

短论

冷涡外围一次强冰雹的中尺度天气过程分析

齐力*

提 要

本文通过个例分析,看到两次不同系统的云系合并,大大增强了中尺度系统,以及降雪和雷暴大风天气的事实;看到降雪初期,中尺度系统的存在,在雷达回波上的反映比地面资料分析的早而明显;看到地面上的露点锋可能是开始降雪的一个条件。

1975年5月30日,500毫巴冷涡位于54区的北部,在它的外围,苏、浙、皖地区发生了一次强烈的冰雹天气。降雪可分为三个区域,一个由安徽的凤阳、长丰县境内开始,直到长江口,一个在安徽的安庆地区,一个在杭州附近。在分析第一个区域的降雪过程中,我们看到如下一些现象:

一、冰雹初生于地面露点锋上

从30日13点的大比例尺小天气图(图1)中,可以看到,两个以▲为标记的开始降雪地点,正处于等露点线密集的地方,又是处于地面不太强的切变线的前方。这两点可能是冰雹最早出现地点的条件。

从凤阳附近的条件看,冰雹初生于等露点线密集带(简称露点锋)偏于湿区的一侧。这个露点锋相当强,正阳关和蒙城相距约85公里,两地露点差为14℃,凤阳和灵璧相距约75公里,露点差为16℃,干中心位于灵璧。从此看到,冰雹正初生于露点锋上最强的一段。

切变线13点在蚌埠、凤台、固始一带(图1中以日常冷锋符号标记之),它

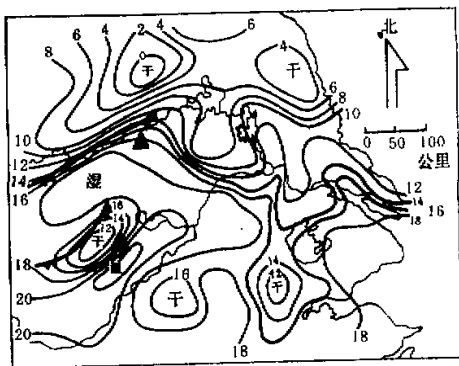


图1 1975年5月30日地面露点图。

1978年1月收到修改稿。

* 参加本工作的有曹希孝、梁建华、常锡振、郝维峰、丁乃乱、张冬生、徐颖、王福林等同志。张裕华同志执笔整理。

由西北方南下,初生的冰雹发生在它的前方。

桐城开始降雹的位置(图1)也在露点锋上偏于湿区的一侧,也有一切变线向这个地区逼近。不同的是切变线弱些,距离初次降雹的地点远些。

二、雷暴高压和飑线中系统生成于一系列雷暴和冰雹活动之后

在地面的雷暴高压和飑线等中尺度系统尚未出现之前,在大块积雨云中就可能降雹,而且有的雹块可能很大。从雷达回波上能看出这种雹云的发展。图2表明,在测站的西北方有一东西向的云带,云带的长度约有120公里,够得上一个中尺度系统。在这个云带的东部和西部,我们都获得了降雹的资料。

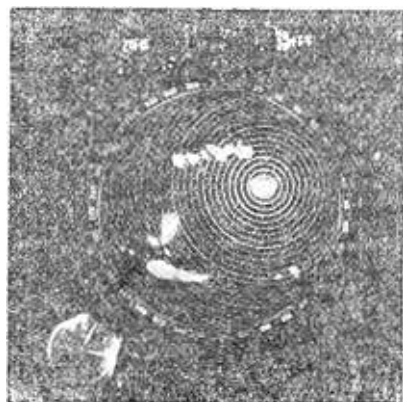


图2 1975年5月30日15点02分南京雷达回波。

安徽来安县位于上述云带的东部,从该站的气压气温自记曲线看,在15点15分和45分,有两个小系统分别过境。第一个小系统引起气压涌升1毫巴,气温下降 5°C ,15分钟后气压复原,气温回升约 1°C 。第二个小系统引起气压涌升约1.5毫巴,30分钟后复原,气温又降 3°C 左右。这两个小系统都有雷暴,而在第二个小系统过境时降了4分钟(15点43—46分)的冰雹,大的雹块直径约7毫米。

