

K 干旱指数在甘肃省干旱监测业务中的应用

王劲松¹, 任余龙¹, 宋秀玲²

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730020; 2. 兰州中心气象台, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 利用 K 干旱指数及其干旱监测预测业务系统, 着重介绍了 K 干旱指数在甘肃省干旱监测业务中的应用。从 K 干旱指数的定义、等级、标准、应用及其监测结果与实际干旱状况的比较方面进行了分析。结果表明, 与实际的旱情比较, K 干旱指数在甘肃省 2008 年春季、5 月、6 月、伏期 (7~8 月) 以及秋季前期 9 月的干旱监测中有较好的监测效果。

关键词: K 干旱指数; 甘肃省; 监测业务; 对比分析

中图分类号: S161.4 **文献标识码:** A

引言

干旱是西北地区最基本的气候特点, 旱灾是最主要的自然灾害, 其影响范围和程度在各种自然灾害中占居首要地位。干旱严重制约着西北地区社会和经济的发展, 对干旱的有效监测, 尽可能地减少干旱灾害所带来的损失, 对西北地区具有十分现实的意义。

要对干旱进行较为准确的估计, 需要建立一个反映干旱程度的标准——干旱指标。干旱指标的建立还可为干旱监测提供有力的依据, 也是研究干旱气候的基础。如果干旱指标制定得客观、合理, 对干旱过程就反映得准确, 否则, 对干旱进行评估时, 一是有可能遗漏一些干旱过程, 二是有可能会增加一些并非干旱的过程。因此为了实现对西北地区干旱的有效监测和评估, 必须定义适用的干旱指数, 从而制定相关的干旱指标。

在前人对西北地区干旱指数研究的基础上^[1-4], 近期, 科研工作者又对西北地区的干旱指数进行了进一步的研究^[5-8]。本文利用近期研制出的适用于西北地区气候特点的 K 干旱指数, 并通过建立一个易于操作的自动化系统, 来检测 K 干旱指数的定量化指标在实际的干旱监测中的应用效果。

考虑到西北地区, 目前只有甘肃省的常规资料

和实际旱情资料能够容易、及时和有效地获取, 因此在资料条件的限制下, 仅针对 K 干旱指数在甘肃省 2008 年干旱监测业务中的应用和检验进行分析。

1 K 干旱指数

K 干旱指数的详细描述和指标的确定可参见文献^[6-8], 下面仅给出简要的介绍。

$$K_{i,j} = R'_{i,j} / E'_{i,j} \quad (1)$$

式中 $K_{i,j}$ 为某一时段的 K 干旱指数; $R'_{i,j}$ 为该时段降水的相对变率, $R'_{i,j} = R_{i,j} / R_{p,i}$, 其中 $R_{i,j}$ 为该时段的降水量, $R_{p,i}$ 为该时段降水量的平均值 (1971~2000); $E'_{i,j}$ 为该时段蒸发的相对变率, $E'_{i,j} = E_{i,j} / E_{p,i}$, 其中 $E_{i,j}$ 为该时段的蒸发量, $E_{p,i}$ 为该时段的蒸发量的平均值 (1971~2000)。 $i = 1, 2, 3, \dots, n$, 为年数, $j = 1, 2, 3, \dots, m$, 为站点数。这样相当于对指数进行了标准化, 消除了由于各地降水、蒸发量级不同而产生的影响, 使得干旱标准便于统一。当降水相对变率越小, 蒸发相对变率越大时, $K_{i,j}$ 值越小, 干旱越严重; 当降水相对变率越大蒸发相对变率越小时, $K_{i,j}$ 值越大, 干旱就不明显。

