

# 微机土地资源评价信息系统的 建立及其应用研究\*

傅 炜

(新疆大学地理系)  
1988年1月30日收稿

## 摘 要

本文介绍了一种利用遥感图像数据及土地资源野外调查数据,在 IBM-PC/XT 微机上,建立区域性土地资源评价信息系统的方法。该系统可对土地资源进行高效、快速的周期性评价和自动制图。系统采用网格方法对多边形图像进行特征编码及数字化输入,利用模糊数学的原理和方法,建立了土地资源适宜性评价的模糊动态聚类评价模式,并用模糊模型识别评价模式进行土地资源的质量评价。根据上述评价模式,系统可进行多层数字图像之间的逻辑图像运算,从而实现了土地资源评价过程的自动化。

微机土地资源评价信息系统 (Microcomputer Land Resource Evaluation Information System——MLREIS),是一个能对土地资源数据进行采集、存贮、检索、管理、分析处理和信息输出的微型计算机系统。利用计算机快速处理数据的能力和模糊数学评价模式,MLREIS 可以对区域性的土地资源进行适宜性评价和质量评价,并可自动绘制评价结果图。

本文以山西省三川河流域丰泉寺沟的土地资源评价为例,介绍利用遥感资料和地面调查资料在 IBM-PC/XT 微机上建立 MLREIS 的系统设计、评价模型的建立方法及其应用实例。

## 一、MLREIS 的系统设计

### (一) 系统的逻辑结构设计

MLREIS 的逻辑结构由下述几部分按序组成。

#### 1. 资料与图件的搜集、分析及加工处理

本系统以 1985 年摄制的 1:1 万比例尺的彩色红外航空像片为基本遥感资料。根据“单项提取,系列成图,综合分析”的原则,采用目视判读与野外调查相结合的方法,编制了

\* 本文是在北京大学遥感技术应用研究所承继成教授的指导下完成的,谨此致谢。

试验区 1:1 万的土地利用现状、土壤类型和地貌类型等专题图件,并搜集了试验区内与土地资源评价有关的 1:1 万地形图和土壤有机质含量分布图,以及有效土层厚度、水源保证率等野外调查数据。

对上述各种资料数据进行规范化处理并进行各专题要素分布界线的地图协调工作后,在基础底图(1:1 万比例尺地形图)上沿流域分水岭勾绘出研究区的分布范围。

## 2. 图形数据的特征编码及数字化输入

特征编码就是将上述各单要素专题图中不同类型的图斑(多边形)用不同的数字表示。线状图形的特征编码即为每条线段的特征值,如地形图等高线的特征值就是其高程值。在本试验中,土地资源的三级分类系统用六位数字的组合编码表示,从左至右的前两位数字表示地貌类型,中间两位数字表示土壤类型,后两位数字表示土地利用现状类型。

在此基础上,再将经过特征编码的专题图类型图斑的各条线段及其起始点按顺序编号,并建立一个各类型图斑的特征编码及其所含线段的属性文件。然后,将上述多边形的所有点和线段,用数字化仪输入计算机(输入各采样点的  $x$ ,  $y$  坐标及其所属多边形的特征编码)。线段的采点原则是:在线段曲率较大处,采点应较密集,反之应较稀疏。这样,既可保证多边形输入计算机后不变形,又不占很多存贮空间。

## 3. 图形数据的预处理

(1) 将图形数据作编辑修改,以消除图形数字化输入过程中的错误。

(2) 将地图坐标转换为计算机图形坐标并归化为统一的比例尺。

(3) 将图形数据的矢量格式转换为网格格式。用一组专门的插值程序和矢量-网格数据转换程序,对输入的多边形数据进行处理,使同一类多边形内各网格都具有相同的特征值,即产生了该专题图的网格数据(图像数据)文件。并由数字化地形图等高线的矢量数据,插值产生网格方式的地面数字高程模型(Digital Elevation Model——DEM)。在本试验中,以上各网格均为正方形方格,其大小为 30 米×30 米。

(4) 将网格方式的图像数据转换成游程长度编码(Run Length Coding——RLC)记录格式,对图像数据进行压缩,以节省计算机的存贮空间。

(5) 由于系统配置的是小型数字化仪(DT4100),因此,在数字化输入时,是将一幅图分成几个块后分别输入计算机的。为使其重新恢复成一幅完整的图,需通过图幅拼接程序加以处理。

(6) 自动建立图像数据库工作模式。

## 4. 图像数据库

图像数据库具有以下主要功能。

(1) 以 RLC 方式存贮图像数据。

(2) 在每幅图像操作的同时,都在计算机屏幕上显示整个图像的操作过程及最后结果,以便用户监督。

(3) 可对图像数据进行缩放、平移、开窗口、边缘提取、算术运算、函数变换、多层图像

的逻辑叠合等操作。

(4) 可进行图像数据的各种统计分析,如方差、均值、直方图分析;各种分级及极值的计算;各类多边形面积的计算;土地评价模型各要素权重的计算以及统计图、表的输出等。

(5) 可根据所建立的各地形要素的计算公式,由 DEM 产生地面坡度、坡向、高差、平均高程、高差变异、地面粗糙度、沟谷密度、地形破碎度等派生要素的网格数据文件及其相应的图件。在实际应用中,可根据研究区的具体情况,从中选取几种要素的网格数据文件参加土地资源评价。

