

# 基于 GIS 的区域土壤养分管理 与作物推荐施肥信息系统研究

盛建东 蒋平安 文启凯 武红旗 杨玉玲

李 荣

(新疆农业大学农学院 乌鲁木齐 830052)

(新疆阿克苏地区农业技术推广站)

**摘 要** 利用数据库系统与地理信息系统集成开发技术,开发研制区域土壤养分管理及作物推荐施肥信息系统。

**关键词** 地理信息系统; 数据库管理系统; 推荐施肥; 养分管理

平衡施肥技术在欧、美发达国家早已被证明是行之有效的现代施肥技术,并且以农化服务公司的形式服务于农户。该技术自上世纪 70 年代引进我国,并进行了大量的研究与示范推广工作,应用效果显著,可以明显提高肥料利用率,增加产量。但是能够坚持推广应用的地区较少。这与我国地块规模小且分散、农业机械化程度低、农民文化素质低、经济实力有限、社会化服务程度低等限制因素有关,如在北美洲农民从田间取土到肥料供应,一般只需 3 天即可完成。

在我国经济欠发达地区,由于缺乏必要的土壤测试设备,测土施肥难以应用。“平均适宜推荐施肥量”就是在此背景下应运而生,使测土施肥技术也具有中国特色,虽然有研究表明,“平均适宜推荐施肥量”与配方施肥的增产效果差异较小<sup>[1]</sup>,但由于土壤养分存在着明显空间变异<sup>[2]</sup>,也违背了平衡施肥的原理。经济发达的地区虽然具有测土施肥的仪器设备,但往往缺乏有效的信息处理及作物决策施肥系统,导致平衡施肥只在局部地区应用,并且难以长期坚持。

鉴于以上原因,借助信息技术与平衡施肥技术对土壤养分进行有效管理,再依据平衡施肥理论,建立区域土壤养分管理与作物推荐施肥系统,对于平衡施肥技术的实施到位以及其他科研成果的推广都将具有重要的理论价值及实践意义。新疆农业大学土壤农化教研室利用数据库系统与地理信息系统集成开发技术,开发研制区域土壤养分管理及作物推荐施肥信息系统。

## 1 系统目标与设计

### 1.1 系统目标

本系统是作物平衡施肥原理、数据库系统、地理信息系统及专家系统技术在作物科学施肥方面的综合应用。建立基于 GIS 的土壤养分管理及作物推荐施肥系统,主要为地区农业生产部门提供所在地区的条田土壤养分状况,结合不同作物平衡施肥参数,利用计算机进行各地块的施肥量推荐决策。

建立区域土壤养分管理及作物推荐施肥系统主要为农业、环境、化工、农资、农技推

广部门提供区域土壤肥力状况及化肥利用率的动态变化信息。对于指导肥料生产、调拨、供销部门信息决策支持,提高农民科学施肥水平,提高肥料利用率,达到增加收入,保护环境的目的。

