

# “星座”聚类法在山区农业生态经济区划中的应用<sup>\*</sup>

## ——以广西融水苗族自治县为例

胡宝清<sup>1, 2</sup> 周 兴<sup>2</sup> 尹家政<sup>2</sup>

(1 中国科学院长沙大地构造研究所 410013; 2 广西师范学院地理系 南宁 530001)

**提 要** 以山区农业生态经济区划原则为基础, 应用“星座”聚类分析方法, 将融水县划分出 2 级 4 个农业生态经济类型区, 并对各类型区的现状及农业生产发展方向进行了综合分析。

**关键词** 农业生态经济系统 综合区划“星座”聚类分析 山区 融水苗族自治县  
**分类号** 《中图法》F319.9 **文献标识** A

山区具有不同于平地的自然属性, 其显著特征是山区环境的不稳定性和敏感性以及生境的多样性, 使其具有资源丰富但生态系统脆弱等特点<sup>[1]</sup>, 面临着经济和环境的双重困境, 要对山区农业生态经济系统进行科学调控, 建立高效、和谐的区域农业生态经济系统, 首先必须根据农业生态经济的地域性差异进行综合区划。山区生态经济区划不同于自然区划、经济区划和传统的农业区划, 区划过程中应遵循相对一致性原则、区域共轭性原则和时限性原则<sup>[2, 3]</sup>。

要正确地反映客观存在的农业生态经济区域异质性特点, 必须通过一定的分类划区方法, 生态经济区划有多种定性和定量方法, 本方针对山区的特征, 采用“星座”聚类分析法进行农业生态经济综合分区, 为因地制宜指导农业生产提供科学依据。

### 1 “星座”聚类法原理、模型与步骤

“星座”图聚类是图解多元分析中的一种方法, 其基本原理是: 将每个样点按一定的数量关系点在一个半圆之中, 每一个样点用一个星点表示, 同类的样点便可以组成一个“星座”, 然后归类并区分不同“星座”的界线, 从而得到一个星座类型图<sup>[4]</sup>。

本文采用极差标准化法对原始数据进行处理, 即按下式计算

$$\phi_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \times 180^\circ \tag{1}$$

式中  $i = 1, 2, 3, \dots, N$  为样点数 (在此表示每一个乡镇);  $j = 1, 2, 3, \dots, P$  为指标数 (在此表示各分类变量);  $\phi_{ij}$  为标准化后的数据;  $X_{ij}$  为原始数据;  $X_{j\min}$ 、 $X_{j\max}$  分别为第  $j$  个变量的最小、最大值。

在对原始数据处理的基础上按下列式子计算各样点 (乡镇) 的坐标值、综合指标值

$$X_i = \sum_{j=1}^P W_j \cos \phi_{ij} \tag{2}$$

$$Y_i = \sum_{j=1}^P W_j \sin \phi_{ij} \tag{3}$$

$$Z_i = \sum_{j=1}^P \phi_{ij} W_j \quad (0 \leq W_j \leq 1, \text{ 且 } \sum_{j=1}^P W_j = 1) \tag{4}$$

<sup>\*</sup> 基金项目: 广西教育厅基金和融水土地局资助项目“广西县级和乡级土地利用总体规划理论、方法及其应用研究”部分成果, 方法应用得到西南师大城环系王力博士的指点, 谨致谢意!

式中  $X_i$  为第  $i$  个样点(乡镇)的横坐标;  $Y_i$  为第  $i$  个样点(乡镇)的纵坐标;  $W_j$  为第  $j$  个指标的权重值;  $Z_i$  为第  $i$  个样点的综合指标值。然后, 根据  $X_i$ 、 $Y_i$  的值, 确定每个样点在图内星点的位置, 并依次作出反映全部样点位置的星点, 性质相似和接近的样点代表星点聚在一起形成一个“星座”型图。最后, 根据综合指标值, 对所有样点排序进行聚类结果检查。

2 融水苗族自治县农业生态经济区划

2.1 自然社会经济概况

融水苗族自治县位于广西壮族自治区北部, 面积 4 624.21 km<sup>2</sup>, 1995 年全县辖 3 镇 18 乡, 年末总人口 45.45 万人, 其中农业人口占 89.13%。

