

满城冰雹云类型与特征分析

郝青 王雨曾

(中国气象科学研究院,北京 100081)

提 要

根据探空、雷达观测以及降雹资料,对河北满城地区1986—1990年64次降雹天气过程进行了分析,对冰雹云类型作了分类研究。结果表明,该地区冰雹云分为5种类型:强单体、点源雹云、传播雹云、多单体及弱单体雹云。5年的统计资料得出,满城地区以多单体、弱单体雹云为最多,强单体雹云和传播雹云是该地区主要成灾雹云。

关键词: 冰雹云 雹云类型 观测资料

引 言

对河北满城地区1986—1990年64次降雹过程的雷达回波和降雹资料进行了分析研究,发现该地区有不同类型的雹云(有别于国内外分类),其回波结构,出现的多寡以及造成的灾害很不相同。为了更好地抑制雹云的发展,减轻冰雹灾害,对不同类型的雹云采取不同的作业方法才可能取得好的效果。因此,对该地雹云进行分类研究是很必要的。

1 资料处理及分类

1986—1990年,用711型测雨雷达对满城地区64次冰雹天气进行了观测,并结合地面降雹资料,对雹云类型作了分类。根据该地雹云结构特征,回波形状、运动特征以及天气学特征,灾害情况等把它们分成5类:强单体雹云、点源雹云、传播雹云、多单体及弱单体雹云(见表1)。

由表1看到,满城地区以多单体雹云为最多,其次是弱单体雹云,传播雹云出现的次数也较多,占雹云总数的20.3%。点源雹云与强单体雹云,出现的次数较少。表1表明该地区出现的雹云90%以上是多单体、弱单体及传播雹云。与国内外的雹云分类相比,满城地区略有不同(表略)。国内雹云分类弱单体占41.3%,多单体占35.6%,传播雹云为11.3%,强单体9.6%,点源雹云占2.2%。

表1 1986—1990年满城雹云分类统计表
(观测次数)

观测年份	1986	1987	1988	1989	1990	合计	百分比/%
强单体		1			2	3	4.7
点源雹云	1			1	1	3	4.7
传播雹云	3	1	2	2	5	13	20.3
多单体	7	3	8	3	6	27	42.2
弱单体	2	3	4	5	4	18	28.1
合计	13	8	14	11	18	64	100

2 5类冰雹云的主要特征

2.1 强单体雹云

雷达跟踪观测发现,强单体雹云在初始阶段为几块小对流单体,经过发展阶段,逐步并合成仅具有一个强反射率核的大单体(图1a)。由图1b看到,0db水平尺度达35—40km,衰减30db,其水平尺度仍达20—25km。

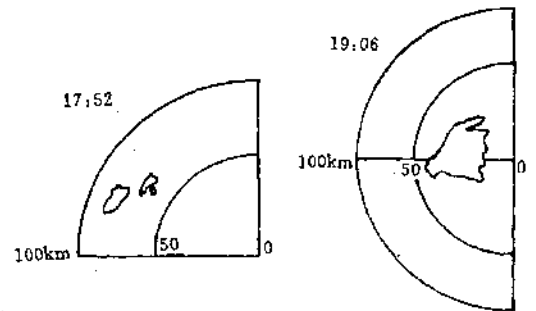


图1a 强单体雹云发生、发展、成熟阶段回波
1990.7.16, PFI 0db, 仰角:4°

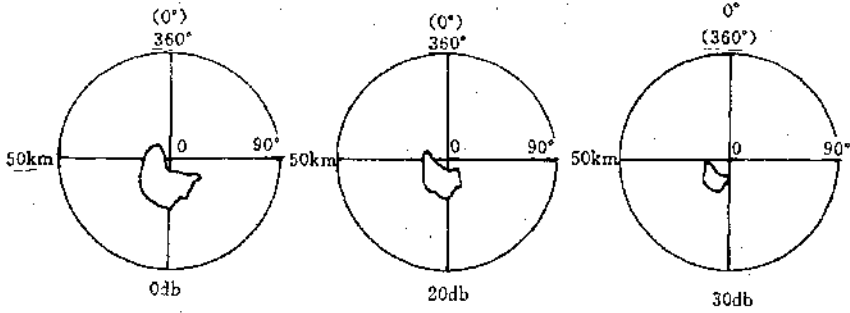


图1b 强单体经衰减0,20,30db回波
1990.7.16,19:50 PPI 仰角:4°

图2是满城1990年7月16日18时55分至19时02分雹云RHI回波照片素描图。从图看出,雹云在成熟阶段有明显的悬挂回波、回波穹窿、回波墙特征。云体向测站倾斜,形成前悬回波区的特点,前悬回波下方为弱回波区,其后面有一个比较直立且接近地面的回波墙。由于低层入流进入云体的一股斜上升气流的存在,造成云体上部向前伸展的

