

# 基于 WebGIS 的农田土壤信息管理平台的设计与实现

庞永青, 杨林楠\*, 张丽莲

(1. 云南农业大学园林园艺学院, 云南昆明650201; 2. 云南农业大学基础与信息工程学院, 云南昆明650201)

**摘要** 在分析农田土地时空变化的基础上, 以 WebGIS 为空间信息平台, 采用 B/S 分布式网络体系结构, 构建了网络化的农田土壤信息管理平台, 该平台为农作物栽培种植提供了科学指导。

**关键词** WebGIS; 农田土壤信息管理; 网络化

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)05-02302-02

## Design and Realization of Farmland Soil Information Management Platform Based on WebGIS

PANG Yong-qing et al (College of Forestry and Horticulture, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201)

**Abstract** On the basis of analysis on temporal and spatial variation of farmland, B/S distributed network system architecture was taken to establish the network farmland soil information management platform with WebGIS as spatial platform. The platform provided the scientific guidance for the cultivation of crops.

**Key words** WebGIS; Farmland soil information management; Network

土壤养分是土壤肥力的物质基础, 也是土壤的基本属性和本质特征<sup>[1]</sup>, 由于其受到自然因素(气候、地理、土壤类型等)和人为因素(耕作、施肥、灌溉等)的影响, 常具有明显的时空变化特点, 是非稳定性肥力因素<sup>[2]</sup>。近十几年来, 农田环境、种植制度、施肥水平等发生了较大变化, 致使农田土壤的养分状况也随之改变。20世纪90年代后, 地理信息系统(GIS)技术迅速发展, 其应用遍及国民经济的各个领域, 农业方面在土壤施肥、作物品质管理等宏观管理领域应用较多<sup>[3-5]</sup>。同时, WebGIS的发展及其在空间信息管理中的广泛应用为精确农作系统的网络化运行提供了技术支持<sup>[5-6]</sup>。

笔者采用 WebGIS 技术, 基于 B/S 结构的网络平台, 设计开发了基于 WebGIS 的农田土壤信息管理平台, 实现了农田土壤信息的网络化、数字化、精准化管理。

## 1 系统设计思路和结构体系

**1.1 设计思路** 目前, GIS 技术的发展已趋于成熟, 该技术可对地理分布数据进行采集、存储、管理、运算、分析和可视化表达, 能对已有的空间特征和属性信息进行加工处理, 为研究对象的科学管理和合理利用提供指导。土壤养分的时空变异性是在时间和空间 2 个动态变化特征上形成的, 因此, 将 WebGIS 技术应用到农田土壤管理中, 能够有效、及时、全面地掌握农田土壤养分的动态变化状况, 并从土壤养分与时间变化的连接关系中找到土壤养分的动态变化特征, 科学指导农业生产。

**1.2 系统结构体系** 考虑用户分散点多, 分布广及节约成本等问题, 该系统采用基于浏览器/服务器的 B/S 3 层结构体系, 第 1 层为客户层, 普通用户可进行直接交互; 第 2 层为服务层, 用于传送或接收数据库中的数据; 第 3 层为数据访问层, 实现数据的存储和管理。系统结构如图 1 所示。

该系统采用超图公司的 WebGIS 开发平台: Super Map IS.net, 以 IIS 为 Web 数据库服务器, 数据库系统采用 SQL Server 2005, 选用 .Net + HTML 方式进行开发。在 B/S 模式的 Web

GIS 系统中, 客户机无论在什么平台下, 只要安装了浏览器就可以使用服务器提供的 GIS 功能, 而不必关心数据的来源和数据格式<sup>[7]</sup>, 从而方便了用户操作。

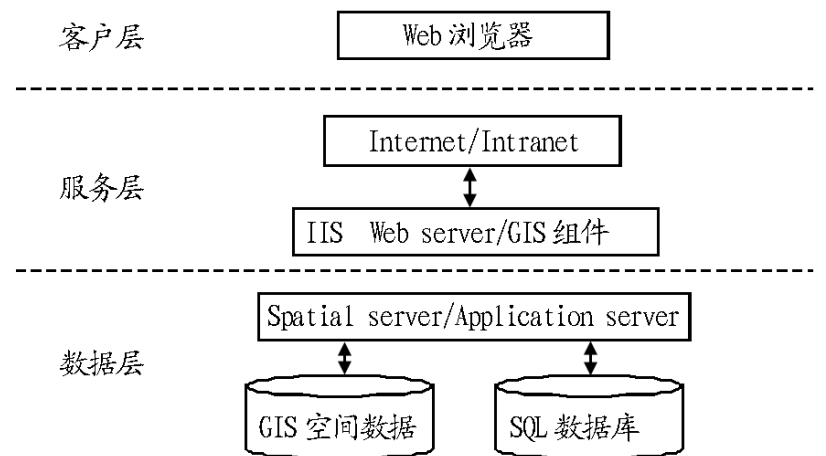


图1 系统体系结构

Fig.1 The system architecture

## 2 数据库和图形库设计

**2.1 数据库设计** 数据库内容以及数据的组织形式, 是系统各功能之间数据共享的基础, 系统数据库采用 SQL Server 2005。SQL Server 管理数据库操作简单, 后台开发灵活, 可扩展性强; 数据库大小无极限限制, 处理海量数据效率高; 该数据主要由空间数据库和业务数据库组成。

