

地理信息系统支持的城市土地 定级方法研究

黄杏元 高文 徐寿成

(南京大学大地海洋科学系 210008)

1992年10月24日收稿

摘 要

本文探讨根据城市土地定级因素所具有的空间特征和相关性,采用地理信息系统(GIS)的技术和方法,运用空间数据库存储、管理和操作各类与城市土地定级估价有关的信息和数据。并根据GIS空间分析的类型和功能,设计土地定级因素空间分析软件,包括空间内插、数字地形分析、空间扩散和叠置分析等,在这些定级软件的协调下,自动完成土地定级因素的量化、空间分析、分值计算、分级评定及土地定级图件等的输出,为城市土地等级评估提供一种全数字的方法。

关键词 城镇土地 土地定级 地理信息系统

一、概 述

我国改革的大潮激发了土地的经济活力,土地市场正在急速发育。随着我国土地市场的复苏、运行和发育,迫切需要一套与现行地产评估体系相适应的量化土地经济和自然属性的现代化手段和方法,以便既能科学地评定和划分城镇土地等级,又能大大地加速城市土地定级工作的步伐,其中应用计算机和地理信息系统技术正日益受到普遍的重视。

地理信息系统是由计算机硬件、软件和方法库组成的高新技术系统,它具有采集、管理、处理、分析、建模和显示空间数据的功能,主要用于解决复杂的规划、管理和地理相关问题。根据《城镇土地定级规程》,土地定级因素有5大类30多个因子,大部分因子具有时间和空间特征,所有因子的综合分析和评价都必须在确切的空间域内进行,其内容涉及面广,分析处理的数据量大,运算和定位的精度要求比较高,应用地理信息系统技术来完成城镇的土地定级,有利于按统一的质量标准和综合原则来处理定级因子,便于采用数据库技术来存储、管理和更新与土地定级估价有关的数据和信息,可以利用定级软件系统来自动完成土地定级因素的分析、计算、评价和定级成果的输出;从而大大减少手工工作量,加快定级工作的进程,提高定级成果的精度和质量,尤其是便于定级估价成果的动态管理、更新和应用。

二、定级的方法和过程

运用地理信息系统技术来完成城镇的土地定级,旨往从本根上改善定级工作的环境,

它既与常规作业方式不同,也与计算机辅助方法不同,其技术关键是在透彻分析《城镇土地定级规程》的标准和要求的基础上,建立实用和高效的计算机化的地理信息系统,即城镇土地定级信息系统。该系统摆脱手工编制作用分值表和直接利用地图覆盖并按地块进行简单或机助叠置分析的做法,它充分利用地理信息系统的基于计算机、空间数据库管理和空间分析的技术优势,将定级因素确定、资料量化处理、数据管理、定级单元划分、分值计算、土地级评定、级差收益测算、面积量算和成果图输出等综合为一个共同的数据流程,实行全数字式的信息处理模式,其系统的数据处理流程如图 1 所示。

