

文章编号:1006 - 7639(2003) - 04 - 0037 - 05

应用“地气图”预测西北旱涝的初步研究

赵红岩,薛万孝,祝小妮

(兰州中心气象台,甘肃 兰州 730020)

摘要:利用我国 141 个测站 1980~2000 年逐月 3.2m 地温资料和 160 个测站 1961~2000 年逐月降水资料,用“地气图”方法对西北区内“地热涡”的分布特征进行详细分析。结果表明,西北区“地热涡”平均水平尺度为 560km,每个“地热涡”平均持续时间约 4.3 个月,而且多雨区与“地热涡”,少雨区与“地冷涡”有很好的对应关系,此结果支持文献[1]、[2]提出的地气耦合的概念模式。

关键词:“地气图”方法;旱涝预测;西北区

中图分类号:S421

文献标识码:B

引言

早在 1975 年,汤懋苍教授就开始利用前冬地温距平场预测汛期降水,在实践、认识、再实践、再认识的基础上,90 年代初提出了“地热涡”的理论,从此开始了一个更新的研究阶段。1998 年开始在汤懋苍教授的直接指导下,我们利用全国和西北 1980~2000 年的地温和降水资料,分析了西北区的“地热涡”活动,同时探讨了降水的季、月预报方法。

“地热涡”的定义是在每月或季 3.2m 地温距平($T_{3.2}$)分布图中,分析出 $T_{3.2} > 0.5$ 的高温中心,且其周围有 $T_{3.2} < 0$ 的低温带所围绕者称之为“地热涡”^[1~2]。如果本区发生 4 级以上的中强地震,则高温值可降低为 $T_{3.2} > 0.1$ 。根据地温资料的分析,可知 3.2m 高温区的热量应有部分来自地下更深层,由于“地热涡”中心区和地壳的上升区一致,强震区分布在“地热涡”特定的象限。

汤懋苍等将“地热涡”的变化与地壳(厚 60~80km)之下的上地幔软流圈内的地幔波相互联结,提出“地气耦合”的气候概念模式^[1~3],其重点大致如下:假设在上地幔软流圈中存在一种向下游(一般是自西向东)运动的波动,并以地幔波称之。在地幔波的上升区(波峰区),对地壳形成顶托,使地壳中的热液(如岩浆、热水、热气等)被迫沿裂缝上涌,形成地球呼气,地壳表层上凸(地凸区),同时增温,于是给大气以额外的热量,加强其不稳定性使降雨

系统发展,而至多雨;同时,在地幔波的下沉区(波谷区)过程相反,地壳下沉(地凹区),地球吸气,地温降低,而致大气稳定不利降雨系统发展,因此少雨,甚至干旱。在上升区与下沉区的结合部位,水平切应力最大,所以也是中强地震易出现的地区。

在短期气候预测中,汤懋苍等利用前冬(12~2月)地温距平场,预测我国汛期(6~8月)降水,已有近 30a 的历史,其预测水平在各种预测方法中名列前茅。

1 基于“地热涡”理论的西北区降水预测方法

用地温预测降水的方法经历了一个不断深化和修正的过程。根据“地热涡”与旱涝、地震相互配置关系的概念模式和“地热涡”移动规律,创立了一种用于降水预测的“地气图”方法^[4],可以用作降水的定性预报。

1.1 西北区月“地气图”的分析方法

“地气图”是描写地球表层各种重要因子连续演变的一种四维图象。所谓重要因子主要是地温、地形变、地震、干旱、洪涝、气温特高特低以及地磁、重力等要素,它们均可从地球表层直接观测得到,被看作是地球深部热、动、磁过程在地表层的反映,其中最重要的一个要素目前被认为是地温,等地温线是地气图上最基本的一族线条(它类似于天气图上的

收稿日期:2003 - 11 - 25;改回日期:2003 - 12 - 26

作者简介:赵红岩(1965 -),女,内蒙古赤峰人,副研究员,主要从事气候诊断和气候预测研究。

等压线)。因为分析地气图的目的是监视地球系统的变化,对地球系统的平均状况不感兴趣,所以地气图上实际分析的是等地温距平线(以下称为等 T_s 线),而不是地温本身,等距平线每隔0.5划一根,必要时可绘0.25的辅助线。在所有观测层次均可以绘出 T_s 线,甚至在非观测层次亦可用内插法绘出等 T_s 线,对反映地球深部的热动力过程而言,显然是层次越深越好,对中国来说,目前以3.2m深度为最好。

