

农业气象灾害综合分析软件

刘瑞华 于 洋 赵东旭* 周 丽

(永吉县农技中心,永吉 132200)

摘 要 笔者编写了这套农业气象灾害综合分析软件,提出了一套综合分析方法,试图揭示多气象因素对农作物产量综合作用的规律。主要内容有:气象产量的产生,单气象因素作用的时间分布多元回归方程,多因子筛选分析,气象灾害发生类型和频率的统计。

关键词 软件;气象产量;气象限制因子;气象灾害

各种气象因素对农业生产有着显著的影响。分析不同气候资源地区各种气象因素在作物生长发育的不同阶段对产量形成的影响程度,揭示当地主要气象限制因子,根据这些气象限制因子对历史产量,气象资料进行综合分析,找出丰、平、欠规律无疑对指导当地农业生产有着重要意义。为此编写了这套农业气象灾害综合分析软件,简称 LRH。应用此软件,可迅速揭示影响当地农业生产的主要气象灾害类型及发生频率,对指导农业生产,预测产量具有应用价值。此软件也可应用于病虫害预测,气象灾害试验研究中。

1 软件的组成及功能

LRH 软件用普及面很广的 BASIC 语言编写,在长城系列微机上调试通过(用王码汉字系统在 AST 系列微机上也调试通过)。软件由 20 个可执行文件和 30 个数据文件组成。建库后运行程序可绘制多年产量波动图,对原始产量分段处理并形成气象产量数据文件,绘制产量回归趋势图,输出各种气象因素对气象产量影响的时间,分布多元回归方程式,方程显著水平,各时段气象因素每单位值变化对气象产量影响的平均作用值,初步判断各气象因素的作用显著区间(以下称显著因子),绘制作用时间分布图,根据初步筛选出的各气象因素显著因子,进一步在 5% 显著水平下筛选回归运算,揭示出主要气象限制因子;根据各气象限制因子对历史气象,产量数据资料进行综合分析,输出重灾、平欠、平、平丰、丰五种历史年景的气象特点,气象灾害的发生类型及频率,从而揭示出丰、平、欠规律。

LRH 软件主要可执行文件有:(1)QX. BAS 为 LRH 主程序;(2)QXO. BAS 为实际产量数据处理程序;(3)QX2. BAS 为输入正交多项式表数据程序;(4)QX3. BAS 为输入气象因素数据程序;(5)QX4. BAS 为建立二级数据文件程序;(6)QX5. BAS 为建立各气象因素作用时间分布多元回归方程,初步筛选确定显著因子并绘图程序;(7)QX6. BAS 为制造三、四级数据文件程序;(8)QX7. BAS 为确定主要气象限制因子,建立产量预测模型程序;(9)QX1. BAS 为年景综合分析,揭示主要气象灾害的发生类型及频率程序。

2 软件的数学分析方法

2.1 原始数据的转换

2.1.1 气象产量的计算方法:实际产量数据是社会生产水平和气象因素共同作用的结果,

仅由气象因素的变化而形成的产量分量叫气象产量。正确的分离出气象产量是确保分析结果正确的首要条件,但由于各种因素的影响,实际产量波动线很难用同一直线或曲线方程来表示,LRH软件采用了分阶段直线回归分析方法,比较接近的表示了气象因素对产量的影响,计算公式为:

$$Y_i(\text{趋势产量}) = A_i + B_i \times X_i$$

$$Y_i(\text{气象产量}) = Y_i(\text{实际产量}) - Y_i(\text{趋势产量})$$

i 为阶段, X_i 为 i 阶段内年份。

2.1.2 降水分布状况的计算方法[1]:降水分布状况是影响作物产量的重要因素之一,LRH软件中降水分布状况用降水相对变率(又称相对距平)表示,此值愈大,则阶段性干旱或内涝愈严重,计算公式为:

$$D_i = \frac{|X_i - \bar{X}_i|}{\bar{X}_i} \times 100\%$$

D_i 为 i 时段降水相对变率, X_i 为 i 时段实际降水量, \bar{X}_i 为 i 时段多年平均降水量。不同年份降水相对变率由 QX10. BAS 程序根据降水量计算形成后并入数据文件。

