

基于 MapInfo 的土壤质量数据库的设计与实现

姚云军¹, 赵 焱¹, 柳锦宝², 王志刚³

(1. 北京师范大学地理学与遥感科学学院, 北京 100875;
2. 北京师范大学遥感与 GIS 研究中心, 北京 100875; 3. 北京大学遥感与 GIS 研究所, 北京 100871)

摘 要: 该文介绍土壤质量数据库设计的整个过程, 提出了 FoxPro 底层数据库和 MapInfo 空间属性文件相结合的数据集成和管理模式, 并在 VB 编程环境下嵌入 MapX 控件, 实现二者之间信息的访问和维护。

关键词: 土壤质量; 数据库; MapInfo; MapX
中图分类号: S 158; T P79 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005)02-0004-03

The Design and Implementation of Soil Quality Database Based on MapInfo

YAO Yun-jun¹, ZHAO Ye¹, LIU Jin-bao², WANG Zhi-gang³

(1. School of Geography and Remote Sensing, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;
2. Research Center for Remote Sensing and GIS, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;
3. Institute of Remote Sensing and GIS, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: The whole design procedure of the soil quality database is introduced and the two-level data integration and management mode—the combination of FoxPro database and MapInfo spatial attribute files are presented. And in VB programming environment that embedded MapX component, it realizes the accessing and maintenance of information between the above two.

Key words: soil quality; database; MapInfo; MapX

MapInfo 具有功能强大的二次开发能力^[1]。尤其是推出的二次开发 ActiveX 控件 MapX, 能完成 MapInfo 的绝大部分功能, 其中包括空间数据的输入输出、属性操作、空间查询和空间分析等。借助 MapX 控件, 可在 VB、VC++、C++ Builder、Delphi 等编程环境下, 建造面向特定领域的应用型 GIS, 从而使开发研制相关的 GIS 应用软件变得更加方便、快捷。

国内虽然还没有统一的土壤质量数据库, 但是近几年来, 随着科学技术的不断发展, 土壤质量方面出现的资料数量巨大、内容繁多、关系复杂。仍然没有一个比较好的数据库标准来实施。本文正是以此为基础, 结合 MapInfo 的数据管理机制, 利用其提供的二次开发控件 MapX, 在 VB 编程环境中, 对土壤质量数据库进行设计并着重阐述其实现过程。

1 土壤质量数据库发展概况

土壤质量数据库是指用来评价土壤质量状况而设计的数据库。国际上, 60 年代加拿大土壤调查委员会数据处理分会建议建立全国性的土壤数据库 (Protz, 1970), 此项工作于 1972 年实施, 按照确定的结构建立统一的加拿大数据结构, 这种通用性好的土壤数据系统在当时是比较先进的^[2]; 美国农业部土壤保持局 (USDA-SCS) 在 80 年代初就建立了土壤地理数据库的州级和国家级地理数据库系统, 包括了全美 13 400 个土系, 可用于土壤信息制图, 具有较强的空间数据处理功能^[3]; 从 1987 年 9 月国际上开始实施 1 000 万世界土

壤和土地数字的数据库 (SOTER) 计划^[4], SOTER 计划首次用 1 000 万的比例尺对全球的土壤和土地资源信息进行管理, 覆盖和兼备了其他资源数据如地形、植被、地质、气候、人口密度等, 提高了数据的传递、修正、兼容能力。

在我国, 土壤数据库的发展是建立在 GIS 发展的基础上的, 研究和应用起步较晚, 80 年代中期, 我国才开始进行土壤数据库的建立和应用工作。1986 年北京大学遥感中心主持了“土壤侵蚀信息系统研究”; 1989 年南京土壤研究所用两年时间研究了 1 50 万东北三江平原土壤图和数据库的建立; 目前为适应国际土壤数据库发展趋势, 我国正准备完成全国 1 000 万世界 SOTER (即全国 1 000 万土壤、土地制图和相应的土壤属性数据库)^[5]; 南京土壤研究所周慧珍以世界 1 000 万土壤、土地数据库工作手册为准则, 将研究工作分为四个阶段: 土壤图的编制、土壤—土地数字化数据库的建立、地图数字化和地图文件的建立、土壤—土地数字化数据库信息评价^[6]。今后应该应用土壤系统分类的成果, 建立全国性的土壤属性数据库、不同比例尺的土壤数字化数据库, 为全国土壤资源的评价、利用提供科学依据。

