

基于 MapInfo 的棉花土壤施肥推荐及信息管理系统的研究^①

王海江, 吕 新*

(新疆兵团绿洲生态农业重点实验室, 新疆石河子 832003)

摘 要: 本文以新疆兵团农五师 81 团为研究对象, 针对土壤肥力信息数据在农业生产中的重要作用, 应用 MapInfo 与 Delphi 集成技术和组件式 GIS 模块, 依据区域土壤肥力差异、作物需肥规律、土壤供肥性能与肥料效应等众多因素, 建立了集棉田土壤养分信息管理、土壤模型施肥推荐、GIS 图形信息管理于一体的新疆农五师 81 团棉田土壤肥力信息管理与施肥推荐决策系统。

关键词: MapInfo; Delphi; 集成; 施肥推荐模型; 信息管理

中图分类号: S151

土壤施肥信息管理和推荐是指通过对农田养分进行动态监测, 根据获取的信息对农田土壤养分进行评价, 以此为依据指导耕作、施肥措施, 调控农田土壤养分的供给状况, 提高养分的有效利用, 保证作物的正常生长, 达到高产、优质、高效的目的, 保证农业可持续发展。借助 GIS 软件开发技术^[1]与平衡施肥技术对土壤养分进行有效管理^[2], 再依据施肥模型理论, 建立区域土壤养分空间信息管理与作物施肥推荐系统, 对于平衡施肥技术的实施和微机推荐施肥系统的建立有着重要的理论指导作用及实践意义。

1 系统试行地点与施肥方法

1.1 农五师 81 团简介

该团位于北纬 44°42'17" ~ 44°48'52", 东经 82°24'49", 地处准葛尔盆地西缘, 属于典型的大陆性气候。主要特点: 冬冷夏热, 昼夜温差大, 日照时间长, 降雨量小, 蒸发量大, 光热资源丰富。土壤状况: 土壤类型多数为壤土, 按土壤质地划分: 中壤土约 2371.8 hm², 占总面积的 42%; 轻壤土约 415.7 hm², 占总面积的 19%; 重壤土约 994.3 hm², 占总面积的 18%; 砂壤土约 713.5 hm², 占总面积的 13%; 黏土约 483.0 hm², 占总面积的 8%; 砂土约 27.0 hm², 占总面积的 0.5%。养分状况: 近年来, 全团耕地土壤有机质平均 17.1 g/kg, 碱解 N 68 mg/kg, 速效 P 19 mg/kg, 速效 K 341 mg/kg。随着

土壤熟化年限不同, 土壤养分也有明显差异, 一般老耕地土壤有机质平均在 20 g/kg 左右, 碱解 N 80 mg/kg 左右, 速效 P 14 mg/kg 左右, 速效 K 340 mg/kg, 而新耕地土壤有机质平均在 10 g/kg 左右, 碱解 N 40 mg/kg 左右, 速效 P 19 mg/kg 左右, 速效 K 286 mg/kg 左右。

1.2 配方施肥方法

首先, 将农五师 81 团区域土壤根据土壤类型、地力等级、地形特征及前茬作物等因素进行划分归类, 然后按照土壤农化取样规则选有代表性的地块采集 0 ~ 20 cm 表层土样 1 kg 左右, 送土样测试室进行分析化验, 得到土壤中有机质、全 N、速效 N、速效 P、速效 K 等养分含量情况, 然后根据养分测定值计算肥料施用量。其计算公式为:

肥料用量 = (作物吸收养分量 - 土壤测定值 × 0.5 × 校正系数) / (肥料中养分含量 (%) × 肥料当季利用率)

式中: 作物吸收养分量 = 作物单位产量养分吸收量 × 目标产量

校正系数 = 作物实际吸收量 / 土壤测定含有量 = (空白田产量 × 作物单位养分吸收量) / (养分测定值 × 0.15)

其中, 0.15 是换算系数; 养分测定值单位为: mg/kg。

2 系统设计和实现流程

2.1 系统设计

^①基金项目: 兵团博士资金项目“基于 GIS 的土壤肥力综合评价模型与系统的建立”(编号 2002-05)资助。

* 通讯作者(sno1x-sh@mail.xj.cninfo.net)

作者简介: 王海江(1980—), 男, 河南偃师人, 硕士研究生, 主要从事农业信息化和智能化研究。E-mail: haijiang-219@163.com

本系统是集成平衡施肥模型、Delphi 程序开发、数据库系统、地理信息系统 (MapInfo) 及专家系统技术在棉花施肥方面的综合应用。建立基于 GIS 的土壤肥力信息管理及施肥推荐决策系统, 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, 结合本地棉花平衡施肥模型^[3], 利用计算机进行各地块的施肥量推荐决策。