干旱指标和等级见表 1。

收稿日期: 2008 - 11 - 25; 改回日期: 2008 - 12 - 10

基金项目: 甘肃省气象局项目“甘肃省 K 干旱指数业务化应用”(M₂₀₀₈-02)和甘肃省气象局“十人计划”共同资助

作者简介: 王劲松 (1968 -), 女, 贵州省凯里人, 博士, 副研究员, 主要从事干旱区气候变化研究。E-mail: wjsgs@hotmail.com

表 1 K干旱指数标准及其等级

Tab 1 The criterion and grades of K drought index

指标值	等级
$K \geq 0.5$	重旱
$0.5 < K < 1.0$	中旱
$1.0 < K < 1.5$	轻旱
$1.5 < K < 2.0$	适宜
$K > 2.0$	湿润

2 业务化流程

业务化系统中用甘肃省 1971~2008年 16站的月降水、蒸发资料。对于资料的存储,系统中分为历史资料库和实时资料库。每月的月初,为及时计算出上月的干旱指数,该系统从全省 A 文件中获取所需的资料存入数据库。在业务化系统中,还包含了对 K 指数预测的部分,以及西北地区和全国的干旱监测、预测部分,但由于量化预测方法和实时资料的限制,这方面的功能还没有使用,这里仅介绍 K 指数在干旱监测中的这一个部分。

业务化系统采用 Visual Basic 6.0 编程语言开发,可对任一指定时段的 K 指数进行计算。例如,可计算出各站的月和关键时段的 K 干旱指数供分析使用。利用 suffer 的绘图功能,绘制所选时段的甘肃省 K 干旱指数分布图,提供干旱监测产品。系统由 4 个模块组成(图 1)。

(1)资料处理模块:该模块的设计与实际业务相结合,实现从 A 文件,历史数据库及自动站资料读取计算所需的降水量及蒸发资料,并将其转换为特定的资料格式,为计算干旱指数准备数据;

(2)K 干旱指数计算模块:该模块根据 K 指数的计算公式,实现计算任意指定时段的 K 干旱指数的功能,同时该模块也为计算其它干旱指数预留了接口;

(3)监测产品发布模块:该模块利用面向对象编程技术和 suffer 绘图软件的功能,实现了将指定区域和时段的 K 干旱指数自动绘制为多种格式的图片产品,为进一步的预测服务打下基础;

(4)对比分析模块:该模块实现干旱监测指数

分别与同期干旱分布的对比功能,以检验 K 干旱指数的效果。

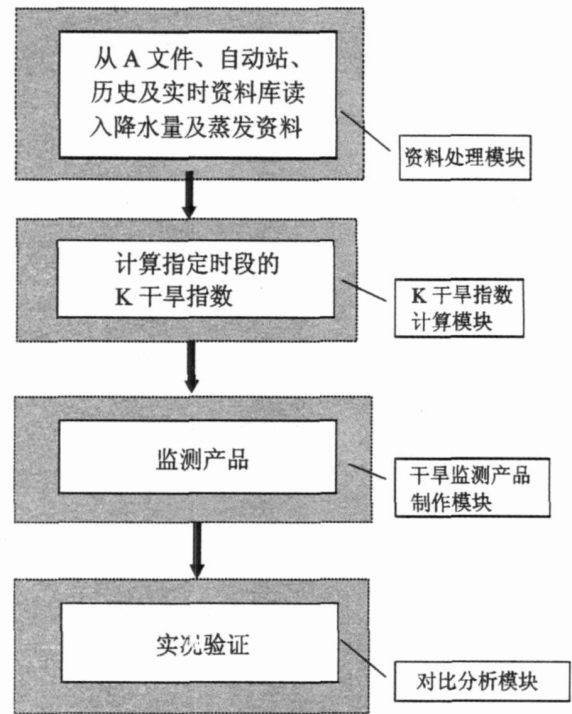


图 1 业务系统中计算 K 指数的流程

Fig 1 The calculating process of K drought index in operation system

3 监测结果与实况对比分析

通过业务化系统计算甘肃省春季(3~5月)、5月、6月、伏期(7~8月)、秋季前期 9 月的 K 干旱指数,对干旱进行监测。每月在甘肃省的短期气候预测会商会上提供干旱监测结果,从监测结果和实况的比较来看,效果比较理想,现分别进行对比分析。