(6) 可直接访问由 DBASE III 建立起来的属性数据库, 将图像的各种属性调入内存,供图像查询使用。

### 5. 图像数据库管理系统

图像数据库管理系统 (IDBMS) 是 MLREIS 的核心,具有查询、修改、更新、删除等管理功能。MLREIS 用编译 DBASE III 管理图像数据库中的属性数据,并在 DOS 文件系统的支持下,由图像操作软件管理图像数据。可根据用户所建立的模式进行各种图像运算,还可为机助制图系统提供制图数据,进行系统维护等。

### 6. 应用软件系统

应用软件是根据所建立的土地资源评价模式设计的各种应用程序。如用于土地资源

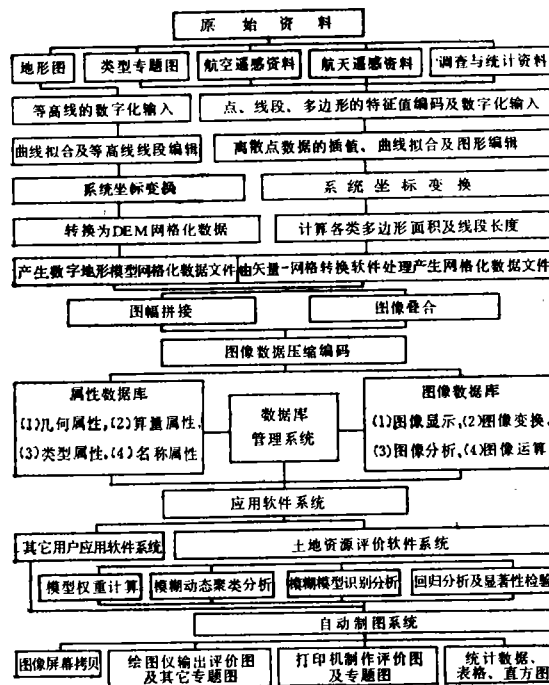


图 1 MLREIS 的软件系统

Fig. 1 software system of MLREIS

适宜性评价的编网法模糊动态聚类软件,用于土地资源质量评价的模糊模型识别软件等。此外,用户还可以根据自己特定的数学模式,编制相应的应用软件。本系统为这些应用软件提供了接口,即将系统数据库的数据格式转换成计算机通用数据格式,以便用户调用。

MLREIS 的软件系统如图 1 所示。

## (二) 系统物理结构的设计

### 1. 矢量数据格式设计

MLREIS 要求输入的图片主要是各种专题图(多边形图)和地形图(线状图)。在数字化输入时采用图 2 所示的矢量记录格式进行文件的组织<sup>9)</sup>。图 2(a)是多边形图的记录格式,图 2(b)是线状图的记录格式。在矢量记录格式中,文件记录头占用 24 个逻辑单元,每个逻辑单元占用 4 个字节的存贮空间。记录头中主要记录图片的类型、图的比例尺、总线段数、总的点数、四个图廓点的坐标等有关文件的重要信息。对于多边形图,除了要输入每条线段的各个点的坐标外,还要输入每条线段的左、右多边形的编码,以便形成完整的拓扑结构。而线状图形只要求输入每条线段的特征值(如等高线的高程值)和线段上各点的坐标。

### 2. 网格数据格式设计

网格数据又称为图像数据,它以网格的行列顺序记录每个网格的特征值,其平面位置隐含于网格的行列坐标  $(i, j)$  中,每个网格相应于图像的一个像元。这种记录格式,便于与遥感图像数据进行匹配以及图像显示、图像变换、图像的查询和分析、图像的逻辑运算等操作。

| 记 录 头  |        |  |  |
|--------|--------|--|--|
| 线段标识   | 1 号线段  |  |  |
| 左多边形编码 | 右多边形编码 |  |  |
| X 坐标   | Y 坐标   |  |  |
| ⋮      | ⋮      |  |  |
| 线段标识   | 2 号线段  |  |  |
| 左多边形编码 | 右多边形编码 |  |  |
| X 坐标   | Y 坐标   |  |  |
| ⋮      | ⋮      |  |  |
| 结束标记   |        |  |  |

(a)

| 记 录 头 |      |
|-------|------|
| 线段标识  | 特征值  |
| X 坐标  | Y 坐标 |
| ⋮     | ⋮    |
| 线段标识  | 特征值  |
| X 坐标  | Y 坐标 |
| ⋮     | ⋮    |
| 结束标记  |      |

(b)

图 2 矢量数据记录格式

Fig. 2 The record format of vector data

| 记 录 头 |      |
|-------|------|
| 网格特征值 | 游程长度 |
| 网格特征值 | 游程长度 |
| ⋮     | ⋮    |
| ⋮     | ⋮    |
| 结束标记  |      |

