

GIS 支持下的定量化、 自动化农用地评价方法的探讨

赵庚星 李玉环 李强
(山东农业大学)

摘要: 进行了地理信息系统(GIS)支持下的农用地定量化、自动化评价方法研究。以GIS叠加分析模型,通过图形与其相应属性库的对应统一,采用回归分析、聚类分析等定量模型,实现了农地评价中评价单元划分、数据提取、参评因素选取及权重确定、评价与分等定级一系列的定量化、自动化评价流程。以山东垦利县为例,根据农地自然质量评价、经济评价以及潜力评价的要求,制订了相应评价标准、定量技术方法,取得了良好效果。

关键词: 农用地; 自然质量评价; 经济评价; 潜力评价

农地质量决定着农用地生产力的高低及其利用效益,在当前耕地面积增加受到严重限制的情况下,客观而准确地评定农地质量,进一步提高农地生产力水平,是一个十分重要的研究课题。近年来随着地理信息系统(GIS)技术在我国的发展和运用,不少学者开始将地理信息系统技术用于土地评价的研究。本文以PC ARC/INFO为支持,进行了黄河三角洲垦利县农用地评价的研究,重点就GIS支持下的农用地定量化、自动化评价方法进行了探讨。

1 农用地自然质量评价

土地自然质量是进行农业生产的重要基础,农地自然质量评价主要以土地自然性状要素指标评定其生产力的高低。

1.1 评价单元的划分

评价单元是土地自然性状基本一致的独立的土地单位,是土地评价的最小单元。评价单元的划分应以影响土地质量的关键性因素为依据,目前有以土壤类型、土地利用类型,以公里网、行政区划单位等多种划分方法,但较多则采用地貌-土壤-植被(利用)类型等多因素的组合划分方法。

人工的图幅套合划分方法存在工作量大、速度慢、精度差的缺点,而采用GIS支持下的叠加分析方法则可快速实现对评价单元的划分。具体方法是:数字化输入用以划分评价单元的各因素图层,经编辑处理后进行准确的叠合(UNION),从而自动生成土地评价单元图。为避免由于图幅边界错动造成的影响,可生成一共用的边界图层,同时对叠加中间图及叠加后图进行必要的编辑处理,使图面简化。

1.2 参评因素的选取及权重的确定

影响农地自然质量的因素很多,且影响程度不一,因此需从中筛选出对土地质量具有较大

收稿日期: 1998-07-08 修订日期: 1999-05-17

赵庚星, 副教授, 副院长, 泰安市 山东农业大学资源与环境学院, 271018

影响的主要因素参与评价,并确定其权重。具体方法如下:

1.2.1 各评价单元土地性状要素信息提取

可通过 2 个基本途径获取土地评价单元性状信息。其一是根据实际调查信息提取;其二是根据土地性状要素图提取。

1) 根据实际调查点提取 野外的土壤实际调查点对应着土壤的环境条件、剖面性状、理化性质等一系列土地性状信息,可通过所有调查点与评价单元图的复合,根据各评价单元对应的调查点提取各单元的基本信息。

2) 根据各土地性状要素图提取 将影响农地自然质量的各因素图数字化,在 ARC 下分别进行土地评价单元图与各土地性状要素图的叠加处理,以 TABLES 模块或直接以 FoxBASE+ 对叠加后多边形属性数据文件(PAT.DBF)进行操作,以评价单元用户标识码(USER_ID)为控制字段,提取各评价单元各土地性状要素信息。

通过信息提取,最终形成以各影响因素为基本字段,由各评价单元组成的评价数据库,并达到土地评价单元图图形、属性数据的对应统一。在此基础上可以多种模型对叠加图数据库操作,进行土地参评因素的筛选及其权重确定。

1.2.2 参评因素筛选及权重确定模型

目前比较常用的模型有多元线形回归模型、逐步回归模型、主成分分析模型、通径分析模型等^[1,2]。除此之外,包括岭回归分析、主成分回归分析、积分回归等近代回归分析方法、层次分析、相关分析、灰色系统等方法也用于参评因素的选取。

