

文章编号:1673-8411 (2016) 03-0048-04

低频天气图方法在 4-9 月辽宁干旱月预报中的应用

胡春丽^{1, 2}, 焦敏¹, 李辑¹, 王婉昭¹, 李菲³, 马锋敏⁴

(1.中国气象局兰州干旱研究所, 兰州 730020; 2.辽宁省气象科学研究所, 沈阳 110166; 3.沈阳区域气候中心, 沈阳 110166; 4.江西省气候中心, 南昌 330046)

摘要: 利用 2008-2013 年 500hPa NCEP/NCAR 逐日再分析风场和位势高度场资料及辽宁省 54 站逐日降水资料, 采用低频天气图方法, 对辽宁干旱有影响的 9 个低频预报关键区, 分析各个关键区低频系统的特征及其与干旱过程的分析, 找出它们之间有联系, 建立干旱过程低频预报概念模型, 并对 2013 年干旱过程进行了回报, 预报效果较好。

关键词: 低频天气图; 延伸期; 干旱过程

中图分类号: P456

文献标识码: A

Application of Low Frequency Synoptic Chart in Monthly Predicting of Severe Drought in Liaoning Province

Hu Chunli^{1,2} Jiao Min¹ Li Ji¹ Wang Wanzhao¹ Li Fei³ Ma Fengmin⁴

(1.Institute of Arid Meteorology CMA; 2.Institute of Meteorological Sciences of Liaoning Province, Shenyang 110166; 3.Shenyang Regional Climate Centre, Shenyang 110166; 4.Jiangxi Provincial Climate Center, Nanchang 330046)

Abstract: Based on the NCEP/NCAR daily reanalysis of 500hPa geopotential height and winds as well as daily rainfall data of 53 stations in Liaoning Province from 2008 to 2013, the method of low frequency synoptic chart is applied to forecast severe drought process in Liaoning Province. The synoptic key regions are determined and its relationship with the severe drought process is also analyzed and then the concept model of forecast of low frequency is established. The model is applied to hindcast the severe drought process of 2013. Using the example of 2009, the relationships of severe drought process with the intraseasonal oscillation are further examined.

Key words: Low frequency synoptic chart, extended-range forecast, severe drought process

辽宁省位于东亚大陆东岸的中高纬地区, 东部有长白山系的千山山脉, 西部有热河丘陵, 中部为辽河平原, 南部濒临黄海、渤海, 处于暖湿与干燥的过度区, 有着明显的季风性气候, 四季寒暖、干湿分明。因其独特的地理位置及气候条件, 使得影响辽宁省农业生产的气象灾害种类较多, 包括旱涝异常、低温冷害、霜冻、冰雹及大风等。

近几十年来, 在全球气候变暖的背景下, 辽宁省干旱事件的发生频次及程度均呈增加趋势, 干旱问题日益突出, 亟需加强干旱的监测水平提高预报准确率。在我国如何有效的加强干旱监测预报也成为众多学者关注的问题。已经开展大量成因分析工作^[1-6], 并依据各种指标建立的干旱预报模型, 在实践中发挥了重要作用。本文利用低频天气图预报方

收稿日期: 2016-05-26

基金项目: 中国气象局关键技术与集成项目 CMAGJ2013M55, 中国气象局兰州干旱研究所干旱气象科学研究基金项目(ZAM201311)

作者简介: 胡春丽(1980-), 高级工程师, 主要从事短期气候预测及气候变化方面研究。

法开展辽宁省农业生产季(4~9月)的 10~30d 延伸期干旱过程预报, 不仅具有重要的现实意义和社会价值, 而且可以为合理利用农业气候资源及防灾减灾提供理论依据。

延伸期预报超越了逐日天气预报的下限, 又小于气候预测的上限, 是业务中的盲点, 做好该时段的预报具有重要意义^[7-8]。近几年, 大气低频振荡在延伸期预报中的应用是一个研究热点, 并在业务应用中初见成效。但大气季节内振荡(简称 ISO)对区域降水的影响研究众多^[9], 何金海等^[10]从延伸期预报的可行性出发, 就延伸期预报能否做、如何做、怎么评价及未来前景如何等方面进行了较深入的探讨。孙国武等^[11]使用一种新的延伸期天气过程预报方法—低频天气图, 开展了一系列的研究并将其应用在强降水过程的业务预报中。胡春丽等^[12]、陈青等^[13]分别将低频天气图方法应用到了本省的强降水过程预报中。那么低频天气图方法在干旱过程预报中的应用效果如何? 本文将在以往工作的基础上, 应用低频天气图方法, 试做月内干旱过程预报, 以期在干旱过程的延伸期预报提供一种新的思路。