具体绘制步骤是:先将所有测站某一月(季或旬亦可,视预报对象的时间尺度而定)的3.2m地温距平值($T_{3.2}$ 线)填在一张地图底图上,用黑铅笔分析等 $T_{3.2}$ 线;将本月发生的地震震中位置用红钢笔标在图上(不同震级用不同符号);再将本月降水距平百分率(R) $>50\%$ 的区域用绿(或蓝)铅笔涂出, $R < -50\%$ 的区域用红铅笔涂出;再将根据地倾斜资料计算得到的地表高斯曲率的极大点和极小点^[5-11]的位置(分别用“ ∇ ”和“ ∇ ”符号表示)用兰钢笔标在图上,同时标出其数值。这样一张某年某月的地气图就基本分析完毕。如有必要还可以在图上用棕色铅笔标出极端冷暖事件的月平均温度距平值,或者加绘重力异常的正负中心位置和数值等。

利用西北区(陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆)41个测站1980~2000年各月地温,及全国160测站的降水等资料,共绘制252张西北区“地气图”。

1.2 西北区“地热涡”的统计规则

(1)以“地热涡”的水平尺度和涡中心强度(涡区内地温距平的最高值)来表征“地热涡”。若“地热涡”超出西北地区,则按其实际的水平尺度和中心强度来计算。

(2)少数在西北地区有多雨区相对应,但中心位于西北周边地区的“地热涡”被统计在西北地区“地热涡”内。

(3)数涡引发的多雨区连成一片,不好分辨时,在分析涡与多雨区的对应关系和拟合公式时,数涡按一大涡对待;但在仅分析涡的特征时,仍按数涡对待,并且只统计其中地处西北地区的“地热涡”。

(4)西北地区有涡,但无多雨区与之对应,或所

对应的多雨区水平尺度不足50km,此类涡定义为“干热涡”。

(5)如果“地热涡”减弱到中心强度不及+0.5,则认定成“地热区”。若“地热涡”减弱为“地热区”(地温距平 <0.5),就算该涡结束,某些“地热区”在一月或数月后又发展为“地热涡”,则按新涡统计。

(6)涡的持续月数为:涡移入西北地区,到减弱为“地热区”,或移出西北地区之间的月数。对于那些中心尚未进入西北地区,就开始在西北地区有多雨区相对应的“地热涡”,其持续月数包含了合并涡的持续月数,合并涡不按新涡对待。

根据前面的规定,在252张西北“地气图”上,可分析出68个“地热涡”。

关于“地热涡”的水平尺度(L),规定如下:每一“地热涡”的外围均被一低地温轴线所包围,设被它所包围的面积为 S ,则 $L = (S/2)^{1/2}$ 即为“地热涡”的水平尺度。给出了“地热涡”的具体定义后,即可对其时空特征进行统计分析。

1.3 1980~2000年西北区“地热涡”与降水特征分析

1.3.1 时空特征

“地热涡”的水平尺度由小而大再缩减,根据汤懋苍以前的认定原则:若取每一“地热涡”的水平尺度达到最大时进行统计分析,1980~2000年西北地区的“地热涡”共计68个,大致以300~500km尺度最多(25个),次多者为700~900km(9个),最大可达1000km以上,即包围了我们所定的范围。平均水平尺度约为560km,比汤懋苍统计的全国平均水平尺度594km略小。

根据前面的认定原则,我们用同样的方法分析1980~2000年西北地区的“地热涡”时间长度分布。少数“地热涡”如匆匆过客,刚进入本区,于下一月即移出本区,盘踞在本区内时间最长者达49个月,表1列出了这68个涡的持续月数,可见在本区停留时间5个月者有44次,占65%,长于5个月的为17次,其平均驻留时间为4.3个月。

1.3.2 “地热涡”的路径

表1 1980~2000年(月)“地热涡”在本区的停留月数统计

Tab.1 “Geothermal vortices”staying month statistics from 1980 to 2000

月数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	16	17	23	27	34	36	49	合计	平均
涡数	18	9	8	4	5	1	2	4	3	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	68	4.3月

统计结果表明,绝大多数“地热涡”其源地均可追踪到印度板块边缘附近。进入西北区的“地热涡”主要分为 3 条路径:西北路,来自北疆;北路,来自蒙古;西南路,来自西藏。