根据笔者的实际体会,逐步回归模型是一种较为方便、实用的参评因素选取及权重确定方法,它是以土地生产力指标为因变量,以各土地自然因素为自变量,经过多次变量的引入、剔除,逐步筛选出对因变量具有显著影响的因子的过程,并根据所建回归方程中各因素标准回归系数确定其权重。可直接以逐步回归模型调用土地评价单元图属性库 PAT.DBF 中的相应数据完成。

1.3 参评因素等级划分

参评因素等级划分的定性方法受人为影响较大,目前多采用定量划分方法。可首先进行各评价单元诸参评因素的聚类分析,计算各类别中诸参评因素指标的聚类中心值,以此为依据划分各因素相应等级。这样较好地体现了不同类别农地单元中参评因素的变异状况,避免了人为因素影响。此过程同样以聚类分析模型读取评价单元属性库 PAT.DBF 中的相应数据自动完成。

1.4 评价标准的确定

评价标准主要包括各参评因素分级值、权重值及其不同级别的得分值或指数,以计算各评价单元的综合得分,确定农地质量等级。考虑评价因素各等级分值或指数人为给定的主观影响,可以单位指标得分方法确定:

某参评因素单位指标得分=该因素最高得分/该因素最佳(高)指标值。则某评价单元综合得分 S 可按下式计算:

$$S = \sum_{i=1}^m F_i U_i$$

式中 m —— 参评因素个数; F_i —— 参评因素数值; U_i —— 参评因素单位指标得分。

1.5 农地自然质量等级确定

在 ARC/INFO TABLES 模块下,或直接以 FoxBASE+ 调用土地评价单元图属性文件

PA T. DBF, 分别加入各参评因素分值与综合得分及其质量等级字段, 根据评价标准计算各单元诸参评因素得分及综合得分, 由此确定各单元质量等级, 并统计不同自然质量等级面积、比例。合并同等级相邻图斑(D ISSOLVE), 通过修改各等级用户标识码或加入字段给定不同等级相应的颜色码, 则整饰输出农用地自然质量等级分布图。

农地自然质量等级也可直接通过各参评因素图的叠加分析完成, 即不单独划分评价单元, 直接叠置各参评因素图层, 通过与以上类似的操作对其属性库进行处理分析, 从而确定评价等级, 输出评价图。该方法操作相对简单, 但精度相对较差, 当原始数据信息均以图件形式存在时, 则采用此方法。

2 农用地经济评价

土地经济效益是其质量高低的直接体现, 因此, 土地经济评价中主要以反映农地经济效益的投入产出经济指标来衡量其经济等级, 常用的评价指标有产值、净产值、纯收入等, 所采用的评价方法以聚类分析为主。考虑到基于经济指标货币形式的评价结果受价格波动的影响, 在垦利县的农地经济评价中笔者采用了指标货币形式和能量形式结合的方法, 在分别对其进行聚类分析基础上, 制定了该县农地经济评价标准(表 1)。

各评价单元各指标属 I 级的得 1 分、II 级的得 2 分、III 级的得 3 分、IV 级的得 4 分, 则某评价单元经济等级 = $1/3$ (指标能量形式得分和 $\times 0.4$ + 指标货币形式得分之和 $\times 0.6$)^[3]。

表 1 垦利县农用地经济评价标准

Tab. 1 The economic evaluation criterion at agricultural land of Kenli County

指标形式	能量形式/ t			货币形式/元*		
权重	0.4			0.6		
指标	产值(10^9)	净产值(10^9)	纯收入(10^9)	产值	净产值	纯收入
I	> 11.30	> 6.70	> 5.86	> 140	> 125	> 95
II	11.3	6.70~4.61	5.86~3.76	140~120	125~110	95~80
III	7.53~3.76	4.61~2.93	3.76~2.09	120~100	110~95	80~65
IV	< 3.76	< 2.93	< 2.09	< 100	< 95	< 65