3.1 春季

图 2 为甘肃省春季(3~5月) K 干旱指数对干旱监测的结果,可以看到,河西中西部和天水、陇东为重旱,其余为中旱,个别地方为轻旱。

收集到的有关春季干旱的情况是:3月下旬~5月下旬河东大部地方出现干旱,其中陇中部分地方、陇东大部 and 陇南大部达重旱;4月以来,河西自西向东出现了不同程度的春旱或春末初夏干旱,干旱程度和因干旱造成的受灾面积接近 2001 年,降水为 2002 年以来同期最少。河西地区山旱地受灾严重,部分牧场草地枯黄或无草,部分灌水区因河流来

* 兰州区域气候中心. 甘肃省气候影响评价,甘肃省气候变化专题分析. 2008年 5月,6月,7月,8月,9月.

水量少不能及时适量灌溉。

3月下旬以来,河东大部地方降水偏少 2~9 成,气温普遍偏高 1.0~2.0,4月中旬旱象露头,其后未出现有效降水,旱情不断发展,5月中旬,河东出现大范围土壤干旱,庆阳市干土层厚度达 20 cm 以上,旱情较严重;其次是平凉市和定西市,至 5 月底,河东大部地方 0~50 cm 土壤相对湿度在 60% 以下,其中陇东大部及陇西、张家川、文县在 40% 以下,达重旱,河东大范围中一重旱持续,部分地方仍有 3~7 cm 干土层,庆阳市干土层厚度达 10~38 cm,旱情尤为突出,庆阳市山台地和川台地麦田植株矮小,穗小粒少,长势较差;庆城县 4~5 月,降水量为 20.6 mm,较历年同期偏少 7 成,5 月 28 日土壤湿度百分率在 29%~37% 之间,干土层 30 cm,为重旱。宁县 4 月气温偏高,降水偏少,旱象露头;5 月末土壤干土层达 26 cm,干旱严重。干旱影响冬麦灌浆、春播作物的生长发育、春麦拔节抽穗以及大秋作物苗期生长。

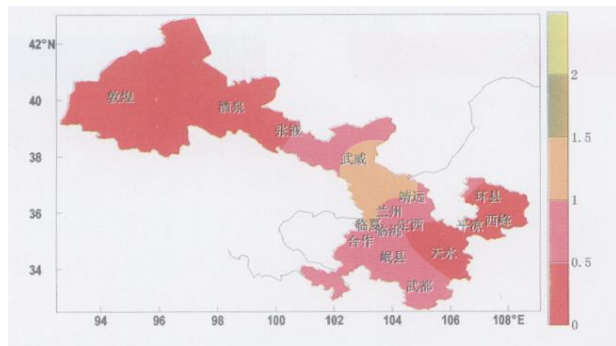


图 2 2008 年甘肃春季 (3~5 月) K 指数干旱监测图

Fig 2 The drought monitor indicated by K index from March to May in 2008 in Gansu Province

3.2 5 月

图 3 为 5 月的干旱监测结果,图中显示,除了陇中的部分地方为中旱外,甘肃省其余地区为重旱。

3.3 6 月

K 指数对甘肃省 6 月的干旱监测情况见图 4。K 干旱指数显示河西、陇中北部和陇东北部为重旱;兰州、定西和陇东南部为中旱;临夏、甘岷山区为轻旱;陇南南部无旱。

收集到的有关 6 月干旱的情况是*: 6 月河西、陇中北部、陇东北部降水偏少或特少,特别是酒泉市

3月下旬以来降水不足 10 mm,气温持续偏高。河东旱作农业区 6 月 0~50 cm 平均土壤相对湿度普遍在 60% 以下,有不同程度旱象;永登、安定、环县等地在 40% 以下,旱情严重。河西山旱地、陇中北部及庆阳市西北部旱情较重。截止 6 月下旬,全省因干旱有 34.34 万人受灾,全省农作物受灾面积为 21.79 万 hm²,成灾面积 11.63 万 hm²,绝收面积 1.12 万 hm²,死亡大牲畜 3561 头(只),直接经济损失 3.61 亿元,其中农业经济损失 1.57 亿元。