图 3 图像数据的 RLC 记录格式

Fig. 3 The record format of RLC for image data

1) 承继成等,微机地理信息系统软件 PURSIS 技术报告,北京大学遥感技术应用研究所 GIS 专刊, (1), 1988 年。

### 3. 图像数据压缩编码记录格式的设计

为节省存贮空间,系统中的所有图像均以 RLC 方式存贮。RLC 是一种对网格(图像)数据按扫描行顺序进行无误差压缩的编码方式。其文件组织形式如图 3 所示。其中游程长度指每个扫描行中具有相同特征值的网格个数。文件的每个逻辑单元占用两个字节的存贮空间。文件记录头占用 10 个逻辑单元。记录头中记录文件的类型,网格的总行、列数,文件占用的逻辑记录块个数等信息。

### 4. 属性数据库文件结构

属性数据库存放与图像数据相关的属性数据,其文件采用 DBASE III 关系数据结构。每个字段占用 32 个字节的存贮空间。各专题图类别记录的存放格式是:(1)各记录的第一个字节是一个空格符;(2)各个字段的数据连续地存放在各个记录中,没有任何分隔符和终止符;(3)字符型和数值型数据都以 ASC II 码存放。属性数据的结构如表 1 所示。

表 1 属性数据结构表  
Table 1 A structure list of attribute data

| 多边形类别码   | 面积(亩)     | 属性 1      | 属性 2      | .....    | 属性 n      |
|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| $N_1$    | $SN_{11}$ | $AN_{11}$ | $AN_{12}$ | .....    | $AN_{1n}$ |
| $N_2$    | $SN_{21}$ | $AN_{21}$ | $AN_{22}$ | .....    | $AN_{2n}$ |
| $\vdots$ | $\vdots$  | $\vdots$  | $\vdots$  | $\vdots$ | $\vdots$  |
| $N_m$    | $SN_{m1}$ | $AN_{m1}$ | $AN_{m2}$ | .....    | $AN_{mn}$ |

## 二、MLREIS 在土地资源评价中的应用

根据《全国县级土地评价技术规程(试行草案)》的规定,并结合试验区的实际情况,选择了坡度、坡向、高程、有效土层厚度、地面粗糙度、土壤有机质含量、水源保证率等 7 项要素作为土地资源评价的限制性因素(表 2)。由以上各要素专题图件组成多层网格化数字图像(各层图像之间按地理坐标配准),然后,根据所建立的土地资源评价模式,进行多层数字图像之间的逻辑图像运算,最后得出研究区的土地资源评价图。多层数字图像的组合如图 4(图版 I)所示。下面介绍二个土地资源模糊数学评价模式的建立方法及其应用实例。

### (一) 土地资源适宜性评价的 Fuzzy 聚集模式

#### 1. 确定 Fuzzy 相似关系矩阵 $R$

设任意一聚类样本  $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$  可用  $m$  个聚类指标值组成的向量  $X = (x_1,$

表 2 三川河流域丰泉寺沟土地资源评价限制性因素分级指标  
 Table 2 Graded indices of restrictive factors in land resource evaluation  
 in Feng Quan sigully of San Chuan He Valley

| 项目及其权重<br>级别 指标 | 坡度(度)<br>0.549 5 | 坡向(度)<br>0.134 9     | 高程(米)<br>0.134 9 | 有效土层<br>厚度(厘米)<br>0.081 1 | 地面粗<br>糙度<br>0.055 8 | 土壤有机<br>质含量<br>(%)<br>0.036 8 | 水源保证<br>率(%)<br>0.007 1 |
|-----------------|------------------|----------------------|------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------|
| I               | <3               | 0                    | <120 0           | >120                      | 1—1.5                | >2.5                          | >10                     |
| II              | 3—6              | 0—45 或<br>315—0      | 1 200—1 300      | 80—120                    | 1.5—2                | 2—2.5                         | 8—10                    |
| III             | 6—15             | 45—90 或<br>270—315   | 1 300—1 500      | 80—120                    | 2—2.5                | 1.5—2                         | 6—8                     |
| IV              | 15—25            | 90—135 或<br>225—270  | 1 500—1 600      | 30—80                     | 2.5—3                | 1—1.5                         | 4—6                     |
| V               | 25—40            | 135—180 或<br>180—225 | 1 600—1 700      | 30—80                     | 3—5                  | 0.5—1                         | 2—4                     |
| VI              | >40              | 180                  | >1 700           | <30                       | >5                   | <0.5                          | <2                      |

$x_{i2}, \dots, x_{im}$  的指标值  $x_{it} (t = 1, 2, \dots, m)$  按照隶属函数  $u_{y_i}(x_{it})$  归入  $y_i$  类。它表示第  $i$  个样本的第  $t$  个指标值  $x_{it}$  对  $y_i$  类的隶属度。