* 1980 年不变价格

3 农用地潜力评价

土地质量不仅受土地自然构成因素影响, 而且受其社会经济条件的制约, 土地利用效益的高低表现为其投入产出指标的好坏, 而在很大程度上取决于其灌排、交通等社会经济环境条件的优劣。以此所进行的农用地评价反映了农用地潜力的大小, 它不但可对已利用农耕地进行评价, 亦可对未利用、待开发的农荒地作出评价。

3.1 土地纯收入的计算

为了定量化地进行参评因素的筛选, 首先进行了土地纯收入的计算。一般来说纯收入是田间的产值与田间的物质与劳动耗费的差额, 并未考虑田间外其它经济条件对物质及劳动的间接耗费。由于农用地潜力受社会经济条件影响较大, 因此, 土地纯收入应是从产值中扣除所有直接和间接耗费在土地上的物质和劳动后的数值。

3.2 参评因素的选取及其权重确定

以土地纯收入为因变量, 以各土地经济因素为自变量建立柯布-道格拉斯生产函数:^[4]

$$Y = AX^b$$

式中 Y ——土地纯收入; X ——各土地经济因素; A ——常数; b ——生产弹性系数, 其数值大小反映了因素 X 对 Y 的影响程度。根据各因素 b 值大小选取对农用土地潜力具有较大影响的因子, 即参评因素, 并据此确定各因素权重。

3.3 评价标准的确定

按照土地纯收入与其投入量的对比关系, 将土地纯收入划分为不同的等级, 并将此分级值回代入各参评因素的柯布- 道格拉斯方程, 从而计算得各因素相应的分级值, 结合各因素权重形成农用土地潜力评级标准(表 2)。各单元综合得分大于 90 为一等; 90~ 70 为二等; 70~ 50 为三等; 小于 50 为四等。

表 2 垦利县农用土地潜力评价标准

Tab 2 Agricultural land potential evaluation criterion at Kenli County

参评因素	离渠道距离 /m	离水源距离 /km	离排水沟距离/m	离公路距离 /km	离所在乡镇距离/km	耕作半径 /m	地块大小 形状/hm ²	田间障碍物 /m ²									
权重	12	20	8	20	18	12	5	5									
等级	分级分值	分级分值	分级分值	分级分值	分级分值	分级分值	分级分值	分级分值									
I	< 400	12	< 3	20	400	8	< 1	20	< 2	18	< 500	12	> 0.27	5	< 4	5	长方形
II	400~ 800	9	3~ 8	16	400~ 800	6	1~ 2	16	2~ 6	14	500~ 1000	9	0.27~ 0.13	4	4~ 12	4	梯形 平行四边形
III	800~ 1500	6	8~ 15	12	800~ 1500	4	2~ 5	12	6~ 12	10	1000~ 1500	6	0.13~ 0.07	3	12~ 30	3	三角形
IV	> 1500	3	> 15	8	> 1500	2	> 5	8	> 12	6	> 1500	3	< 0.07	2	> 30	2	不规则形

3.4 农用土地潜力

采用 GIS 缓冲区- 叠加分析模型(BUFFER- OVERLAY), 根据所选取的参评因素, 在水系图、交通图等基础上自动生成各因素相应宽度的缓冲区图层。之后将各因素不同宽度缓冲区图层叠加, 得

