

张晶,姚文,何晓东,等. 营口一次百年一遇大冰雹天气过程分析[J]. 陕西气象,2018(3):7-10.

文章编号:1006-4354(2018)03-0007-04

# 营口一次百年一遇大冰雹天气过程分析

张晶,姚文,何晓东,陈海涛,白杨,杨明

(营口市气象局,辽宁营口 115001)

**摘要:**利用常规气象资料,卫星、营口 S 波段多普勒天气雷达资料等,对 2013 年 6 月 3 日发生在东北冷涡背景下的一次大冰雹过程进行分析。结果表明:(1)在高空东北冷涡环流背景下,高层干冷、低层暖湿的层结配置形成了大气层结不稳定,较强的垂直风切变和适宜的 0℃、-20℃层高度有利于强冰雹天气的发生。(2)产生大冰雹的对流风暴是一个超级单体强雹暴。该风暴在反射率因子图上具有高悬的强回波、弱回波区、钩状回波等特征;在径向速度图上具有风暴顶辐散、中层径向辐合、中气旋等特征;在反射率因子和径向速度图上均可以看到三体散射的存在;同时较高的 VII 含量和密度也预示了大冰雹的出现。

**关键词:**冰雹;东北冷涡;超级单体

**中图分类号:**P458

**文献标识码:**A

近些年来,气象工作者围绕冰雹天气产生的背景、触发机制、中尺度特征、雷达特征等作了大量的科学研究<sup>[1-3]</sup>,为冰雹等强对流预报提供了参考依据。强对流天气是营口地区 5—9 月较为严重的灾害性天气,其发展迅速、生命史短、破坏性强,尤其是其产生的冰雹对大田作物、果树等造成严重灾害。2014 年 6 月营口地区连续发生了 6 次冰雹过程,造成农作物损失严重,张晶等<sup>[4]</sup>对其灾害严重的三次过程作了详细分析。2013 年 6 月 3 日 09:00—11:35,营口大石桥南部和盖州北部地区遭受雹灾袭击,降雹最长时间持续 20 min 左右,最大冰雹直径近 50 mm,雹粒密度较大、持续时间较长,地面有积雹现象,冰雹期间阵风风力达到 6 级,农作物受灾严重。经综合评定,此次冰雹灾害为严重冰雹等级,属于百年一遇大冰雹事件。利用常规气象资料,卫星、多普勒天气雷达等资料对产生冰雹的强对流风暴过程进行分析,重点讨论产生冰雹的强对流风暴的雷达产品特征,希望对未来的短临预报工作提供参考依据。

## 1 天气形势背景和环境条件

### 1.1 形势场分析

3 日 08:00, 500~850 hPa 上存在一较为深厚的冷涡系统(图 1)。500 hPa 上冷涡中心位于吉林与内蒙交界,与之配合的冷中心向南伸展;850 hPa 上冷涡中心位于吉林西部,其底部槽前有暖脊存在,营口地区位于上冷下暖的不稳定层结中。地面图上营口处于低压中心的底部,存在风向的气旋式切变(图略)。

