

文章编号: 1006-4354 (2004) 06-0020-03

陕西省干旱评价和预警系统

景毅刚, 刘安麟, 张树誉, 李星敏, 邓风东, 王 钊, 卓 静

(陕西省农业遥感信息中心, 陕西西安 710015)

中图分类号: S423

文献标识码: B

陕西省地处我国大陆中部, 地势特点南北高中间低, 西部高东部低, 地形复杂多样; 土壤资源丰富, 水平、垂直分布规律明显, 地域差异较大; 大部分地区处于受大陆性季风气候控制的干旱半干旱区, 四季分明, 冷暖干湿特征显著, 降雨量年季、地域分布不均。干旱是陕西省最普遍、最主要的气象灾害之一。为了对陕西省发生的干旱能客观评价和对未来干旱发展趋势预警, 开发了陕西省干旱评价和预警系统, 现已投入业务应用。

陕西省干旱评价和预警系统(简称系统)是采用 Visual Basic 6.0 编程设计开发业务平台, 可脱离 VB 6.0 软件环境, 系统安装后在 Windows 98/2000/xp 操作环境下运行。

1 系统设计开发思路

以评价和预警农业干旱为主, 结合相应气象水文资料、农作物发育期、50 cm 深土壤相对含水量、土壤物理参数即土壤田间持水量、土壤容重、萎蔫系数和不同农作物在不同发育阶段需水分析。干旱指标有: 气温、降水指标; 农田缺水率指标及农田水分供需比指标等。

1.1 气温、降水干旱指标 RT ^[1]

$RT = k_1 \Delta T / \delta t / k_2 - \Delta R / \delta r$ 式中 k_1 、 k_2 为系数; ΔT 、 ΔR 分别为气温、降水量距平; δt 、 δr 分别为气温、降水量标准差。李敏志等采用同时考虑降水和气温因素的干旱指标, 指标对气温和降水正态化处理, 是对气温和降水带有权重的干旱指标。 RT 表明, 气温越高, 降水越少, RT 值越

大, 干旱越严重, 反之。 k_1 和 k_2 取值要通过实验来取得, k_1 和 k_2 分别取 -0.9 和 -0.1, 若无降水时, 则忽略降水, k_1 取 0.2。 RT 指标和干旱等级划分类型对应见表 1。

表 1 气温、降水干旱指标划分干旱类型

等级	类型	RT
1	未旱	< 0.1
2	轻旱	$0.1 \sim 0.25$
3	中旱	$0.25 \sim 0.5$
4	重旱	≤ 0.5

1.2 缺水干旱指标 F ^[2]

$F = (ET - M) / ET$ 式中 M 为水分供给量如降雨量; ET 为作物需水量。

为评价陕西各季农业干旱状况, 以缺水率 F 作为农业干旱指标代表作物生育期内的干旱程度, $ET - M$ 为某时段的水分盈亏值, 当 $ET > M$ 时为干旱, 当 $ET < M$ 时为湿润, 评价干旱时考虑到冬季作物需水量小, 且冬季降水量少, 变幅大, 缺水干旱指标和干旱等级划分见表 2。

表 2 缺水干旱指标划分干旱类型

等级	类型	F	
		春、夏、秋	冬
1	未旱	$F \leq 125\%$	$F \leq 150\%$
2	轻旱	$125\% < F \leq 63\%$	$50\% < F \leq 88\%$
3	中旱	$63\% < F \leq 25\%$	$88\% < F \leq 50\%$
4	重旱	$25\% < F$	$50\% < F$

收稿日期: 2004-06-17

作者简介: 景毅刚 (1968-), 男, 陕西乾县人, 学士, 高级工程师, 从事卫星遥感、农业气象开发。

基金项目: 国家科技部预警研究类项目 (2001DIB20095)

