

# 广西农业专家系统的建立和应用<sup>\*</sup>

## The Development and Application of Agriculture Expert System in Guangxi

顾 林  
Gu Lin

(广西软件新技术实验室 南宁 530022)

(Guangxi Software New Technology Laboratory, Nanning, 530022)

**摘要** 广西农业专家系统的开发建设主要集中在基础数据库建设、知识库建设、人机界面的设计和改进方面。该系统建有农业气象数据库、土壤数据库、品种数据库和病虫害数据库以及龙眼专家系统、荔枝专家系统、果专家系统和甘蔗专家系统。这些农业专家系统在广西 30 个县(市)进行示范种植(示范面积  $6.50 \times 10^4 \text{hm}^2$ ), 获得了增产增收、降低生产成本的效果。

**关键词** 数据库系统 农业专家系统 应用

中图法分类号 TP311.38

**Abstract** The development of agriculture expert system in Guangxi was concentrated on database establishment, knowledgebase establishment and the improvement of man-machine interface. The database of meteorology, soil, variety, pests with the agriculture expert system of longan, litchi, mango, sugarcane were constructed in 65 thousand hectares fields among thirty counties of Guangxi, their results in production increasing and cost reducing were obtained.

**Key words** database system, agriculture expert system, application

农业信息化是农业现代化的重要内容和标志, 充分利用信息技术发展现代农业已成为当今世界的发展趋势。农业信息技术已贯穿于农业生产的产前、产中、产后全过程, 成为发展现代农业生产的重要支撑。在众多的农业信息技术中, 智能化农业信息技术在国际上更加普遍地得到应用。

智能化农业信息技术应用在农业上, 首先是对传统和经验性的生产管理实现量化、规范、集成和智能化, 形成各种农业专家系统或辅助决策系统。

农业专家系统是基于农业专家经验知识, 模仿农业专家进行推理决策的计算机程序系统。人们事先将农业专家为解决某类农业问题而长期积累的知识以适当的形式存入计算机, 计算

机利用这些农业知识和反映当时农情的各种数据和事实,模仿农业专家的思维过程进行推理,对需要解决的农业问题进行解答、解释或判断,使计算机在农业活动中起到类似人类专家的作用。专家系统专门解决那些情况更复杂的、应变性更强的高难度问题,它更突出专门知识的中心地位和推理判断的重要作用。由于农业专家系统可以拥有多方面多层次的农业专家的知识,能够集成多项农业高新技术,加上计算机的高速处理能力,它甚至可以作出单个人类专家有时难以完成的科学决策。在众多的智能技术应用中,由于专家系统和农业的自身特点,使得专家系统在农业上得到了广泛的应用,并表现出良好的效果。

## 1 农业专家系统的发展概况及其基本结构

### 1.1 农业专家系统的发展概况

专家系统作为人工智能的重要分支之一,早在 20 世纪 60 年代就已问世,但直到 20 世纪 70 年代末 80 年代初一批面向不同领域的专家系统才相继面世,标志着专家系统研究已从试验室阶段进入实用研究阶段。迄今为止,世界各国已研制成功众多实用的农业专家系统。其中有著名的农业专家系统如 COMMAX (用于棉花管理)、PLAT/DS (用于大豆病害诊断)、MISTING (用于温室喷雾控制)、DIES (用于乳牛管理)、POMME (用于苹果害虫与果园管理)等。还推出一系列农业专家系统开发工具如: CALEX、SELECT、PALMS、MICCS 等。其中比较有名的是美国棉花管理专家系统 COMAX-GOSSYM。COMAX 能在农场内为棉花管理提供咨询,用于确定灌溉、施肥、施用脱叶剂和棉桃开裂的最佳方案。20 世纪 90 年代农业专家系统成为了农业信息技术应用的重要方面。从应用领域来看主要是作物的病虫害管理,动物和作物生产策管理,动物和作物的营养管理,农场系统管理决策,温室的环境监控与调节等<sup>[1]</sup>。

