

海南岛农业生态环境质量综合评判

周兆德

(华南热带作物学院热作系)

摘 要

本文从生态学的观点出发,系统地选取了气象、生物和土壤各子系统中较能客观地体现环境质量的诸因子,采用模糊综合评判方法,对海南岛18个县市的环境因子按其等级标准进行了计算,取得了良好的综合评判结果和等级区别。目的在于对海南生态环境的保护与开发有所指导,并希望能为环境质量综合评判提供一种有效的方法。

1、引 言

环境质量的优劣直接影响到农业生产力的高低。农业生产力的形成过程取决于环境中的一系列基本条件及其配合。环境的基本条件包括生物体本身(称生物组),土壤(称土壤组)和外界气象条件(称气象组)。如果把这三者与农业生产力的形成过程看作一个系统,即所谓农业生态环境系统,那么这个系统既有物质能量的输入,又有物质能量的输出。系统的主体是生物体本身,输入为气候资源和土壤资源,输出为生物生产力。可见,生物、气象和土壤组成了农业生产力最重要的环境条件,它们既是独立地,又是相互联系地对农业生产发挥作用。因此,选用生物、气季和土壤系统中各因子作为农业生态环境质量评判的指标是可行的。

2、综合评判的数学模型

在生态环境质量和农业资源评判中,沿用的方法多是先对单因子进行定量处理,而后再对多因子的综合作用进行定性描述。故往往带有较大的主观性,也很难体现众多因子对评判贡献的大小。而用模糊综合评判方法则弥补了以上不足,是一种多因子综合定量评判的有效方法。其基本原理如下:

2.1 用隶属度来刻划农业生态环境质量的分级界线

设论域 V 上的一个模糊子集为 F , 对于任意 $x(x \in V)$, 都有一个隶属度 $Y(0 < Y < 1)$ 与之相对应, 则称 Y 为 F 的隶属函数, 记作: $Y = F(x)$ 。

这里取各样点农业生态环境质量单项指标集合为 U , 则 $U = \{\text{太阳辐射}(x_1), \text{年均温度}(x_2), \text{年降水量}(x_3), \text{生物量}(x_4), \text{生长量}(x_5), \text{土壤有机质贮量}(x_6), \text{土壤自然水贮量}(x_7)\}$ 。而取各样点系统质量的分级集合为 V , 则 $V = \{\text{I 级环境}, \text{II 级环境}, \text{III 级环境}, \text{IV 级环境}\}$ 。于是通过特定的隶属函数求出各单项指标属于各级环境的隶属度, 就可得到由隶属度组成的模糊关系

3: 实际计算步骤和结果分析

3.1 选取评判指标和分级标准

3.1.1 根据生态环境质量的内容和海南岛的实际条件, 从生物、气象和土壤三个方面选取了七个因子作为综合评判的指标, 指标值如表1所示。

表1: 各因子指标值

Tab. 1 Index value of each factor

指标 地名	太阳辐射 ($10^3 \text{ J} / \text{cm}^2 \text{ 年}$)	年均温度 ($^{\circ}\text{C}$)	年降水量 (mm)	生物量 (t/6666.6m ²)	生长量 (t/6666.6m ²)	土壤有机物量 (t/6666.6m ²)	土壤自然水贮量 (t/6666.6m ²)
海口	540.10	23.8	1698	(1.08)	0.624	11.4	180
琼山	523.35	23.8	1698	(0.99)	0.797	16.5	252
文昌	527.54	23.9	1741	1.34	0.618	10.2	164
琼海	514.98	24.0	2070	2.03	0.614	12.6	133
万宁	514.98	24.3	2151	2.83	0.530	12.2	169
定安	519.16	23.8	1961	1.92	0.738	14.3	212
屯昌	519.16	23.4	2009	2.42	0.559	13.0	177
澄迈	556.84	23.7	1764	1.53	0.668	14.0	204
临高	540.10	23.4	1447	1.14	0.754	15.3	235
儋县	552.66	23.1	1826	1.38	0.586	12.9	186
陵水	544.28	24.7	1624	(3.72)	0.566	11.7	165
保亭	468.92	24.1	1915	2.85	0.530	15.9	184
三亚	561.03	25.4	1247	2.11	0.473	11.4	132
乐东	531.72	23.9	1585	(4.10)	0.527	12.2	147
东方	586.15	24.5	1012	2.44	0.536	10.0	116
昌江	527.54	24.2	1677	2.69	0.421	12.3	130
白沙	460.55	22.7	1905	3.07	0.533	16.4	183
琼中	514.98	22.4	2463	2.98	0.438	16.6	184

