

黄土旱塬小麦生产综合管理专家系统^①

上官周平 陈培元

王永庆

(中国科学院西北水土保持研究所)

(西安交通大学计算机系)

【摘要】 在 Windows(3.1)和 SDK(3.1)支持下,运用专家系统技术和 Microsoft C (6.0) 语言,建立了黄土旱塬小麦生产管理专家系统,该系统由知识库、推理机、人机接口、动态数据库、静态数据库、知识获取与知识库管理系统、数据库管理系统、建立模型系统和模型算法库构成,本系统可针对塬地气候和生产条件,作出灵活反应,采取相应的优化措施组合和最优生产安排,来获得最佳的小麦产量和效益。

黄土旱塬横贯陕甘晋豫宁五省,是我国以生产小麦为主的古老旱农区,也是各所在省的粮仓。这个地区海拔 600~1200m,年降水量 540~600mm,气候上属半干旱和半湿润易旱区。近年来,依靠科技、政策和投入,产量不断提高,粮食生产水平从以前的 40~75kg/亩提高到现在 120~150kg/亩。高产区已达到 180kg/亩,加之塬区是黄土高原中农业开发综合条件最好、增产潜力最大、最有希望在近期内大幅度提高作物生产力的地区,为此,我们运用专家系统技术建立了黄土旱塬小麦生产综合管理专家系统,可针对塬地气候和生产条件,采取相应的优化措施组合,以获得最佳产量和效益,为加速开发黄土旱塬地区服务。

一、系统的总体结构

本系统由人机接口、知识库、推理机、动态数据库、静态数据库、知识获取与知识库管理系统、数据库管理系统、建立模型系统和模型算法库构成,其逻辑结构如图 1 示。

1. 人机接口 利用多窗口技术分层弹出式菜单,使用鼠标器或键盘输入可以选择相应的功能,操作简便,中文对话方式,并能对误操作进行检查和屏蔽。

2. 知识库 本系统的知识源于我们实验结果、参考前人的工作和经验构成的。知识主要由 IF.....THEN.....产生式规则表示,为了表达知识的模糊性,我们引入了模糊逻辑的有关理论和技术,对于每一个初始证据,针对不同情况设计了不同的隶属函数,系统可依据用户的回答自动求出相应的隶属度。

3. 推理机 根据领域问题的特点,本系统采用正向推理,深度优先控制。在推理过程中将进行模糊性的传递和计算。

4. 静态数据库 用 Foxbase+(2.1)建立了生物因素(作物生育进程、叶面积、光合特

^①注:参加本项工作的还有李英、梁银丽、陈军、王红峰和朱友红等同志。

性等)、环境因素(降水量、光照、辐射、温度、肥料等)、技术因素(品种特性、播量、播期、病虫害防治技术等)和经济因素(农药、化肥、农机和产品价格等)数据库, 共由56个数据库组成。