为确定各分类对象的隶属函数,首先要对各原始数据进行标准化处理。可利用极值标准化公式,将  $x_{it} (t = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n)$  压缩到  $[0, 1]$  区间,得  $x'_{it} \in [0, 1]$ , 然后,按下式计算被分类对象之间的隶属函数<sup>[1]</sup>

$$u_{y_i}(x'_{it}) = \exp \left\{ -b \left( \frac{x'_{it} - \bar{x}'_{it}}{\sigma_i} \right)^2 \right\}$$

其中  $b$  为待定参数,由聚类效果决定。 $\sigma_i$  是标准偏差,即

$$\sigma_i = \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x'_{it} - \bar{x}'_{it})^2 \right]^{1/2}, \quad \bar{x}'_{it} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x'_{it}$$

这样就得到了  $x'_{it}$  隶属于  $y_i$  类的隶属度全体组成的  $n \times n$  阶矩阵  $U_i (i = 1, 2, \dots, m)$ ,  $U_i = (u_{ij}^{(i)})_{n \times n}$

因各评价因素对土地资源评价的作用不同,故应对每个因素赋予相应的权重。 $m$  个因素对应的权重组成的权重分配向量  $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m)$  对  $\forall \alpha_i (i = 1, 2, \dots, m), \alpha_i$  满足:  $\alpha_i \in [0, 1]$ , 且  $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$ 。在本试验中,  $m = 7$ 。用层次分析法<sup>[2]</sup>计算得各评价因素的归一化权重向量为

$$\alpha = (0.5495, 0.1349, 0.1349, 0.0811, 0.0058, 0.0368, 0.0071)$$

对  $U_i$  进行加权处理,得各样本之间的相似关系:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & i = j \\ \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \alpha_i u_{ij}^{(i)} & i \neq j \end{cases}$$

得出  $R = (r_{ij})_{n \times n}$ , 即为被聚类的 Fuzzy 相似关系矩阵。

## 2. 聚类判别分析

用编网法<sup>[3]</sup> 直接对 Fuzzy 相似关系矩阵  $R$  进行动态聚类。这种方法省却了将 Fuzzy 相似关系矩阵改造成 Fuzzy 等价关系矩阵的繁琐步骤, 使计算速度大大加快, 且分类精度较高。

## 3. Fuzzy 聚类最佳分类水平 $\lambda$ 的选定

通常的 Fuzzy 聚类分析中, 其分类水平  $\lambda$  的确定要靠人的经验去判定<sup>[4]</sup>, 这将对聚类结果带来较大误差。本试验用统计检验方法确定分类水平  $\lambda$ , 可避免人为因素的干扰, 提高分类精度。用前述方法构造 Fuzzy 相似关系矩阵  $R(r_{ij})$ , 计算统计量。

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 / (n - 1)}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i) / (N - n)}$$

其中  $n$  为类数,  $N$  为总样本数,  $n_i$  为第  $i$  类的样本数,  $\bar{x}_i$  为第  $i$  类样本的平均值,  $\bar{x}$  为总体样本的平均值,  $x_{ij}$  为第  $i$  类中第  $j$  个样本的值。给定置信水平  $\alpha_f = 0.05$ , 其计算的部分结果见表 3。

表 3  
Table 3

| $n$        | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $\lambda$  | 0.504 0 | 0.702 4 | 0.716 6 | 0.730 2 | 0.746 0 | 0.752 0 | 0.754 0 | 0.789 7 | 0.817 5 | 0.825 4 |
| $F$        | 0.232 2 | 2.730 7 | 3.873 3 | 3.005 3 | 2.560 7 | 2.409 0 | 2.105 2 | 2.832 6 | 2.734 0 | 2.577 5 |
| $F_{0.05}$ | 3.878 8 | 3.031 9 | 2.640 9 | 2.408 0 | 2.250 6 | 2.137 1 | 2.047 1 | 1.976 5 | 1.918 5 | 1.870 0 |

显然,  $\lambda = 0.7166$  是最佳分类水平, 即分 4 类是最佳分类方案。此时, 每一类样本的土地特性大体相似, 类间差异也较明显。经过验证, 用这种方法得到的分类结果与实际情况基本一致, 即将试验区内各类土地划分为宜农、宜林、宜牧和难以利用四大类。

## (二) 土地资源质量评价的 Fuzzy 模型识别模式

本文在上述土地资源适宜性分类的基础上, 提出一种 Fuzzy 模型识别模式<sup>[5]</sup>, 对已划分类别的土地资源进行质量评价。根据《全国县级土地评价技术规程(试行草案)》的规定, 结合试验区的具体情况, 将试验区内的土地划分为 6 个等级, 以此表示各类土地质量上的优劣(表 2)。下面介绍建立 Fuzzy 模型识别模式的主要步骤。

