

区域微机土壤信息系统的建立与应用*

贺红士 侯彦林

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 110015)

摘 要

我们用 FORTRAN 语言和 DBASE-IV 作为主要支撑软件,在 IBH-PC-XT 机上建立了区域微机土壤信息系统。系统软件的工作方式是高级语言和数据库的通讯。该系统通过三级功能菜单完成全部系统功能,主要有: 1. 建立 RSIS 数据库; 2. 建立数字地形模型; 3. 土壤数据库管理; 4. 统计分析; 5. 制图与报表; 6. 信息提取、分析与复合; 7. 土壤与非土壤信息的复合与评价。我们在吉林农安县对该系统进行了试验,取得了满意的结果。

随着土壤调查技术的完善,特别是遥感技术的应用,土壤及其相关的环境科学信息数量激增,如何充分利用这些信息并对其进行科学管理是土壤学工作者所面临的紧迫问题。土壤信息系统是完成这一工作的有效工具。土壤信息系统(SIS)是在计算机软硬件支持下,将土壤及其相关信息按照空间分布和地理坐标,以一定的编码和格式输入、存贮、检索、显示和综合分析的应用与管理技术系统。70年代以来,许多国家和地区都建立了自己的土壤信息系统,成功地实现了计算机对土壤信息的科学管理。目前,它已成为资源环境信息系统或地理信息系统中的重要组成部分。我国关于土壤信息系统的研究不多,系统报道尚未见到。本研究是对在微机上建立以县或地区为基本地域单元的区域微机土壤信息系统(RSIS)¹⁾的理论与方法的探讨,以供我国基层单位土壤信息科学管理借鉴。

一、区域土壤信息系统(RSIS)的设计

(一) RSIS 设计的基本思想

RSIS 应具有输入、贮存、处理、分析、输出和系统维护等功能。根据模块化程序设计思想,我们把 RSIS 软件系统分成两大部分:一是通用处理软件部分;一是应用软件部分。前者是 RSIS 软件设计的基本内容,它是维持系统运行的各用户共享的软件资源。如数据的输入、输出、数据库的维护与管理、图形的输出与显示等。后者是在通用软件支持下根据解决某一专题问题而设计的应用软件,如根据土壤养分状况制定土壤肥力评级程序。

(二) RSIS 的基本支持软件和基本硬件配置

在 RSIS 软件设计中,考虑到系统的主要应用对象为基层单位,为了便于掌握,并能

* 本项工作得到徐吉炎副研究员、刘振国和许俊同志的帮助;沈善敏、肖笃宁研究员审阅了本文,在此一并致谢。

1) Regional Soil Information System。

进行有效的维护与开发,本系统采用的支撑软件为 FORTRAN 语言和 DBASE III、IV 语言,而未采用能涉及计算机底层内容的汇编或其他机器语言。FORTRAN 语言主要完成数值计算功能,也用于部分逻辑控制过程。DBASE 的特点在于其具有较强的数据管理功能,如分类、检索、查询和统计等,主要用于对土壤数据的管理,它是数据库管理系统(DBMS)中的主要软件。在 RSIS 软件设计中,采用 FORTRAN 和 DBASE 通讯的方式进行程序设计和数据传输。