长丰县位于上述云带的西端,该县的东北部在14点57分至15点24分曾降了冰雹,而其最大的雹块竟重达3.7斤。

如果我们把这些大块回波(直径达20—30公里)组成的云带看做中系统,那么,这种中系统是出现得很早的。图3是按雷达回波制作的中系统综合演变图,图中粗线为云带的东界和南界,标注了它们的观测时间,并把14点05分、17点18分、18点55分和21点20分四个时刻的回波以密点区描在图上。这个中系统,在14点05分前已经形成,15点06分更加清楚,到17点18分一直存在,它向东伸展较快,平均每小时约43公里,向南扩展略慢,平均每小时约28公里。这些云块的移动,大体是同对流层中部气流方向一致。

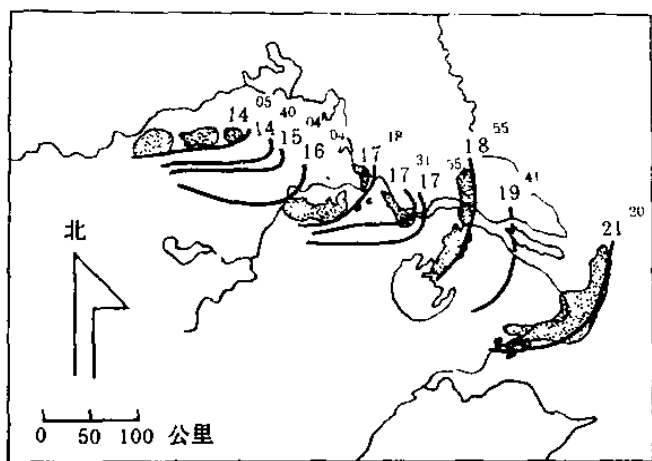


图3 中系统综合图

在不断出现雷暴和冰雹天气之后,地面的雷暴高压16点才开始出现,这时带状回波(见图4)已经不象图2那样单纯了,云带加宽,对流也有所加强,雷暴高压的前方正在形成飑线,成为触发新对流的系统。到17点,雷暴高压和飑线都十分明显,其后就成为最主要的中系统了。

三、云系合并加强了雷暴中系统

云体合并或云系合并能使雷暴高压和飚线中系统加强,冰雹、大风天气加剧。现对本例中两次云系合并现象,叙述如下。

1. “人”字形回波合并成三角形回波及其对天气的影响。

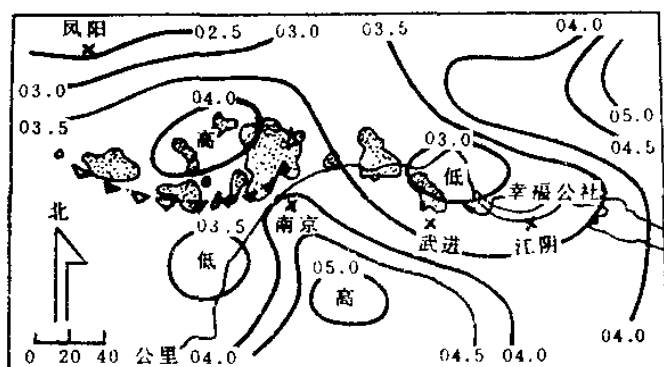


图 4 1975 年 5 月 30 日 16 点地面图和 16 点 04 分的雷达回波图。



图 5 1975 年 5 月 30 日 17 点 32 分南京雷达回波,仰角为 4° ,增益衰减 20 分贝。

在图 4 上,南京以西的云系是同地面图上的雷暴高压和飚线相联系的。而南京以东,位于扬州到武进一带有两个大云块,组成西北到东南方向的云带,则是新生的云系,它是发生在地面中低压的西侧。这个地区为西南风,风速有辐合,又有露点锋在形成,因而形成这个新的云系。在图 4 中所看到的“人”字形回波,实际上是两个不同成因的云系,是同两个性质不同的中系统相联系的。一个是同雷暴高压和飚线相联系的,一个是同地面中低压相联系的。由于它们的移动速度大不相同,两个云系逐渐接近,终于合并成一个云系。从 17 点 18 分的雷达照片看(图略),明显地看到“人”字形回波。13 分钟之后,两组云系合并,成为一个等边三形状大云块,边长近 100 公里,回波的面积增长一倍以上,增益衰减 20 分贝后(图 5),三角形回波中的空隙也很少,表明它的强度大增。

