

基于 GIS 和模糊物元贴近度聚类分析 模型的耕地质量评价*

聂艳¹ 周勇¹ 于婧¹ 梁本望² 罗代平²

(1 华中农业大学资源环境学院, 武汉 430070)

(2 湖北省宜都市国土资源局, 湖北宜都 443000)

摘要 利用 ArcGIS 和模糊物元贴近度聚类分析模型, 以原始数据为基础, 对湖北省宜都市耕地质量进行了评价。(1) 采用主成分分析法确定耕地质量影响因素;(2) 利用 ArcGIS 矢量化提取相关图层并进行相应的空间分析后, 采用多图层叠加确定评价单元和获取单元属性数据;(3) 根据各评价因子的隶属函数, 应用模糊物元贴近度聚类分析模型计算评价因子的权系数和评价单元的贴近度, 经过聚类分析划分耕地质量级别, 并进行抽样检验结果的准确性。结果表明: 宜都市耕地质量中等, I 至 VI 级地分别占 12.96%、30.37%、31.71%、16.16%、7.14% 和 1.66%。经实地检验评价结果基本与实际情况相符。

关键词 GIS; 模糊物元贴近度聚类; 质量; 耕地
中图分类号 S159 **文献标识码** A

人类诱导的土地变化及其对生态环境和人类生活的影响已经引起人们的广泛关注^[1], 随着市场经济体制的建立和土地有偿使用制度的实施, 综合评定耕地质量级别已成为当前和未来土地管理中的一项十分重要的工作。通过剖析耕地自然属性和社会经济属性的特点, 开展耕地质量评价, 为科学制订有关土地政策、土地规划、耕地征用和流通提供依据, 对充分发挥土地生产潜力, 提高土地利用效率, 促进农业持续、稳定、协调发展具有重要的意义^[2-4]。

随着地理信息系统(GIS)、遥感(RS)及计算机技术的深入应用, 耕地质量评价的研究有了快速发展, 尤其是国土资源部根据“数字地球”的需要, 适时提出“新一轮国土资源大调查”以来, 利用高新技术在土地资源评价中取得了丰硕的成果^[1-5]。但评价过程中往往会不同程度地引入人为因素的影响, 从而使评价结果的准确度与精确性受到一定的影响。为了突破人为主观因素的限制, 解决信息处理中的模糊不相容问题, 更加科学地探讨土地资源评价方法, 使评价结果更能反映耕地的本质特征, 本研究以湖北省宜都市为例, 采用模糊物元贴近度聚类分析模型并结合 GIS 技术对耕地质量进行评价, 取得了较好的结果, 为耕地资源的合理利用与管理提供了

依据。

1 研究区概况

宜都市原名枝城市, 位于鄂西南部, 长江中游南岸, 地跨东经 111° 05' 51" ~ 111° 36' 40", 北纬 30° 05' 54" ~ 30° 35' 56", 系鄂西山区向江汉平原过渡地带, 属大陆季风湿润气候。地貌因受历次地壳运动的影响, 明显地呈现出由西南向东北倾斜的变化特征。土壤类型以水稻土、潮土、红壤为主, 土壤质量因利用状况、成土母质等不同而有差异, 但总体上, 土壤质地以中壤为主, 酸碱度基本适中, 有机质含量中等。该区土地总面积 1 356.50 km², 其中耕地 459.78 km², 以中稻、小麦、油菜等农作物为主。

2 材料与方法

2.1 试验材料

专题图件: 1:5 万土属图(1985 年), 1:5 万土地利用现状图(2001 年), 1:5 万地形图(1995 年), 1:5 万行政区划图(1995 年)。

属性数据: 道路通达度、排灌条件、人均耕地、利

* 国家自然科学基金(批准号: 40271056)和中德农业科技合作 2004/2005 项目计划(No. 48)项目资助

作者简介: 聂艳(1977~), 男, 湖南长沙人, 博士研究生, 主要从事土地资源评价与地理信息系统应用方面的研究。E-mail: nsawen@webmail.hzau.edu.cn

收稿日期: 2004-06-18; 收到修改稿日期: 2004-09-12

用效益和土壤属性数据于 2003 年 10 月进行实地调查收集获取,其中道路通达度采用行政村内所有道路长度与村面积的比值量化,利用效益采用年均纯收益量化。

2.2 模糊物元贴近度聚类模型^[6,7]

