

# 耕地地力评价隶属函数模型参数确定探讨

## ——以安徽省青阳县土壤有机质为例

官志锋, 何方\*, 杨旻, 殷祥

(安徽农业大学资源与环境学院, 合肥 230036)

**摘要:** 以安徽省青阳县为例, 基于县域耕地资源管理信息系统对土壤有机质隶属函数的参数调整进行研究, 利用重新调整参数后的隶属函数进行单因子的评价。研究表明, 利用重新拟合隶属函数的方法, 调整模型的参数, 有机质因子的隶属度得到了合理的分布, 使得其在决定青阳县耕地地力中的贡献合理性增加。因此, 运用该方法调整的隶属函数参数是可行的, 其结果符合当地实际情况。

**关键词:** 县域耕地资源信息管理系统; 隶属函数

中图分类号: S159

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2012)02-0297-05

### Determination of subordinate function model parameters for the assessment of cultivated land fertility

——the evidence from the soil organic matter of Qingyang county, Anhui Province

GONG Zhi-feng, HE Fang, YANG Yang, YIN Xiang

(School of Resources and Environment, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

**Abstract:** We studied the parameter adjustment of membership function of soil organic matter by using CLRMIS (county land resources management information system) software and made use of the parameter-readjusted membership function to conduct single-factor evaluation. The results show that by re-fitting the membership function and adjusting the parameters in the model, the membership grade of organic matter factor will be more properly distributed, and contributions rationality to improving soil productivity of Qingyang county could be improved. In conclusion, it is feasible to apply the method into adjusting subordinate function discussed in this paper, and the results are in line with the local conditions.

**Key words:** CLRMIS ( county land resources management information system; subordinate function

自 2005 年农业部启动测土配方施肥补贴项目以来, 安徽省先后有 54 个县市区进行耕地地力评价工作, 安徽省统一采用农业部推荐的县域耕地资源信息管理系统 (以下简称 CLRMIS 系统) 进行耕地地力评价工作, CLRMIS 系统是以江苏仪征地区的数据为例, 作者在应用过程中发现直接利用 CLRMIS 系统提供的模型进行评价时, 原有模型隶属函数的参数与评价数据不能很好的拟合, 使得实测的部分数据不能参与评价运算, 影响评价结果。为了合理确定函数的参数及取值范围, 从而发挥各

评价因子在耕地评价中作用, 本文以安徽省青阳县为例说明评价因子中土壤有机质的隶属函数模型参数确定的方法, 以此为进一步探讨其他评价因子隶属函数模型的参数确定提供借鉴。

### 1 研究区域概况

青阳县地处皖南山区的北部, 紧临长江南岸, 位于北纬 30°19'~30°50', 东经 117°40'~118°08', 东与南陵、泾县交界, 南邻黄山、石台, 西与贵池毗邻, 北与铜陵相隔。全县总面积 1 180.6 km<sup>2</sup>, 南北长约 60 km, 东西宽约 40 km。青阳县山地多, 耕

收稿日期: 2011-10-17

基金项目: 安徽省青阳县耕地地力评价项目资助。

作者简介: 官志锋, 男, 硕士研究生。E-mail: 170305448@163.com

\* 通讯作者: 何方, 男, 副教授。E-mail: ahzhhf@163.com

地少，水田多，旱地少。受到地质构造影响，地貌起伏多变，形成了南部中山低山区，海拔较低的山坡平缓处已垦植为茶、药材等经济作物园地；中部低山丘陵区，低山丘陵主要是苎麻、蚕桑，农作物水稻以双季为主；北部丘岗圩区，丘岗坡度低缓，水源条件好的地方已垦植桑园、麻园和零星的茶园，农作物水稻以双季为主<sup>[1]</sup>。

## 2 原理与方法

### 2.1 原理

耕地地力评价是依据所在地的地形地貌、成土母质、土壤理化性状、农田基础设施等要素相互作用表现出来的综合特征，揭示耕地潜在作物生产力的高低。目前，国内耕地地力应用当前被广泛认可的 CLRMIS 系统，利用层次分析、模糊数学等现代

数学统计分析技术，对县域耕地地力进行了评价。青阳县根据其立地条件，理化性状等要素对耕地地力的影响，利用特尔斐法选取了地貌类型、成土母质、有机质、质地等 14 个评价指标，详见表 1。

依据上表有机质因子在耕地地力等级的贡献中占较大比例，因此选取有机质为代表性进行研究。有机质评价指标与耕地生产能力的关系为戒上型函数。戒上型函数模型如下所示：

$$y_i = \begin{cases} 0 & u_i \leq u_i \\ 1/(1 + a_i(u_i - c_i)^2) & u_i \leq u_i < c_i (i = 1, 2, \dots, m) \\ 1 & c_i \leq u_i \end{cases}$$

