

2004 年我国重大灾害性天气 和大尺度环流特征

王维国¹ 饶晓琴¹ 康志明¹ 艾税秀²

(1. 国家气象中心,北京 100081; 2. 国家气候中心)

提 要

利用 EC 数值预报客观分析场、实时观测资料和灾情统计资料,对 2004 年我国重大灾害性天气事件和环流形势特征进行了天气学分析。结果表明:我国华北、东北很多地区和南方发生季节连旱与大气环流异常密切相关,致洪暴雨、强雷暴和沙尘暴灾害性天气事件是在有利的环流形势下天气系统相互作用的结果。把握好环流形势和影响天气系统演变特征,对于提高灾害性天气预报准确率和减灾、防灾有重要意义。

关键词: 灾害性天气 干旱 暴雨 雷暴 环流特征

引 言

我国幅员辽阔、地形复杂,气象灾害最为严重。每年都要遭受干旱、洪涝、台风、冰雹、风沙等气象灾害和山体滑坡、泥石流等气象次生灾害威胁。因此,分析气象灾害成因和危害对于防灾、减灾有重要意义。

2004 年我国东北地区西部、内蒙古东部、长江中下游地区和华南发生严重的季节连旱;四川、重庆、河南、云南等地出现区域性致洪大暴雨;浙江遭受 0414 号台风“云娜”的袭击,所酿灾害几十年一遇,“云娜”之名被世界气象组织所属台风委员会决定退出国际台风命名序列并永不续用;北京罕见的“7.10”强雷暴和上海来势迅猛的“7.12”雷雨大风等突发性强对流天气以及四川、湖南等地大暴雨诱发的山体滑坡和泥石流等山地灾害一并成为 2004 年我国重大灾害性天气事件。它们发生早、结束晚、分布范围较广和影响程度大。

重大灾害性天气事件是大尺度环流形势

下天气系统作用的产物。本文利用 EC 数值预报客观分析场、国家气候中心 500hPa 月平均高度场、距平场和实时观测资料以及我国气象部门的灾情统计资料对 2004 年几次重大灾害性天气过程的大尺度环流特征和灾害天气成因进行分析,旨在加深对气象灾害形成的环流背景场的了解和认识,以提高其预报准确率。

1 干旱和环流形势分析

1.1 干旱概况

2004 年我国平均气温较常年偏高 0.8℃,是 1961 年以来第四个气温偏高年,其中东北大部、内蒙古中东部、新疆南部以及江淮、江南北部等地的部分地区偏高 1~2℃。我国平均降水量比常年偏少 23mm,黑龙江、吉林、内蒙古、新疆南部、广东、河南等地的部分地区偏少 3~5 成^[1]。因此,东北地区西部、内蒙古东部出现春夏连旱,长江中下游地区和华南发生秋旱,是 1951 年以来最严重的一年。截止 11 月上旬,全国农作物受旱面积

1205×10⁴hm², 绝收 65×10⁴hm², 有 4000 多万人受到旱灾影响, 1305 万人饮水困难。

1.2 内蒙古东部、东北西部春夏连旱的环流特征

干旱与大气环流异常特征有关。2004 年东北地区西部等地主要干早期 3~6 月环流形势较常年同期有如下异常特征。

1.2.1 极涡偏在北美和北亚地区

历年 3~6 月, 北半球极涡分布在格陵兰北部经极圈到欧亚北部巴伦支海至喀拉海一带, 极涡中心在加拿大北部伊丽沙白女王群岛, 5~6 月中心向北推移到极点附近。2004 年 3 月极涡一分为二分别偏在北美北部和亚洲北部(图 1a), 两个中心分别位于加拿大维多利亚岛和泰米尔半岛南部, 配合有 -40~-120gpm 负距平区, 表明这两个极涡较强, 位置偏南。4~5 月北美极涡稳定少动(图略), 但中心略为南移, 北亚极涡加强并伸向

东西伯利亚。6 月两极涡明显减弱(图 1b), 但位置依然少变。于是在两极涡之间, 欧洲西海岸高压脊伴随北美极涡加强南移向北经向发展与美洲西部向北伸展的高压脊在极地呈反气旋“桥式”打通, 对应在极地附近均有 40~120gpm 正距平区, 以 4~5 月最强。这样极地较强的冷空气沿着北欧高压脊前偏北气流东移南下影响我国内蒙古东部和东北地区西部, 这些地区多数时间处在正距平区中, 有时在负距平边缘地区, 是干冷空气频繁活动所致, 从而降水稀少、干旱持续。

