

MapObjects 支持下的小城镇土壤资源管理信息系统的设计与开发

徐胜祥, 贺立原, 徐云青 (1. 孝感学院生命科学技术学院, 湖北孝感 432000; 2. 华中农业大学资源与环境学院, 湖北武汉 430070)

摘要 探讨了小城镇土壤资源管理信息系统的研究和构建: 其中包括系统设计目标及流程、系统架构设计和系统功能设计。应用组件式技术, 采用流行的组件式 GIS 开发平台 MapObjects 与可视化开发语言 Visual Basic, 以湖北省江陵县为例, 设计基于 SQL Server 2000 和 ArcSDE 存储管理的小城镇空间数据库和属性数据库, 并在此基础上, 开发小城镇土壤资源管理信息系统, 实现了通用的 GIS 功能和专业的应用分析功能。系统可为小城镇建设中土壤资源的合理利用与保护提供数据采集、表达和分析支持。通过提供实时服务, 提高土地管理工作效率和农技推广水平。

关键词 地理信息系统; 土壤信息系统; 小城镇; 组件

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517 - 6611(2007) 07 - 0194 - 04

Design and Development of Soil Resource Management Information System of Small Towns Based on MapObjects

XU Sheng-xiang et al (College of Life Science and Technology, Xiaogan University, Xiaogan, Hubei 432000)

Abstract The soil resource management information system of small towns was constructed, including the systematic design objectives and flow, systematic design of framework and functions. According to component technology, with Jiangling county of Hubei province as a case, the component GIS development platform of MapObjects and Visual Basic were used to design the spatial databases and attribute databases of small town which could be stored and managed on based on SQL Server 2000 and ArcSDE. The common functions of GIS and analysis functions of professional application are achieved with this information system, in which soil data can be collected, displayed and analyzed. This system can provide decision support for rational use and protection of soil resource in small towns' construction.

Key words Geographic information system; Soil information system; Small towns; Component

土壤是人们赖以生存和发展的最根本的物质基础。随着小城镇规模的迅速扩展, 土壤类型、利用结构发生急剧变化, 人地矛盾日益尖锐。如何使有限的土壤资源得以持续、高效利用, 最大限度地保护土壤资源、挖掘土壤资源潜力, 已成为国土资源部门迫切需要解决的问题。而土壤资源管理要求融合许多领域的的数据资料, 是一个信息密集型的任务。随着信息技术的发展, 越来越多的计算机工具被应用于土壤资源管理^[1]。土壤信息系统是综合处理和分析土壤空间及其属性信息的一种技术系统。利用地理信息系统(Geographic Information System, GIS) 构建土壤信息系统是近十多年来土壤学研究的重要发展方向。在土壤信息系统的建立和应用等方面已有较深入的研究^[2], 而适宜小城镇资源管理的土壤信息系统则少有报道。

在 GIS 蓬勃发展的今天, GIS 的组件化趋势日益明显^[3]。组件式 GIS 是基于 COM 技术发展起来的新型 GIS 技术, 分控件封装 GIS 的各种功能, 具有较好的性能价格比, 且在二次开发中可以由开发人员根据行业要求组织功能结构, 并与专业分析模型相结合, 开发出具有较强适应性和针对性的专用系统。结合湖北省小城镇建设中对土壤资源信息的需求, 以 ESRI 公司的组件式 GIS MapObjects 为 GIS 核心, 运用 Visual Basic(VB) 可视化平台, 笔者开发了大比例尺的小城镇土壤资源管理信息系统, 实现了土壤资源的数字化及其空间分析处理的综合管理化, 并使用相关土壤模型对土壤特征进行分析和评价。该研究为农业生产者和决策者提供实时服务, 提高了土地管理行政部门的工作效率和农业技术推广的现代化水平。