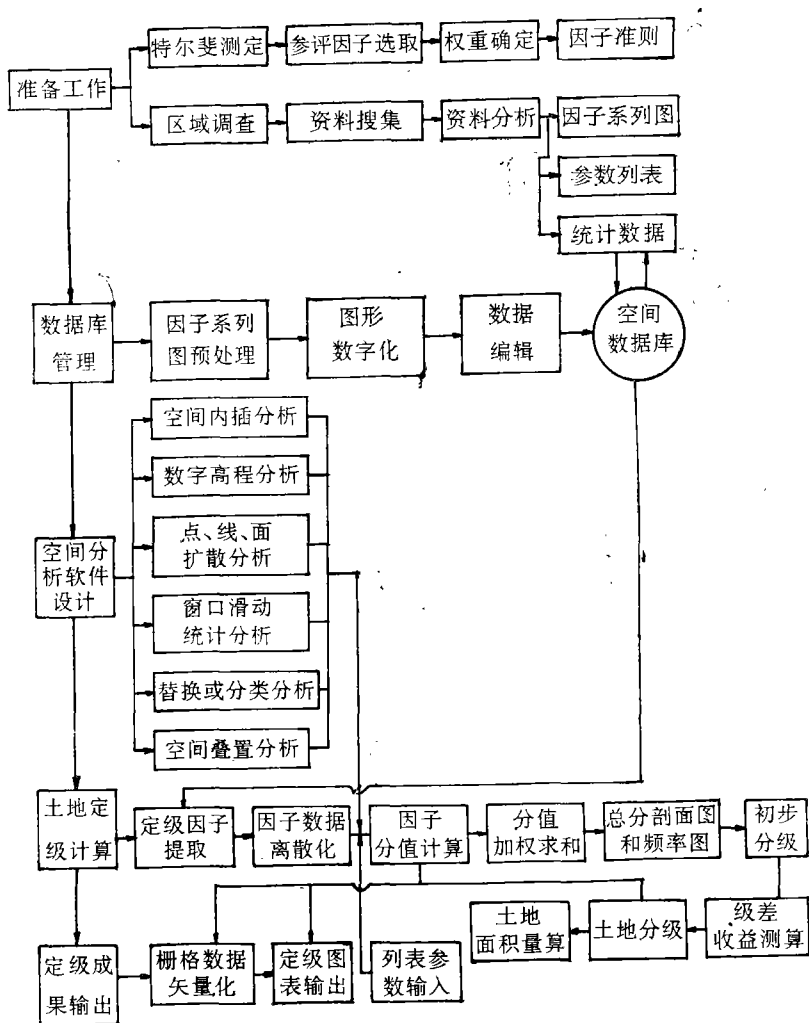


图 1 系统数据流程图

Fig. 1 Flowchart for processing land rating data

采用信息系统技术来进行土地定级工作,要经过数据采集、数据编辑、定级因子分析、因素复合、级别划分、面积量算统计和成果图输出等技术过程,因此土地定级信息系统就由相应的这些子系统组成。在每个子系统中,各有若干个功能模块,这些功能模块以命

令形式运行,并可采用嵌入主语言的方法构成新的用户界面,系统的功能结构见图 2。

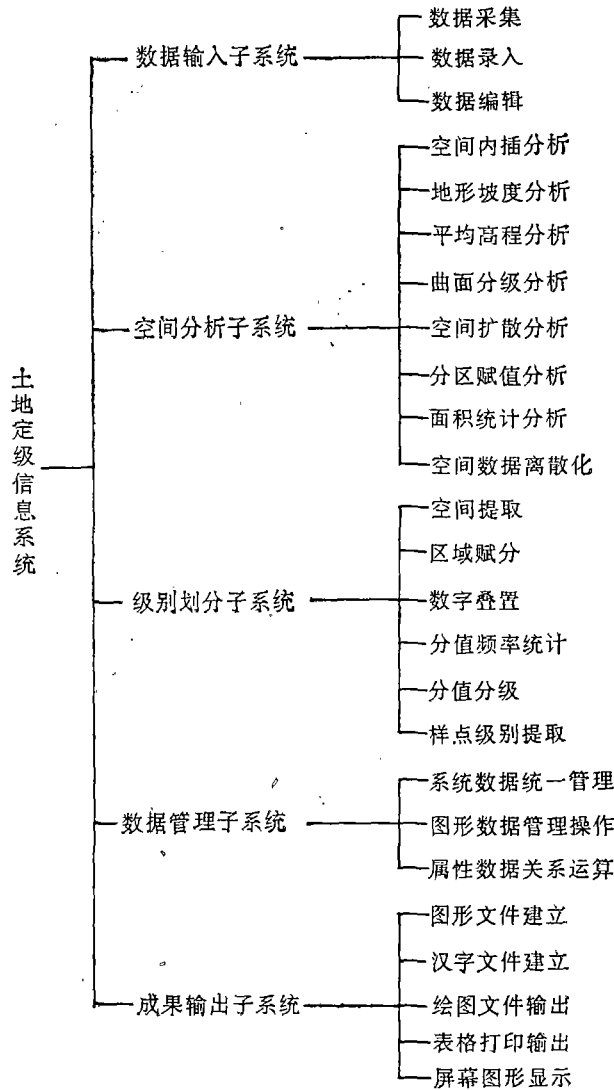


图 2 土地定级信息系统功能结构

Fig. 2 Function structure of urban land rating information system

1. 数据输入子系统 作为系统各种定级数据的入口,由采集、录入和编辑模块组成。采集和录入的对象是定级因子的点、线、面图形及其相关属性。例如商业服务中心,除了输入它的轮廓范围,还有它的级别、规模指数和影响半径等。编辑模块完成原始定级因子图形数据的拓朴一致性检验和编辑处理,编辑的线段可达 32 750 条,精度为 0.1mm。属性数据采用边输入边编辑的方式由键盘录入。