云系合并使雷暴中系统发生重大变化。由图 3 看到,合并前雷暴中系统云带和飚线呈东西走向,合并后转成近南北向。系统移动的路径,合并前主要是向东,合并后则向右偏转 $20^\circ-30^\circ$,主要是向东南。雷暴高压的强度也有显著变化,合并前处于生成和缓慢加强阶段,13 点 17 分测到雷暴出现,到 16 点才画出一条封闭等压线(间隔 1 毫巴)的雷暴高压,17 点飚线天气才较明显。合并时,这些中系统急剧加强。对比单站的温压自记曲线(图略),合并前,来安、镇江的气压只有 1—2 毫巴的变化,合并后江阴的气压涌升 5 毫巴,自此以后,气压涌升的数值都没有超过它的。江阴的气温在飚线过境时急降 8°C ,后又缓降 2°C ,共降温 10°C ,也是本例中最大数值。由此看到,这次云系合并是中尺度雷暴高压和飚线加强的关键性转折,其后雷暴高压和飚线天气就十分强烈了。

云系合并之前,没有测到雷暴大风。云系合并时,杨中站在 17 点 20 至 30 分内测得瞬时大风 20 米/秒,此后,飚线经过江阴时十分钟平均风速最大为 11 米/秒,经过无锡、常

熟、青浦、龙华、松江、上海县、奉贤、川沙、南汇等站，瞬时最大风速都达 20 米/秒以上，表明雷暴高压和飑线系统一直都是强盛的。由此看到，雷暴大风是同中尺度雷暴高压和飑线系统的发展程度有关，这种中系统越强，雷暴大风也越大。有人指出，雷暴大风是降水冷却造成的，同雷暴降温相一致。在本例中，来安、镇江的降温曾达 7°C ，并未出现大风，而龙华降温也是 7°C ，却出现了 21 米/秒的大风，南汇降温只有 6°C ，却出现了 33 米/秒的大风，降温同雷暴大风似乎不是对应的。有人应用大气不稳定度指标来预报雷暴大风。在本例中，难以说明前期不稳定度小些，后期（17 点以后）大些；难以说明镇江以西地区的不稳定度小些而以东大些。我们认为，中系统雷暴高压和飑线的强度及其所影响的地区才是发生雷暴大风的关键，在思路上当先预报雷暴高压和飑线向哪里移动，然后预报哪里会出现大风；先预报雷暴高压和飑线的强度变化，然后预报雷暴大风的变化。

2. 不同移向的回波的合并及其对天气的影响。

20 点后，在上海市又有一次明显的云系合并过程，并使中系统加强，天气加剧。

图 6 是 20 点的地面图，实线为等压线，间隔为 1 毫巴，这是飑线位于宝山到松江一线，青浦位于飑线的后方，这时正在降雪，显然是从飑线云系中降落的，南汇位于这条飑线前方 40 公里以上，已于 19 点 43 分至 45 分降过冰雹。松江也在 19 点 30 分至 40 分降过冰雹。后两地的冰雹显然不是从飑线云系中降落的。图 6 中以密点描绘了 19 点 42 分的雷达回波，回波 A 为飑线云系，它是向东南方移动的。回波 B 是从西方移来的，松江站的冰雹是从这块云中降落的。回波 C 是在切变线（图 6 中粗线所示）上形成的，它随同切变线有向南南西方向发展的趋势，它在南汇站降了冰雹。这三组云系由于移动的方向不同，互相接近，终于合并，因而使中系统飑线进一步加强。飑线于 20 点 04 分在松江造成瞬时风速为 31 米/秒的大风。飑线于 20 点 43 分在南汇造成瞬时风速为 33 米/秒的大风，达到本例中所测到的最大风速。这两站大风出现的时间在降雪后 30 分钟到 1 小时，显然是不同系统的天气。两站在压温自记曲线上都有两次明显的波动，也证明它们是不同的系统造成的。

在工作中，承江苏、安徽、上海、浙江、山东、河南、江西、湖北等省市气象局及所属 189 个气象台站协力提供资料，特此致谢。

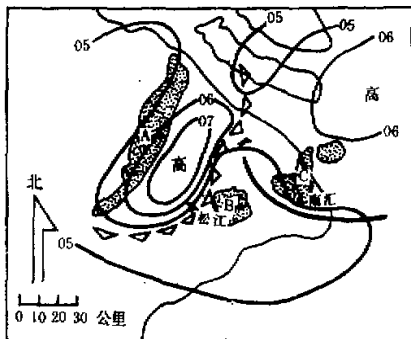


图 6 1975 年 5 月 30 日 20 点地面图和 19 点 42 分的雷达回波图。