1 系统设计

1.1 系统目标及设计流程 该系统的目标是采用软构件技

术, 利用先进的信息技术手段, 按照规范化的数据分类和编码标准, 存储有关土壤资源管理过程中所涉及的各种数据资料(如地图、表格、文档、图像等), 并实现对这些数据的查询、更新、分析、共享, 从而使大量单一的零散的数据资料变成有机的综合的土壤数据库。并且结合土壤模型实现专业应用功能, 如土壤资源的质量评价与适宜性评价、专家推荐施肥模型等。具体目标为: 数据以土壤图斑为基本单位进行管理, 并且可以对土壤利用单元的空间数据和属性数据进行查询; 提供多种查询方式和统计方式, 如可以按照土壤单元、土壤利用类型和自然村进行不同级别的查询和统计等; 数据输入、输出形式多样化, 允许键盘直接输入或数据列表输入、修改, 或输出各种所需的统计报表和专题图件; 针对特定地域的土壤进行质量和适宜性评价, 并结合专家推荐施肥模型作出定性、定量和定位的评价。

采用目前最普遍的生命周期法, 将系统的开发流程分为系统分析、系统设计、系统实施、系统运行与维护 4 个主要阶段(图1)。限于篇幅, 该文重点介绍系统设计和实施阶段。

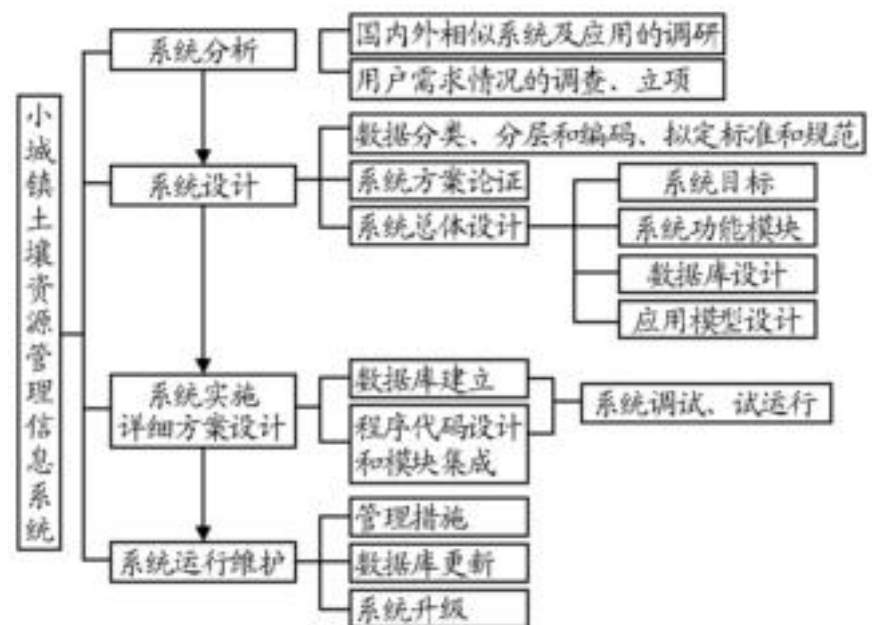


图1 系统设计流程

1.2 系统开发环境

1.2.1 硬件环境。高档 PC 机(内存 256 M、CPU 1.7 G、硬盘

基金项目 湖北小城镇发展研究中心资助(2005)。

作者简介 徐胜祥(1979-), 男, 湖北武汉人, 硕士, 讲师, 从事环境信息工程和 GIS 应用方面的研究。

收稿日期 2006-11-30

为40 G以上),并配备扫描仪、打印机等输入输出设备。

1.2.2 软件环境。 Windows 2000 或更高版本操作系统,采用开发语言 Microsoft VB 6.0 中文版、组件式 ComGIS 组件 MapObjects 2.2、关系型数据库管理系统 SQL Server 2000 和空间数据引擎 ArcSDE 8.3 等进行系统开发。