1 资料和方法

1.1 资料

(1)2008–2013 年的 NCEP/NCAR500hPa 逐日再分析资料, 要素为水平风场和位势高度(Kalnay et al., 1996)^[14], 水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。(2)2008–2013 年 4–9 月辽宁省 54 个代表站逐日降水资料。

1.2 方法

低频天气图延伸期预报方法是利用大气低频振荡的特性(时间的持续性和周期性, 空间的连续性和相似性以及生成源地的准定常性), 提取大气中的强低频讯号, 从而制作 10~30d 延伸期过程预报。关于低频天气图技术方法的详细说明, 可参见文献^[15], 文

中从关键技术点、技术要点和技术步骤三个方面进行了详细的阐述。

干旱过程: 定义辽宁省连续 10d 以上日平均降水量 $\leq 5\text{mm}$ 的过程为一次干旱过程。

Butterworth 带通滤波器, 也称卷积滤波器。这个滤波器的优点在于可自由选择通过频带, 滤波后的结果在资料序列两端不丢失, 适用于短资料序列^[16]。

2 干旱气候特征分析

分析表明, 辽宁省各种等级干旱事件在东北地区发生频次最多, 属于干旱高发区。近 60 年辽宁省共发生旱灾 31 次, 平均每 2a 发生一次, 其中一般干旱, 共发生 8 次, 每 7~8a 发生一次; 严重干旱 17 次, 每 3~4a 发生一次; 发生特大干旱 6 次, 平均每 10~11a 发生一次。近 60 年辽宁省全省干旱灾害发生频次呈增加趋势(图略)。焦敏等^[17]近期对辽宁省夏季典型旱涝年降水低频特征进行了分析, 结果表明典型旱年降水的 30~60d 振荡显著, 典型涝年降水则无明显的低频振荡, 可见 30~60d 低频振荡与辽宁干旱的发生确实存在密切联系, 这说明应用低频天气图方法预报辽宁干旱过程确实存在理论上的可能性。

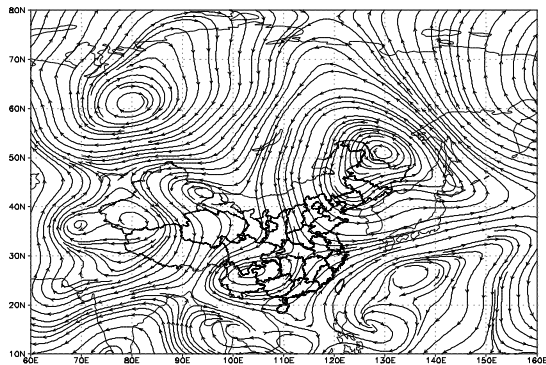


图 1 低频天气图示例 (2011 年 4 月 18 日 500hPa 30~50d 低频流场)

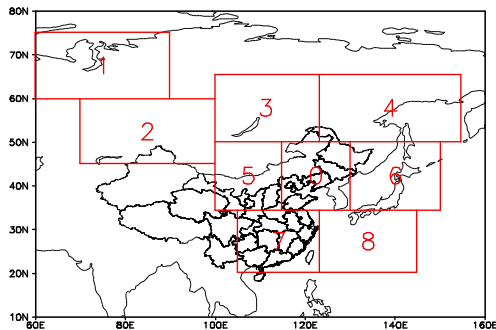


图 2 辽宁省月内干旱过程预报关键区分

表 1 辽宁干旱低频预报关键区

关键区序号	关键名称	关键区经度	关键区纬度
0	中国东北地区	115~130° E	35~50° N
1	乌拉尔山地区	60~90° E	60~75° N
2	巴尔喀什湖附近	70~100° E	45~60° N
3	贝加尔湖地区	100~125° E	50~65° N
4	鄂霍茨克海地区	125~155° E	50~65° N
5	中国河套地区	100~115° E	35~50° N
6	日本海附近	130~150° E	35~50° N
7	中国江淮至华南地区	105~125° E	20~35° N
8	西太平洋地区	125~145° E	20~35° N

