

# 基于GIS的农业地质信息系统设计与实现

冯里涛<sup>1,2,3</sup>, 夏斌, 陈红顺<sup>2,3</sup>, 杨宝龙<sup>1,2,3</sup>, 冯微微<sup>2,3</sup> (1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东广州 510640; 2. 中国科学院地理信息产业发展中心, 北京 100101; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要** 结合农业地质调查和评价的需求, 分析了农业地质信息系统的建设目标、数据构成和功能需求, 对农业地质信息系统进行了框架设计。详细介绍了农业地质信息系统的开发实例——珠江三角洲农业地质调查评价信息系统, 该系统在珠江三角洲农业地质调查评价工作中发挥了重要作用。

**关键词** 地理信息系统; 农业地质; 系统设计; 多层架构; 珠江三角洲

中图分类号 TP319 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)05-02304-02

## Design and Realization of Agricultural Geology Information System Based on GIS

FENG Li-tao et al (Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640)

**Abstract** Combining with the demands of agricultural geology survey and evaluation, the construction goal, data composition and function demands of agricultural geology information system (AGIS) were analyzed. The framework of agricultural geology information system was designed. The development example of agricultural geology information system, agricultural geology survey and evaluation information system of Pearl River Delta, was introduced in detail. The system plays an important role in the survey and evaluation work of agricultural geology in Pearl River Delta.

**Key words** Geographic information system; Agricultural geology; System design; Multi-tier architecture; Pearl River Delta

利用GIS和其他信息技术建立农业地质信息系统, 可以实现与农业地质调查相关的基础地质地理数据、土壤类型数据、生态地球化学数据等方面的数字化和网络化管理监控, 为相关科技人员和政府管理人员提供强大的可视化统计分析, 为普通公众提供丰富的图形化农业地质信息, 从而提高农业相关规划的工作效率, 增强公众参与区域可持续发展和农业生态危机的预警预测能力。笔者分析了农业地质信息系统的建设目标、数据构成和功能需求, 并对农业地质信息系统进行了框架设计, 最后详细介绍了珠江三角洲农业地质调查评价信息系统。

## 1 系统分析

**1.1 建设目标** 农业地质信息系统以农业地质调查为基础, 综合应用数据库、GIS和网络技术, 建立实现农业地质数据的存储、管理、分析评价和应用发布的信息系统。其主要目标有以下4个方面<sup>[1-3]</sup>:

(1) 建立农业地质数据管理维护平台, 实现农业地质调查评价数据的网络化和可持续管理维护。

(2) 实现农业地质数据的查询检索、制图输出和处理分析等功能, 为相关研究人员提供信息技术支撑。

(3) 以评价目标明确、标准可靠、方法模型成熟的评价体系为指导, 利用GIS、统计分析和专家知识库等技术, 实现农产品产地环境的评价和预警预测, 深度挖掘数据价值, 为相关政府部门和科研单位提供辅助决策支持。

(4) 利用WebGIS和网络技术, 基于政务内网和Internet网络平台, 在安全受控的情况下, 实现部分农业地质调查和评价成果图件的发布、查询和浏览, 实现公益性和基础性地质调查成果的共享应用。

**1.2 数据分析** 农业地质信息系统的数据库可以分为以下3大类:

(1) 基础数据。包括基础地质数据、基础地理数据、土地利用数据和土壤类型数据等。

(2) 农业地质调查分析数据。包括野外直接采样点和监测点信息数据、样品分析结果数据和分析质量监控数据等。

(3) 专题评价数据。包括评价模型数据、评价参数和评价成果数据等。

**1.3 功能需求** 为满足农业地质调查和评价的需要, 农业地质信息系统应该具有以下6个基本功能:

(1) 数据存储管理功能。提供数据的建库、维护、备份和更新。

(2) 基础分析功能。包括数据的编辑输出、查询检索和统计分析等功能, 农业地质数据的预处理、多元统计分析和异常提取和分析等功能, 各种分析评价参数的计算功能, 各种专题性与统计类图件等的生成及显示功能。

