

# 小麦生产技术微机模拟专家系统\*

段银田\*\*

(郑州工学院计算中心)

**摘 要:** 从 1985 年开始研制的《小麦生产技术微机模拟专家系统》，经过五年的推广示范已产生了显著的经济效果。该成果已于 1987 年通过了技术鉴定。本文阐述了建立课题的意义，系统的设计思想与技术路线，所采用的基本技术原理，系统功能与技术实现方法以及所产生的效益。

**关键词:** 农业，微机模拟，专家系统

我国目前，已把发展先进的农业科学技术；增加对农业的投入作为切实加强农业在国民经济中基础地位的重大措施进行贯彻，并特别强调积极推广有普遍实用价值的科技成果。

为了克服生产中的盲目性，改变产量低而不稳，经济效益不高的现状，1985 年春郑州工学院计算中心与项城县联合成立了微机应用于小麦生产技术的课题组，尝试以计算机为手段向农民提供小麦生产技术咨询服务。

当本课题 1985 年开始工作时，在国内尚未有同类课题的研究可以借鉴。在国外，由于技术发达国家同我国目前的农业生产模式与生产水平存在着较大的差异，所以也未搜集到国外有关技术资料。在这种情况下，课题组成员深入生产第一线，进行了大量的调查研究，经过几年不断的研究、示范、充实、完善，研制出《小麦生产技术微机模拟专家系统》。并于 1987 年 11 月通过技术鉴定。

五年来的实践证明，该系统设计合理，采用技术得当，便于推广，通用性强，是一个切实可行的实用系统。

## 1 技术原理

### 1.1 设计思想与技术路线

由于系统的主要服务对象为广大农户，为了使任何文化层次的农民均能向系统咨询，我们把农民提供原始信息简化到一问即可答出，并允许从不同途径提供原始信息（例如：

---

\* 收稿日期: 1989.07.04

\*\* 参加本文工作的还有: 李莲英, 阎世平, 丁运华等同志。

土壤测定结果如何,上季小麦产量,成熟情况及生产措施如何等等),作为总体方案设计的指导思想。以依据不同的生产条件,确定地力水平和增产幅度,进而确定能够达到的产量指标,最后制订出当季小麦生产方案作为软件设计的技术路线。

## 1.2 基本技术原理

在农业技术方面,系统主要遵照作物对养分的有限摄取量原理;均衡施肥原理;不同产量水平上的增产幅度规律和肥料中有效养分提供量的规律作为制定技术方案的依据。

在计算机技术方面,当把小麦的产量(包括原始产量及预计产量)作为目标,把生产条件作为前提时,在推理机制方面,系统采用了正向推理——逆向推理与逆向推理——正向推理——逆向推理两套正逆相结合的推理方法。此外,为了提高系统运行的效率与服务的有效性,采取了多种措施,主要是运用了数据资源共享原理,信息最小冗余量原理,并充分注意到了容错技术的应用。

## 1.3 系统功能

**1.3.1 功能概述:**本系统在IBM-PC/XT及其兼容机的软硬件支持下,采用人机对话的方式进行小麦生产技术咨询服务。在咨询时,咨询者只需将自己的计划产量、地力状况(土壤化验结果,或上季小麦产量情况,或该地块土壤类型和上季小麦施肥管理等情况)、有机肥料施用情况(也包括饼肥)、病虫害发生的情况提供出来,通过微机处理,便可打印输出以下内容:①地力评议及过去小麦减产的原因;②合理施肥方案。具体包括应施肥料的种类、数量、施用时期、方法和注意事项;③推荐适宜品种,并介绍其特征、特性和播期、播量要求;④小麦病虫害的防治方法和注意事项;⑤部分投资和成本预算;⑥田间管理。见图1。

### 1.3.2 模型与软件结构

本着实用、有效、便于维护和通用性强的原则,依据小麦生产技术的特点,进行分类并设计成两个子系统,即各种数据文件管理和小麦生产技术咨询服务子系统,见图1。

**总控目录:**提示系统总功能,用于选择进入不同的子系统和退出系统。

**管理子系统:**用于各种数据文件的管理,是面向操作员而设计的。通过它把部分必要的数

据提供给服务子系统,单独建立该子系统的目的还在于,针对小麦生产中,随地区差异和年度变化而变化的因素,可以新建各种数据文件或对原文件进行增加、删除和修改。使系统更具通用性。例如:小麦品种及其特性和要求,各种土属及其土壤肥力,病虫害及其防治方法等均是因地区而异,随年度而变化的因素。

