

# 近 50 年中国冬季大地冷涡与春夏季 干旱相关的统计<sup>\*</sup>

汤懋苍

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 兰州, 730000)

张拥军

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 兰州, 730000;  
中国科学院研究生院, 北京, 100039)

李栋梁

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 兰州, 730000)

## 摘 要

通过对冬季大地冷涡与春夏季干旱的相关分析, 发现: 除高原主体外, 冬季的大地冷涡对应着春夏季为干旱少雨区; 而且大地冷涡东面的地冷涡绝大多数也是春夏季的干旱少雨区。冬季大地冷涡在中国的出现频率为 80%, 可作为短期气候预测的重要因子。

**关键词:** 冬季大地冷涡, 春夏季干旱, 短期气候预测。

## 1 引 言

对地热涡分析较多<sup>[1~9]</sup>, 对地冷涡则未专门分析过。其实地热涡和地冷涡是一对矛盾的统一体, 与天气图上的低压(气旋)和高压(反气旋)有相似之处。气旋和地热涡是天气和气候变化的主动体, 而反气旋和地冷涡一般为被动体。但它们所占的范围一般比气旋和地热涡要大得多。最大的地冷涡所占面积可超过  $200 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 而小的地冷涡其面积与地热涡相仿(仅  $10^4 \text{ km}^2$ )。大地冷涡, 总与干旱相关, 且在时空结构上具有相对的稳定性, 为了汛期预报的需要, 本文只分析冬季大地冷涡与春夏季干旱的关系。

## 2 大地冷涡的标准及统计结果

因为几十年来气候变暖, 地温也随之升高。对

1980 年以前, 取 3.2 m 地温距平 ( $T'_{3.2}$ )  $\leq -0.3 \text{ }^\circ\text{C}$  为地冷涡区; 对 1980 ~ 1990 年取为  $T'_{3.2} \leq -0.2 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 对 1990 年以后则取  $T'_{3.2} \leq -0.0 \text{ }^\circ\text{C}$  为地冷涡区。在冬季(头年 12 月至当年 2 月)的地气图上, 凡某地冷涡的面积  $\geq 50 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 称此为“大地冷涡”。表 1 列出了 1954 ~ 2003 年共 50 a 冬季的大地冷涡个例。可见 50 a 中共出现了 41 个大地冷涡。平均每年 0.82 个, 最多一年(1986 年)出现了 3 个冷地涡。

## 3 冬季大地冷涡与春夏季干旱的统计相关

在中国的西北部( $35^\circ\text{N}$  以北,  $105^\circ\text{E}$  以西), 凡降水距平  $R' < -50\%$  的面积  $> 50 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 称为“大旱”,  $> 25 \times 10^4 \text{ km}^2$  者称为“中旱”; 凡  $R' < -10\%$  的面积  $> 25 \times 10^4 \text{ km}^2$  者称为“轻旱”。对华北区域( $35^\circ\text{N}$  以北,  $105^\circ\text{E}$  以东)亦做类似规定, 不过

\* 初稿时间: 2005 年 3 月 8 日; 修改稿时间: 2005 年 5 月 16 日。

资助课题: 国家科技部科研院所社会公益研究项目“中国干旱气象灾害监测预警方法研究”(2004DIB5J192)。

作者简介: 汤懋苍, 男, 1935 生, 江西宜春人, 1956 年毕业于北京大学, 研究员, 主要从事地球系统演化和短期气候预测研究,

E-mail: tangmc@ns.lzb.ac.cn。

将面积分别缩小为  $30 \times 10^4$ ,  $15 \times 10^4$  和  $15 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 对中国南方 ( $35^\circ \text{N}$  以南), 更将此临界面积缩小为  $15 \times 10^4$ ,  $10 \times 10^4$  和  $10 \times 10^4 \text{ km}^2$  (表 2)。

根据上述规定, 从逐年的春、夏季降水距平图上, 可查得各年冬季大地冷涡区对应春夏干旱等级的频次, 将其列于表 3。

表 1 1954~2003 年大地冷涡的经纬度和春、夏季旱情

Table 1 The situation of the big underground cold vortex and the drought in spring and summer from 1954 to 2003

