

## 农业信息工程系统的研究

肖茨南<sup>1</sup> 郭向东<sup>1</sup> 戴益民<sup>2</sup> 赵明<sup>1</sup> 邱建军<sup>3</sup>

(1. 中国农业大学 资源与环境学院,北京 100094; 2. 中国科技大学 电子信息系,合肥 23000; 3. 中国农业科学院 资源区划所,北京 100081)

**摘要** 运用黑板和 PROLOG 的混合域等技术构建了区域农业发展决策支持系统;运用作物模拟技术、知识工程技术,建立了基于模型的作物(棉花)生产系统,系统的核心是把 CottonPlus 模型与多因子多水平的旋转组合设计进行有机结合,对特定地区的作物生产作出多目标、全程和实时决策,使基于模型的专家系统进入实用化阶段;运用多媒体等技术开发制作了面向农业科技的光盘图书,为多媒体技术应用于农业科技的咨询、培训及应用推广进行了有益的尝试。

**关键词** 农业;信息工程

中图分类号 S 126

文章编号 1007-4333(2003)S0-0061-05

文献标识码 A

### Study on agricultural information engineering

Xiao Yingnan<sup>1</sup>, Guo Xiangdong<sup>1</sup>, Dai Yimin<sup>2</sup>, Zhao Ming<sup>1</sup>, Qiu Jianjun<sup>3</sup>

(1. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2. China Science and technology University, Hefei 230000, China;

3. Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100081, China)

**Abstract** The blackboard and PROLOG techniques were used to establish the decision support system for regional agricultural development. The decision support system for cotton production was established by using crop growth simulation and knowledge engineering. This system was more practical through the combination of cotton growth simulation model (COTTONPLUS) and experimental design method of multi - factors and levels. It could thus reach to multiple goals, and give decision during cotton whole growth period. A try was also made to use CD to train and extend agricultural techniques.

**Key words** agriculture; information engineering

曲周试区目前的主要任务是在综合治理的基础上,以多层次多方位的综合利用第一性产品为核心,进行土地和生物资源的深开发研究并以此推动种植业、农业和产业结构的优化在农村中协调发展;普遍建立生产和建设的决策支持系统和专家系统,以实现综合技术程序化及进行有效、科学的决策和管理。

用现代信息技术武装和改造传统农业是当前的主要课题,而农业信息工程系统的建设是其主要内容。

农业信息工程系统结构如图 1 所示,包括区域农业发展决策支持系统;农业生产技术决策支持系统;咨询、培训多媒体系统 3 大部分。

### 1 区域农业发展决策支持系统(RDSS-RAD)

在社会主义市场经济形势下,区域经济发展的

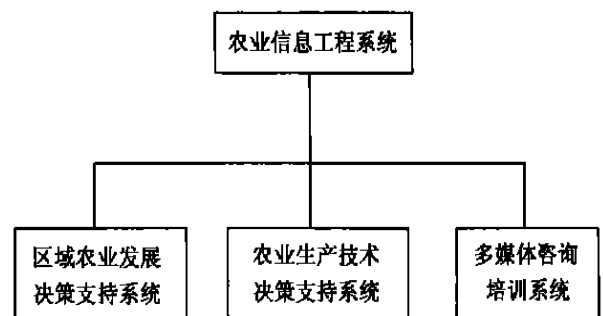


图 1 农业信息工程系统结构

Fig. 1 Structure of agricultural information engineering system

决策思路由顺向转为逆向,即由市场需求决定产业结构的调整和布局。这是关系到区域经济发展的大局问题。对领导部门和个体农民来说,首要问题是种什么、养什么、经营什么?只有解决了这个问题,

收稿日期: 2003-09-18

作者简介:肖茨南,教授,主要从事作物生产研究, E-mail: xiaoyan @public fhnet. cn. net, Tel: 62893452

才从整体上把握了农业发展和农民致富的问题。但在此问题上正确地决策以使区域农业在社会、经济、生态效益方面获得持续、平衡发展是非常困难的。因为这需要揭示区域农业系统内部种、养、加工业之间及行业内部因子间的相互关系及与上述的 3 大效益之间的关系。我们运用系统方法和信息技术建造

区域农业决策支持系统,为各级领导和农民提供一个解决上述问题的方法和工具。

1.1 系统的模块结构

EDSS-RAD 主要由对象(object)管理( )、知识管理( )和决策支持( )3 大部分组成,其模块结构图示如下(图 2)