巨大云砧。

这类雹云降雹前跃增特征明显(见图2)。由图2看到,0db、20db、30db回波顶高,在7分钟内均出现跃增,跃增值大于2.8km/7min。此现象出现10分钟后,河北唐县、完县等5县于19:15后,地面先后出现了降雹,造成重雹灾。

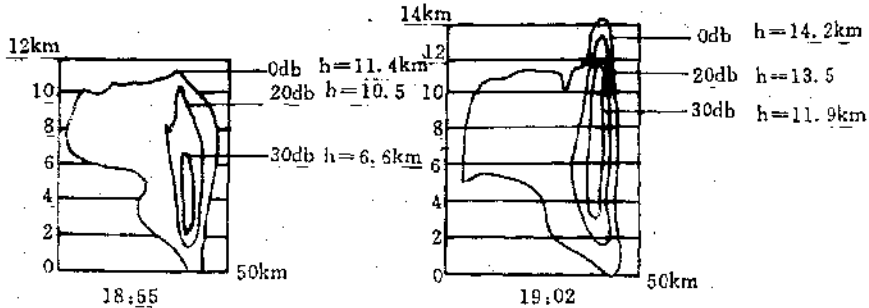


图2 强单体 RHI 剖面的回波照片素描(1990.7.16)
方位:290°

图3、4分别是1990年8月19日、1990年7月16日观测的强单体雹云PPI剖面指状回波及钩状回波照片素描图。对指状、钩状回波进行PPI、RHI剖面观测时,发现这两种特殊回波与主体回波相连处是回波强度梯度最大的高反射率区,是云体的最强区。这里聚集着大水滴、大冰雹等较大降水粒子,回波强度一般50dBz以上,回波顶高一般超过13km,衰减30dBz强回波顶高在10km左右。在图3、4两例中,指状、钩状回波出现5—9分钟后,当地都发生了猛烈降雹。所以,钩状、指状回波的出现,预示着地面很快出现降雹现象。

从表2看到,强单体雹云通常具有以下一些降雹特征:降雹时地面常伴随10级以上大风;降雹持续时间一般10分钟以上;冰雹最大直径一般大于4cm;地面积雹厚度一般5.0cm,有时更大些;降雹区域较大,据不完全统计,一次降雹过程成雹灾面积一般达几十万亩。

雷达观测表明,雹云生命史较长,一般1小时以上,有时可维持数小时。

此类雹云虽然一年里出现的几率极小,但造成的危害居5类雹云之首。据1986—1990年满城地区降雹灾情统计,成雹灾面积中50%以上是由这类雹云造成的,一次降雹

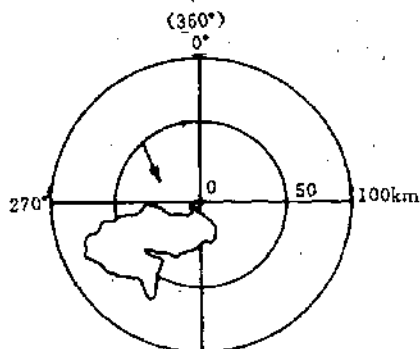


图3 强单体指状回波

1990.8.19 18:57 PPI,0db,仰角4°

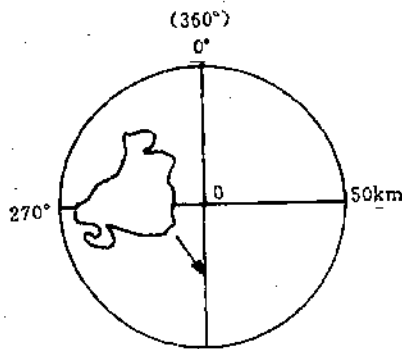


图4 强单体钩状回波

1990.7.16 19:06 PPI,0db,仰角6°

表2 满城强单体雹云降雹特征、雹灾统计表

降雹时间 (年、月、日)	冰雹最大 直径/cm	降雹持续 时间/分	地面积雹 厚度/cm	地面最大 风力/级	成雹灾 面积/万亩	受灾县、市 /个数
1987.5.30	4.0	10	>5	10	25.1	18
1990.7.16	5.0	15	5	>10	32.3	5
1990.8.19	4.0	>10	10	>10	12	1