年份	地区	中心纬度( $^\circ \text{N}$ )	经度范围( $^\circ \text{E}$ )	春旱等级	夏旱等级
1956	青新	35	80~102	轻旱	大旱
1957	新甘蒙	41	85~115	大旱	大旱
1958	青藏	33	80~100	大旱	轻旱
1959	长江中下游	30	105~122	轻旱	大旱
1960	甘青	38	80~102	大旱	大旱
1960	内蒙东	42	108~122	中旱	中旱
1961	长江中下游	32	106~122	轻旱	大旱
1961	青海	38	87~103	中旱	轻旱
1962	河套	40	102~109	大旱	大旱
1963	长江南	26	105~120	大旱	大旱
1964	藏东	31	92~102	大旱	无旱
1965	甘青川	40	92~102	大旱	大旱
1966	江淮	31	110~120	中旱	大旱
1968	甘青新	39	80~105	大旱	轻旱
1970	新蒙	43	74~134	大旱	大旱
1971	冀蒙	41	100~120	中旱	轻旱
1972	川鄂	31	98~115	轻旱	大旱
1972	河套	41	102~112	大旱	大旱
1974	河套	41	105~112	大旱	大旱
1975	新疆	45	75~90	大旱	轻旱
1975	黑吉	43	117~130	中旱	中旱
1977	北疆	46	82~95	大旱	大旱
1978	黔川藏	30	91~111	无旱	轻旱
1979	滇藏	28	90~108	大旱	轻旱
1980	新甘蒙	41	80~106	大旱	大旱
1981	藏滇	27	87~103	轻旱	中旱
1982	辽吉黑	45	118~131	轻旱	大旱
1983	新疆	42	77~90	大旱	中旱
1985	新甘蒙	43	77~100	大旱	大旱
1986	新疆	44	83~92	大旱	大旱
1986	内蒙东中	45	113~122	大旱	中旱
1986	晋陕豫	35	105~117	轻旱	中旱
1989	蒙新	43	90~102	大旱	中旱
1991	川藏	31	89~102	大旱	无旱
1992	滇川藏	28	86~105	中旱	中旱
1993	陕晋冀	38	106~116	大旱	中旱
1993	川滇	28	100~109	中旱	轻旱
1994	江淮川	31	99~122	中旱	中旱
1997	新青	37	74~94	轻旱	大旱
1997	滇川湘	28	103~114	中旱	中旱
2003	江南华南	25	107~120	中旱	大旱

表 2 中国不同区域的干旱等级标准(单位:  $\times 10^4 \text{ km}^2$ )  
Table 2 The drought standard in China (unit:  $\times 10^4 \text{ km}^2$ )

	面积	西北	华北	南方
大旱	$S_{-50}$	$>50$	$>30$	$>15$
中旱	$S_{-50}$	$>25$	$>15$	$>10$
轻旱	$S_{-10}$	$>25$	$>15$	$>10$

说明:  $S_{-50}$  为  $R' < -50\%$  的面积;  $S_{-10}$  为  $R' < -10\%$  的面积。

表 3 冬季大地冷涡区对应春、夏季干旱等级的出现频次

Table 3 The correlation between the big cold vortex in winter and the drought frequency in spring and summer

等级	大旱	中旱	轻旱	无旱	合计
春季	22	9	9	1	41
夏季	19	12	8	2	41
小计	41	21	17	3	82

由表可见, 冬季大地冷涡区在春夏出现大旱的几率达  $50\%$ , 不出现干旱的几率仅有  $4\%$ 。

表 3 上的两个夏季无旱(多雨)个例, 分别出现在 1964 和 1991 年, 这两个中心均处在高原主体的怒江上游, 它们到夏季时均转为地热涡控制, 可见在高原主体部分地气形势转换较快。除高原主体外, 中国其他地方的冬季大地冷涡均可预报春夏季为少雨干旱区, 其准确率将非常高 ( $>90\%$ )。表 1 所列中心在  $108^\circ \text{E}$  以东,  $32^\circ \text{N}$  以南的 8 个冬季大冷涡, 6 个是中国南方有名的夏季大旱年(1959, 1961, 1963, 1966, 1972 和 2003 年), 其余 2 个(1994 和 1997 年)在江淮也是明显的少雨干旱区。

#### 4 大地冷涡与其东面干旱区的统计相关

冬季中国西部的大地冷涡往往会使纬度相近的中国东部地区的地冷涡增强, 使该地区于春夏季亦成为干旱区。一些面积未达  $50 \times 10^4 \text{ km}^2$  的地冷涡, 虽未列于表 1, 但它们对春、夏季干旱的形成同样有贡献。表 4 列出了这些东面地冷涡及该区春夏两季的干旱等级。