## 1.2 系统设计框架

系统是针对阿克苏地区土壤肥力、质地类型及气候条件,依据作物需肥规律,建立以条田为单位进行推荐施肥的计算机系统。系统流程见图 1。

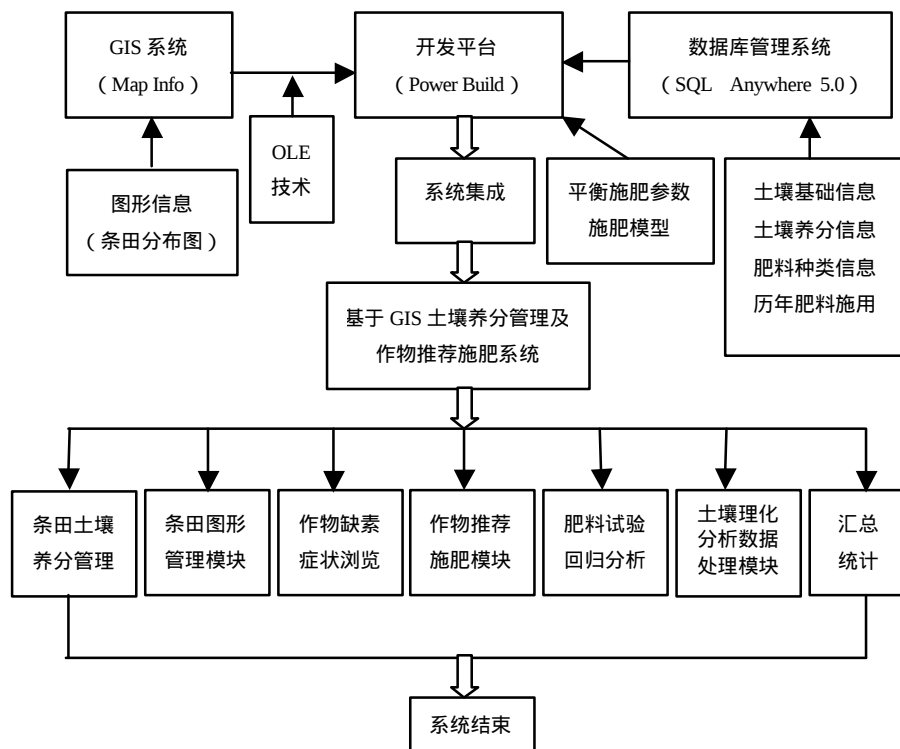


图 1 基于 GIS 的土壤养分管理及作物推荐施肥系统流程图

本系统利用数据库系统与地理信息系统技术,以新疆农业大学土壤农化教研室的研究成果为基础<sup>[3]</sup>,并在实施地区进行施肥模型的校正开发而成。系统具有视窗风格的用户界面,操作简便,且有快捷帮助提示。系统主要包括条田属性数据维护模块、条田图形信息浏览模块、推荐施肥决策模块、肥料信息统计模块、土壤理化分析数据处理模块、肥料试验回归分析模块、作物缺素症状浏览模块等。现就其功能与内容介绍如下:

**1.2.1 条田属性数据维护** 该模块下设 5 属性数据库的管理模块(土壤基础信息库、肥料信息库、历年肥料用量、施肥参数库、用户信息库),各个管理模块均具有增加、删除、存盘、打印、查找、排序、筛选等操作功能。其中打印按钮下设打印界面,可进行打印预览、打印机设置及页面设置。

**1.2.2 条田图形数据浏览** 该模块包括条田属性的地理信息浏览查询、土壤养分专题图浏览,针对地图具有恢复、放大、缩小、漫游功能,用户可以点击任意条田浏览条田土壤养分状况、作物产量、推荐施肥量等信息。

1.2.3 推荐施肥模块 该模块包括微量元素丰缺推荐与三级推荐施肥决策（氮磷钾肥料）向导，用户可以根据向导提示，依次进行土壤养分数据的校核，条田施肥量计算，肥料种类选择及配方施肥卡的打印等操作，作物推荐施肥流程见图 2。

