

# 2005年6月21—23日呼和浩特持续酷热 高温天气成因分析

王晓云 李 薪 吴瑞芬 贾忠英 韩 玮 张 华 杨彩云

(内蒙古呼和浩特市气象局,010020)

## 提 要

对2005年6月21—23日呼和浩特地区出现持续 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 高温天气过程的环流背景、影响天气系统及成因进行了分析。结果表明:这次高温天气主要是亚洲中高纬呈两槽一脊型,我国北方持续受暖高压脊控制,大陆(河套)高压强盛所造成的。另外极锋急流出口区和副热带急流入口区的高空辐合机制使位于南北两条急流之间的河套高压为下沉运动控制,它所伴随的晴空区辐射增温、下沉绝热增温、暖气团自西向东的平流增温是导致高温天气的主要物理机制。

**关键词:** 高温 河套高压 结构 诊断

## 引 言

夏季高温是一种重要的灾害性天气,高温天气不仅影响人们的日常生活,造成中暑现象、用电量超负荷拉闸限电等,而且会导致地面蒸发量加大,从而引起干旱,加剧旱情,所以高温不仅对人类自身产生直接影响,还会导致自然界干旱现象的发生。

关于高温天气,国内学者已有一些研究。谢庄等曾对1999年的北京极端高温天气个例进行了研究,指出造成这次极端高温的天气系统是大陆高压,并认为高压中空气的下沉绝热增温是形成高温天气的主要物理机制。最近,钱婷婷等<sup>[1]</sup>进一步分析了河套高压的结构指出与河套高压相对应的低层暖气团东移引起的平流增温也是引发本地高温的主要原因。以上研究加深了我们对华北夏季高温的认识。然而呼和浩特位于华北西北部,夏季高温的出现较我国南方的高温概率小,持续时间短,但极端高温强度相差并不大。这是因为河套高压是一个水平尺度较小的移动性系统。而副热带高压水平尺度都达

到上万公里,因此,河套高压所造成的北方高温天气不同于副热带高压所造成的高温天气。不会像副高那样在一个地区长时间的维持不动,通常是有规律地自西向东移动的,所以高温持续时间较短、概率小。本文以2005年6月中旬至下旬前期呼市地区持续晴热高温天气过程为例,分析河套高压的共同特征及形成过程,以进一步加深对呼市地区夏季高温天气发生发展的了解,完善已有的预报技术。

## 1 2005年6月呼和浩特地区高温特点

### 1.1 高温气候特征

我们选取呼和浩特地区6个测站分别为土左旗、托县、清水河、和林、武川和呼市南部巧尔报,规定:日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 为一高温日,连续2天或以上的高温日作为持续高温指标,有3站或以上同时出现高温的,即作为一个大范围高温日。据此标准,从1971—2004年6—8月呼市地区34年中,无论是月和年平均高温日数,还是持续最长高温日数、极端最高温度,托县站是呼市地区高温天气

的易发区和多发区,也是极值区(见表1)。由表1可见大范围高温天气主要发生在7月份,而6月份和8月份仅在个别地区和年份出现。以托县测站(下同)为例,7月份平均高温日数为1.6天,6月份平均高温日数为0.6天,8月份平均高温日数为0.2天。6—8月份共有80天高温天气,年平均高温日数

2.4天。进入90年代后期,高温天气和极端温度均有明显的增加趋势,1999年和2001年是出现高温日数最多年份,共出现23天高温日,占总数的29%。历年极端最高气温38.5℃,出现在2000年7月20日。持续最长高温日数为7天,是1999年7月23—29日。

表1 呼和浩特地区历年高温特征量

项目	托县	和林	清水河	巧尔报	土左	武川
1971—2004年高温天数	80	31	19	27	22	0
年平均高温天数	2.4	0.9	0.6	0.8	0.6	
6月平均高温天数	0.6	0.2				
7月平均高温天数	1.6	0.6	0.5	0.6	0.6	
8月平均高温天数	0.2	0.1		0.1		
2005年6月极端最高温度/℃	40.1	38.8	39.5	37.6	38.7	35.9
历年6月极端最高温度/℃	37.1	35.6	35.1	35.0	34.9	31.4
历年极端最高温度/℃	38.5	37.9	36.7	38.4	37.2	33.6
出现时间(年/月/日)	20000720	19990727	19750728	19990724	19990724	19990728
2005年持续最长高温天数	3	3	3	3	3	1
历年持续最长高温天数	7	4	4	6	4	0
起始时间(年/月/日)	19990723	19990726	19990726	19990723	19710716	