2 土壤质量数据库设计

2.1 土壤质量数据库的数据模型

本数据库的数据模型采用实体联系模型 (E-R)^[7], 该模型的实体集主要有土壤类型和土壤剖面。土壤类型是一个

¹ 收稿日期: 2004-07-06
基金项目: 国家重点基础发展规划项目 (G2000018602); 教育部高等学校骨干教师资助计划项目
作者简介: 姚云军 (1980-), 男, 山东蒙阴人, 硕士研究生, 现从事土地利用与 GIS 研究。

父类, 包括土类、亚类、土属、土种四个子类, 每个子类包括很多属性, 如土种包括土壤类型名称、代码、面积、分布、土壤理化特性、生产能力等属性; 土壤剖面实体包括土壤类型名称、代码、面积、分布、发生层位、土壤质地、有机质、全 N、全 P、全 K、速效 P、速效 K、pH、CaCO₃、CEC、生产能力等属性。

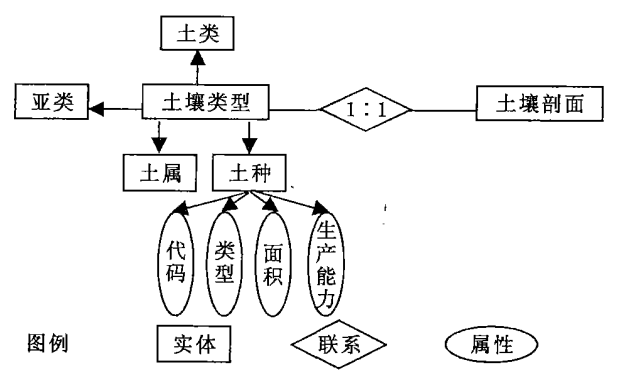


图1 土壤数据模型

2.2 土壤质量数据库的逻辑设计

从 E-R 图可以导出关系模型, 并根据数据之间的联系, 将这种关系模式进行分解, 依次满足一定的条件: 即范式^[8]。第一范式(1NF)是指关系 R 中, 所有域为简单域, 数据值不可再分。第二范式(2NF)是指关系 R 符合 1NF, 且非主属性对码不存在部分函数依赖。第三范式(3NF)是指关系 R 符合 2NF, 且非主属性对码不存在传递依赖。

根据数据库设计理论和经验, 一般要求满足第三范式, 以消除数据冗余, 避免更新异常, 但有时为了应用方便或某些特殊需要, 也保留一些数据冗余, 使其满足第二范式即可。

2.3 土壤质量数据库的结构设计

该数据库由 7 个子数据库组成: 常规信息库、土壤类型库、土壤剖面库、土层信息库、土壤利用库、土壤管理库、土壤图形数据库。常规信息库存放数据库中的元数据; 土壤类型库根据土壤分类系统, 由土壤类、土壤亚类、土属、土种 4 个小库组成, 每个小库根据分类系统的级别重点有所不同, 但基本上包括了土壤类型名称、代码、面积、分布、理化特化、生产能力等方面的内容; 土壤剖面库以土种为单位, 包括土壤剖面的形态特征和理化性状两方面的内容; 土层信息库包括土壤剖面的土层信息状况; 土壤利用库包括土壤改良分区、低产田土壤资源和后备土壤资源三方面的内容; 土壤管理库主要包括土壤水分和土壤施肥两方面的内容; 土壤图形数据库数字化输入土壤图、作物分布图等图片。

2.4 土壤质量数据库的功能设计

该数据库主要由五大功能模块组成: 数据采集模块、数据管理模块、输出模块、评价模块和帮助模块。数据采集模块在完成数据的采集输入, 同时对输入的数据进行检验; 数据管理模块完成对数据的查询和更新; 输出模块完成对查询结果的输出; 评价模块完成耕地质量评价、适宜性评价、侵蚀性评价以及生产潜力评价; 帮助模块是对系统的使用说明。