2.2.1 模糊物元的概念 模糊物元就是以有序的三元组“事物,特征,模糊量值”作为描述事物的基本元,如果用 R 表示模糊物元, M 表示事物, C 表示事物 M 的特征, $\mu(X)$ 表示与事物特征 C 相应的模糊量值,它即指事物 M 对于其特征 C 相应量值 X 的隶属度,于是有

$$R = \begin{bmatrix} M \\ C, \mu(X) \end{bmatrix}$$

如果有 m 个事物用其共同的 n 个特征 C_1, C_2, \dots, C_n 及其相应的模糊量值 $\mu_1(X_{1i}), \mu_2(X_{2i}), \dots, \mu_m(X_{mi}), (i = 1, 2, \dots, n)$ 来描述,则称为 m 个事物 n 维模糊复合物元,记作:

$$R_{mn} = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \dots & M_m \\ C_1 & \mu_1(X_{11}) & \mu_2(X_{21}) & \dots & \mu_m(X_{m1}) \\ C_2 & \mu_1(X_{12}) & \mu_2(X_{22}) & \dots & \mu_m(X_{m2}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_n & \mu_1(X_{1n}) & \mu_2(X_{2n}) & \dots & \mu_m(X_{mn}) \end{bmatrix}$$

其中, R_{mn} 表示 m 个事物 n 维模糊复合物元, $M_j (j = 1, 2, \dots, m)$ 表示第 j 个事物, $\mu_j(X_{ji})$ 表示第 j 个事物 M_j 的第 i 个特征相应量值 $X_{ji} (j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n)$ 的隶属度。

本研究以“耕地评价单元,评价指标,模糊物元实测值”作为描述耕地质量的基本元。模糊物元实测值的隶属度值参照模糊数学中的隶属函数计算确定。

2.2.2 关联函数及权系数确定 两事物间的关联性,可用函数关系来表示,称其为关联函数,记为 $k(X)$ 。由于模糊物元中经典域和节域重合,所以关联函数和隶属函数两者等价,可以互相转化,即: $K_{ji} = \mu_j = \mu(X_{ji}), j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n$ 。

各评价指标对耕地质量影响的重要性程度主要通过指标的权系数来体现。权系数的确定方法较多,但大多掺入了人为因素的影响,本研究通过对关联函数值进行标准化处理,即可得到各评价指标的权重 W 。

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^m K_{ji}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_{ji}} \quad (j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

2.2.3 标准模糊物元和差平方复合模糊物元 以从优隶属度为原则,取各评价指标的隶属度的最优值 $u_{si} (i = 1, 2, \dots, n)$ 构成 n 维标准模糊复合物元 R_{sn} 。

$$R_{sn} = \begin{bmatrix} M_s \\ C_1 & u_{s1} \\ C_2 & u_{s2} \\ \dots & \dots \\ C_n & u_{sn} \end{bmatrix}$$

若以 $\Delta_{ij} (j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n)$ 表示标准模糊复合物元 R_{sn} 和模糊复合物元 R_{mn} 各评价指标最优值与实测值隶属度差的平方,则构成差平方复合模糊物元 R_{Δ} , 记作:

$$R_{\Delta} = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \dots & M_m \\ C_1 & \Delta_{11} & \Delta_{21} & \dots & \Delta_{m1} \\ C_2 & \Delta_{12} & \Delta_{22} & \dots & \Delta_{m2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_n & \Delta_{1n} & \Delta_{2n} & \dots & \Delta_{mn} \end{bmatrix}$$

其中, $\Delta_{ij} = (u_{si} - \mu_j)^2, j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n$ 。

2.2.4 欧氏距离法计算各评价单元的贴近度 计算两模糊物元间的贴近度有很多方法,考虑本研究是依据多指标对耕地质量进行综合评价,拟采用先乘后加模型计算欧氏贴近度 θ 。

$$\theta = 1 - \sqrt{\sum_{j=1}^m w_j \times \Delta_{ij}}$$

$$(j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

其中, θ 表示第 m 个评价单元与标准复合物元之间的贴近度,其值越大,两者越接近,表明评价单元的质量越好,级别越高;反之,评价单元的质量越差,级别越低。

以上操作过程采用 Visual Basic 编程实现。

2.2.5 最短距离法聚类^[8] 采用最短距离法对各评价单元的欧氏贴近度值进行聚类分析,然后划分耕地质量级别。用 d_{i1i2} 表示样本 i_1 与 i_2 间的距离,用 G_1, G_2 等表示类,定义 G_p, G_q 间距离 D_{pq} 为两类中各样本两两距离 $d_{i_1i_2}$ 的最小值,即:

$$D_{pq} = \min_{i_1 \in G_p, i_2 \in G_q} \{d_{i_1i_2}\} \quad (3)$$

通过分析两类的相关系数,依据其突变位置确定一个适当的绝对阈值 d_0 , 凡 D_{pq} 小于该值的聚为一类,大于该值的则应分属两类。

2.3 基于 GIS 的耕地质量评价流程

以 ArcGIS 作为空间数据编辑、管理和分析工具,用于获取耕地质量评价单元和评价因子属性数据,借助主成分分析法确定耕地质量评价指标体系,

根据各指标实测值和隶属函数构建模糊复合物元, 然后确定差平方复合模糊物元, 通过计算各评价单

元的欧氏贴近度并进行聚类分析后划分耕地质量级别, 结合 ArcGIS 实现结果图和报表的输出(图 1)。

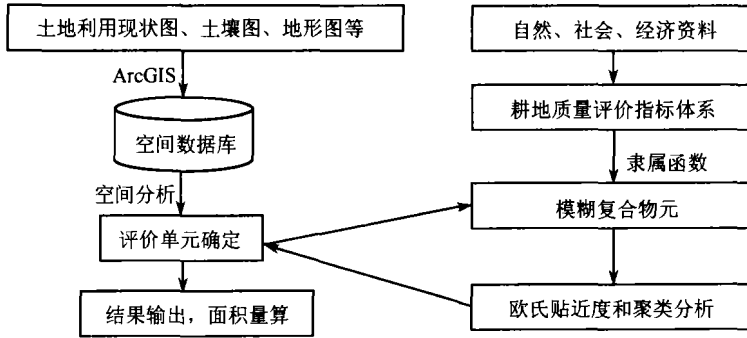


图 1 基于 GIS 的耕地质量评价流程

Fig. 1 Process of GIS-based quality evaluation on cultivated land

3 宜都市耕地质量评价

3.1 评价指标体系的建立

影响耕地质量的因素很多, 涉及自然生态、社会经济和区位条件等各方面。所以必须选取对耕地的适宜性影响大、稳定性高且能确切反映耕地质量差异的因素因子对耕地进行质量评价^[1, 2, 4]。选取评价因素主要有 4 个原则: (1) 选取的因子对土地的生产潜力有比较大的影响; (2) 选取的因子应在评价区域内的变异较大; (3) 应以稳定性因子为主, 但对农业生产影响大的不稳定性因子也应考虑; (4) 因子之间如果存在高度相关性, 只选择其中之一。

参考全国农业地力等级划分标准(NY/T309-1996)^[9], 在实地考察的基础上, 采用主成分分析法^[10]确定耕地质量评价指标体系。其流程如下:

(1) 指标鉴别力分析。用指标值分布的离散系数 CV_i 来量度, 当某指标的离散系数值小于临界阈值时去掉该指标 (CV_i 一般取 5%)。

$$CV_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (X_{ij} - \bar{X}_i)^2} \times \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij} \right)^{-1} \times 100$$

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (z_{ki} - \bar{z}_i)(z_{kj} - \bar{z}_j)}{\left(\sqrt{\sum_{k=1}^n (z_{ki} - \bar{z}_i)^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n (z_{kj} - \bar{z}_j)^2} \right)^{-1}}$$

(2) 指标相关分析。通过计算两指标的相关系数 (r_{ij}) 来消除高度相关指标对评价的影响。查表得到 18 个因子在 0.05 水平的相关系数临界值为 0.443。

(3) 主成分分析。运用方差累计贡献率大于

90% 的前 k 个主成分代替原始指标。

本研究首先根据宜都市的自然、社会和经济等各方面情况, 将坡度等 18 个因素作为其预选指标, 然后借助统计软件 SPSS 进行指标鉴别力、指标相关性和主成分分析, 最终确定宜都市耕地质量评价指标体系为海拔高度、坡度、有机质、表土层质地、pH 值、剖面构型、障碍层深度、排灌条件、人均耕地、土地效益、利用方式、农贸市场影响度和道路通达度等 13 个因子, 去掉 CEC、土壤污染、有效土层厚度、地下水位、农田区位等 5 个因子。