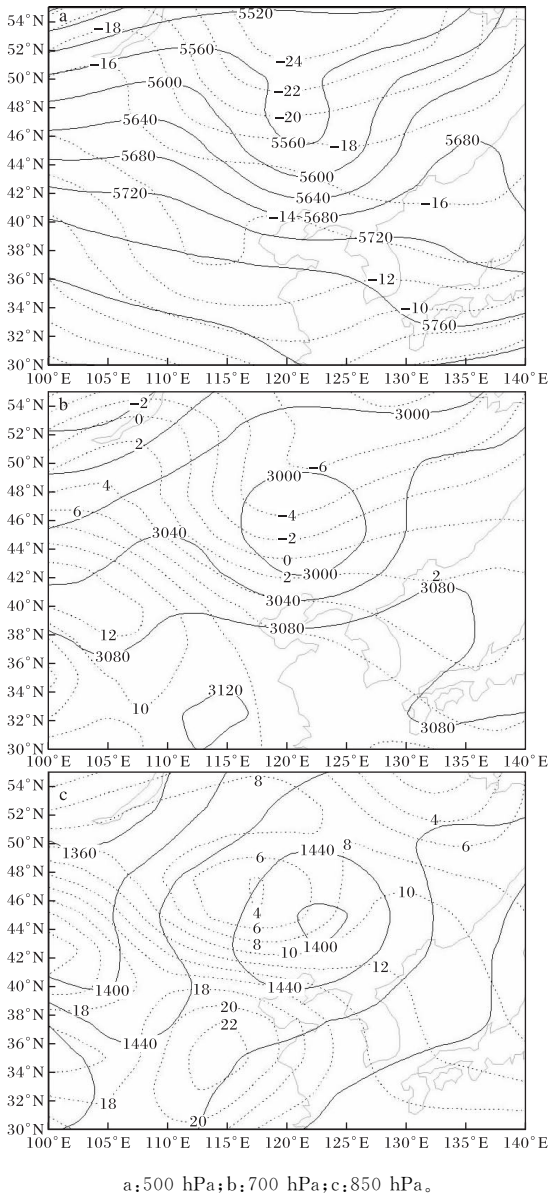
### 1.2 环境场分析

3 日 08:00 时锦州(距离营口最近的探空站)探空图(图 2,见第 14 页)上显示存在不稳定能量(CAPE 值为 26.5 J/kg);露点温度随高度降低迅速升高,近地面层(925 hPa 以下)露点温度较高,存在明显的湿层,高空露点温度较低,为干空气;900 hPa 以下存在逆温层;0℃层高度位于 3.5 km,-20℃层高度位于 6.2 km 左右;0~3 km 的垂直风切变大约为 20 m/s,0~6 km 的垂直风切变大约为 32 m/s。

**收稿日期:**2018-01-14

**作者简介:**张晶(1984—),女,汉族,黑龙江拜泉人,本科,工程师,主要从事天气预报分析及研究。

**基金项目:**辽宁省营口市气象局 2014—2015 年课题



a: 500 hPa; b: 700 hPa; c: 850 hPa.

图1 2013-06-03T08 高度场(实线,单位为 dagpm)和温度场(虚线,单位为 $^{\circ}\text{C}$ )

综合形势场和环境场分析,可以看出3日08:00营口地区处于上冷下暖的热力不稳定条件下,而逆温层的存在为不稳定能量的储存提供了有利条件,同时上层干、低层湿的层结结构更有利于

强冰雹天气的发生<sup>[5]</sup>;较强的垂直风切变是判断有利于强冰雹天气发生的关键因子之一,较强的垂直风切变能使上升气流倾斜并增强中层干冷空气的吸入,有利于组织完好的对流风暴如强烈多单体风暴和超级单体风暴的发展<sup>[6]</sup>。此次天气形势属于典型的不稳定天气形势,有利于大冰雹的产生。

## 2 云图分析

从可见光云图(图3)上可以看到,08:00 辽宁东部存在一些对流单体,渤海北部海面及营口地区存在一些低云;09:00 在渤海海面到辽宁中部地区有一系列处于发展阶段的对流单体产生;10:00 对流单体发展旺盛,雷暴单体顶部已经伸展到对流层顶,可以看到在上风方向有比较整齐的边界,在下风方向云砧向东南扩散,同时渤海上空有新的对流单体生成;11:00 云砧向下风方向伸展,对流发展到辽东地区。

## 3 雷达分析

3日08:00—11:00 有多个对流风暴影响营口地区,仅针对产生大冰雹的对流风暴进行分析。

### 3.1 对流风暴的合并与加强过程

影响营口地区产生大冰雹的风暴单体于08:35生成于营口西部渤海海面上(位于营口雷达西南方向36 km处);09:29 在该对流风暴后侧有新单体生成;09:35—09:41 新单体加强并靠近风暴单体;09:47 新单体与该风暴单体合并,此时合并后的风暴单体位于青石岭南部,影响其南部乡村;09:53 风暴单体有所加强;09:59 又有一个发展中的对流单体向该风暴单体靠近;10:11 两个对流单体开始合并,合并后风暴单体进一步加强,此时风暴单体主体正好影响高屯地区。该风暴单体整个生命史约4 h,其中影响营口地区的时间约1 h 40 min(图略),新单体的生成、风暴的合并是对流风暴能够维持较长时间的原因。