过程造成的经济损失常达亿元以上。

2.2 点源雹云

1986—1990年,在对冰雹云的雷达观测中,发现了满城地区点源雹云的明显特征。它的各个单体都在距满城县雷达站60—80km,西北方向,河北涞源县同一个源区新生。这里是唐河流域的上游区,倒马关至走马驿一带,是河流汇集区,水汽供应较充足,由于低层东风、东南风入流及地形抬升,在热力和动力作用下形成积云,成为源区。

每个单体间隔性地从同一个源区生出来,在盛行西(或西南)风影响下,单体逐渐东移发展,一个接一个地排列,其生成先后不同。当单体进入一个新生—发展阶段时,云体右移。在同一时刻,不同生命阶段的各个单体依次排列。源区排在单体列的最左端,而单体的消亡则在右端(即云体移向的前部)。

点源雹云一般3、4个单体以上。云体中每个单体都经历发生—发展—成熟—消亡阶段。各个单体可以处于不同发展阶段。这些单体中至少有一个(单体)产生地面降雹。

从降雹灾情看,点源雹云有时可产生强烈降雹。在1986—1990年观测到的3例点源雹云中,一次造成重灾(1986年8月9日),

冰雹最大直径5cm;一次造成轻灾(1990年6月3日);一次未成灾。

图5是1990年6月3日21时17分拍摄的满城地区点源雹云PPI剖面雷达回波照片。从图5a看到同时并存的单体共有4个。它们都是从雷达站西边同一源区发生,并依次由西南向东北方向排列,移动。根据当天降雹实况资料,单体4是刚降雹后不久减弱的单体,单体2、单体3正值发展阶段,单体1新生后不久。图5b、c、d是经衰减10、20、30db的该点源雹云的回波照片的素描图。

2.3 传播雹云

图6是1986年8月8日20:43—00:30一个传播雹云演变素描图。

20:43,雷达观测发现距测站327°,40km处有块雹云(图6a)处于发展—成熟阶段,回波强度40db,0db回波顶高13.7km,21时在满城高土庄与河北完县司仓一带降雹,并在回波A前方开始形成回波B(见图6b)。回波B发展,回波A减弱,22时40分左右在唐县东半部降雹,落地冰雹直径3—5cm,造成重雹灾。雹云继续由西北向东南方向移动、发展。回波B降雹后,其前方又开始形成新的回波,新回波经发展—成熟后,又于9日零

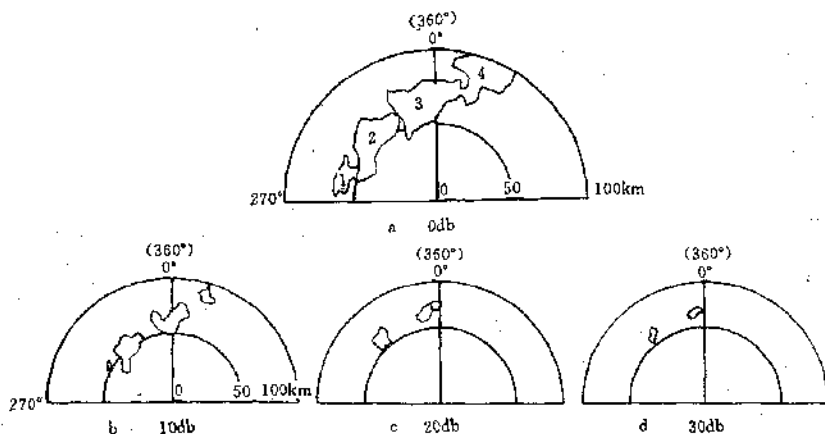


图5 点源雹云回波照片素描(1990.6.3 21:17)