表 2 各关键区低频系统的振荡周期

低频预报关键区	低频周期
关键区 0 (中国东北地区)	30–40d
关键区 1 (乌拉尔山地区)	40–50d
关键区 2 (巴尔喀什湖附近)	35–45d
关键区 3 (贝加尔湖地区)	34–41d
关键区 4 (鄂霍茨克海地区)	30–40d
关键区 5 (中国河套地区)	30–40d
关键区 6 (日本海附近)	30–40d
关键区 7 (中国江淮至华南地区)	30–40d
关键区 8 (西太平洋地区)	30–40d

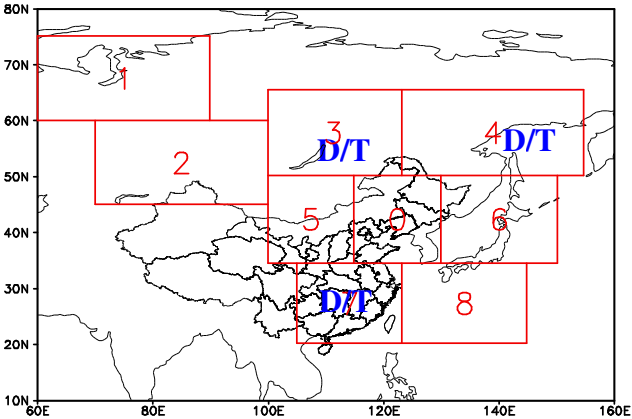


图 3 辽宁省 4–9 月干旱过程低频预报模型 (T 为高低压位相转化期间)

选取 2009–2012 年 5–9 月 16 次连续 10d 以上辽宁省日平均降水量 $\leq 5\text{mm}$ 的 17 次干旱过程,对照分析干旱过程期间各关键区低频系统的活动特征,总结和建立 10–30d 干旱过程低频天气图预报概念模型(图 3)。值得注意的是关键区 8 区(西太平洋副热带高压)为影响辽宁降水的主要区域,在干旱预报模型中未将其选为预报关键区,原因在于 4–9 月均采用统一的干旱定义标准,辽宁省全年降水主要集中在 7–8 月,因此,7–8 月选取的干旱过程样本数较少,只有两次干旱过程,2009 年 7 月 25 日–8 月 16 日期间,盛夏夏季风推进,西太平洋副热带高压北跳,副热带高压位置、强度为干旱过程的主要影响因子。2011 年 8 月 18 日–8 月 27 日副热带高压影响相对较弱,导致两次干旱过程统计结果有所差异。

从 2009–2012 年辽宁省 4–9 月干旱发生期间各关键区的低频系统分布特征的统计结果表明,当

3 延伸期干旱过程预报技术方法

3.2 低频天气图的制作

应用 Butterworth 带通滤波器,对近 150d 的 500hPa 逐日风场进行 30–50d 带通滤波,绘制类似于常规高空图的低频天气图(如图 1 所示)。

3.3 确定低频预报关键区

主要依据 30–50d 低频高低压中心的高发区特征,再应用天气学经验,结合辽宁地区的天气和气候特点,总结出对辽宁地区干旱有影响的 9 个低频预报关键区(表 1),9 个关键区的空间分布见图 2。

3.4 关键区低频系统振荡周期分析

分别对 2009–2012 年 5–9 月逐日低频天气图进行普查,记录各低频预报关键区内低频高低压中心出现和消失的时间(表略),统计得到 9 个关键区的低频系统振荡周期。

3.5 建立干旱过程低频预报概念模型

表 3 2013 年 4–9 月干旱过程预报试验检验结果

预报干旱过程 8 次		
起报日期	干旱过程时间	主要干旱过程
2013.3.10	4.05–4.25	
2013.3.26	4.28–5.06	4.02–4.28
2013.4.08	5.07–5.28	4.30–5.09
2013.4.23	5.24–6.05	5.11–6.04
2013.5.12	6.12–6.22	6.13–6.25
2013.5.22	7.06–7.17	8.18–8.27
2013.6.14	7.14–7.24 期间无干旱	9.07–9.21
2013.7.17	8.18–8.28	
2013.8.7	9.12–9.27	