系统的主要研究内容包括土壤肥力信息管理、棉花推荐施肥模型和 GIS 图形信息管理 3 部分。肥料和棉田是本系统的重要管理对象, 肥料的属性包括土壤有效养分含量、肥料与土壤类型的适宜性、

肥料与棉花生长的适宜性、施肥与作物需肥时期的适宜性等。与棉田相关的信息包括作物的历年施肥种类和用量、种植作物品种、病虫害发生情况、作物目标产量等^[4-5]。

2.2 系统实现流程

系统利用 1998—2003 年的农五师 81 团条田信息作为原始数据, 将 GIS 软件 MapInfo 与 Delphi 集成, 以 Access 作为后台数据库^[6], 实现了一个集条田地块信息查询、智能化施肥推荐决策和 GIS 图形信息管理于一体的土壤肥力地理信息管理及施肥推荐决策系统。系统流程如图 1。

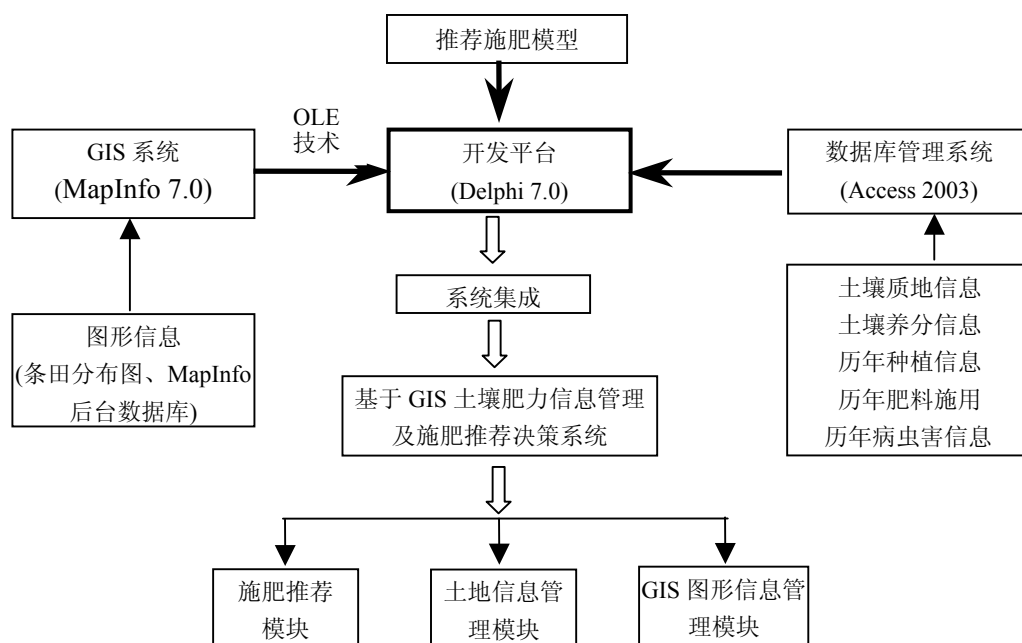


图 1 农五师 81 团土壤肥力信息管理及施肥推荐决策系统流程

Fig.1 The flowchart of the soil fertility information management and fertilization recommendation system of the 81th Regiment, 5th Agricultural Division

3 系统的实现

3.1 地理信息系统平台的选取

MapInfo 是比较完善的桌面地图信息系统, 作为一类特殊的地理信息系统平台软件, MapInfo 有着它自己的特色: 它内置关系型数据库, 实现了电子地图与数据库的自动连接和双向查询; 在 MapInfo 的电子地图中没有拓扑关系的定义, 而是通过提供新的地理运行符和面向对象的图形结构使传统 GIS 中的地图分析和图形处理功能得以实现^[5, 7]。

MapBasic 是 MapInfo 的二次开发语言, 它具

有强大的地理信息数据操作功能、丰富的程序语句和完善的各类函数, 为用户提供了扩充系统的能力。但 MapBasic 与 Basic 语言类似, 在定制美观的用户界面以及输出报表等方面不如 Delphi、VB 等可视化面向对象的应用程序软件那样功能完备。而 MapBasic 提供了开放的结构, 可以实现 MapInfo 与其他应用程序的连接。这样用户便可以利用其他应用程序 (如 VB、Delphi) 的工具和方法来弥补 MapBasic 的不足, 更好地开发用户所需要的系统。