RSIS 基本硬件配置及数据在 RSIS 中传输见图 1。

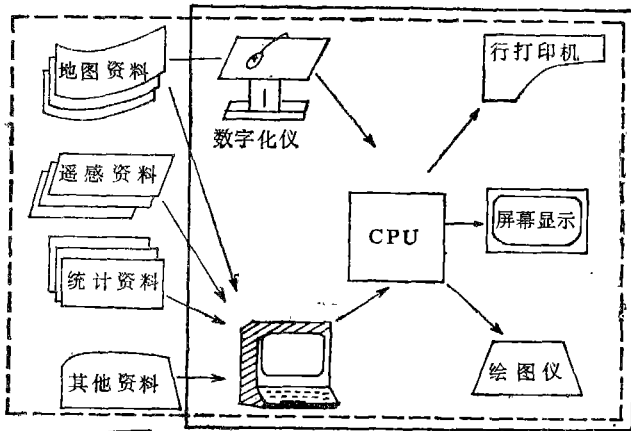


图 1(右) 实线框内为 RSIS 的硬件配置

Fig. 1(right) Hardware of RSIS in solid line scheme

图 1(左) 虚线框内表示数据在 RSIS 中的传输

Fig. 1(left) Data flows in RSIS in dotted line scheme

(三) RSIS 数据库的设计

RSIS 的特点是三维空间信息结构。系统结构采用网格和多边形两种结构方式。RSIS 的工作精度主要决定于目前地区和县级基础资料的精度。鉴于县和地区第二次土壤普查完成的基础图件比例尺主要为 1:10 万(有些县达到 1:5 万,但多数图斑饱和度往往只有 1:10 万专题图件的精度),所以我们认为 RSIS 设计精度采用 1:10 万比较合适。取 250m × 250m 的网格为网格数据的最小贮存单元,在 1:10 万地形图上为 2.5mm × 2.5mm。多边形结构以乡为记录单元,由相关特征进行描述。每一网格数据按块贮存,块与块间从上至下按行贮存,块的贮存方式按四元树(quadtrees)原理进行编码,以第一块为例,见图 2。这种行块式贮存结构既便于信息贮存、提取,又便于信息综合处理。

经过地理编码之后,每个网格或多边形单元作为一个记录,从而 RSIS 数据库的数学模型所反映的某一区域的有限集合 A 可以用二维矩阵表示:

$$A = [D_i]^t \quad (i = 1, 2, \dots, m - 1, m)$$

式中 m 为记录单元数, D_i 为第 i 个单元代表的地域。显然对于每块 $D_i \in A$, 都可以找到有限的相关属性来描述,即:

$$D_i = [B_1, B_2, \dots, B_j, B_{n-1}, B_n] \quad (j = 1, 2, \dots, \dots, n - 1, n)$$

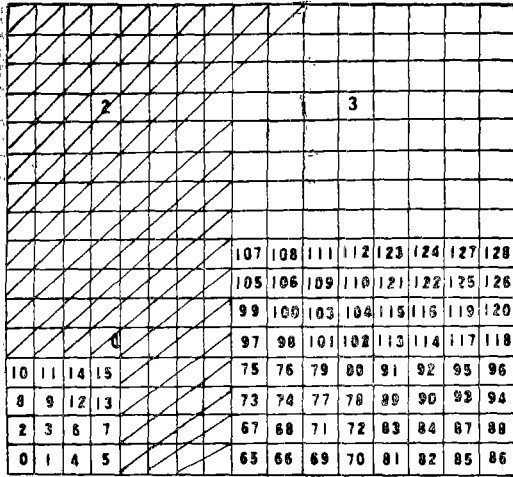


图 2(a) a 块栅格的存贮顺序以右下角第 1 亚块为
例,余类推,阴影部分为某类信息的出现
Fig. 2(a) Tesseral storage order and binary
information

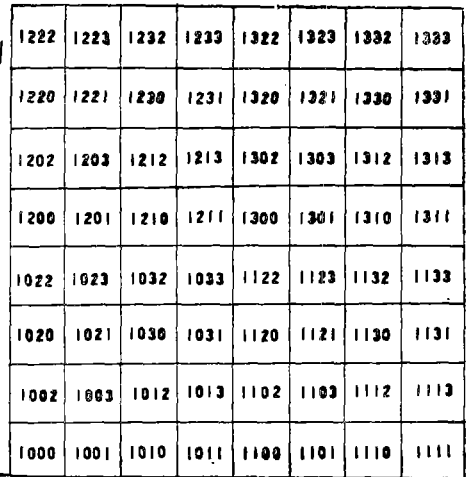


图 2(b) 栅格的地理编码方案示意
Fig. 2(b) Geographical addressing scheme

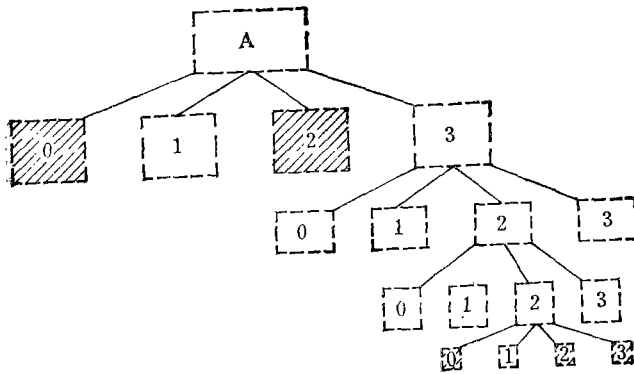


图 2(c) a 块栅格内某类信息出现的最小四元树表示
Fig. 2(c) A binary infomation and ouadtree representation