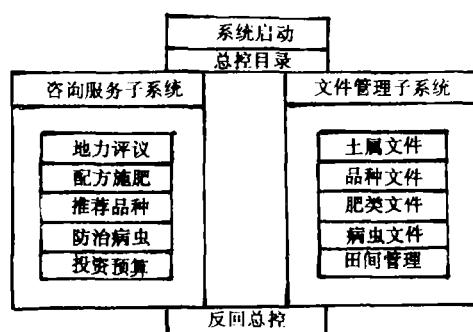


图1 系统结构

## 2 咨询服务子系统功能的实现

地力分析与评价：依据咨询者提供的有关地力的各种信息，经过计算处理求得该地块的土壤基础肥力。即有机质、氮（N）、磷（ $P_2O_5$ ）、钾（ $K_2O$ ）的含量。以下分别以 Y、N、P、K 表示，它是评价地力和提供培肥地力建议的依据，又是计算合理施肥量的重要依据。土壤肥力分以下三种情况通过计算处理确定，见图 2。

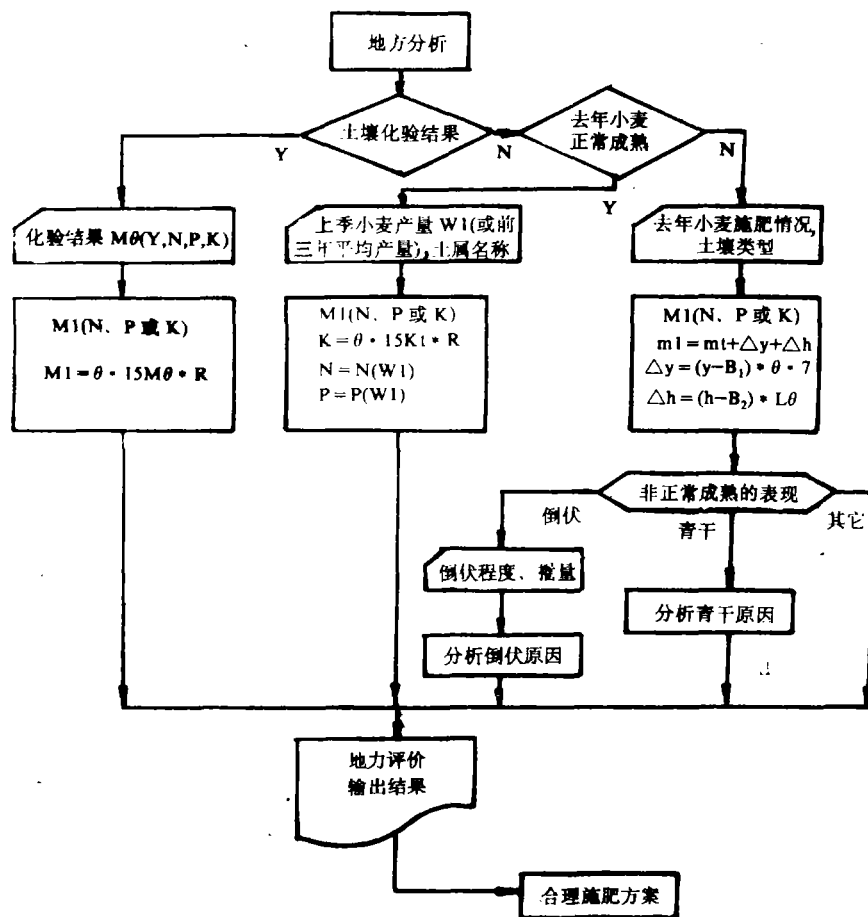


图 2 地力评议及施肥流程

2.1 通过土壤化验得出土壤养分含量，即  $M_0$ （ $M_0$  代表土壤中速效 N、P、K 的含量）。系统直接依据  $M_0$  评价地力，并提出培肥地力的建议。同时将  $M_0$  转换成能为当季小麦提供的 N、P、K 的量，用  $M_1$  表示。

$$M_1 = 0.15M_0 \cdot R$$

上式中的 0.15 是“PPM”（百万分浓度）转换成“公斤/亩”的系数。R 表示土壤速效养分的利用率。N、P、K 的利用可视为自身含量的函数：

$$R = R(N); \quad R = R(P); \quad R = R(K)$$

R 与 N、P、K 的具体关系式主要借助有关数据, 用数值方法得到。

2.2 没有土壤化验结果, 但去年的小麦正常成熟。在这种情况下, 土壤中 N、P 的含量可依据上年小麦的产量或前三年小麦的平均产量  $W_1$  来确定  $M_1$ , 即 N、P 含量。

$$N = N(W_1); \quad P = P(W_1)$$

土壤有机质与速效钾则依据近三年内土壤普查结果或土壤肥力监测结果来确定:

$$Y = Y_1; \quad K = 0.15K_1 \cdot R$$

由于有机质 Y 不参加施肥量计算, 并且年度变化量较小, 而速效钾在大部分土壤中的含量丰富, 所以 Y 和 K 主要依据该土壤中相应的  $Y_1$  和  $K_1$  确定。而目前和小麦产量关系密切的主要是氮和磷。N、P 和  $W_1$  的具体关系式可依据有关数据用数值方法得到。经过验证, 用上述关系式求得的 N 和 P 的值较接近实际。这样求得的 N、P、K 就是我们要求的  $M_1$  (N、P 或 K)。

