

微机土地适宜性评价信息系统的设计*

郭庆胜

摘 要

本文较系统地研究了微机土地适宜性评价信息系统的设计,同时讨论了几种土地适宜性评价方法。空间数据处理中的DTM的建立和多边形栅格化都采用了较简单而科学的方法,以便在微机上可运算数据量较大的数字地图。本系统为县级土地评价和土地规划服务。

【关键词】 土地适宜性评价; 地理信息系统; 土地适宜性评价模型

引 言

我国是一个农业大国,农业规划同县级土地规划有着密切的关系,县级土地规划的优劣同土地适宜性评价有直接关系。土地适宜性评价涉及的参评因子较多,同时,土地适宜性评价不是一劳永逸的事情,要根据市场需要调节种植面积和品种。随着人们对土地的改良或破坏,土地特性发生变化,也会引起适宜性等级的变化。因此,建立县级微机土地适宜性评价信息系统是必要的。本文着重讨论了系统设计中的数据组织、DTM的建立方法、面状要素栅格化和几个新的评价模型。

1 系统的数据组织

本系统是一个栅格叠置系统。土地适宜性评价有一个评价单元的确定问题,以栅格作为一评价单元可避免这个问题。

矢量形式的数以DIME文件形式存储。

系统所用原始数据包括地形图、土壤图和土壤属性资料。县级土地适宜性评价主要同地形、土壤属性和社会经济因素有关,三类因素在县级范围内差异性较大。地形因素可从DTM上提取。社会经济因素,在系统中只考虑道路网密度和河(渠)网密度,很明显,道路越密,

收稿日期:1989-08-24

*本文是硕士论文的一部分,指导教师是李海晨教授、黄杏元副教授、胡友元副教授,谨表谢意。

开发程度就高，运输条件好；河(渠)网密度反映了水源保证率，是稳产的重要影响因素。

目前，没有一个公认通用的土地适宜性评价数学模型，各个模型有其优缺点，系统中的模型库可供用户根据需要选择，也可以通过比较分析选择较理想的评价结果。为了解决一些特殊问题，笔者在评价模型库中采用了几种新的数学方法。

图 1 是系统的数据处理流程图。

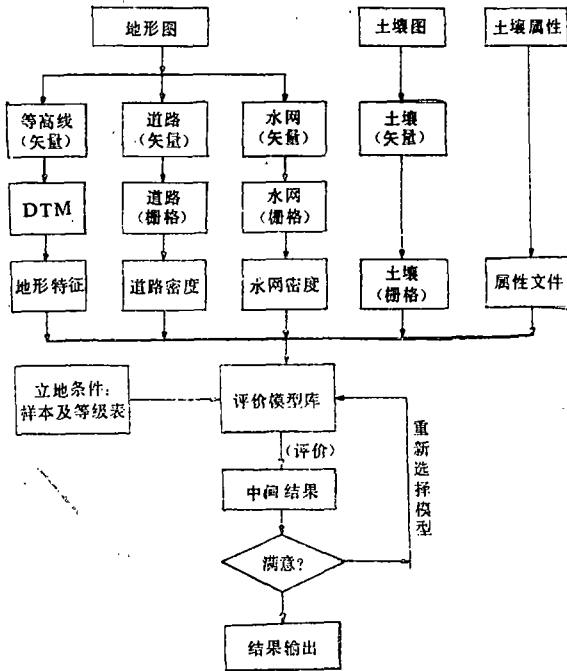


图 1 系统的数据处理流程图

2 DTM的建立

本系统的DTM以数字化等高线作为原始资料，采用改进的加权平均法建立。

目前，使用的加权平均法有一个缺点是用微机计算的速度很慢。笔者分两步采用加权平均法建立DTM。第一步是用网格交点周围的四个格网内的高程点求得粗略高程值；第二步是利用已形成的规则网格对高程值进行修正。这种方法的优点是：速度快，在修正高程值时可以通过参数的选择来考虑地貌形态特征。

第一步：计算每个高程点对周围四个网格交点高程的影响，用 H_i 和 d_i 两个值反映，见公式(1)和(2)式。最后，用公式(3)计算各网格交点的粗略高程值 H_{jk} 。

$$H_i = Z_i \times \frac{1}{d_i} \quad (1)$$

$$d_i = (x_i - x_{jk})^2 + (y_i - y_{jk})^2 \quad (2)$$

其中， Z_i 为数字化点 i 的高程值； (x_i, y_i) 为点 i 的平面坐标； (x_{jk}, y_{jk}) 为 i 点周围四个网格交点的平面坐标。

$$H_{j,k} = \begin{cases} \left(\sum_{i=1}^M H_i \right) / \left(\sum_{i=1}^M \frac{1}{d_i} \right) & d_i \neq 0 \\ -H_i & d_i = 0 \\ 0 & M = 0 \end{cases} \quad (3)$$

