

雷暴系统活动的分析

刘茂珍

雷暴有单体、群体和系统三种活动形式。雷暴单体构成雷暴群体，几个雷暴群体组成雷暴带，雷暴带向前传播形成雷暴系统。雷暴系统属中尺度系统，它是雷暴活动的主要形式。大多数灾害性天气诸如飑线、冰雹、局地暴雨、龙卷等，都与雷暴系统活动关联着，它们都发生在强雷暴系统上。为了提高对这类灾害性天气的预报准确率，本文试图以 1963、1964 年华东盛夏中小尺度分析资料，以及北京 1973—1975 年盛夏雷暴探测资料为基础，对雷暴系统活动规律做一些初步的综合分析。

一、雷暴系统活动的一般情况

分析华东 1963 年 7 月 25 日到 8 月 28 日、1964 年 7 月 1 日到 8 月 16 日共 81 天的资料，其中有 21 天受付高控制，无雷暴天气，其余 60 天均有雷暴活动，其中有 9 天分析不出雷暴系统，其活动也无一定规律。在 51 天有雷暴系统活动中，共分析出 147 个，平均一天近 3 个，最多达 5 个（见表 1）。雷暴系统出现天数占雷暴总天数的 85%。分析北京 1974 年 6—8 月与冷空气活动有关的 27 天雷达探测资料，其中只有 1 天无雷暴，4 天出现雷暴单体、群体活动，其余 22 天中共分析出雷暴系统 37 个，平均每天近 2 个。雷暴系统出现天数占总雷暴天数的 84.7%。以上情况说明，上述两地区的雷暴系统活动是比较频繁的。

表 1 华东雷暴系统每天出现的个数

个数	1	2	3	4	5	总计
日数	10	10	12	14	5	51天
合计	10	20	36	56	25	147个

我们把华东 51 天出现的 147 个雷暴系统，以降水（指一个系统下的降水量）、大风（20 米/秒）为标准（见表 2），划分为强中弱三个等级，其中强系统 71 个，中等系统 39 个，弱系统 37 个。71 个强系统是出现在 43 天之内，也就是说有 4/5 以上的天数出现强系统。弱系统大多是随强中系统出现的，单独出现的只有 2 天。这就清楚看出，在一定的天气背景下，华东地区总有一次强的雷暴系统如飑线、暴雨或龙卷出现。

雷暴系统强弱所造成的天气差异很大。在 71 个

表 2 雷暴系统强度标准

强度		强	中	弱
降水量	≥40 毫米	<40—20 毫米	<20 毫米	
站数	≥1	≥1		
大风（站数）	≥7	6—4		≤3

强雷暴系统中，除 6 个因资料不全未作统计外，其余 65 个符合降水标准的 55 个，符合大风标准的 18 个，大风暴雨同时都出现的有 8 个。37 个弱系统中，按降水标准划分，有 27 个无降水，只有 10 个雷暴系统下了 20 毫米的雨量。

除天气差异较大外，强弱雷暴系统的其它特征却有很多相似之处。例如它们的生命史大多集中在 3—10 小时（见表 3）。传播速度大多在 30—50 公里/小时，平均为 40 公里/小时（见表 4），传播距离在 100—

表 3 雷暴系统持续时间（小时）

时间	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	总计
强	2	11	10	17	10	7	5	7		1		1	1	71	
中	5	17	5	11	5	3	1	1		1				39	
弱	8	12	6	6	4		1							37	
合计	15	30	21	34	19	10	7	8		1	1		1	147	

表 4 雷暴系统传播速度（公里/小时）

速度	20	30	40	50	60	70	80	总计
强	5	17	30	13	3		3	71
中	2	12	8	8	7	1	1	39
弱		15	10	7	4	1		37
合计	7	44	48	28	14	2	4	147

表 5 雷暴系统传播距离（公里）

距离	100	200	300	400	500	600	总计
强	8	21	25	7		2	71
中	5	23	9	1	1		39
弱	14	19	4				37
合计	27	71	38	8	1	2	147

300公里(见表5)。降温大小较分散(见表6,资料不全),看不出强弱系统的降温有本质上的差别,而只是强系统降温大的多一些,弱系统同样可以有较大的降温。以前很多个例分析中,把最大降温作为飑线的一个特性,现在看来整个雷暴系统都有这个特性。以上几个特性可以作为整个雷暴系统的共性来看待。我们之所以把灾害性天气系统都归纳在雷暴系统内,其理由就在这里。研究它们的共性,可以找出它们产生的共同原因;研究它们的个性,就可在共性的基础上,找出它们之间的差异,为掌握不同灾害性天气的活动提供更有利的依据。