我国在农业专家系统的研究和应用方面已开展了大量的工作。先后推出 5 个具有较高水平的农业专家系统开发平台,开发了一大批实用农业专家系统 156 个,涉及粮食、果树、蔬菜、畜牧等不同农业领域<sup>[2]</sup>。国家“863”计划从 1996 年开始,支持北京、吉林、安徽、云南、广西等 20 个智能化农业信息技术应用示范区,针对为玉米、水稻、甘蔗、棉花、小麦等多种主要作物进行专家系统研制和应用示范工作。

### 1.2 农业专家系统的基本结构

农业专家系统的基本结构见图 1。

即,农业专家系统包括 3 个核心部分,即知识库、推理机以及存储工作区组成<sup>[3]</sup>。农业知识库是存放农业知识的集合,是决定农业专家系统质量的关键。

推理机,负责知识运用的模块,包括搜索机制和推理机制 2 个部分,用于模仿农业专家解决农业问题的思路去搜索知识并进行不确定推理。

存储工作区,是临时设定的存储区域,用来存储初始事实、推导的中间结果和最后结果。存储数据分为静态数据和动态数据。静态数据如品种库、土壤库等,动态数据为推理产生的各种中间断言和事实。此外,人机界面也是专家系统的一个重要组成部分。人机界面是用户与机器交流的界面;机器可以向用户提问,解答用户的问题,并解释推导的结果。

有的农业专家系统还带有知识获取机制,可帮助农业专家将知识直接转入到知识库中。

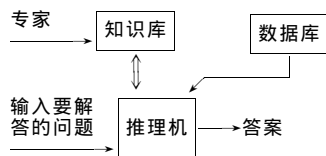


图 1 农业专家系统的基本结构

建立农业专家系统通常包括以下几个步骤：

(1) 知识获取。就是收集解决农业领域问题的专门知识。知识来源包括科研院所及基层的农业专家、教科书等。

(2) 知识表达。选择知识在计算机中的表示方法。现有的知识表示方法主要有逻辑模式、框架、语义网络、产生式规则、状态空间搜索模式、过程模式等表示法。产生式规则以“如果…则…”的形式表示“如果条件成立，则采用某种行动或得到某个结论”。由于产生式规则具有模块性、一致性和自然性的特点，比较适合表达农业专家的知识。所以，农业专家系统的知识常采用产生式规则表示。

(3) 知识入库。建立知识库的过程。

(4) 专家系统的试验。让建立的农业专家系统在实际环境下试验运行。

(5) 知识库的修正。根据实际环境下试验运行的情况，不断改进和完善知识库。

## 2 广西农业专家系统的建立和应用

### 2.1 广西农业专家系统的建立

广西农业专家系统的大部分农业专家知识，采用产生式规则表示。自1999年以来，广西农业专家系统的开发工作主要集中在基础数据库建设、知识库建设、人机界面的设计和改进方面。

2.1.1 基础数据库建设 基础数据库共建立了农业气象数据库、土壤数据库、品种数据库和病虫害数据库，其中，气象数据库收集了30个示范县的农业气候资源数据和农业气象灾害数据，农业气候资源数据包括历年逐旬平均气温、历年逐旬降雨量、历年逐旬日照时数、稳定通过5℃、8℃、10℃、12℃、16℃积温，农业气象灾害数据包括历年春季 $\leq 8\text{℃}$ 、 $\leq 12\text{℃}$ 低温时间、历年 $\geq 35\text{℃}$ 高温时间、历年 $\geq 50\text{mm}$ 降雨时间、历年春季旱作春旱时间、历年早稻插秧期干旱时间、历年连续25d、30d、40d秋旱时间、历年 $\leq 22\text{℃}$ 寒露风时间、历年 $\leq 2\text{℃}$ 、 $0\text{℃}$ 、 $-1\text{℃}$ 、 $-2\text{℃}$ 霜冻时间等，达1万条记录以上。土壤数据库对示范区百色、扶绥等地的土壤进行采样、化验，约2000个点，覆盖了甘蔗、荔枝、龙眼、 果等12种作物的示范点。品种数据库基本完成了品种数据库的收集工作，其中，甘蔗29个品种，荔枝19个品种， 果18个品种，共66个品种数据。病虫害数据库基本完成病虫害数据库的收集工作，其中，甘蔗病虫害218种，荔枝病虫害32种， 果病虫害21种，共271种。