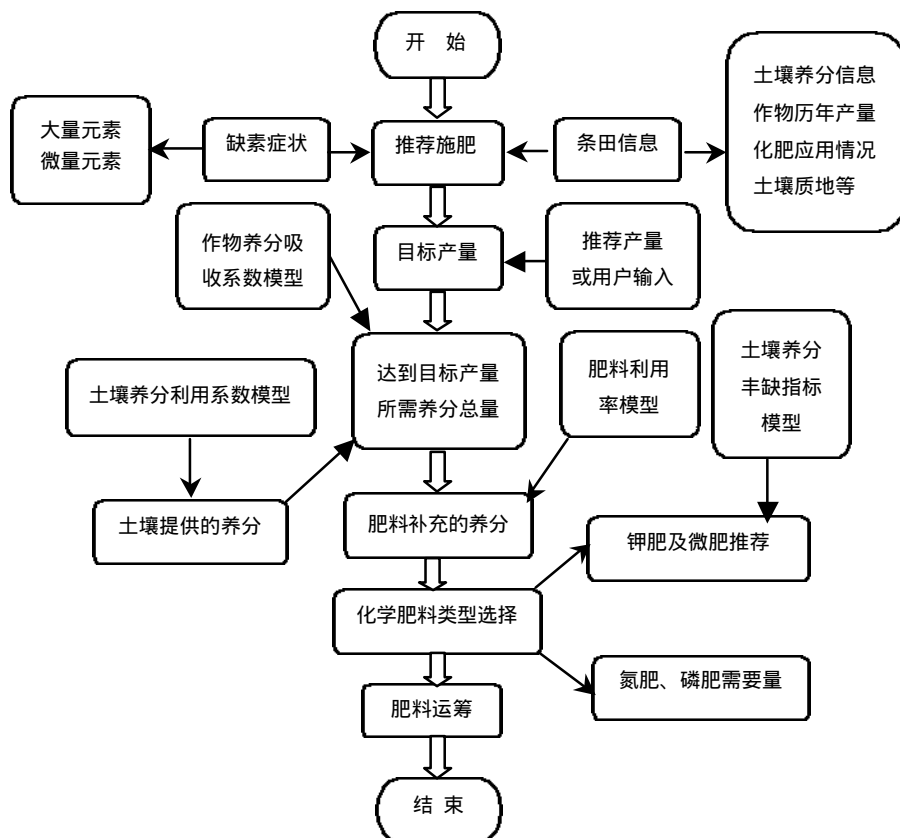


图 2 作物推荐施肥流程图

1.2.4 作物缺素特征 用户可以浏览不同作物大量元素与微量元素的缺素图片及缺素症状的描述，以利于用户进行营养诊断，也可用于教学及技术培训。

1.2.5 土壤理化分析数据处理 该模块主要进行土壤养分（速效氮磷钾及全量氮磷钾）、盐分分析数据的快速处理，并将处理结果通过数据通道返回条田属性信息库，减少数据的重复输入。

1.2.6 肥料试验回归分析模块 为了解决基层土壤肥料工作者对肥料试验进行统计分析的困难，尤其是回归分析，系统特别建立了二元二次与三元二次肥料效应函数的回归分析功能模块，据此可获得肥料试验的效应函数方程，作物的最高产量与最佳产量的施肥量。

1.2.7 土壤养分与肥料用量统计 本模块进行不同行政级别（地区、县、乡）的土壤养分状况与肥料用量汇总，以及不同县市、不同乡镇、不同条田的土壤养分状况与肥料用量的统计比较。

1.2.8 用户权限管理 主要用于不同用户信息、权限、密码的设置，提高系统的保密性与可靠性。

## 2 数据库系统的建立

### 2.1 属性数据库的建立

土壤属性数据库以条田为单位,在充分利用现有的土壤普查资料的基础上,对现有条田进行土壤样品分析测定,获得土壤养分信息,广泛收集农业生产、肥料应用、肥料试验等信息,经整理、加工、编码、规范化处理建立土壤肥料信息数据库。包括条田土壤基础属性库、肥料信息库、施肥参数库、用户管理信息库等。数据库各表之间建立各种的关联关系,对于数据的查询、校验等都具有重要意义。

### 2.2 图形数据库的建立

收集区域的土壤类型分布图、土壤质地分布图与土地利用现状图,并且以最新的经过实地校正编绘的 1:1 万土地利用现状图为基础,以条田为上图图斑,利用数字化仪将图形数字化,建立以乡分幅的条田分布图图库。另外还有地区的行政分布地图,县市的行政分布图等。

## 3 施肥模型及参数的获取

### 3.1 依据的施肥原理

根据土壤养分平衡法,确定达到一定目标产量的施肥量为:

$$\text{某种肥料需要量} = \frac{\text{当季作物吸收养分量} - \text{土壤供应养分量}}{\text{肥料当季利用率} \times \text{肥料养分含量}}$$