影响北京地区的雷暴系统,四面八方都可以来,但产生冰雹的雷暴系统,尤其是灾害性的冰雹系统绝大多数与冷空气活动有关。于是我们着重分析了1974年6—8月与冷空气活动有关的雷暴系统,分析其共性,试图从雷达资料中分析出现冰雹的雷暴系统的个性。表7列出了与上述分析相似的一些特性,雷暴系统生命史均在10小时以下,有灾害的冰雹系统大多数生命史较长,平均传播速度也在40公里/小时。从雷达垂直回波可将冰雹发展分为三个阶段,发生、消散阶段回波0分贝顶高均在10,000米以下,衰减20分贝顶高均在5,000米以下;旺盛阶段,尤其是降雹阶段,回波0分贝顶高一般均在10,000米以上,衰

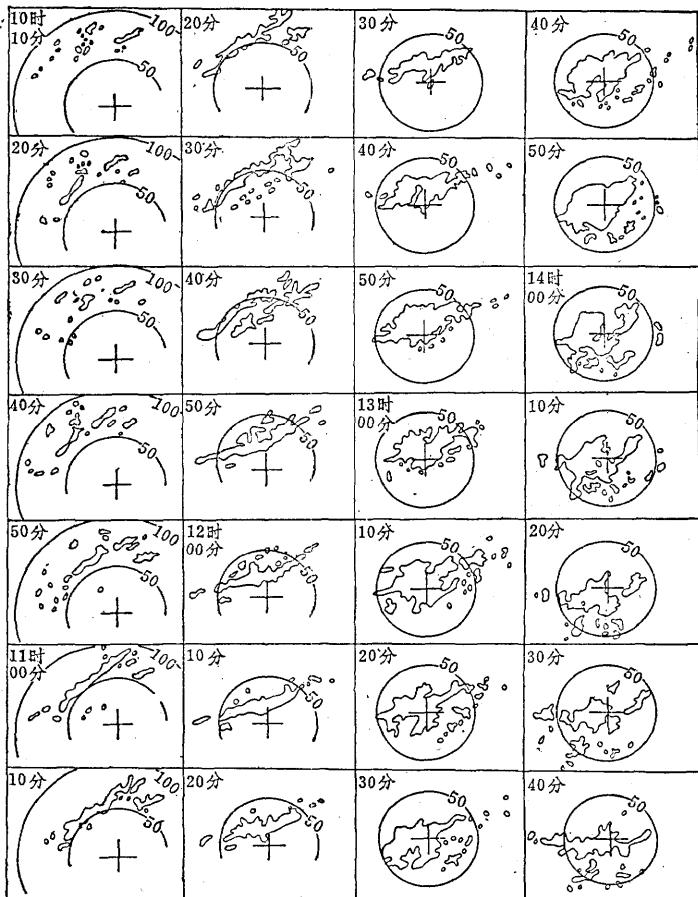


图1 1975年8月11日雷暴系统传播情况

减20分贝顶高在8,000米以上,衰减30分贝的顶高还在7,500米以上。

二、雷暴系统移动的传播特性

强弱不同的雷暴系统的另一个比较普遍的特性,就是它呈跳跃式移动,这个特性,强弱系统都有,弱系统更易探测到。雷暴系统一出现,沿着触发力方向的前方不断出现新雷暴带,老雷暴带在后边逐渐消失,这种前生后消跳跃式的新陈代谢作用,使雷暴带能移到较远的地方,一般可移动300公里左右,这种跳跃式的前生后消现象即称为雷暴系统的传播过程。用1963、1964年雷暴资料可分析出这种传播过程的普遍性,1973—1975年雷达探测中也普遍发现这种传播作用。正因为这种跳跃式特性,雷暴系统比雷暴单体、群体的生命史都长。

雷暴系统的传播距离是不同的,从雷达回波上看出两种传播情况:一是在原回波带相隔一定距离的前方新生出另一条带。这种传播距离较远,呈跳跃式,也称为不连续传播。另一类是紧靠原回波的前沿不断

表6 雷暴系统最大降温(°C)