融水县地处云贵高原与湘桂低山丘原之间, 山地占总面积 85.5%, 丘陵、平原分别占 7.3%、5.8%, 其余为水域。海拔多为 200 m~1 000 m, 最低 89 m, 为和睦镇的融江边, 最高 2 103 m, 是元宝山的无名峰。从地形分布来看, 中部为九万大山、泗洞山与滚贝老山、元宝山南北对峙形成自西向东横贯的贝江河流域谷地。南部是贝江河下游与融江河汇合口为界以南的融水镇、融水乡、永乐乡、和睦镇, 是本县的峰林谷地低丘平原区, 水利条件较好, 是主要农耕地; 此界以北的中部和北部 17 个乡镇大部土地是中低山和高丘区, 是本县的主要林区, 该区气候居中亚热带湿润季风气候类型, 雨量丰沛, 四季分明, 山地立体气候特征明显, 地带性土壤为红壤—黄壤带, 其北部以黄壤为主, 南部以红壤为主, 海拔<1 000 m 的低山丘陵为红壤, 海拔 1 000 m~1 300 m 分布着黄壤, 海拔 2 100 m 的山地有草甸土出现。

2.2 区划指标体系及主要指标解释

分区指标是农业生产经济区划的具体尺度, 也是考虑在农业生态经济区域差异和经济特征中起主导作用的因素。农业生态经济区划指标体系一般由农业生产自然条件指标组、社会经济指标组和农业生产结构及土地利用特点指标组等构成。山区分异主要是气候分异, 而决定其分异的主要因素是地貌(尤其海拔)因素, 但融水县地貌、气候资料比较缺乏, 因此, 本文选择了一些社会经济指标, 采用社会经济指标与自然指标相关延伸的方法, 确定了 10 个指标进行模糊综合聚类分析, 来揭示融水县农业生产生态经济系统的主要类型和地域分布。

聚类分析所选的 10 个指标如下: 1. 人口密度(A): 乡镇间人口密度的差异不仅直接反映了人口的空间分布状况, 间接反映了土地质量和环境的供养能力, 一般而言, 人口密度随山地海拔的增加而减少; 2. 人均耕地面积(B): 反映了人口与耕地之间的对比关系, 一般而言, 人均耕地面积随山地高度的增加而增加; 3. 森林覆盖率(C): 该指标与地表海拔和坡度的关系非常密切, 在一定程度反映水土保持状况, 一般而言, 地势越高, 坡度越陡的地段、森林覆盖率也越大; 4. 农民人均纯收入(D): 反映了乡镇社会经济状况; 5. 人均粮食产量(E): 反映了乡镇的农业生产水平和农民的生活水平; 6. 红薯与木薯播面比(F): 红薯和木薯是融水县的两种重要农作物, 二者种植与分布状况各异, 红薯多种于坡度较小的耕地, 而木薯多种于坡地, 二者播面比反映了地貌坡度和海拔状况, 一般而言, 红薯与木薯播面比值大, 此地海拔就低、坡度小, 反之亦然; 7. 经济作物占农作物播面比(G): 该指标反映了乡镇种植业结构, 直接影响到种植业用地效益; 8. 田土比率(H): 该指标反映了各乡镇的耕地构成, 也间接地反映了耕地的坡度状况和水分条件。一般而言, 地表比较平坦, 海拔较低的乡镇, 田多土少, 田土比率相应较大; 9. 果园与林地面积比(I): 融水县是林业大县, 果园是融水县最主要的园地利用类型, 一般分布在水热条件较好、地势较平坦的山外地区, 林地在山地面积较大; 10. 灌溉田占耕地面积比(J): 该指标反映了耕地的生产条件。一般而言, 平地的灌溉条件优于坡地, 低地优于山地, 因而该指标与耕地的坡度和高度密切相关。

2.3 聚类分析结果及检验

按(1)式分别对融水县的 21 个乡镇的 10 项指标值进行极差变换(表 1)。表 1 中 A'、B'……J' 代表相应的原始数据 A、B、……J 经标准化后的数据, 如 A' 代表人口密度 A 经变换后的数据。对各指标项各