表中气候资料来自《海南岛基本气候要素统计》1976年。生物和土壤资料来自于董汉飞等1985年关于海南生态环境质量分析材料。

3.1.2 根据海南岛生态环境的现实水平及其表 1 的统计分析, 得出多单项指标的质量等级标准为表 2 所示。

表 2: 各指标等级标准
Tab 2 Gradational criterion every index

子系统	指标值	等级			
	指标	I	II	III	IV
气象	太阳辐射(x_1)	586.6	544.29	502.42	460.55
	年均温度(x_2)	25.4	24.4	23.4	22.4
	年降水量(x_3)	2463.0	1979.3	1495.6	1011.9
生物	生物量(x_4)	4.10	3.06	2.02	0.98
	生长量(x_5)	0.797	0.672	0.547	0.422
土壤	土壤有机物(x_6)	16.6	14.4	12.2	10.0
	土壤自然水贮量(x_7)	252.0	207.3	162.6	117.9

3.2 按表 2 中的标准, 建立各单项指标的隶属函数如下:

$$Y(X_i, I) = \begin{cases} 0 & X_i < 544.29 \\ \frac{1}{41.87} (X_i - 544.29) & 544.29 < X_i < 586.16 \\ 1 & X_i > 586.16 \end{cases}$$

$$Y(X_i, II) = \begin{cases} \frac{1}{41.87} (X_i - 502.42) & 502.4 < X_i < 544.29 \\ \frac{-1}{41.87} (X_i - 586.16) & 544.29 < X_i < 586.16 \\ 0 & X_i < 502.42, X_i > 586.16 \end{cases}$$

$$Y(X_i, III) = \begin{cases} \frac{1}{41.87} (X_i - 460.55) & 460.55 < X_i < 502.42 \\ \frac{-1}{41.87} (X_i - 544.29) & 502.42 < X_i < 544.29 \\ 0 & X_i < 460.55, X_i > 544.29 \end{cases}$$

$$Y(X_i, IV) = \begin{cases} 1 & X_i < 460.55 \\ \frac{-1}{41.87} (X_i - 502.42) & 460.55 < X_i < 502.42 \\ 0 & X_i > 502.42 \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 Y(X_2, \text{I}) &= \begin{cases} 0 & X_2 < 22.4 \\ (X_2 - 24.4) & 24.4 < X_2 < 25.4 \\ 1 & X_2 > 25.4 \end{cases} \\
 Y(X_2, \text{II}) &= \begin{cases} (X_2 - 23.4) & 23.4 < X_2 < 24.4 \\ -(X_2 - 25.4) & 24.4 < X_2 < 25.4 \\ 0 & X_2 < 23.4, X_2 > 25.4 \end{cases} \\
 Y(X_2, \text{III}) &= \begin{cases} (X_2 - 22.4) & 22.4 < X_2 < 23.4 \\ -(X_2 - 24.4) & 23.4 < X_2 < 24.4 \\ 0 & X_2 \leq 22.4, X_2 \geq 24.4 \end{cases} \\
 Y(X_2, \text{IV}) &= \begin{cases} 1 & X_2 < 22.4 \\ -(X_2 - 23.4) & 22.4 < X_2 < 23.4 \\ 0 & X_2 > 23.4 \end{cases} \\
 Y(X_3, \text{I}) &= \begin{cases} 0 & X_3 < 1979.3 \\ \frac{1}{483.7} (X_3 - 1979.3) & 1979.3 < X_3 < 2463.0 \\ 1 & X_3 > 2463.0 \end{cases} \\
 Y(X_3, \text{II}) &= \begin{cases} \frac{1}{483.7} (X_3 - 1495.6) & 1495.6 < X_3 < 1979.3 \\ \frac{-1}{483.7} (X_3 - 2463.0) & 1979.3 < X_3 < 2463.0 \\ 0 & X_3 < 1495.6, X_3 > 2463.0 \end{cases} \\
 Y(X_3, \text{III}) &= \begin{cases} \frac{1}{483.7} (X_3 - 1011.9) & 1011.9 < X_3 < 1495.6 \\ \frac{-1}{483.7} (X_3 - 1979.3) & 1495.6 < X_3 < 1979.3 \\ 0 & X_3 < 1011.9, X_3 > 1979.3 \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$Y(X_3, IV) = \begin{cases} 1 & X_3 < 1011.9 \\ \frac{-1}{483.7} (X_3 - 1495.6) & 1011.9 < X_3 < 1495.6 \\ 0 & X_3 > 1495.6 \end{cases}$$

