

渤海湾对流风暴的个例分析^①

段 英 王新颖 赵亚民 郑新江

(河北省气象局, 石家庄 050021)

(国家卫星气象中心)

提 要

对 1998 年 5 月 20 日渤海湾上空一次向西移动的对流风暴进行个例分析, 讨论了其特点及成因

关键词: 渤海湾 对流风暴 闪电

引 言

我们对于热带气旋和海陆风等天气系统的活动特点, 已经取得了较多的认识, 而对海洋对流风暴活动的研究则涉及较少。随着观测工具的增加和手段的完善, 特别是气象卫星、远程闪电的连续监测, 使我们有可能对渤海及其邻近地域中尺度对流系统的活动特点, 有进一步的了解。

1 对流风暴生命史

1998 年 5 月 20 日凌晨, 一股强劲的风暴雨自渤海湾向西移动, 先后袭击了唐山南部沿海、天津、廊坊、保定等地区。风暴所经之处, 先后出现了偏东大风(瞬间风速 $> 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), 暴雨(3 小时降水量静海 123mm、保定 113mm)和冰雹(文安、保定和清苑等县市, 冰雹最大直径观测记录为 11mm, 积雹最厚达 20cm)。农田受灾面积 61000 hm^2 , 直接经济损失 2000 多万元。灾害性天气分布如图 1 所示。此次对流风暴活动的特点是: 发生在后半夜至清晨, 来势猛烈, 移动速度变化较大, 横扫的面积狭长, 南北宽 30km 左右, 东西长

达 350km, 风暴的生命史约 9 个小时。

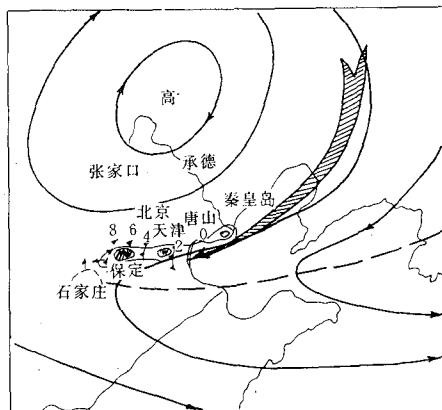


图 1 1998 年 5 月 20 日 500hPa 环流形势与灾害性天气分布

大箭头为 3000~6000m 的主导气流, 三角线表示每 2 小时风暴前锋移动的位置, 斜线区降水量 $\geq 50 \text{ mm}$, 黑区 $\geq 100 \text{ mm}$ 。黑三角为冰雹

2 对流风暴的发生

19 日 20 时(北京时, 下同)在渤海北方的冀东、辽西上空有对流云团组成的云带, 并

^① 本课题受 HB 95-96-2 项目资助

有雷雨。云带向南移动。与之相对应的地面天气系统为低压槽和消散着的冷锋。至23时,在云带西端的对流云团有明显的发展,其中心点位于滦河口上空,而其他对流云团在消散。这个对流云团所以能够重新发展,综合各种天气资料,具备3个有利条件:一是入夜陆地冷湿空气移至较暖的渤海上空时,大气层结变得更不稳定,对流运动重新活跃;二是低空水汽通量的强烈辐合,为对流风暴的发展提供了充足的水汽和位势不稳定能量;三是高空西风与中空东风的调整,有利于对流云的发展。

通过对19日20时卫星水汽图(图2a)的分析,可以进一步了解对流风暴发生的条件与环境。在图2a的渤海东北部上空为一条锋上水汽通道(F),并向东南方扩展(顶高约9300m),渤海上空有南北向短水汽通道(H,

顶高约6000m),与锋上水汽通道交汇于渤海湾北岸,为对流风暴的发展提供了充分的水汽条件。内蒙古至河北北部的弯月形干区(G,与500hPa的冷舌相配合,下称干冷区),干冷区以 $37\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 的速度向南扩展,22时移至渤海北部上空。这种高空干冷、低空暖湿的环境,更利于对流运动的持续发展。至23时(图略),在滦河口上空的对流云团已经发展为中尺度对流系统(MCS),云顶笼罩了整个渤海湾,其长轴约200km,短轴约140km,顶高达11.5km。在对流云团的发展过程中,水汽输送以垂直方向为主,在连续的水汽图上显得有突变现象。图2b为20日02时的水汽图像,与图2a相比变化十分显著。值得注意的是:在渤海湾对流风暴西侧的前沿,有一条狭窄的干缝区(G2),表明水汽的不连续,此地天气变化也最激烈。