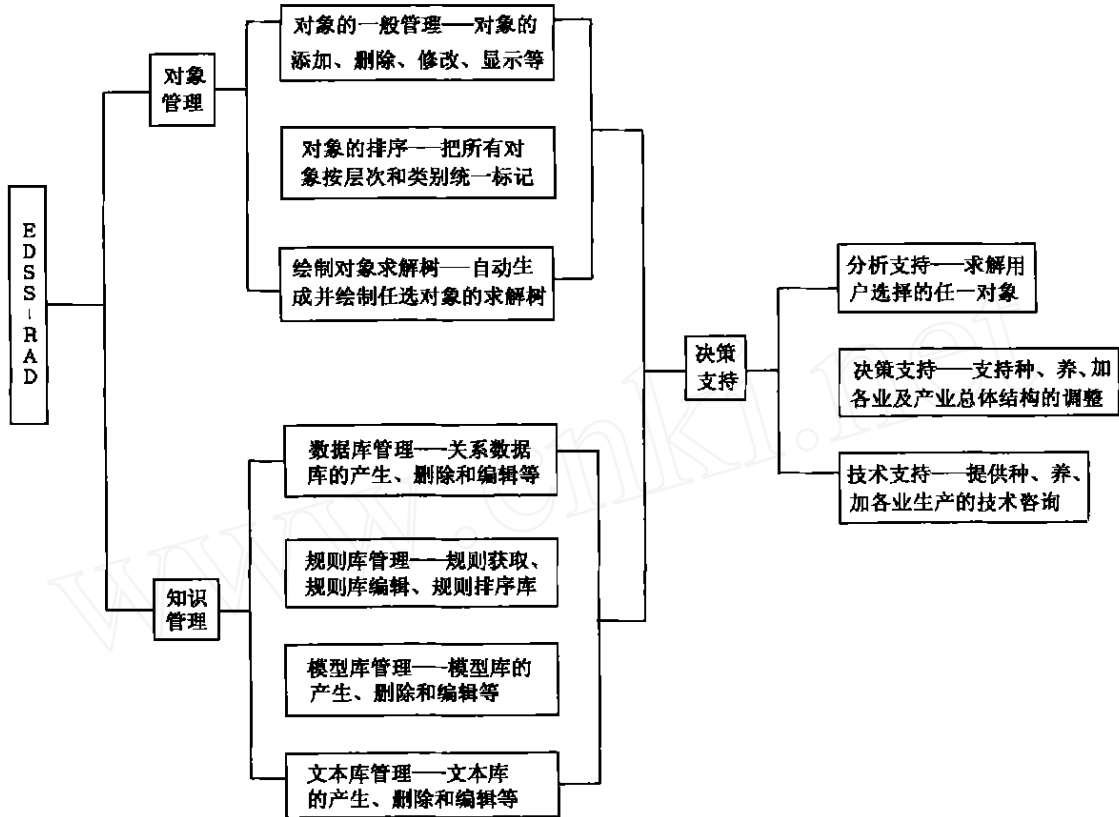


图 2 EDSS - RAD 的总体结构  
Fig.2 The general structure of EDSS-RAD

第( )部分确定系统的结构——系统由哪些结点组成,哪些结点有关系;哪些结点之间没关系;哪些结点直接相关,哪些结点间接相关。第( )部分对描述结点间关系的知识进行获取、编辑和加工。第( )部分是运用知识为用户服务的过程。