3.2 实现 Delphi 取得对 MapInfo Professional 的控制和服务

主要指在 Delphi 程序中通过特定的 Active X 控制接口, 执行相应接口方法函数, 向 MapInfo Professional 发出控制命令, 取得其服务, 达到操纵嵌入在 Delphi 程序界面上的 MapInfo 图形资料的目的。对于此技术点可以利用 Delphi 对 ActiveX (OLE) 支持的函数启动和控制 MapInfo 运行。OLE 自动化是 Windows 程序之间相互操作的技巧, Delphi 完全支持 OLE 自动化操作, 可以创建自动化客户程序来操作其他程序, MapInfo 则可以作为 OLE 对象的服务器, 并提供了相应的一套方法。Delphi 通过建立一个 OLE 对象来创建客户自动化程序, 要创建 OLE 对象, 需调用 Create OLE Object 函数 (在 ComObj 单元中定义), 并且把返回结果赋给一个 Variant 类型的变量, 以后程序就是通过这个变量来访问 OLE 对象的。这时的 Delphi 程序是 ActiveX (OLE) 客户应用程序, 控制 MapInfo 运行; 在后台运行的 MapInfo 是 ActiveX (OLE) 自动化服务器, 为 Delphi 程序提供服务^[9-10]。

在推荐施肥模型的实现上, 使用 Delphi 开发模型库管理功能。由于 Delphi 的数据库连接控件不支持 MapInfo 的 Table 数据表格式, 所以在本系统中使用 Access 建立模型库, 然后通过 ODBC (Open Database Connectivity) 数据库接口和 MapInfo 的 DBMS 功能, 建立图形数据和属性数据的关联。具体实现方法是: 先利用 Access 建立所需的属性数据库, 然后通过编写的 MapBasic 程序, 将 Access 数据表转换为 MapInfo 的 Table 数据表文件, 再通过 MapInfo 中“表维护”菜单中的“使 DBMS 表地图化”功能将数据库表地图化。这样就建立了 MapInfo 与 Access 数据表之间的动态链接, 该表既可存放属性数据又可存放 MapInfo 的图形数据。在数据库操作上, 由 Delphi 维护属性数据, 图形数据的维护由 MapInfo 完成。如此一来, 既充分发挥了 Delphi 对属性数据库的有效管理, 又可借助 MapInfo 已有的对地理空间数据比较完备的分析和处理功能, 能在很大程度上节约开发时间和成本。

3.3 棉田数据库系统的建立

收集农五师 81 团从 1998—2003 年条田土壤肥力信息、历年土壤施肥种类和用量、作物种植品种及其产量、作物病虫害发生情况和灌溉信息等。各条田土壤肥力信息由技术人员取土样进行化验, 数据由农场分析测试中心提供, 以确保信息数据的

真实性和可靠性。

3.3.1 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^[11]。包括条田土壤养分信息库、肥料信息库、施肥参数库、作物历年田管信息库、作物产量库、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^[12]。

3.3.2 图形数据库的建立 收集团场的土壤类型分布图、土壤质地分布图、土壤养分含量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底图^[13], 以条田为上图图斑, 利用数字化仪将图形数字化, 以 ArcView GIS 和 MapInfo 为地理信息系统开发平台, 在制作专题图时, 直接用 MapInfo 绘制不同区域的公共边界很难完全重合, 在放大比例查看时, 可能会看到本应完全重合的边界并未重叠, 因此借助 ArcView 更好地实现专题图层的制作。对多边形对象 (条田、场界、连队界、居民区) 进行矢量化, 建立以各团场连队为基本单位的条田分布图图库^[14]。

3.3.3 推荐施肥模型库的建立 模型库主要由一些推荐施肥模型和预测模型组成, 它主要是按已确立的各种特性因子, 结合土壤学、肥料学以及当地土壤质地和专家经验, 建立系统推荐施肥模型, 并逐步总结经验, 对原有模型进行修正, 使之适合实际需要。每个模型调用数据库中的数据及参数值, 并将结果返回动态数据库, 同时实现数据库和模型库的资源共享。

4 系统各模块功能介绍

4.1 系统功能结构

该施肥决策系统是基于组件技术的应用型部件。应用型地理信息系统是指在一定的地理信息系统开发平台的基础上, 经过二次开发得到的适用于一定应用目的的系统。它比较容易实现 GIS 的基本功能, 如绘制图形, 实现编辑功能等^[9]。本系统是通过 Delphi 与地理信息开发软件 MapInfo 集成, 再调用 Access 数据库信息实现系统功能^[15]。通过土壤施肥推荐模型、信息查询、GIS 图形信息浏览使用户操作更加简单方便。系统功能结构如图 2。