1.2.2 东亚大槽北段强盛

与极涡相伴的美洲大槽常年位于美洲东部, 夏季稍东移; 欧洲大槽则在欧洲西部, 夏季西退至西海岸; 与我国天气紧密相连的东亚大槽在鄂霍茨克海到日本九州至我国东海上空, 夏季移至堪察加半岛, 一部分西移至贝加尔湖附近, 环流明显变得宽平。2004 年 3~6 月, 美洲大槽北段强、南段弱; 欧洲大槽偏东, 5~6 月西退到 20°E 附近, 强度较强; 而槽线位于 130°E 附近的东亚大槽 3、4、6 月北段强、南段弱, 5 月槽线西移到 120°E, 强度偏强。上述旱区始终被东亚大槽后部西北气流所控制, 未出现明显的降雨过程, 旱情持续发展。

1.2.3 西太平洋副热带高压偏东

常年 3~4 月, 西太平洋副热带高压呈块状分布在 20°N 以南东太平洋中部上空; 5 月开始西伸, 5880gpm 线北界移到 20°N 附近, 对我国北方降水无影响。6 月副高明显加强西伸并北抬, 西脊点位于 120°E, 5880gpm 线北界可达 22°N, 对北方降水有较大影响。2004 年 3、4 两月副高比常年偏强, 但位置偏南对北方降水无影响。5~6 月, 副高显著偏弱, 并且位置偏东, 故它西北侧的西南暖湿气流难以到达旱区, 降水仍稀少, 降水量偏少 5 成, 干旱严重。

总之, 由于不利于旱区降水的反常大气

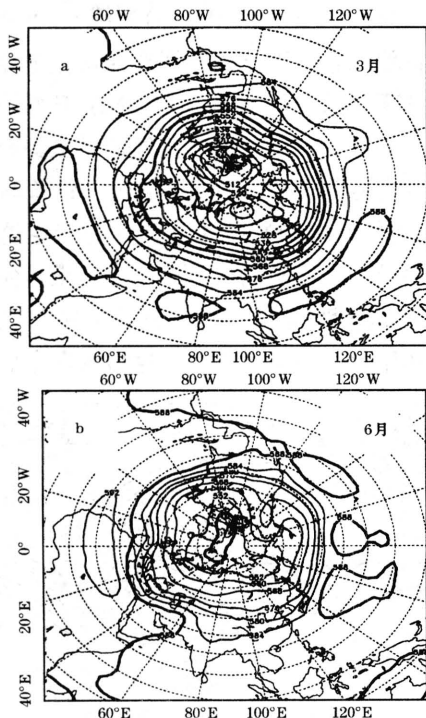


图 1 2004 年 3 月(a)、6 月(b)北半球 500hPa 平均高度场

环流长期稳定少变,华北和东北许多地方春季回温很快,风力大,夏季气温高,太阳辐射较强,蒸发力又很强是干旱加剧蔓延之主要原因。

1.3 南方秋旱环流特征

干旱发生的环流形势总是明显偏离常年状态。2004年9~10月500hPa平均高度场(图略)上,极涡偏居于美洲北部,较常年势力强大而持久,亚洲地区冷空气活动较弱,亚洲北部中高纬等高线密集并呈纬圈走向,东亚大槽明显偏弱,高纬冷空气难以侵入长江中下游及以南地区。该地区被大陆副高所盘踞,并对应着正距平区,揭示大陆副高比常年明显偏强,在干暖大陆副高控制之下,长江中下游地区和华南秋旱少雨^[2]。

2 区域性致洪暴雨环流特征分析

2.1 四川、重庆大暴雨和环流特征

2.1.1 雨情

9月3~7日,四川盆地东北部、重庆、贵州北部和西部持续出现暴雨和大暴雨,局地特大暴雨。过程总降雨量四川东北部部分地区、重庆东北部有160~290mm,局地高达300~350mm;四川宣汉最大为419mm,重庆开县次大399mm;24小时重庆开县最大达298mm,四川渠县次大253mm。这次大暴雨过程是自1982年以来出现的最强一次,是川东北有气象记录以来和四川有气象记录以来9、10月最强的一次。其中渠县、宣汉、武胜、营山、开江等市县的日雨量均突破了建站以来历史极值,重庆开县的日雨量和过程总雨量都为该站有气象记录以来的最大值。这次大暴雨影响范围广、强度大、雨势猛并持续时间长。四川、重庆出现严重的洪涝并引起多处滑坡、泥石流等山地灾害。使农田受淹、房屋倒塌、交通中断,188人丧生,直接经济损失达55亿元。