表 4 的 12 个冷涡个例中最大面积可达  $40 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 最小的仅约  $5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。春夏大旱达  $11/24 \approx 46\%$ , 中旱为 8 次, 轻旱为 4 次, 无旱仅 1985 年夏季 1 次。可见西部大地冷涡东面的地冷涡亦是对应着春夏干旱。1978 年江淮大旱区只有一个很小地冷涡, 但从春到夏此小地冷涡不断加深增强, 致使江淮春夏季大旱(图 1)。此小地冷涡不断增强的原因应该是西面黔川藏大地冷涡的能量频散作用。根据假定<sup>[4]</sup>, 地冷涡是地幔波中的波谷在岩石圈中的映

象,必然存在能量频散过程。

表4 冬季东面地冷涡中心位置及春夏季的干旱等级  
Table 4 The situation of the cold vortex in winter and the drought frequency in spring and summer

年份	地区	纬度 (°N)	经度 (°E)	面积 ( $\times 10^4 \text{ km}^2$ )	春季	夏季
1958	江南东	29	116	15	轻旱	大旱
1961	华北	39	115	19	中旱	轻旱
1965	东北	44	120	18	大旱	大旱
1968	华北	37	115	28	大旱	大旱
1970	东北	47	128	30	中旱	轻旱
1977	东北	46	126	40	中旱	轻旱
1978	江淮	34	118	5	大旱	大旱
1980	蒙黑吉	45	125	24	大旱	中旱
1981	长江中游	29	114	5	中旱	中旱
1985	东北	47	129	30	大旱	无旱
1991	江南	28	114	16	中旱	大旱
1997	晋陕蒙	38	113	30	中旱	大旱

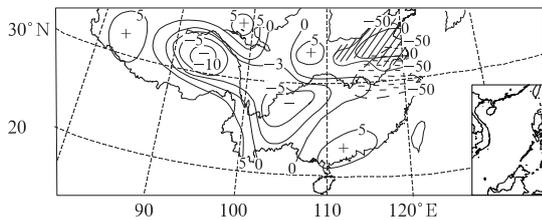


图1 1978年冬季地气分布(单位:0.1 °C)  
(实线阴影区表示春季降水距平<math>< -50\%</math>;  
虚线阴影区表示夏季降水距平<math>< -50\%</math>)

Fig. 1. The geogass map in winter in 1978

## 5 个例分析

50 a 来最大的一个地冷涡出现在 1970 年冬(图 2),它从新疆西端直到东北东端,绵延 5000 km,面积超过  $200 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,其中有 4 个地冷涡中心( $\alpha_1 \sim \alpha_4$ ),它们之间的间距基本相等,约为 1300 km,组成了一个“同向等距地冷涡列”。在同年夏季的降水量距平百分比图上(图略,参见国家气候中心出版的图),可见大地冷涡区基本上为少雨区,只是河套地

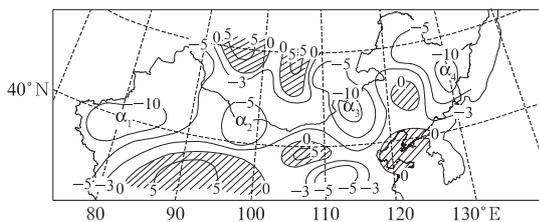


图2 1970年冬季地气分布(单位:0.1 °C)  
(斜线区为地温正距平区,空白区为地冷涡区)

Fig. 2 The geogass map in winter in 1970

区因受小地热涡的调控为多雨区,4 个地冷涡中心除  $\alpha_3$  涡外均为降水量<math>< -50\%</math>的干旱中心区。表明特大地冷涡从冬到夏的稳定性很好。