### 1. 确定参考对象及其相应的隶属度

设被评价的对象集  $U = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$  中的元素为某种类别的土地。根据表 2, 有 7 个评价指标:  $F_1 =$  坡度,  $F_2 =$  坡向,  $\dots, F_7 =$  水源保证率。而且每个评价指标的离散化的状态集  $V_i = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{i6}\}$  都按某种优劣性质构成全序集  $V_i = (V_i, <)$ , 且满足  $v_{i1} > v_{i2} > \dots > v_{i6}$ , 设用  $V_i(W_i)$  表示对象  $W_i$  在指标  $F_i (i = 1, 2, \dots, 7)$  方面所处的状态, 则对任意一块土地  $W_i \in U$ , 都可以用一组状态向量  $[v_1(w_i), v_2(w_i), \dots, v_7(w_i)]$  去描述。为了对  $U$  中的土地划分等级, 从  $U$  中选出 6 个参考对象  $W_1, W_2, \dots, W_6$ , 它们的参考向量满足:  $v_i(w_1) > v_i(w_2) > \dots > v_i(w_6)$ 。

由表 2 可以看出, 论域  $U$  上的“优、劣”性质这一 Fuzzy 子集  $N$ , 由劣到优其隶属函数  $\mu_N(w)$  是递增的, 而参考向量的隶属度, 可按等差数列划分为 6 级 (图版 I 图 5)。取其中心值, 扩大 100 倍后得

$$P_1 = 91.67, P_2 = 75.00, P_3 = 58.33, P_4 = 41.67, P_5 = 25.00, P_6 = 8.33$$

### 2. 确定矩阵 $A$

由参考对象的隶属度  $P_i (i = 1, 2, \dots, 6)$  和评价因素的权重向量  $\alpha_i (i = 1, 2, \dots, 7)$  确定矩阵  $A$ :

$$A = \begin{bmatrix} \alpha_1 P_1 & \alpha_2 P_1 \cdots \alpha_7 P_1 \\ \alpha_1 P_2 & \alpha_2 P_2 \cdots \alpha_7 P_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \alpha_1 P_6 & \alpha_2 P_6 & \alpha_7 P_6 \end{bmatrix}$$

这里  $A$  阵的行向量就是 6 个参考向量的一种数量表示。该矩阵如表 4 所示。表中第  $i$  个参考向量的第  $j$  个分量  $\alpha_j P_i$ , 就是质量因子  $F_j (j = 1, 2, \dots, 7)$  在第  $i (i = 1, 2, \dots, 6)$  类土地上的质量指数。质量指数的大小, 标志着对应于该类土地质量上的优劣。

### 3. 矩阵 $A$ 的改进

把表 2 和表 4 重合在一起得表 5。在表 5 中,  $v_{42} = v_{43}$ , 但  $\alpha_4 P_2 = 6.08, \alpha_4 P_3 = 4.73$ 。为了使一个状态对应于一个分量, 就取它们的算术平均值作为  $v_{ij}$  的对应值。即用  $\frac{1}{2} (6.08 + 4.73) = 5.405$  分别代替 6.08 和 4.73, 等等。这样得到矩阵  $A' = (\lambda'_{ij})$ , 相应的参考对象的隶属度  $P_i$  (扩大 100 倍) 也变为

$$P_1 = 91.67, P_2 = 74.30, P_3 = 59.01, P_4 = 41.01, P_5 = 25.68, P_6 = 8.33$$

为了避免土地质量评价上的误差, 将权重较大的评价指标  $u_{vij}$  分别用线性函数  $\frac{1}{100} \times f_{ij}(x) (x \in v_{ij}, i = 1, 2, 3; j = 2, 3, 4, 5)$  代替 (表 6)。这样就得到矩阵  $A^* = (f_{ij})$ 。表 6 是把矩阵  $A'$  和  $A^*$  合在一起构成的。

### 4. 评价对象质量指数的计算和质量级别的确定

定义评价对象  $W \in U$  对  $P_i$  的相容度为

表 4 三川河流域丰泉寺沟土地质量评价质量指数表  
Table 4 A quality index list in land quality evaluation in Feng Quan Si gully of San Chuan He Valley

| 级别  | 项目及其权重      | $F_1$   | $F_2$   | $F_3$   | $F_4$   | $F_5$   | $F_6$   | $F_7$   | $P_i$ |
|-----|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
|     | $\lambda$ 值 | 0.549 5 | 0.134 9 | 0.134 9 | 0.081 1 | 0.055 8 | 0.036 8 | 0.007 1 |       |
| I   |             | 50.37   | 12.37   | 12.37   | 7.43    | 5.12    | 3.37    | 0.65    | 91.67 |
| II  |             | 41.21   | 10.12   | 10.12   | 6.08    | 4.19    | 2.72    | 0.53    | 75.00 |
| III |             | 32.05   | 7.87    | 7.87    | 4.73    | 3.25    | 2.15    | 0.41    | 58.33 |
| IV  |             | 22.90   | 5.62    | 5.62    | 3.38    | 2.33    | 1.53    | 0.30    | 41.67 |
| V   |             | 13.73   | 3.37    | 3.37    | 2.03    | 1.40    | 0.92    | 0.18    | 25.00 |
| VI  |             | 4.58    | 1.12    | 1.12    | 0.68    | 0.46    | 0.31    | 0.06    | 8.33  |