1.3 系统总体结构及功能模块集成

1.3.1 系统总体结构。 系统以服务器 客户端(C/S)为运行体系结构,由底层数据库、功能模块及数据接口、用户图形界面3个部分组成(图2)。底层数据库为 SQL Server 2000,作为系统空间数据和属性数据存储的物理实体;数据引擎负责数据的存储管理,并对外提供一致的数据访问接口;功能模块组成了业务功能层,每个功能模块包含具体的功能。系统的界面及主要功能以 VB 为主要开发环境,结合 MapObjects,采用面向对象的编程思想,使系统具有较强的独立性,易于移植和升级,且界面比较美观、功能强大、系统稳定。

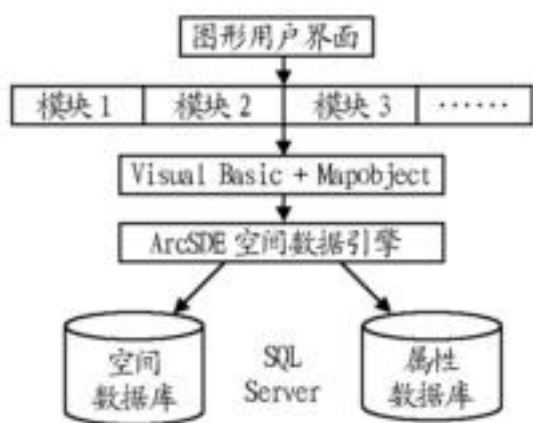


图2 系统总体结构

1.3.2 系统功能模块集成。 从系统目标和用户的角度入手,按照结构化程序设计理念,运用组件技术进行系统的功能设计,把系统的功能分成不同的模块和层次(图3)。具体包括空间数据库子系统和土壤信息处理组件。其中,数据库子系统用于输入/输出土壤空间数据和属性数据及存储专业模型;土壤信息处理组件包括图层管理、显示查询、统计分析、空间分析、属性管理、专题评价、模型管理、制图输出和系统帮助等9个 GIS 功能组件模块,通过调用 MapObjects 功能接口实现对土壤信息数据进行管理和应用。以上 GIS 功能组件模块采用基于菜单驱动的方式,每一菜单下又设置具体的功能命令,分别执行相应的操作。在完成系统模块结构规划后,进入详细设计阶段,完成系统所规定的所有设计任务。