3 土壤质量数据库实现

3.1 数据库实现模式

在开发过程中, 采取“底层数据库+属性文件”, 即“FoxPro 底层数据库+ MapInfo 专题属性文件”二级管理与实现模式。

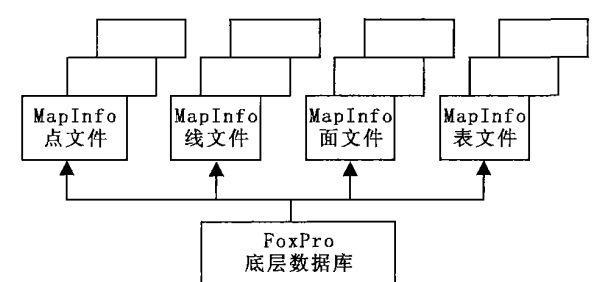


图2 FoxPro 底层数据库与 MapInfo 属性文件

3.2 数据库实现过程

3.2.1 FoxPro 底层数据库

作为关系型数据库, 数据表是最基本的对象, 其它诸如报表、视图等对象都是在表基础上创建的。因此, 在数据库实现的第一步中根据上文设计的数据字典和逻辑模型对数据进一步分析和整理, 从而确定了以下四个方面: (1) 数据库中所需要的表; (2) 表中的字段; (3) 每条记录的主键; (4) 各数据表之间的关系。需要说明的是: 建立数据表之间关系时, 通过共用字段进行连接, 这样进行关联有助于各表间的数据共享访问、维护和下一阶段 MapInfo 属性文件的生成。

在完成表设计的基础上, 可以根据需要进行其它对象的设计。同时还可利用 FoxPro 提供的三种分析工具对数据库进行分析优化。(1) 表分析器向导: 可规范化数据结构, 使其对应上文 2.2 所述的三种范式。(2) 性能分析器向导: 检查数据库中任何一个或全部对象以及编写的程序模块, 以保证每个对象和程序编写的正确性。(3) 文档管理器向导: 进行数据文档化, 以利于以后数据库的维护和升级^[9]。

3.2.2 数据库访问机制

在 FoxPro 建库之后, 需要从数据库中访问读取信息, 因而涉及二次开发中, 如何选择使用 VB 所提供的几种数据库访问方式: ODBC、ADO、DAO、OLE DB 等。由于使用 Visual FoxPro 作为土壤质量数据的底层库, 所以采用 ADO 这种访问方式。其主要特点有^[10]: (1) ADO 可以访问数据库中的数据和结构定义, 同时能够实现对 FoxPro 数据表的动态绑定访问。(2) ADO 提供了一个熟悉的、高层的对 OLE DB 的 Automation 封装接口, 这样在很大方便程度上方便了开发者的使用, 简化了程序的编写工作。

下面给出部分实现代码:

```
// 定义 ADO 数据库连接变量
Dim conn As New ADO.DB.Connection
Dim cmd As New ADO.DB.Command
Dim rs As New ADO.DB.Recordset
// 定义 MapX 图层、数据集和特征集
Dim lyr As MapXLib.Layer
Dim ds As New MapXLib.Dataset
Dim ftr As New MapXLib.Feature
Dim ftrs As New MapXLib.Features
Dim s As Integer, t As Integer
// 属性数据查询
Set ds= Map1.Datasets( Form1.Combo2.Text)
Set lyr= ds.Layer
For Each ftr In lyr.Selection
t= ftr.FeatureKey
```

```
Next
conn.ConnectionString = "PROVIDER= MSDASQL;"
+ "DRIVER = {Microsoft Visual Foxpro Driver};" + "
SourceDB= "& App.Path &" \ 土壤属性数据库;" + "
SourceType= DBF" "
conn.Open
s="select * from 土壤各层属性数据库 whereID= "& t
rs.Open s,conn, adOpenKeyset,adLockOptimistic
至此,完成底层数据库的创建和数据访问工作。
```

3.2.3 MapInfo 属性文件

FoxPro 底层数据库的建立使访问所需数据变得简单明了,但由于 VB 开发中,需要频繁访问底层数据库中的相关

表文件,不仅浪费大量查询时间,而且在数据使用期间的改动、误用都有可能造成表中数据的失真或残缺,因此在开发中引入了MapInfo 属性数据管理机制。MapInfo 二次开发控件MapX 提供了属性数据库连接操作的函数接口。如:

```
_ miDataSet ADO () // MapX 绑定外部属性数据接口函数
```

利用函数,在 FoxPro 基础上,建立多个 MapInfo 属性文件,即保证了FoxPro 原始数据的真实性、完整性,也大大减少了对其访问的次数,加快了程序执行速度,同时也充分利用了MapInfo 的二次开发功能。从而增强了数据库的安全性和调用图层的高效性。