3.2 评价单元划分和属性数据获取

评价单元是土地自然质量性状基本一致的独立的土地单元, 它既是能完整反映耕地自身特性的基本地块, 也是工作中获取数据的基本单元。目前确定评价单元的主要方法有叠置法、地块法、网格法和多边形法, 本研究采用叠置法和多边形法相结合来获取评价单元及其属性数据。

(1) 海拔高度和坡度: 以 20 m 等高距数字化地形图提取等高线, 输入高程数据即可获得海拔高度; 然后利用 ArcGIS 的三维分析功能, 生成 TIN 后进行表面分析得到坡度图;

(2) 土壤属性数据: 数字化土属图, 然后输入不同土属类型的属性数据得到土属图层;

(3) 利用方式和农贸中心影响度: 按照《全国土地利用分类》(2002, 国土资源部) 对全国土地利用分类的规定, 数字化土地利用现状图提取耕地图层 (包括灌溉水田、望天田、水浇地、旱地和菜地); 提取农贸中心进行缓冲区分析获取农贸中心影响度图层。缓冲区分析是根据空间数据库中的点、线、面地理实体或规划目标, 自动建立其周围一定宽度范围的多边形,

也称邻近度。根据物体对周围空间影响度的变化性质,缓冲区分析一般有:线性衰减模型、二次衰减模型、指数衰减模型^[11]。本研究根据农贸中心的功能、营业规模及各城镇的等级,将宜都市各农贸中心分为4级,分别确定最大影响距离为7、5、3、2 km(各最大影响距离依据农贸中心的面积与研究区总面积

相比测算得到),然后根据实际情况,预先将农贸中心对周围空间的影响度 F_i 分为几个典型等级,采用二次衰减模型 $d_i = d_0(1 - \sqrt{F_i})$ 获取 d_i 值(表1),对不同 d_i 做缓冲区分析后将各等级缓冲区图进行叠加,在相应的缓冲区带中赋予相应的 F_i 值,得到其影响图层。

表1 农贸中心各等级 F_i 对应的 d_i 值

Table 1 F_i and its corresponding d_i value at all levels in the agricultural trade-center (m)

F_i	一级 Grade one	二级 Grade two	F_i	三级 Grade three	四级 Grade four
0.1	4 786	3 419	0.2	1 658	1 106
0.25	3 500	2 500	0.55	775	517
0.45	2 304	1 646	1	0	0
0.7	1 143	817			
1	0	0			

(4) 其他数据:以行政村为单位收集道路通达度、排灌条件、人均耕地和土地效益数据,通过用户识别码(ID)将调查数据导入行政区划图层。

将以上分析得到的图层叠加,对微小多边形(小于 6 mm^2)进行合并后得到的图层即为宜都市耕地质量评价单元图,共计6 548个多边形;由于各因子图层均有属性数据,因而通过叠加可同时获取每一个评价单元的因子属性数据。

3.3 隶属函数确定

依据各评价指标对耕地质量的影响特性,建立各评价指标的隶属度函数,计算隶属度值,表征各项指标在土地系统中的状态。

(1) 离散型:属于该类型的因子包括表层质地、剖面构型,排灌条件,利用方式。

(2) 抛物线型: pH 属于这种类型,曲线中转折点取值 $a_1 \sim a_4$ 分别为5.0、6.5、7.5、8.5。

表2 部分因子评价指标和隶属度值

Table 2 Evaluation indexes and dependence degree of some factors

表层质地 ¹	隶属度 ^{1/2}	剖面构型 ^④	隶属度 ^{1/2}	排灌条件 ^{④⑤}	隶属度 ^{1/2}	利用方式 ^{1/4}	隶属度 ^{1/2}
壤质土	1	A _p -B _p -B _{r1} -B _{r2}	1	一级	1	灌溉水田	1
Loam		A _{p1} -A _{p2} -W _r		Grade one		Paddy	
砂壤,粘壤 ^{3/4}	0.8	A _{p1} -A _{p2} -(W _r)	0.8	二级	0.8	菜地	0.9
		A _p -B _p -B _r		Grade two		Kaleyard	
粘土,砂土	0.5	A _{p1} -A _{p2} -W _r -(S)	0.6	三级	0.5	水浇地	0.7
Clay, Silt		A _{p1} -A _{p2} -W _r -G		Grade three		Irrigable land	
粗骨土	0.2	A _p -(B)-C _q	0.3	四级	0.3	旱地	0.5
Coarse sand				Grade four		Dry land	