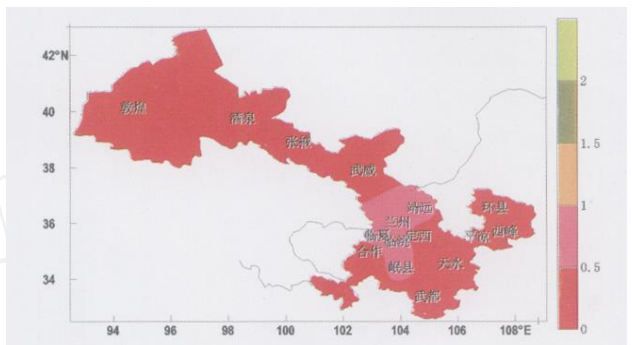


图 3 2008 年甘肃 5 月 K 指数干旱监测图

Fig. 3 The drought monitor indicated by K index in May of 2008 in Gansu Province

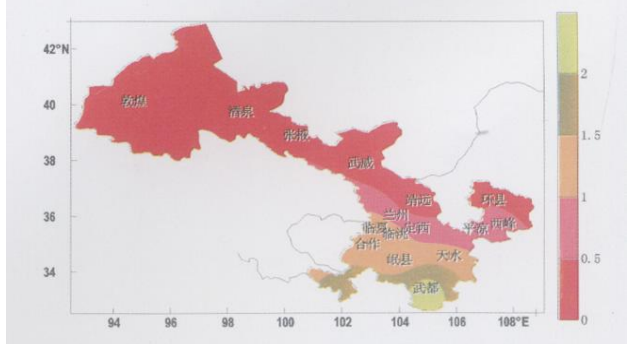


图 4 2008 年甘肃 6 月 K 指数干旱监测图

Fig. 4 The drought monitor indicated by K index in June 2008 in Gansu Province

3.4 伏期

图 5 为甘肃省伏期 (7~8 月) K 指数的干旱监测结果。河西西部、武威和庆阳北部为重旱,临夏、甘南为轻旱,其余以中旱为主。

收集到的有关 7~8 月干旱的情况是*: 7 月全省因干旱有 80.8 万人受灾,17.3 万人饮水困难,农作物受灾面积 21.9 万 hm²,成灾面积 16.9 万 hm²,

* 兰州区域气候中心. 甘肃省气候影响评价,甘肃省气候变化专题分析. 2008 年 5 月,6 月,7 月,8 月,9 月.

直接经济损失 5.87 亿元,农业经济损失 5.16 亿元。河东旱作农业区 7 月 0~50 cm 平均土壤相对湿度:陇中和庆阳市大部、天水市部分地方及肃州、凉州、古浪、文县等地在 60% 以下,陇中北部部分地方、安定、镇原等地在 40% 以下,旱情严重,影响春麦灌浆及大秋作物的生长,不利于复种作物播种出苗。

7 月中旬~8 月中旬,河西部分地方、陇东和陇南 2 地的个别地方出现伏旱,河西部分地方出现在 7 月上旬~8 月下旬,各旬降水量较常年偏少 5~9 成,河流来水量偏枯,水库蓄水及灌溉水不足,伏旱明显。7 月底以来,几场“及时雨”在一定程度上缓解了河西地区的旱情。但 8 月 19~20 日的大范围降雨并未在瓜州、敦煌、凉州区等地出现有效降水,致使这些地区仍持续干旱。

