

Diagnosis and Analysis of A Severe Convective Weather Process

Haomin Li

Unit 92020, Yantai, Shandong, 264000, China

Abstract

Using NCEP1°×1° re-analysis data, air exploration data and conventional ground observation data, the large-scale circulation background and physical quantitative field characteristics of the primary severe convective weather process in Qingdao in the summer of 2018 were diagnosed and analyzed. The results show that the high altitude cold vortex with the ground low pressure system causes the severe convection weather; the atmospheric junction instability provides power conditions for the precipitation weather.

Keywords

thunderstorm; severe convection; high altitude cold vortex; cloud map

一次强对流天气过程诊断分析

李浩民

92020 部队, 中国 · 山东 烟台 264000

摘 要

利用NCEP1° × 1° 再分析资料、探空数据及常规地面观测资料, 对2018年青岛夏季一次强对流天气过程的大尺度环流背景、物理量场的特征进行诊断分析。结果表明, 高空冷涡配合地面低压系统造成此次强对流天气; 大气层结不稳定为此次降水天气提供动力条件。

关键词

雷暴; 强对流; 高空冷涡; 云图

1 引言

雷暴大风天气是夏季常见强对流天气之一, 给人民的生命和财产造成严重损失。2018 年 6 月 13 日, 受高空冷涡影响, 青岛地区出现了大风、雷雨和冰雹等强对流天气。为了总结经验, 提高对强对流天气预报能力, 特对此次强对流天气过程环流特征及成因进行物理量场诊断分析。

2 天气形势分析

2018 年 6 月 13 日 14:00, 500hPa 欧亚中纬度地区为两槽一脊形势。500hPa 高空冷涡位于中国北京市、河北省境内, 山东半岛位于高空冷涡的前部。850hPa 切变线位于山东、河南省境内, 低层有较强的气流辐合, 同时伴有较强的锋区。高层冷, 低层暖(850hPa 和 500hPa 的温差为 34.9℃)的温度场配置以及较强的低层辐合, 为强对流天气的发生提供了有利的动力条件。

2018 年 6 月 13 日 14:00, 根据 850hPa 风场、温度场分

析, 不稳定的环流条件为强降雨提供触发条件, 山东半岛处于冷暖平流的交汇处, 有利于降水天气的产生。低层以南风场为主, 暖湿空气向北输送充沛, 高空为干冷的西北流场。

黄海中部海域等值线密集, 气压梯度明显增强, 使得青岛地区出现了偏南大风, 同时雷暴、冰雹等天气现象也加剧了青岛地区的大风天气。

3 不稳定条件分析

2018 年 6 月 13 日 8:00, 青岛市近地面温度 21.1℃, 925hPa 温度 25.6℃, 出现了逆温(温度随高度增加); 8:00 探空曲线显示, 青岛站 900hPa 以下有较强的逆温层, 该逆温层的出现, 为强雷暴的发生积蓄了能量。风向由低层到高层呈顺时针旋转, 低层暖空气, 高层冷空气, 大气层结不稳定。

2018 年 6 月 13 日 8:00 时大气稳定度有关的指数 SI(沙氏指数)为 -5.9, 大气层结很不稳定。据历史资料统计分析, 当 $-6^{\circ}\text{C} < \text{SI} < -3^{\circ}\text{C}$ 有发生强雷暴的可能性。

2018 年 6 月 13 日 20:00 时, SI 增大至 2℃, 强对流天气明显减弱。

3.1 对流有效位能 CAPE

表示在自由对流高度之上, 气块可从正浮力作功而获

【作者简介】李浩民(1985-), 男, 中国辽宁营口人, 本科, 工程师, 从事海洋水文气象保障研究。

得的能量。冰雹主要发生在较强的不稳定条件下。上升气流足够强、持续时间足够长从而使雹块可以增长到较大尺寸的大冰雹出现的一个必要条件^[1]。

2018年6月13日8:00,本站CAPE值为704 J.Kg⁻¹; 14时迅速增大至1356J.Kg⁻¹,之后CAPE值逐渐减弱(见表1)。8:00—14:00,CAPE值处于一个上升增强阶段,对流天气结束后CAPE值开始下降。

3.2 对流抑制能量

CIN是指均匀边界层气块在上升过程中从稳定层到自由对流高度所做的功。对流抑制能量是决定对流性天气的一个重要的物理量。青岛站低层存在逆温层,大气层结相对比较稳定,有利于能量的堆积,抑制对流运动的发展。