1.2 决策支持

EDSS - RAD 的决策支持有分析支持、决策和技术支持 3 类(图 3)。

1.2.1 分析支持 (模块名:SOLUTION)回答如果-怎么(what-if)的问题。它是对用户选定的对象进行单向求解。比如某种种植结构下的劳均纯收入是多

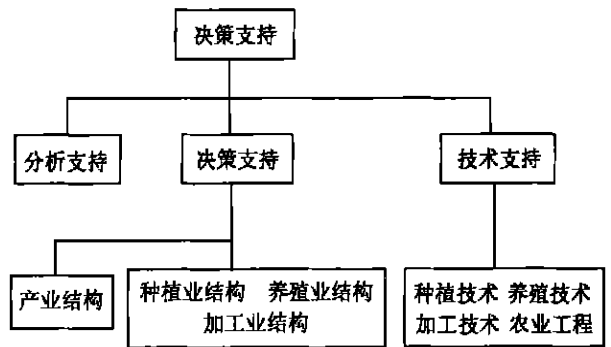


图 3 决策支持结构框图  
Fig.3 Structure frame of decision-making support system

少、生态效益如何等。具体分析什么,只要用户输入几个关键字,系统会自动找出相关对象,用户进一步选择后系统开始求解。

**1.2.2 决策** EDSS-RAD 现在努力实现 2 个水平、4 个方面的决策。即农业产业结构和种、养、加各业内部的结构调整的决策。产业结构的决策是根据当地的土壤、气候、交通、地理位置和人文等,确定农业各业的优先发展权;种植业结构决策是在考虑经济效益、生态效益、土地适宜性、饲料需求、资金和劳力限制、国家和地区的种植政策等因素的前提下,寻求用户满意的种植结构;养殖业结构决策是在一定种类和数量的饲料资源限制下寻求经济、生态、社会和技术诸方面综合最优的养殖结构;加工业的结构决策则以种、养业提供的原料资源为前提。4 方面的决策相互关联,探索区域农业高效、持续发展的可行的途径。同时,决策过程是人-机交互的过程,任何决策方案只有使用户满意才被最后定下来。

**1.2.3 技术支持** 拟提供种植、养殖、农产品加工和农业工程方面的技术咨询。比如,如何种某一棉花新品种,本地是否适合饲养某种动物,治理盐碱地有哪几种方法等。

### 1.3 EDSS-RAD 设计工作的突破点及其特点

#### 1.3.1 突破点

1) 规模——巨型 EDSS-RAD 目前还不是一个巨型系统,仅仅因为没有给它足够丰富的知识。EDSS-RAD 在求解某一对象时仅调用该对象的知识库,并不把所有的知识库一次全部调入内存,而对对象库和模型库均为使用扩展内存或磁盘空间的外部数据库,所以 EDSS-RAD 在当前软件设计最困难的内存分配上具备开放巨型系统的潜力。其他方面没有限制因素。

2) 结构——开放 EDSS-RAD 系统结构开放性允许用户随时加入、删除和修改系统的任一结点及其与其他结点的关系。这不仅给了用户重新构造问题求解思路的自由,而且提供了一个分析问题的工具。

3) 知识——综合 EDSS-RAD 通过黑板和 PROLOG 的混合域等技术可综合运用模型、数据、规则和文本求解用户选定的问题。多种知识综合管理和运用能力大大拓宽了用户可求解问题的范围。通过用该系统构造问题求解途径和组织与问题有关的各种知识,用户可以对问题目前的研究现状有一清晰的了解,从而为下一步的研究提供指南。

#### 1.3.2 特点

1) 普适性 EDSS-RAD 本身没有任何特定区域的限制。在国域、市域、县域和农户水平上均可使用。在很大程度上 EDSS-RAD 是一支持专家决策系统的工具,用它可以构造各种专用系统。

2) 智能化、自动化 EDSS-RAD 的智能化表现在问题的识别和推理求解方面。自动化表现在对象的自动组织和回溯求解等方面。

3) 灵活性 表现在求解的对象、方法和知识均可被方便地选择和改变。

## 2 作物生产系统(以棉花为例)

我们在曲周试区长期从事黄淮海平原综合治理与发展研究的重点是解决粮棉生产技术体系,以保证在大面积均衡增产基础上不断扩大高产田的面积,实现全国人均占有粮食 400 kg 的战略指标。粮棉生产技术体系是随着农田生态系统的不断改善、粮棉产量的不断提高、各学科的发展而不断发展的。现代科学技术特别是系统科学和电子计算机的迅猛发展,在自然科学领域中出现了由分析时代向综合时代发展和各类知识数字化的趋向。以系统思想来分析作物生产,利用适当的数学模型来表达作物内部,作物与环境之间的定性定量关系并在此基础上作出科学决策已提到日程。

自上世纪 60 年代以来,作物生长模拟和基于知识的专家系统的研究都取得了突出成绩,但在应用中还存在着局限性<sup>[2~7]</sup>。如何综合利用作物模型的预测功能及专家系统的决策功能,是近年来的新兴研究领域。基于模型的专家系统,将可大大扩展定量知识领域,提高专家系统的决策精度和适时性作者经 10 余年的潜心研究,把模拟模型与优化决策方法结合并以此作为专家系统的核心,是基于模型的专家系统研究工作中的一个尝试,也是系统构建的总体思路和方法<sup>[8]</sup>。