式中 n 为相关属性的个数, $B_j(j = 1, 2, \dots, \dots, n - 1, n)$ 为相关数据集合。

$$B_j = \bigcup_{i=1}^n z_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, \dots, m - 1, m)$$

显然 z_{ij} 为第 i 块 $D \in A$ 中第 j 个性状 $z_{ij} \in A$ 的值。因此整个区域 A 可用如下矩阵来表示:

$$A = \begin{bmatrix} z_{11}, z_{12}, \dots, z_{1j}, \dots, z_{1n} \\ \vdots \\ z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{ij}, \dots, z_{in} \\ \vdots \\ z_{m1}, z_{m2}, \dots, z_{mj}, \dots, z_{mn} \end{bmatrix}$$

式中行向量为记录,列向量表示实体的所有记录属性,即实体描述特征。从而 A 矩阵可以用二维表示,并用关系数据库模式处理。

(四) 相关属性数据编码及压缩

相关属性数据编码和数据压缩是信息系统设计中非常重要的环节。目前,采用树结构方式的编码研究较多。这种编码的特点是成码自然,易于掌握,能体现数据间的层次关系,利于检索。但这种方法占贮存空间较多,特别对于土壤信息系统来说,数据间的层次关系简单,相关属性的类型和等级不是很多,所以采用树结构编码不太适宜。因此我们选择简单易行的根据属性类别直接编码的方法。

在编码过程中我们同时考虑了对数据进行压缩。当然这种压缩是以不丢失信息为前提的。在位数允许的情况下,任何一组性状都可以考虑把它们压缩起来,但为了工作之便我们对性状相近,编码范围差距不大的性状进行了压缩,压缩后相对增加了计算机的贮存能力。我们给出直接根据属性类别或属性值进行压缩编码的通用公式为:

$$W = \sum_{i=1}^m 10^{q_i} \cdot x_i \cdot 10^{p_i}$$

式中 W 为 i 个属性的原始数据经过转换和压缩后形成的新编码; x_i 为第 i 个属性的原始数据、等级值或编码; 10^{q_i} 为 x_i 的转换系数,它将 x_i 转换成整数,其中 q_i 为 x_i 小数点后面有效数字位数; 10^{p_i} 为 x_i 的压缩系数,它将不同的原始数据、等级值或编码存入到不同的位置,其中 $P_j = \sum_{j=1}^{i-1} (x_j \text{ 的相应数字位数})$, 令 $i=1$ 时, $P_j=0$ 。当一组中 $x_{i_{\max}} \geq 1$ 时, x_i 取 $x_{i_{\max}}$ 的有效数字位数;反之,取 $x_{i_{\max}}$ 中小数点后面第一个不为 0 的数字到末尾数字的位数。

二、RSIS 主要功能及应用

RSIS 采用人-机对话方式,用二级功能菜单显示全部功能供用户选择,一级主控菜单框图如图 3 所示。用户键入所选择的功能号,系统响应转入二级菜单。

RSIS 的目的在于应用。它能将名目繁多的土壤信息根据用户的需要进行迅速、灵活、方便和有效的处理。不仅可以进行一般的信息分类和提取,绘制各种报表和图件,以直观明了的形式再现,还可以在方法库的支持下,就某些问题进行深入研究。

(一) 信息提取和查询

可以根据用户的要求查询某类土壤的成土条件、分布地域、理化性质和利用情况,也可以比较几种土壤。例如,农安县土壤退化最突出的问题是盐碱化,要查询分析典型盐碱土的表层特征信息,则在一级菜单中键入 2,系统进入二级功能菜单,再执行查询检索功能,给出查询条件则可根据用户的要求显示或输出查询结果。