其中, M 为落在网格交点 (j, k) 周围四个网格内的点数; $d_i = 0$ 时, 取负值是为了以后修正时方便 (说明: 边缘网格交点 (j, k) 的周围网格只有一个或二个)。

第一步计算所得的结果如图 2 所示

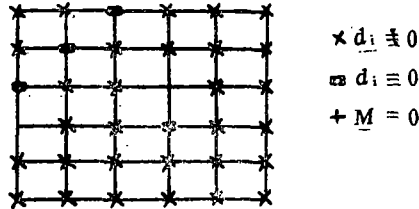


图 2 第一步计算结果示意图

很明显, 第一步的计算结果是不符合要求的, 必需进行修正。

第二步: 对第一步计算结果进行修正。首先, 利用加权平均法重新计算各网格交点的高程值 $H'_{j,k}$, 计算公式为 (4) 式, (j, k) 点的 $H'_{j,k}$ 利用 (j, k) 点周围八个方向上的非零高程值求得。最后, 根据 (5) 式计算各网格交点的准确高程值 $HS_{j,k}$ 。

$$H'_{j,k} = D_i \frac{\sum_{i=1}^8 h_i}{\sum_{i=1}^8 D_i} \quad (4)$$

其中, $D_i = 1 / [(x_i - x_{j,k})^2 + (y_i - y_{j,k})^2]$; $h_i = |H_{j,k}|$; (x_i, y_i) 为 (j, k) 点周围的八个点的平面坐标。

$$HS_{j,k} = \begin{cases} -H_{j,k} & H_{j,k} < 0 \\ H'_{j,k} \cdot \lambda + H_{j,k} \cdot (1 - \lambda) & H_{j,k} > 0, \quad 0 < \lambda < 1 \\ H'_{j,k} & H_{j,k} = 0 \end{cases}$$

其中, λ 值根据地貌特征和地貌复杂程度确定, 平原地区 λ 值偏大 (说明: 边缘网格交点的 $H'_{j,k}$ 计算中只有三个或五个方向上的点)。

改进的加权平均法是对目前采用的加权平均法的改进。第一步考虑了地形的局部特征; 第二步考虑了地形的连续性。用两个值的线性组合确定高程值, 计算结果满足土地评价要求。

3 多边形栅格化

面状要素栅格化的方法较多, 但用于处理多边形地图的栅格化方法大多数不很理想。笔者提出的“排序匹配法”计算速度快, 也无需建立复杂的多边形拓扑关系。

设多边形地图是链的集合, 链是点的集合。链中的起点坐标和终点坐标的左码右码不具

备唯一性，因为它们是节点。先计算每条链同有关网格横向中心线的交点，用这些交点所组成的集合代表数字化点所组成的链集合。

求网格横向中心线同链的交点时，必须满足两个条件：交点是唯一的；交点的左码右码是唯一的。这是排序匹配法的前提条件。如果中心线同一线段重叠，可以把线段的一端点的 y 坐标上移网格边长的百分之一，且用实数计算。如果交点是节点，可以把节点的 y 坐标上移网格边长的百分之一，如图 3 所示。这样处理同样满足精度要求。

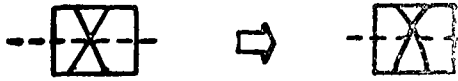


图 3 节点位移

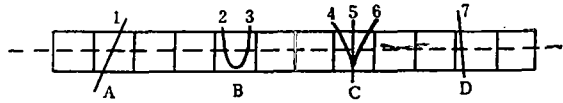


图 4 排序结果示意图

所有链处理完后，按每一行进行横向排序。排序结果如图 4 所示。

排序后，要根据这些交点的坐标和左右码确定各个栅格的所属专题单元。AB 之间的栅格所属由点 1 和点 2 的左右码确定，取点 1 和点 2 的相同码（左码或右码）为 AB 之间的栅格所属的单元代码。其它无链栅格都按这样的方法确定。