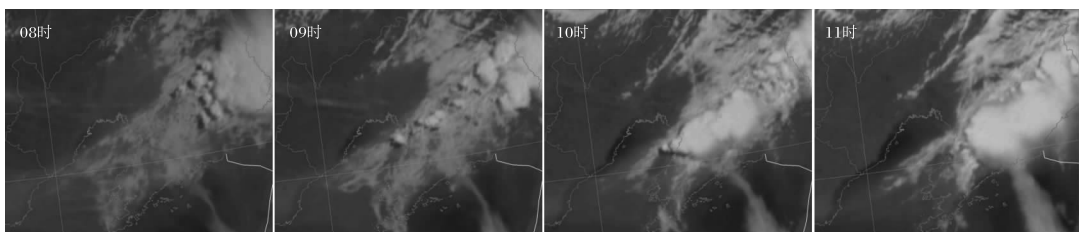


图2 2013-06-03T08—11 可见光云图

### 3.2 对流风暴单体随时间变化

3日08:35 营口 S 波段多普勒雷达  $6.0^\circ$  和  $9.9^\circ$  仰角上, 风暴单体的回波高度为  $5\sim 8$  km, 回波强度较弱为 23 dBz(图略); 08:53 风暴单体回波向下伸展到  $0.5^\circ$  仰角上, 单体质心高度和最大反射率因子所在的高度均在 6 km 以上, 最强反射率因子达 50 dBz, 此时按照雷达的算法产生一般冰雹的概率是 100%, 产生强冰雹的概率是 40%, 之后风暴质心和最大反射率因子所在高度均开始下降; 09:05 风暴底逐渐接地, 最大反射率因子超过 60 dBz, 产生冰雹和强冰雹的概率均达到 100%, 这两个特征一直持续到 11:17; 09:17 开始风暴顶逐渐升高, 10:05 风暴顶高达到 12 km 以上, 其间受对流风暴与雷达距离的影响, 个别时段风暴顶较低, 但总体都在 9 km 以上。风暴顶维持在较高的高度上表明对流发展非常旺盛, 风暴内部有较强的上升气流, 且维持较长的时间, 可以促使冰雹增长到较大的直径。

### 3.3 反射率因子

对流风暴在 10:10—10:30 发展最为旺盛, 图 4 给出了 10:29 不同仰角上反射率因子分布情况(图 4a-c, 见第 14 页), 以及沿图 4b 中黄线所示位置的反射率因子剖面图(图 4d), 可以看到高空存在高悬的强回波, 50 dBz 的反射率因子垂直扩展到  $-20^\circ\text{C}$  等温线(6.2 km)以上, 强回波区扩展到  $-20^\circ\text{C}$  等温线之上, 有利于出现强降雹;  $9.9^\circ$  仰角上强回波区位于低层反射率因子梯度大值区上, 即在高层强回波下方有弱回波区的存在, 风暴具有弱回波区及其上方的强反射率因子核, 有利于大冰雹或强降雹的发生;  $1.5^\circ$  仰角上呈现出钩状回波的形态, 钩状回波的存在表明可能有中气旋的发生, 其前侧 V 型缺口表明强的入流气流进入上升气流; 在剖面图上可以比较清楚地看到回波墙、弱回波区、前悬回波等结构。这些特征均表明该对流风暴属于较强的非超级单体雹暴或超级单体强雹暴。

### 3.4 基本径向速度

按照图 4b 中黄线所示位置做基本径向速度剖面图(图 5a, 见第 14 页), 可以看到在  $3\sim 9$  km 高度上存在径向速度辐合, 其中  $4\sim 6$  km 高度上

尤为明显; 在 10 km 以上存在明显的风暴顶辐散, 预示着风暴发展。在  $6.0^\circ$  仰角 10:23 和 10:29 两个体扫的径向速度图上均可以看到一个 24 m/s 和  $-7$  m/s 的最大速度对(图略), 相应时刻的风暴相对平均径向速度图上分别可以看到 17 m/s 和  $-12$  m/s 速度对(图 5b), 12 m/s 和  $-12$  m/s 的速度对(图 5c), 核区直径小于 10 km, 从切变、持续性、垂直范围上可以判断存在弱的中气旋<sup>[6]</sup>。在高悬的强回波条件下, 中气旋的出现增加了产生强冰雹的概率。中气旋的出现表明该对流风暴可能是一个超级单体强雹暴。

### 3.5 三体散射特征

三体散射是大冰雹存在的充分条件。本次过程中对流风暴初次出现三体散射现象的时间是 09:05, 并不明显, 但从 09:17 开始到 09:41, 在反射率因子(图 6a, 见第 14 页)和径向速度图(图 6b)上都可以看到较明显的三体散射回波, 09:41 之后由于风暴顶发展较高, 云顶在对流层顶向下风方向平铺, 回波面积变大, 三体散射回波无法辨别。首次出现三体散射现象的时间是 09:05, 地面观测到降雹的时间大约是 09:30, 即三体散射首次出现后的 30 min 内有大冰雹的降落<sup>[6]</sup>, 表明 S 波段雷达三体散射的出现可以作为大冰雹预报的重要依据。

### 3.6 垂直累积液态水含量(VIL)

垂直累积液态水含量(VIL)是用来判断对流风暴强度的一个十分有用的参量。研究表明, 突然增大的 VIL 值可能与冰雹有关, 同时如果 VIL 密度(VIL 与风暴顶高之比为 VIL 密度)超过  $4\text{ g/m}^3$ , 则风暴会产生直径超过 2 cm 的大冰雹<sup>[6]</sup>。风暴单体的 VIL 在 09:53 之后迅速增大, 10:47 达到最大为  $76\text{ kg/m}^2$ (图略)。在对流风暴发展过程中, VIL 密度均超过  $4\text{ g/m}^3$ , 最大值为  $6\text{ g/m}^3$ 。根据 VIL 大值区的分布可以判断冰雹的出现位置和时间。

