

林纾, 张东方, 王永光, 等. MOS 方法在西北地区东部春季干旱预警中的应用与检验[J]. 气象, 2010, 36(5): 98-101.

MOS 方法在西北地区东部春季 干旱预警中的应用与检验^{* 1}

林 纾¹ 张东方¹ 王永光² 郭俊琴¹ 成青燕¹

1 西北区域气候中心, 兰州 730020

2 国家气候中心, 北京 100081

提 要: 应用西北地区东部 40 个气象站 1982—2005 年 3—5 月逐月气象干旱综合指数(C_i 指数)以及同期国家气候中心动力延伸预报 1~30 天的 500 hPa 平均高度场, 利用 MOS 方法在数值预报产品释用方面作了应用及检验。结果表明: 预报方程预测 C_i 指数的平均预测准确率仅为 66%, 但经过订正后, 按 40 个站的序列分析, 春季平均预测准确率上升为 77%, 平均准确率提高 11%, 3 月幅度最大提高 15%, 5 月幅度最小提高了 8%, 尤其是最小值提高的幅度最大, 平均提高 25%。

关键词: 预警方法, 西北地区东部, 春季干旱, MOS 方法, 应用与检验

Application and Test of the MOS Method to Spring Drought in the East Region of Northwest China

LIN Shu¹ ZHANG Dongfang¹ WANG Yongguang² GUO Junqin¹ CHENG Qingyan¹

1 Northwest Regional Climate Center, Lanzhou 730020

2 National Climate Center, Beijing 100081

Abstract: With the data of monthly meteorological drought integrated index (C_i) of 40 meteorological stations in the east region of Northwest China from March to May in 1982—2005 and the 500 hPa monthly mean geopotential height field in the corresponding period from the dynamical extended prediction provided by the National Climate Center, the application and test have been done by the MOS method in the aspect of explanation and reanalysis of numerical forecasting products. The result showed that the average accuracy to C_i predicted by the original equation was only 66% in spring, but the corrected average accuracy reached 77%, and increased by 11% according to sequence analysis of 40 stations, with a maximum rise of 15% in March, and a minimum rise of 8% in May. Particularly, the increment of the minimum value was the greatest with a 25% increment in average.

Key words: warning method, east region of Northwest China, spring drought, MOS method, application and test

引 言

西北地区东部是典型的干旱、半干旱地区, 除甘肃河西地区是灌溉农业外, 其他地方基本为雨养农业区, 自然降水的多寡决定着作物的产量。西北地

区东部主要种植冬小麦、春小麦、玉米和油菜等作物, 在春季从春耕春播、冬麦返青起身到后期的生长, 都离不开自然降水, 春季降水约占年降水的 20% 左右。春季西北地区东部基本处于西风带影响区, 每年由于西风带的强弱而造成降水的时空分布十分不均匀, 常会出现不同程度的春旱。西北地区

* 国家自然科学基金项目《中国西部秋季降水机制研究》(40675066)资助

2008 年 11 月 2 日收稿; 2009 年 10 月 11 日收修定稿

第一作者: 林纾, 主要从事短期气候预测及其相关领域的研究. Email: treewest@163.com

发生早春旱和春旱的频率甚高,林纾等曾指出^[1],46 年的统计资料中仅 5 年无早春旱、12 年无春旱,其他年份春季均有程度不同的早春旱或春旱。当干旱发生时,严重影响到作物的产量,所以如果能在干旱发生前或干旱持续时做到准确的预警,就可以提早采取相应的措施以减少干旱带来的损失。目前干旱监测基本能应用多种手段作出较准确的判断,而干旱预警始终是一个技术难点。干旱预警应用最多的仍是从降水趋势预测的角度来进行^[2-5,19-20],其实在日常业务中应用干旱指数作监测、预警、预测所包含的信息更多,如降水、气温或蒸发量等^[6-10],可能预警效果也更好。随着气候模式的发展和数值预报产品释用在短期气候预测领域的应用,直接利用数值预报产品释用方法,把干旱指数作为预报对象来作干旱预警,这有望使干旱预警技术和水平得到较大的提高。从 20 世纪 80 年代以来,短期预报已经在数值预报产品释用方面做了大量的工作^[11-17],在业务上也取得了一定的效果。本文针对气象干旱综合指数(简称 C_i 指数,下同)利用 MOS 方法从气候预测的角度在数值预报产品释用方面作了应用与检验,并得到令人欣喜的结果,可为干旱的短期气候预测与预警提供一种新的思路与方法。