## 1.2 高温天气概况和特点

进入6月份呼和浩特地区气温持续偏高,特别是6月中旬至下旬比历年同期偏高3~4℃。6月21—23日出现了≥35℃以上的大范围高温酷热天气。22日呼市地区6个测站中有5个测站日最高气温刷新历史极值,除了最长持续高温日数3天没突破历史记录外,其余各项均达到或创下历史第一峰值。特别是托县站极端最高气温≥40℃,地处大青山以北的山区武川县也出现了历史上第一次高温天气,极端最高气温35.9℃。高温异常偏强是2005年最主要的特点。

从表1还可看出,通常出现大范围的高温天气往往在7月份,6月份同时出现高温站数最多只有3个测站。而2005年6月22日呼市地区6个测站全部达到高温,最长持续高温日数仅次于1999年7月份,居历史第2位。另外由于气温持续偏高土壤失墒快,造成武川、土左旗等乡镇旱灾,部分地区出现

土蝗、小地老虎虫害发展蔓延快,危害重的现象。可见2005年高温出现时间早、范围大、持续时间长、危害重也是2005年的显著特点。对于这种异常天气的出现必定与前期的大尺度形势有关,通过下面的分析以求能得到一些异常高温的预报着眼点,以便提高高温预报准确率。

## 2 环流特征

### 2.1 中高层天气系统特征

进入6月中旬以来,我国北方主要处于宽广的暖高压脊控制(见图1)。亚洲中高纬两槽一脊呈纬向环流为主,东亚大槽整体偏东,新地岛附近有极涡发展,其南部乌拉尔山以东为一宽广的弱高压脊控制,亚洲中高纬锋区偏北,我国北方及内蒙古中西部主要处于东亚槽后、脊前西北气流控制。冷空气活动较弱,大陆高压势力强盛,使得我区中西部持续晴热高温天气。从逐日环流演变过程看(图略),6月19日08时中亚地区的弱脊区

已东移到我国新疆，随后暖脊逐渐东扩，到20日08时（高温发生前一天）平坦的高压脊逐步向南北方向伸展，温度场落后于气压场，此时内蒙古中西部处于暖脊中，暖平流不断从西向东输送过来。21日08时暖脊东移，在河套偏西地区形成一个小闭合高压中心，强度为5840gpm，呼市地区高温天气开始。22日08时闭合高压继续东扩，影响范围及强度进一步加强，呼和浩特高温天气达最强。23日08时闭合高压减弱为高脊并东移至内蒙古中部至华北东部，此时呼市高温较前一天高温有所下降。24日08时随着大陆高脊逐渐东移，其影响范围也逐步东移，呼和浩特地区的高温天气得到缓解。25日以后，副高与东移至日本海附近的大陆高压脊同相位叠加，副高脊线北跳，雨带才明显北抬结束呼和浩特市的酷热高温天气。

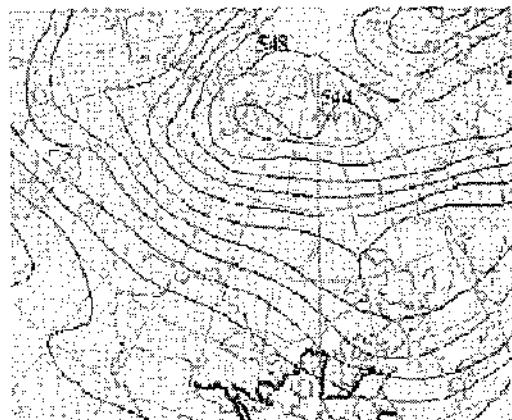


图1 2005年6月中旬500hPa平均高度场

河套高压只有中低层才会出现，而在对流层上部，并不存在闭合的高压，而表现为一个平坦的天气尺度的高压脊。

## 2.2 低层天气系统特征

已有研究表明，直接导致华北地区高温天气的影响系统是位于700hPa层上的河套高压，它形成于河套地区，在东移过程中发展、加强，将炎热的天气带到华北<sup>[1]</sup>。从逐日

环流演变可见（图略），自高温发生前两天开始，在700hPa实况图上我国新疆至西北是暖高脊控制，温度场落后于气压场，16℃闭合暖中心位于西北西部，华北地区12℃等温线控制，表明自西向东存在较强的温度梯度。随后，暖高脊在东移过程中强度加大并向南伸展，其南面部分在我区河套地区形成一个中尺度暖高压。相应高压脊前东亚槽移动缓慢，低槽底部一直向南延伸到东部沿海，强度明显加大。由于该槽稳定维持，使得河套高压东移变缓，高压主体进一步加强。下面选取6月22日08时700hPa高度场、温度场的配置，当日地面最高气温35℃以上区域（闭合线）来分析北方高温天气形势。从环流背景看（见图2），东北地区东部存在东移的冷涡，低槽一直向南延伸到华南北部，槽后是宽广的西北气流，并且在河套附近有阻高建立，地面对应为大陆高压控制，40°N以北贝加尔湖以东有另一股冷空气活动。在上述环流背景下，华北北部、内蒙古中西部处于大陆高压控制，持续出现大范围高温天气。此时呼市地区托县极端最高气温为40.1℃，创下50年以来极值。在以后的几天演变中，随着东亚槽减弱，河套高压东移加快，强度开始减弱，气温逐渐开始下降，24日呼和浩特市地区的高温天气得到缓解，25日以后副高北跳

