

文章编号: 1007-4619 (2001) 05-0370-07

面向对象的土壤-地形体数字化数据库管理系统 分析与设计

周 勇, 张海涛, 李学垣

(华中农业大学 亚热带土壤资源与环境农业部重点实验室, 武汉 430070)

摘 要: 利用全新的面向对象软件研制方法, 经过分析、设计、编码和测试开发完成新的土壤-地形体数字化数据库(SOTER)管理系统。新系统继承和扩充了原有系统的属性数据管理功能, 增强了 SOTER 数据库的完整性和安全性; 将属性数据管理、空间数据管理和模型库集成在一个系统中, 采用 Windows 的图形用户界面(GUI)与用户交互, 使 SOTER 数据库的建立与维护更加方便; 同时促进了土壤信息应用的定量化、模式化和自动化, 也为进一步建立土壤信息系统打下了良好基础。

关键词: 面向对象; SOTER; 数据库; 模型; 分析设计

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A

1 引 言

国际土壤学会于 1986 年提出建立全球和国家级 1:100 万土壤-地形体数字化数据库(Global and National Soils and Terrain Digital Database, 简称 SOTER), 并在第 15 届国际土壤学大会上得到认可。随后, 许多国家和地区(包括中国)已开始实施 SOTER 计划^[1-3]。

SOTER 项目主要是利用信息技术, 建立一个包含数字化的地图单元和它们的属性数据的世界土壤和地形体数据库。其主要功能是为世界土壤和土地资源变化的制图和监控提供必要的数据库, 同时为科研工作者、规划人员和决策者提供准确、有用和及时的信息^[4,5]。因此, 与该数据库对应的数据库管理系统的功能和可操作性便显得尤为重要。当前用于建立 SOTER 数据库的属性数据管理系统是由国际土壤信息参比中心(ISRIC)提供的一套软件, 该软件是专门为 SOTER 设计的, 为 SOTER 项目的实施打下了良好的基础。然而随着信息技术和计算机技术的快速发展和 SOTER 项目的不断完善, 该软件的数据

管理功能和可操作性已经不能适应用户的需求, 设计一套功能完善、更加符合 SOTER 要求、界面友好、可操作性强的 SOTER 数据库管理系统已成了一项十分必要的工作。本研究采用面向对象的软件研制方法, 经过分析、设计、编码和测试及反复与累增的软件开发过程, 最后获得具有属性数据管理、空间数据管理和模型应用功能更强大的 SOTER 数据库管理系统。

当前 SOTER 数据库管理系统为 MS-DOS 操作界面, 使用 DBF 数据库文件, 其功能主要有: 添加和编辑数据; 删除或改变关键字段; 重新建立索引; 工程管理和数据输出^[6]。该系统没有数据备份和灾难恢复功能, 也没有空间数据管理功能和专业模型的应用功能。在一定程度上限制了 SOTER 的更加广泛的应用和 SOTER 与地理信息系统的紧密结合。

本系统将采用图形用户界面(GUI)与用户交互, 更加方便用户的操作。在功能上, 除了继承当前系统的所有功能外, 还将扩充属性数据库管理功能, 添加空间数据库管理和专业模型应用功能, 同时将完善 SOTER 数据库的安全性与完整性。

收稿日期: 2000-08-15; 修订日期: 2000-09-17

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49801010 和 49831004)和湖北省自然科学基金资助项目 99J123 的一部分。

作者简介: 周勇(1964—), 男, 湖南省沅江市人, 副教授。1997 年毕业于华中农业大学获博士学位。湖北省青年科学技术协会理事, 主要从事土地资源调查与评价、地理信息系统和环境遥感等的教学与科研工作。现主持国际合作、国家和省部级自然科学基金课题 7 项, 发表论文专著 40 余篇。

2 系统功能

2.1 属性数据库管理功能

包括创建数据库;数据输入;数据编辑修改;数据查询;查询生成新表;与其他数据库格式的相互转换;数据备份;灾难恢复;报表输出;建立 SOTER 数据库;SOTER 数据库维护;通过关键字段,如 SOTER 单元编码(SUID)实现 SOTER 查询等。

2.2 空间数据库管理功能

通过外部命令调用地理信息系统软件,对土壤图、土地利用图、地貌图、地质图、地形图等空间数据进行输入、编辑、空间分析、查询和图件输出以及利用这些图件进行 SOTER 单元生成。同时通过内部数据格式转化实现空间数据与属性数据的联接查询,如通过内部 ID 码与关键字段进行 SOTER 单元与其属性的联接查询。