表 1 综合干旱指数 C_i 的干旱等级

Table 1 The drought grades in terms the integrated drought index

等级	类型	C_i 值	干旱对生态环境影响程度
1	无旱	$-0.6 < C_i$	降水正常或较常年偏多,地表湿润,无旱象。
2	轻旱	$-1.2 < C_i \leq -0.6$	降水较常年偏少,地表空气干燥,土壤出现水分不足,对农作物有轻微影响。
3	中旱	$-1.8 < C_i \leq -1.2$	降水持续较常年偏少,土壤表面干燥,土壤出现水分较严重不足,地表植物叶片白天有萎蔫现象,对农作物和生态环境造成一定影响。
4	重旱	$-2.4 < C_i \leq -1.8$	土壤出现水分持续严重不足,土壤出现较厚的干土层,地表植物萎蔫、叶片干枯,果实脱落;对农作物和生态环境造成较严重影响,对工业生产、人畜饮水产生一定影响。
5	特旱	$C_i \leq -2.4$	土壤出现水分长时间持续严重不足,地表植物干枯、死亡;对农作物和生态环境造成严重影响、工业生产、人畜饮水产生较大影响。

C_i 指数主要是用于实时干旱监测、评估,它能较好地反映短时间尺度的农业干旱情况。

1.2 资料来源

本文分析用到的西北地区东部 40 个气象站 1982—2005 年 3—5 月逐月的 C_i 指数以及同期国家气候中心动力延伸预报每月 1 日发布的 1~30 天的 500 hPa 平均高度场资料均来自国家气候中心预测诊断室,500 hPa 高度场范围 $20^\circ \sim 70^\circ \text{N}$ 、 $40^\circ \sim 150^\circ \text{E}$,格距为 $5^\circ \times 5^\circ$ 。建立预报方程用的资料是 1982—2001 年,预报时段是 2002—2005 年,具体站点分布见图 1。

1 资料、原理与方法

1.1 C_i 指数

C_i 指数是以标准化降水指数、相对湿润指数和降水量为基础建立的一种综合指数:

$$C_i = \alpha Z_3 + \gamma M_3 + \beta Z_9 \quad (1)$$

当 $C_i < 0$, 并 $P_{10} \geq E_0$ 时(干旱缓和),则 $C_i = 0.5C_i$; 当 $P_y < 200 \text{ mm}$ (常年干旱气候区,不做干旱监测), $C_i = 0$ 。通常 $E_0 = E_5$, 当 $E_5 < 5 \text{ mm}$ 时,则 $E_0 = 5 \text{ mm}$ 。

$$Z = S \frac{t - (c_2 t + c_1)t + c_0}{[(d_3 t + d_2)t + d_1]t + 1.0} \quad (2)$$

$$M_i = \frac{P - E}{E} \quad (3)$$

式中: Z_3 、 Z_9 为近 30 和 90 天标准化降水指数 SPI ,由式(2)求得; M_3 为近 30 天相对湿度指数,由式(3)得; E_5 为近 5 天的可能蒸散量,用桑斯维特方法计算^[18]。 P_{10} 为近 10 天降水量, P_y 为常年年降水量; α 、 γ 、 β 为权重系数,分别取 0.4、0.8、0.4。

通过式(1),利用逐日平均气温、降水量滚动计算每天 C_i 指数进行逐日实时干旱监测。

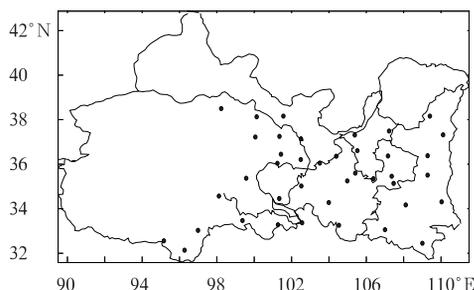


图 1 西北地区东部 40 个气象站站点分布图
Fig. 1 Distribution of 40 weather stations in eastern part of Northwest China

1.3 方法

本文应用的是 MOS 方法,是统计学释用方法。它直接建立数值预报的历史因子值与要素之间的统计关系,建立一元回归预报方程,预报时代入预报因子。该方法的优点:对模式的系统性误差有明显的订正能力;不要求模式有很高的精度,只要模式预报误差特征稳定,就可以得到比较好的 MOS 预报结果。缺点:方程的建立依赖于模式,模式有比较大的变化后,需要重新建立预报方程。

