

“农业气象预测系统” 在农业管理决策中的应用*

卢志光^① 杨晓光 王春艳
(北京农业大学)

提 要 该文介绍了“农业气象预测系统”的总体设计,并重点阐述了“系统”采用的预测模型“后验差(P. C)检验”方法及模糊决策方法。经验证,采用上述方法,预测准确率得到较大幅度提高;决策的可涉及因素增加,且能得到量化的决策依据,提高了总体决策水平。经生产部门多年应用表明,采用该“系统”进行农业管理决策,生产效益和经济效益得到明显提高。

关键词 农业气象预测系统 农业管理决策

Application of Agrometeorological Forecast System in Making Agricultural Management Decisions

Lu Zhiguang Yang Xiaoguang Wang Chunyan

(Beijing Agricultural University)

Abstract Agrometeorological Forecast System plays an important role in making agricultural management decisions. This paper presents the general design of Agrometeorological Forecast System and mainly describes the methods of small error probability(P. C)test and fuzzy decision applied by the forecast system. It was verified that the forecast accuracy was enhanced in large scale, the involved decision-making factors were added and the quantitative decision-making basis was provided. So the general decision-making would be greatly improved by the application of these methods. Practical application of this system for several years in agricultural management increased the production benefits and economic benefits distinctly.

Key words Agrometeorological forecast system Decision-making of agricultural management

1 引 言

在发展“两高一优”农业中,选择品种、农业机械的应用、水肥措施的调控等多种农业生产管理决策的内容,均与农业气象条件密切相关^[1]。

“农业气象预测系统”从农业气象信息的获取、处理、作物生产潜力的预测、农业气象条

收稿日期:1995-01-16

* 国家自然科学基金资助项目

^① 卢志光,副教授,副系主任,北京市海淀区圆明园西路 北京农业大学农业气象系,100094

件的预测,直到与品种选择、农机作业方式及时间的确定、水肥调控、新技术(地膜覆盖、化控等)引进等多种农业管理决策相衔接的一系列内容,形成一个比较完整的“系统”。该“系统”能及时地为农业生产管理决策的每个关键环节提供与农业气象条件有关的预测和决策服务。

2 “农业气象预测系统”的总体设计

“农业气象预测系统”主要由6个功能块、4个数据库和多个输入输出接口组成,即:

1)农业气象信息自动化处理模块:该功能块通过笔录或专线电码编入等方式接收到基本气象要素和农业气象要素的信息数据,并及时将数据转化为便于利用的形式。转化后的信息既可直接为作物生产中的诊断、调控决策等服务,又可不断补充气象数据库。

2)农业气象指标提取块:该功能块主要作用是形成作物与气象条件之间的有机联系,提取能反映作物生长关键期的农业气象指标。

3)综合气象信息处理块:它可得到各种气象信息按要求处理为特定形式,从而为农业气象指标预测服务。

4)气候生产潜力预测块:该块具有多种功能,主要为生产目标提出决策服务。

5)农业气象预测块:
本块能及时作出作物各个生育期及各项农业气象指标的预测值,为生产目标的提出、播前决策、病虫害预测及调控决策等各个重要环节服务。

6)预测决策块:该块的作用是把多种预测方法对预测目标得出的结果与品种选择、农业作业实施、水肥调控、优化作物生育进程等各个环节的管理决策内容接轨,进行综合决策处理,输出决策方案。

四个数据库是:地面气象资料库;高空气象资料库,中间气象信息库及产量资料库。总体设计框图如图1所示:

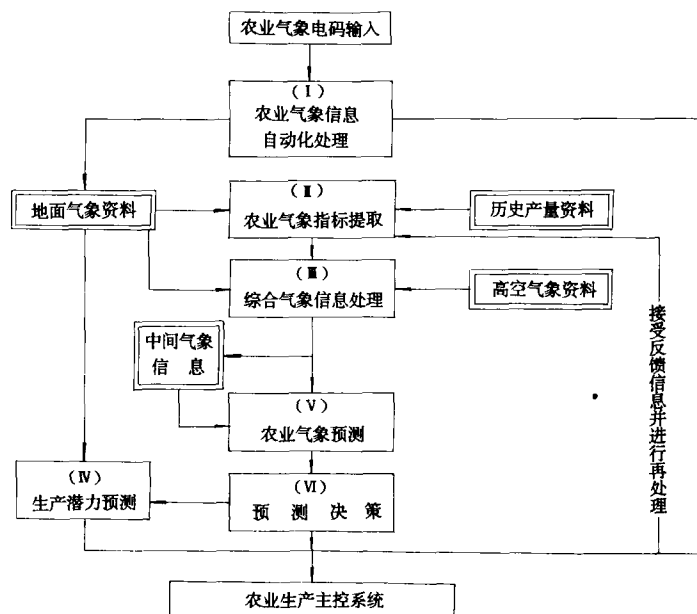


图1 农业气象预测系统总体设计示意图

3 “农业气象预测系统”的预测与决策方法的特点

农业中的预测,多是长期及超长期预报的内容。虽然主要要求提供“多”或“少”、“高”或“低”等趋势性的预报为主,但若在提前一个月甚至半年以上的时间作出准确的预报,仍是十分困难的事。

针对上述预报特点,我们采用大幅度提高长期预报准确率的“协击”预报技术^[2]。同时,为保证预报模型在预报实距中具有可靠性和稳定性,“系统”对模型要进行“后验差(P 、 C)”检验。该检验方法的优点是不仅对模型误差进行严格的检验,同时,对小误差概率的分布进行检验。用经过“ P 、 C ”检验合格的预测模型作预报,能明显提高预报效果。

该检验方法的具体步骤如下:

1) 计算 i 时刻的残差: $\varphi(i) = Y(S) - Y(M)$ ($Y(S)$: 实测值, $Y(M)$: 预测值)

2) 残差均值: $\varphi(\text{均}) = \frac{\sum \varphi(i)}{n}$ (n : 样本数)

3) 残差方差: $S_1 = \{ \sum [\varphi(i) - \varphi(\text{均})]^2 \} \div n$

4) 实测值均值: $Y(\text{均}) = \sum Y(S) \div n$

5) 实测值方差: $S_2 = \{ \sum [Y(S) - Y(\text{均})]^2 \} \div n$

6) 后验差比值: $C = \sqrt{S_1 \div S_2}$

7) 小误差概率: $P = P\{ |\varphi(i) - \varphi(\text{均})| < 0.6745 \times S_2 \}$

经上述步骤计算出“ P ”、“ C ”值后,查表 1,以确定

模型的等级:

计算举例:

设原序列为: $Y(S)$: 7.7 4.7 5.4 6.5 3.7

预测值为: $Y(M)$: 6.7 5.4 5.2 6.7 4.0

按上述方法得到:

$$C = \sqrt{S_1 \div S_2} = 0.41;$$

$$0.6745 S_2 = 0.94 \quad (|\varphi(i) - \varphi(\text{均})| < 0.94 \text{ 者, 共 4 个})$$

$$P = 4/5 = 0.80$$

经查表得:关于 $Y(M)$ 的预测模型为合格。

经检验合格的预测模型在与农业管理调控的各个环节接轨时,“关联因素模糊决策”是一种较好的方法。该方法能把预测结果与农业管理调控因素相结合考虑,并得出量化的决策结果。该方法的一般作法是:

先从各个模型的预报与实况符合率的概率矩阵中,选择出本次预报结论所涉及档次的的数据,形成模糊矩阵 $[A]$;再列出气象条件与目标要素相结合的相关矩阵(转换率) $[R]$,然后用模糊合成: $[B] = [R] \times [A]$ 输出决策选择矩阵,再根据具体决策目标的要求,用择大(或择小)的原则得出决策结果^[3]。

4 应用举例

4.1 品种决策

北京地区夏玉米产量与生产季的降水量及气温密切相关,由专业知识知,夏季降雨量 R 及气温 T 不同组合时,品种中单 120($M1$)、农大 3315($M2$)、京黄 134($M3$)的产量状况如下表所示(即 $[R]$ 阵):

表 1 “ P 、 C ”检验表

等级	P 值	C 值
好	≥ 0.95	≤ 0.35
合格	≥ 0.80	≤ 0.50
勉强	> 0.70	< 0.65
不合格	≤ 0.70	≥ 0.65

表2 气象要素与不同品种玉米产量关联表

项 目	R1T1	R1T2	R1T3	R2T1	R2T2	R2T3
M1	290	380	330	410	500	270
M2	280	385	320	360	550	280
M3	240	390	370	350	410	300

针对预报目标 R 和 T 分别用“协击”技术选出适合的预报模型(降水量分多、少两级;温度按低、中、高三级),然后用 P, C 检验法对各模型逐一检验。经检验达到好或合格的模型用于预测,并将其预测结果与实况对照,列出预报(表中第一列)与实况(表中第一行)符合率的概率矩阵(表3、表4)。