2.1.3 各气象因素显著因子值的计算方法[1]:气象因素变化的时间序列中某一区间的变化往往对气象产量影响较大,这一区间(即显著因子)的值称显著因子值,各气象因素显著因子值的计算方法为:

$$\text{温度: } \bar{T} = 1/N \times \sum_1^N T_i$$

\bar{T} 为区间平均气温, N 为区间内时段数, T_i 为区间内各时段平均气温。

$$\text{降水: } M = \sum_1^N M_i$$

M 为区间内降水总量, N 为区间内时段数, M_i 为各时段降水量。

$$\text{降水分布: } \bar{D} = 1/N \sum_1^N D_i$$

\bar{D} 为区间内各时段降水平均相对变率, N 为时段数, D_i 为每时段降水相对变率。

$$\text{日照: } Z = \sum_1^N Z_i$$

Z 为区间内日照总时数, Z_i 为区间内每时段日照时数。

2.2 各气象因素对气象产量时间分布作用的数学分析方法

根据正交多项式时间函数分析基本原理,首先把作物生长发育过程划分为若干时段,各时段气象因素每单位值变化对气象产量的平均作用值可由正交多项式的前几项计算得到[2],计算公式为:

$$a = a_0 \xi_0 + a_1 \xi_1 + a_2 \xi_2 + a_3 \xi_3 + \dots$$

a 为各时段气象因素每单位值变化对气象产量影响的平均作用值, a_i 为偏回归系数, ξ_i 为正交多项式简化求解过程中自变量的 i 次多项式变换值(由表中查得)。LRH软件取正交多项式的前4项,计算 a_0 至 a_4 五个偏回归系数,软件中建立了8~30时段的22个数据文件。具体计算公式是:

$$P'_{ij} = \sum_1^N Q_i \xi_i$$

P'_{ij} 为 j 年 i 次气象因素分配系数值, Q_i 为 i 年各时段气象因素值,进一步计算出各年分配系数的距平值,公式为:

$$F_{ji} = P'_{ji} - \bar{P}'_i$$

增产参考临界值:

$$\text{对正效应因子: } P_i' = \bar{P}_i + SP_i \times 0.5$$

$$\text{对负效应因子: } P_i = \bar{P}_i - SP_i \times 0.5$$

P_i 为参考临界值, \bar{P}_i 为气象限制因子平均值, SP_i 为限制因子标准差。气象限制因子发生不利的检索标准为:

$$\text{对正效应因子: } T_i \leq \bar{P}_i - SP_i \times 0.5$$

$$\text{对负效应因子: } T_i \geq \bar{P}_i + SP_i \times 0.5$$

T_i 为各年份气象限制因子值。LRH 软件可对一种气象限制因子发生不利, 两种发生不利, 三种发生不利, 四种发生不利分别自动检索并计算其发生频率。

3 数据文件的建立和程序运行

LRH 软件主数据文件附在主程序 QX. BAS 后, 由 DATA 语句建立, 以年份为序号输入气象因素数据, 气象产量数据等。部份数据由程序制造形成后并入数据文件, 实际产量数据放在程序 QX0. BAS 内, 建库后须先运行 QX10. BAS 程序制成降水相对变率数据文件并入主数据文件, 再运行一次建立各气象因素各时段标准差数据文件, 以便调用。软件运行首先调入 QX0. BAS 选择计算作物后, 绘出多年产量波动图, 计算并输出趋势产量阶段划分临界参考点, 可参考此图和临界参考点进行趋势产量阶段划分, 进一步计算各阶段趋势产量方程, 绘出各阶段趋势产量线段, 制成气象产量数据文件, 完成后调入 QX2. BAS 输入常用数据或字符, 然后向 1 级数据文件输入正交多项式表数据。调入 QX4. BAS 读入 1 级数据文件数据, 制成 2 级数据文件, 调入 QX5. BAS 计算时间分布作用的五元回归方程, 各时段气象因素每单位变化的平均作用值, 显著因子区间, 并绘制作用时间分布图, 标志显著因子区间。各气象因素全部计算完成后, 根据计算结果调入 QX6. BAS 程序, 输入各因素显著因子值, 建立 3 级数据文件, 调入 QX7. BAS 在 5% 或 1% 显著水平下, 进行逐步回归运算, 揭示出主要气象限制因子, 回归预测模型, 再调入 QX6. BAS, 根据气象限制因子值制成 4 级数据文件, 调入 QX1. BAS 合并数据文件进行年景综合分析, 输出各气象限制因子的平均值, 减、增产临界值, 重灾、平欠、平、平丰、丰五类型年景的年份。气象产量、气象限制因子平均值、距平值等; 气象灾害检索分析中可分别计算输出一种、两种、三种、四种气象限制因子发生不利的各类型及发生频率。减产年数, 判断输出气象灾害类型及总的发生频率, 通过以上分析可比较清楚的揭示出丰、平、欠规律。