2. 空间分析子系统 专门设计来对定级因子进行分析,以确定各因子对定级单元的作用分值,其分析对象为点位、线段和面域的空间数据(包括部分属性数据),而且所有的分析均基于图幅的分层要素,同一层次的数据属于相同的空间实体。它是系统最主要的

组成部分,具体内容见本文第四部分。

3. 级别划分子系统 级别划分子系统由定级因素复合操作和分值分级操作两部分组成。定级因素复合操作是将因子层作用分值进行复合,生成因素层作用分值,尔后再将因素层作用分值进行复合得出总分值,复合操作由数字叠置模块完成。分值分级操作是将复合操作得出的总分值进行统计分析,生成总分频率直方图,供初步确定分级界限时参考,然后由分级程序对分值数据进行分级,形成定级数据。对于分值或分级数据还可采用样点属性提取程序提取样点所在位置的分值或级别,为级差收益测算及微观区位修正提供依据。

4. 数据管理子系统 它提供系统数据文件的统一管理,包括文件目录显示、修改和删除。图形数据(矢量和栅格)文件以图幅为单位,实现图幅的各种操作,包括内容更新、分割和拼接。属性数据文件以要素层为单位进行各种关系运算,包括选择、投影和连接,以保证系统数据的有效性和适应性。

5. 成果输出子系统 定级成果从类型上分为定级图、因素图和因子图,从形式上分为晕线图、色块图、等值线图和立体图等。所有矢量图使用批处理方式,分层叠置组合,由绘图机输出;点阵图采用各层次数据合成,由打印机输出;彩色屏幕可以实现图形的排版操作,色彩丰富,成图速度快,特别适于数据的查询和检索。

三、定级信息系统的数据库

如前所述,土地定级涉及的因素众多,数据之间的关系复杂,因此如何组织、管理和使用这些数据是建立土地定级信息系统的关键步骤。

首先,根据对定级因子的分析,确定定级因子几何实体的类型及有关的属性(表1),以便建立相应的数据文件,因为不同的数据文件具有不同的存贮方式、存贮内容和操作要求。

其次,为便于数据的处理、分析和应用,要研究和确定系统数据库采用的数据结构。根据土地定级因子的空间数据和非空间数据都占有很大的比重,本系统采用空间数据与非

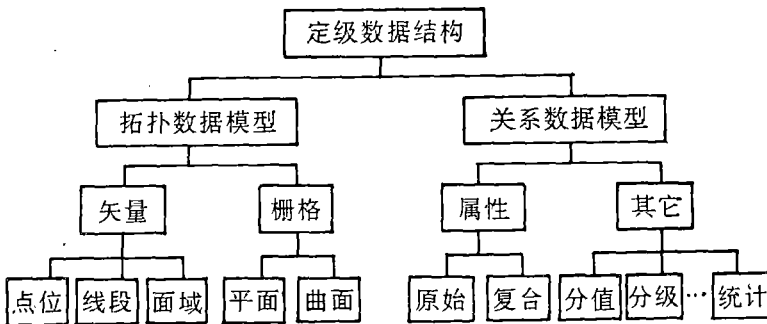


图 3 · 定级数据结构图

Fig. 3 Data structure of the system

表 1 土地定级因子的几何类型及其相关属性

Tab. 1 The category of spatial and attribute data

因素或因子	几何类型	相 关 属 性
商服中心	POLYGON	中心规模指数、级别、影响半径
道 路	POLYGON	道路规模指数、级别、影响半径
公交站点	POINT	站点规模指数、级别、影响半径
火车站 汽车站 码头	POINT	点位规模指数、级别、影响半径
供水管道分区 排水管道分区	POLYGON	区域规模指数
供气分区 电讯分区	POLYGON	区域规模指数
医院 粮站 煤店 液化气站 中学 小学 幼儿园 菜场 金融机构	POINT	点位规模指数、级别、影响半径
大气、水和噪声污染	POINT	采样点指标
图书馆 博物馆 影剧院 文化宫 体育场馆 公园	POINT	点位规模指数、级别、影响半径
地形高程	CONTOUR	高程值
地基承载力分区等	POLYGON	区域规模指数