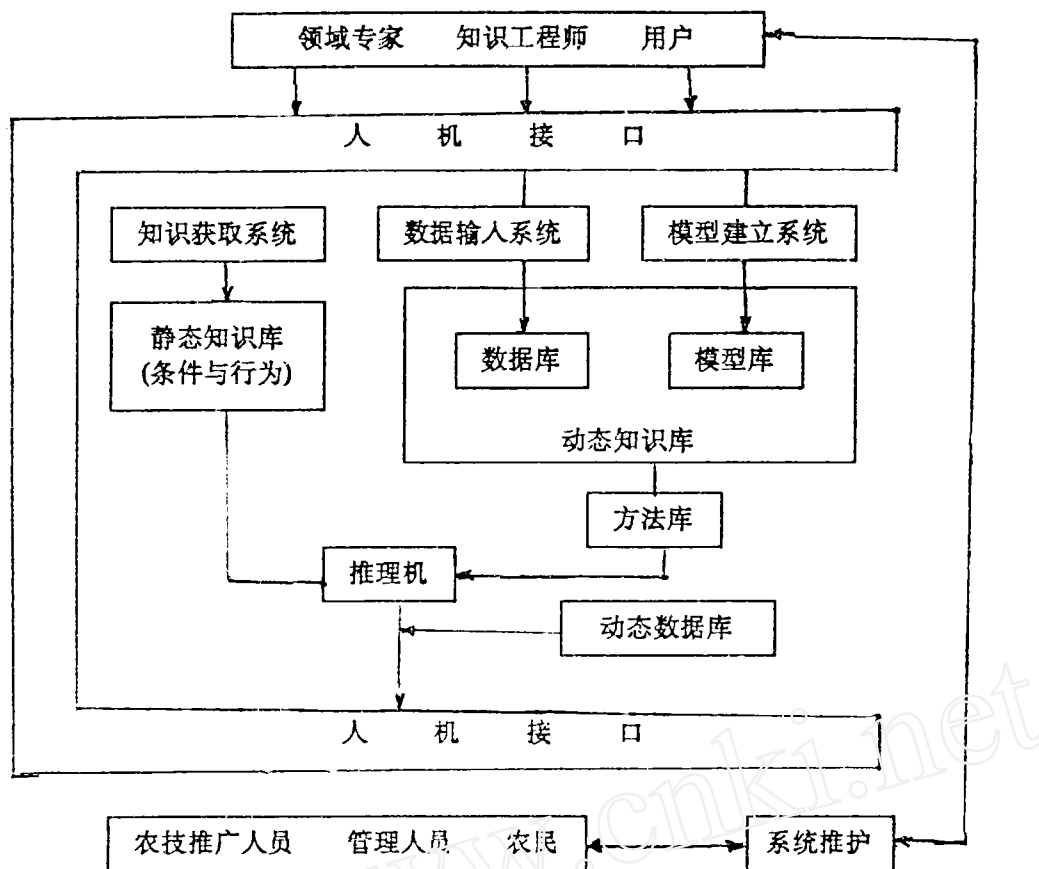


图1 黄土旱塬小麦生产综合管理专家系统总体结构简图

5. 动态数据库 在系统推理过程中, 开辟了一个动态缓冲区, 用于存储推理所需的初始证据以及推理过程中产生的中间结果, 以及最终结果。

6. 模型库 对影响旱塬小麦生产因素进行综合分析, 在逐步回归筛选主导农艺技术因素的基础上, 建立了产量、经济效益与主要农艺措施间的关系模型, 并对高产栽培基础模型作了相应的扩展, 构造了适应不同生产条件的塬地高产栽培主体模型系列。

7. 知识获取与知识库管理系统 主要对知识库进行建立、检测并修改知识中不一致、不完整等错误, 并对知识库进行调试及增加删改, 以建立性能良好的知识库。

8. 数据库管理系统 为了对数据库进行合理的组织和管理, 我们设计了数据库管理系统, 以对数据进行输入输出以及增删改, 提高了系统运行效率。

9. 模型建立系统 用于建立反应型丰产模型, 通过专家咨询模块、数据分析模块、因子效应模块和仿真寻优模块等来实现实验方案的设计、模型的建立及最佳措施组合的推荐。

二、系统的功能

系统功能主要体现在将小麦生产动态管理的全过程与天气、土壤、社会经济状况等环境结合起来，做为一个有机整体统筹分析，并对其实行优化、控制、分类和决策，并解决生产各阶段的问题，满足用户的需求，本系统功能简化流程如图2所示。

1. 生产资源潜力及当年生产目标分析

在作物气候生产潜力模型的基础上，加进了年型、品种特性、灌溉条件、土壤肥力、病虫害以及技术普及率等方面的内容，可为一定的地区和年份提供合理的产量潜力和目标；依据当地历年的作物产量资料，利用灰色系统理论建模预测。

2. 经济效益分析

对旱塬小麦生产两大限制因素——水、肥进行分析，进而研究水分、肥料的生产效益，为用户作出最佳生产安排提供依据；依据生长期间的投入来分析小麦的纯收益、产投比等项目；分析某一农技措施变化对产量及构成因素的影响，确定最佳措施组合的合理性。

3. 播前农艺措施优化决策

可根据当地的土壤水分和其它约束条件，推荐一个区域的最佳搭配比例；根据用户的投资强度和土壤气候条件，对有限的投资进行优化分配；对播前耕作技术进行指导，以达到蓄水保墒的目的；对一般和干旱年份，推荐最佳的限量灌溉量和灌溉方案；根据用户的土壤、气候条件以及目标产量，推荐适合上述条件的品种和种子处理技术方案，并应用反应型丰产模型推荐小麦播种时的优化农艺措施组合。