式中  $y_i$  为第  $i$  个因素评语； $u_i$  为样品观测值； $c_i$  为标准指标； $a_i$  为常数； $u_i$  为指标下限值。

表 1 层次分析结果  
Table 1 Analysis of soil layer

项目 Item	立地条件 Stand condition	剖面组成 Profile	养分状况 Nutrient status	土壤管理 Soil management	组合权重 Weight $\sum CiAi$
	0.220 0	0.240 0	0.300 0	0.240 0	
坡向 Slope direction	0.180 0				0.039 6
坡度 Slope degree	0.240 0				0.052 8
地形部位 Topographic position	0.260 0				0.057 2
成土母质 Parent material	0.320 0				0.070 4
剖面构型 Profile configuration		0.300 0			0.072 0
耕层厚度 Topsoil thick		0.330 0			0.079 2
质地 Disposition		0.230 0			0.055 2
pH		0.140 0			0.033 6
有机质 Organic matter			0.340 0		0.102 0
有效磷 Available P			0.200 0		0.060 0
速效钾 Available K			0.230 0		0.069 0
有效铁 Available Fe			0.130 0		0.039 0
有效锌 Available Zn			0.100 0		0.030 0
灌溉保证率 Probability of irrigation				0.540 0	0.129 6
排涝能力 Drainage capacity				0.460 0	0.110 4

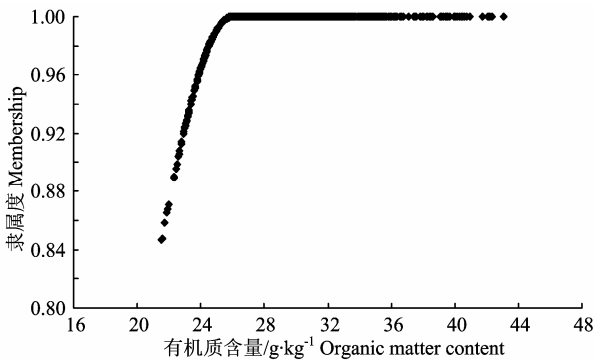


图 1 CLRMIS 系统参数的有机质隶属度分布

Figure 1 Distribution of the organic matter memberships on CLRMIS

有机质的函数表达式为  $y=1/(1+a*(u-c)^2)$ 。式中  $a$  为常数， $u$  为实测有机质值， $c$  为有机质最大值。常数  $a$  的确定：选取的  $a$  值能使有机质为 40, 35, 32, ... 处的函数值  $y$  与专家评价的数值  $y_i(1, 0.9, 0.8, \dots)$  相差都很小。即：( $i = 0, 1, 2, \dots, n$ ) 都很小。

### 2.2 研究方法

首先直接利用 CLRMIS 系统提供的模型对青阳县有机质的数据隶属度进行分析，其次再利用 CLRMIS 系统重新拟合隶属函数以便调整参数，再次利用 CLRMIS 系统重新编辑模型对调整后有机质函数隶属度进行分析。

**2.2.1 CLRMIS 系统参数的有机质隶属度** 采取 CLRMIS 系统进行耕地地力评价, 得到青阳县耕地地力评价结果数据表。根据青阳县耕地地力评价结果数据表统计青阳县有机质隶属度分值见下图 1。

**2.2.2 拟合隶属函数** 根据实测有机质数据, 评估出相应的一组隶属度分值, 见表 2。参照表 2 青阳县有机质含量与隶属度的对应分值表, 重新拟合隶属函数。

表 2 有机质隶属度分值  
Table 2 The scores of the organic matter and memberships

指标 Index	指标级别与隶属度 Index grade and membership						
有机质含量/g·kg <sup>-1</sup> Organic matter	40	35	32	29	26	23	19
隶属度(分值) Membership(score)	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4

首先, 在 CLRMIS 系统专题评价中选择隶属函数拟合, 选择戒上型函数类型分别输入有机质指标级别隶属度, 运行计算得出的模拟曲线如图 2 所示 [3-4]: 得到隶属函数  $Y=1/[1+0.003076*(X-40.9191)^2]$ 。