本文数值预报的历史因子值是国家气候中心回算的动力延伸预报 500 hPa 高度场,预报因子为 C_i 指数。用每个站点的 C_i 指数序列与对应时段 500 hPa 高度场 $20^\circ\sim 70^\circ\text{N}$ 、 $40^\circ\sim 150^\circ\text{E}$ 范围内每个格点序列建立一元回归预报方程,用 F 检验(给定显著性水平 $\alpha=0.10$)作为确定线性回归模型自变量入选和剔除的标准^[19]。

1.4 评估办法

预报方程计算出的 C_i 指数干旱等级只要与实际的 C_i 指数干旱等级相同或相邻,则认为 C_i 指数预测正确,记为 1,否则错误,记为 0。每月平均预测准确率为预测准确的站点数与 40 的比值。

2 结果与分析

应用 MOS 方法,产生 40 站 3—5 月的预报方程。对结果的分析发现,仅凭 MOS 方法产生的预报方程来预测 C_i 指数,其平均预测准确率仅为 66%(表 2)。我们从表 2 中可以清楚地看到,3 月和 4 月基本情况相差无几,平均值均为 64%;5 月略好,为 70%。但这远不能满足业务和服务的需求,也没有显示出该方法的特点和优势,故必须作进一步的订正。由于各站各月建立的一元回归预报方程的系数已经确定,所以只有通过对各方程常量的调整即线性变化,使得 40 个站的 C_i 干旱指数预测值的平均准确率达到最高,结果发现订正后的各月预测准确率均有不同程度的提高。

按 40 个站的序列分析,预报方程最差站点的预测准确率仅为 29%,而预测准确率最高的站点可达 100%,站与站之间的预测准确率差异悬殊。3—5 月总体平均为 66%,最低和最高平均准确率分别为 35%和 93%(表 2)。订正后春季 C_i 指数预测准确率为 77%,平均提高 11%,3 月提高幅度最大为 15%,最小的 5 月也提高了 8%。尤其是最小值提高的幅度最大,平均提高 25%;最大值提高的幅度较小。

表 2 40 站 3—5 月 C_i 干旱指数平均预测准确率评估(%)

Table 2 Average forecast evaluation of C_i drought index from March to May in 40 stations (%)

时段	预报方程准确率			订正后准确率			订正后准确率的提高值		
	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值
3 月	64	29	100	79	58	100	15	29	0
4 月	64	29	88	75	58	92	11	29	4
5 月	70	46	92	78	63	96	8	17	4
春季平均	66	35	93	77	60	96	11	25	3

中国气象局 2007 年统计的全国短期气候预测降水平均准确率为 67.9%,所以上述 C_i 指数预测准确率能够达到的水平以及提高的幅度是非常可观的,如果把该方法应用在干旱预警业务中,将发挥积极的作用。

2.1 订正前后 3 月 C_i 干旱指数预测效果评估比较

按 40 个站比较,3 月 C_i 指数预测准确率订正前为 64%,订正后为 79%,提高了 15%。其中有 3 站的 C_i 指数预测准确率在订正后没有变化,有 14 站的预测准确率提高小于 10%,有 10 站、10 站、3 站的预测准确率分别提高 10%~20%、20%~30%

及 30%以上,即有 57.5%的站点比预报方程算得的预测准确率提高 10%以上,平均提高 15%,是春季三个月中提高幅度最大的月份。具体分布是仅青海玉树州南部和海东北部、陇南市南部、宁夏南部部分地方平均预测准确率小于 70%,共 6 站,占总站数的 15%,其余 85%的站点平均预测准确率均大于 70%,最大中心在关中东部,为 100%(图略)。

2.2 订正前后 4 月 C_i 干旱指数预测效果评估比较

按 40 个站比较,4 月 C_i 指数预测准确率订正前为 64%,订正后为 75%,提高了 11%。其中有 6 站的 C_i 干旱指数预测准确率在订正后没有变化,有

19站的预测准确率提高小于10%,有8站、6站、1站的预测准确率分别提高10%~20%、20%~30%及30%以上,即有37.5%的站点比原始方程算得的预测准确率提高10%以上,平均提高11%。具体分布是祁连山东部、青海海东地区、陇中北部部分地方、宁夏北部、陕北北部平均预测准确率小于70%,共10站,占总站数的25%,是三个月中准确率相对较差的月份,其余75%的站点平均预测准确率均大于70%,最大中心在宁夏南部,为95%。