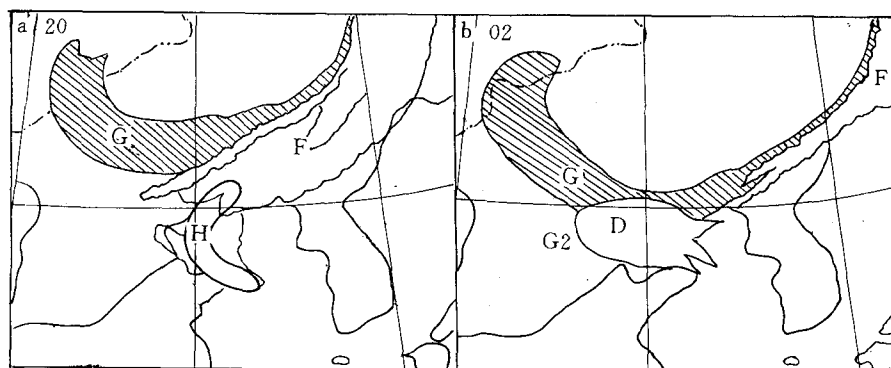


图2 1998年5月19日20时(a)、20日02时(b)卫星水汽图素描
粗线勾画空白区为水汽通道,斜线区为干区

3 对流风暴的发展与移动

对流风暴的发展与移动,与本区域的大气环流形势密切相关。19日20时至20日08时,700hPa和500hPa的渤海上空处于变形场的鞍形区,特别是由于变形场中北部成员——内蒙古反气旋的加强与南移,使得渤海

上空的偏东气流得到加强($3000\sim 6000\text{m}$ 偏东风达 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,见图1)。正是由于这支偏东气流的作用,才促使风暴自渤海湾向西移动,长驱直达保定地区。也正是由于这支偏东气流与高空偏西气流($8000\sim 10000\text{m}$ 西风达 $30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)的补偿作用使得对流风暴得以

维持。

图3是2小时一次的红外卫星云图示意图,表明对流风暴在向西移动的同时,其主体还略向南压。云顶等温线在其西侧密集,而其东侧稀疏,反映了流出气流的强劲。但是到了08时对流风暴的主体与顶部的倾斜度过大,导致断裂,降水终止,这可能与中、高空的东、西风切变过强有关。

对流风暴在发展过程中,伴随着闪电现象。石家庄测得的闪电频数时间变化(图4),显示了渤海湾对流风暴发展的全过程(此时段其他方向无闪电活动)。闪电频数在07:00

~07:30达到最高值,与对流性降水量的峰值和降冰雹的时间相对应(保定市06~07时降水量达102.2mm)。值得注意的是:在全过程总闪1182次中,云闪达450次,占38%。以07:00~07:30时为例,总闪为138次,云闪达62次,占45%,云闪中负闪的比率为67%;08:00~08:30时云闪的频数达到最高值,为78次,占总闪次数的72%。与其他类型的对流性降水相比,此次云闪的比率是比较高的。09时后,云闪和地闪的频数急骤减少,对流性降水基本结束。