(3) 专题评价功能。农产品产地环境评价功能包括有机污染物、辐射、农田生态、浅海生态、土壤环境质量、水系生态和降尘等评价功能。

(4) 预警预测功能。实现农业地质的相关预警和预测功能。

(5) 网上图形发布功能。提供农业信息和科技成果等的网上发布、查询、检索和下载等功能。

(6) 系统安全管理功能。对不同用户给予不同的级别和权限, 以保障系统和数据的安全。

## 2 系统设计

**2.1 软件体系结构** 为使系统具有良好的可扩展性和可维护性, 该系统采用多层体系结构<sup>[4-5]</sup>(图1), 系统共分为4层, 即: 表示层、Web服务层、应用服务层和数据服务层。

(1) 表示层。直接面向用户, 提供空间数据表示和信息可视化功能, 运行于Windows系列操作系统, 可以是浏览器和桌面客户端。客户端与web服务层建立连接, 发送请求, 接收后者提供的web服务; 客户端还可连接到应用逻辑层, 使用应用逻辑层上的远程服务。应用逻辑层再与数据服务层连接, 获取或更新数据库中的数据, 构成三层结构。桌面客户端还可直接与数据服务层连接, 获取或更新数据库中的数据, 客户端完成全部分析运算, 形成典型的两层结构。

(2) Web服务层。基于NET构架, 在Internet网络上实现

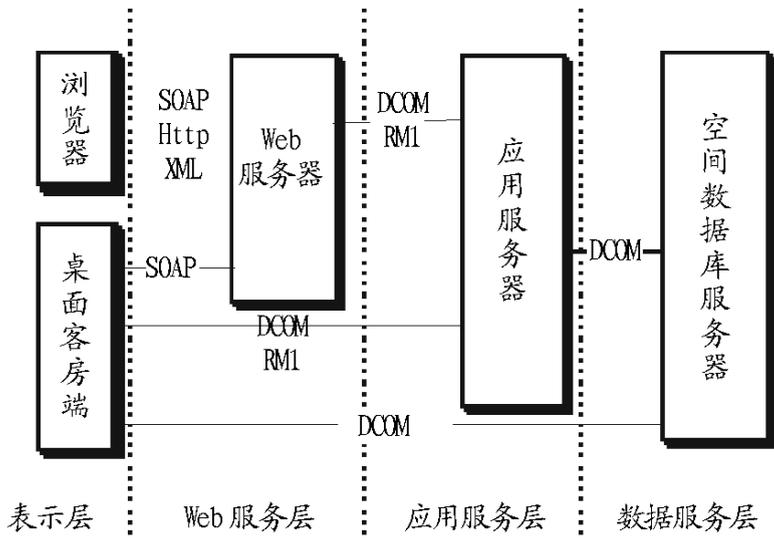


图1 软件体系结构图

Fig.1 The software architecture

空间信息服务的远程过程调用(RPC)以及空间信息共享和发布。Web服务层提供空间元数据发布、空间数据获取、简单空间分析和专题等方面的Web服务功能。

(3) 应用服务层。提供空间数据的管理与一致性维护,实现多源数据集成,建立不同类型数据之间的关联关系,如空间元数据和空间数据之间的关系,提供各种分析处理功能。

(4) 数据服务层。由空间数据库引擎和大型商用数据库构成,实现空间数据和非空间数据的一体化管理,主要实现存储、管理和维护各类数据、建立并维护索引的功能。

**2.2 功能模块结构** 系统采用CBD(Component Based Development)技术,将底层模块封装为应用组件,通过应用组件的组合搭建系统,以实现软件模块的重用,这样有利于系统功能的灵活扩展,方便系统的应用维护。如图2所示,系统分为以下功能模块:通用GIS、分析处理、数据管理、制图输出、预测预警、信息发布和系统管理。