### 2.1 系统结构与功能

**2.1.1 结构** 系统结构如图 4 所示,它主要由数据库、知识库、子模块及决策系统组成。子模块有“天气预测与生成”模块、“播期预测”模块、“病虫害防治”模块等,决策系统包括多目标决策、全程决策及适时决策,它是本系统的核心。

#### 2.1.2 功能

1) 各库和模块的功能

数据库 该库是决策的前提条件——求解问

题——的初始数据和必要的中间信息。它包括:(a) 决策地区地理纬度、无霜期、全年积温、降水和日照时数;(b) 历年气象资料(逐日气温、降水和光照);(c) 历年棉花产量;(d) 历年病虫害资料等等。

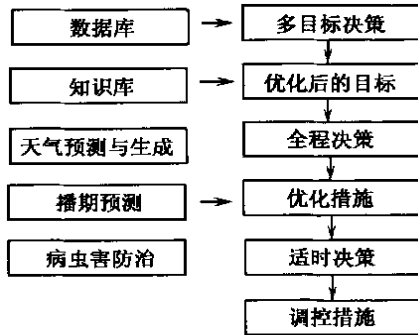


图4 系统结构框图

Fig. 4 Structure frame of the system

**知识库** 该库是决策的重要依据——领域专家的专门知识或试验的结论、模型参数等等。

**天气预测与生成模块** 可预测天气年型及预测并生成逐日的最高温度、最低温度、降水、日照等。

**播期预测模块** 可预测适宜播种时期。

**病虫害防治模块** 提出主要病虫害的防治对策。

2) 系统功能

**多目标决策** 所谓多目标决策是把决策地区的天气、土壤、社会经济状况等作为约束条件与产量、品质、效益等联系起来,作为一个目标集来统一考虑并对它进行优化。可分别给出条件(主要指肥水)充分满足和不能充分满足情况下的优化方案。

**全程决策** 所谓全程决策是在综合目标要求下,根据当年天气年型预报、土壤、品种状况等,对影响棉花全程生长发育和产量形成的主要农艺措施作出优化决策。

**适时决策** 所谓适时决策是在棉花生长发育过程中,通过适时的肥水管理来协调棉花生长发育,使其按计划目标要求的进程发展,保证系统最终目

标的实现。

2.2 系统运行

多目标和全程决策的实现方法主要是启动 CottonPlus 模型和优化决策 2 个系统并使其有机结合,实现的步骤是根据菜单提示,决策人员输入决策因子与水平,计算机根据设计要求自动生成试验方案,并从知识库中提取模型运行所必需的天气、土壤、品种、耕作措施等数据和参数,模型根据试验方案逐个运行,得到产量等结果,优化决策系统根据产量等目标值,可建立生产过程的数学模型,从而确定为达到棉花优质高产应采取的优化农艺措施。

生育过程中的适时决策系统主要是启动 Cotton-Plus 模型,逐日运算,得到棉株生长动态和土壤水分、养分动态,结合实际调查和近期的天气降水预报来决定灌溉、施肥日期和量。

3 多媒体咨询、培训系统

为了使科学技术更有效地传播给广大农民,我们出版了多媒体技术的优势和农业科技的特点相结合,制作集科学性、先进性、实用性、趣味性于一体的光盘图书(CD - Title)该图书以图、文、声、象等多种信息为载体,提供了一部分农业科技的最新知识,为多媒体技术应用于农业科技的咨询、培训及应用推广进行了有益的尝试<sup>[9]</sup>。

3.1 系统结构与功能

该咨询系统主要有 4 个子系统组成(图 5)。

1) 棉花病、虫害防治技术包括棉花病害和棉铃虫防治 2 大部分。在棉花病害防治中,列出了棉病,病源,常用杀菌剂等十几个条目,配有大量的图片和文字说明,用户可以方便地查询。例如,棉铃虫防治部分主要以录相资料为主,包含棉铃虫的形态特征、生活史、成幼虫习性到防治措施,用户可任选一条目反复观看。本系统既可针对某一具体问题进行咨询,也可以作为农业科技工作者或广大农民的培训材料。