赋权重 0.1, 按(2)式计算各乡镇的直角坐标, 结果见表 2。将 21 个样点的坐标绘在“星座”聚类图(图 1)上, 图中各点可明显地分为两大类, 分别用 I、II 表示, 而 II 类又可分为三个亚类, 这样共有四个亚类, 分别用 I<sub>A</sub>、II<sub>A</sub>、II<sub>B</sub>、II<sub>C</sub> 表示, 对融水县 21 个样点按公式(3)计算综合值并排序。I<sub>A</sub>、II<sub>A</sub>、II<sub>B</sub>、II<sub>C</sub> 亚类综合值区间分别为 850~1220、510~620、400~450、280~380。可见, I、II 生态经济类型大类差异显著, II 类内又存在较明显的差异, 因此, 排序结果表明聚类结果基本正确, 较好地反映了融水苗族自治县农业生态经济类型的客观状况。

表 1 融水苗族自治县农业生态经济聚类基础数据及标准化处理表

Table 1 The basis data of grey constellation cluster analysis and the score after standardization

Rongshui Miaozu Autonomous County											
编号	乡镇名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	融水镇	763.91	0.35	16.10	192.10	295.0	1.81	26.72	18.49	2.23	26.26
2	和睦镇	141.50	1.68	24.30	1752.0	452.0	3.96	32.31	14.46	1.45	27.06
3	三防镇	100.69	1.06	65.60	1181.0	270.0	0.59	18.266	0.16	7.47	12.48
4	融水乡	143.73	1.33	33.20	1436.0	354.0	1.61	17.48	11.80	1.89	17.53
5	永乐乡	131.41	1.62	16.60	1405.0	586.0	3647	40.68	14.40	0.30	22.93
6	四荣乡	68.33	2.03	76.20	1540.0	216.0	0.74	8.10	4.06	0.01	4.86
7	香粉乡	95.41	0.80	71.10	926.0	291.0	0.74	8.10	4.06	0.01	4.86
8	中寨乡	62.90	1.65	73.30	1501.0	225.0	0.41	18.35	2.64	0.03	3.20
9	安太乡	86.62	0.84	68.90	897.0	196.0	5.57	16.86	5.17	0.05	6.16
10	洞头乡	91.39	0.81	66.50	911.0	226.0	1.09	18.27	5.64	0.07	7.47
11	汪洞乡	76.91	0.85	50.30	103.0	217.0	0.26	19.79	4.88	0.00	6.16
12	同练乡	51.27	1.04	64.60	968.0	181.0	0.22	4.00	4.06	0.01	5.40
13	滚贝乡	68.83	.83	62.80	957.0	194.0	1.43	9.10	4.48	0.00	5.79
14	杆洞乡	77.30	0.62	60.10	824.0	188.0	2.54	19.409	5.72	5.05	8.41
15	安陞乡	76.94	1.02	68.00	1255.0	211.0	0.96	11.10	3.13	0.01	3.42
16	大浪乡	99.26	0.65	60.70	1251.0	220.0	2.59	4.38	4.61	0.01	5.59
17	白云乡	118.50	0.66	63.30	1246.0	242.0	0.71	10.71	6.05	0.15	8.70
18	红水乡	141.47	0.73	54.20	814.0	193.0	0.49	11.41	6.44	0.01	12.94
19	拱洞乡	137.76	0.59	55.90	1124.0	228.0	0.39	9.52	7.88	0.07	12.65
20	良寨乡	117.61	1.24	54.50	805.00	175.00	0.89	18.10	5.78	0.05	8.46
21	大年乡	122.78	0.73	49.10	1313.0	236.0	0.86	26.72	7.16	0.09	10.07