LRH 软件运行过程中, 各程序调用, 运行, 文件的建立一般都自动进行并加有详细的提示, 操作简单, 易于掌握, LRH 输出有三种方式: 屏幕、打印和文件, 屏幕可与打印或文件同步输出, 以便观察。

4 一年分析实例

以永吉县 1969~1992 年玉米产量为例, 主要输出内容(全部内容较多, 略):

主要气象限制因子是:

X_1 5月10日~6月20日平均气温

X_2 9月1日~9月30日平均气温

X_3 6月20日~8月20日降水平均相对变率

X_4 7月1日~9月10日降水量

产量预测模型为:

$$Y = -3198.4 + 86.05 \times X_1 + 169.68 \times X_2 - 5.49 \times X_3 - 1.25 \times X_4$$

复相关系数: $R = 0.7629^{**}$

年景综合分析输出结果:

重灾年发生4年,频率为16.7%,平欠年发生4年,频率为16.7%,重灾年、平欠年的 X_1 分别比历年平均低1.12℃和0.18℃; X_2 分别比历年低0.67℃和0.34℃; X_3 分别比历年平均提高16.9%和14.28%; X_4 分别比历年平均增加96毫米和50毫米。 X_1 的减、增产临界值分别为16.66℃和17.82℃, X_2 的减、增产临界值分别为14.14℃和15.00℃, X_3 的减、增产临界值分别为73%和51%, X_4 的减、增产临界值分别为385毫米和282毫米,气象限制因子发生不利的类型及频率的统计见右表。

由表中可看出,4项气象限制因子中,任何1项单独发生都不能形成严重气象灾害,只有两项以上相继发生不利才能形成严重气象灾害,以降水分布不均和生育中后期降水量过多造成内涝对永吉县玉米产量危害最为严重,其次是低温与降水分布不均或内涝组合发生的危害,玉米气象灾害总的发生频率为25%。

气象因子发生不利的统计 (玉米)

因子数	组合类型	发生不利年数	发生频率(%)	减产年数
一个限制因子发生不利	X_1	0	0	0
	X_2	4	16.7	1
	X_3	3	12.5	0
	X_4	1	4.2	0
两个限制因子发生不利	$X_1 + X_2$	3	12.5	1
	$X_1 + X_3$	0	0	0
	$X_1 + X_4$	0	0	0
	$X_2 + X_3$	1	4.2	1
	$X_2 + X_4$	0	0	0
	$X_3 + X_4$	3	12.5	3
三个限制因子发生不利	$X_1 + X_2 + X_3$	0	0	0
	$X_1 + X_2 + X_4$	1	4.2	1
	$X_2 + X_3 + X_4$	0	0	0
四个限制因子发生不利	$X_1 + X_3 + X_4$	0	0	0
	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4$	1	4.2	1
主要气象灾害类型	$X_3 + X_4$ $X_2 + X_3$ $X_1 + X_2 + X_3$ $X_1 + X_2 + X_3 + X_4$	6	25	6

参 考 文 献

- 1 北农大. 农业气象学. 1980, 8, 59
- 2 丁希泉. 多元回归在农业科学中应用. 吉林省农业厅. 1979
- 3 张巨洪. BASIC语言程序库. 清华大学出版社. 1983, 1, 227
- 4 中国农科院. PC—1500微机程序包. 1986, 8