2.1.2 环流形势特征分析

这次大暴雨天气过程发生在亚洲为两槽一脊的经向环流形势下(图2)。乌拉尔山至中西伯利亚西部和东西伯利亚到日本海为长波槽,中西伯利亚东部到贝加尔湖是高压脊,从西西伯利亚低槽中先后有三个短波槽沿高原东移,西太平洋副高呈带状分布在我国长江以南地区到日本以南洋面上空。生成于西太平洋上的19号台风桑达沿副高南侧向西北方向移动,促使带状副高断裂成两环。桑达移入东海后,强度显著加强,并受东环副高西侧南风牵引向北移进两环副高之间的东部槽区中,移速缓慢,致使位于湖南、贵州、广西等地的西环副高稳定少动。当第一个短波槽移至甘肃到四川盆地时,在四川东部生成一西南低涡。短波槽中的弱冷空气从高原西北部和河套地区侵入低涡。正如卢敬华^[3]所研究的结果:当冷空气从低涡前方侵入,不利于西南低涡东移。因此该低涡在四川盆地停留长达3天之久,西环副高停滞少动,其西侧暖湿气流和高原东北侧的冷空气通过主要影响系统西南低涡得以在四川、重庆一带长时间交汇,天气系统的共同相互作用是产生这场罕见的秋季大暴雨的根本原因。但桑达使得大陆副高滞留,阻止了西南低涡向东移动的间接作用也是不可忽视的。这启示在今后的

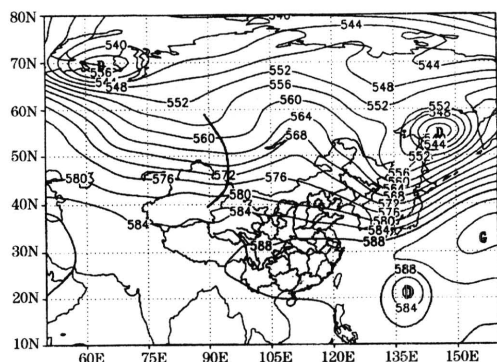


图2 2004年9月2日20时500hPa环流形势

预报中应更多关注间接天气系统的作用。

2.2 黄淮特大暴雨和环流特征

2.2.1 降水概况

7月16~19日,河南、山东中西部、安徽北部、湖北东部、湖南北部出现该年最强的一次特大暴雨过程。过程总雨量河南中东部、山东西部、湖北东部、湖南北部有130~190mm,局部地区高达200~300mm,其中河南方城393mm,舞阳364mm、舞钢工区344mm、社旗325mm;24小时最大降雨量方城有392mm、舞阳359mm、舞钢工区336mm、社旗323mm。河南有42站日降雨量超过历史同期最高值,7站超过历年日降雨量极值。这次特大暴雨过程突发性强、历时短、暴雨集中、强度大在历史上较为罕见。因此造成淮河流域的沙颍河、洪汝河发生洪水,淮河干流王家坝站超过警戒水位;泥河洼和老王坡滞洪区分洪。大量农田被淹,受灾面积 $16.6 \times 10^4 \text{ km}^2$,受灾人口197.3万,房屋倒塌5181间,滞洪受灾损失为3.6亿元,经济损失严重。

2.2.2 环流特征分析

这次特大暴雨过程产生在欧亚中高纬度呈两槽两脊经向环流形势下,两个低槽分别位于西西伯利亚平原和华北到长江中下游地区;两个高压脊在乌拉尔山和中西伯利亚至贝加尔湖地区(图3)。

该形势是由7月上旬中后期欧亚中高纬环流调整演变而来。首先,西欧低槽发生后退并分裂一小槽东移,槽中冷平流使乌拉尔山阻高明显减弱,同时使阻高前部西西伯利亚平原低涡也分裂一短波槽沿中纬度锋区东移。然后,西欧分裂小槽并入西西伯利亚平原低涡中,使得环流经向度加大,能量频散作用导致沿中纬度锋区东移的短波槽往南加深,在河套地区又与一高原槽叠加成槽线长

达20个纬度的大槽,替换了华北至长江下游的长波槽,此槽北缩减弱造成日本以东的西太平洋副高加强西伸北抬。大槽与副高西北侧之间建立一支低空西南急流,把低纬海洋上的水汽、热量和动量输向暴雨区。与此同时,西西伯利亚平原低涡前部暖平流的动力加压作用使贝加尔湖高压脊加强成阻塞高压。中旬前期,从阻高东南侧和西西伯利亚各有一股冷空气东移南下并合并东移,在陕北形成一个低涡。15日08时,低涡前部暖切变线生成,在黄河中游地区建立了低涡切变形势。南下的冷空气和副高西北侧的强暖湿气流,通过主要影响系统低涡切变线相互作用,引发了这场特大暴雨过程。