编号	乡镇名	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'	H'	I'	J'
1	融水镇	180.00	0.00	0.00	180.00	52.55	76.52	111.49	180.00	180.00	173.97
2	和睦镇	22.79	142.50	24.56	152.74	121.31	180.00	138.93	134.23	117.04	180.00
3	三防镇	76.07	148.25	60.65	41.61	17.81	69.98	44.86	12.91	32.21	
4	融水乡	23.53	105.00	51.21	101.77	78.39	66.90	66.15	104.03	152.56	108.11
5	永乐乡	20.24	136.076	1.05	96.77	180.00	156.42	180.00	133.55	23.22	148.84
6	四荣乡	4.31	180.00	180.00	1118.55	17.96	10.59	97.26	0.23	2.42	1.51
7	香粉乡	11.15	48.21	173.71	19.52	50.80	25.03	20.12	16.13	0.81	12.52
8	中寨乡	2.94	139.29	171.31	112.26	21.90	9.14	70.42	0.00	2.42	0.00
9	安太乡	8.93	52.50	158.14	14.84	9.20	16.84	63.11	28.73	4.04	22.33
10	洞头乡	10.13	49.29	150.95	17.10	22.35	41.87	70.03	34.07	5.65	32.21
11	汪洞乡	6.48	53.57	129.38	48.06	19.39	1.93	77.49	25.44	0.00	22.33
12	同练乡	0.00	73.93	145.26	26.29	2.63	0.00	0.00	16.13	0.81	16.60
13	滚贝乡	4.44	41.53	139.87	24.52	8.32	58.24	29.03	20.90	0.00	19.54
14	杆洞乡	6.59	28.93	13.78	3.06	5.69	110.21	75.57	34.98	4.04	39.30
15	安陞乡	6.48	71.79	155.44	72.58	15.77	35.61	34.84	5.56	0.81	1.66
16	大浪乡	12.21	32.14	133.58	71.94	19.71	114.06	1.86	22.37	0.81	18.03
17	白云乡	16.98	33.21	141.36	71.13	29.34	23.58	32.93	38.73	12.11	41.49
18	红水乡	22.78	40.71	114.11	1.45	7.83	12.99	36.36	43.15	0.81	73.48
19	拱洞乡	21.85	25.71	119.20	51.45	23.21	8.18	27.09	59.51	5.65	71.29
20	良寨乡	16.76	95.36	115.01	0.00	0.00	32.25	69.19	35.66	4.04	39.68
21	大年乡	18.06	40.71	98.84	81.94	26.72	30.80	111.49	51.33	7.26	51.83

2.4 农业生态经济综合区划

经在象征区划图上点绘类型点, 并根据区域共轭原则按主要类型进行分区合并, 将融水县划分为两个农业生态经济综合区, 分别用 A、B 表示, B 区下又分三个亚区(见表 3)。经对比, 4 个类型亚区与农业

地貌类型分布吻合,而与本县传统的农业区划结果不尽相同.这样就解决了区域行政边界和区域农业综合开发等实际问题,体现出进行山区农业生态经济区划的应用研究的重要实践意义,与本县的土地利用区划相得益彰,为土地利用总体规划服务.4个类型亚区分布如图2所示,农业生态经济综合区(亚区)的命名采用“位置+农业地貌类型(+农业产业优先发展顺序)”两(三)联名方式.据此,A为东南部峰林丘陵类型区,B为中北部山地类型区,其下的三个亚区:B<sub>II</sub>为元宝山—滚贝中、低山地类型亚区;B<sub>I</sub>、B<sub>III</sub>分别为中部贝江流域和北东部融江沿河低山高丘类型亚区.

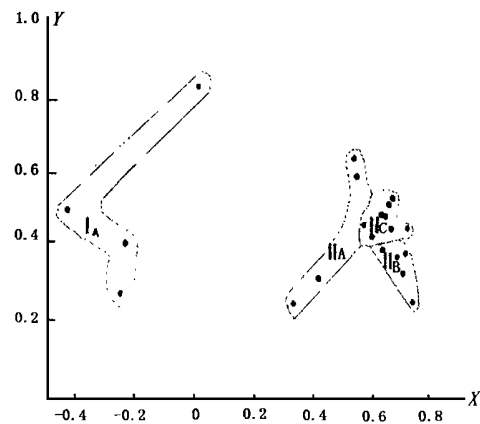


图1 融水县农业经济星座聚类图  
Fig. 1 The picture of agriecological economic grey constellation cluster analysis of Rongshui County

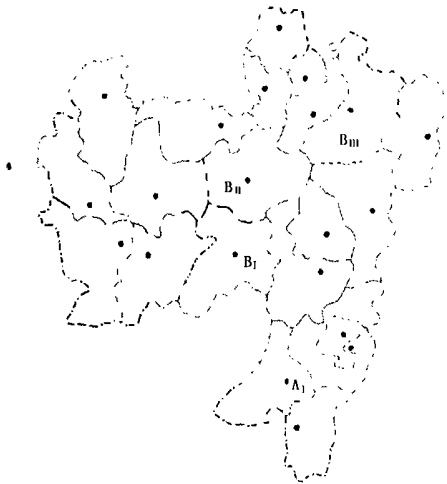


图2 融水县农业生态经济综合区划图  
Fig. 2 The regionization map of agriecological Economy in Rongshui County

表2 融水县星座聚类坐标计算结果表

Table 2 The star coordinates of grey constellation cluster analysis, Rongshui County