$$Y(X_4, I) = \begin{cases} 0 & X_4 < 3.06 \\ \frac{25}{26} (X_4 - 3.06) & 3.06 < X_4 < 4.10 \\ 1 & X_4 > 4.10 \end{cases}$$

$$Y(X_4, II) = \begin{cases} \frac{25}{26} (X_4 - 2.02) & 2.02 < X_4 < 3.06 \\ \frac{-25}{26} (X_4 - 4.10) & 3.06 < X_4 < 4.10 \\ 0 & X_4 < 2.02, X_4 > 4.10 \end{cases}$$

$$Y(X_4, III) = \begin{cases} \frac{25}{26} (X_4 - 0.98) & 0.98 < X_4 < 2.02 \\ \frac{25}{26} (X_4 - 3.06) & 2.02 < X_4 < 3.06 \\ 0 & X_4 < 0.98, X_4 > 3.06 \end{cases}$$

$$Y(X_4, IV) = \begin{cases} 1 & X_4 < 0.98 \\ \frac{25}{26} (X_4 - 2.02) & 0.98 < X_4 < 2.02 \\ 0 & X_4 > 2.02 \end{cases}$$

$$Y(X_5, I) = \begin{cases} 0 & X_5 < 0.672 \\ 8(X_5 - 0.672) & 0.672 < X_5 < 0.797 \\ 1 & X_5 > 0.797 \end{cases}$$

$$Y(X_5, II) = \begin{cases} 8(X_5 - 0.547) & 0.547 < X_5 < 0.672 \\ -8(X_5 - 0.797) & 0.672 < X_5 < 0.797 \\ 0 & X_5 < 0.547, X_5 > 0.797 \end{cases}$$

$$Y(X_5, III) = \begin{cases} 8(X_5 - 0.422) & 0.422 < X_5 < 0.547 \\ -8(X_5 - 0.672) & 0.547 < X_5 < 0.672 \\ 0 & X < 0.422, X_5 > 0.672 \end{cases}$$

$$Y(X_5, IV) = \begin{cases} 1 & X_5 < 0.422 \\ -8(X_5 - 0.547) & 0.422 < X_5 < 0.547 \\ 0 & X_5 > 0.547 \end{cases}$$

$$Y(X_6, I) = \begin{cases} 0 & X_6 < 14.4 \\ \frac{5}{11} (X_6 - 14.4) & 14.4 < X_6 < 16.6 \\ 1 & X_6 > 16.6 \end{cases}$$

$$Y(X_6, II) = \begin{cases} \frac{5}{11} (X_6 - 12.2) & 12.2 < X_6 < 14.4 \\ \frac{-5}{11} (X_6 - 16.6) & 14.4 < X_6 < 16.6 \\ 0 & X_6 < 12.2, X_6 > 16.6 \end{cases}$$

$$Y(X_6, III) = \begin{cases} \frac{5}{11} (X_6 - 10.0) & 10.0 < X_6 < 12.2 \\ \frac{-5}{11} (X_6 - 14.4) & 12.2 < X_6 < 14.4 \\ 0 & X_6 < 10.0, X_6 > 14.4 \end{cases}$$

$$Y(X_6, IV) = \begin{cases} 1 & X_6 < 10.0 \\ \frac{-5}{11} (X_6 - 12.2) & 10.0 < X_6 < 12.2 \\ 0 & X_6 > 12.2 \end{cases}$$

$$Y(X_7, I) = \begin{cases} 0 & X_7 < 207.3 \\ \frac{1}{44.7} (X_7 - 207.3) & 207.3 < X_7 < 252.0 \\ 1 & X_7 > 252.0 \end{cases}$$