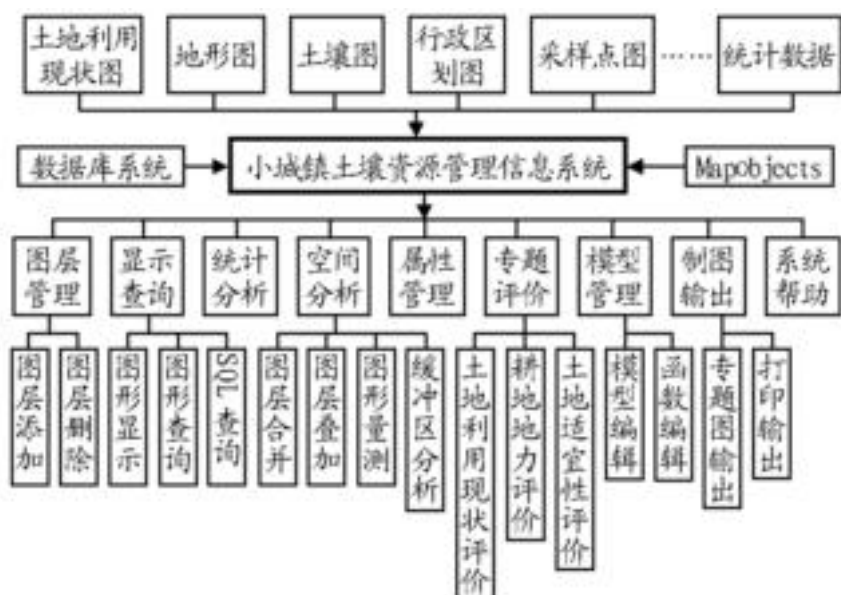


图3 系统功能模块组成

1.4 系统数据库设计 数据库技术是任何信息系统的技术基础,土壤信息系统也不例外。土壤信息系统是存储与处理

以时空为基本框架的各种数据的复杂系统,对于数据库管理功能要求较高。这主要是由于系统中涉及的数据量大、数据种类繁多,而且数据的空间拓扑十分复杂。关系型数据库是当前先进科学的数据管理系统。它用面向对象的思想将地理信息系统的时空数据与属性数据统一纳入关系型数据库管理之下,实现2种数据一体化管理,这是土壤信息系统发展的一个趋势。因此,系统采用 ArcSDE 8.3 + SQL Server 2000 存储和管理空间数据和属性数据。选用 SQL Server 2000 的原因是它对硬件配置的要求比较低、价格便宜,且支持二进制大对象(BLOB)及大容量的管理能力^[4]。ArcSDE 在客户端和 SQL Server 数据库之间起到了桥梁的作用,大量的空间数据通过 ArcSDE 存储到 SQL Server 数据库中或者把数据库中的空间数据返回给客户端。

1.4.1 空间数据。 空间数据的设计与实现是 GIS 的核心,也是实现数据可视化、空间分析和综合决策的基础。该系统涉及小城镇的空间数据主要有以下5种:地形图;土壤图;土地利用图;行政区划图;遥感影像图等。经数字化、几何校正和投影变换后,对各类数据采用分层管理的方式,矢量数据以标准的 Shape 文件格式存储,栅格数据以 Grid 文件格式存储,遥感数据以 GeoTiff 图像格式存储。然后,使用 ArcGIS 8.3 软件的 ArcToolbox 工具箱中“Shapefile to Geodatabase”命令将空间数据导入 ArcSDE 数据库,统一存储在 SQL Server 2000 中。

1.4.2 属性数据。 属性数据包括与上述空间数据相关连的基本属性信息,如土壤采样点养分数据、土壤信息数据、水文数据和社会经济数据等。根据需求,对属性数据进行分类管理,按照国土资源部《县(市)级土地利用数据库标准(试行)》和《国土基础信息数据分类与代码》(GB13923-92)实行统一的编码^[5],直接录入到 SQL Server 2000 中,同时设置关键字段进行数据表的连接。

2 小城镇土壤资源管理信息系统的关键技术

2.1 MapObjects 平台 MapObjects 是美国 ESRI 公司推出的 GIS 功能组件。它由一个称为 Map 的 ActiveX 控件(OCX)和约45个自动化对象组成。在标准的 Windows 编程环境下,能够与其他图形、多媒体、数据库技术开发独立的综合性应用软件,是基于前端应用业务的良好地图开发环境。其优点是可以嵌入到其他软件中使用。利用 MapObjects 组件可以方便地在应用程序中添加地图绘制、显示以及对空间数据管理、分析等地理信息系统的基本功能。在 VB 的编程环境下,只要把 MapObjects 的 Map 控件添加到应用程序当中,就可以通过相应的功能接口对 MapObjects 所提供的各种功能进行调用^[6]。

将 MapObjects 应用于土壤资源管理信息系统,有其本身技术的优越性。MapObjects 具有小巧灵活、价格便宜、直接嵌入信息系统开发、强大的 GIS 功能以及开发简捷等优点。这与传统的 GIS 专业性开发环境相比,是一种质的飞跃,缩短了开发周期,降低了开发成本。

2.2 ArcSDE 空间数据引擎 ArcSDE(Spatial Database Engine, 空间数据引擎)是 ESRI 公司开发的一种典型的采用中间件技术实现关系数据库管理空间数据的工具,是该公司开发的

一整套 GIS 软件包“ArcGIS”的一个组成部分。从空间数据管理的角度来看,ArcSDE 可看成一个连续的空间数据模型,以 GeoDatabase 格式作为空间数据模型组织地理空间数据。ArcSDE 在标准的关系数据库表中实现存储和组织空间数据,是通过在表中增加一个空间列,并提供软件去管理和访问空间列存储的地理特征,来实现存储和组织数据库中的空间数据。用户可以通过空间数据引擎将 GIS 空间数据提交给关系数据库,由关系数据库统一存储、管理;同样,客户也可以通过它从关系数据库中获取 GIS 数据,并转换成客户可以使用的格式^[7]。通过 ArcSDE 提供的客户机访问的模式,有利于数据保密性和数据统一管理,同时提供多用户共同访问统一数据库的能力。