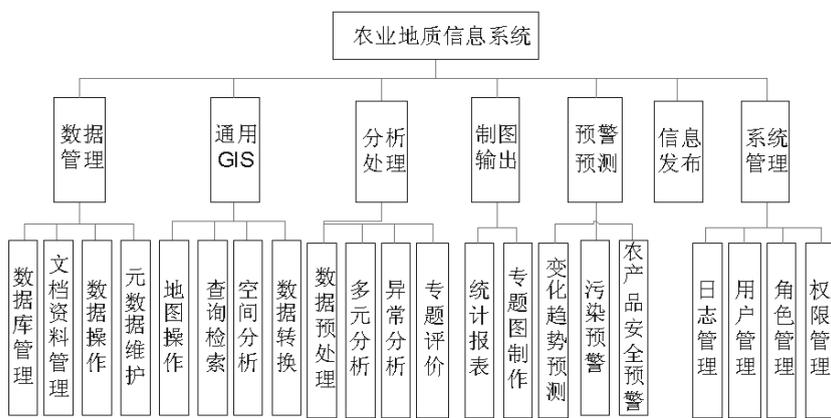


图2 系统功能结构图

Fig.2 The system function structure

各功能模块对应的具体功能如下:

(1) 数据管理。通过整个系统的数据管理平台实现对数据库的日常管理维护、数据的录入、编辑和导入导出等操作以及元数据的管理维护,主要包括数据库管理、文档资料管理、数据操作和元数据维护等功能。

(2) 通用GIS。基于MAPGIS开发,提供地图操作、查询检索、空间分析和数据转换等基础GIS功能。

(3) 分析处理。系系统的核心功能模块之一,可实现对农业地质数据的处理与分析以及对处理分析结果的输出等,主要包括数据预处理、多元分析、异常分析和专业评价等功能。

(4) 制图输出。系系统的核心功能模块之一,可实现对

农业地质调查与评价的成果输出以及图件制作和输出等,主要包括统计报表和专题图制作等功能。

(5) 预警预测。根据已有数据实现农产品产地环境的变化趋势的预测、非点源污染的预警评价和农产品安全预警等功能。

(6) 信息发布。通过政务内网或Internet网络,在安全受控的情况下,实现农业地质调查和成果图件的网上发布,使相关政务内网用户或Internet用户只需通过浏览器就可以查看这些成果图件。

(7) 系统管理。保障系统和数据的安全,主要包括日志管理、用户管理、角色管理和权限管理等功能。

**2.3 数据库设计** 从数据库类型上,农业地质数据库可分为空间数据库、属性数据库、文档及多媒体数据库,其中属性数据与空间数据、属性数据与文档及多媒体数据可基于统一编码动态创建或撤销关联<sup>[6]</sup>;从数据时态性质上,农业地质数据库可分为历史库、现势库及临时库;从主题上,农业地质数据可划分为基础地理、基础地质、土地利用、土壤类型、调查采样、分析测试、专题评价及元数据库等多个主题数据子库(图3)。

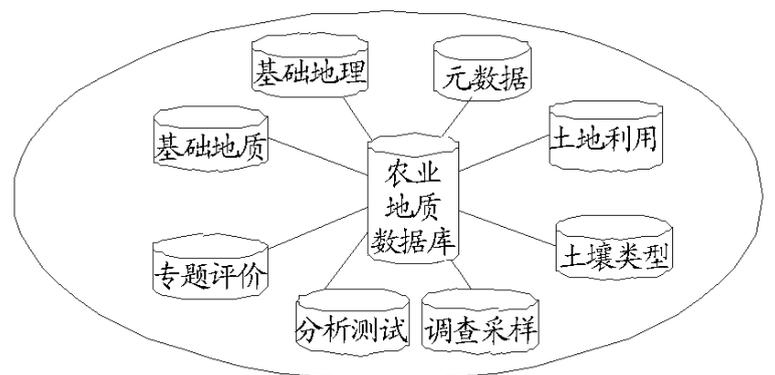


图3 农业地质数据库组成

Fig.3 The constitution of agricultural geology database

### 3 珠江三角洲农业地质调查评价信息系统

珠江三角洲是广东省经济社会发展的龙头和主体,是我国沿海地带最发达、经济发展最快的三大经济圈之一。珠江三角洲在发展经济的同时,其环境污染与生态破坏问题日益突出,农业生态环境问题日趋恶化,已经成为制约该地区农业可持续发展的重要因素。通过开展系统的农业地质调查、评价和研究,可以查明珠江三角洲地区农业地质背景和生态地球化学环境状况,预测珠江三角洲经济区生态地球化学环境的发展演化趋势,预测预警该地区重大生态地球化学灾害。