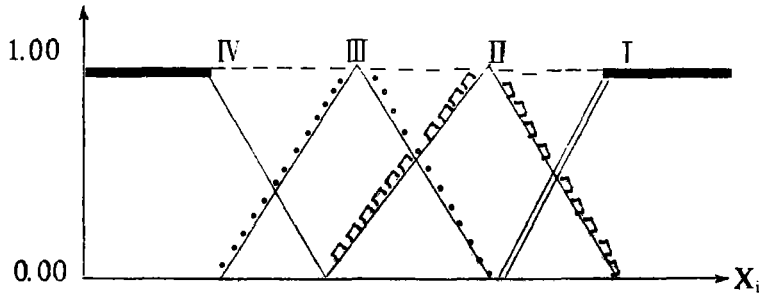
$$Y(X_7, II) = \begin{cases} \frac{1}{44.7} (X_7 - 162.6) & 162.6 < X_7 < 207.3 \\ \frac{-1}{44.7} (X_7 - 252.0) & 207.3 < X_7 < 252.0 \\ 0 & X_7 < 162.6, X_7 > 252.0 \end{cases}$$

$$Y(X_7, III) = \begin{cases} \frac{1}{44.7} (X_7 - 117.9) & 117.9 < X_7 < 162.6 \\ \frac{-1}{44.7} (X_7 - 207.3) & 162.6 < X_7 < 207.3 \\ 0 & X_7 < 117.9, X_7 > 207.3 \end{cases}$$

$$Y(X_7, IV) = \begin{cases} 1 & X_7 < 117.9 \\ \frac{-1}{44.7} (X_7 - 162.6) & 117.9 < X_7 < 162.6 \\ 0 & X_7 > 162.6 \end{cases}$$

各单项指标隶属函数分布如图 1 所示。

$Y(X_i, I \sim IV)$



416.68	460.55	502.42	544.29	586.16	X_1
21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	X_2
528.2	1011.9	1495.6	1979.3	2463.0	X_3
0.00	0.98	2.02	3.06	4.10	X_4
0.297	0.422	0.547	0.672	0.797	X_5
7.8	10.0	12.2	14.4	16.6	X_6
73.2	117.9	162.6	207.3	252.0	X_7

图 1: 各指标隶属函数分布

Fig.1 Distribution of function of dependence every index

3.3 将计算的各地指标等级隶属度分别建立模糊关系矩阵 $R_k (k=1,2,\dots,18)$ 。如以琼中($k=18$)为例, $x_1=514.98, x_2=22.4, x_3=2463.0, x_4=2.98, x_5=0.438, x_6=16.6, x_7=184$ 。根据前面给出的隶属函数计算得到模糊关系矩阵为:

$$R_{18} = \begin{matrix} & \begin{matrix} I & II & III & IV \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.00 & 0.30 & 0.70 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 \\ 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.92 & 0.08 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.13 & 0.87 \\ 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.48 & 0.52 & 0.00 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