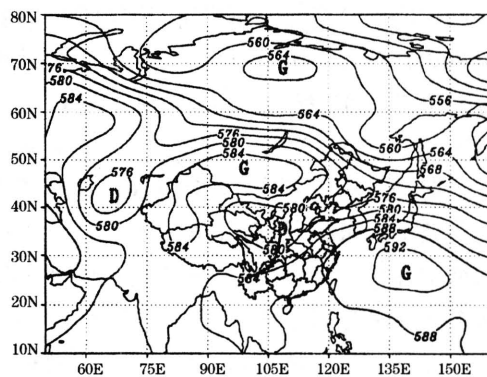


图3 2004年7月16日20时500hPa环流形势

3 北京“7.10”、上海“7.12”强雷暴和环流特征

3.1 雷暴实况

7月10日下午16~20时4个小时内,北京市出现了几十年以来罕见的局地强雷暴天气。超过50mm的暴雨区和大暴雨区位于石景山、丰台、门头沟东部和中心城区,城区平均降雨量为57mm,雨量较大的地点有:紫竹院125mm(20时后该自动站损坏,没有雨量记录)、天坛109mm、丰台96mm、天安门95mm。其中丰台气象站1小时最大雨量达52mm,10分钟达23mm。

这场暴雨强度大、雨势猛和降雨时间短暂集中,为北京市 20 年来罕见的突发性局地暴雨。因此,造成城区道路积水严重,地势低洼路段和立交桥下成为重灾区,因积水较深,多辆熄火汽车抛锚浸泡水中,40 多处地段交通严重受阻。

7月12日17时30分至19时30分,上海市突遭7~11级雷雨大风袭击,闵行华漕还出现了龙卷风,全市普降小到中雨,局地有大雨。这次强对流天气来势迅猛,移速特快,以风灾为主,造成多处房屋倒塌,死亡7人,伤及多人,部分地区还因高压线损坏而停电。

3.2 环流特征分析

北京和上海的强雷暴天气是在欧亚中高纬度三槽两脊型经向环流向两槽两脊型转化过程中产生的。7月上旬后期,三个长波槽分别位于西欧、西西伯利亚平原和我国东部地区,相邻的长波脊一个在中西伯利亚到贝加尔湖,另一个在乌拉尔山地区。首先西欧槽分裂小槽东移,然后并进西西伯利亚平原低槽中,促使该槽分裂一短波槽沿中纬度锋区东移加深与东移的高原槽同相叠加,在我国东部重建一长波槽(图4),原长波槽东移减弱。此时,长波略有西退,西欧槽减弱,亚欧地区变成两槽两脊型。与此同时,西太平

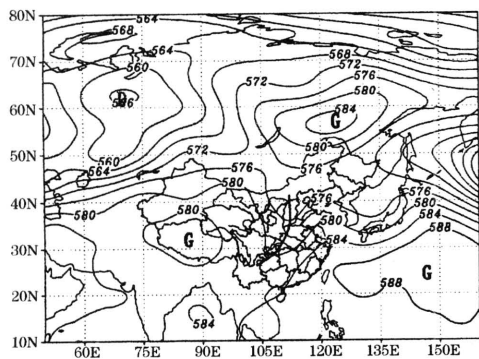


图4 2004年7月10日20时500hPa环流形势

洋副高逐日西伸加强呈带状控制南海及台湾以东洋面。其西北侧盛行一支强低空西南急流并向北扩展与大陆高压西南侧的东南气流在华北南部形成一条暖切变线,从而建立了低涡切变线形势,是北京强雷暴天气尺度的直接影响系统。低涡后部盛行一支500hPa风速达 $14\sim 28\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的西北风(强冷平流),涡前700hPa风速为 $10\sim 22\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的西南风(强暖平流),温湿差动平流的相互作用,使暖湿气流中产生一对流云单体^[4],加强发展,导致北京出现局地罕见的强雷暴。低槽逐渐东移,槽后西北风向南推进与中低层低空西南急流核交锋,激发产生中尺度对流系统飚线,12日傍晚又造成上海等地出现突发性雷雨大风等强对流天气。