2) 小麦丰产技术部分从小麦的品种选择、适期

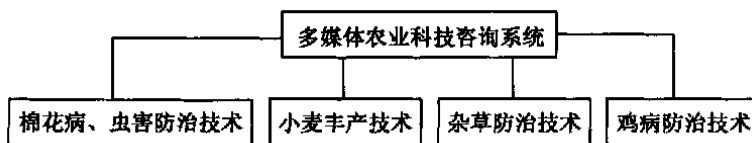


图5 系统结构

Fig. 5 Structure of system

播种等到灌溉技术和病虫害防治,图文并茂,用户可以很快地掌握小麦丰产的关键技术。

3) 杂草防治技术也包括 2 部分,常用除草剂和主要杂草防除,这些杂草主要是生长在小麦、玉米、棉花、大豆、蔬菜等主要农作物田里,配有各种主要杂草的图片和说明。

4) 鸡病防治技术部分主要针对新城疫等 3 种鸡病,从发病情况、症状一直到鉴别诊断和防治,进行了图文并茂的解答。

### 3.2 系统的主要技术问题与处理方法

1) 中文显示 在 WINDOWS 环境下,采用“中文之星”以实现中文显示。在显示中为了屏幕美观醒目,经常需要使用各种不同的字型和字号,但是这往往使文字输出的速度大大降低,为了解决这个问题,在设计中把输出的文本用位图文件(.BMP)的方式保存起来,这样可大大加快显示的速度,以空间来换取速度提高。

2) 图像、图形 使用 Mustek 扫描仪可以把彩色图片等转换成文件存贮在硬盘上,利用图像处理软件 CorelDraw 对彩色图片进行加工处理,为节省空间,我们用.JPG 格式来保存图像文件,这种格式的图像文件所占空间只有.BMP 格式的十分之一。

3) 视频处理 用视频采集卡,通过放相机把录相带中的视频信息转换成.AVI 文件保存在硬盘上,为了使用户更方便有效地检查视频信息,把录相带原有的内容进行了重新编辑,划分成许多段落,每个段落对应一个标题,用户可任选一标题反复观看。

4) 用户界面 用户界面是系统给予用户的第一个视觉冲击,设计水平的高低,直接影响到用户的兴趣,因为该系统主要面向基层科技人员和广大农民,因此一个友好的用户界面格外重要,本系统充分发挥 Visual Basic3.0 开发多媒体软件的优势,开发出生动形象的动画式按钮驱动界面,再辅以内置式触摸屏,用户只需用手指指点就能得到所需技术,

界面十分友好。

## 4 结 语

遵循服务“三农”的根本宗旨,本课题运用计算机、知识工程等最新技术,构建了区域农业发展决策支持系统,作物生产系统和多媒体咨询培训系统,在区域农业发展、农业生产技术和农民素质提高 3 个层面上提供了技术支持,并已在服务“三农”的实践中发挥了初步作用。农业信息工程系统所涵盖的内容是极其丰富的,10 余年来我们所涉及的只是极小部分,已完成的几个系统要在广大农村地区应用推广也有大量的工作要做。近期,我们正在搭建自己的信息网络平台并完成作物生产系统的网络版升级,以便通过 Internet 向全国推广。

## 参 考 文 献

- [1] 辛德惠,李维炯.浅层咸水型盐渍化低产地区综合治理与发展[M].北京:北京农业大学出版社,1990
- [2] 邱建军,宇振荣.棉花生产管理系统研究进展及应用[J].棉花学报,1997.10.9(5):225~229
- [3] 潘学标.COTGROW:棉花生长发育模拟模型[J].棉花学报,1996.8(4):180~188
- [4] 高亮之.RCSODS—水稻栽培计算机模拟优化决策系统[A].见:邹琦,王学臣主编.作物高产高效生理学研究进展[C].北京:科学出版社,1996
- [5] 黄金龙主编.小麦生产系统研究[M].北京:北京农业大学出版社,1994
- [6] 肖荧南,戴逸民.棉花优质高产的定量计算和决策.合肥:中国科技大学出版社,1995
- [7] Baker D N. GOSSYM: A simulator of cotton growth and yeild [J]. S C Agri Exp Stn Tech Bull, 1983, 1089
- [8] 郝晋珉,马永良,李季.浅层咸水型盐渍化改造区农业——农村可持续发展研究与实践[M].北京:中国农业大学出版社,2003
- [9] 赵明.农业科技光盘图书的制作与开发[J].农业工程学报,1996,12(1):196~199