空间数据分别管理的策略,即空间数据利用拓扑数据模型管理,非空间数据利用关系模型定义,两者之间通过采用内部代码和用户标识码作为公共数据项进行联接,其数据结构如图 3 所示。其中,点位数据仅由点位文件组成;线段数据由线段索引文件、坐标文件和结点文件组成;面域数据由面域索引文件、线段索引文件、坐标文件和结点文件组成;平面栅格数据由行索引文件和列编码文件组成;曲面栅格数据则仅由曲面栅格文件所组成。它们均采用面向图幅的操作和存贮形式,每一图幅的要素数据包括一图幅控制文件及上述一组相关的数据文件,从而保证了数据存贮的规范化和图幅操作的统一性。

四、定级信息系统的空间分析模型

空间分析是地理信息系统区别于其它类型信息系统的主要标志,也是土地定级信息系统智能效应和速度效应的重要体现。利用定级信息系统来代替常规的定级方法,其关键步骤是确定和设计不同定级因子对应的空间分析模型和算法。根据作者的分析 and 试验,得出与各因子对应的分析模型如图 4 所示,它们包括如下 6 种分析模型及算法。

1. 空间数据离散化 空间数据离散化就是将呈面状分布现象的特性赋予呈规则排列的栅格的过程。该栅格即为评定土地级的基本空间单元。其算法为:

$$\begin{cases} y = y_0 \\ (y - y_1)/(x - x_1) = (y_2 - y_1)/(x_2 - x_1) \\ I = y \text{div} D + 1 \\ x_i \text{div} D + 1 < J \leq x_{i+1} \text{div} D + 1 \end{cases}$$

式中: y_0 ——行中心的纵坐标值; (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) ——弧段相邻节点的坐标值; I ——行

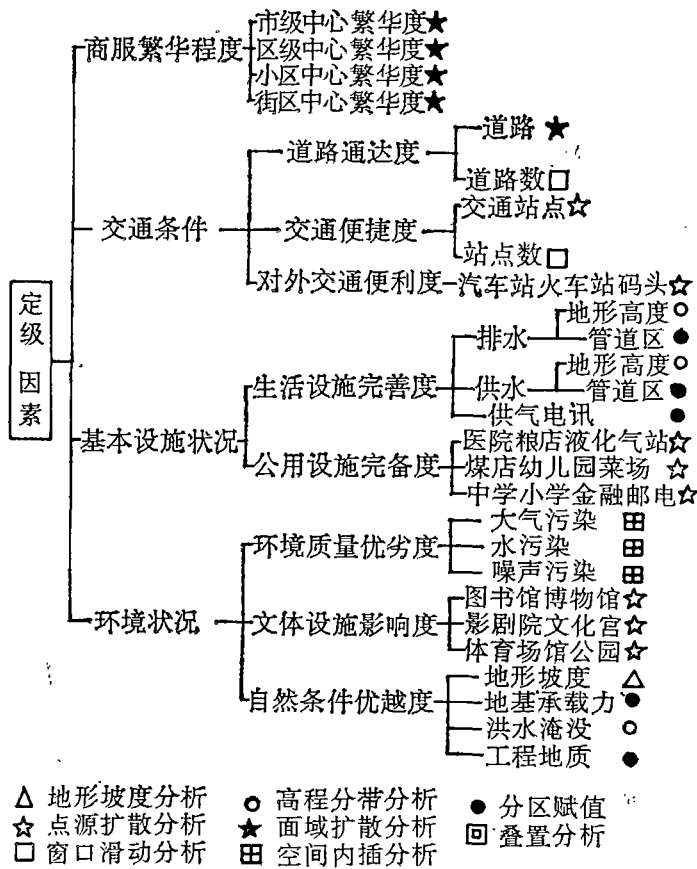


图4 土地定级因子及相关的分析模型

Fig. 4 Land rating factors and relevant analysis models

号; J ——列号; D ——栅格单元边长; div ——整除运算符。

2. 空间内插分析 空间内插分析是通过逼近函数(多项式函数), 拟合一组已知的空间数据, 然后根据拟合模型推求有效范围内其它任意点的值。其算法为:

$$\sum_{i=1}^N Q_i^2 = \sum_{i=1}^N W(d_i)(f(x_i, y_i) - z_i)^2 = \varphi(a_0, a_1, \dots, a_5) = \min$$

