

# 2002年5月11日辽宁强雷暴冰雹天气分析

李雅南 张大旭(辽宁省气象台 沈阳 110016) 郎彬(辽阳县气象局 辽阳县 111000)

**摘要** 针对2002年5月辽宁一次强雷暴冰雹天气过程,利用天气学基本原理,结合天气图、传真图和雷达、探空、卫星资料,综合分析了东北冷涡形势下引发的强雷暴天气过程的物理机制及冰雹成因。

**关键词** 雷暴冰雹 过程分析 东北冷涡 暖式切变 风的垂直切变

## 1 天气概况

2002年5月11~12日,辽宁除辽南辽西地区降小阵雨外,辽阳、北宁、抚顺、清原、新宾、本溪等地降中到大雨;辽中、沈阳降暴雨,最大雨量中心出现在沈阳,降水量为83 mm,辽河流域和辽北地区出现6~7级西南大风。受这次强对流天气影响,朝阳地区的北票、喀左、锦州地区北部,沈阳市区及新民、苏家屯、于洪、东陵区和灯塔市遭受了雷雨、大风和冰雹的袭击。最大冰雹质量达20 g,最大冰雹直径为4 cm;降雹范围广、持续时间长,造成大田作物、果树、经济作物等不同程度灾害和人员伤亡。朝阳地区有2个乡镇遭灾,受灾面积870 hm<sup>2</sup>,297个大棚受灾。沈阳地区雹灾面积7 400 hm<sup>2</sup>;12日15~17时沈阳降水42 mm,造成市区内低洼地区严重积水,交通阻塞;桃仙国际机场12个航班被迫取消或延误。

## 2 强对流过程环流形势演变分析

5月6日,极涡中心稳定在北冰洋。从5月8日开始,随着乌拉尔山长波槽建立之后,极涡中心向偏东方向移动,同时东亚远东地区阻塞高压西退。5月9日阻塞高压西退到雅库茨克地区,形成南北向的东亚阻塞高压。受其影响,乌拉尔山的长波槽开始分裂,一股冷空气进入到贝加尔湖地区。10日20时500 hPa高空图分析,东亚阻塞高压在西退过程中与日本海西风带高压脊结合成南北向阻塞高压。11日08时500 hPa暖式切变在43~49°N,119~130°E,暖式切变南侧经东北平原到辽河流域形成了西南急流辐合带,由贝加尔湖南下的冷空气到东北后稳定少动,形成了冷涡天气系统。11日08时850 hPa高空图上,冷涡中心位于49°N,119°E,暖式切变出现在47~49°N,119~130°E,暖式切变南侧西南急流达16 m/s,辐合中心位于东北平原至辽河流域,暖气团中心出现在我国黄河中下游地区,暖舌进入到华北东部至辽宁中西部地区。受850 hPa西南气流影响,暖平流不断向辽宁输送,在辽宁地区形成了上冷下暖的不稳定层结。从西风环流指数变化分析,这次冷涡天气系统的形成是由高指数即在平直型环流背景下演变过来的。5月9日西风环流指数为332十位势米,11日降至261十位势米,下降了71十位势米。这一原因主要是由于中纬度环流

平直,而高纬度环流变化明显,也就是极涡的东西摆动和远东地区的阻塞高压西退导致了西风环流指数下降,从而形成了东北冷涡天气系统。

在地面天气图上,11日08时蒙古东部低压中心位于47°N,110°E,20时低压中心已移到46°N,122°E,当冷锋进入到我国内蒙古东部之后,移动速度缓慢。到了12日08时冷锋才进入辽宁西部和北部地区,低压中心移到黑龙江中部地区。11~12日辽宁处在从日本海经朝鲜半岛到华东地区的高压后部和内蒙古地区低压冷锋前部,前期受高空暖平流影响,全省气温较高,9~10日北、中、东部地区最高气温升至26~27℃。在11日08时地面图上,冷锋前部有0.9 hPa的负变压中心,正处在蒙古低压冷锋的东南侧,也就是在我国辽宁的西北部,预示着全省地面气压继续下降,蒙古低压冷锋继续向东南方向移动,将影响辽宁。11日中午辽河平原地区出现了5~7级西南大风,为辽宁地区产生不稳定天气提供了有利的热力条件和热能条件。14时在低压冷锋前部从锦州经辽中、沈阳、铁岭到四平西南东北向的切变线积雨云团发展旺盛,雷雨和大风不断交替出现。同时还产生了冰雹。12日14时当冷锋经过辽宁北部并于15时经过沈阳时,在锋面的抬升作用和热力作用之下,锋面上出现了积雨云对流云团,又出现了雷雨大风冰雹天气。

## 3 强雷暴冰雹成因

### 3.1 流场剖面图分析

850 hPa 120°E 时间剖面图上分析(图略),11日入海高压位于35°N,东北冷涡的暖式切变辐合中心位于45°N,暖式切变南侧西南急流达16 m/s,东南急流达14 m/s,整个急流辐合带位于42~45°N。雷雨冰雹天气不仅出现在辽宁中部以东和以北地区,吉林省和黑龙江省中东部地区也同时出现了雷雨冰雹天气,这说明雷雨冰雹天气出现的面积同暖式切变南侧西南急流辐合带吻合。12日低压中心位于43°N,高空槽前西南急流为10~12 m/s,槽前的西南急流辐合中心出现在42°N,与辽宁中部地区已出现的雷雨冰雹天气实况相一致。