(二) 土壤信息更新与纠正

及时纠正以往调查中部分错判的和更新已经变化的土壤信息是 RSIS 的重要功能之一。1988 年野外调查时发现,新刘家 1977 年 1:10 万土壤图与 1988 年 1:10 万 TMP 片所反映的土壤信息有很大差异,于是我们借助该区 1977 年黑白航片进行了对比研究,

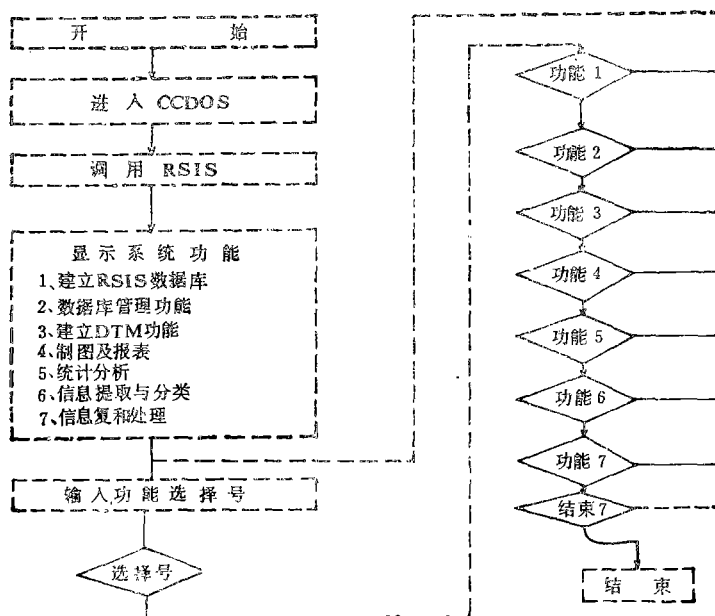


图 3 RSIS 总控方框图

Fig. 3 General system Scheme of RSIS

区域面积 16km^2 , 结果表明了以前的土壤界线划得不准。其中将一部分砂质石灰性冲积土和厚层中盐化草甸土错划为白盖碱土, 同时厚层草甸土和轻盐化草甸土的界线也有所变化。土壤被错划的原因可能是由于上述三种土壤在黑白航片上都具有很高的反射率, 很难区分。土壤界线的变动可能是由于黑白航片信息量少, 给详细的土壤解释带来困难, 或者是十年来土壤发生了一些变化。

我们利用 RSIS 的 2、4、6 功能对两个时期土壤分布信息进行了处理, 输出了错划土壤分布图(图 4)。可见在 RSIS 的支持下, 很容易对以前的土壤信息进行更新和修改, 并输出新的图件。

(三) 信息综合处理

RSIS 具有信息综合处理功能。我们仅以永安乡某区土壤全 N、全 P 和有机质含量为指标进行肥力评价来演示此功能, 当然实际肥力评价只考虑上述指标是不够的。首先将 RSIS 中贮存的全 N、全 P 和有机质信息按其含量均划分成 5 个等级, 再将限制因素评分原则程序化, 就可以通过 RSIS 对肥力信息进行综合处理, 输出土壤肥力评级图(图 5)。

(四) 土地利用对土壤变化影响的分析

不同的土地利用方式可以导致或加速土壤的变化, 及时地掌握和深入地认识土地利用的影响, 对指导农业生产、生态过程的控制是非常重要的, 也是土壤信息系统应该解决的问题之一。我们将三盛玉乡波罗泡地区近十年来土地利用对土壤变化的影响进行了深入分析。