A、B、C 和 D 四个栅格单元如何确定其属性？这几个有链栅格是所有有链栅格的代表：栅格内有一个点、二个点和三个点（或更多）。一个点时，如果点在中间（如 A），此栅格统一归为右边专题单元；如果点不在中间，此栅格归为远离交点方向的专题单元，如点 7，D 栅格应归为右边的专题单元。二个点时，如 B 栅格，如果点 2 和点 3 的距离大于栅格边长的二分之一，此栅格归为点 2 和点 3 之间的专题单元；如果点 2 和点 3 的距离小于（或等于）栅格单元边长的二分之一，B 的所属单元由点 2 和点 3 同栅格的竖线的距离确定，如图 4 所示，B 应归为点 2 左边的专题单元。三个点（或更多点）时，如图 4 的 C 栅格，应由两边的交点确定 C 的专题单元，图 4 中点 4 和点 6 同栅格两边的竖线的距离相等，统一归为右边专题单元，如果距离不等，C 归为距离较长的一边的专题单元。

4 几个新的评价模型

系统的模型库中的评价模型较多，现只分析笔者提出的几个新的土地适宜性评价模型，说明这些模型解决什么样的问题，有哪些优缺点。

4.1 二级 FUZZY 综合评判法^[1]

此方法是在一级 FUZZY 综合评判的基础上进行的。在土地适宜性评价中，有时把参评因子的最低等级作为适宜性等级并非是很合理的，在这种情况下可以使用此方法。当认为使用“限制性原则”是合理的时，不必使用此方法。

基本算法是：设 i 评价单元采用三种评判函数^[1]对每个适宜性等级求得 d_{j_1} 、 d_{j_2} 和 d_{j_3} （ j 为适宜性等级， $j = 1, 2, \dots, n$ ），再利用评判函数（式（6）），求得 D_j （ $j = 1, 2, \dots, n$ ）。最后，利用每个适宜等级的 D 值来判断此单位的适宜性等级。

$$D_j = d_{j_1} \times a_1 + d_{j_2} \times a_2 + d_{j_3} \times a_3 \quad (6)$$

其中， a_1 、 a_2 和 a_3 是对应权重。

4.2 灰色聚类法^[2]

本系统的灰色聚类法只适用于划分为三个等级的土地适宜性评价。此方法采用标准化函数对因子等级表进行了标准化,克服了评价过程中因子的量纲不统一。

标准化函数值采用百分制。同时,还有一个功能函数的选择问题。功能函数的选择对评价结果有影响,可以通过比较评价结果而选用。

标准化函数建立的原则:

(1) 如果适宜类因子的指标值随适宜程度的增高而增加,用(7)式的标准化函数。

$$F_i = \frac{100}{\lambda_{i1} - \lambda_{i2}} \times (\lambda_{i1} - f_i) \quad \lambda_{i2} \leq f_i \leq \lambda_{i1}; \quad (7)$$

其中, λ_{i1} 为最适宜的因子边界参数值; λ_{i2} 为适宜类与不适宜类的分界线参数值; f_i 为因子参数值; F_i 为标准化后的因子参数值。反之,标准化函数为(8)式。

$$F_i = \frac{100}{\lambda_{i2} - \lambda_{i1}} \times (f_i - \lambda_{i1}) \quad \lambda_{i1} \leq f_i \leq \lambda_{i2} \quad (8)$$

(2) 如果出现适宜程度随因子参数值同时向两个相反方向发生顺序变化,可以对因子分段标准化。分段函数同(7)式和(8)式。

标准化函数建立后,可以确定参评因子的 λ 值表^[2],根据 λ 值表和(9)式计算各因子的各个等级的标准权 η_{ki} 。

$$\eta_{ki} = \lambda_{kj} \cdot \sum_{k=1}^n \lambda_{kj} \quad k=1, 2, \dots, n; \quad j=1, 2, 3 \quad (9)$$

其中, n 为因子个数。

根据(10)式计算各评价单元的聚类系数。评价单元的适宜等级就是聚类系数最大的这一级。

$$B_{ij} = \sum_{k=1}^n F_{kj}(f) \cdot \eta_{ki} \quad (10)$$

其中, $F_{kj}(f)$ 为第 k 个因子的第 j 级的功能函数值; B_{ij} 为 i 单元的第 j 级聚类系数; $k=1, 2, \dots, n$ (n 为因子个数); $j=1, 2, 3$ 。

4.3 层次分析指数和法

此方法是用层次分析法确定参评因子的权重^{[3]·[4]},用指数和确定土地适宜性等级。此方法定性定量相结合,对于参评因子的数量较多的土地适宜性评价更适用,它也可以解决目前提出的因子间的“相互影响”的问题,如有的土地适宜性评价中的参评因子集既有坡度,也有土壤侵蚀强度,而前者影响后者。本方法用土地质量这一综合性概念的基本思想来建立层次模型,利用土地质量这一综合性概念来进行土地适宜性评价是一种趋势^[6]。