3 开发实例

3.1 研究区概况 选择地处湖北省中南部,长江荆江河段北岸,江汉平原西陲的江陵县作为系统设计对象。江陵县位于东经115°54′~112°44′,北纬29°54′~30°39′,全县国土面积1 047.81 km²。全境地势平坦,平均海拔25.6 m;发育的土壤有黄棕壤、潮土及水稻土,土层较厚,养分含量高。该县是国家优质商品粮、商品棉基地和湖北省“双低”油菜产业化示范县,素有鱼米之乡的美称。

3.2 资料收集 收集的图件资料包括1980年江陵县地形图(1:5万)、1989年土壤图(1:5万)和土地利用现状图(1:10万)及2004年湖北省江陵县地图(1:7.5万);基本资料包括2002和2003年江陵县统计年鉴以及1983年江陵县土壤志;遥感影像利用Google Earth 4.0软件提供的江陵县高解析而免费使用的卫星影像图。所有地图均来自江陵县第2次土壤普查和土地详查资料。

3.3 系统开发 系统采用VB作为创建管理MapObjects的快速可视化开发工具,整个系统使用MapObjects+VB模式编程。使用MapObjects显示和维护地理信息,通过ArcSDE接口标准进行外部数据库的访问并完成界面设计及数据显示。人机界面利用窗口、菜单、按钮、对话框等形式,输出形式包括地图、表格、文字、主题图等。

3.3.1 ArcSDE 数据库连接。通过MD的Table对象在MapLayer记录集中连接ArcSDE数据库,可用于地理编码、创建专题图和其他高级应用。如,将存储土壤图空间数据的SDE图层“Soil”与存储土壤图属性数据的SDE图层“SoilInfo”进行关联操作,其中2个表的Soil_Id字段是惟一且可以相互关联的,在程序运行时可以显示土壤图层信息和相应的属性信息。实现连接和关联操作的关键代码如下:

```
Dim pDConn As New MapObjects2.DataConnection
With pDConn
.Server = "Stovns"
.Database = "Instance = port :5153 ;database = sde ;"
.User = "sde"
.Password = "sde"
End With
If pDConn.GeoDatasets.Count > 0 Then
Dim pSoilLyr As New MapObjects2.MapLayer
Dim pSoilInfoLyr As New MapObjects2.MapLayer
```

```
Set pSoilLyr.GeoDataset = pDConn.FindGeoDataset(pDConn.GeoDatasets(0).Name)
```

```
Set pSoilInfoLyr.GeoDataset = pDConn.FindGeoDataset(pDConn.GeoDatasets(2).Name)
```

设置过滤表和筛选表达式

```
Set Map1.pSoilLyr.FilterTables = "SDE.SDE.SoilInfo"
```

```
Map1.pSoilLyr.FilterExpression = "SDE.SDE.Soil.Soil_Id = SDE.SDE.SoilInfo.Soil_Id"
```

```
End If
```

3.3.2 地理信息查询和分析功能。使用MapObjects提供的信息工具,查询、分析与地理信息有关的数据。如,在图上画一个多边形以将多边形接触范围内的土壤图斑特征提取出来,供查询与分析。

```
Dim pt As MapObjects2.Point
```

```
Dim recset As New MapObjects.RecordSet
```

```
Set pt = Map1.TrackPolygon
```

```
Set recset = Map1.Layers(0).SearchShape(pt, moEdgeTouchOrAreaIntersect)
```

```
recset.MoveFirst
```

```
Map1.TrackingLayer.Refresh True
```