1.3 农田水分供需比 $K^{[3]}$

$$K = (R + G + W_1 - W_0 + I - Q) / ((W_2 - W_0) + ET)$$

式中: K —农田水分供需比; R —时段内降水量 (mm); W_1 —时段初作物根系活动层内土壤含水量 (mm); W_2 —时段末作物根系活动层内土壤含水量 (mm); W_0 —作物根系活动层内相应的土壤凋萎含水量 (mm); ET —时段内充分供水条件下作物潜在需水量 (mm); I —时段内灌溉水量 (mm); Q —时段径流量和渗漏量 (mm); G —时段内地下水补给量 (mm)。

K 值反映土壤—植物—大气水分状况, 作为农业干旱评价的综合干旱指标, 当 $K > 1$ 时, 表示农田水分除满足作物水分需求外有盈余, 作物未受干旱影响; 当 $K < 1$ 时, 农田对作物水分供应亏缺, 作物有可能受旱。参数可用历史气象资料、田间实测土壤水分资料求出, 概念明确, 代表性较好, 以土壤为中介质, 针对土壤水分、农作物生长需水、大气降水和灌溉等相互间水分输送转换供需关系, 可方便地用于旱情测报系统。实际计算中, 若无灌溉、没有局地强阵性降雨和地下水位很低时, I 、 Q 、 G 为零, 农田水分供需比可简化为:

$$K = (P + W_1 - W_0) / ((W_2 - W_0) + ET)$$

1.4 干旱发生起始日期 $D_i^{[4]}$

$D_i = D + (\sum R / 20) \beta$ 式中, D_i 为干旱发生起始日期; D 为从分析日期 D_c 起向前逐日搜索至第一个降雨过程降雨量 ≥ 20 mm 且有日降雨量 ≥ 18 mm 最近日期; R 为过程日降雨量; $\sum R$ 为过程雨量之和; β 为系数。从干旱过程开始日 D_i 到监测产品制作日 D_c 的日数 ΔD ($\Delta D = D_c - D_i$) 为干旱发生过程持续日数。

干旱过程发生起始日期和干旱过程持续时间推测时, 考虑到农业生产上过程降水量 ≥ 20 mm 可达透墒, 此前即使有干旱也可以缓解或解除, 并考虑降水作用的延续性, 对历史干旱过程分析试验, 模式中的系数 β 值: 陕北为 6; 关中、陕南为 8。

2 系统结构框架

系统结构主要由基础数据获取、干旱程度评价、预警、干旱起始日期和持续日数推算和干旱

分析报告形成、输出等 6 大模块组成。

通过获取基础数据、分析干旱的前期主要因子和未来气象要素变化, 经过干旱指标判识、地面土壤墒情监测、气象条件分析等方法, 评价当前的干旱程度、干旱起始日期、干旱持续时间, 预测未来干旱发生的时间、范围和强度。

3 系统功能

3.1 基础数据获取

系统获取的基础资料有基本气象要素资料 (全省 97 个气象站的地面观测的日降雨量、日蒸发量、日日照时数、日平均风速、日平均相对湿度、日平均水汽压和日平均地面温度等); 农作物发育期观测和土壤湿度地面观测资料 (21 个地面观测点) 以及农作物产量资料 (省、市所有农作物产量要素)。气象要素数据通过对日雨量报、地面天气报的解译和省气象资料档案中获取; 农作物发育期和土壤湿度资料通过解译旬月报和地面农作物发育期观测报表中获取; 农作物产量资料来源于陕西省统计年鉴。

3.2 基础数据的查询、修改和追加

数据修改是通过打开数据库, 修正有错误的数据库; 数据追加可通过系统自动追加数据记录或打开相应的数据库追加数据记录; 数据查询方式, 一是打开相应数据库, 查询数据记录; 二是绘制某站点任一要素的时间变化曲线图, 查询该要素在时间上的演变; 三是绘制全省 97 个站点某一要素某一天在不同地理信息背景图上分布, 分析该要素数据地域分布变化状况。