2.3 订正前后5月 C_i 干旱指数预测效果评估比较

按40个站比较,5月 C_i 指数预测准确率订正前为70%,订正后为78%,提高了8%。其中有9站的 C_i 干旱指数预测准确率在订正后没有变化,有19站的预测准确率提高不到10%,有8站、3站、1站的预测准确率分别提高10%~20%、20%~30%及30%以上,即有30%的站点比预报方程算得的预测准确率提高10%以上,平均提高8%,是春季三个月中提高幅度最小的月份。具体分布是仅祁连山东部部分地方、兰州附近、陕北南部个别地方平均预测准确率小于70%,共7站,占总站数的17.5%,其余82.5%的站点平均预测准确率均大于70%,最大中心在关中及陕南东部,为98%。

综合上述分析,青海黄河源地区、甘肃甘南、陇中南部、陇东南、陕西关中和陕南预测效果较好,各月预测准确率基本维持在80%以上。从3—5月月降水的气候平均看,这些地方是西北地区东部降水相对大的区域,降水变率比其他地方小,较稳定的预测准确率是否与这些区域的降水特征有关,有待进一步分析论证。

3 结 论

(1) 应用MOS方法所产生的预报方程来预测 C_i 干旱指数,其平均预测准确率为66%,但这远不能满足业务和服务的需求,必须作进一步的订正。经过对所有方程的线性调整,订正后各站各月的预测准确率均有不同程度的提高。

(2) 按40个站的序列分析,订正后平均预测准确率为77%,春季平均提高11%,3月提高幅度最大为15%,5月幅度最小也提高了8%;尤其是最小值提高的幅度最大,平均提高25%。

(3) 从本文分析的结果看,应用MOS方法作干旱预警有一定的应用前景,但还需要在业务中不断应用、检验和完善。

参考文献

- [1] 林纾,李富洲. 甘肃河东早春旱和春旱的监测与预测[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(4):191-199.
- [2] 张存杰,王宝灵. 西北地区旱涝指标的研究[J]. 高原气象,1998,17(4):381-389.
- [3] 张强. 华北地区干旱指数的确定[J]. 灾害学,1998,13(4):34-38.
- [4] 李翠金,马巧英. 长江中下游地区旱涝气候年景和评定方法的研究[J]. 灾害学,1998,13(1):72-77.
- [5] 山义昌. 干旱指标及其在人工增雨作业中的应用[J]. 气象,1995,21(4):54-56.
- [6] 吴洪宝. 我国东南部夏季干旱指数研究[J]. 应用气象学报,2000,11(2):137-144.
- [7] 李小泉,顾秋瑾,牛若芸. 用天气资料实时监测和评估北方的旱情变化[J]. 气象,1998,24(1):13-19.
- [8] 詹志明,彭云秀,王凯胜. 黄土高原干旱指数分析[J]. 地域研究与开发,1999,18(2):25-27.
- [9] 宫德吉. 干旱监测预警指数研究[J]. 气象,1998,24(8):14-18.
- [10] 江剑民. 我国大陆干旱指数及其年际变化[J]. 大气科学,1991,15(1):43-52.
- [11] 李法然,杨育强,汤兆涛. MOS预报业务化试验中若干技术问题的处理[J]. 气象,1986,12(10):21-24.
- [12] 王达文,王述舜,班显秀,等. MOS预报业务系统[J]. 气象,1987,13(11):36-40.
- [13] 周小珊,杨森. 中尺度数值模式(MM5V3)在沈阳区域气象中心的试用[J]. 气象,2001,27(8):29-32.
- [14] 刘还珠,赵声蓉,陆志善,等. 国家气象中心客观要素预报—MOS系统[J]. 新疆气象,2004,49(3):1-6.
- [15] 陈豫英,陈晓光,马筛艳,等. 精细化MOS相对湿度预报方法研究[J]. 气象科技,2006,34(2):25-29.
- [16] 陈豫英,陈晓光,马金仁,等. 风的精细化MOS预报方法研究[J]. 气象科学,2006,26(2):47-52.
- [17] 辜旭赞. 湖北分县MOS预报系统建立与评分[J]. 气象,2008,34(2):43-51.
- [18] 马柱国,符淙斌. 中国北方地表湿润状况的年际变化趋势,气象学报,2001,59(6):737-746.
- [19] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 气象出版社,1999:34-35.
- [20] 程玉琴,张少文,徐文强. 赤峰地区夏季干旱强度预测方法研究[J]. 气象,2010,36(1):49-53.
- [21] 刘惠敏,马小群,孙秀帮. 安徽省MODIS干旱监测技术研究[J]. 气象,2010,36(4):111-115.