2.3 图片库管理功能

由于每个 SOTER 单元均有相应的典型土壤剖面,通常每个土壤剖面都有剖面照片和与之相对应的土地利用景观照片,为更好地维护和查看这些照片,本系统设计了两类照片的对应查看、输入、替换和删除功能以及对照片注释的输入、编辑功能。

2.4 模型库管理功能

从数据库中提取需要的数据,如土壤的水、肥、气、热、气候、土地利用、植被覆盖等属性数据和高程、坡度、坡向等空间数据,直接导入到土地质量评价模型、土地分等定级模型、土地利用规划模型、土地退化预测模型等专业模型中进行应用分析与成果输出。

2.5 安全保护功能

针对不同的用户设置不同级别的数据库使用权限。

3 面向对象分析与设计(以 SOTER 数据库模块为例)

3.1 对象类描述

对象是具有一定的状态、显示有明确规定的行为、具有唯一的身份标志的实体,它是类的实例;类

是对象的集合,其中的对象具有相同数据结构和相同操作^[7]。字段是一个类,而一个具体的字段如 SOTER 单元编码(SUID)就是一个对象。

本系统采用面向对象方法研制,使用反复的、累增的以及锥形的软件研制模型^[8]。研制过程如图 1:

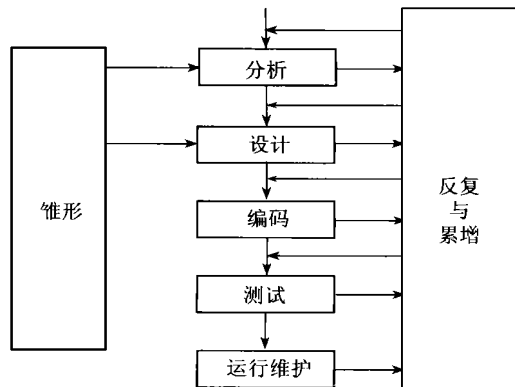


图 1 反复与累增的并用锥形法的生命周期图

Fig. 1 Lifecycle diagram of mold method by iterating and accumulating simultaneously

3.2 使用情节描述

使用情节是一个由系统的某一用户发动某项交易或相互联系的实践的序列而开始的情节^[9]。情节可分主要的和次要的,主要情节是描述系统的关键性行为,次要情节是描述例外情况下行为。

3.2.1 演员用户(管理员)对 SOTER 数据库表演的使用情节

主要情节:创建、编辑、删除、查询、备份、恢复、导入导出;

次要情节:输入数据表顺序错误。

(1) 使用情节描述(以创建 SOTER 数据库为例)

管理员要求创建新的 SOTER 数据库时,提示输入数据库名称和保存位置,

A. 若数据库不存在,则创建新数据库,产生相应数据表^[10]并显示消息;

B. 若数据库已经存在,则提示发生重名错误,要求重新输入新名;

C. 若取消,则放弃新建,返回系统。

(2) 相应的交往图

交往图是描述对象(类)的动态行为和它们之间的动态关系的一种建模工具,是按时序或按事件驱动的、图示消息的传送。每一使用情节都有其相应的交往图^[11]。与“创建 SOTER 数据库”使用情节相对应的交往图如图 2。

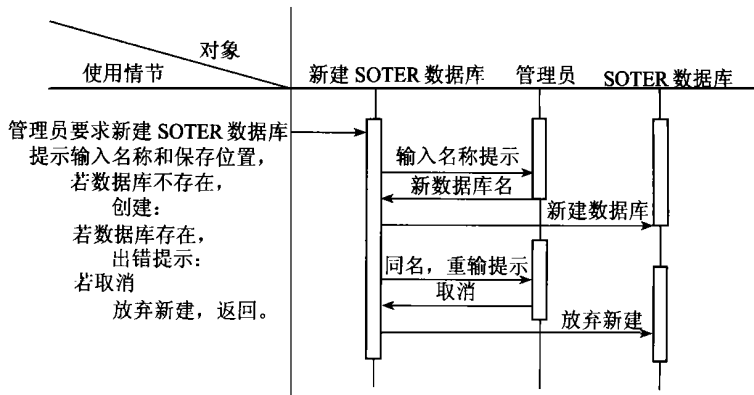


图 2 创建 SOTER 数据库交互图

Fig. 2 Exchangeable diagram of SOTER database

3.2.2 对象类结构图

对象类结构图是用来标识一个应用所涉及到的所有一切对象(类)和每一对象(类)的属性、方法以

及对象(类)之间的联系、概括和聚集等关系的工具^[11]。“SOTER 数据库模块”对象类结构图(部分)如下(图 3):