3.3 干旱评价

3.3.1 干旱起始日期和持续时间推测 干旱发生的起始日期和干旱持续时间是干旱评价重要方面, 模块从干旱分析日起向前推测本次干旱发生的起始日期, 干旱持续的时间则为从干旱发生起始日至干旱分析日之间的已经延续日数。以 2002 年延安为例, 计算结果和实际基本一致。

3.3.2 干旱程度评价 系统建立的三种干旱评价指标对于干旱评价各有其侧重。实际工作中, 时段可以侯为单位, 根据需要选择某一干旱指标对于干旱过程分析评价。以 1998 年为例, 分析榆林 11 月 21 日到 11 月 30 日; 延安 3 月 1 日到 6 月 30

表 3 干旱指标计算结果与实况比较

地区	旱情分析					实际旱情	
	$D_c/(月-日)$	$D/(月-日)$	R/mm	$D_c/(月-日)$	$\Delta D/d$	20 cm 土层湿度/%(观测时间/(月-日))	
延安	09-08	07-04	35.2	07-14	56	70%(07-08)	59%(07-13)
洛川	09-08	06-29	39.1	07-10	52	60%(07-03)	56%(07-08)
宜川	07-28	05-16	28.0	05-25	64	70%(05-23)	51%(05-28)

日、8月11日到8月20日、11月1日到11月30日三个时段；凤翔2月21日到5月10日；城固2月11日到3月31日干旱状况，三个指标的分析结果基本和实际相符。

3.4 干旱预警

3.4.1 预测未来出现某种程度干旱时的日期
预测某种程度干旱的日期是根据当前农作物发育程度、50 cm 土层平均土壤含水量和降雨量预报预测未来发生轻旱、中旱或重旱出现日期，降雨量预报是指从当前至发生轻旱、中旱或重旱时日期期间的降雨量，若出现预测干旱程度发生日期期间的时段和预报未来降雨量时段不一致，预测日期大于降雨量预报时限末的日期时，则降雨量预报时限末的干旱程度小于设定的干旱程度，否则将大于或等于预先设定干旱程度。

3.4.2 预测时段末发生何种程度的干旱
对未来某时段末发生何种程度干旱的预测是在给定某时段降雨量预报值后，结合当前农作物需水状况、50 cm 土层平均土壤含水量，预测时段末土壤相对湿度值。

实际工作中，忽略地表径流量、土壤水分渗漏量和地下水补给量，假定降雨量全部被土壤吸收，增加土壤含水量；作物需水量取同一发育期内的平均作物需水强度^[5]，再分析计算未来时段末的土壤相对湿度，土壤相对湿度大于60%为未

受旱；60%~50%为轻旱；50%~40%为中旱；小于40%为重旱，预警给定时段内农田土壤水分的变化状况和干旱程度演变趋势。

3.5 干旱评价和预警信息产品和输出

对任一站点干旱评价和预警后，系统设置文本框编辑未来主要的天气预报信息和抗旱、生产建议形成干旱分析报告，报告包括站名、当前作物发育期、干旱发生起始日期、干旱持续日数、干旱程度评价、未来天气预报信息、未来干旱发展程度预警和抗旱、生产建议等信息内容，对形成的干旱分析报告可输出。

参考文献：

- [1] 朱炳瑗, 金南, 邓振镛. 西北干旱指标研究的综合评述 [J]. 甘肃气象, 1999, 16 (1): 35-37.
- [2] 张宏平, 陈建文. 陕西省干旱灾害的农业风险评估 [J]. 灾害学, 1998, 13 (4).
- [3] 王密侠, 马成军, 蔡焕杰, 等. 农业干旱指标研究与进展 [J]. 干旱地区农业研究, 1998, 16 (3).
- [4] 程炳岩. 河南干旱指标的客观性研究 [J]. 河南气象, 2001, 12 (1).
- [5] 钟兆站, 赵聚宝, 郁小川, 等. 中国北方主要旱地作物需水量的计算与分析 [J]. 中国农业气象, 2000, 21 (2).