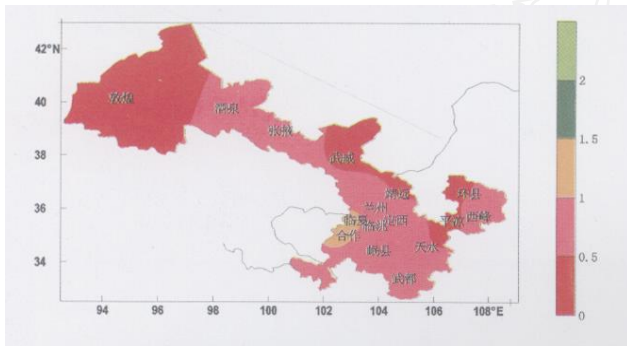


图 5 2008 年甘肃伏期(7~8 月) K 指数干旱监测图

Fig 5 The drought monitor indicated by K index from July to August in 2008 in Gansu Province

3.4 9 月

图 6 为甘肃省 9 月 K 指数的干旱监测结果。甘肃省大部分地方无干旱,仅河西西部和武都为中旱,武威、陇中南部、天水 and 西峰为轻旱。

由于前期伏期干旱的持续影响,9 月的前 2 旬,甘肃省仍然维持干旱的状况。但 9 月下旬开始,除河西西部及甘南高原东南部个别地方外,省内其余地方均出现连阴雨天气,各地的降水日数为 5~7 d。9 月下旬的降水量与常年同期相比,只有河西西北部个别地方和甘南州的个别地方降水较常年同期偏少 6~9 成;省内其余各地的降水比常年同期偏多,其中河西偏多 1~20 倍,河东偏多 1~10 倍,兰州偏多 4.2 倍,降水偏多中心在张掖地区,偏多 20.5 倍。连阴雨使土壤水分增加,使部分地方旱情得到缓

解。但个别地方仍然维持明显的旱象,如敦煌和武都,这是由于前期(伏期和 9 月前 2 旬)的持续干旱影响,而且在 9 月下旬 2 站仍然没有有效降水。

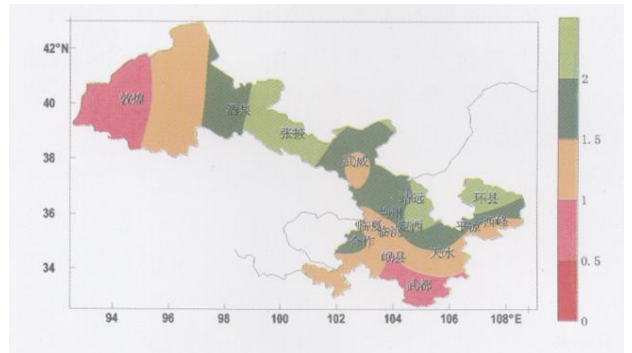


图 6 2008 年甘肃 9 月 K 指数干旱监测图

Fig 6 The drought monitor indicated by K index in September of 2008 in Gansu Province

4 结论与讨论

基于 K 干旱指数的定义和计算方法,开发了干旱监测预测业务化系统。通过近 1 a 来 K 干旱指数在甘肃省的干旱监测中的应用,经与实况对比分析,K 干旱指数在甘肃省 2008 年春季、5 月、6 月、伏期(7~8 月)以及秋季前期 9 月的干旱监测中,均有较好的效果。因此可以初步认为 K 干旱指数在业务中有一定的指导意义和应用前景,但这也仍然需要进一步的监测应用和与实况的对比来验证。

较之其它常用的干旱指数(如 Palmer 干旱指数、标准降水指数、降水 Z 指数、以及干燥度等),K 干旱指数有其优势所在。例如 Palmer 干旱指数,它综合考虑了前期降水、水分供给和需求、实际蒸散量、潜在蒸散量等要素,计算复杂,并且还需要计算土壤水分平衡各分量及土壤上下 2 层间水分的交换,由于与土壤水分有关的数据目前还存在比较大的误差,因此不利于在实际业务中使用。标准降水指数(SPI),具有稳定的计算特性,消除了降水的时空分布差异;降水 Z 指数,是对降水量进行标准正态化处理,用降水累积频率分布来划分干旱等级,也消除了降水的时空分布差异。但由于 SPI Z 仅考虑了单一的降水量对干旱的影响,因此仍然有一定的局限性。干燥度 $K = E/P$ (K 为干燥度, E 为多年平均水面蒸发量, P 为多年平均降水量), $K < 1$ 时为湿