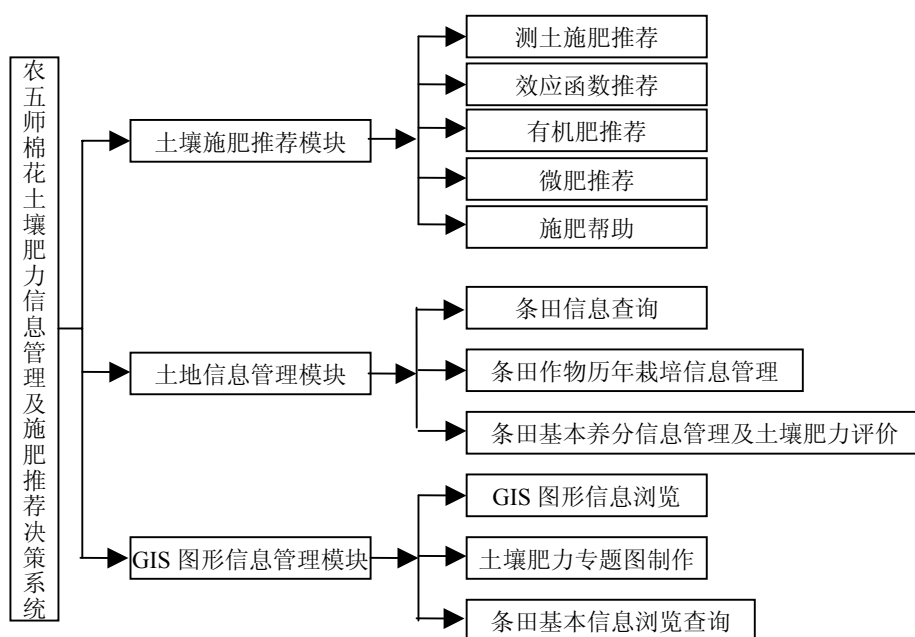


图 2 系统功能结构

Fig. 2 Functional framework of the system

4.2 土壤施肥推荐模块

该模块包括测土施肥推荐、效应函数推荐、有机肥推荐、微肥推荐向导，用户可以根据向导提示，

依据当地实际情况进行土壤养分数据的输入、条田施肥量填写、肥料种类选择及配方施肥卡的打印等操作，作物施肥推荐结果如图 3。

图 3 系统施肥推荐结构

Fig. 3 Framework of the fertilization recommendation function of the system

4.3 土地信息管理模块

该模块具有进行条田基本养分的浏览、查询、插入、删除、修改等功能。用户可以查询历年种植作物品种、产量、病虫害发生情况、肥料使用量，从总体上对条田产量与土壤肥力、施肥量及其自然条件之间的互作关系和趋势做一把握，也是作为施肥决策的基础。实现结果如图 4。

4.4 GIS 图形信息管理模块

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，同时可根据实际需要对土壤各养分含量做出专题图。实现结果如图 5。



图4 系统土地信息管理实现结果

Fig. 4 Results of the management of soil information in the system

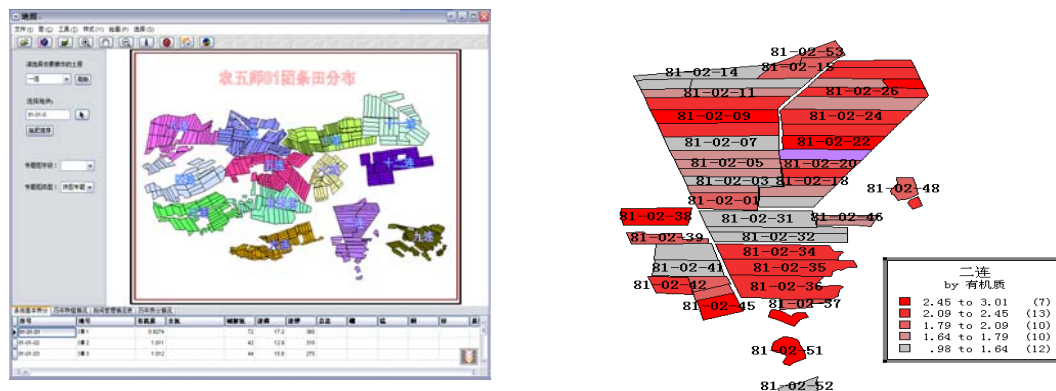


图5 GIS图形信息管理及有机质专题图制作

Fig. 5 Graphic information management based on GIS and a thematic map of soil organic matter