表 5 三川河流域丰泉寺沟土地质量评价质量标准、质量指数对照表  
Table 5 A contrast list of quality standards and quality indices in land quality evaluation in Feng Quan Si gully of San Chuan He valley

| 级别  | 项目及其权重          | 坡度(度)   | 坡向(度)             | 高程(米)     | 有效土层厚度(厘米) | 地面粗糙度   | 土壤有机质含量(%) | 水源保证率(%) | $P_i$ |
|-----|-----------------|---------|-------------------|-----------|------------|---------|------------|----------|-------|
|     | 指标及 $\lambda$ 值 | 0.549 5 | 0.134 9           | 0.134 9   | 0.081 1    | 0.055 8 | 0.036 8    | 0.007 1  |       |
| I   |                 | <3      | 0                 | <1 200    | >120       | 1—1.5   | >2.5       | >10      | 91.67 |
|     |                 | 50.37   | 12.37             | 12.37     | 7.43       | 5.12    | 3.37       | 0.65     |       |
| II  |                 | 3—6     | 0—45 或 315—0      | 1200—1300 | 80—120     | 1.5—2   | 2—2.5      | 8—10     | 75.00 |
|     |                 | 41.21   | 10.12             | 10.12     | 6.08       | 4.19    | 2.72       | 0.53     |       |
| III |                 | 6—15    | 45—90 或 270—315   | 1300—1500 | 80—120     | 2—2.5   | 1.5—2      | 6—8      | 58.33 |
|     |                 | 32.05   | 7.87              | 7.87      | 4.73       | 3.25    | 2.15       | 0.41     |       |
| IV  |                 | 15—25   | 90—135 或 225—270  | 1500—1600 | 30—80      | 2.5—3   | 1—1.5      | 4—6      | 41.67 |
|     |                 | 22.90   | 5.62              | 5.62      | 3.38       | 2.33    | 1.53       | 0.30     |       |
| V   |                 | 25—40   | 135—180 或 180—225 | 1600—1700 | 30—80      | 3—5     | 0.5—1      | 2—4      | 25.00 |
|     |                 | 13.73   | 3.37              | 3.37      | 2.03       | 1.40    | 0.92       | 0.18     |       |
| VI  |                 | >40     | 180               | >1700     | <30        | >5      | <0.5       | <2       | 8.33  |
|     |                 | 4.58    | 1.12              | 1.12      | 0.68       | 0.46    | 0.31       | 0.06     |       |

$$\Pi_w(W_i) = 1 - |u_N(W) - P_i| \quad i = 1, 2, \dots, 6$$

若

$$\Pi_w(W_i) = \max_{i \leq j \leq 6} \Pi_w(W_j)$$

便将评价对象归入参考对象  $W_i$  一类, 即  $W$  被评判为第  $i$  级。

对某一评价对象, 根据其各评价因素指标值, 利用表 6 即可对任意一块土地的质量进

表 6 三川河流域丰泉寺沟土地质量评价表  
Table 6 An evaluation list of land quality in Feng Quan Si gully of San Chuan He Valley

| 项目及其权重<br>指标及入值<br>级别 | 坡度(度)<br>0.549 5<br>$f_{11} = 50.37$            | 坡向(度)<br>0.134 9<br>$f_{21} = 12.37$                         | 高程(米)<br>0.134 9<br>$f_{31} = 12.37$                 | 有效土层厚度<br>(厘米)<br>0.081 1<br>$f_{41} = 7.43$ | 地面粗糙度<br>$f_{51} = 5.12$ | 土壤有机质<br>含量(%)<br>0.036 8<br>$f_{61} = 3.37$ | 水源保证率(%)<br>0.007 1<br>$f_{71} = 0.65$ | $P_i$              |
|-----------------------|---|--|--|--|--------------------------|--|--|--------------------|
| I                     | $< 3$<br>$f_{12} = 52.61$<br>$- 2.85x$          | 0<br>$f_{22} = 11.79$<br>$- 0.073x$                          | $< 1200$<br>$f_{32} = 50.12$<br>$- 0.03x$            | $> 120$<br>$f_{42} = 5.405$                  | 1—1.5<br>$f_{52} = 4.19$ | $> 2.5$<br>$f_{62} = 2.72$                   | $> 10$<br>$f_{72} = 0.53$              | 91.67<br><br>74.30 |
| II                    | 3—6<br>41.21<br>$f_{13} = 40.7$<br>$- 0.865x$   | 0—45 或<br>315—0<br>10.12<br>$f_{23} = 9.50$<br>$- 0.022x$    | 1200—1300<br>10.12<br>$f_{33} = 16.97$<br>$- 0.006x$ | 80—120<br>$f_{43} = 5.405$                   | 1.5—2<br>$f_{53} = 3.25$ | 2—2.5<br>$f_{63} = 2.15$                     | 8—10<br>$f_{73} = 0.41$                | 59.01              |
| III                   | 6—15<br>32.05<br>$f_{14} = 42.2$<br>$- 0.965x$  | 45—90 或<br>270—315<br>7.87<br>$f_{24} = 15.42$<br>$- 0.087x$ | 1300—1500<br>7.87<br>$f_{34} = 55.2$<br>$- 0.032x$   | 80—120<br>$f_{44} = 2.705$                   | 2—2.5<br>$f_{54} = 2.33$ | 1.5—2<br>$f_{64} = 1.53$                     | 6—8<br>$f_{74} = 0.30$                 | 41.01              |
| IV                    | 15—25<br>22.9<br>$f_{15} = 31.65$<br>$- 0.543x$ | 30—135 或<br>225—270<br>5.62<br>$f_{25} = 5.0$<br>$- 0.0103x$ | 1500—1600<br>5.62<br>$f_{35} = 24.8$<br>$- 0.013x$   | 30—80<br>$f_{45} = 2.705$                    | 2.5—3<br>$f_{55} = 1.40$ | 1—1.5<br>$f_{65} = 0.92$                     | 4—6<br>$f_{75} = 0.18$                 | 2 5.68             |
| V                     | 25—40<br>13.73<br>$f_{16} = 4.58$               | 135—180 或<br>180—225<br>3.37<br>$f_{26} = 1.12$              | 1600—1700<br>3.37                                    | 30—80<br>$f_{46} = 0.68$                     | 3—5<br>$f_{56} = 0.46$   | 0.5—1<br>$f_{66} = 0.31$                     | 2—4<br>$f_{76} = 0.06$                 | 8.33               |
| VI                    | $> 40$  | 180  | $> 1700$   | $< 30$                                       | $> 5$                    | $< 0.5$                                      | $< 2$                                  |                    |