¹ Soil texture; ^④ Profile structure; ^{④⑤} The condition of drainage and irrigation; ^{1/4} Land use type; ^{1/2} Degree of dependence; ^{3/4} Silty loam, Clay-loam

$$f(x_1) = \begin{cases} 0.1 & x \leq a_1 \\ 0.1 + [0.5 + 0.5 \times \sin(\pi / (a_2 - a_1) \times (x - (a_1 + a_2) / 2))] \times 0.9 & a_1 < x \leq a_2 \\ 1.0 & a_2 < x \leq a_3 \\ 0.1 - [0.5 - 0.5 \times \sin(\pi / (a_4 - a_3) \times (x - (a_3 + a_4) / 2))] \times 0.9 & a_3 < x \leq a_4 \\ 0.1 & x > a_4 \end{cases}$$

(3) S 型: 有机质、障碍层、人均耕地、土地效益、道路通达度属于正 S 型, 而海拔高度、坡度属于反 S 型, 曲线中转折点的取值见表 3。

$$f(x_2) = \begin{cases} 0.1 & x < a_1 \\ 0.1 + [0.5 + 0.5 \times \sin(\pi/(a_2 - a_1) \times (x - (a_1 + a_2)/2))] \times 0.9 & a_1 \leq x < a_2 \\ 1.0 & x \geq a_2 \end{cases}$$

$$f(x_3) = \begin{cases} 1 & x < a_1 \\ 1 - [0.5 + 0.5 \times \sin(\pi/(a_2 - a_1) \times (x - (a_1 + a_2)/2))] \times 0.9 & a_1 \leq x < a_2 \\ 0.1 & x \geq a_2 \end{cases}$$

表 3 评价指标的转折点取值

Table 3 Turning point values of factors for quality evaluation

评价因子 Factors	有机质 ¹ (g kg ⁻¹)	障碍层 ^④ (m)	人均耕地 ^② (m ² Person ⁻¹)	土地效益 ^¼ (yuan hm ⁻²)	道路 通达度 ^½	海拔 ^¾ (m)	坡度 ^⑧ (°)
a ₁	5	30	0.5	160	2	100	2
a ₂	20	90	2.0	300	8	500	15

¹ Organic matter; ^④Obstacle layer; ^②Cultivated land per capita; ^¼ Benefit per unit area; ^½ Accessibility level of road; ^¾ Altitude; ^⑧ Gradient

(4) 农贸中心影响度: 通过缓冲区分析后, 各单元的 F_i 已经量化为 0 和 1 之间的数值。

3.4 构建耕地质量评价模型

利用隶属函数对评价单元各指标原始属性值进行标准化后, 构建“耕地评价单元, 评价指标, 隶属度”模糊复合物元。

(1) 权重确定。联合国粮农组织的《土地评价纲要》规定分析参评因子对农用地质量影响的大小, 主要根据权重的不同来体现^[12]。本研究对构建的

模糊复合物元进行关联变化后, 对不同评价单元各指标的关联系数进行标准化处理得到各指标的权重(表 4)。

(2) 标准模糊物元和差平方模糊物元。各评价指标的隶属度值均表现为越大越好, 所以采用越大越优模型即取各指标的最大隶属度值确定标准模糊物元, 然后构建差平方模糊物元来计算各评价单元的贴近度值。

表 4 宜都市耕地质量评价因子的权重

Table 4 Weights of cultivated land quality evaluation factors

因素 Factor	海拔 Altitude	有机质 OM	表层质地 Soil texture	障碍层深度 Obstacle layer	排灌条件 ^④	人均 耕地 ^②	利用方式 Land use type
权重 ¹	0.05	0.06	0.1	0.04	0.12	0.03	0.03
因素 Factor	pH	坡度 Gradient	剖面构型 ^¼	道路通达度 ^½	土地效益 ^¾	农贸中心影响度 ^⑧	
权重 ¹	0.06	0.2	0.14	0.07	0.03	0.07	

¹ Weight; ^④The condition of drainage and irrigation; ^②Cultivated land per capita; ^¼ Profile structure; ^½ Accessibility level of road; ^¾ Benefit per unit area; ^⑧Intensity of the influence of the trade-center

(3) 贴近度计算和聚类分析。根据式(2)和表 4 计算各评价单元的贴近度值, 其范围在 0.35~0.93。然后以统计软件 SPSS 作为分析工具, 对各单元的欧氏贴近度值采用最短距离法进行聚类, 以相关系数