层次分析指数和法的基本思想如下:

(1) 根据FAO提出的土地质量这一综合性概念建立评价层次模型。如图5所示。

(2) 单排序:利用求特征根方法求土地质量层和参评因子层中的各因子的相对权重。单排序的信息基础是判断矩阵。判断矩阵的一致性可用(11)式计算出的随机一致性比率判断。当 CR 小于 0.10 时,认为判断矩阵具有满意的一致性。

$$CR = CI/RI \quad (11)$$

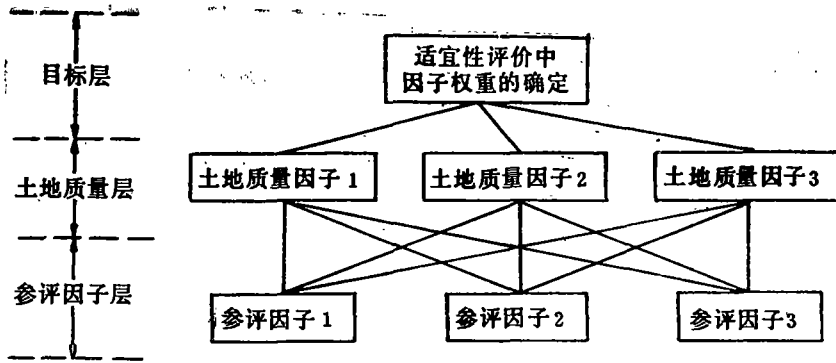


图5 评价层次模型示意图

其中， $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ ； λ_{max} 为判断矩阵的最大特征根； n 为判断矩阵阶数； RI 为平均随机一致性指标^[3]。

(3) 总排序：计算参评因子对于目标层来讲的相对权重。

(4) 利用指数和确定各评价单元的适宜性等级。

4.4 序贯分析法^[6]

序贯分析法的关键是评价样本的选择和分类树的建立。样本必须有代表性。建立分类树的目的是以二类判别分析法为基础进行土地适宜性评价。图6是三个适宜等级的土地适宜性评价分类树，其它等级数的评价分类树类似。此方法无需建立因子等级表，适用范围广。

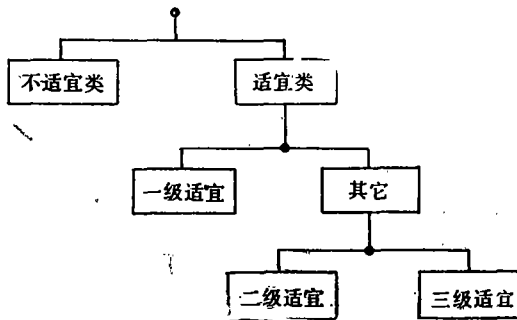


图6 土地适宜性评价分类树

5 结 束 语

本课题是国家自然科学基金课题——区域土地利用适宜性决策模型——的一个子课题。本系统在调试过程中，以江苏省溧阳县的东南部为试验区，包括沙河乡、横涧乡、平桥乡、戴南乡、戴阜镇和三个东方红林场。立地条件主要来源于区域的研究资料。土壤图和地形图的比例尺都是1：5万。从运行的结果看，证明此系统是实用且经济的土地适宜性评价信息系统。

参 考 文 献

- [1] 陈贻源编. 模糊数学. 华中工学院出版社, 1984.
- [2] 邓聚龙著. 灰色系统——社会·经济. 国防工业出版社, 1985 (2) .
- [3] 赵焕臣, 许树柏, 和金生编著. 层次分析法——一种简易的新决策方法. 科学出版社, 1986.
- [4] 王莲芬. 层次分析中排序权数的计算方法. 系统工程理论与实践. 1987 (4)
- [5] 郭德方编著. 遥感图象的计算机处理和模式识别. 电子工业出版社, 1987. 3
- [6] FAO. 旱地农业土地适宜性评价准则 (初稿) . 1980.

The Design of Land Suitability Evaluation Information System on Micro-Computer

Guo Qinsheng

Abstract

In this paper, we have studied systematically the design of land suitability evaluation information system on micro-computer, and discussed methods of land suitability evaluation. In spatial data processing, we use the simple and scientific methods for the establishment of DTM and the vector-raster conversion in order to handle large volumes of data. This system can used for land evaluation and planning.

【Key words】 land suitability evaluation ; geographic information system ; model of land suitability evaluation