行评价。例如,有一块待评价土地  $w_g$ ,其 7 种质量指标(即土地  $w_g$  的一个状态向量)为  
 坡度: 5 度,坡向: 40 度, 高程: 1400 米, 有效土层厚度: 100 厘米,地面粗糙度:  
 1.8,土壤有机质含量: 1.2%,水源保证率: 7%。

于是,土地  $w_g$  的隶属度为

$$\begin{aligned} u_N(w_g) &= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^7 f_{ij} \\ &= \frac{1}{100} [(52.61 - 2.85x) + (11.79 - 0.073x) \\ &\quad + (16.97 - 0.006x) + 5.405 + 4.19 + 1.53 + 0.41] \\ &= 0.666497 \end{aligned}$$

其中  $f_{12}(5) = 38.36$ ,  $f_{22}(40) = 8.8847$ ,  $f_{33}(1400) = 7.87$ 。于是,土地  $w_g$  对  $P_i(i = 1, 2, \dots, 6)$  的相容度[将  $u_N(w_g)$  扩大 100 倍]为

$$\Pi_w(w_i) = 1 - \frac{|66.6497 - P_i|}{100} \quad (i = 1, 2, \dots, 6)$$

而

$$\Pi_w(w_3) = \max_{1 \leq i \leq 6} \Pi_w(w_i) = 1 - \frac{|66.6497 - 59.01|}{100} = 0.9236$$

因此,土地  $w_g$  应属于三等地。

图 6 (图版 I)为运用此法作的三川河流域丰泉寺沟土地质量评价图。该图是用 IBM-PC/XT 微机自动评价通过屏幕拷贝得到的像片。图中各色彩的含义及部分评价结果见表 7(背景为天蓝色)。

经过验证,此图评价精度达 95% 以上。除沟谷中部分宜农二等地,由于面积太小,被判为宜农三等地外,其余评价结果均与实际情况相符。经实地调查,导致试验区土地质量差异的主要限制性因素为坡度、坡向、高程(反映土地的水热变化),故其相应的权重较大。而土层厚度、地面粗糙度(表示地形的破碎程度)、土壤有机质、水源等因素变化甚微,对土地质量差异影响不大,故其相应的权重较小。

表 7 三川河流域丰泉寺沟土地资源综合评价表(部分)

Table 7 A comprehensive evaluation list of land resources in Feng Quan Si gully of San Chuan He Valley

| 色 别 | 代码   | 土地资源类型              | 主要限制因素      | 适宜性及质量等级  |
|-----|------|---------------------|-------------|-----------|
| 深红  | 3101 | 河阶地耕种黄土质灰褐土性土沟川地    |             | 宜农一等      |
| 蓝点红 | 4101 | 黄土梁峁地耕种黄土质灰褐土性土梯田   | 水源,土壤有机质    | 宜农二等      |
| 蓝点紫 | 4102 | 黄土梁峁地耕种黄土质灰褐土性土缓坡地  | 坡度、水源       | 宜农三等      |
| 黄   | 4202 | 黄土梁峁地黄土质灰褐土性土漠木林地   | 坡度、水源、土壤有机质 | 宜林三等 宜牧二等 |
| 点黄  | 4203 | 黄土梁峁地黄土质灰褐土性土荒草地    | 水源、坡度       | 宜牧二等      |
| 点绿  | 5207 | 低山丘陵黄土质灰褐土性土天然草地    | 水源、坡度       | 宜牧一等      |
| 绿   | 5208 | 低山丘陵黄土质灰褐土性土疏林地     | 水源、坡度       | 宜林二等      |
| 点红绿 | 6101 | 变质杂岩、碳酸岩中山山地灰褐土天然林地 | 土层厚度、坡度     | 宜林一等      |
| 点蓝灰 | 6201 | 低山丘陵裸岩石砾裸地          | 裸岩、石质陡坡     | 暂不易利用     |