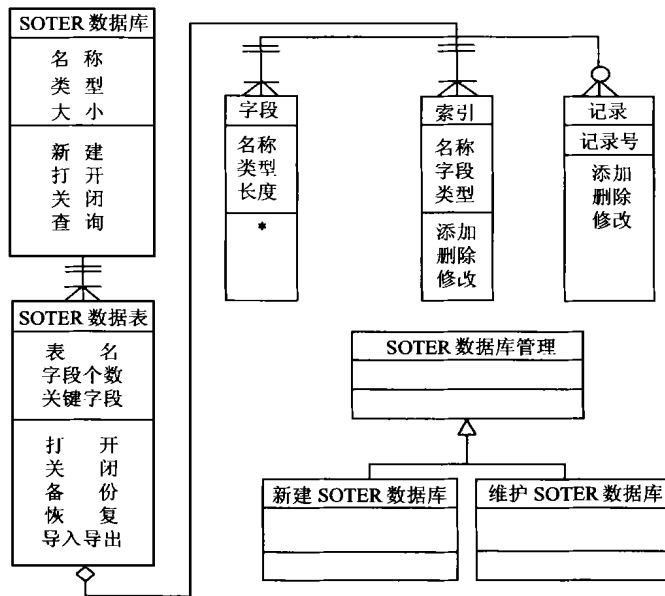


图 3 SOTER 数据库模块的对象类结构图

Fig. 3 Objective category structure of SOTER database

由于 SOTER 数据库结构的特殊性^[11]和为了保证与原系统兼容,这里将 SOTER 数据库中的所有字段设置为不可编辑状态。

3.2.3 对象生命周期图

对象生命周期图是用以表示对象是如何产生和消除的,在对象随时间而变化的进程中,典型地它经过什么状态以及什么事件使得一个对象改变它的状态的建模工具^[8]。SOTER 数据库对象生命周期图(部分)如图 4。

3.2.4 系统体系结构

面向对象设计模型一般由问题领域子系统、人机交互子系统、任务管理子系统以及数据管理子系

统等 4 部分组成。本系统的系统体系结构如图 5。

3.2.5 子系统设计与实现

设计是为了下一步的实现(编程),这两个阶段是紧密相连的。本系统采用反复的、累增的锥形法,因此将面向对象设计(OOD)与面向对象编程(OOP)结合起来,做一点 OOD,先试一点 OOP,然后再回来做点 OOD,如此反复与累增,最终完成整个系统。

本系统的研制使用的是 Microsoft Visual Basic 6.0 程序设计语言,用事件驱动来实现控制;关系数据库使用的是 Microsoft Jet 3.51 数据库引擎,用 Windows 建立用户接口^[12],如图 6。