编号	乡镇名	X	Y	Z	编号	乡镇名	X	Y	Z	编号	乡镇名	X	Y	Z
1	融水镇	-0.25	0.28	1134.52	8	中寨乡	0.41	0.33	529.68	15	安陞乡	0.63	0.40	400.54
2	和睦镇	-0.43	0.50	1214.10	9	安太乡	00.68	0.38	378.66	16	大浪乡	0.59	0.44	426.62
3	三防镇	0.54	0.60	516.83	10	洞头乡	0.64	0.49	433.64	17	白云乡	0.65	0.53	440.86
4	融水乡	0.06	0.83	857.47	11	汪洞乡	0.66	0.46	383.07	18	红水乡	0.71	0.46	353.67
5	永乐乡	-0.24	0.41	1077.61	12	同练乡	0.73	0.26	281.65	19	拱洞乡	0.66	0.54	413.14
6	四荣乡	0.33	0.25	612.83	13	滚贝乡	0.71	0.40	356.29	20	良寨乡	0.62	0.50	407.95
7	香粉乡	0.70	0.34	378.00	14	杆洞乡	0.57	0.47	322.15	21	大年乡	0.53	0.65	518.98

表3 融水县农业生态经济综合区划体系

Table 3 The regionalization system of agni-ecoligal economy in Rongshui County

区	亚区	命 名	乡镇名称
A	A <sub>I</sub>	融水—和睦峰林丘陵农业综合开发区	融水镇、和睦镇、融水乡、永乐乡
	B <sub>II</sub>	元宝山—滚贝中低山水源林、用材林、牛羊、土特产、药材亚区	香粉乡、滚贝乡、同练乡、杆洞乡、安太乡
B	B <sub>I</sub>	中部贝江流域用材林、经济林、牛羊、土特产亚区	四荣乡、中寨乡、三防镇、汪洞乡
	B <sub>III</sub>	北东部融江流域	安陞乡、大浪乡、白云乡、红水乡、拱洞乡、大年乡、良寨乡、洞头乡

2.5 分区农业综合开发

2.5.1 A区——东南部峰林丘陵农业综合开发区

本区地处县域东南部,地势较平坦,多为峰林和丘陵,群众俗称为“山外平原”,气温适宜,降水充沛,

有利于发展种植业,本区的农业开发一是围绕粮食基地建设,以双季稻为主,推广先进农业科技,提高粮食单产和质量;二是加速养猪为主的畜牧业发展,搞好配套加工,巩固商品猪基础;三是迅速扩大甘蔗生产,提高土地利用的经济效益;四是积极发展植物油生产;五是抓好传统优势水果品种沙田柚的同时,积极种植桑树、果木等经济林;六是加强田间隙地的保护,提高土地利用的综合效益。

2. 5. 2 B 区——中北部山地林农复合经营区

本区包括中部、西部、北部所有山区,俗称“山里”,山地面积大,土壤较肥沃,气温较低,雨量充沛,适宜林业生产,可进行林农复合经营。本区分为三个亚区: B<sub>II</sub> 元宝山—滚贝中、低山地水源林、用材林、牛羊、土特产、药材亚区; B<sub>I</sub> 中部贝江流域和 B<sub>III</sub> 北部融江沿河低山高立用材林、经济林、牛羊、土特产亚区。

元宝山—滚贝中低山区,农业开发一是调整林种、落实规划,保护、恢复水源林;二是合理利用资源,发展用材林,保持一定数量的经济林,促使林业生产均衡发展;三是发展牛、羊为主的畜牧业,积极培植引种牧草,改进土地利用效率,提高牧草数量和质量;四是利用山区资源搞好土特产如香菇、木耳、棕片以及药材如灵香草、天麻、茯苓等生产,但在生产过程中必须注意不破坏森林;五是改良水果品种,发展水果生产,六是改善耕地灌溉条件,增加单产,提高人均占有粮;七是发展山区小水电和改善交通电信事业。

贝江—融江沿河低山高丘区,农业开发一是搞好杉、竹用材林基地建设,提高木材高品率,对坡度>30°的坡耕地,应退耕还林,保持水土;二是提高牛、羊商品生产,改造荒山荒地,由点到面进行牧草改良,播种植优牧草,提高土地载畜量;三是发展土特产如罗汉果、灵香草、香菇、木耳、棕片、八角等生产;四是推广先进农业科技,提高粮食单产和质量;五是利用水利资源,开发小水电,努力改善交通电信条件。