1.3.3 “地热涡”中心地理分布及影响区域

我们进一步整理 1980~2000 年间西北区共 252 个月地温图上 495 个“地热涡”中心,(图 1)可见“地热涡”中心的分布并不均匀,它集中出现在天山东段、祁连山及其邻近、甘岷山区和青南山区等地。

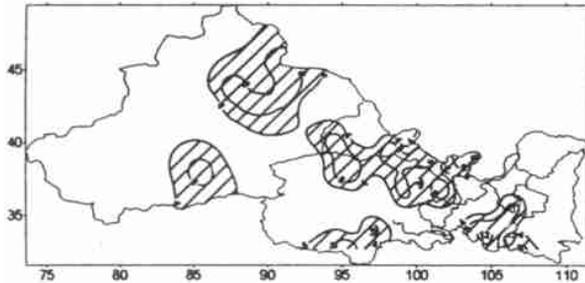


图 1 西北区 1980~2000 年“地热涡”中心地理分布
(图中数字为 1980~2000 年“地热涡”出现的总次数)

Fig. 1 Distribution of “underground hot vortex” centers from 1980 to 2000

1.3.4 “地热涡”中心强度

统计西北区 1980~2000 年 252 个月中,“地热涡”中心强度等于 0.5 的涡占 17%,0.6~1.0 之间的占 70%,1.1~1.5 之间的占 12%。中心 > 1.5 的涡大部分是水平尺度 > 1 000km 的大涡,中心不在我们统计的西北区范围内。

1.3.5 西北区“地热涡”的降水场统计特征

对 1980~2000 年西北地区“地热涡”和相应时段的降水距平百分率图进行统计分析,绝大多数“地热涡”在同季的降水距平百分率分布图上,总有一块降水正距平区与其相匹配。而且大部分“地热涡”中心与多雨中心的位置相距在 100km 以内。

西北区逐季 3.2m 地温场和降水场的奇异值分解分析表明^[4],3.2m 地温场和降水场具有较好的相关关系。场间相关分析反映出这样的事实:3.2m 地温场的正距平中心,对应多雨中心;地温场的负距平中心,对应少雨中心,并且降水中心一般偏于地温距平中心的东部(或东南部)大约 2 个经距,这可能是风场影响降水的结果;并且分析还表明,3.2m 地温场的变化明显超前于降水场。典型因子交叉谱分析的凝聚谱和落后长度谱图分析得出,在同期 3.0、3.8、2.5 个季时,两场相关较好,几乎在所有的频域内,地温场的变化都是超前(或同时)于降水场的变

化,在地温场超前 0.26、0.4 及 1.6 个季时,两场具有较高的相关性,信度通过 95%^[5,12]。

对“地热涡”的多雨区,我们做了如下统计。首先统计了多雨区的水平尺度,即雨量距平零线所围面积的平方根;有相当多的多雨区在其旁边另有多雨区,且它们之间没有负距平区相隔开,遇此情况,则将两块多雨区之间的相对少雨轴线作为本多雨区的边界;其次统计了多雨中心的强度(即实测最大一站的降水正距平百分率)和多雨中心偏离“地热涡”中心的距离及方位角。统计结果表明,多雨区水平尺度略小于“地热涡”的平均水平尺度,凡“地热涡”较大时,其多雨区也较大。较多的多雨区中心位于“地热涡”中心 100km 以内,少部分偏离“地热涡”中心,且偏离方位分散,这给“地热涡”预报降水带来困难。

2 西北区月降水预报的初步方案

降水月预报的核心是:“地热涡”的中心位置,水平范围以及强度变化的预报。对这 3 个问题作出预报后,即可根据“地热涡”与多雨区同时相关的统计结果勾划出多雨区的位置、范围和中心强度,最后再考虑“地热涡”的可能合并以及地震场等情况,对初步预报图进行必要的修订,即成为正式的预报意见。汤懋苍^[5]对海峡两岸的季度预报曾提出了一个初步预报方案,我们仿照此方案提出了一个西北区月降水预报的初步方案如下:

本预报方案可分为 3 个步骤:1. 预报“地热涡”;2. 推算降水分布;3. 对某些特殊情况进行修订。现对每个步骤予以简要说明。

2.1.1 预报地热涡

其 3 要素的简单预报方法如下:

涡中心位置。根据前 3 个月的涡中心位置,按等加速外推的方法进行预报。

涡的水平尺度。用上月的尺度作为第一估计值,因为上下月涡尺度之间的相关系数颇高。

涡强度变化。涡强度是用涡中心附近的地温距平值的水平梯度来度量的。一般而言,它是随时间递减的,但当有两个(或更多)涡合并时,它会增强。因此其预报关键看是否有涡合并。