### 3.2 目标产量的获取

目标产量获取的方法较多,土壤肥力等级法、基础产量推算法、肥料效应函数法及平均产量法等。其中前 3 种方法局限性较大(布置试验困难),难以实现。而平均产量法是影响土壤生产潜力的各种因素的综合反映,加之平均产量易于获取,故实践中多采用平均产量法。本系统目标产量参考土壤肥力等级,以条田近 3 年作物产量为基础,增加 10~30% 作为目标产量。

### 3.3 施肥模型及参数

肥料试验参数为新疆农业大学土壤农化教研室最新的科研成果为核心<sup>[3]</sup>,并结合当地的肥料试验校正后利用。其中钾肥及微肥一般依据土壤养分丰缺指标来具体实施,或者根据当地的肥料试验结果进行推荐。

### 3.4 施肥方法

依据土壤质地类型、土壤有机质含量来确定合理的肥料的运筹,主要是氮肥的施用方法。

## 4 系统主要技术特征

### 4.1 条田空间信息的编码

|     | 地区码   | 县码  | 乡码   | 条田码  | 辅助码   |
|-----|-------|-----|------|------|-------|
| 编码: | 01    | 01  | 01   | 001  | 1     |
| 解译: | 阿克苏地区 | 温宿县 | 托呼拉乡 | 条田编号 | 大条田细化 |

由于本系统是以条田为上图单元,所以必须对条田进行编码,另外条田编码是图形数

据与属性数据匹配查询的关键。

#### 4.2 MapInfo 系统与 PowerBuild 系统的集成技术

4.2.1 系统开发平台 PowerBuilder 是面向对象的用于构造基于客户/服务器 (Client/Server) 数据库应用系统的开发工具, 它通过 ODBC 可同时支持 Sysbase、Oracle、Informix、SQL Server 等多种关系数据库, 具有强大的数据库应用程序开发功能, 尤其是它提供的如数据窗口 (Data Window) 等工具, 使其能够更加方便有效地访问与操纵数据库<sup>[4]</sup>。

MapInfo 是由美国 MapInfo 公司推出的地理信息系统开发平台, 其核心包括 MapInfo Professional 和 MapBasic 两个部件。通过 MapInfo 平台, 能把大量信息直观地与地理图形有机联系起来, 使枯燥的表格数据可视化, 从而极大地方便了数据分析和辅助决策。

4.2.2 MapInfo 系统与 PowerBuild 系统的集成技术<sup>[5]</sup> 使用 PowerBuilder 和 MapInfo 集成开发技术所开发的的应用程序, 在集成的地图应用程序中, 以客户/服务器的开发模式, 使用 PowerBuilder 开发的应用程序称为客户程序。客户程序运行在前台, 并通过 OLE, 调用在后台运行的作为 OLE 自动化服务器的 Mapinfo。