突变为聚类结束标志, 确定绝对距离阈值 0.09, 将研究区耕地质量划分为 6 级。同时, 根据所有单元贴近度值作频率直方图(图 2), 对聚类结果进行验证, 结果表明二者的分类间距类似。采用随机抽样

调查的方法对结果进行校验,以检验单元划分和边界确定的合理性、评价指标的正确性和结果的准确性。利用统计软件 SPSS,对 120 个随机野外调查样点的贴近度值和作物的产量进行相关性分析,求取 Pearson 相关系数,分析表明 Pearson 系数为 0.285,达

到极显著性水平(0.01),表明二者关系密切,模糊物元贴近度聚类法评价的结果与实际生产基本相符,具有一定的实践指导意义。利用 ArcGIS 统计各级别面积(表 5),输出评价区耕地级别图(图 3)。

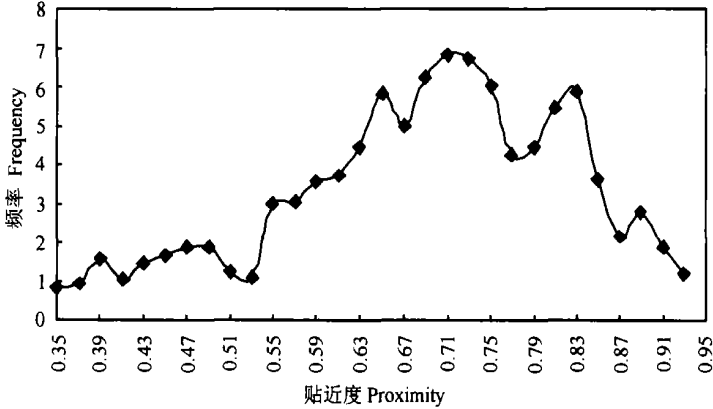


图2 宜都市耕地质量评价单元贴近度频率直方图

Fig.2 The frequency histogram of proximity of evaluation units for cultivated land