温度	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	总计
强	2		2	6	3	5	3	6	1		1	29
中	1	1	2	2	5	2	1	1	2			17
弱	3		4	3	1		1		1	1		14
合计	6	1	8	11	9	7	5	7	4	1	1	60

表7 北京雷暴系统持续时间(小时)

时间	3	4	5	6	7	8	9	10	总计
冰雹雷暴系统个数			2	1	4	1	2	3	13
成灾	1	1	1	1	2				6
无灾	1	1	3	2	6	1	2	3	19
合计	1	1							
无雹系统	3	8	4	1		2			18
总计	4	9	7	3	6	3	2	3	37

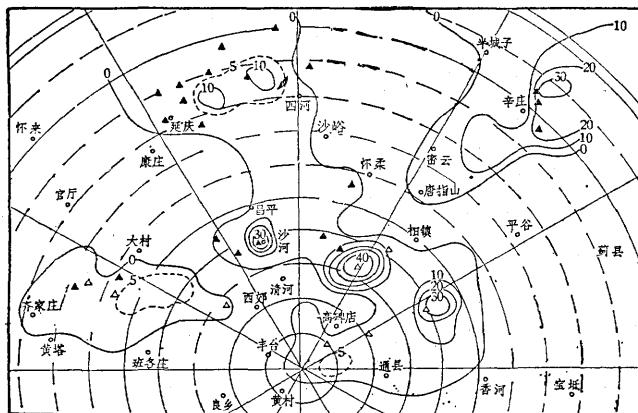


图2 1974年6月29日北京地区冰雹和降水分布情况

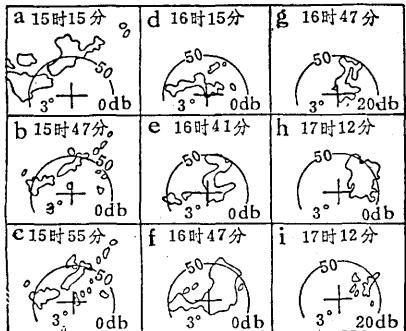


图3

产生新回波，新老回波间的距离近，看不出传播现象，似乎就是一条回波带向前移动，这种现象称为连续传播。图1是一套比较完整的雷暴系统不连续传播照片。这套照片每隔10分钟取一张，共取了28张。雷暴系统从9时左右开始出现，到17时左右才不再向前传播，历时8个小时。从降水情况看，系统传播到的地方不少地区下了暴雨。

1974年6月29日的雷暴系统回波具有不连续传播与连续传播两种情况。这个系统12时左右开始出现，21时消失，历时9小时，有四个地带降雹。从地面观测资料看出，四个地带的降水、降雹的不连续现象非常清楚，从图2可见，13时—15时降雹、降水量中心在延庆县；14时43分—16时41分回波带对应的降雹、降水量中心有三个，分别在密云、昌平、门头沟三地；15时47分—17时12分有两个降雹、降水量中心，分别在顺义和朝阳区；16时40分—18时00分降雹、降水量中心出现在通县。从回波看出，前三次的传播情况很清楚，第三次到第四次跳跃就不易看出，后用衰减档才分辨出来。这里选用第二次到第四次降雹回波组成图3来说明两种传播现象。a.是刚形成的一条比较完整的新回波；b.回波带东南方出现新回波

点；c—e.新传播回波带形成，老回波带崩溃，新回波代替老回波向前移动；e时的钩状回波，到f时已填成一大块；g.衰减20分贝后，右上角的新生回波分离出来。h.回波仍为一大块；i.衰减20分贝，钩状回波消失了，右上角的新生回波占了主导地位，后一次新生回波经衰减后才能发现。这两次传播中，两条老回波带的生命史，前者从14时43分—16时41分，共计1小时58分；后者从15时47分—17时12分，共计1小时25分。上面两个例子中的每条回波带生命史均在3小时以下。

另外，我们又对1973、1974年北京地区出现的12个成灾冰雹雷暴系统进行统计分析，发现灾害性冰雹出现的地区均有跳跃现象，而且多数在雷暴系统活动路径上有三个地带出现冰雹。从平均情况看，雷暴系统形成约2小时后，出现第一次冰雹，第一次冰雹到最后一次冰雹结束，历时近3小时。最后一次冰雹结束到雷暴系统消失约两个半小时，雷暴系统生命史平均为8小时左右。