的隶属函数, 来调整隶属函数模型的参数, 利用调整参数后的模型重新计算得到青阳县有机质隶属度的分值, 如下图 3 所示。

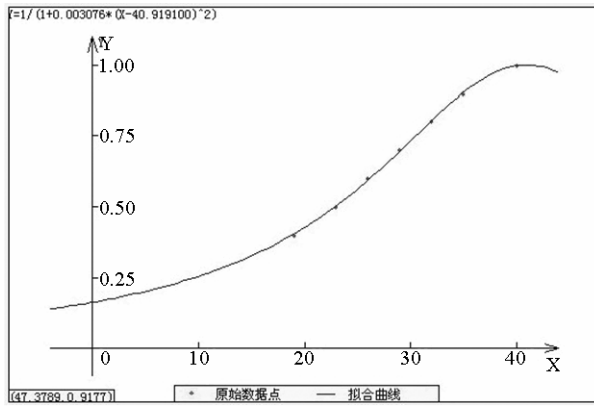


图 2 有机质与隶属度关系曲线

Figure 2 Relation between the organic matter and membership

利用上述方法, 调整了有机质隶属函数的系数  $a$  和标准值  $c$  的范围, 通过隶属函数斜率的变化校正有机质因子在耕地评价中作用。

**2.2.3 调整参数后的有机质隶属度** 根据重新拟合

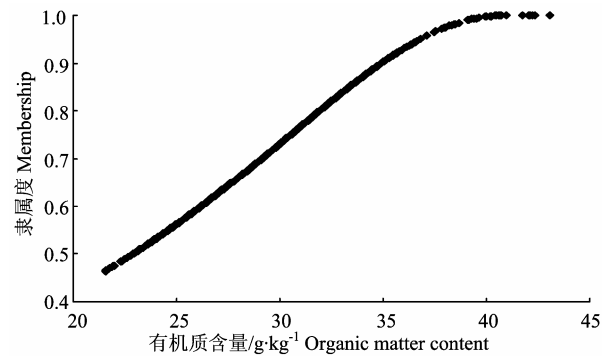


图 3 调整参数后的有机质隶属度分布

Figure 3 Distribution of the adjusted organic matter membership

**2.2.4 分区域调整有机质隶属函数的参数** 青阳县根据其地形地貌被划分为南部中低山区, 中部低山丘陵区, 北部丘岗圩区。利用上述 2.2 的方法分区域拟合青阳县有机质隶属函数, 与青阳县调整参数后的有机质隶属函数得到的隶属度进行比较并通过 SAS 软件进行相关性分析, 见下表 3。

表 3 区域隶属函数与总隶属函数的参数调整对照  
Table 3 Contrast of parameters adjustment between region and overall subordinate function

区域 District	隶属函数 Membership function			
	系数 $a$ Coefficient	标准值 $c$ Standard value	下限值 $U_{ll}$ Lower limit	相关系数 Correlation coefficient
南部地区 Southern part	0.007 149	40.402 115	8	0.994 319
中部地区 Middle part	0.004 559	37.426 487	5	0.995 032
北部地区 Northern part	0.003 886	39.163 231	8	0.988 167
总个青阳县 The whole Qingyang County	0.003 076	40.919 100	10	极显著相关 Sig. difference

### 3 结果与分析

在直接 CLRMIS 系统的隶属函数模型参数对青阳县有机质进行分析时, 从图 1 中观察到 80.6%的

有机质含量的值大于等于 26 g·kg<sup>-1</sup> 时其隶属度不存在差异, 即有机质因子对耕地地力等级的贡献相对较小。因此为了体现其差异, 利用 CLRMIS 系统重新拟合有机质隶属函数, 针对重新拟合的隶属函数

改变函数的系数和标准值范围,得到了图3的结果,这个结果通过函数斜率的变化校正有机质因子在耕地评价中作用,准确的反映有机质因子的隶属度在耕地地力评价中的差异。CLRMIS系统提供的隶属函数模型与重新拟合后的调整的参数列表比较如表4所示。

表4反映出同是有机质的隶属函数,除了隶属函数形式相同外,标准值、常数和下限值均不同。其原因在于,该指标在决定当地耕地地力中的意义略有差异,为了体现其差异必然要改变函数的系数和取值范围,这样才能通过函数斜率的变化校正其在耕地评价中作用,反映在耕地地力评价中的差异。比较图1与图3结果发现通过改变函数的系数和取

值范围后,使得偏离标准值后,斜率增加,取值快速下降,有机质指标的隶属度在决定青阳县耕地地力中的贡献增加,符合了青阳县的现状。

### 3.1 各区域隶属函数与总隶属函数的对比分析

分区域拟合青阳县有机质隶属函数后与青阳县调整参数后的有机质隶属函数得到的隶属度进行比较结果如表4。

根据表4可以发现青阳县南部中低山区有机质标准值设定较高,是因为该区域耕地面积大,占全县总面积的46.4%。有机质含量相差悬殊,对有机质含量在耕地地力建设中的期望值较高有关,符合该县农田建设指导方针和实际。南部区域利用两种参数得到结果如下图4。