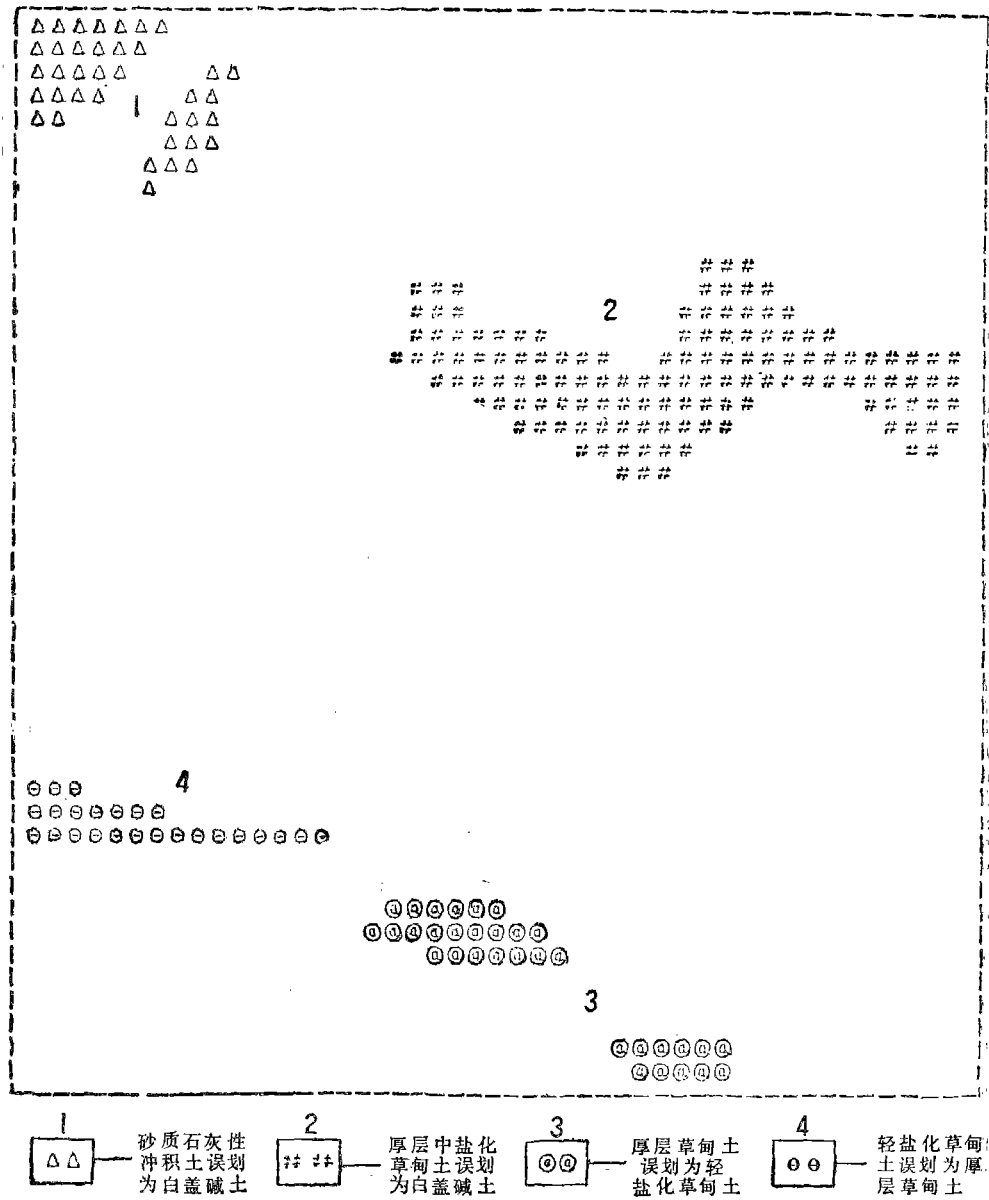


图4 新刘家乡某地错划的土壤分布

Fig. 4 The wrong distribution of soils in an area of Xinlujia Village

利用 RSIS 对该地区 1977 年和 1988 年土地利用现状进行了查询分析,发现十年来土地利用状况有很大变化,除个别类型图件上没有反映出来以外,随着草地的被开垦,各类土地利用面积均有不同程度的增加(表 1)。

随着土地利用强度的加深,土壤也发生了一定程度的退化。图 6(a)、(b)是上述地区 1977 年和 1988 年的土壤图,统计结果表明,十年间中位草甸碱土面积减少 37.3%,浅位