4 沙尘暴和环流特征

4.1 沙尘暴天气实况

2004年春季我国共出现15次沙尘天气过程,其中1次强沙尘暴、5次沙尘暴、9次扬沙天气过程,略多于近5年的平均值13.6次,但沙尘暴发生次数和沙尘天气日数却明显少于常年。

3月26~28日的沙尘天气是2004年最强的一次沙尘暴天气过程。其中内蒙古和甘肃两省区出现了39站次沙尘暴,内蒙古锡林郭勒盟地震灾区强沙尘暴的能见度仅10~60m,为该区近30年来少见的强沙尘暴,给灾民财产带来较大损失。

4.2 环流特征

本次强沙尘暴出现在欧亚中高纬度呈一槽一脊型的经向环流形势下,阻塞高压脊分布在中欧到乌拉尔山地区,阻塞高压位于北欧至北亚的极区,中心在北冰洋法兰士约瑟夫群岛附近。500hPa上配合有5480gpm闭合线,非常之强盛。阻高南侧和西部50~70°N亚洲地区为准东西向低压带,其中有3

个低涡分别位于东西伯利亚、中西伯利亚北部和威海北部,以中西伯利亚低涡最强。50°N以南中纬地区为较平直西风环流。威海附近的低涡东移减弱成低槽与中西伯利亚低涡合并加强,当该低槽移至蒙古国西部到我国新疆西部边境时,平直的中纬度锋区上在蒙古国中部新生一较弱高压脊(图略),脊后暖平流逐渐增强,在蒙古西部地区同时诱生一暖性低压并有暖锋锋生,较强的冷空气沿着北亚地区阻高南侧偏东气流往西移,然后沿阻高东侧的西北气流大举南下,侵入我国新疆^[5]。当冷锋移入暖低压中与暖锋相接,在蒙古国中部生成了蒙古气旋,并向东偏北方向移动,在蒙古国东部强烈加深发展,致使西北地区大部、华北和东北地区等地出现6~7级大风,短时风速达 $17\sim 33\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (8~12级),强风将戈壁荒漠中大量沙尘卷入空中,使空气变得非常混浊,水平能见度急剧变坏,出现了恶劣的沙尘暴天气。

5 小结

我国重大灾害性天气事件与大尺度环流形势特征密切相关,是在有利的环流背景下天气系统相互作用的结果。2004年华北、东

北地区和南方出现季节连旱是极涡偏居于北美和北亚地区,东亚大槽北段强盛和西太平洋副热带高压偏东,大气环流明显偏离常年状态所致。四川、重庆发生的大暴雨、黄淮地区特大暴雨以及“7.10”北京、“7.12”上海强雷暴均产生在稳定的经向环流形势下,是西风槽、西南低涡、低涡切变线、低空西南急流、西太平洋副热带高压等天气系统相互作用造成的,但相邻天气系统的间接作用不可忽视。把握好大尺度环流形势和影响天气系统演变特征,提高灾害性天气预报的准确率,对于抗御气象自然灾害有重要意义。

参考文献

- 1 蒙嘉川. 北方冷空气势力弱 沙尘频次偏少. 气象, 2004, 30(7): 58~59.
- 2 张涛. 东北华南干旱炎热 四川重庆暴雨成灾. 气象, 2004, 30(12): 86~88.
- 3 卢敬华. 西南低涡概论. 北京: 气象出版社, 1986: 238.
- 4 杨克明, 张守峰, 张建忠等. “0185”上海特大暴雨成因分析. 气象, 2004, 30(3): 25~30.
- 5 陈洪武, 王旭, 马禹. 新疆沙尘暴气候背景场的分析. 气象, 2003, 29(6): 37~40.

Analysis of the Calamitous Weather and Large-scale Circulation in 2004

Wang Weiguo¹ Rao Xiaoqin¹ Kang Zhiming¹ Ai Wanxiu²

(1. National Meteorological Center, Beijing 100081; 2. National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

Based on analysis data of EC numerical model, real-time observation and statistical calamitous data, a synoptic analysis of the weather and the circulation situation in 2004 is made. The result shows that the continuous drought happened in North China, Northeast China and South China is closely related to the abnormal of the synoptic circulation. The interaction of the synoptic system under the favorable situation resulted in the calamitous weather such as heavy rain, thunderstorm and sandstorm etc. Having a good understanding of the synoptic situation and evolution character of the affecting weather system is very important to improve forecast accuracy of the calamitous weather and the disaster prevention.

Key Words: calamitous weather drought heavy rain thunderstorm general circulation