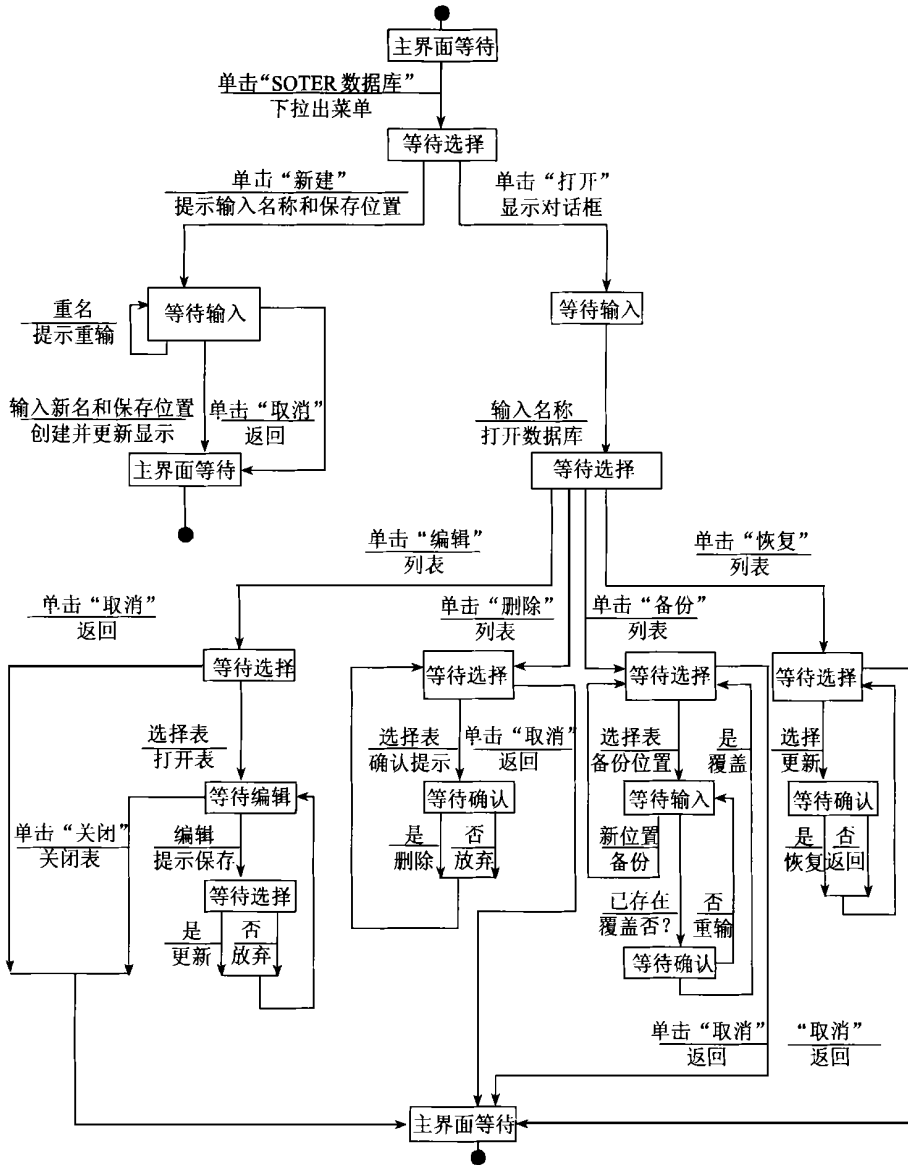


图 4 SOTER 数据库对象生命周期图

Fig. 4 Objective lifecycle diagram of SOTER database

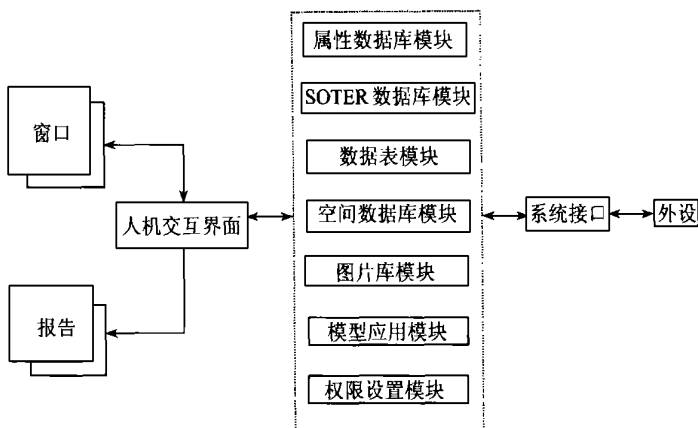


图 5 系统体系结构图

Fig. 5 System structure



图 6 系统采用 Windows 图形用户界面示例

Fig. 6 The example of system with GUI for Windows

Visual Basic 6.0 支持类、属性、方法、继承以及多形, 并支持对象的产生与消灭、对象间传送消息以及过程语言的构成体。因为大多数设计构成体都可一对一地映象成语言构成体, 所以分析与设计阶段得到的对象类都可直接套用和转换。逻辑设计中规定出来的方法一般不复杂, 易于实现。对于比较复杂的方法则需要找寻合适的算法, 重点考虑数据型

与数据结构的选择、关系的实现、控制的实现以及限制与例外处置的实现。

3.2.6 系统测试

为了保证系统的质量和可靠性, 必须对需求分析、设计规格说明和编码进行最终复审。一般按 4 个步骤进行, 即单元测试、组装测试、确认测试和整体测试^[13], 过程如图 7。