2.1.2 知识库建设 知识库共建立了上百个决策模块，其中，特色作物荔枝、龙眼、 果、甘蔗4个专家系统的决策内容包括：(1) 荔枝专家系统。系统包括园地选择、园地规划、品种选择、搭配授粉品种确定、种植密度确定、种植时期、整形与修剪方法、土壤管理、攻秋梢期管理、冬梢判断、控冬梢方法、保花保果方法（含果园年施肥量、花前肥施用、果园放蜂群数、花期管理、壮果肥施用）、叶片养分诊断等。(2) 龙眼专家系统。系统包括品种选择、种植密度、种植时期确定、末次秋梢抽生、大年疏折花穗方法、单穗留果量确定、秋季修剪方法、攻放秋梢方法等。(3) 果专家系统。系统包括果园规划、品种选择、种植密度确定、基肥施用、采果前（后）施肥、花前（后）施肥、 果修剪技术、留梢期管理、花序数量选留、壮果肥施用方法、二次梢施肥方法、末级梢数量选留、保花保果综合技术、采后修剪方法等。(4) 甘蔗专家系统。系统包括品种及行距和播种量确定、良种快繁方法、土壤诊断施肥、田间管理、经验施肥、水分管理、病虫害诊断及防治、除草方法、效益分析、蔗种储藏

方法等。

2.1.3 人机界面的设计和改进 在农业专家系统的界面设计上,结合了广西的实际,进行了更加友好、易使农民操作的改动,使之更简洁、明了,更平民化。具体包括以下几个方面:(1)建立和规范了所有作物的决策分类目录。分类目录统一为符合农业生产过程的层次结构,如种前决策、栽培管理决策、采收贮运决策。(2)简化操作步骤。由原来需要多步操作的事实表输入“插入→修改→保存→智能决策”才能完成的决策,改为只需要一次点击“决策”就可以得到推理结果,大大简化了操作过程,使农民看得懂,敢操作。(3)知识关联。将超文本链接引进到推理结论当中,使本来相关联的知识,得以融会贯通,方便使用。如从品种选择的结论中,可以查到推荐品种的品性、栽培要点等情况,从病虫害诊断中,可以查到初诊病或虫的防治方法。

## 2.2 广西农业专家系统的应用情况及效果

1999年广西农业专家系统首先在扶绥、百色两个县市开展试验示范,取得初步数据后,2000年扩大到5个县市,即扶绥、百色、田阳、灵山县和桂平市。在此基础上,2001年根据广西的产业特色,以招标的形式选择30个县市全面进行应用示范,到2002年,广西示范区实施种植业示范面积 $6.50 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。其中龙眼 $0.36 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,荔枝 $0.22 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,果 $0.27 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,甘蔗 $3.15 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,养殖业示范:猪2.33万头、鸡3.52万羽;虾塘 $20 \text{ hm}^2$ 。在30个县中,我们以扶绥县、田阳县、灵山县、桂平市作为中心示范点,进行实地验收,结果种植业(表1)和养殖业均取得良好的增产增收,开发的系统能有效地提高产量和质量,降低生产成本。