根据天气学原理,产生冰雹必须有强烈的上升运动。造成如此大面积冰雹天气要有暖式切变中尺度天气系统相配合,才能有条件使单体积雨云组合

成多体积雨云。11日中午辽河平原地区最大西南风力达到7级,加剧了上升运动。11日08时700 hPa沈阳为 $-1^{\circ}\text{C}$ ,500 hPa为 $-20^{\circ}\text{C}$ ,400 hPa为 $-33^{\circ}\text{C}$ ,上升辐合明显,说明冰雹已在700~500 hPa等压面上形成。

### 3.2 风的垂直切变

分析11日08时沈阳风的垂直切变(图1)得

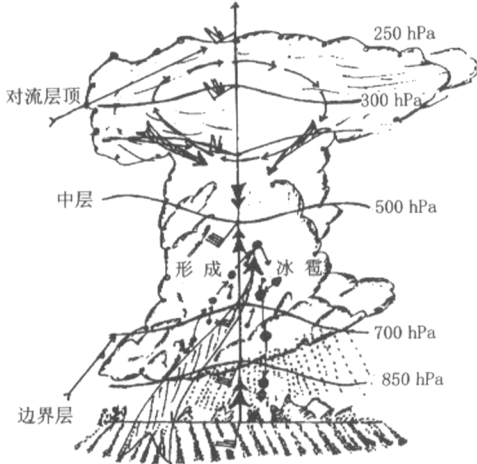


图1 11日08时沈阳垂直剖面及积雨云垂直结构

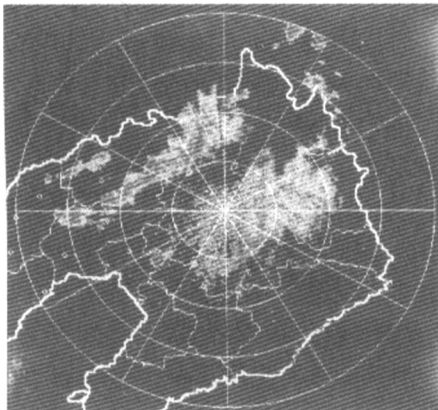
知:风向切变在850~400 hPa上为顺时针方向旋转,到400~300 hPa为逆时针旋转,风向切变尤为突出。风速分布不均,风速切变分别位于700~250 hPa,由此表明,受风的垂直切变影响,空气质点在上升运动

中到了700 hPa等压面上出现了辐合。700~300 hPa等压面上风速递增,300 hPa风速达30 m/s,说明空气质点在上升运动中受风的垂直切变影响,先辐合后辐散,300 hPa开始风速递减,又产生辐合。结合温压场分析,对流中下层为暖气团辐合区,从500 hPa开始受对流上层的冷气团辐散气流的下沉作用,空气质点产生最剧烈的运动,造成对流中下层层结不稳定,为积雨云持续发展提供了有利物理条件。

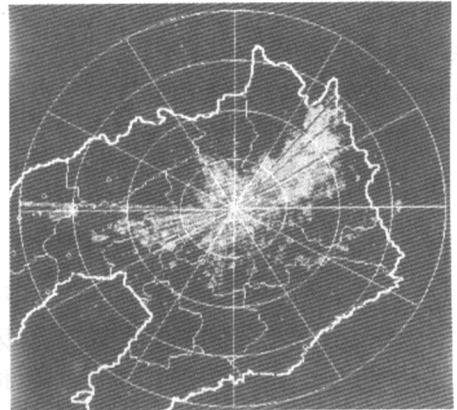
分析11~12日探空资料,沈阳站探空资料显示沙氏指数(S)为 $-2.1$ ,锦州、大连、丹东、铁岭站的沙氏指数为0.0以上;抬升指数(KI)沈阳站为32.0,其他4个站为30.0~33.0。产生雷雨冰雹天气时的沙氏指数为 $-2.0\sim-5.0$ ,抬升指数为30.0~33.0。沈阳站沙氏指数对产生这次雷雨冰雹天气过程有一定的提示性。

### 3.3 雷达回波分析

通过卫星和雷达回波动态演变分析,11日13:35在西南急流带的作用下,从锦州经辽中、沈阳到抚顺发展成切变线积雨云团。对流云团在东移过程中,受日变化的热力作用和风的垂直切变影响,发展旺盛,相互合并扩展,到14:39辽中、沈阳、抚顺等地形成大片的雷暴云团,雷暴中心出现在沈阳。16:30沈阳强回波为55 dBz,呈絮状(图2a),全市雷雨交加并同时降冰雹。19:30回波强度逐渐减弱,沈阳南部回波强度减弱为45 dBz(图2b)。此后,雷暴云团逐渐东南减弱,最后消失。



(a)16:30



(b)19:30

图2 11日16:30~19:30沈阳雷达回波

## 4 结论

4.1 当地面图上辽宁处在从日本海经朝鲜半岛到我国华东地区的由东向西的高压后部和内蒙古东部的低压冷锋前部,500 hPa贝加尔湖高空槽东移到我国东北地区演变成冷涡天气系统时,辽宁受上冷下暖的温压场形势影响,将产生不稳定降水天气过程。

4.2 当850~500 hPa暖式切变位于辽宁中北部到黑龙江南部,且有西南急流辐合区出现,则预示着将有中尺度天气系统强对流天气产生。尤其是在850 hPa上入海高压位于黄海东南部南区,西南东北

向的暖舌进入到辽宁中西部地区时将有利于强对流云团的发生发展。

4.3 当探空资料中指标站沙氏指数为 $-2.0$ 以下,抬升指数(KI)为30.0~33.0,受风的垂直切变影响,对流云团不断合并扩大成多单体雷暴,则强雷暴的生命史可长达数小时,并形成大范围暴雨冰雹天气。

### 参考文献

- 1 朱乾根,林锦瑞,寿绍文.天气学原理和方法.北京:气象出版社,1981.
- 2 杨国祥.中小尺度天气学.北京:气象出版社,1989.