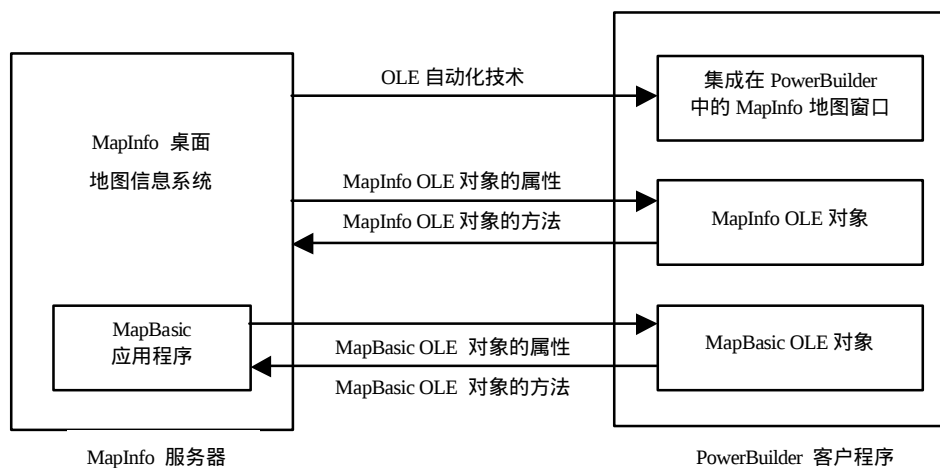


图 3 Power Builder 客户程序和 MapInfo 服务器的关系

在集成的地图应用程序中, 根据 MapInfo 提供的 Integrated Mapping 接口, 在 PowerBuilder 客户程序中使用 Outbound OLE Automation (输出 OLE 自动化) 技术, 将 MapInfo 的地图窗口集成到客户程序中, 从而使客户程序具备地图处理能力。客户程序使用 MapInfo OLE 自动化对象、MapBasic OLE 自动化对象的有关属性和方法, 通过 MapInfo OLE 自动化服务器对集成的地图窗口进行控制。图 3 给出了客户程序和服务器程序间的关系。

利用 PowerBuilder 强大的数据访问与操纵能力和 MapInfo 的地图信息管理功能, 结合 Integrated Mapping 技术、OLE 自动化技术等, 将 MapInfo 地图集成到 PowerBuilder 的应用中, 可以迅速地开发出具有强大地图处理能力的应用程序, 使数据库中繁杂抽象的数据快速、准确、灵活地显示于电子地图之上, 将数据可视化, 实现空间数据和属性数据的有机结合。

(下转第 112 页)

国土壤图, 出版了中国土壤系统分类的巨著 (1999, 大约 900 页!), 介绍许多中国的建议 (尤其是人为土方面) 给 WRB, ——所有这些意味着中国土壤学现代化, 以及中国科学、经济、环境和农业发展的巨大进步。这反映了中国科学院南京土壤研究所中国土壤系统分类课题组的科学家以及他们遍布整个中国的许多同事的高标准和娴熟的专业知识。这一非凡工作也是中国土壤学家对世界土壤科学的重要贡献。

我想强调龚子同研究员在这一繁重工作中的卓越智慧和领导才能。龚教授卓越的专业才能在世界土壤科学界也是非常著名的。

以最快速度将《中国土壤系统分类——理论 方法 实践》翻译成英文出版, 从而将中国土壤学家的新经验带入世界土壤学界是一项非常迫切的工作。

我想建议中国自然科学基金委员会继续其对中国科学院南京土壤研究所, 尤其是中国土壤系统分类课题组的资助, 以便对该分类系统在整个中国进行进一步的完善和验证。

V.O.Targulian

教授, 科学博士

俄罗斯道库恰耶夫土壤学会副主席

2000 年 10 月 2 日

(张华译, 张甘霖校)

\*\*\*\*\*

(上接第 81 页)

#### 4.3 图形数据与属性数据的双向动态访问

本系统以条田编码为关键字段, 属性数据利用 PowerBuild 的本地数据库管理系统 (Sybase SQL Anywhere5.0) 管理, 图形数据利用地理信息系统 (MapInfo) 管理, 利用 OLE 技术实现了属性数据与图形数据的双向查询, 使数据库对属性数据的管理能力及 mapinfo 对图形数据的管理能力得到充分发挥。

综上所述, 利用地理信息系统技术来建立土壤养分管理系统, 并在此基础上进行不同作物的施肥量推荐, 能够较好地解决平衡施肥中土壤养分信息的采集、管理及分析处理相对困难的问题。对于土壤养分动态监测、平衡施肥推广应用及肥料购销等方面提供有力的信息决策支持。

#### 参 考 文 献

- 1 李庆逵, 朱兆良等. 中国农业持续发展中的肥料问题. 江西: 江西科学技术出版社, 1998, 38~42
- 2 白由路, 金继运等. 基于 GIS 的土壤养分分区管理模型研究. 中国农业科学, 2001, 34 (1): 46~50
- 3 周抑强等. 棉花平衡施肥参数初步研究. 干旱区研究, 1999, 16 (增刊): 33~36.
- 4 何田等, PowerBuild6.0 程序员参考手册. 北京: 中国水利水电出版社, 1997, 377~380.
- 5 彭飞等. 地理信息系统的嵌入式开发技术. 电子技术应用, 2001, (1): 29~31.