## 参 考 文 献

- [1] 陈世权,一种聚类分析的 Fuzzy 模式,模糊数学,(3),1984。  
[2] 刘豹等,层次分析法——规划决策的工具,系统工程,2(2),1984。  
[3] 贺仲雄,模糊数学及其应用,天津市科学技术出版社,1985年。  
[4] 陈貽源,模糊数学,华中工学院出版社,1984年。  
[5] 杨艳生,土壤资源的模型识别评价方法,自然资源,(2),1986。

## The Establishment of microcomputer Land Resource Evaluation Information System and Its Application Research

Fu Wei

(Department of Geography, Xinjiang University)

### Abstract

A regional Microcomputer land Resource Evaluation Information System (MLREIS) was set up in Microcomputer (IBM-PC/XT) by using image data of Remote Sensing and field-work data of Land resources. The MLREIS could be used for evaluating land resources efficiently, rapidly and periodically, and mapping automatically. The method of grids was adopted in the system to encode feature values of polygon figures and to input them with digitization. On the basis of principle and methods of Fuzzy mathematics, the author built a Fuzzy dynamical clustering model of suitability evaluation of land resources, and presented a Fuzzy pattern recognition model to appraise the quality of land resources. In the light of the above appreciation models, the logical image operations among multiplayer digital pictures were carried out in the MLREIS and thus the process automation of land resource evaluation was realised.

**Key words** Feature coding Grid data processing Fuzzy dynamical clustering with netting method Subordinate degree of reference objects Fuzzy pattern recognition

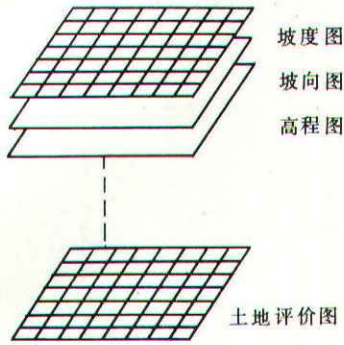


图4 多层数字图像组合

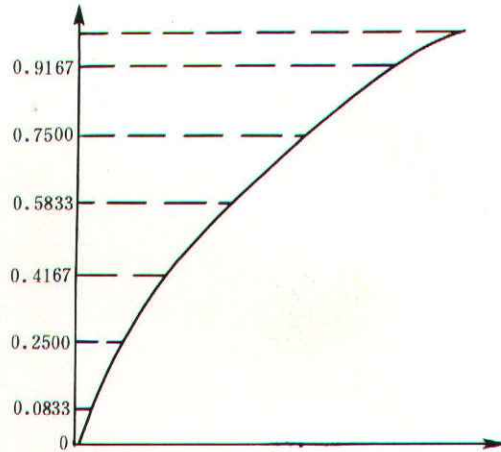


图5 参考对象的隶属函数分布曲线

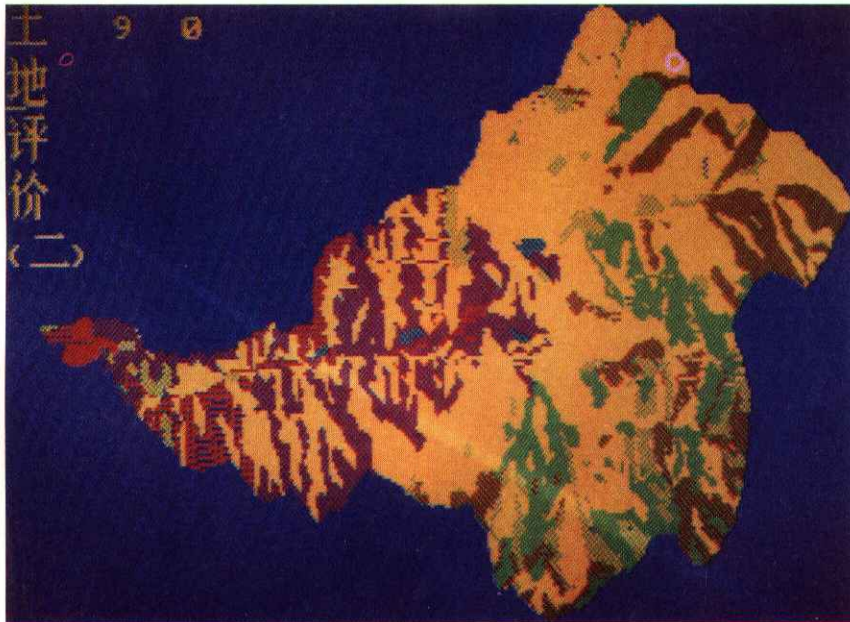


图6 三川河流域丰泉寺沟土地质量评价图