PPI 仰角:4°

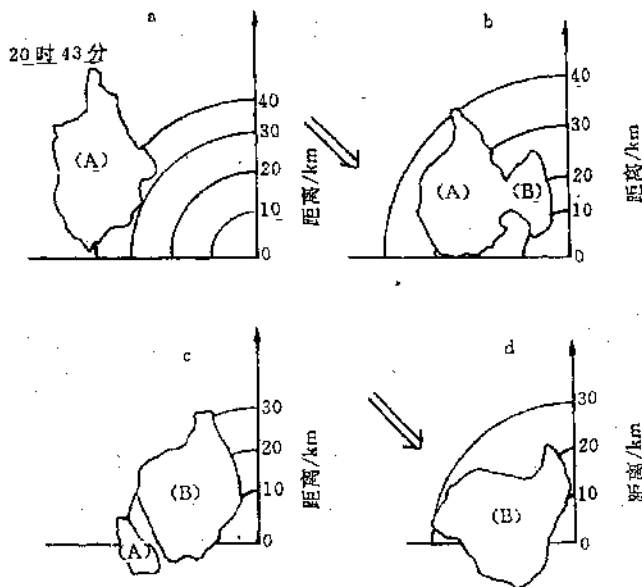


图6 传播雹云演变素描图(1986年8月8日20:43—9日0:30)

PPI 仰角:4° 0db 箭头表示云体移向

时30分在河北望都县的西部降雹。

传播雹云在降雹过程中,具有一些主要特征,如:降雹持续时间较长,一般5—10分钟;降雹范围较大(见表3);降雹常成数段,似蛤蟆跳,造成“雹打一条线”的雹迹;冰雹最大直径一般在3cm以上;造成的灾情较重,仅次于强单体雹云(表略)。单体降雹后,大部分能量释放,余下的能量传递给前面的新生单体,促使新单体发展起来。对雹云移向而

表3 满城传播雹云雹灾统计表

降雹时间 (年、月、日)	成雹灾面积 (万亩)
1986.8.8	4.5
1986.8.19	0.4
1987.6.29	0.8
1988.9.2	3.0
1988.9.3	0.4
1989.6.30	0.3
1989.8.29	0.4
1990.9.13	7.0

言,后面的老单体影响前面的新生单体。雹云整体通过单体间传播运动前进。前生后消是这类雹云的基本特征,与点源雹云的单体是在云体移向后部新生,前部消亡是完全不同的机制。

2.4 多单体雹云

这是满城地区出现次数最多的一类雹云。从雹云 PPI 回波形态、回波结构特征看,回波常呈块状,有时呈带状,分布较零散,水平排列杂乱无章。RHI 回波形状有时呈直立柱状,有时也可观测到回波墙、前悬回波、回波穹窿特征。

多单体雹云通常有两个以上的强回波中

心(雷达增益衰减 30db 以上),其中至少有一个单体出现降雹。

图 7 是 1988 年 9 月 3 日 20 时 01 分观测到的多单体雹云雷达回波。从图 7a 看出,0db 时,雹云回波分布零散,经中频衰减 30db 后(图 7c),雷达站南面的一块云体较强,当时在满城县南、保定市西郊以及清苑一带产生了降雹。衰减 40db,才分辨出它是由 3 个单体复合而成(见图 7d),且移动缓慢,这 3 个单体一起发展壮大,没有上述雹云的传播或点源特性。

多单体雹云降雹强度不强,一般只造成轻灾或无灾,有时局部地区有重灾。

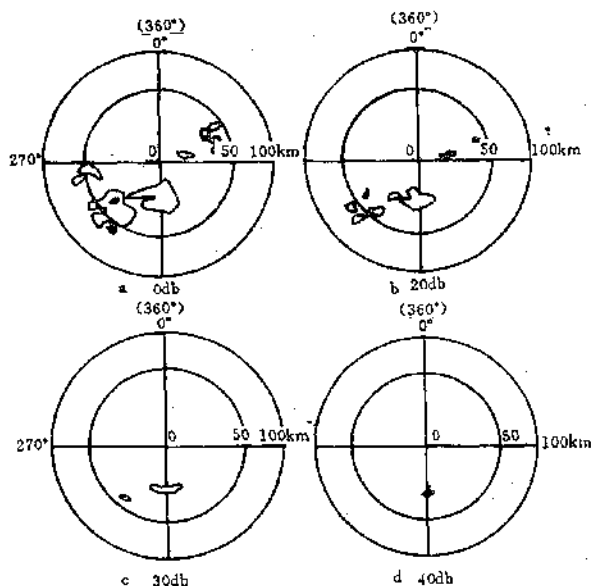


图 7 多单体雹云回波图(1988.9.3 20:01)