关键区 3、关键区 4 和关键区 7 出现低频低压或者处于低频高低压转换时, 辽宁地区易出现干旱过程。

3.6 2013 年干旱过程回报

应用上述得到的延伸期过程预报概念模型, 对 2013 年 4-9 月全省连续 10d 平均降水量 $\leq 5\text{mm}$ 的干旱过程(共 6 次)进行了回报试验, 结果见表 3, 回报效果较好, 主要干旱过程基本预报正确, 空报一次(7 月 6 日至 7 月 17 日)。

4 结论与讨论

本文将低频天气图方法应用在辽宁干旱过程的月预报中, 给出了延伸期干旱过程预报的技术方法, 并对 2009 年的典型干旱个例做了进一步分析。目前已有近 10 多个区域中心、省气象局的业务和科研单位应用低频天气图方法进行试验和研究, 这一方法对重大天气过程的延伸期预报显示出了较强的预报能力。随着更多科研和业务人员的参与和研究, 低频天气图方法一定能够在未来得到进一步地完善和发展, 并在延伸期预报中发挥更好的作用。

参考文献

- [1] 官满元. 2004 年特大干旱成因分析 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (1): 60-64.
- [2] 胡松青, 颜文胜. 潮汕地区依次严重干旱过程的成因分析 [J]. 广东气象, 2006, (2): 27-29.
- [3] 罗彦丽, 刘合香, 倪增华. 广西 41 年干旱灾害的模糊综合评价与预测 [J]. 气象研究与应用, 2012, 31 (4): 5-9.
- [4] 黄桂珍, 韦庆华. 2010 年凌云县干旱灾害成因分析及抗旱措施 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (3): 16-23.
- [5] 史成, 李厚伟, 杨守懋. 等. 灰色系统模型在肇庆地区春季干旱年预测中的应用 [J]. 广东气象, 2015, 37 (6): 64-66.
- [6] 黄晓梅, 简茂球, 刘桂兴. 雷州半岛干旱特征及其环流分析 [J]. 广东气象, 2013, 35 (3): 20-24.
- [7] 何慧, 欧艺, 覃志年. 动力延伸预报产品在广西月尺度降水滚动预测中的释用 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (1): 15-18.
- [8] 覃卫坚, 李耀先, 廖雪萍. 等. 大气低频振荡对广西持续性区域性降水暴雨的可能影响 [J]. 气象研究与应用, 2015, 36 (3): 1-7.
- [9] 据建华, 赵而旭. 东亚夏季风的低频振荡对长江中下游旱涝的影响 [J]. 热带气象学报, 2005, 21 (1): 163-171.
- [10] 何金海, 梁萍, 孙国武. 延伸期预报的思考及其应用研究进展 [J]. 气象科技进展, 2013, 3 (1): 11-17.
- [11] 孙国武, 信飞, 陈伯民. 等. 低频天气图预报方法 [J]. 高原气象, 2008, 27 (增刊): 64-68.
- [12] 胡春丽, 李辑, 陈伯民. 等. 低频天气图方法在辽宁夏季延伸期强降水预报中的应用 [J]. 气象科技进展, 2013, 3 (1): 64-67.
- [13] 陈青, 廖玉芳, 杨书运. 等. 低频天气图方法在湖南省雨季强降水过程预报中的应用 [J]. 气象, 2014, 40 (2): 223-228.
- [14] Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project [J]. Bull Amer Meteor Soc, 1996, 77 (3): 437-471.
- [15] 孙国武, 李震坤, 信飞. 等. 延伸期天气过程预报的一种新方法—低频天气图 [J]. 大气科学, 2013, 37 (4): 945-954.
- [16] 吴洪宝, 吴蕾. 气候变率诊断和预测方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2005: 232-236.
- [17] 焦敏, 李辑, 胡春丽. 等. 辽宁省夏季典型旱涝年降水低频特征分析 [J]. 气象与环境学报, 2015, 31 (6): 86-92.