可类似求得各样点各因素的各级隶属度如表 3 所示。

表3: 各指标隶属度 Tab. 3 Degree of dependence of each index

因子 等级 地名	X ₁				X ₂				X ₃				X ₄			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
海口	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90
琼山	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99
文昌	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.51	0.49	0.00	0.00	0.00	0.35	0.65
琼海	0.00	0.30	0.70	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00	0.19	0.81	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00
万宁	0.00	0.30	0.70	0.00	0.10	0.90	0.10	0.00	0.35	0.65	0.00	0.00	0.00	0.78	0.22	0.00
定安	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10
屯昌	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.06	0.94	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00
澄迈	0.30	0.70	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	0.00	0.00	0.55	0.45	0.00	0.00	0.00	0.53	0.47
临高	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	0.15	0.85
儋县	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.30	0.00	0.68	0.32	0.00	0.00	0.00	0.38	0.62
陵水	0.00	1.00	0.00	0.00	0.30	0.70	0.00	0.00	0.00	0.27	0.73	0.00	0.63	0.37	0.00	0.00
保亭	0.00	0.00	0.20	0.80	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.87	0.13	0.00	0.00	0.80	0.20	0.00
三亚	0.40	0.60	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.51	0.00	0.09	0.91	0.00
乐东	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.18	0.82	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
东方	1.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.40	0.60	0.00
昌江	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00	0.80	0.20	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	0.64	0.36	0.00	0.00
白沙	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.30	0.70	0.00	0.85	0.15	0.00	0.01	0.99	0.00	0.00
琼中	0.00	0.30	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.08	0.00

表 3: 各指标隶属度 Tab.3 Degree of dependence of each index

因子 等级 地名 (I, II, III, IV)	X ₅				X ₆				X ₇			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
海口	0.00	0.62	0.38	0.00	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00	0.39	0.61	0.00
琼山	1.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
文昌	0.00	0.57	0.43	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	0.00	0.03	0.97	0.00
琼海	0.00	0.54	0.46	0.00	0.00	0.18	0.82	0.00	0.00	0.00	0.34	0.66
万宁	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.14	0.86	0.00
定安	0.53	0.47	0.00	0.00	0.00	0.95	0.05	0.00	0.11	0.89	0.00	0.00
屯昌	0.00	0.10	0.90	0.00	0.00	0.36	0.64	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00
澄迈	0.00	0.97	0.03	0.00	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	0.93	0.07	0.00
临高	0.66	0.34	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	0.62	0.38	0.00	0.00
儋县	0.00	0.31	0.69	0.00	0.00	0.32	0.68	0.00	0.00	0.52	0.48	0.00
陵水	0.00	0.15	0.85	0.00	0.00	0.00	0.77	0.23	0.00	0.05	0.95	0.00
保亭	0.00	0.00	0.86	0.14	0.68	0.32	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	0.00
三亚	0.00	0.00	0.41	0.59	0.00	0.00	0.64	0.36	0.00	0.00	0.32	0.68
乐东	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.35
东方	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
昌江	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.10	0.90	0.00	0.00	0.00	0.27	0.73
白沙	0.00	0.00	0.89	0.11	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00	0.46	0.54	0.00
琼中	0.00	0.00	0.13	0.87	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.52	0.00

3.4 计算权重和建立模糊矩阵 A

3.4.1 计算距离权数(CV_{x_i})

$$\text{公式: } \sigma_{x_i} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (X_{ik} - \bar{X}_i)^2}$$

$$CV_{x_i} = \sigma_{x_i} / \bar{X}_i$$

式中σ_{x_i}为指标X_i的均方差, X_{ik}为k地第i种指标值, \bar{X}_i 为第i种指标的多点平均值, CV_{x_i}为指标X_i的变异系数, 即距离系数。计算结果见表4。

表 4: 各指标平均数, 均方差和变异第数

Tab. 4 Mean, average variance and coefficient of variation

指 标 项 目	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
\bar{X}_i	528.00	23.8	1766.3	2.20	0.584	13.3	175.2
σ_{x_i}	29.07	0.68	323.09	0.63	0.10	2.07	35.81
CV_{x_i}	0.06	0.03	0.18	0.29	0.17	0.16	0.20

3.4.2 计算重要性权数(W_{x_i})

根据调查分析, 各指标的重要顺序为最重要, 重要和次重要三类。

设最重要指标权数为 x (年均温, 年降水量, 土壤有机质贮量)。重要指标权数为 y (生物量, 生长量)。次重要指标权数为 z (土壤自然水贮量, 太阳辐射)。则三级指标在总体 1 内的等距离分配关系为:

$$\begin{cases} 3x + 2y + 2z = 1 \\ x - y = y - z \end{cases}$$

若取 $z = 0.01$, 则角上方程组得 $y = 0.13, x = 0.24$, 即 $W_{x_2} = W_{x_3} = W_{x_6} = 0.24, W_{x_4} = W_{x_5} = 0.13, W_{x_1} = W_{x_7} = 0.01$ 。