* 兰州区域气候中心. 甘肃省气候影响评价,甘肃省气候变化专题分析. 2008 年 5 月,6 月,7 月,8 月,9 月.

润区, $1 < K < 1.5$ 时为半湿润区, $1.5 < K < 2.0$ 时为半干旱区, $K > 2.0$ 时为干旱区。这是一种气候意义上的划分, 这对了解区域的气候类型很有帮助, 但是对于降水量差异大的地方, 干旱监测就有一定的局限性。因此, K干旱指数在干旱监测中有较好的效果, 主要有以下原因: 一方面, K干旱指数的设计, 紧紧抓住了干旱的主要原因, 即同时考虑了降水和蒸发的影响, 物理意义明确, 且指数计算过程中由于所含的变量少, 由变量所带来的计算误差也就相应减小; 另一方面, K干旱指数是降水的相对变率与蒸发的相对变率的比值, 这样相当于对干旱指数进行了标准化, 消除了量纲不同的影响, 使得干旱标准便于统一。

在干旱监测预测业务化系统中, 已经设计包含了对 K指数预测的部分, 以及对西北地区和全国的干旱监测、预测的部分, 但在该文中没有介绍这些相关的内容, 这是下一步需要继续开展的工作。

参考文献:

- [1] 朱炳瑗, 谢金南, 邓振镛. 西北干旱指标研究的综合评述 [J]. 甘肃气象, 1998, 16(1): 35 - 37.
- [2] 张存杰, 王宝灵, 刘德祥. 西北地区旱涝指标的研究 [J]. 高原气象, 1998, 17(4): 381 - 389.
- [3] 杨金虎, 杨启国, 姚玉璧, 等. 中国西北夏季干旱指数研究 [J]. 资源科学, 2006, 28(3): 17 - 22.
- [4] 郭铤, 管晓丹. 植被状况指数的改进及在西北干旱监测中的应用 [J]. 地球科学进展, 2007, 22(11): 1160 - 1168.
- [5] 王劲松, 郭江勇, 周跃武, 等. 干旱指标研究的进展与展望 [J]. 干旱区地理, 2007, 30(1): 60 - 65.
- [6] 王劲松, 郭江勇, 倾继祖. 一种 K干旱指数在西北地区春旱分析中的应用 [J]. 自然资源学报, 2007, 22(5): 709 - 717.
- [7] 吴爱敏, 郭江勇, 王劲松. 中国西北地区伏期干旱指数及干旱分析 [J]. 干旱区研究, 2007, 24(2): 227 - 233.
- [8] 张天峰, 王劲松, 郭江勇. 西北地区秋季干旱指数的变化特征 [J]. 干旱区研究, 2007, 24(1): 87 - 92.

Application of K Index for Drought Monitor Operation in Gansu Province

WANG Jinsong¹, REN Yulong¹, SONG Xiuling²

(1. Institute of Arid Meteorology, CMA, Key Open Laboratory of Arid Climatic Change and Disaster Reduction of CMA, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Lanzhou 730020, China;
2. Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou 730020, China)

Abstract: The application of K drought index for drought monitor operation in Gansu was introduced in this paper, and the mainly analysis was as follows: the definition, grades, criterion, application of K drought index, and the comparison between monitor results of K drought index and actual drought situation. Results indicate that there is a good effect in drought monitor with K index compared to actual drought situation in spring, May, June, July to August, and September in 2008 in Gansu province.

Key words: K drought index; Gansu province; monitor operation; comparison