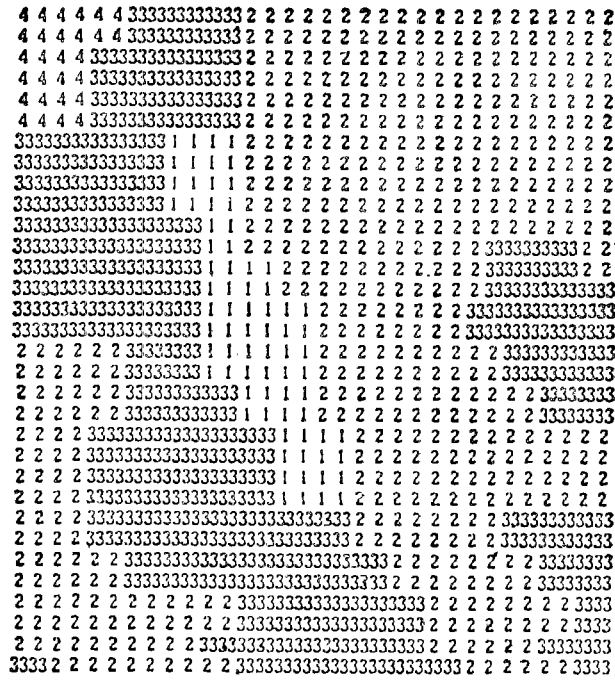


图 5 永安乡某地土壤肥力评级图

Fig. 5 Soil fertility rating map of an area in Yong'an Village (1,2,3 and 4 refer to 1st, 2nd, 3rd and 4th grades respectively)

表 1 三盛玉乡波罗地区 1977 和 1988 年土地利用面积统计 (%)

Table 1 Statistic table of land utilization in borobos area in 1977 and 1988 of Sanshengyu Village

年 份 year	土 地 利 用 类 型							
	旱田	水田	林地	草地	居民点	残荒地	基岩	水体
1977	24.71			73.54				3.42
1988	28.90	6.74	0.05	42.43	2.73	10.16	0.01	8.50

草甸碱土增加 3.5%，而白盖草甸碱土从零增加到 9.5%。经 RSIS 地理位置分析显示，白盖碱土均发生于原中位草甸碱土区，其地理位置编码恰与碱荒地的位置编码相吻合。中位草甸碱土的景观已呈现以白盖碱土为基质的岛状分布。RSIS 地理位置分析还表明，白盖碱土和浅位草甸碱土的出现频率与其与居民点的距离呈负相关。实地调查证实了人们大量挖掘表层碱土和过渡放牧是造成该地区土壤退化的主要原因，尽管两次调查存在精度和判错率的不同，但终究能反映出土地利用对土壤变化的影响。通过 RSIS 可以对这些变化的信息及时地更新，并深入分析引起土壤变化的原因。