PPI 仰角:4°

2.5 弱单体雹云

主要受地形及局地热对流影响而形成的雹云,它发展迅速,生消较快,是满城地区常见到的一类雹云。

图 8 是 1988 年 8 月 10 日 16 时 43 分在满城雷达站西南面出现的一块对称弱单体雹云的雷达回波照片。从图看出,雹云垂直发展旺盛,超过 14km,云体的下部是直立柱状,而中上部则是对称的弱云砧。说明垂直气流

在云的中上部(约 8 至 14km 高度)达到最大后减弱,向两侧辐散形成的。这表明热力作用促进云体发展旺盛。

弱单体雹云移动缓慢,降雹较弱,常降一些小冰雹或霰,一般降雹不成灾,有时局部地区有轻灾,对农作物一般不造成灾害,对果树有时造成灾害。

3 分析与讨论

3.1 与国内外雹云分类比较,满城地区各类

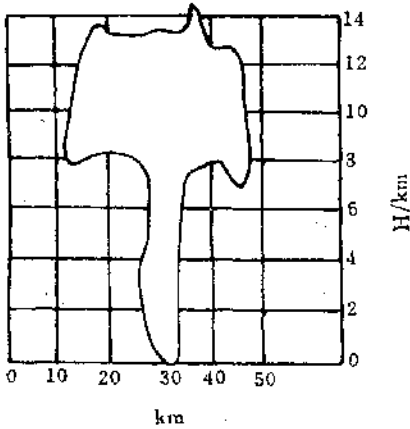


图8 弱单体雹云回波(RH1)

(1988.8.16 16:43) 方位:233° 0db

型雹云都有。特别需要指出的是,传播雹云相对国内其它地方要多些。

3.2 多单体、弱单体、点源雹云一般是受当地地形影响及热力作用形成的。满城地处太行山脉东麓,该县上游地区的西北部、北部是山区、半山区。5年期间,观测到90%以上

的雹云由西北向东南方向移动,在局地形成对流回波带,在原地维持相当一段时间。当有天气系统侵入时,对流回波可以进一步发展起来,易形成较强雹云。

3.3 满城县西北、北部的涑源、易县河流较多,降雨量较充沛。从资料统计(表略)表明,涑源、易县一带5—9月水汽供应较充分,加之太行山脉地形影响,有利于形成局地性强对流天气。

3.4 按降雹当天的天气形势和雹云回波形态分类,强单体雹云一般是冷锋雹云;传播雹云多数是飢线雹云;多单体、弱单体及点源雹云通常是热成雹云和地形雹云(在山区,热成雹云和地形雹云很难严格区分)。

3.5 根据雷达连续跟踪观测资料,冰雹云与雷雨云回波参量具有明显的统计性差异,特别是增益衰减30db强回波顶高值,冰雹云都大于雷雨云(见表4)。由表4还可看出,弱冰雹云与强降雨云差异不明显。

表4 满城地区冰雹云、雷雨云回波参量统计表

回波参量	最大值		最小值		平均值	
	冰雹云	雷雨云	冰雹云	雷雨云	冰雹云	雷雨云
0db回波顶高/km	16.2	11.8	7.0	7.0	11.3	8.5
20db回波顶高/km	12.3	10.9	6.2	2.7	9.1	6.0
30db回波顶高/km	13.9	5.1	6.0	2.3	8.4	4.0
回波强度/dBz	73	48	36	24	50.2	34.7

注:冰雹云个例93个、雷雨云个例80个

参考文献

1 黄美元,王昂生.人工防雹导论.北京:科学出版社,1980.
2 王雨曾.降雹先兆特征的观测分析.气象,1990,16(9):

34—38.

3 王雨曾,王文乐.满城防雹中的雨量变化分析.气象,1992,18(3):36—40.

Classification and Characteristics of Hailclouds in Mancheng Prefecture

Yu Qing Wang Yuzeng

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

Sixty-four processes of hailfall are observed and types of hailclouds are classified from the data of rawinsonde, radar and hailshooting observation from 1986 to 1990 in Mancheng Prefecture, Hebei Province. Five types of supercells, dot-source hailcloud, propagational hailcloud, multicells and weak hailcells are classified in this area.

The statistical analyses on the data of five years shown that the occurrence frequency of multicells and weak hailcells are more than that of the other types. Serious damages are usually caused by the hailcloud of supercells and propagational cells in Mancheng Prefecture.

Key Words: hailcloud types of hailcloud data of observation