该式称为按距离 (d_i) 加权 (W) 最小二乘内插算法, 一般在山林城市或具有明显地形起伏的城市区域, 都需要通过该式来生成数字高程模型。

3. 数字地形分析 数字地形分析是根据数字高程模型, 求取各格网单元的坡度和平均高程等, 以确定区域洪水淹没和边坡稳定性等自然条件的优劣状况。其算法为: 设地表单元的四个格网点值 $(x_i, y_i, z_{i,j})$ 、 $(x_i, y_{j+1}, z_{i,j+1})$ 、 $(x_{i+1}, y_j, z_{i+1,j})$ 和 $(x_{i+1}, y_{j+1}, z_{i+1,j+1})$, 则该单元的坡度和平均高程分别为:

$$SP = \arccos(\vec{z} \cdot \vec{n}) / (|\vec{z}| \cdot |\vec{n}|)$$

$$AH = (z_{i,j} + z_{i,j+1} + z_{i+1,j} + z_{i+1,j+1}) / 4$$

式中：

$$\vec{n} = \vec{a} \cdot \vec{b}$$

$$\vec{a} = \{\Delta x, \Delta y, z_{i+1,j+1} - z_{i,j}\}$$

$$\vec{b} = \{-\Delta x, \Delta y, z_{i,j+1} - z_{i+1,i}\}$$

4. 曲面分级分析 曲面分级分析是对坡度或高程值按定级因子的级别界限进行分级,其方法是将单元的地形分析结果与分级区段表中的级别界限值作比较,如果分析结果介于某一级的上下限之间,则用该级的值替换分析结果,即:

$$\begin{cases} F = f(i) \\ (z_i)_{\min} < z \leq (z_i)_{\max} \end{cases}$$

式中： i ——级别； z_i ——分级区段表的界限值。

5. 空间扩散分析 它用于计算呈扩散影响的因子对定级单元的作用分值，例如各级商服中心、交通条件和文体设施等。其算法由重力模型和缓冲区分析两部分组成。重力模型程序采用 $f = f_0^{1/r}$ 来确定分值区段所对应的半径 (r)，根据该半径就能自动生成定级因子点、线、面实体周围一定距离的缓冲区，并赋以对应的分值或代码。

6. 叠置分析 该分析是逐次地将两个因素或因子的数据按数字加权叠置，以生成新

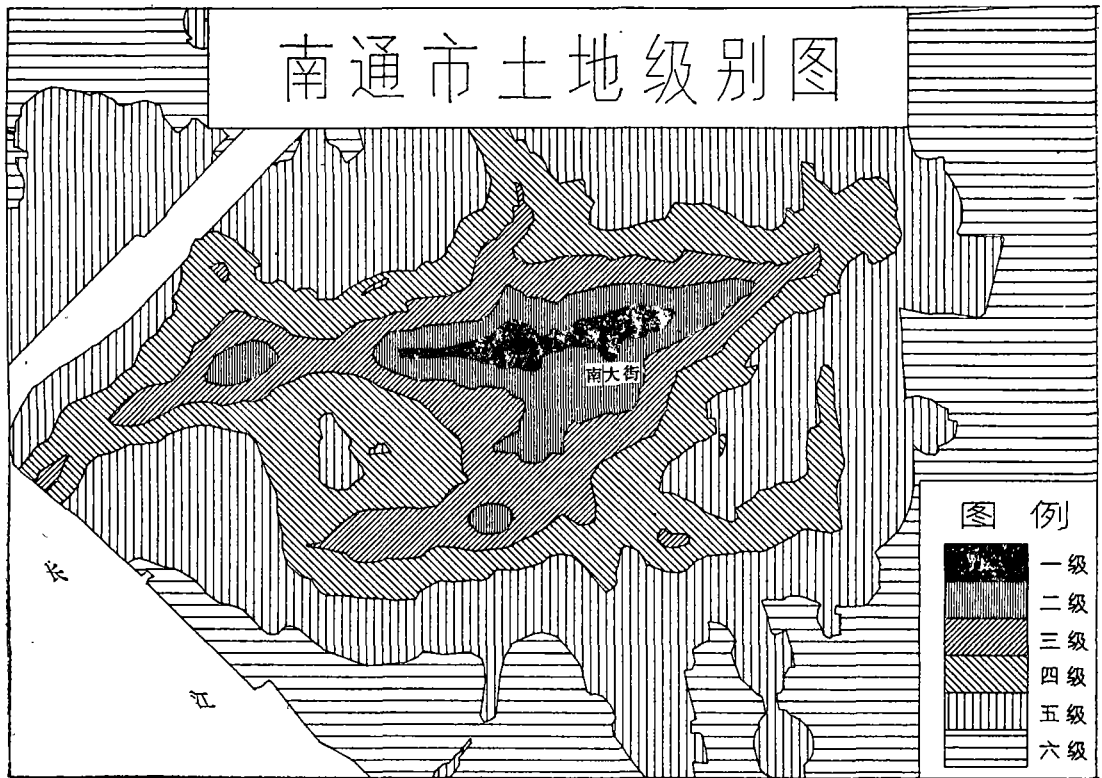


图 5 南通市城区土地级别图

Fig. 5 Land rating map in Nantong city output from computer

的因素或因子数据。其算法为:

$$P = W_1F_1 + W_2F_2$$

通过空间分析,系统自动生成每个栅格单元内的作用分值,通过对不同定级因素作用分值的逐层叠置求取综合评分值。算出综合评分值后,就可以根据综合评分频率曲线和分级要求确定栅格单元的土地级别,最后输出土地定级图(图 5)。

五、结果与讨论

根据本文提出的方法,开展了南通市城区及唐闸镇、天生港和狼山开发区共 100 余平方公里土地的定级估价任务,完成了南通市土地定级信息系统的设计,建立了土地定级估价数据库。在定级信息系统和数据库的支持下,在主城区划分出 6 个土地级别,其它区域划分出 3—4 个土地级别,并在这基础上进一步开展了地价评估,建立了基准地价体系。与此同时,输出 1:10 000 的各类地图近 50 幅,各类统计报表数十份,完成建库的数据量包括原始数据(1 兆)、定级因子数据(5 兆)、定级过程数据(80 兆)、面积量算数据(1 兆)和各类统计数据(0.5 兆),总数据量近 90 兆字节。

通过本研究,有以下几点结论:

1. 为科学准确地进行土地定级,必须建立与《城镇土地定级规程》相配套的技术系统。由于该系统是以地理信息系统的理论和计算机技术为依托,运用空间数据库方法存贮、管理和操作各类与土地定级有关的数据和信息,并在定级软件的协调下,自动完成土地定级,因此明显地提高了土地定级工作的效率和成果的精度与质量。

2. 由于城市土地定级因素与定级估价成果具有明显的动态变化特征,经常需要对其进行修订和更新,而地理信息系统和数据库的应用,有利于对定级成果的动态管理和应用。

3. 1988 年以来,各地开展的土地定级一直沿用综合定级法,即用同一标准来评定城市各类用地的级别,这显然不合理。但是,如果根据城市内的主要用地类型,例如商业、住宅、工业和旅游区等,分别根据影响它们价值的因素作单独分类定级,那么在手工运作的条件下有很大困难。相反地,在地理信息系统运作的条件下,只要通过参数修改,就能很快实现从土地综合定级到土地分类定级的转换。

4. 土地定级的目的在于揭示土地价值的差异,影响土地价值差异的因素涉及到社会、经济和自然等方面,因此利用地理信息系统进行土地定级,不可忽视对这些影响因素的深入分析,尤其要尽可能合理地选择定级因子和确定其权重值。

5. 根据统计,我国共有城市(含县城)2188 个,为适应对这些城市实施科学的地产管理措施,需要尽快建立一个以基准地价和标定地价为核心的地价体系,并在此基础上开发城市土地定级估价信息系统,实现定级与估价的计算机化,这对加速我国城市土地定级估价工作的进程具有十分重要的意义。

参 考 文 献

- [1] 国家土地管理局,城镇土地定级规程(试行),农业出版社,1990。
- [2] 黄杏元等,地理信息系统概论,高等教育出版社,1989。

A STUDY ON URBAN LAND RATING SUPPORTED BY GIS

Huang Xingyuan Gao Wen Xu shoucheng
(Dept. of Geo & Ocean Sciences, Nanjing University)

Abstract

Based on the spatial character of environmental variables and their relationship to land rating the authors have developed a automated method of urban land rating. The method first analyses the procedures of land rating in applying GIS, and then presents a set of spatial analysis models for the derivation of rating values. These models consisted essentially of spatial interpretation, digital terrain model, buffer and overlay analysis. The study revealed that the key technique of automated method is to establish a practical and efficient information system of urban land rating under the penetrating analysis of "Rules of Urban Land Rating" and the main steps of establishing this system are to manage the rating factors and design the analysis models.

Key words Urban Land Land Rating GIS