空间数据库包括: 地理信息(海拔、地形、气候、降雨量等)数据库; 土壤养分(大量元素、中量元素、微量元素等)数据库; 土壤类型(土壤质地、土壤 pH 值、土层厚度、耐盐力等)数据库; 土壤环境(重金属等)数据库; 栽培信息(种植时间、作物类型、灌溉量等)数据库。

业务数据库包括: 土壤信息数据库; 土壤专题图数据库; 土壤养分预测与预报数据库; 土壤环境监测数据库; 推荐施肥等数据库。

**2.2 图形库设计** 根据用户需要, 将相关的土壤信息制成专题地图, 如: 对土壤中大量元素 N、P、K 及中、微量元素的含量进行统计分析, 分析结果以点密度、统计、标签分段等专题图的形式表现出来, 且不同时间的图层可以叠加起来进行对比分析。将作物栽培信息以统计报表的形式显示出来, 为用户提供准确、直观的可视化表达方式。

**3 系统主要功能及技术原理** 系统实现了基本地图操作、信息咨询、预测预报、土壤环境质量监测、推荐施肥、结果输

基金项目 “十一五”国家科技支撑计划课题(2006BAD10A14)。

作者简介 庞永青(1981-), 男, 内蒙古凉城人, 硕士研究生, 研究方向: 园林信息与计算机应用。\* 通讯作者。

收稿日期 2008-11-24

出等6大功能(图2)。

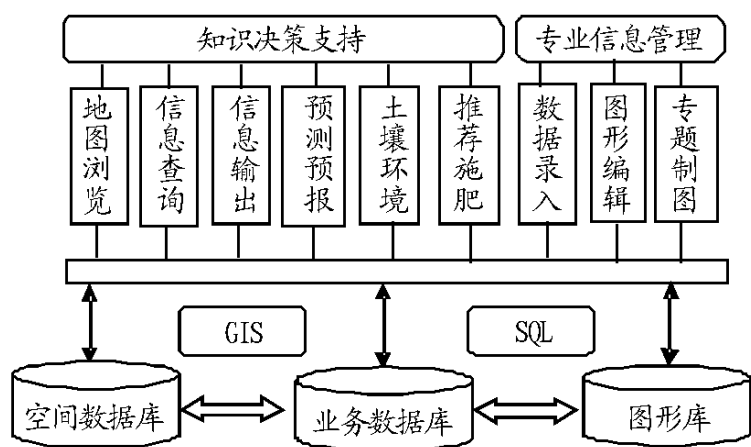


图2 系统功能与设计模式

Fig.2 The system function and design model

**3.1 基本地图操作** 主要包括地图的放大、缩小、漫游、面积量算、地图编辑与下载等功能。

**3.2 信息咨询功能** 咨询功能分为数据查询和图形查询。数据查询可与图形查询、报表查询和文本查询交叉进行;数据查询在确定了基本的查询条件之后,可在图上显示出其具体的地理位置,即对其进行图上定位,给出对应的图形及空间信息。图形查询可获取空间对象的详细属性信息。信息咨询功能为用户提供了土壤养分和作物栽培管理等方面的知识性服务,便于用户更直观地查阅信息。

**3.3 预测预报功能** 综合分析农田土壤养分多年变化数据,利用 Markov 链接模型模拟农田土壤养分随时间变化的趋势,为及时采取应对措施提供决策信息。

**3.4 土壤环境质量监测功能** 土壤环境质量与农业生产息息相关,为保障农业生产,维护人体健康,按照二级土壤环境质量标准,采用单因子污染指数和综合污染指数法对土壤环境质量进行评价。单因子污染指数法计算公式如下:

$$P_i = C_i / S_i$$

式中,  $P_i$  为土壤中污染物  $i$  的环境质量指数;  $C_i$  为污染物  $i$  的实测值 (ng/kg);  $S_i$  为污染物  $i$  的评价标准 (ng/kg)。

综合污染指数的计算采用尼梅罗(Nemerow)污染指数法,计算公式如下:

$$P_{\text{综}} = \frac{\frac{C_i}{S_i}^2_{\text{max}} + \frac{C_i}{S_i}^2_{\text{ave}}}{2}$$

式中,  $\frac{C_i}{S_i}_{\text{max}}$  为水质污染物中污染指数最大值;  $\frac{C_i}{S_i}_{\text{ave}}$  为水质各污染指数的平均值。