## 4 结论

(1) 本次强冰雹天气过程发生在高空东北冷涡的环流背景下, 高层干冷、低层暖湿的层结配置形成了大气层结不稳定, 较强的垂直风切变和适宜的  $0^\circ\text{C}$ 、 $-20^\circ\text{C}$  层高度有利于强冰雹天气的发生。

田光文. 南郑县暴雨灾害风险区划研究[J]. 陕西气象, 2018(3):10-14.

文章编号: 1006-4354(2018)03-0010-05

# 南郑县暴雨灾害风险区划研究

田光文

(南郑县气象局, 陕西汉中 723000)

**摘要:** 利用南郑县国家一般气象站 1971—2016 年、28 个区域自动气象站 2012—2016 年降雨资料, DEM 高程数据, 辖区内社会经济资料, 确定暴雨灾害的致灾因子、孕灾环境、承灾体易损性等区划因子, 并使用 ArcGIS 对各项因子进行模拟计算, 得到南郑县暴雨灾害风险区划图。区划结果表明: 低风险区和次低风险区基本分布在南郑县北部, 中等风险区基本分布在南郑县中部, 次高风险区和高风险区基本分布在南郑县南部、东南部。

**关键词:** 暴雨灾害; ArcGIS; 风险区划; 南郑

**中图分类号:** P426.616

**文献标识码:** A

暴雨灾害风险区划既可以为地区经济发展规划、农业产业结构优化和土地资源综合利用提供参考, 也是政府部门制定防灾减灾规划的依据。南郑县暴雨灾害频发, 查阅 1986—2016 年民政部门的灾情统计资料, 南郑县全县境内平均每年出现暴雨 4 次, 几乎每次暴雨过程都有乡镇发生泥石流、滑坡等次生灾害; 从经济损失上来看, 相比于其他气象灾害, 暴雨造成的灾害最为严重, 直接经济损失动辄上亿, 甚至经常发生人员伤亡。近

几年南郑县暴雨灾害越来越多。对于不同的区域, 往往一次暴雨过程的降雨量不尽相同, 有时相去甚远, 造成的灾害也不相同。因此在防灾减灾工作中迫切需要对暴雨灾害风险进行精细区划。

地理信息系统(Geographic Information System, 简称 GIS)作为获取、存储、分析和处理地理空间数据的重要工具和技术, 被广泛应用于各种规划设计和区划计算<sup>[1-5]</sup>。暴雨灾害评价是一个复杂的地学多源信息综合分析过程, 运用 GIS 技

**收稿日期:** 2018-01-22

**作者简介:** 田光文(1990—), 男, 陕西汉中, 汉族, 学士, 助理工程师, 从事综合观测业务工作。

(2) 强冰雹风暴单体雷达回波除了具有三体散射现象以及弱回波区、强回波悬垂结构、钩状回波等特征外, 基本径向速度图上的风暴顶辐散、中层径向辐合都显示了风暴发展的强烈程度, 特别是中气旋特征的出现可以进一步判断出产生大冰雹的对流风暴是一个超级单体强雹暴, 同时较高的 VIL 及其密度也预示了大冰雹的出现。

致谢: 感谢中国气象局干部培训学院熊廷南老师为本文提供了卫星资料。

**参考文献:**

[1] 李云静, 张建春, 王捷纯, 等. 一次冷涡背景下强对

流不稳定条件的成因分析[J]. 气象, 2013, 39(2): 210-217.

[2] 梁群, 张国林, 吴晓华. 辽宁西部冰雹时空分布特征分析[J]. 农业灾害研究, 2013, 3(6): 32-34.

[3] 杨贵名, 马学款, 宋志平. 华北地区降雹时空分布特征[J]. 气象, 2008, 29(8): 31-34.

[4] 张晶, 姚文, 孙丽红, 等. 营口地区 3 次连续致灾性冰雹过程对比分析[J]. 陕西气象, 2017(3): 6-11.

[5] 徐芬, 郑媛媛, 肖卉, 等. 江苏沿江地区一次强冰雹天气的中尺度特征分析[J]. 气象, 2016, 42(5): 567-577.

[6] 俞小鼎, 姚秀萍, 熊廷南, 等. 多普勒天气雷达原理与业务应用[M]. 北京: 气象出版社, 2006.