珠江三角洲农业地质调查评价信息系统(Pearl River Delta Agriculture Geology Survey and Evaluation Information System, PASEIS)以珠江三角洲农业地质调查为基础,综合应用数据库、GIS和网络技术,建立涵盖实现珠江三角洲农业地质环境数据的存储、管理、分析评价和应用发布的信息系统。

该系统采用成熟的C/S与B/S混合模式的体系结构,除信息发布模块外,其他功能模块在运行方式上表现为桌面应用程序,在高速局域网环境下,系统架构模式采用C/S模式。系统数据库采用大型的关系型数据库Oracle集中管理空间数据和非空间数据,采用大型组件式地理信息系统软件开发平台MAPGIS 7.0和Microsoft .NET开发平台C#语言进行开发。

(下转第2317页)

后晒干,才能最后播种。

选好种子后,如何播种呢?首先要注意播种的时令,即要适时播种。《胜之书》记载:“种禾无期,因地为时”。“种麦得时无不善”。“早种则虫而有节,晚种则穗小而少实”<sup>[1]</sup>。可见,适时播种,不仅能使作物长势好,秋后获得丰收,而且还能防治病虫害。否则,违背农时,就会使作物“穗小而少实”。其次,播种要注意密度,要依据作物的种类和地力高下来决定播种的密度。崔寔《四民月令》记载:“禾,美田欲稠,薄田欲稀”;大、小豆和稻则“美田欲稀,薄田欲稠”<sup>[1]</sup>。“美田”是指肥沃的土地,“薄田”是指瘠薄的土地。因为作物品种不同、土地的肥瘠程度不同,决定作物的密度也不同。同样是肥沃的土地,“禾,美田欲稠”,而大、小豆和稻则“美田欲稀”。同样是瘠薄的土地,“禾,薄田欲稠”,而大、小豆和稻则“薄田欲稠”。再次,就是播种的方式。当时的播种方式主要有3种<sup>[3]</sup>:一为撒播,此法极为简便,没有行距,比较浪费种子;二为点播,即挖穴点种,这种方式既保证了种子入土,又可节约种子,但比较费时费力,不如撒播方便、省力;三是条播播种时既能体现行距,又简单易行。西汉时,专门用于条播的工具是赵过发明的“耨犁”。使用耨犁播种,行距均匀,深浅一致,出苗整齐,有利于作物生长。魏晋南北朝时期,主要使用两脚耨或一脚耨,播种效率要比汉代的三脚耨低,但是操作极为简便,因此比较容易推广。

秦汉魏晋南北朝时期的选种、育种和播种技术,对于今天我国现代化农业生产,仍然具有借鉴和启发作用。

### 3 代田法、区田法等先进的耕作技术

西汉时期,劳动人民在生产实践中积累了丰富的精耕细作的生产经验。汉武帝时,农官搜粟都尉赵过总结西北地区农民的生产经验,推行“代田法”。代田法是先为每亩田(横一步,纵240步。一步等于6尺,汉尺,一尺合今0.694尺)分成6份——三垄(垄台)三畦(畦沟),耕地开成宽一尺、深一尺的沟,叫做畦,旁堆成宽一尺、高一尺的垄。然后把种子播在畦中,待苗长出后,逐次将垄上的土同草一起锄入畦中,培植苗根。这样使作物的根扎得深,既可耐旱,也能抗风。

(上接第2305页)

目前,珠江三角洲农业地质调查评价信息系统系统已成为珠三角农业地质调查评价数据管理维护信息平台,为相关研究人员提供信息技术支撑,为相关政府部门和科研单位提供辅助决策支持,实现了部分珠江三角洲农业地质调查和评价成果图件的发布、查询和浏览,并实现公益性、基础性地质调查成果的共享应用。