土壤各种污染物分为两类,一类为严格控制指标,另一类为一般控制指标。严格控制指标为 Cd、Hg、As、Cr,一般控制指标为 Cu、Zn、Pb、六六六、DDT。所采集的样品中只要有一项严格控制指标超标即视为不合格。一般控制指标若有一项或多项超标,则要求该环境要素的综合污染指数小于 1<sup>[8]</sup>。

**3.5 推荐施肥功能** 通过分析农田作物生长对土壤养分的需求,结合区域地理信息、农田土壤、作物栽培和田间管理等特点,为作物种植提供有关的决策信息。

根据测土配方的原则,在分析当地农田土壤养分含量的基础上,结合作物所需养分和土壤中现有养分含量及肥料当季利用率等,按条件给出 3 种适宜的施肥量。其原理如下:

#### (1) 目标产量法

根据作物目标产量需肥量与土壤供肥量之差估算目标产量的施肥量,通过施肥补足土壤供应不足的养分。

$$\text{施肥量} = \frac{\text{目标产量所需养分} - \text{土壤供肥量}}{\text{肥料中养分含量} \times \text{肥料当季利用率}}$$

#### (2) 地力差减法

根据作物目标产量与无肥区产量之差来计算施肥量。

$$\text{施肥量} = \frac{(\text{目标产量} - \text{无肥区产量}) \times \text{作物单位产量养分吸收量}}{\text{肥料中养分含量} \times \text{肥料当季利用率}}$$

该方法的优点是根据地力基础产量便可确定施肥配方,满足无测土条件用户的需要。

#### (3) 土壤养分有效校正系数法

通过测定土壤有效养分含量计算施肥量。

施肥量 = (作物单位产量养分吸收量 × 目标产量 - 土壤测试值 × 0.15 × 土壤养分校正系数) / (肥料中养分含量 × 肥料当季利用率)

土壤养分校正系数 = (无肥区产量 × 作物单位产量养分吸收量) / (土壤养分测定值 × 0.15)

式中, 0.15 为耕层土壤(0~20 cm 表土)中含有的养分量,以 ng/kg 为单位换算为以 kg/hm<sup>2</sup> 为单位表示的换算系数。土壤养分校正系数随土壤养分含量及作物种类不同而变化,对于特定区域(如某一县市或乡镇等)的某种固定作物而言,养分校正系数随土壤养分含量的变化有一定的变化规律。

养分校正系数法适应性较广,适用范围不受限制,常作为推荐配方施肥决策的理论依据<sup>[9]</sup>。

**3.6 输出打印功能** 系统能够打印输出农田地理信息、土壤养分信息和作物种植信息等,并能将分析、预测后的土壤养分元素图、叠加分析图、专题分析图及统计表格与清单打印输出。

## 4 结论

笔者采用 WebGIS 技术和相关的农田土壤专业知识,开发设计了农田土壤信息管理平台,可对大量的农田土壤信息和作物栽培信息进行有效的管理,并能及时、准确的发布多元土壤信息。因此,用户根据系统给出的土壤养分、土壤环境监测和预报信息,可进行科学种田、平衡施肥。

## 参考文献

- [1] 王洪杰,李宪文,史学正,等.不同土地利用方式下土壤养分的分布及其与土壤颗粒组成的关系[J].水土保持学报,2002,17(2):44-47.
- [2] 金继运,自由路.精准农业与土壤养分管理[M].北京:中国大地出版社,2001:23-117.
- [3] 霍艾迪,张广军,武苏里,等.基于 WebGIS 的农田土壤推荐施肥信息系统的初步设计与应用[J].干旱地区农业研究,2006,24(6):90-93.
- [4] 潘瑜春,王纪华,赵春江,等.基于网络 GIS 的作物品质监测与调优栽培系统[J].农业工程学报,2004,20(6):120-123.
- [5] 刘小军,朱艳,姚霞,等.基于 WebGIS 的农业空间信息管理及辅助决策系统[J].农业工程学报,2006,22(5):125-129.
- [6] LORENZOS NA, SIDERIS AB, YALOURS CP, et al. An integrated spatial-temporal system[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 1999, 22:233-242.
- [7] 李杨,马丽云,石钰. WebGIS 的实现与开发方法初探[J].新疆气象, 2005, 28(4):28-29, 43.
- [8] 李卫江,吴永兴,茅国芳.基于 WebGIS 的基本农田土壤环境质量评价系统[J].农业工程学报,2006,22(8):61.
- [9] 季天委.浅谈测土配方施肥中的配方方法 EB/OL. http://www.zjagi.gov.cn.
- [10] 刘小军,朱艳,姚霞,等.基于 WebGIS 的农田生产环境质量评价系统研究[J].中国农业科学,2005,38(3):551-557.