: Beijing Aviation and Space University Press. [黄崇福.模糊信息优化处理技术及其应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,1995.]
- [3] Zhang Bin. Fuzzy Matter Analysis [M]. Beijing: Petroleum Industry Press China, 1997. [张斌.模糊物元分析[M].北京:石油工业出版社,1997.]
- [4] Cai Wen. Matter Model and Application [M]. Beijing: Science and Technology Philological Press, 1994. [蔡文.物元模型及其应用[M].北京:科学技术文献出版社,1994.]
- [5] Cai Wen, Yang Chunyan and Lin Wei Weichu. Topology Engineering Method [M]. Beijing: Science Press, 2000. [蔡文,杨春燕,林伟初.可拓工程方法[M].北京:科学出版社,2000.]
- [6] Meng Baohui & Liang Chuan. Construction and Application of Matter Model for Composite Evaluate to Agricultural Soil Environment[J]. *Soil and Water Conservation* 2002, 22(4), 37~39. [门宝辉,梁川.农业土壤环境综合评价物元模型的建立及其应用[J].水土保持通报,2002,22(4),37~39.]
- [7] Meng Baohui, Yang Xinguo & Dong Xiaomei. Application of Matter Model in the Evaluation of larchstring innutrition Water. *East-north Water Irrigation and Electricity*, 2002, (9), 42~44. [门宝辉,杨兴国,董笑梅.物元模型在湖泊水体富营养化评价中的应用[J].东北水利水电,2002,(9),42~44.]
- [8] Meng Baohui & Liang Chuan. Application of Matter Model in ecosystem fixed quantity evaluation [J]. *Soil and Water Conservation Journal*, 2002, 15(60), 62~65. [门宝辉,梁川.物元模型在土地生态系统定量评价中的应用[J].水土保持学报,2002,15(6),62~65.]
- [9] Wang Xinzong, Lin Yi & Yu Lei. Data Analysis and Gray Correlation Analysis in Evaluation of Grassland Type [J]. *Theory and Practice of System Engineering*, 2000, 20(2), 131~135. [王新忠,林仪,于磊.天然草地类型综合评价中的数据处理及灰色关联度分析[J].系统工程理论与实践,2000,20(2),131~135.]

(本文英文摘要下转第 76 页)

## Analysis on the Geographic Properties of the Object of Grassland Degradation Monitoring by RS

——Taking Naqu County of Tibet as an Example

LI Hui-xia<sup>1,2</sup>, LIU Shu-zhen<sup>1</sup>

(1. *Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, Sichuan, China;*

*2. Graduated School of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039, China)*

**Abstract:** By analyzing the spatial distribution, spectral character and temporal character of the monitoring object, some results can be achieved: (1) the unit of natural landscape in Naqu County differentiates a little among regions; (2) degraded rangeland vegetation has high reflecting value in TM5 and TM6, and TM7, TM 5 and TM3 are sensitive to rangeland vegetation; (3) vegetation turns green late in plateau and there is a short period for grass to grow in a year, of which July and August is the growth midseason of grass. Based on the above results, LANDSAT TM image of July is selected as the main data for land degradation monitoring.

**Key words:** grassland degradation; remote sensing monitoring; geographic properties

.....  
(上接第 68 页)

## Fuzzy Matter Element Analysis of Grassland Types Based on Information Entropy

ZHANG Jin-hua<sup>1</sup>, MEN Bao-hui<sup>2</sup>, ZHANG Xin-quan<sup>1</sup>, LIANG Chuan<sup>2</sup>

(1. *Sichuan Agricultural university, Ya'an SiChuan, 625014;*

*2. College of Hydraulic Eng., SiChuan University, Chengdu, Sichuan, 610065 China)*

**Abstract:** Combining information entropy, fuzzy theory and matter element, considering the covering, yield, utilization, coefficient of utilizable area and area of grassland per sheep, a fuzzy matter element model is constructed based on information entropy of grassland type. The grassland quality of west Zunge'er basin Xinjiang were synthesize evaluated, the result was accord well with the model of gray correlation system. The theory of the model is clear and succinct, convenient for computer programming.

**Key words:** information entropy; Fuzzy theory; matter element; grassland types