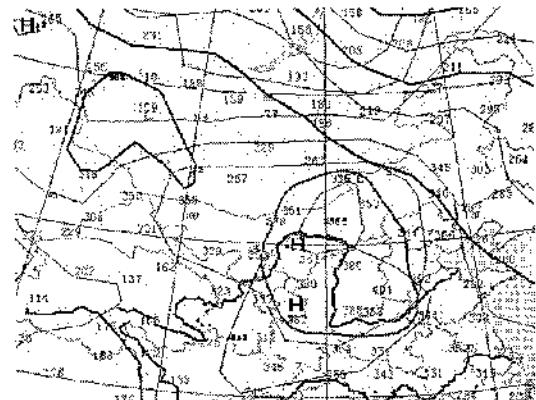


图2 2005年6月22日08时700hPa高度场、温度场和地面14时高温区域（粗闭合线）

结束呼和浩特市高温酷热天气。

### 2.3 地面形势特征

地面形势场上，在高温天气出现的前两天，高原北侧我国新疆中部至内蒙古西部开始形成一个热低压带，同时地面出现小范围35℃高温区，范围主要位于甘肃西部。随着地面低压区与高温区不断向东扩展，而高温中心和低压中心表现为向东移动。由原来小范围35℃高温区逐渐东扩到内蒙古中西部、华北等地。这次呼和浩特持续高温是由西北干旱地区大范围热低压东移扩张所致。由此也能发现，低层暖气团东移引起的平流增温也是引发本地高温的主要原因。

## 3 高温过程的热力场与动力特征

### 3.1 温度平流分布特征

某地的温度变化主要决定于温度平流，对其分析主要考虑平流的冷暖性质和强度，本节主要讨论低层850hPa暖平流的演变情况。图3给出了6月20日T213 850hPa温度平流21日08时—23日14时预报场。从

图3a中可看到与河套高压相对应在我国新疆与甘肃交界处和我区巴盟西北部各有一个强暖平流区，呈东西向带状分布，两个闭合中心值分别是 $12 \times 10^{-5} \text{ k} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $20 \times 10^{-5} \text{ k} \cdot \text{s}^{-1}$ ，表明东边的强暖平流已占据了我区西部巴盟一带。22日08时随着暖平流的东移，带状暖平流区逐渐向南北方向伸展，一个闭合中心伸至我区中东部的朱日和附近。另一个闭合中心伸至呼和浩特附近，暖平流区变为东北—西南向，极值为 $12 \times 10^{-5} \text{ k} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $16 \times 10^{-5} \text{ k} \cdot \text{s}^{-1}$ （如图3b所示）。此时，呼和浩特受强暖平流中心控制，气温较前一天明显升高，5个测站最高气温刷新历史极值。23日14时暖平流中心移至我区锡盟，中心值为 $20 \times 10^{-5} \text{ k} \cdot \text{s}^{-1}$ 。（如图3c所示）这时呼和浩特受暖平流后部，冷平流前缘的影响，气温缓慢开始下降，随着暖平流东移入海，我市高温天气结束。由此可见，这次大范围的高温天气是低层暖气团东移引起的平流增温所造成的。

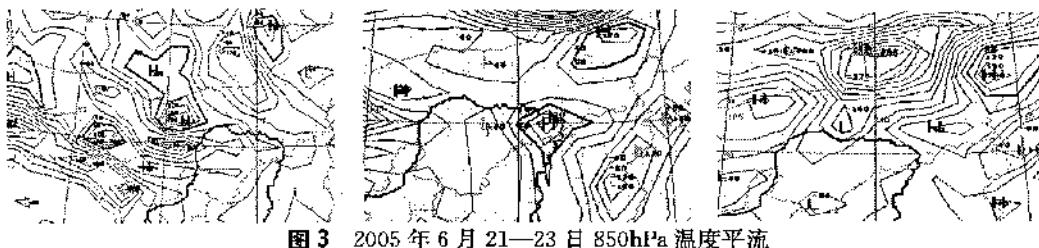


图3 2005年6月21—23日850hPa温度平流

### 3.2 垂直项对局地温度作用

大陆高压控制下的高温天气，空气湿度较小，其垂直温度递减率 $r$ 较干绝热递减率 $r_d$ 为低， $r_d - r > 0$ ，而垂直方向上呈下沉运动 $w < 0$ ，因此垂直项使得局地温度增加（ $-w(r_d - r) > 0$ ）。也就是河套高压下沉运动使得局地温度增加，即下沉绝热增温有利于高温天气的出现。