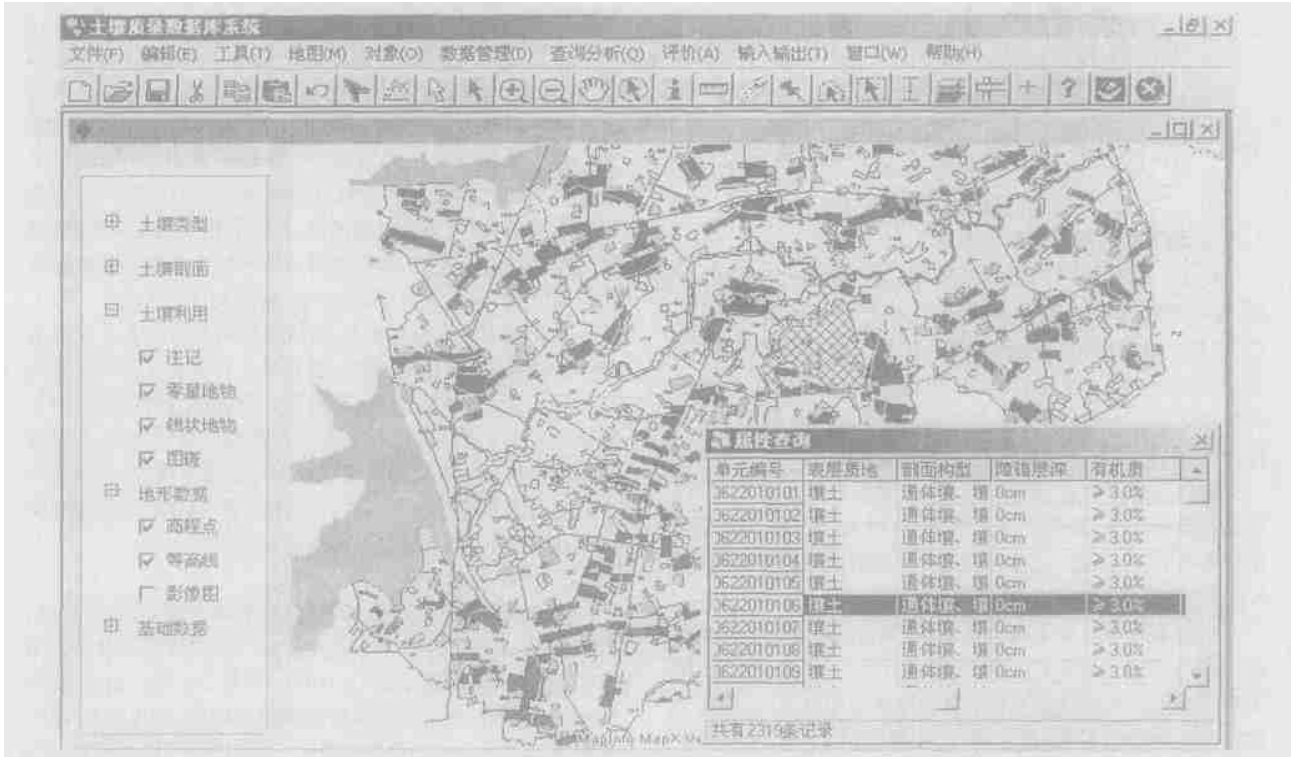


图3 系统查询界面

4 结 语

(1) 土壤质量数据库严格按照数据库设计理论进行设计,为开发各种应用程序打好基础,扩大了专题数据应用范围。

(2) FoxPro 底层库与 MapInfo 属性文件相结合的实现

参考文献:

方式有利于专题数据的共享和安全,同时也提高了数据库的运行速度和调用图层的效率。

(3) 本数据库的设计仅限于本文的土壤质量数据库,而且由于原始数据采集阶段缺少诸如岩床深度、土壤碳酸盐等价物等相关信息,因此数据的采集和系统分析有待于进一步充实和完善。

[1] 刘光.地理信息系统二次开发教程[M].北京:清华大学出版社,2003.260- 290.

[2] Baumgardner M F. Project proposal “world soils and terrain digital database at a scale of 1:1M(SOTER) ”[R].Wagen- inen: International Society of Soil Science, 1986.

[3] FAO. Global and national soil and terrain database (SOTER)[R]. Rome: FAO, 1993.

[4] Global and national soil and terrain digital database Procedure [R].UNEP- ISSS- ISRIC- FAO- ISSAS, 1994.

[5] 于东升,史学正. GIS 中土壤信息系统的研究进展[A]. 计算机与农业论文集[C].北京:农业出版社,1996. 47- 54.

[6] 周慧珍.土壤地理信息系统[A]. 计算机与农业论文集[C].北京:农业出版社,1996.55- 61.

[7] 崔巍.数据库系统及应用[M].北京:高等教育出版社,1999.10- 38.

[8] 萨师煊,王珊.数据库系统概论[M].北京:高等教育出版社,2001.134- 176.

[9] 肖仁华. Visual FoxPro 6. 0 数据库开发技术与工程实践[M].北京:人民邮电出版社,2004.49- 67.

[10] 段兴. Visual Basic 6. 0 数据库实用程序设计[M].北京:人民邮电出版社,2002.6- 10.