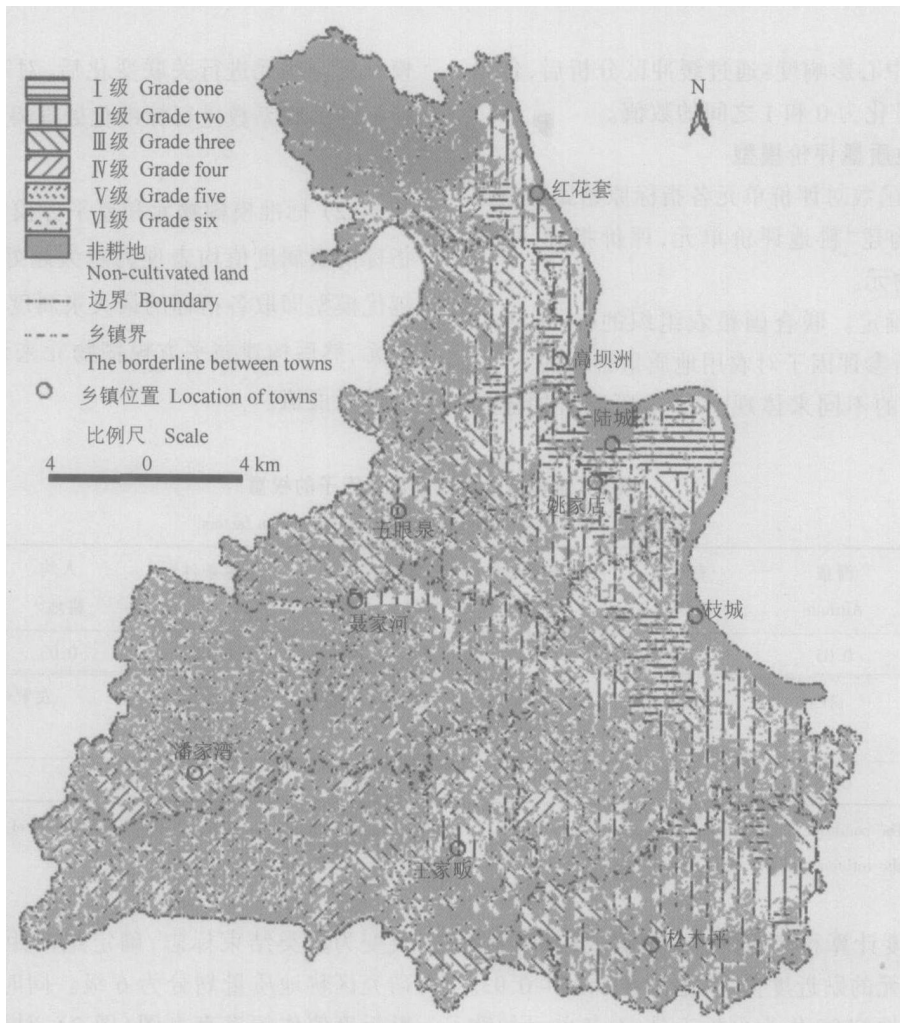


图3 宜都市耕地质量级别图

Fig 3 Quality level distribution map of cultivated land in Yidu County, Hubei Province

表 5 宜都市耕地质量评价结果

Table 5 Results of quality evaluation of the cultivated land in Yidu County, Hubei Province

级别 Grade	贴近度 Proximity	面积 Area (hm ²)	比例 Percentage (%)
iv 级 One	> 0.88	5 957	12.96
㊸级 Two	0.77~ 0.88	13 963	30.37
㊹级 Three	0.68~ 0.77	14 579	31.71
㊺级 Four	0.54~ 0.68	7 430	16.16
㊻级 Five	0.42~ 0.54	3 285	7.14
v 级 Six	< 0.42	764	1.66

3.5 结果与讨论

由表 5 和图 3 可知, 宜都市耕地质量以 ㊸、㊹级为主, 共占评价总面积的 62.08%, 说明该地区耕地质量中等。iv 级地主要分布在陆城、红花套、高坝洲、姚家店等靠近长江和清江的冲积平原和河谷平原区, 这类土地靠近市区, 坡度小, 以水稻土为主, 有机质含量一般大于 2 g kg^{-1} , 无障碍层, 农田基础设施建设好, 每 hm^2 纯收益 4 500 元以上, 是全市农产品生产基地; ㊸级地主要分布在 I 级地的外围地区或镶嵌在 iv 级地中间, 这类地区地貌类型为平原岗地或丘陵, 以水稻土、潮土为主, 有机质含量在 $1.5 \sim 2.5 \text{ g kg}^{-1}$ 之间, 道路通达度适中, 部分地方有地下水的影响, 耕地总体质量中等偏上; ㊹级地主要分布在 II 级地往西、南方向的外围地区, 这类土地总体质量中等, 有机质含量中等, 部分地区农田区位较差, 部分地区障碍层小于 60 cm, 每 hm^2 土地纯收益 3 000~ 4 500 元; ㊺级地主要分布在该市西南部的王家畈、潘家湾和聂家河等乡镇, 这类土地土壤养分含量较低, 有机质在 1 g kg^{-1} 左右, 区位条件较差, 海拔较高, 坡度均大于 5° ; ㊻、v 级地面积较少, 主要分布在该市西、南部的低山或偏远山区, 这些地区养分含量低, 海拔高, 坡度大, 存在一定的土壤侵蚀现象, 道路长度短而差, 排灌系统不太完善, 耕地多以旱地为主, 每 hm^2 土地纯收益低于 2 400 元。由上分析可以看出, 对耕地质量影响较大的主要是耕地的地貌、排灌设施以及交通区位条件等, 由于各乡镇所处位置不同、距离中心城市远近不一、农田基础设施有差异、农村道路通达性不一样, 这些一方面影响农产品的运输和销售, 造成耕地回报率不一样, 另一方面也影响耕地本身生产潜力的发挥。

4 结 论

1) 模糊物元贴近度聚类法将评价单元和级别

均视为一个物元, 评价因子权重和贴近度都是以原始数据为基础获取, 在评价中减少了主观因素的影响, 使评价结果的精确度和准确度得到提高, 更能反映耕地的演变规律和本质特征;

2) 本研究是采用 GIS 和模糊物元贴近度聚类分析模型进行耕地质量评价的一个比较成功的尝试。其结果不仅对中低产田的改造、耕地资源的合理利用与管理提供科学依据, 也为以后该地区土地资源的可持续评价奠定基础;