表4 CLRMIS系统模型函数的参数与调整后模型函数参数的对照  
Table 4 Contrast of function parameters between CLRMIS and adjusted models

项目 Item	隶属函数 Membership function	隶属函数式 Functional expression	系数(a) Coefficient	标准(c) Standard	下限值(U <sub>1</sub> )	上限值(U <sub>2</sub> )
原参数 Origin parameter	戒上型 Upper limit	$1/(1+a*(u-c)^2)$	0.013 5	24	8	-
调整参数 Adjusted parameter	戒上型 Upper limit	$1/(1+a*(u-c)^2)$	0.003 076	40.919 1	10	-

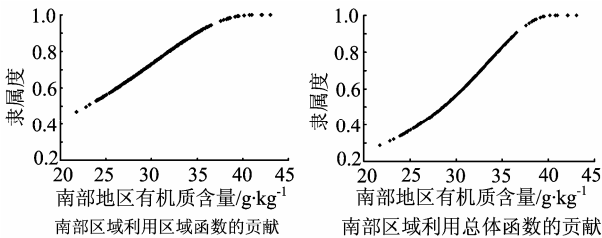


图4 南部中低山区隶属函数的隶属度分布情况

Figure 4 Distribution of the subordinate function memberships in southern low mountains

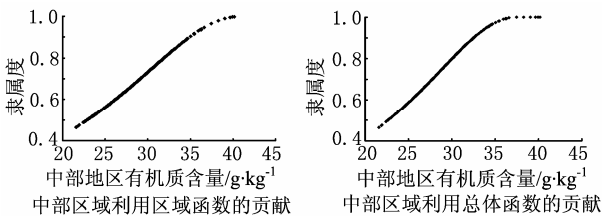


图5 中部低山丘陵区隶属函数的隶属度分布情况

Figure 5 Distribution of the subordinate function memberships in middle hilly areas

青阳县中部低山丘陵区有机质含量普遍较高,有机质含量在耕地评价中对等级的贡献相对较小,因此降低了取值下限,而普遍较高的现实又使得曲线的变化斜率比较平稳(标准值两侧斜率相差不大);中部区域利用两种参数得到结果如下图5。

青阳县北部丘岗圩区有机质含量相对较低,因此标准值必须下移才符合现状,但是鉴于有机质对耕地地力的重要性,使得偏离标准值后,斜率增加、取值快速下降。北部区域利用2种参数得到结果如下图6。

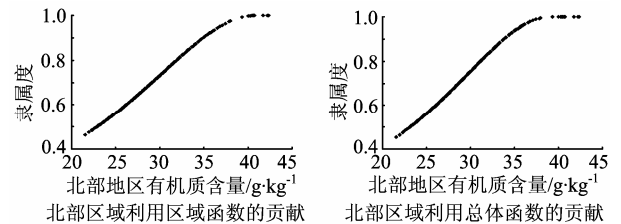


图6 北部丘岗圩区隶属函数的隶属度分布情况

Figure 6 Distribution of the subordinate function memberships in northern hilly areas

## 4 结论

通过对有机质隶属函数的重新拟合,调整隶属函数模型的参数并以层次分析法、特尔斐法以及模糊数学法相结合的方式,在CLRMIS系统软件支持下,完成了青阳县有机质隶属函数模型参数的研究,主要得出了以下结论:

(1) 通过CLRMIS系统重新拟合有机质的隶属函数,调整隶属函数模型的参数,有机质因子的隶属度得到了合理的分布,使得其在决定青阳县耕地

地力中的贡献合理性增加,符合了青阳县的实际。

(2)利用同样的方法将青阳县分区域进行隶属函数的拟合,调整隶属函数模型的参数,并将两种调整后的参数模型进行比较,结果表明在不同地区不同种植结构下,调整后隶属函数也满足青阳县各个区域的情况。

(3)该研究采用了最小二乘法并利用 CLRMIS 系统完成了有机质隶属函数的拟合,通过隶属函数的重新拟合调整了其模型的参数,这对于其他评价因子的隶属函数有一定的实用价值,为进一步探讨其他评价因子隶属函数的参数确定提供借鉴。

## 参考文献:

- [1] 安徽省青阳县土壤普查办公室. 青阳土壤[R]. 1985.
- [2] 安徽省土壤肥料总站. 测土配方施肥管理与技术培训教材[R]. 2006.
- [3] 徐丹, 江辉. 县域耕地地力评价理论与方法研究[D]. 河南: 河南农业大学, 2009.
- [4] 县域耕地资源管理信息系统用户手册[R]. CLRMIS, 2007.