### 3.3 散度的分布特征

由于河套高压的下沉运动有利于高温天气的出现，因此分析引起下沉运动的原因是

很有必要的。从图4a所给的6月22日08时200hPa全风速场以及流场合成可见：在我国河套高压上空处于强辐合区中心，它正好位于南北两条高空急流之间。辐合区的西北侧（贝湖附近）为一支西北风急流中心，辐合区的东南侧为一支西南风气流中心。也就是说河套高压上空的辐合区位于北边的西北风（极锋）急流出口区的右侧和南边西南风（副热带）急流入口区的左侧。图中等风速线清楚地显示出中纬度极锋急流在200hPa高

度上位于 $50\sim60^{\circ}\text{N}$ 的大风速中心。副热带急流在 $200\text{hPa}$ 高度上位于 $30\sim38^{\circ}\text{N}$ 的大风速中心。两个急流中心之间有一个相当强的辐合区,最大负散度值可达 $-32\times10^{-6}\text{s}^{-1}$ ,呈东西向带状分布,位于 $40\sim44^{\circ}\text{N}, 102\sim112^{\circ}\text{E}$ (图4b)。在它下面对流层低层则是

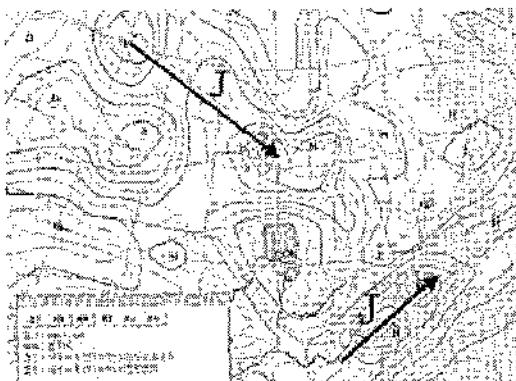
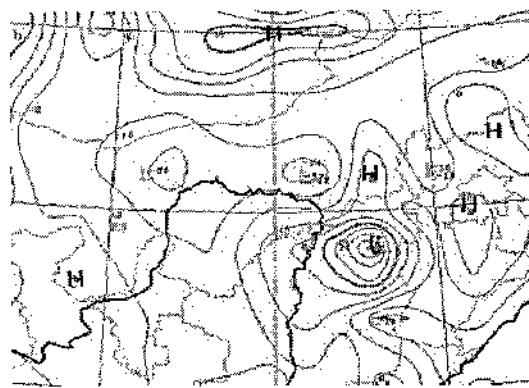


图4 2005年6月22日08时200hPa等风速场、流场和散度的分布特征

辐散区,最大正散度值达 $28\times10^{-6}\sim16\times10^{-6}\text{s}^{-1}$ 位于 $700\text{hPa}$ 层上(图略)。这种高空辐合低空辐散正好位于河套高压范围内,因此可以说河套高压的下沉运动是副热带高空急流和中纬度极锋急流共同作用的产物。



(a)6月22日08时200hPa等风速场和流场(红色为等风速线,蓝色为流场;阴影区为主要辐合区,J代表中高纬度极锋急流和副热带急流中心);(b)6月22日08时200hPa散度分布

#### 4 结语

(1)2005年6月21—23日呼和浩特地区 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温天气有以下特点:出现时间早、强度强、范围广、危害重、持续时间长。

(2)500hPa亚洲中高纬环流呈两槽一脊分布,我国北方地区持续受乌拉尔山以东暖高脊控制,相应的 $700\text{hPa}$ 层上在河套地区形成一个闭合暖高压,正是这一典型环流造成呼和浩特地区高温少雨天气。

(3)呼市地区夏季高温与我国西部干旱地区大范围高温东移相关,因此其持续时间远远小于副热带高压控制下的持续高温天气。

(4)高温期间,呼市地区处于极锋急流与副热带急流所构成的辐合下沉运动区中心,在对流层中下层为河套高压控制,边界层内

表现为热低压,它们共同作用所带来的下沉绝热增温、平流增温、晴空区辐射增温是导致呼市地区出现高温天气的主要原因<sup>[2]</sup>。

#### 参考文献

- [1] 钱婷婷,王迎春,郑社芳,等.造成北京连续高温的河套高压结构分析[J].应用气象学报,2005,16(2):167-172.
- [2] 郑社芳,王迎春.北京夏季持续高温过程特征分析[J].气象,2005,31(10):16-19.
- [3] 张涛.华南东北暴雨成灾华北黄淮干旱炎热2005年6月[J].气象,2005,31(9):90-93.
- [4] 朱红,俞科爱.2003年浙北高温分析及预报[J].气象,2005,31(7):42-44.
- [5] 袁晓玉,马德贞.2003年江南干旱的成因分析[J].气象,2005,31(7):37-41.