5 结果与讨论

MapInfo系统具有强大的空间数据和属性数据处理分析功能,将其用于推荐施肥工作,不仅可以为施肥决策快速提供土壤养分数据,而且可以在数据分析的基础上,获得土壤养分空间分布规律,帮助决策者制定施肥方案。本研究利用OLE自动化技术将Delphi和MapInfo集成,充分发挥了Delphi编程的灵活性和MapInfo强大的地理信息处理功能,使系统的土壤信息数据库不但可以提供地块土壤信息数据的查询与统计,建立与土壤分布图、肥力图连接的图形数据查询,而且可以以此做出施肥决策和土壤肥力的综合评价。

2002—2003年,由农五师农业技术推广站参加的兵团《GIS支持下的棉田专家推荐精准施肥技术推广项目》累计推广0.87万 hm^2 。尽管遭受一些不同程度的自然灾害,每公顷平均增产皮棉仍达37.25

kg,增产率7.35%,累积新增总产值1517.36万元,经济效益1451.86万元,不但提高了团场收益,而且增加了团场职工收入。该系统投入使用后,从肥料的合理施用和创造出的经济价值上来看具有一定的推广价值。

参考文献:

- [1] 季天宏,孙炎参,薛安.土壤施肥模型与GIS集成的应用研究.土壤学报,2003,40(6):960-962
- [2] 张书慧,马成林,于春玲.应用于精确农业变量施肥地理信息系统的开发研究.农业工程学报,2003,18(2):153-155
- [3] 蔡德利,朱德海.施肥管理和决策信息系统分析.计算机与农业,2001(8):9-12
- [4] 盛健东,蒋平安,文启凯,武红旗,杨玉玲,李荣.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.土壤,2003,35(2):77-82

- [5] 杜森, 高祥照. 信息技术在农田施肥管理中的应用. 土壤与环境, 2003, 11 (2): 189-193
- [6] 施建平, 鲁如坤, 王德建. 基于 WEB 的施肥决策支持数据库的设计与建立. 土壤, 1999, 31 (6): 299-303
- [7] 危常州, 侯振安, 朱和明, 鲍柏杨, 张福锁. 基于GIS的棉田精准施肥和土壤养分管理系统的研究. 中国农业科学, 2003, 35 (6): 678-685
- [8] 张书慧, 马成林. 地理信息系统在精确农业变量施肥中的应用. 农业机械学报, 2003, 34 (3): 92-95
- [9] 李杰, 郭圣权. Delphi应用程序中集成MapInfo地图的几种方法. 电脑开发与应用, 2002, 15 (1): 34-36
- [10] 徐学卫, 杨松林. MapInfo GIS二次开发方法的研究与实践. 电脑开发与应用, 2001, (2): 3-5
- [11] 白由路, 金继运. 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
- [12] 候顺艳, 王秀, 薛绪掌, 屈平. 土壤精准管理变量施肥地理信息系统的应用研究. 河南大学学报 (自然科学版), 2003, 23 (2): 193-197
- [13] Zhou LQ, Shi Z, Wang RC. A GIS-based database management package for fertilizer recommendations in paddy fields. *Pedosphere*, 2004, 14 (3): 347-353
- [14] 聂艳, 周勇, 田有国, 任意, 汪善勤. 基于3S 的土壤肥料专家系统研究. 土壤, 2003, 35 (4): 339-343
- [15] Zhao B, Wang RC. Knowledge-based classification in automated soil mapping. *Pedosphere*, 2003, 13 (3): 209-218

MapInfo-Based Soil Fertilization Recommendation and Information Management System for Cotton Fields

WANG Hai-jiang, LV Xin

(Key Laboratory of Oasis Ecology Agriculture of Xinjiang Corps, Shihezi, Xinjiang 832003, China)

Abstract: Taking the 81th Regiment of the 5th Agricultural Division in Xinjiang as an object, the importance of data and information about soil fertility in agricultural production was studied. With the aid of the integrated technology of MapInfo & Delphi and assembled GIS modules, a soil fertility information management and fertilization recommendation system was developed for cotton fields of the 81th Regiment of the 5th Agricultural Division in light of the diversity of soil fertility between districts, the laws of the cotton crop absorbing nutrients, the soil nutrient supplying capacity, efficiency of the fertilizers and other various factors. The system integrates soil fertility information management with soil-model-based fertilization recommendation and GIS graphic information management.

Key words: MapInfo, Delphi, Integrate, The Model of Fertilization Recommendation, Information management