2.3 既没有土壤化验结果, 上季小麦又出现了非正常成熟现象。在这种情况下, 去年小麦产量 (或前三年小麦平均产量) 就不能反映出地力水平。为此我们依据土属的基础肥力能为当季提供的养分量  $m_1$ , 去年小麦生产中施用有机肥料和化学肥料的情况以及非正常成熟的表现 (倒伏、青干、其它) 和程度来确定土壤肥力。并找出非正常成熟的原因。其计算公式为:

$$M_1 = m_1 + \Delta Y + \Delta h$$

$$\Delta Y = (Y - B_1) \cdot 0.7$$

$$\Delta h = (h - B_2) \cdot L_0$$

合理施肥: 按照作物均衡施肥的原则, 制订小麦在某一产量水平上的施肥方案。方案包括: 应施肥料的种类、数量、施用时期和方法等。计算施肥量的数学模型为:

$$M = (m - m_1 - m_2 - m_3) / (L \cdot H)$$

$$m = W \cdot X / 100$$

式中符号的意义请参照符号索引表。

选用良种: 根据产量计划指标, 茬口早晚和具体生产条件, 推荐出适宜的小麦品种。

病虫害防治: 根据咨询者的需要, 输出小麦常发病虫害的防治方法。此部分也可随病虫害发生规律以及防治方法的变化, 随时进行修改和补充。

投资和成本预算: 按国家规定价格对方案中的施肥和种子投资以及每公斤小麦的成本进行预算。

田间管理: 按小麦生长期提出田间管理的方法。

### 3 结束语

自从该系统研制成功以来, 已利用其相继对河南省几种不同的小麦生产生态类型区进行了示范推广, 仅以某县为例: 1985 年至 1988 年累计推广应用面积达 37.9 万亩, 新增纯效益 840 万元, 经济效益与社会效益十分显著。

在小麦系统研制推广取得经验的基础上, 又相继推出了玉米、棉花、烟草生产技术等微机模拟专家系统, 在不久的将来即可投入使用。

## 符号索引表

M—应施某种肥料的数量	$B_1$ —2500 公斤中等有机肥能为当季提供的养分量
W—计划小麦产量	$B_2$ —小麦在中产水平时, N、P 最佳施用量
L—各种化肥的利用率	H—各种化学肥料养分含量
$L_0$ —校正系数	h—上季施化肥为当季提供的养分量
m—按计划产量所需某种养分总量	$\Delta h$ —上季施化肥对土壤基础肥力的影响
$m_1$ —土壤基础肥力为当季小麦提供的某种养分量	y—上季施有机肥为当季小麦提供的养分量
$m_2$ —施有机肥为当季小麦提供的某种养分量	$\Delta y$ —上季施有机肥对土壤肥力的影响量
$m_3$ —施饼肥为当季小麦提供的某种养分量	X—生产 100 公斤小麦吸收的养分量

## 参 考 文 献

- (1) 河南省小麦高稳低优协作组. 小麦生态与生产技术
- (2) 北京农业大学. 肥料手册
- (3) 项城县农委. 小麦生产技术要点
- (4) 河南省农牧厅粮作处. 河南省小麦品种布局利用情况
- (5) 华东师大, 郑州工学院. BASIC程序设计和算法基础. 上海科技文献出版社, 1985年第三次印刷
- (6) 郑州工学院段银田等. 数值方法程序设计. 1986年
- (7) 联合国农作物栽培组织. 小麦施肥法

## Wheat Production Microcomputer Analogue Specialist System

Duan Yintian

(ZhengZhou Institute of Technology)

**Abstract:** Maker of this system begin to trialproduce 《Wheat Production Microcomputer Analogue Specialist System》 from 1985. The system which has been demonstrated and popularized for five years has made remarkable results of economy and society. This system had been passed technique evaluation in 1987. This text is expounded in meaning of the subject to be established, the system's design idea and technique line, base technique principaliy, functions of the system and technique method to be realized.

**Keywords:** farming, microcomputer analogue, specialist system