4. 作物生长期的管理调控

根据气象条件和栽培措施预测小麦苗情，并给出不同苗情的管理措施；根据返青后的苗情、群体状况、墒情、天气状况和发展趋势，提出合理的分类管理栽培措施；对小麦种子田的提纯复壮和生产田的收获得出合理建议。

5. 气象灾害防治

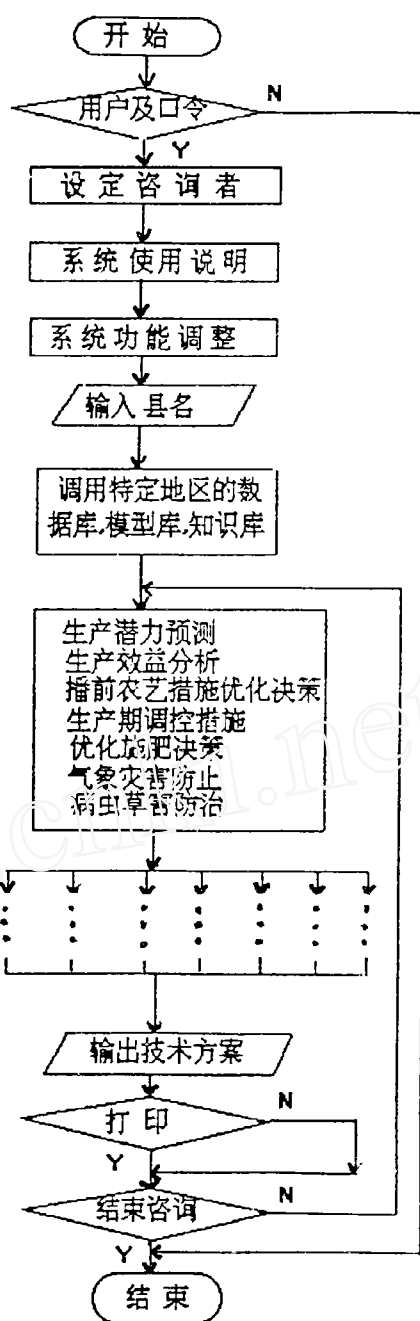


图2: 黄土旱塬小麦生产综合管理专家系统运行流程示意图

对旱塬小麦生产中的主要气象灾害如冻害、干旱、干热风 and 倒伏等进行预测和分级,并提出相应的御防措施和防治途径,以期使灾害对小麦的影响降到最小程度。

6. 作物生长期的病虫害的诊断与防治

根据对田间病虫害的外部症状和流行特点等观察结果,帮助用户诊断病虫害的种类和发生程度并提供防治策略。

7. 优化施肥决策

根据地力基础、目标产量、品种特性、肥料种类与效应来确定维持地力基础的有机肥用量,施肥的种类及施肥技术方案,有限量肥料的合理分配方案等。

三、系统的特点

由于旱塬小麦生产管理具有较强的综合性、开放性、地域性、时间性和模糊性等特点,加之本系统最重要或最终目的是指导小麦生产,使小麦生产实现高产、稳产、优质、低耗,以满足社会需求,同时使用户获益。我们在研制过程中始终抓住有效地促进小麦生产这一目标,本系统基本上实现上述目的,同时具有如下特点:

1. 该系统是应用人工智能技术,在全面总结我所多年来在旱塬小麦方面进行的大量的研究所取得的成果以及专家积累的知识、经验和资料的基础上,并综合作物栽培、植保、土肥和农业气象等多个领域专家的知识经验来建立的,对作物科学的研究与发展具有重要意义。

2. 系统采用的模糊知识表示法及模糊推理模型,可有效解决农业知识难以抽象简结表示的问题,充分体现了农业知识的特点,采用的推理与控制策略可有效地模拟专家的思维过程,推出结论与专家求解同类问题相符。

3. 采用的开发方法符合智能系统开发的策略,在快速原型法的基础上吸收了生命周期法的某些特点。采用模块化的结构设计,系统中各子系统是相对独立的,可以单独进行咨询,也可以依据不同管理内容调用各子系统,各子系统可调用不同的数据库、知识库和模型库,整个系统有机的融为一体,这样,系统可以最大限制地满足用户的不同要求。