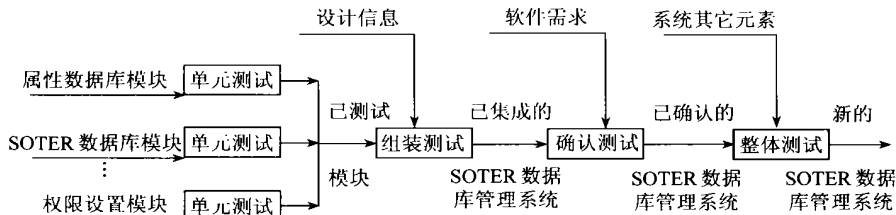


图 7 软件测试的过程

Fig. 7 Process of software examination

新的 SOTER 数据库系统按照以上步骤, 根据白盒法和黑盒法设计不同的测试用例对系统进行各项测试。

增而开发完成;(4) 它包括了功能抽象的抽象数据、信息隐蔽等机理, 使对象的内部实现与外界隔离, 减少了程序间的相互干扰和副作用^[14]。因此, 基于面向对象技术而开发完成的 SOTER 数据库管理系统具有模块性强、结构化程度高、稳定性好和易于维护的特点。

4 结果与讨论

面向对象技术是一个全新概念的软件开发模式, 它与传统的面向过程的软件开发方法有很大的不同:(1) 它是对软件开发过程的所有阶段进行综合考虑得到的;(2) 从生存期的一个阶段到下一个阶段所使用的方法与技术具有高度的连续性;(3) 它将面向对象分析(OOA)、面向对象设计(OOD)、面向对象程序设计(OOP)集成在一起, 经过反复与累

一个 SOTER 数据库由多个相互关联的数据表组成, 如果每个数据表都用一个文件存储, 将不便于 SOTER 数据库的管理。新的 SOTER 数据库管理系统采用 Microsoft Jet 3.51 数据库引擎, 使用 MDB 数据库文件, 它将多个表与索引存放在一个数据库容器中, 这正符合 SOTER 数据库的特点, 方便了 SOTER 数据库的管理。Jet 引擎可以处理数据的存储、

检索及更新数据的结构,并提供了功能强大的、面向对象的 DAO 和 ADO 编程接口。通过 DAO 和 Jet 引擎,可以访问以下 3 类数据库:(1) Microsoft Access 数据库。Jet 引擎可直接建立和操作这些数据库,并提供了最大程度的灵活性和最快的执行速度。(2) 使用“索引顺序访问方法 (ISAM)”的数据库。包括 dBASE III、dBASE IV、Microsoft FoxPro Versions 2.0 和 2.5 以及 Paradox,还可以访问文本文件数据库和 Microsoft Excel 或 Lotus 1-2-3 电子表格。(3) ODBC 数据库。即符合 ODBC 标准的客户/服务器数据库,如 Microsoft SQL Server。这样,新的 SOTER 数据库管理系统增强了 SOTER 数据库与其它环境资源数据库的兼容性,扩大了 SOTER 数据库的应用范围。

新的 SOTER 数据库管理系统集属性数据管理、空间数据管理和专业应用于一体。在本系统支持下,可充分利用 Windows 的图形用户界面易于操作的特点,方便地建立和维护 SOTER 属性数据库和空间数据库,并能利用模型库的向导功能进行数据应用;将属性数据、空间数据与模型集中在一个系统中,可方便地实现数据转换与数据联接查询;同时也促进了土壤信息应用的定量化、模式化和自动化研究。

由于面向对象程序设计十分注重可重用组件的研制,因此只要对已开发完成的 SOTER 数据库管理系统稍加修改,并充分利用其组件,即可完成土壤数据库的建立。

面向对象技术的出现是以 20 世纪 60 年代末 Simia 语言为标志的,到 80 年代掀起了面向对象研究的高潮,由于其研究时间并不长,所以面向对象技术在理论基础和形式化描述、面向对象的知识表示以及面向对象范式的统一性等方面并不十分成熟,再加上对存在的五花八门的对象进行抽象难以面面俱到,其实用性受到了限制。因此新的 SOTER 数据库管理系统在功能、数据的安全性和与其它系统的信息共享方面还需进一步完善与加强。

当前,国际互联网的迅速崛起和在全球范围内的飞速发展,使万维网成为高效的全球性信息发布渠道,从 WWW 的任意一个节点为用户提供数据浏览、查询和分析功能的高效的网络数据库是发展的必然趋势,然而象管理 SOTER 的单用户集中式的数据库是难以满足用户的需要的。因此新的 SOTER 数据库管理系统必须向网络化方向发展,同时与 WebGIS 结合,真正体现出 SOTER 的优势,推动 SOTER 向更深更广的方向发展。