由于雷暴系统的传播作用，给我们预报未来天气出现位置带来较大困难，但若抓住回波带新出现的位置，及时通知有关地区，对防雹还是有现实意义的。

三、雷暴系统的传播方向

雷暴系统的传播方向与单体、群体移动方向不是一回事，它与大天气系统的作用力和不稳定能量分布区有关。华东中小分析发现，冷锋由西北向东南影响到苏北时，在苏北出现的雷暴系统先是向东南方向传播，当移近海边时，系统即改向沿着海边由北向南传播，有时达长江北岸，强的系统可传播到上海，这种改向是与能量不稳定区有关。在不同天气形势下雷暴系统活动的回波见图4。a、b是受锋面影响的雷暴系统；

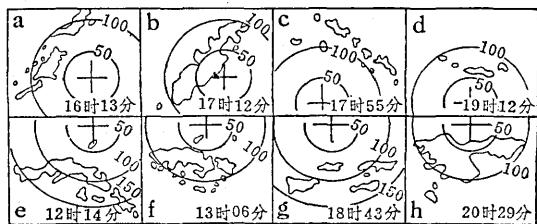


图4

c、d是受横槽影响的雷暴系统；e、f是受西南气流辐合带影响的雷暴系统；g、h是付高西进加强中的雷暴系统。这些雷暴系统的传播方向基本上与大天气系统的气流方向相一致。以上四种形势下雷暴系统出现的天气：前两种多出现与冰雹相关的灾害天气（如表7）；后两种多出现与暴雨相关的天气。与冷空气活动有关

的冰雹系统 4—5 月份可影响到我国长江以南广大地区，梅雨季节时可影响到长江以北广大地区，这些系统有时还伴随着龙卷风。春季付高北推时，在广东、福建易出现由西南气流辐合带产生的雷暴系统。

雷暴系统传播方向还有一种是从某中心向四周传播的。例如 1964 年 8 月 2 日江苏以江阴—靖江为中心，向四周传播过三次雷暴系统，8—12 时一次，12—15 时一次，14—17 时一次。这一天该地上空低层有一辐合中心存在。

由冷锋或高空槽冲击产生的雷暴系统，有时出现的个数不等，但它们传播的方向却有一定的规律。一般是第一个强雷暴系统传播过去后，第二、三个传播过来往往偏离前者的右边或左边，华东、北京 5 年分析中，这种情况不少。如 1973 年 7 月 20 日，一号雷暴系统通过北京并产生雹灾，二、三号系统一个比一个偏南由西向东传播（见图 5）。这种偏离的原因与能量释放有关。雷暴系统活动属传播性的，它易向不稳定地区传播，没有出现过天气的地区有利于系统传播。

另外，还可用雷达回波来判断雷暴系统传播的位置，一般是回波新生点就是系统未来传播的新位置。新生点的位置与雷暴带的云砧所伸的方向有关，云砧往哪里伸，那里往往就有新生点出现（图略）。

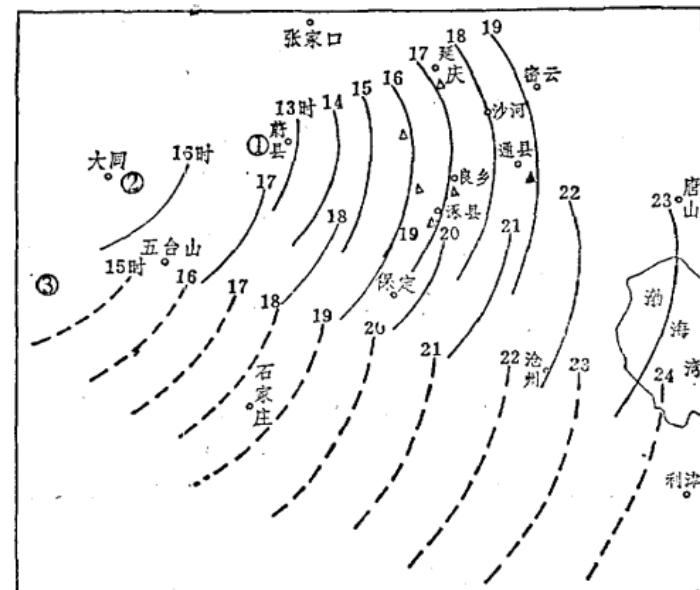


图 5