3. 计算综合性权重矩阵(A)

矩阵: $A = (a_{x_1}, a_{x_2}, a_{x_3}, \dots, a_{x_7})$

其中 $a_{x_i} = \frac{d_{x_i}}{\sum_{j=1}^7 dx_{ij}}$, $d_{x_i} = CV_{x_i} + W_{x_i}$, 而 $\sum_{i=1}^7 a_{x_i} = 1$, 计算结果见表 5 所示。

表 5: 各指标重要性系数和归一化权重系数

Tab. 5 Coefficient of importance and weight of merging one

指 标 项 目	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	Σ
W_{x_i}	0.01	0.24	0.24	0.13	0.13	0.24	0.01	1.00
d_{x_i}	0.07	0.27	0.42	0.42	0.30	0.40	0.21	2.09
a_{x_i}	0.03	0.13	0.20	0.20	0.15	0.19	0.10	1.00

3.5 计算评判矩阵(B_k)

对模糊矩阵 \tilde{A} 和 \tilde{B}_k 进行复合运算, 得到可供评判的模糊矩阵 \tilde{B}_k , 即 $\tilde{B}_k = \tilde{A}_0 \tilde{R}_k$ 。仍以琼中为例说明其计算方法。

$$\tilde{B}_{18} = \tilde{A}_0 \tilde{R}_{18} = (0.03 \ 0.13 \ 0.20 \ 0.20 \ 0.15 \ 0.19 \ 0.10) \begin{pmatrix} 0.00 & 0.30 & 0.70 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 \\ 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.92 & 0.08 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.13 & 0.87 \\ 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.48 & 0.52 & 0.00 \end{pmatrix}$$

$$= (0.390 \ 0.241 \ 0.109 \ 0.261)$$

于是 $b = \max \begin{pmatrix} \text{I} & \text{II} & \text{III} & \text{IV} \\ 0.390 & 0.241 & 0.109 & 0.261 \end{pmatrix}$
 $= \begin{pmatrix} \text{I} \\ 0.390 \end{pmatrix}$ 即琼中的农业生态环境质量属于 I 级。

类似地得到各样点的 \tilde{B}_k 值和评判结果如表 6 所示。

表 6: 各样点综合评判

Tab. 6 Synsthehtical judicious every sample point

K	等级 地名 \tilde{B}_k	等级				评判 结果	K	等级 地名 \tilde{B}_k	等级				评判 结果
		I	II	III	IV				I	II	III	IV	
1	海口	0.000	0.295	0.457	0.248	III	10	儋县	0.006	0.319	0.512	0.165	III
2	琼山	0.431	0.161	0.211	0.198	I	11	陵水	0.165	0.277	0.515	0.044	III
3	文昌	0.000	0.274	0.424	0.303	III	12	保亭	0.129	0.534	0.292	0.045	II
4	琼海	0.038	0.366	0.530	0.066	III	13	三亚	0.142	0.036	0.495	0.327	III
5	万宁	0.070	0.426	0.483	0.021	III	14	乐东	0.200	0.122	0.619	0.059	III
6	定安	0.091	0.596	0.294	0.020	II	15	东方	0.043	0.197	0.267	0.504	IV
7	屯昌	0.012	0.391	0.597	0.000	III	16	昌江	0.126	0.289	0.360	0.223	III
8	澄迈	0.009	0.564	0.333	0.094	II	17	白沙	0.175	0.431	0.257	0.138	II
9	临高	0.332	0.135	0.343	0.190	III	18	琼中	0.390	0.241	0.109	0.261	I