2.1.2 推算降水分布

多雨中心位置。用预报的“地热涡”中心作为其第一估计值。

多雨区水平尺度。用本月已知的“地热涡”水平

尺度,根据经验或统计得到的回归方程式,进行预报。

雨区中心强度。根据雨区尺度与中心强度统计回归方程,可算得雨区中心强度。

2.1.3 必要的修订

当西北地区或其上游出现强地震或有“地热涡”合并时,对上述方法所得的预报结果应进行修订,分别叙述如下:

当西北区有 6 级以上强地震时,预报的多雨区面积要扩大,这是降水的月预报必须考虑的一个订正。但其难度更大,因地震预报比降水月预报难度更为困难。当有两个(或以上)的“地热涡”合并时,多雨区的面积,特别是其中心强度,应比正常预报值大得多。

3 结 论

旱涝预报是当今一项世界性的难题,正处于一个“百家争鸣”的时期。由于其巨大的社会和经济效益,使这项工作显得十分重要,通过“地气图”方法在西北区初步的预报实践,我们对该方法在区域及省级尺度的应用充满信心。随着资料的加密,经验的积累以及理论水平的提高,会使此方法逐步业务化,更好的服务于社会。

参考文献:

- [1] 汤懋苍,高晓清. 1980~1993 年我国“地热涡”的若干统计特征. “地热涡”的时空分布[J]. 中国科学(B),1995,25(11):1186 - 1192.
- [2] 汤懋苍,高晓清. 1980~1993 年我国“地热涡”的若干统计特征. “地热涡”与地震的统计相关[J]. 中国科学(B),1995,25(12),1313 - 1319.
- [3] 汤懋苍,钟强,吴士杰. 一个长期降水预报的热力学模式[J]. 气象学报,1982,40(1):49 - 58.
- [4] 陈泽宇,汤懋苍. 一个改进的汛期降水预报的热力学模式[J]. 高原气象,1995,14(1):80 - 89.
- [5] 汤懋苍,张建. 季平均 3.2m 地温距平场在汛期预报中的应用[J]. 高原气象,1994,13(2):178 - 187.
- [6] 汤懋苍,孙淑华,钟强等. 下垫面能量储放与天气变化[J]. 高原气象,1982,1(1):24 - 34.
- [7] 郭维栋,汤懋苍. 我国地形变场的统计特征及与地温场的相关[J]. 高原气象,1999,18(1):79 - 87.
- [8] 汤懋苍, E. R 赖特. 美国地温分布与后一季降水的相关分析[J]. 高原气象,1986,5(4):293 - 307.
- [9] 汤懋苍,张建,王敬香. 用冬季地温预报汛期降水距平的初步方法[J]. 高原气象,1987,6(2):150 - 160.
- [10] 汤懋苍,张建,王敬香,等. 我国季平均 0.8m 地温距平场与后一季降水场的相关分析[J]. 气象学报,1988,46(4):481 - 485.
- [11] 蔡英,汤懋苍. 地气耦合法对 1993 年汛期降水预报的总结[J]. 气象,1994,20(8):50 - 53.
- [12] 汤懋苍,柳中明,汤懋苍,等. 1980~1994 年台湾海峡两岸的地热涡与降水季度预报初探[J]. 气象学报,1998,56(5):611 - 617.

The Study on Dryness and Wetness Prediction by Earth - atmosphere Chart in Northwest China

ZHAO Hong - yan ,XUE Wan - xiao ,ZHU Xiao - ni

(Lanzhou Central Meteorological Observatory ,Lanzhou 730020 ,China)

Abstract :Using the monthly soil temperature data in the depth of 3.2m during 1980~2000 in 141 stations and the precipitation data during 1961~2000 in 160 stations,through the earth - atmosphere chart method ,the paper analyzed“ geothermal vortexes ”in Northwest China . The results show that “geothermal vortexes ”in Northwest China have an average horizontal scale of 560km or so and a life span 4.3 months approximately. Moreover , the monthly precipitation totals are more than normal is well corresponding to the “geothermal vortexes ”,which strongly supports the conceptual model indicating the couple between the earth and the atmosphere proposed in reference[1][2].

Key words :earth - atmosphere chart method ; dryness and wetness prediction ;Northwest China