参 考 文 献

[1] 钟祥浩. 山地研究的一个新方向——山地环境学. 山地研究, 1998, 16(2), 81~84  
[2] 胡 柏. 农业生态经济分区应用研究成果初报. 西南农业大学学报, 1986(4), 93~98  
[3] 王万茂, 高 波, 太 寿. 土地生态经济学. 北京: 科学技术文献出版社, 1992, 161~176  
[4] 张兆文, 王学萌, 聂宏声. 农村经济灰色系统分析——模型、方法、应用. 北京: 学术期刊出版社, 1989, 25~28

第一作者简介 胡宝清, (1966—), 男, 讲师。主要从土地资源和区域可持续发展研究, 发表“区域自然资源综合区划的方法探讨”、“广西石山区可持续发展综合评价”等论文 8 篇, 现为中国科学院长沙大地构造研究所 98 级在读博士生。

APPLIED STUDY ON “GREY CONSTELLATION”  
CLUSTER ANALYSIS IN THE AGRI-ECOLOGICAL  
ECONOMIC REGIONALIZATION OF MOUNTAIN AREA  
——TAKING RONGSHUI MIAOZU AUTONOMOUS COUNTY OF GUANGXI  
ZHUANGZU AUTONOMOUS REGION AS AN EXAMPLE

HU Bao-qing<sup>1,2</sup> ZHOU Xing<sup>2</sup> YIN Jia-zheng<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> Changsha Institute of Geotectonics, Academia Sinica, Changsha, 410013;

<sup>(2)</sup> Depariment of Geography, Guangxi Normal College, Nanning, 530001)

**Abstract** The agri-ecological economic regionalization of mountain area is defined as classifica-  
tion based on the differentiation of structure and function and the spatial pattern in the agri-

ecological economic system of mountain area. Based on principles including relative consistency, regional conjugation and limitation period etc, the characteristics of typical example of the mountain county-Rongshui Miaozu Autonomous County in northern Guangxi Zhuangzu Autonomous Region, and employing the method of correlative stretch of nature-ecological and social economic indexes, this paper selects 10 indexes on agri-ecological economic system. Taking the town as a basic classification unit and applying the method of "grey constellation" cluster analysis, The county is divided into two regions and four subregions of agri-ecological economics and the present situations and trends of agricultural development of the regions are comprehensively analysed. This, on one hand, provides the foundation of exploitation and utilization of the agricultural land resources, on the other hand, puts forth a general method for agri-ecological economic regionalization in mountain area.

"Grey constellation" cluster analysis is a graphic method of multianalysis, its procedures as the following: firstly, primordial data are dealt with by applying the method of extreme difference standardization( $\phi_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \times 180^\circ$ ), in which  $i$  and  $j$  stands for sample (the town) and index (classified variable), respectively; secondly, the coordinate value of each sample is calculated from the formula( $X_i = \sum_{j=1}^p W_j \cos \phi_{ij}$ ,  $Y_i = \sum_{j=1}^p W_j \sin \phi_{ij}$ ), among which  $x_i, y_i$  and  $W_j$  stands for abscissa, ordinate and weight, respectively; thirdly, each sample is located in star map on the basis of the value of  $x_i, y_i$ , then the star points are clustered together and divided by which quality is similar as each other, so it become a constellation cluster map; finally, each and every comprehensive index value is numbered in link of the formula( $z_i = \sum_{j=1}^p \phi_{ij} w_j$ ,  $0 \leq w_j \leq 1$ ,  $\sum_{j=1}^p w_j = 1$ ), the arrange based on them examines the result of "grey constellation" cluster analysis.

In view of above mentioned, the result of general agri-ecological economic regionalization in Rongshui County was the following: A-the agricural region of comprehensive exploitation in southeast peak forest and hills and plains; B-central and northern mountains and hills region; Sub-divided into: BⅡ, Yuanbaoshan-Gunbei middle and low mountains headwaters forest, timberproducing forest, cattle and sheep, special local produce and medicine materials subregion; and BⅠ, BⅢ, central Beijiang Valley and northeastern low mountains and high hills timber along the Rongjiang river—producing forest, cattle and sheep and special local produce subregion.

**Key Words** Agri-ecological economic system, comprehensive regionalization, Gray constellation cluster analysis, Mountain area, Rongshui Miaozu Autonomous County.