3) 耕地质量评价是土地评价一个部分, 许多方面有待进一步完善, 尤其是评价指标体系的建立, 它涉及到社会、经济、区位等多方面的因素, 所以参评因素选择的合理性还有待于进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] Rozanov B G. Human impacts on the evaluation of soils under various ecological conditions of world. Trans of 14th ICSS. Kyoto, 1990. 53- 62
- [2] Eswaran H, Kimble J. Land quality assessment and monitoring: The next challenge for soil science. Pedosphere, 2003, 13(1): 1~ 10
- [3] David G R. ALES: A framework for land evaluation using a micro-computer. Soil Use and Management, 1990, 6(1): 7~ 20
- [4] 石常蕴, 周慧珍. GIS 技术在土地质量评价中的应用——以苏州市水田为例. 土壤学报, 2001, 38(3): 248~ 255. Shi C Y, Zhou H Z. Evaluation of land quality based on GIS— A case study of paddy field in Suzhou (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2001, 38(3): 248~ 255
- [5] 张华, 张甘霖, 漆智平. 热带地区农场尺度土壤质量现状的系统评价. 土壤学报, 2003, 40(2): 186~ 193. Zhang H, Zhang GL, Qi Z P. Systematic assessment of soil quality at farm level in tropical area of China (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2003, 40(2): 186~ 193
- [6] 蔡文. 物元模型及其应用. 北京: 科学技术文献出版社, 1994. Cai W. Matter-element Model and Its Application (In Chinese). Beijing: Scientific and Technical Documents Press, 1994
- [7] 潘峰, 梁川, 王志良, 等. 模糊物元模型在区域水资源可持续利用综合评价中的应用. 水科学进展, 2003, 14(3): 271~ 275. Pan F, Liang C, Wang Z L, et al. Fuzzy matter-element model for

- evaluation of sustainable utilization of regional water resources (In Chinese). *Advances in Water Science*, 2003, 14(3):271~ 275
- [8] Hu Y M, Wang R C. GIS-based red soil resources classification and evaluation. *Pedosphere*, 1999, 9(2): 131~ 138
- [9] 中华人民共和国农业部. 全国耕地类型区、耕地地力等级划分. 北京: 中国标准出版社, 1996. The Ministry of Agriculture, the People's Republic of China. Classification of Type Regions and Fertility of Cultivated Land in China(In Chinese). Beijing:Standards Press of China, 1996
- [10] 王玉杰, 王千. 主要土壤肥力因素指标的筛选模型. *生物数学学报*, 2000, 15(2): 163~ 168. Wang Y J, Wang Q. The model for selecting main fertility factors of soil (In Chinese). *Journal of Biomathematics*, 2000, 15(2): 163~ 168
- [11] 黄杏元, 徐寿成. GIS的缓冲区分析模型及其应用. *中国图形图像学报*, 1998, 3(10): 871~ 873. Huang X Y, Xu S C. GIS-based dynamic buffer analysis model and its application(In Chinese). *Journal of Image and Graphics*, 1998, 3(10): 871~ 873
- [12] FAO. A Framework for Land Evaluation. Rome: FAO, 1976

FARMLAND QUALITY EVALUATION BASED ON GIS AND FUZZY MATTER-ELEMENT PROXIMITY CLUSTER ANALYSIS MODEL

Nie Yan¹ Zhou Yong¹ Yu Jing¹ Liang Benwang² Luo Daiping²

(1 College of Resources & Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

(2 Land and Resources Bureau of Yidu County, Yidu, Hubei 443000, China)

Abstract With the original data as basis, the cultivated land quality in Yidu County, Hubei Province was evaluated with the aid of GIS and the fuzzy matter-element proximity cluster analysis model. The procedure of the evaluation goes: (1) Use the principal component analysis method to determine factors affecting cultivated land quality; (2) Extract correlatographs with the aid of ArcGIS vectorization, put them under spatial analysis and use the multi-map superimposition method to define evaluation units and extract unit attribute data; (3) Based on membership functions of the evaluation factors, calculate weight coefficients of the evaluation factors and proximity of the evaluation units with the fuzzy matter-element proximity cluster analysis model, and sort the cultivated lands into various quality levels. At the same time, 120 samples were collected randomly to verify veracity of the results. The results indicate that the cultivated land in this area is medium in quality and can sorted into 6 levels, accounting for 12.96%, 30.37%, 31.71%, 16.16%, 7.14% and 1.66%, respectively, which is roughly in accord with the actual situation.

Key words GIS; The fuzzy matter-element proximity cluster; Quality; Cultivated land