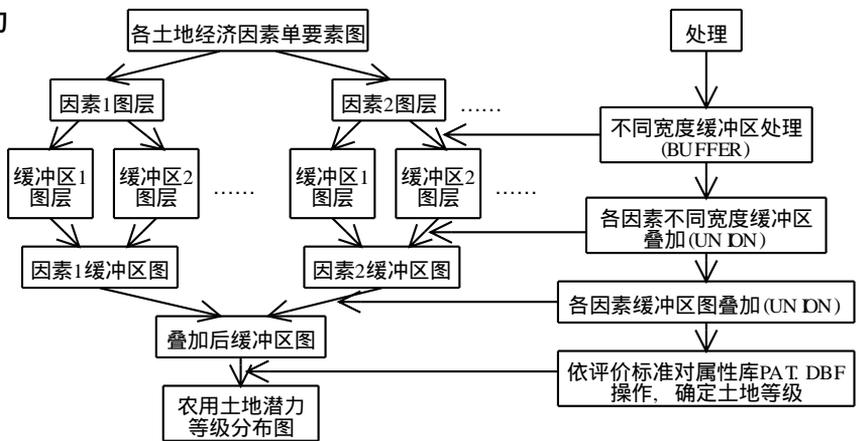


图1 农用土地潜力等级确定程序图

Fig 1 Flow chart of agricultural land potential grades determination

各因素缓冲区图, 并在其多边形属性库中根据评价标准计算其得分值。再将各因素缓冲区图进行叠加, 对其相应属性库进行操作处理, 根据评价标准计算各图斑综合得分, 确定相应土地等级。经对相邻同等级图斑合并(DISSOLVE)和边界裁边处理(INTERSEC), 整饰输出农用土

地潜力等级分布图^[5]。主要过程如图 1 所示。

综上所述,运用 GIS 技术及有关定量评价模型进行的垦利县农用地评价的研究尝试取得了较好的结果,实现了从评价单元划分、评价数据提取、参评因素筛选及权重确定、评价及分等定级一系列量化、自动化的评价流程(图 2),对农用地评价以及其它各类土地评价技术方法的运用有积极意义。

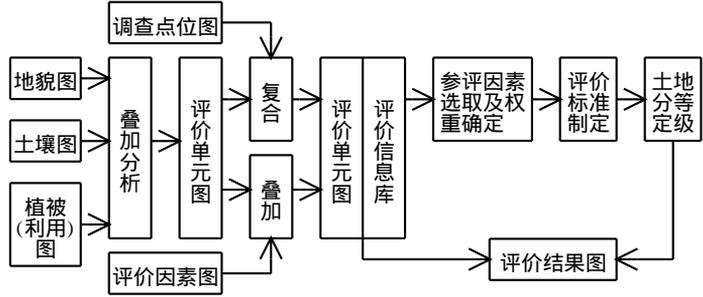


图 2 农用地评价流程

Fig. 2 Flow chart of agricultural land evaluation

对农用地评价以及其它各类土地评价技术方法的运用有积极意义。

4 结 语

1) GIS 支持下的定量农用地评价与一般方法相比,评价的速度、效率、准确性均大大提高,基本避免了评价过程中人为影响和人工操作误差,大大节省了时间和人力。

2) GIS 支持下的农用地评价应注意两个关键环节,一是各评价因素信息的提取,其次是评价模型或标准的制定。前者是实施评价的重要基础,后者则是评价结果客观合理的重要保障。

[参 考 文 献]

[1] 林培 土地资源学 北京:北京农业大学出版社,1991 176~ 186
 [2] 余世孝 数学生态学导论 北京:科学技术文献出版社,1995 119~ 146
 [3] 赵庚星,李永昌 垦利县土地资源经济评价 山东农业大学学报,1992,23(1): 14~ 22
 [4] 顾焕章 农业技术经济学 北京:中国金融出版社,1988 162~ 165
 [5] 黄杏元,汤勤 地理信息系统概论 北京:高等教育出版社,1989 210p

Quantitative and Automatic Evaluation Methods Supported by GIS of Agricultural Land

ZHAO Geng-xing LI Yu-huan LI Qiang

(Shandong Agricultural University, Taian 271018)

Abstract GIS supported quantitative and automatic evaluation methods of agricultural land were presented. Based on GIS overlay model and the correspondence between map and its attribute database, using models of regression analysis and cluster analysis, the quantitative and automatic evaluation flow of classifying evaluation units, abstracting evaluation data, selecting identification factors and determining their weights and evaluating land grades were realized. With the case study at Kenli County of Shandong Province, considering the purpose of agricultural land natural quality evaluation, economic evaluation and potential evaluation, the evaluation criteria and technical method of each were discussed.

Key words: agricultural land; natural quality evaluation; economic evaluation; potential evaluation