## 6 结 论

(1) 冬季大地冷涡在中国的出现频率为 80%,即每 5 a 可望出现 4 次。是短期气候预测中需要考虑的重要因素。

(2) 除高原主体外,冬季的大地冷涡总是对应着春夏季为干旱少雨区。

(3) 冬季大地冷涡东面的地冷涡,绝大多数也都是春夏季的干旱少雨区。

## 参考文献

- [1] 汤懋苍,张拥军,李栋梁. 短期气候预测地气图方法的 7 条预报规则. 高原气象,2005,24(2):218~222  
Tang Maocang, Zhang Yongjun, Li Dongliang. 7 predicating rules of Di-qi map method for short-term climate prediction. Plateau Meteor (in Chinese), 2005, 24(2): 218-222
- [2] 汤懋苍,李栋梁,张拥军. 短期气候预测成功之路在何方? 高原气象,2004,23(5):714~717  
Tang Maocang, Li Dongliang, Zhang Yongjun. How to succeed in the short-term climate prediction. Plateau Meteor (in Chinese), 2004, 23(5): 714-717
- [3] 赵红岩,李栋梁,郭维栋. 中国冬季地温场变化特征及与夏季降水场的关系. 高原气象,2002,21(1):52~58  
Zhao Hongyan, Li Dongliang, Guo Weidong. Variation features of winter soil temperature field in the depth of 3.2 m and its relation to summer precipitation field in China. Plateau Meteor (in Chinese), 2002, 21(1): 52-58
- [4] 汤懋苍,高晓清. 1980~1993 年我国“地热涡”的若干统计特征 II. “热涡”与地震的统计相关. 中国科学(B 辑),1995,25(12):1313~1319  
Tang Maocang, Gao Xiaqing. Some statistic characters of the thermal vortex in China from 1980 to 1993 II. The statistic correlation of the “thermal vortex” and the earthquake. Sci China (Series B), 1995, 25(12): 1313-1319
- [5] 唐红玉,汤懋苍,赵燕宁. 龙羊峡水库流量变化的地下原因及预测方法探讨. 高原气象,2004,23(4):472~475  
Tang Hongyu, Tang Maocang, Zhao Yanning. Underground causes of waterflow variation of the Longyang Gorges Reservoir in Yellow River and its prediction method. Plateau Meteor (in Chinese), 2004, 23(4): 472-475
- [6] 赵红岩,汤懋苍,张礼平. 台湾冬春季强震与大陆夏季旱涝分布. 高原气象,2003,22(6):643~645  
Zhao Hongyan, Tang Maocang, Zhang Liping. Winter and spring destruction earthquakes in Taiwan and its correlation with distribution of summer prediction in mainland. Plateau

- Meteor (in Chinese), 2003, 22(6): 643-645
- [7] 汤懋苍, 高晓清, 柳艳香等. 长江、黄河大洪水前期地球系统演变分析. 高原气象, 2000, 19(4): 441~449
- Tang Maocang, Gao Xiaoqing, Liu Yanxiang, et al. The analysis on the evolution of earth system before the floods in Yangtze River and Yellow River. Plateau Meteor (in Chinese), 2000, 19(4): 441-449
- [8] 柳艳香, 汤懋苍. 我国西部冬季的“扰动涡源”与东部夏季雨带分布. 高原气象, 2001, 20(1): 109~112
- Liu Yanxiang, Tang Maocang. Relationship of winter disturb source vortex over west and summer rain belt over East China. Plateau Meteor (in Chinese), 2001, 20(1): 109-112
- [9] 柳艳香, 郭维栋, 汤懋苍等. 1996~1998 年逐月地震地温场与降水场演变分析. 高原气象, 2000, 19(3): 304~309
- Liu Yanxiang, Guo Weidong, Tang Maocang, et al. Evolution of monthly earthquake and ground temperature and precipitation field during 1996-1998. Plateau Meteor (in Chinese), 2000, 19(3): 304-309

## THE RELATIONSHIP OF BIG UNDERGROUND COLD VORTEX IN WINTER AND THE DROUGHT IN SPRING AND SUMMER DURING THE LAST 50 YEARS

Tang Maocang

*(Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Science,  
Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster, Lanzhou 730000)*

Zhang Yongjun

*(Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy  
of Science, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster, Lanzhou 730000;  
Graduate School of Chinese Academy of Science, Beijing 100039)*

Li Dongliang

*(Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Science,  
Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster, Lanzhou 730000)*

### Abstract

The underground cold thermal vortex has not been analyzed in past studies. In fact, both the thermal vortex and the cold vortex are the conflict entities, just like the low-pressure system (the cyclone) and the high-pressure system (the counter cyclone) in the synoptic map. The warm vortex and the cyclone are initiative for the weather and climate change; on the contrary, the cold vortex and the anticyclone are regarded as the passivity. The cold vortex area is much larger than the warm one, and the biggest cold vortex area is above 2,000 thousands km<sup>2</sup> normally. The correlation of the cold vortex and the drought is very high, and so it is important to predict the rainfall in flood season. The relationship of big underground cold vortex in winter and the drought in spring and summer during the last 50 years was discussed. By analyzing the big underground cold vortex in winter and drought in spring and summer, the result shows that except the main body of the Tibetan Plateau, the regions of the big underground cold vortex in winter would be dry in spring and summer, and the underground cold vortex at the catchment's area of the big underground vortex is almost the same. The frequency of the big underground cold vortex in China is 80%, and so it is important for the short-term climate predicting.