3.3.3 土壤模型分析功能。该模块是系统的核心模块。根据各单位、各专家在实践中应用的算法、模型和研究思想,通过选择科学的评价方法,结合数学模型完成环境、土壤等各要素的土壤质量现状评价和适宜性评价,并将评价结果通过专题地图的形式直观、动态地反映出来,以展现土壤质量现状,同时结合土壤配方施肥对局部土壤生产进行施肥指导,提出相应方案和辅助决策。各评价方法的计算机程序从外部属性数据库中获得数据进行计算,并将结果存储到外部属性数据库中,这使得土壤模型和GIS紧密联系在一起,便于查询和进行下一步的空间分析。另外,将土壤模型集成到系统中可以极大地提高系统的空间分析和决策能力。

专题评价子系统现已集成了几个应用模型:应用模糊综合评判进行土壤利用现状评价;采用限制因子法与综合评判法相结合的方法进行土壤适宜性评价;应用层次分析法和模糊综合评判进行耕地地力评价^[8-9]。在实际应用中系统进行了各种模型的运算以及数据的管理、查询、浏览、输出等功能的操作。结果表明该系统运行稳定,各模块之间耦合良好,能较好地完成系统所设计的功能。

随着土壤科学研究的不断深入,当用户认为某模型不能满足其应用需求时,可以通过模型管理子系统,修改模型或增加新的模型,如土壤侵蚀模型、耕地保护预警模型等。

3.4 系统功能简介 系统的开发采用了集成二次开发,调用MapObjects组件对象库中的接口就能实现GIS常见的操作。系统的基本功能包括:数据的输入/输出,包括数据录入、数据转换、各种报表图形的生成;管理功能,包括图形属性数据的编辑、提供选择条件或SQL语句查询等;地图基本操作功能,提供放大、缩小、漫游、信息和测距等功能;空间分析模块,能进行缓冲区分析、叠加分析等空间分析操作;专业应用功能,包括土壤利用现状评价、土壤适宜性评价和耕地地力评价;专题图输出功能,对地图打印输出等。