3.3 抬升指数 Li

抬升指数是一个表示条件性稳定度指数。Li < 0,大气层结不稳定,负值越大,表示大气层结越不稳定^[2]。

2018年6月13日8:00—20:00, Li < 0表示大气层结一直处于不稳定状态;13日14:00 LI指数为-6℃,负值最大的时刻与CAPE指数变化相对应;20:00 LI指数减至-4℃,表示不稳定程度降低。

3.4 气团指标 K

K指数是判断大气稳定度比较好的指标。有结论表明,k < 20度时无雷暴,k指数在31°~35°时可能出现分散雷暴^[3]。K指数为:

$$K=(T850-T500)+Td850-(T-Td)700$$

K指数是一个经验指标,它同时反映了大气层结稳定性和中低层的水汽条件。一般K指数越大,潜能越大,大气越不稳定。2018年6月13日14:00,K指数为30℃,表示大气层结很不稳定,可能会有雷雨天气产生。

对不稳定参数进行分析,其中CAPE、CIN、Li、K四个指数对应关系相同(见表1)。针对强对流性天气,我们要综合分析各物理参数。

表1 青岛站2018年6月13日物理参数

时间	CAPE/J.Kg ⁻¹	CIN/J.Kg ⁻¹	Li/℃	K/℃
13日8:00	704	480	-3	26
13日14:00	1356	269	-6	30
13日20:00	1021	311	-4	28

4 物理量诊断分析

4.1 水汽条件

降水的产生需要有源源不断的水汽输送和辐合。通过对850hPa水汽通量散度和该层风场的诊断分析发现,水汽主要集中在山东半岛西北部风切变附近。

4.2 动力条件

4.2.1 涡度场分析

低层辐合、高层辐散配置,为强对流天气产生提供有利上升运动条件。2018年6月13日8:00时,低层850hPa有两个正涡度中心,分别位于河北省东部及山东半岛南部;

14:00时,河北省东部沿海正涡度中心加强,山东半岛南部正涡度中心数值减弱;20:00时,正涡度中心移至山东半岛西北部,山东半岛中东部出现了负涡度中心,低层辐散,下沉运动,青岛周边地区对流天气减弱。

4.2.2 上升运动分析

上升运动是降雨形成的重要动力因子,它为气流的输送和高低空能量的交换提供了条件,是降雨能否发生的触发机制。选取青岛市所在经度(即沿东经120度)做垂直速度剖面。2018年6月13日8:00,雷暴发生前,青岛市附近上空最大垂直速度为-8×10⁻¹帕/秒,中心位于600hPa,上升高度至500hPa附近;上升运动剧烈20:00,垂直速度中心北移,上升运动减弱,下沉运动开始作用,青岛市附近上空逐渐被正值垂直速度取代。

综上所述,水汽通量辐合为强对流天气提供充足的水汽条件;底层辐合、高层辐散的涡度场配置以及底层的垂直速度为强对流发展提供有利上升条件。

5 卫星云图和雷达图分析

5.1 卫星云图

2018年6月13日8:00冷涡云系影响华北地区、渤海及黄海海区,随着云系发展加强,并向南移动,中午前后对流云团影响山东半岛北部。17:30红外卫星云图显示,山东半岛已经被大片的对流云团覆盖,靠近青岛沿海地区云图颜色为亮白色,结构突起,表示云团发展旺盛,对流运动较强。

5.2 雷达图分析

强雷达回波,自北向南移动,与此次强对流天气过程相对应。17:00—18:00雷达回波显示,青岛周边雷达回波强度达到了60~70dBz。“dBz”可用来估计降水强度及预测冰雹、大风等灾害性天气出现的可能性,一般来讲,值越大,降水的可能性越大,强度也越强,当其值在45dBz或以上时,出现暴雨、冰雹、大风等强对流天气的可能性较大。

6 结语

①通过对不稳定条件进行分析诊断,各相关指数雷暴发生前后变化,进一步说明各指数变化对雷暴发生具有重要促发作用。

②低空正涡度、垂直速度是降水天气系统发生发展的重要因素,它有利于降雨区上空形成较强的上升运动,上升运动为降雨的形成提供动力,同时为水汽的输送和高低空能量的交换提供了重要条件。

参考文献

- [1] 赵培娟,吴蓁.河南省区域性冰雹天气特征及预报[J].河南气象,2001(2):2-4.
- [2] 付伟基,付天航.一次罕见大雹事件形成机理分析[J].导弹气象,2017(3):10-14.
- [3] 赵坤,王月兰,王培涛.两次春季暴雨过程的对比分析[J].安徽农业科学,2009,37(28):13687-13690.