表 1 广西农业专家系统 2002 年在广西扶绥县、田阳县、灵山县、桂平市的种植业示范情况

示范县(市)	示范品种	示范区面积 ( $\times 10^4 \text{ hm}^2$ )	中心示范面积 ( $\times 10^4 \text{ hm}^2$ )	辐射面积 ( $\times 10^4 \text{ hm}^2$ )	验收结果 (%)
扶绥县	甘蔗	2.12	0.35	3.47	未收
	玉米	0.04	0.01	0.10	增产 16.78
	水稻	0.04	0.01	0.10	增产 12.0
田阳县	果	0.27	0.07	0.20	增产 22
	番茄	0.27	0.07	0.20	增产 21
灵山县	荔枝	0.21	0.08	0.81	增产 12.2, 降低成本 6.25
	龙眼	0.14	0.005	0.34	增产 14.49
桂平市	龙眼	0.14	0.006	0.34	增产 15.3, 增效 51.8

## 3 结束语

随着几年来智能化农业专家系统在广西的实施,利用智能信息技术指导农业生产已经在广西得到了普遍宣传。农业专家系统的最大特点是它的实用性,它应农业需求而研制,又在农业应用中发展。伴随着信息技术的突飞猛进,农业专家系统和其他智能化技术集成应用于农业生产和管理领域已成为必然趋势。

成, 即管理专家+计算机专家+信息系统专家。

(2) 引入 BPR (企业业务流程重组) 的方法。将企业的组织结构由职能型向流程型转变, 改变传统组织结构层次多、冗员多、市场反映迟钝以及人工成本高的状况, 更有效地进行各部门的管理与沟通。

(3) 开发方法的选择。开发方法的选择应根据企业本身的具体情况 & 特点, 考虑能适应环境的变化及发展的需要, 考虑能直接实现企业的价值。生命周期法与原形法 2 种方法的结合也许能较好地解决开发周期长、成本高和原型设计难的问题。面向对象的开发方法具有迅速适应企业经营、业务变化的特点。中小系统的开发则可考虑采用“经验分析设计方法”。

(4) 采用多回合阶梯式的开发机制。企业对 MIS 的开发和投入运行应按“短周期、低成本”的基本要求。从 VE 所追求功能性的实际效果看, 引入多回合阶梯式的 MIS 开发机制, 无疑对大多数中小企业的 MIS 开发是非常有利的。第一, 可以逐渐修改、提高和完善 MIS 的功能以更好地满足企业的需求; 第二, 可以避免一次性投入过大, 还可以降低成本, 并且在很大程度上消除了功能的过度储存而造成(时间性)的过剩, 使企业投入风险较小; 第三, 对资料文档的要求可从低到高, 比较容易在开发中一步一步地实现文档资料的标准化和规范化; 第四, 适应了企业经营水平、人员素质、观念及信息环境逐步变化提高的要求。

#### 4 结束语

在 VE 的思维方式下引进、开发和建造企业的 MIS, 可以从纯粹 MIS 技术开发中解脱出来, 全面客观地审视企业的经营环境及运营现状。在 VE 观念下的 MIS 以现代信息管理技术为工具, 促使企业经营管理发生新的或质的变化, 真正建立起现代化的企业运营的基础, 确立企业的竞争能力和核心优势。

#### 参考文献

- 1 薛华成. 管理信息系统. 第 3 版. 北京: 清华大学出版社, 1999. 10.
- 2 庞大连, 梁戈夫, 梁朝东. 建造企业功能性战略信息平台. 价值工程, 1999, 5(增刊): 240~243.

(责任编辑: 黎贞崇)

(上接第 222 页)

#### 参考文献

- 1 李明树. 电脑农业在云南——国内外软件开发和使用情况. 昆明: 云南民族出版社, 2000. 10.
- 2 国家 863 计划 15 年成就汇编[EB/OL]. [http://WWW.863.org.cn/863-95/information/infn04\\_01\\_112.htm](http://WWW.863.org.cn/863-95/information/infn04_01_112.htm). 2003-08-05.
- 3 石纯一, 李明树等. 农业专家系统入门. 北京: 清华大学出版社, 2000. 4. 61.

(责任编辑: 邓大玉 曾蔚茹)