3.6 等级区划及其结果简析

根据表6中的评判结果,在海南岛地图上进行区域性划分(如图2所示)。

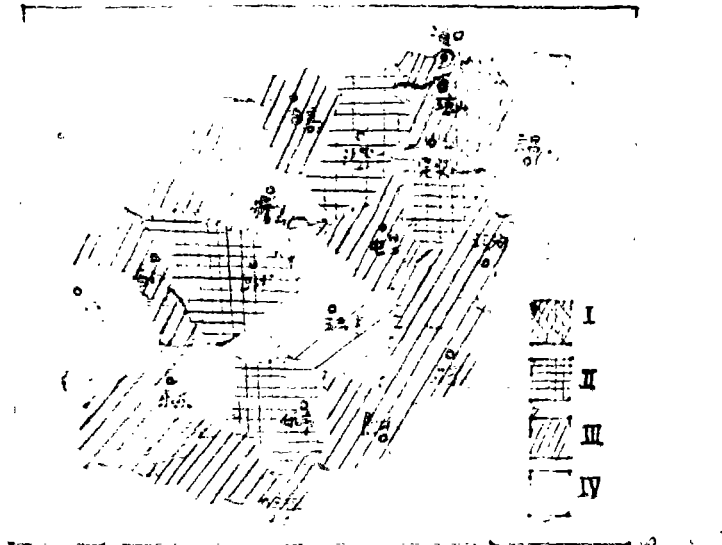


图2 海南岛农业生态系统质量区划

Fig.2 Division of systematic quality of agricultural ecology in Hainan island

由表6和图2可知, I级质量环境包括琼中和琼山两县,占全岛县市的11%。 II级质量环境包括澄迈、定安、保亭和白沙四县,占全岛县市的22%。 III级质量环境包括海口、琼海、文昌、万宁、屯昌、临高、陵水、乐东、昌江、三亚和儋县九县二市,占全岛县市的61%。 IV级质量环境仅包括东方一县,占全岛县市的6%。可见,全岛绝大部分环境质量基于中下水平,这与长期来的刀耕火种,乱砍滥伐、水土流失的基本情况是吻合的。而从身在的情况来看,海南的农业生态环境仍有恶化的趋势,这不能不引起有关部门的重视。根据海南的经济能力,对I级环境区主要是采取保护和巩固, II级环境区主要是恢复, III级环境区主要是提高和发展, IV级环境区主要是改造的方针为好。

4、讨 论

4.1 本文用模糊数学方法进行农业生态环境质量综合评判,其结果证明该方法是可行的,可以推广到其它类似的综合评判问题。

4.2 文中的环境等级质量是相对而言的,数学模型参数是以现实情况为基准的,即使评判结果为I级,但与原始的生态环境相比仍有不同程度的下降和恶化,因此,总的方针还是以保护、恢复和发展为主。

4.3 模糊综合评判的关键在于指标的选取,隶属函数的建立和权重的确定,目前这三个方面的量化还带有一定的主观性,若能从生物、物理和数学的方面进行鉴定和处理,那将会使评判的结果更加准确、更富于现实性。

参考文献

- [1] 汪培庄, 模糊数学简介(I), (II), 《数学实践与认识》, 1980年2~3期。
- [2] 高素华, 模糊数学在农业气象中的应用, 《农业气候资源分析和利用》, 福建科学技术出版社, 1982年。
- [3] 张文修, 《模糊数学基础》, 西安交通大学出版社, 1984年。
- [4] 郑剑非, 周兆德, 海南岛热带作物生态条件的模糊区域性划分, 《热带作物学报》, 1988年第1期。
- [5] 贺仲雄, 《模糊数学及其应用》, 天津科学出版社, 1985年。

Synthetical Judge of Agricultural Ecology Environment Quality in Hainan Island

Zhou Zhaode

(*Tropical Crops Department, SCCTC*)

ABSTRACT

From a ecological point of view, this paper selects some synthetical factors which can reflect environmental quality objectively from meteorological, biological and pedological subsystems, with synthetical judicial method in fuzzy mathematics, makes calculation according to gradational criterion of environmental factors of 18 counties in Hainan Island, and obtains synthetical judicial result and gradational division. The present paper aims at giving a help to protection and development of ecological environments, meanwhile, and still expects to provide a effective method for synthetical judge of environmental quality.