### 4 结语

农业地质信息系统以农业地质调查评价为基础,实现农业地质数据的数字化和动态管理监控,为相关科技人员和政府管理人员提供规划决策服务支持,为普通公众提供丰富的图形化农业地质信息,对实施可持续发展战略具有重要意义。该研究结合农业地质调查和评价的需求,在分析农业地质信息系统的建设目标、数据构成和功能需求的

第二年耕作时使畦垄更代,即以原来的畦为垄,原来的垄为畦,轮流种植,以调节地力。过去需要休耕一年或二年的土地,现在变为亩内轮种,可以做到地尽其力。使用代田法耕种可比漫田(不作畦的田,既不起垄的平作法)每亩增产一斛至二斛<sup>[4]</sup>。可见,代田法是争取单位面积高产的积极手段。所以代田法在许多地方得到推广。代田法的实行是中国农业科学发展史上的一次革命,现在农民的起垄耕种方法就是从西汉时期代田法开始的。

西汉成帝时,《胜之书》里面记载了劳动人民创造的另一种精耕细作的方法,即“区田法”<sup>[1]</sup>。“区田法”的“区”就是沟或坑的意思。“区田法”的播种方式分为开沟点播和坑穴点播2种。开沟点播法是以一亩地为单位,令其长180尺、宽48尺、横分180尺为15町,町与町之间留有1.5尺的14条人行道。然后在各町每隔1尺挖深、宽各1尺的沟,方向与人行道垂直。作物即点播沟内,如种粟,每沟种2行,共44株,一亩可种15840株。坑穴点播法就是首先根据作物的不同特点,在土地上挖坑穴,并在坑穴内施用重肥,然后把作物点播其中。坑穴点播法的耕作方法是把耕地分为上农区、中农区和下农区3部分,上农区掘土方深各6寸为一区,每区相隔9寸,一亩地可掘3700个区。每区下粪一升,下种20粒,每亩下种二升。中农区和下农区的土方大一些,相距远一些。这是一种园田化的耕作技术。这种方法可以不择地段,不拘作物,通过深耕、足肥等就可以在较小面积上获得高产。当时这种方法虽然由于“工力烦费”不能大力推广,但这种精细的农田丰产技术毫无疑问地反映出了西汉时期农业生产技术的发展水平。

区田法的实行,对中国农业生产的影响极其深远,现在农民的开沟点播和坑穴点播的耕作方法,就是从西汉时期区田法开始的。

### 参考文献

- [1] 贾思勰. 齐民要术 M. 北京: 中华书局, 1956: 1, 3, 5, 11-12, 22, 24.
- [2] 张大可. 史记全本新注 M. 西安: 三秦出版社, 1990: 2114.
- [3] 马新. 两汉乡村社会史 M. 齐鲁书社, 1996: 41.
- [4] 班固. 汉书 M. 北京: 中华书局, 1962: 1138-1139.

基础上,对农业地质信息系统进行了框架设计,并详细介绍了珠江三角洲农业地质调查评价信息系统。这对于农业地质相关应用系统的开发具有一定指导意义,对其他信息系统的开发也具有一定的参考价值。

### 参考文献

- [1] 蔡子华, 戴磊, 段学军, 等. 浙江省农业地质环境GIS设计与实现 M. 北京: 地质出版社, 2007.
- [2] 祝青, 向南平. 基于GIS的农产品重金属残留预警系统[J]. 微计算机信息, 2008, 24(4): 191-193.
- [3] 邓吉秋, 吴堃虹, 刘合桃. 长株潭区域生态地球化学评价系统设计与开发[J]. 计算机工程, 2007, 33(22): 269-271.
- [4] 蔡勋, 申逸. 基于多层结构的可视化系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(16): 3880-3882.
- [5] 于雷, 周勇, 张甘霖. 基于三层体系结构数字土壤标本馆设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(22): 5517-5523.
- [6] 李安波, 阎国年, 孟萃萃, 等. 城市地质空间信息系统研究与建设[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(3): 132-134, 202.