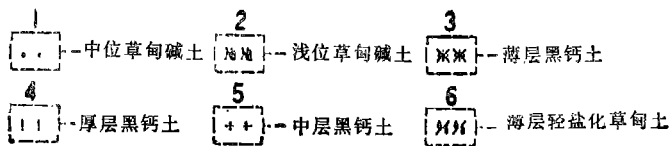
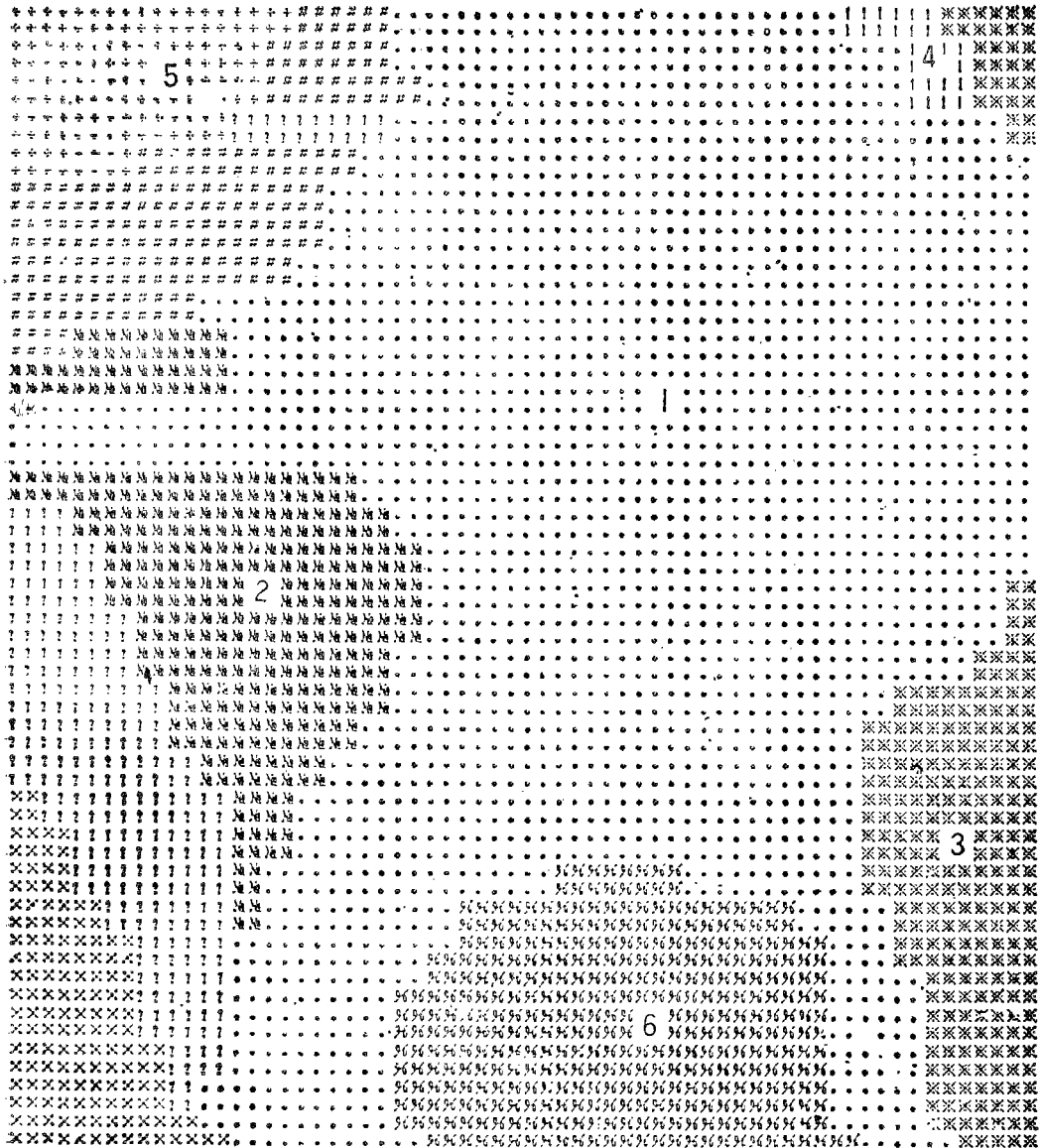