系统客户端运行界面如图4 中所示。根据层次分析法和模糊综合评判进行的耕地地力评价结果如图5 所示。

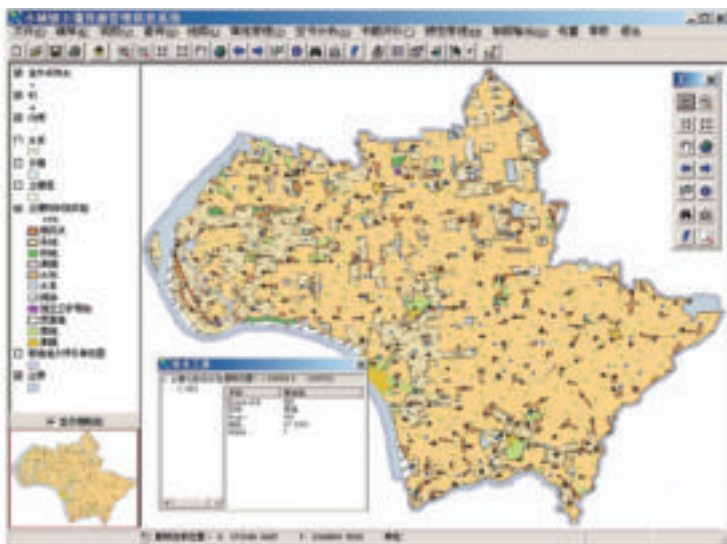


图4 系统客户端运行界面

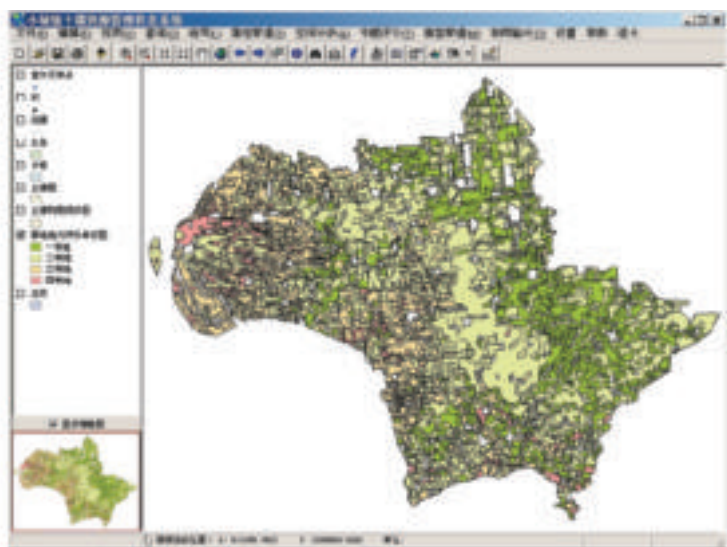


图5 耕地地力评价结果

3.5 系统的应用前景 该系统的研制成功,使得土壤资源的管理手段从原始的手工管理过渡到利用计算机技术的现代化管理,大大节省了人力、物力和财力,提高了工作效率。同时,土壤资源管理手段的改善,有利于土壤资源的保护和合理利用,使土壤资源走集约化经营、可持续发展的道路,最大化地提高土壤的使用效率,充分发挥土壤资源的经济效益、社会效益和生态效益,对于小城镇土壤资源的可持续利

用具有重大的现实意义。

4 小结与讨论

(1) 利用 MapObjects + VB 模式的集成开发技术,实现了组件重用、代码共享,提高了编程效率,无需额外的 GIS 二次开发语言,可与专业应用模型无缝集成,大大减少了开发难度;空间数据和属性数据都存储在 SQL Server 2000 中,通过 ArcSDE 集中存取,便于数据的组织和管理。在此基础上开发小城镇土壤资源管理信息系统,对区域相关土壤资源数据进行科学管理,通过 GIS 强大的空间属性信息处理功能,使所有查询及分析结果能以地图、文本、图表等方式直观、生动地显示出来。

(2) 系统土壤空间/属性数据的共享与开放性离不开 Internet,将系统与 Internet 紧密结合,实现土壤信息的网络发布,是系统实现大众化的必需步骤。

(3) 随着系统的推广应用,需要建立更多的土壤信息处理专业模型组件,进一步完善系统的专业应用功能,充分满足土壤信息处理的各方面功能需求。另外,土壤资源还涉及大量的时空信息,在今后的工作中需加强三维空间信息表达和分析等方面的研究。

参考文献

- [1] 张甘霖,龚子同,骆国保,等. 国家土壤信息系统的结构、内容与应用[J]. 地理科学,2001,21(5):401-406.
- [2] 王天巍,蔡崇法,史志华,等. 基于COM的土壤信息系统[J]. 计算机工程,2004,30(5):35-37.
- [3] 孙治贵,黎贞发,李杰,等. 基于组件式GIS技术的水稻生产管理信息系统开发研究[J]. 农业工程学报,2004,20(3):137-140.
- [4] 孟华,李晓东,韩敏,等. 基于GIS的松嫩湿地信息系统的建立[J]. 计算机工程,2005,31(7):49-52.
- [5] 罗明云. 四川省南充市GIS土壤数据库系统设计的理论研究[J]. 土壤通报,2006,37(1):61-64.
- [6] 薛伟. MapObjects:地理信息系统程序设计[M]. 北京:国防工业出版社,2004.
- [7] 李佳田,刘洪斌,武伟,等. 基于SDE的土壤信息系统空间数据库的设计与构建[J]. 西南农业大学学报,2003,25(2):172-175.
- [8] 钱进,方明,黄长芳,等. 宣城地区土地适宜性评价研究[J]. 安徽农业科学,2000,28(4):479-481.
- [9] 曲衍波,齐伟,束宏,等. 小城镇土地生态安全评价方法及应用——以山东省汶南镇为例[J]. 安徽农业科学,2006,34(5):998-1000.