4. 本系统的推理机,计算方法库以及知识库和人机接口具有通用性。可供模仿和改建,领域专家可直接应用此系统模型来建造自己的专家系统。

5. 良好的实时性和较高的可靠性

由于本系统的决策与农民的生活和经济收益密切相关,同时小麦生长发育涉及众多关系复杂的环境因素,加之对决策的农时要求很严。为此,本系统在研制过程中采用我们建立的旱塬小麦高产栽培技术综合模型,该模型是一个定量和定性相结合的模式群,较好地解决了时空性和正确性的问题。

6. 具有知识处理与数据处理自动结合的能力。

7. 友好的用户接口、操作简单易学

系统采用全汉字显示、打印,继承了 Windows 图形操作平台的特点和风格,本系统采用鼠标驱动,只需使用鼠标器或几个数字键就可以执行其全部功能。

8. 便于知识库和数据库的维护

由于启发性的专业知识并不总是准确地加以整理而转换成程序的内部表示,加上专家

知识经验、启发性规则是随实践不断发展变化的，因而设计时将知识库和推理机分开，使增删知识不通过推理机，从而使知识库易扩充、修改，稍经培训在短时间内就能更新或修改本系统中的有些知识、参数和数据，完善已有系统，使之更符合当地的生产实践。

四、系统的设计与运行环境

1. 设计环境

在专家系统的研制过程中，专家系统生成工具的选择是至关重要。利用开发工具虽能简化系统的编程工作，但受其推理机制的限制，不能很好的反映领域专家的思维动态过程，为此，我们决定根据专家解决旱地小麦生产管理问题的思维过程，自己开发研制软件。

Windows (3.1) 是 Microsoft 公司推出的一个功能强大、十分吸引人的图形操作环境，它提供了操作方便的管理工具和多个应用程序，比 DOS 具有不可比拟的特点，并且有向更完善的多媒体用户界面升级的能力；同时 Windows 应用软件开发工具 SDK (3.1) 提供了各类工具、资源函数库和数据结构，为缩短软件开发周期、减少软件出错，开发出高质量、用户界面良好的系统奠定了良好的基础，为此，我们选用 Windows (3.1) 和 SDK (3.1) 做为本系统开发的环境工具。

由于本系统处理的对象是知识，知识不仅包含数值，更多的是符号和论述，知识库中的知识是按一定的结构组织起来的，因而要求程序语言具有丰富的数据结构及符号处理能力。我们选用 Microsoft C (6.0) 和 Borland C++ (3.0) 做为系统的开发语言环境，这是由于 MSC (6.0) 具有表示法简洁、大量使用指针计算、高度灵活、容易移植和有多种操作系统支持等特点，同时 MSC 的标准性及兼容性比其它 C 编辑器要好。

2. 运行环境

需 CPU 为 80386 以上微处理器的计算机，内存存在 2M 以上，配有 40M 以上硬盘和高密软驱，显示器为 VGA 彩显，鼠标器等，各类 24 针打印机。运用需要 MS-DOS (3.3) 以上版本，Windows (3.1) 或更高版本、中文之星 (1.2) 或更高版本等软件环境。

五、结束语

黄土旱地小麦生产管理专家系统的研制成功，为专家系统技术进一步在小麦生产管理中的应用开辟了广阔的前景。人工智能技术的发展及其在农业中的应用，将加速黄土旱地小麦生产管理现代化、科学化的进程，必将为小麦生产提供良好的服务。由于黄土旱地地域辽阔、条件复杂，因此，本系统还需要在实际应用中进一步求得完善和发展。

参考文献

1. 高亮文等，RCSODS-水稻栽培计算机模型优化决策系统，《微机农业应用》1993，(3): 14~20.
2. 王世普，刘晖，农业专家系统与模型，《农业知识工程91——第二届全国农业知识工程学会学术会议论文集》，1991，14~22.
3. 冯博琴，实用专家系统，电子工业出版社，1992.
4. 施鸿宝，王秋荷，专家系统，西安交通大学出版社，1990.