另外,新的 SOTER 数据库管理系统的模型应用

功能也要加以扩充,同时扩充应用模型时选择什么样的算法、如何确定数据精度、怎样共享数据和实时更新等问题必须重点考虑。

参考文献 (References)

- [1] Oldeman L R, Van Engelen V W P. A world soils and terrain digital database (SOTER)-An improved assessment of land resources [J]. *Geoderma*, 1993, **60**: 309-325.
- [2] Graef F, van Duivenbooden N, Stahr K. Remote sensing and transect-based retrieval of spatial soil and terrain (SOTER) information in semi-arid Niger [J]. *Journal of Arid Environments*, 1998, **39**: 631-644.
- [3] Angyan J, Podmaniczky L. The use of SOTER in the land use zone system of Hungary [R]. SOTER NEWSLETTER, 1998, No. 11: 4-6.
- [4] Baumgardner M F. 1990. A 1:1M world soils and terrain digital database; implementing a concept [A]. Trans. 14th Int. Congr. of Soil Science [C], Kyoto, 1990, Vol. V: 113-119.
- [5] Van Engelen V W P, Pulles J H M. The SOTER Manual; Procedures for Small Scale Digital Map and Database Compilation of Soil and Terrain Conditions [S]. Working Paper and Preprint 91/3. ISRIC, Wageningen, 1991.
- [6] Tempel P. Global and National Soils and Terrain Digital Databases (SOTER): Attribute database user manual [S]. UNEP-ISSS-ISRIC-FAO-ISSAS. 1994, 1-36.
- [7] Booch Grady. Object-Oriented Analysis and Design [M]. CA: The Benjamin/Cummings Publishing, 1994.
- [8] CHEN Yunian, FANG Meiqi. Oriented-Object Method of Information System Engineering [M]. Beijing: Qinghua University Press, 1999. [陈余年,方美琪. 信息系统工程中的面向对象方法[M]. 北京: 清华大学出版社,1999.]
- [9] Jacobson I, Christer M, Jonsson P, Overgaard G. Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach [M]. MA.: Addison-Wesley, 1992.
- [10] Tempel P. Global and Nation Soils and Terrain Digital Databases (SOTER): Database Structure [S]. ISRIC, 1995. 1-68.
- [11] Yourdon Ed, Whitehead K, Thomann J. et al. Mainstream Objects: An analysis and Design Approach for Business [M]. N.J.: Yourdon Press, 1995.
- [12] LIU Bingwen, ZHANG Shen. Visual Basic Program Design-Database [M]. Beijing: People Telecom Press, 1999. [刘炳文,张 . Visual Basic 程序设计——数据库篇[M]. 北京: 人民邮电出版社,1999.]
- [13] ZHEN Renjie, YING Renkun. Outline of Software Engineering [M]. Beijing: Qinghua University Press, 1998. [郑人杰,殷人昆. 软件工程概论[M]. 北京: 清华大学出版社,1998.]
- [14] ZHOU Yong, WANG Shanqin, WANG Qingyun et al. Several Problems and Contemmesuers about Establishment of Land Resources Information System [J]. *Journal of Remote Sensing*, 1999, **3**(1): 71-75. [周 勇,汪善勤,王庆云等. 建立土地资源信息系统的若干问题与对策[J]. 遥感学报,1999,3(1): 71-75.]

Analysis and Design of Oriented-objective Soil-terrian Digital Database (SOTER) Management System

ZHOU Yong, ZHANG Hai-tao, LI Xue-yuan

(Key lab of subtropical Soil Resources and Environment, Agricultural Ministry of China, Wuhan 430070, China)

Abstract: Newly SOTER database management system is established based on complete-newly object oriented software development method and rigorous development process of analyzing, designing, coding and examining. The new one has the following advantages: (1) inheriting and enlarging attribute data management function of original SOTER, and enhancing the integrith and safety of SOTER; (2) integrating the attribute database, spatial database and model base into a unique system, and using the windows graphic user interface (GUI), as interactive tools which make establishment and maintenance of SOTER database convenient; (3) promoting the quantitativity, model standardization and automation of soil information, and serring as a good example for building new soil databases and information system.

Key words: object oriented; SOTER; database; model; analysis and design