表3 降水符合率

项 目	R1(少)	R2(多)
R1(少)	0.875	0.125
R2(多)	0.07	0.93

表4 气温符合率

项 目	T1(低)	T2(中)	T3(高)
T1(低)	0.7	0.2	0.1
T2(中)	0.1	0.8	0.1
T3(高)	0.1	0.2	0.7

将本次预报(1994年)涉及的档次:R2(0.07 0.93)与 T3(0.1 0.2 0.7)的自由搭配形成矩阵[A]:

$$[A] = \begin{bmatrix} 0.07 \times 0.1 \\ 0.07 \times 0.2 \\ 0.07 \times 0.7 \\ 0.93 \times 0.1 \\ 0.93 \times 0.2 \\ 0.93 \times 0.7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.007 \\ 0.014 \\ 0.049 \\ 0.093 \\ 0.186 \\ 0.651 \end{bmatrix}$$

$$[B] = [R] \times [A] = \begin{bmatrix} 290 & 380 & 330 & 410 & 500 & 270 \\ 280 & 385 & 320 & 360 & 550 & 280 \\ 240 & 390 & 370 & 350 & 410 & 300 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.007 \\ 0.014 \\ 0.049 \\ 0.093 \\ 0.186 \\ 0.651 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 330.42 \\ 341.09 \\ 329.38 \end{bmatrix} \begin{matrix} (M1) \\ (M2) \\ (M3) \end{matrix}$$

根据择大原则,选出 $M2$ 作为决策输出(选择产量为 341.09)。经今年生产实践证明,决策正确。

4.2 农机作业方式决策

与上例类似,在作东北旺农场春播农机作业方式决策时,首先利用专业知识列出由于不同天气条件(降水、温度)影响到地面状态,而不同的农机作业方式在不同的地面状态时,耗油系数也不同的相关关系表5(即[R]阵):

表 5 不同天气耗油系数

作业方式	R2T2	R1T1	R1T2	R2T1
A1	1.1	1.2	1.5	1.4
A2	1.4	1.3	1.1	1.2
A3	1.3	1.1	1.2	1.5
A4	1.2	1.4	1.3	1.1

A1~A4:代表四种作业方式;
R2 R1:代表春季降水量多和少;
T1 T2:代表春季温度高和底。

然后,运行系统的预测功能,求出本次预测的[A]阵,并计算[B]阵:

$$[B] = [R] \times [A] = \begin{bmatrix} 1.1 & 1.2 & 1.5 & 1.4 \\ 1.4 & 1.3 & 1.1 & 1.2 \\ 1.3 & 1.1 & 1.2 & 1.5 \\ 1.2 & 1.4 & 1.3 & 1.1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.09 \\ 0.21 \\ 0.21 \\ 0.49 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.352 \\ 1.218 \\ 1.335 \\ 1.214 \end{bmatrix} \begin{matrix} A1 \\ A2 \\ A3 \\ A4 \end{matrix}$$

以择小原则输出:本年春播农机作业按 A4 方式进行准备(为播前作业方式准备的决策)。

5 结 语

本预测系统自 1987 年建成,经 7 年多运行实践表明,对多项农业管理决策均有较好效果。北京农场局应用本系统对小麦管理进行决策,取得了在原投入水平下增产 15%以上效果^[4]。系统采用以 C 语言为主的窗口式人一机对话形式运行,便于掌握,具备 286 以上微机的用户均可使用。

系统决策过程中的[R]阵的建立,需要与使用者的专业知识相结合。因此,如何使系统纳入更多更新的专业知识,以保证决策的可靠性,尚需进一步研究。

参 考 文 献

- 1 黄金龙等. 作物生产计算机调控系统的研究. 北京农业大学出版社,1990,3~47
- 2 卢志光. 农业气象预测系统. 北京:气象出版社,1995,152~157
- 3 近藤次郎. 统计数值分析. 沈阳:辽宁人民出版社,1982.5,27~67
- 4 “小麦生产计算机辅助决策系统”鉴定报告. 北京农业大学,1989,42~45