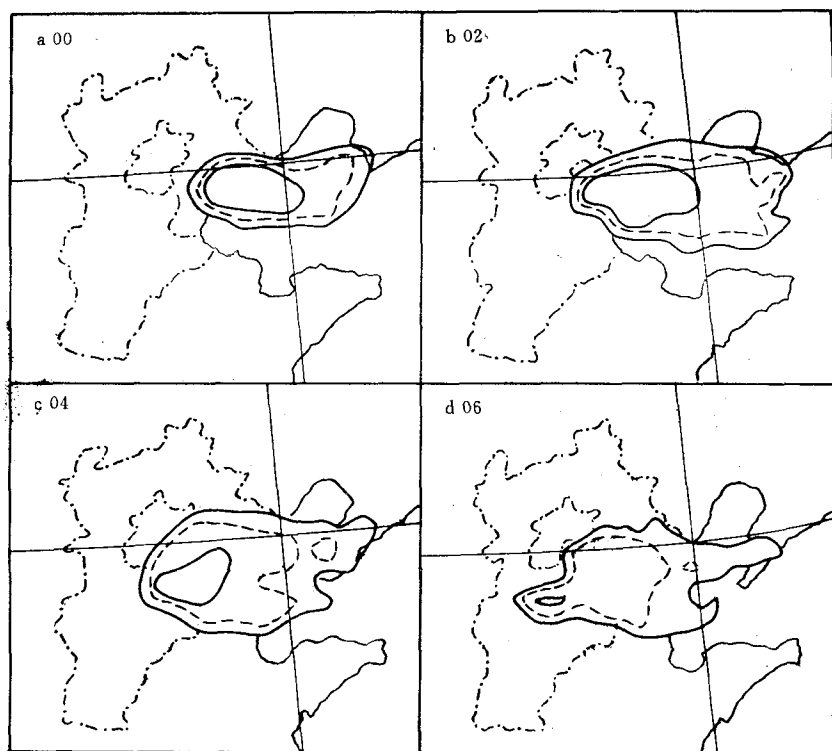


图3 1998年5月20日00~06时红外卫星云图示意图

图中3条云顶TBB等值线分别为 -32° 、 -42° 、 -52°C ,相当高度为8000、9300、11500m

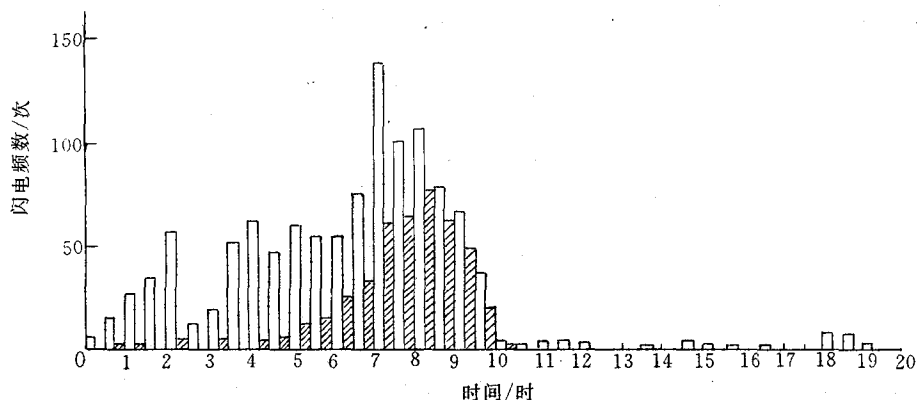


图4 1998年5月20日石家庄测定云地闪发生次数时间变化
按每30分钟统计,斜线为云闪

在对流风暴的发展过程中,还有一种云团对接现象。05时当对流风暴的前锋西移到白洋淀附近时,在其西侧有较小的对流云团生成,且发展迅速,并向风暴主体靠近,06:30时在保定东郊附近,对流性天气达到最猛烈的程度,06:28时保定、清苑附近降落冰雹,最大如鸡蛋,降水也达到了大暴雨的程度。这种不同来向对流云体的立体对接,伴随强烈天气发展的现象,是值得进一步研究的。

4 小结

4.1 此次对流风暴的发展,具有典型的海洋对流云雨的特点。对流云发生在夜间,最强对流天气出现在清晨。

4.2 风暴的移动方向,取决于中层(3000~6000m)气流的方向。发展阶段与中、高层气流切变有关。

4.3 云、地闪的演变有一定的特点,云闪的比率较高。

4.4 不同来向对流云体的对接,与灾害性天气同时加剧的现象,值得注意。

Case Study of a Convective Storm over the Bohai Gulf

Duan Ying Wang Xinying Zhao Yamin

(Hebei Meteorological Bureau, Shijiazhuang 050021)

Zheng Xinjiang

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

A convective storm moved from east to west over the Bohai Gulf on May 20 1998 was analysed. Its features were described and the reason was discussed.

Key Words: Bohai Gulf convective storm lightning