**Key words:** Big underground cold vortex in winter, Drought in spring and summer, Short-term climate predicting.

## 《气象学报》征稿简则

### 1. 办刊宗旨

《气象学报》是由中国气象学会主办的大气科学学术期刊,主要刊载有关大气科学及其交叉科学问题研究的具有创造性的论文;国内外大气科学发展动态综合评述;新观点、新理论、新技术、新方法的介绍;研究工作简报及重要学术活动报道;优秀大气科学专著的评介以及有关本刊论文的学术讨论等。《气象学报》中文版为双月刊,国内外发行,作者和读者对象主要为从事气象、海洋、地理、环境、地球物理、天文、空间及生态等学科的科研人员、高校师生。

### 2. 来稿要求

(1) 来稿要求论点明确,内容充实,数据可靠,文字精练。全文必须包括:题目、作者姓名、工作单位、邮编、摘要(500~600字)、关键词(3~8个)、正文(包括必要的图表)和参考文献等。以上内容除正文文字外,均须中英文对照。在文稿首页脚注处标明基金资助、获奖项目或重大课题;第一作者简介:姓名、性别、学位、职称、研究领域和电子信箱。

(2) 来稿一律寄交编辑部,勿送个人。稿件一式两份,并自留底稿。请在不大于A4幅面的纸上用不小于5号字单面打印文稿,在寄交最后审定的修改稿时,请附有华光、方正等电子出版系统编排相应稿件的纯文本文件软盘。

(3) 文章摘要应说明本文的目的、方法、结果与结论。

(4) 文稿用字规范,标题层次分明。章条序号用1,1.1,1.1.1...3,3.1,3.1.1...表示。

(5) 数学公式、物理量的符号和单位应符合国家标准GB 3100~3102-93《量和单位》要求:量符号、代表变动性数字的符号以及坐标轴的符号均用斜体表示;矢量、张量用黑斜体表示;量符号的下标,若是变量用斜体表示,其他情况则用正体表示。量符号尽量用一个字母(特殊情况除外)表示,在文稿中首次出现时,必须给出量的名称及单位。

(6) 科技术语和名词应使用全国科学技术名词审定委员会公布的名词。如系作者自译的新名词,在文稿中第一次出现时请给出外文原词。计量单位一律采用中华人民共和国法定计量单位,并以国际符号表示。

(7) 附图必须线条光洁、文字清晰。图中若有中国地图,国界必须与中国地图出版社出版的地图一致,中国全图上切勿漏绘台湾和南海诸岛。插图尺寸不超过210 mm×290 mm幅面。文稿中应留出插图的位置,插图中的文字、图题、图例均用中英对照。标全坐标轴的英文物理量名称(或符号)与单位。

(8) 附表请使用三线表,列于正文的适当位置,表的结构要简明。表内各栏目中参量符号之后注明单位(同插图)。

(9) 本刊的参考文献著录格式采用顺序编码制,文献序号以文中出现先后顺序编排。期刊书写格式为:作者(多位作者保留前3位姓名). 论文题目. 期刊名, 年份, 卷号(期号); 页码; 图书书写次序为:作者(多位作者保留前3位姓名). 书名. 出版地: 出版单位, 出版年. 全书页码(××pp)。

### 3. 注意事项

(1) 要求来稿一式2份,并附电子版(软盘或通过电子信箱传送)。另外,提供联系人的通讯地址、电话、电子信箱等。请作者自留稿件底稿,无论论文被刊用与否,恕不退稿。

(2) 建议作者提供3~5名审稿专家(注明其职称、研究领域、单位和通讯地址),以及要求回避的评审者,供编辑部送审稿件时参考。

(3) 作者收到本刊收稿通知后,若6个月未接到录用通知,可自行处理所投文稿,并请告之编辑部,双方有约定者除外。请勿一稿多投。

(4) 来稿一经发表,酌付稿酬(包括光盘和网络版),并酌收版面费,赠送样刊两册和单行本30份。作者若需加印单行本另外加钱(每份3元),应提前告知编辑部。

(5) 来稿请寄:北京中关村南大街46号中国气象学会《气象学报》期刊社. 邮编:100081

电 话:(010)68406942,68408571

电子信箱:cmsqxxb@263.net