图 6(a) 1977 年三盛玉乡土壤图
Fig. 6(a) Soil map of Shanshengyu Village in 1977

三、结 语

建立区域微机土壤信息系统是一项综合性和技术性较强的工作,研究表明,在 RSIS

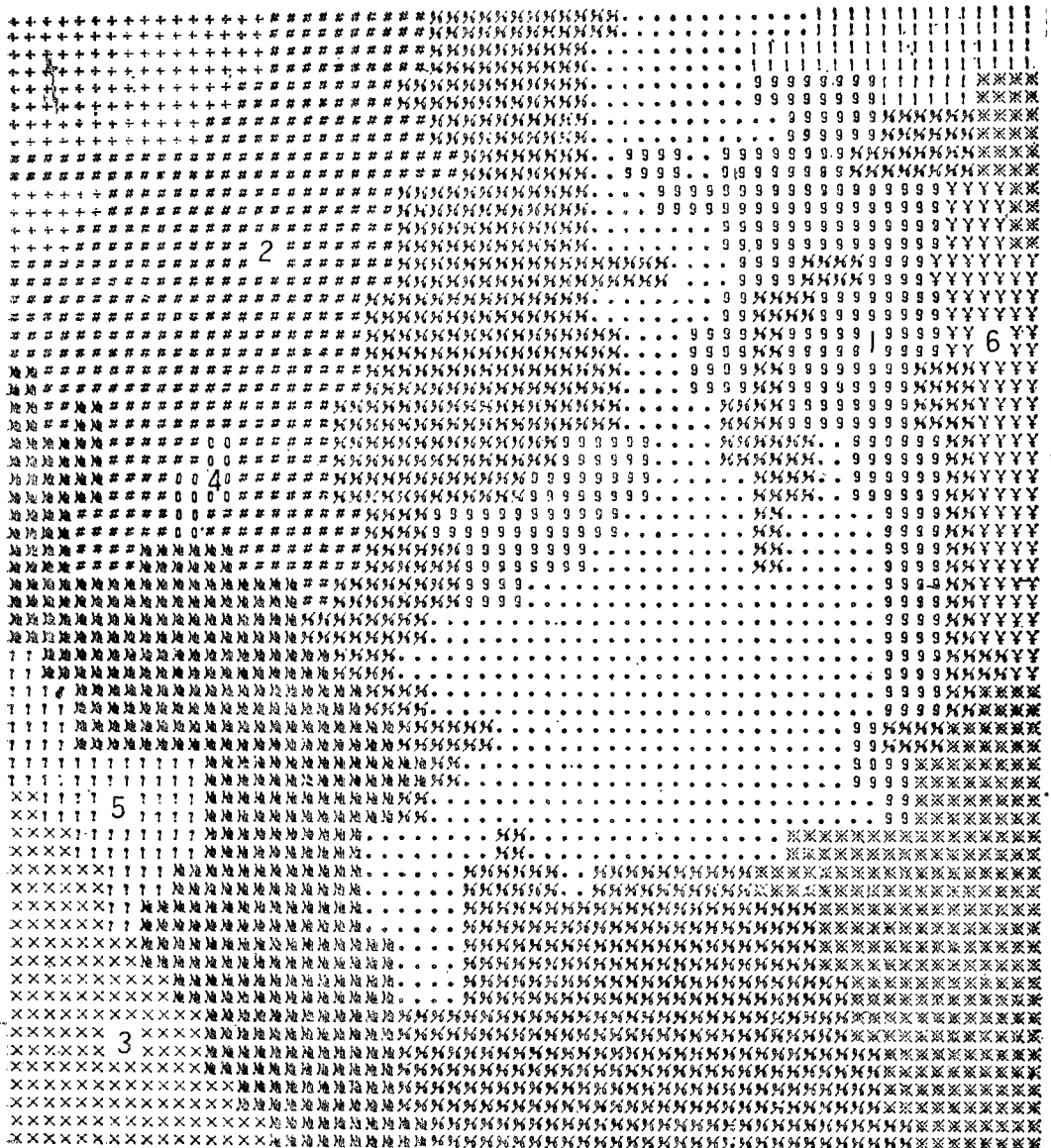


图 6(b) 1988 年三盛玉乡土壤图

Fig. 6(b) Soil map Shanshengyu Village in 1988

支持下,对于充分利用或更新原有调查成果,加强对土壤信息的综合研究和科学管理等方面都具有明显的优势性,同时也能保证研究的精确性。我们认为,今后除了对系统本身不断进行优化、规范化和通用化外,对输入资料进行系统整理是极其必要的。

参 考 文 献

- [1] 王玉如, 1986: 县级微机地理信息系统的建立与应用。环境遥感, 第1卷3期, 202—212页。
- [2] Dumanski, J. etc. 1985: Concept, objectives and structure of Canada Soil Information System. Can. J. Soil Sci., 55:183—187.
- [3] Manson, D. C., 1986: The development of integred geo-information. J. Remote Sensing, 7(6): 723—740.

**DEVELOPMENT AND APPLICATION OF SOIL INFORMATION
MICROCOMPUTER SYSTEM**

He Hongshi and Hou Yanlin

(*Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, 110015*)

Summary

A regional soil information system (RSIS) is developed on IBM-PC-XT microcomputer using FORIRAH and DBASE-IV as the supporting software. RSIS has three levels of menu to execute its all functions based on the communication between FORTARAH and DBASE-IV. The main functions are as follows: 1. Creation of RSIS data base; 2. Creation of distal terrain model (DTM); 3. Soil data base management; 4. Statistics; 5. Charting and reporting; 6. Selection analysis and combination of information, and 7. Soil and non-soil information complex and evaluation. The tested results of the system in Nongan County of Jilin Province showed that the results were satisfied.