

河北省人工降雨防雹 科技资料汇编

第五期

河北省人工降雨办公室选编

一九八〇年五月

前 言

本汇编共收入1979年12月在沧州市召开的《河北省人工影响天气科技讨论会》以来的科技资料共十四篇，这些资料在对人工防雹的效果、冰雹云的识别、高炮人工催化降雨的效果、人工防雹工具的改进冰雹预报等方面做了一些探讨，但由于目前探测手段、科技力量有限，水平还不很高、仅希望起到抛砖引玉的作用，印出来供交流参考。

本汇编为满足基层从事人工影响天气工作同志的要求，还选编了一些人工防雹基础知识方面的材料，一部份国内外人工影响天气动态方面的文章、供大家参阅。参加这次资料汇编及人工防雹基础知识选编的有戴冠军、彭谷均、赵连仲等同志。

河北省人工降雨办公室

一九八〇年五月

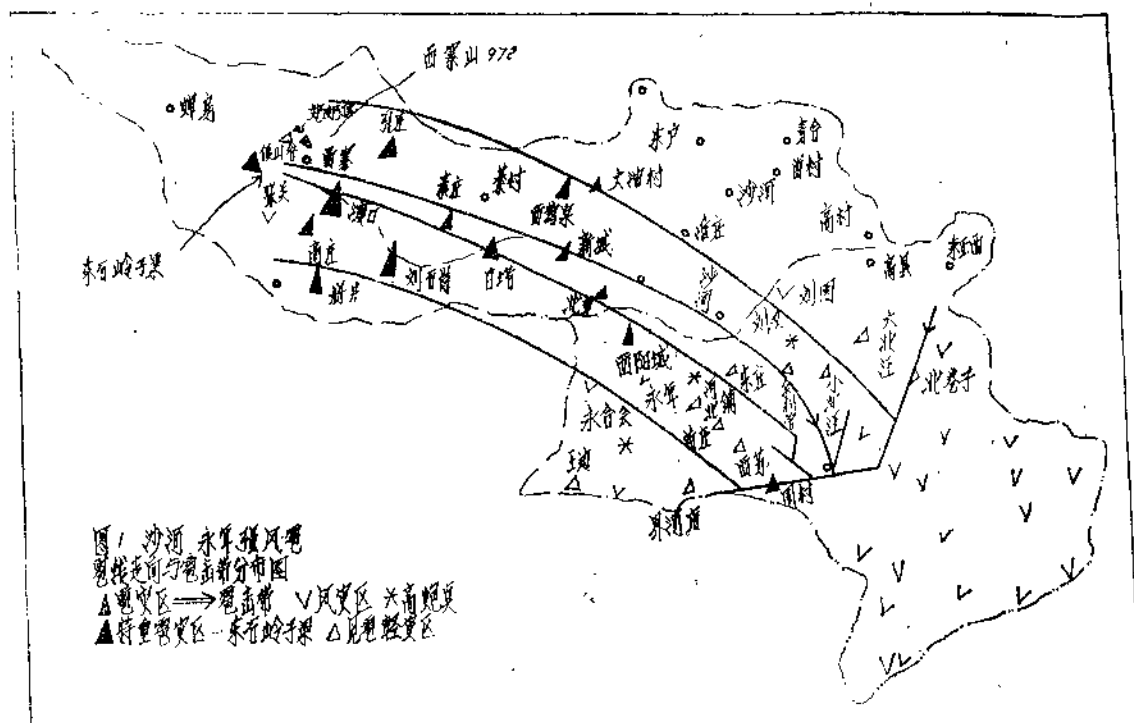
目 录

1、一次锋面雹暴天气过程的个例分析·····	戴冠军 (1)
2、对77、8、14强单体雹云作业的初步分析·····	赵连仲 (13)
3、对一次强冰雹云进行防雹作业的效果分析·····	永年县气象局 靳常清 (29)
4、三七高炮人工降雨催化作业分析·····	邢台地区气象局 范光斗 (33)
5、78、8、1涿源特大风暴天气分析·····	张汝晶 (36)
6、识别冰雹云与防雹作业的几点体会·····	玉田县防雹指挥部 (44)
7、三七高炮人工降雨作业实施的气象保证·····	承德县气象局 (46)
8、怀来县雷雨云闪电观察结果·····	张其林 (51)
9、人工防雹的个例小结·····	遵化县防雹办公室 (56)
10、遵化县1979年7月16日雹暴天气初步分析·····	颜木荣 (58)
11、高炮人工降雨作业效果分析·····	彭万年 (64)
12、夏季冰雹短期预报·····	于传杰 (69)
13、一次炮击强雹云 云物理特征演变的个例分析·····	戴冠军 (74)
14、对“三七”高炮催化高层云降雨的探讨·····	赵连仲 (89)
15、人工防雹基础知识·····	(100)
16、国外人工影响天气动态	
在人工影响天气方面，我们需要作些什么？·····	(129)
苏联的人工影响天气工作·····	(132)
瑞士的随机防雹试验·····	(140)
人工影响天气的现状与任务·····	(146)
美国1971——74年间的人工影响天气与气候工作·····	(154)
美国农业气象研究工作简介(摘录)·····	(161)
南斯拉夫的防雹·····	(162)

一次锋面雹暴 天气过程的个例分析

河北省人工降雨办公室 戴冠军

一九七九年七月十八日晚八时到九时左右,我省南部邢台、邯郸地区出现强风雹灾害。沙河、永年、武安、涉县相继出现降雹,强雹击带从沙河县的侯峪公社到永年县的周村公社,长六十公里,宽十到十五公里,据实地调查,重灾区冰雹大的象鸡蛋、核桃、小的象棉籽。以沙河县渡口公社最为严重,降雹共两次,其中一次降雹持续时间就达十五分钟,地面积雹厚度达十五到二十厘米。据当地八十多岁的老农回忆,这次降雹是当地七、八十年来最严重的一次。



强雹击带周围地区普遍出现八、九级以上的大风,阵风则达到十二级,同时出现短时暴雨,强雹击带周围地区一小时降雨量均在六、七十毫米左右,而沙河县渡口、石岗、显德汪几个公社一小时降雨量达100—113毫米。

这次强风雹给当地农业生产与人民的生活带来极其严重的损失, 仅粮棉成灾面积就达三十余万亩, 刮倒电杆一千多根, 倒树木三万多棵, 砸死猪羊176只。

本文通过对这次强风雹天气过程的分析, 认为这次风雹具有冷锋雹暴的典型性, 提出这次过程的形成原因与一些特征, 为今后解决这类天气的预报及开展人工防雹试验提供一些线索。

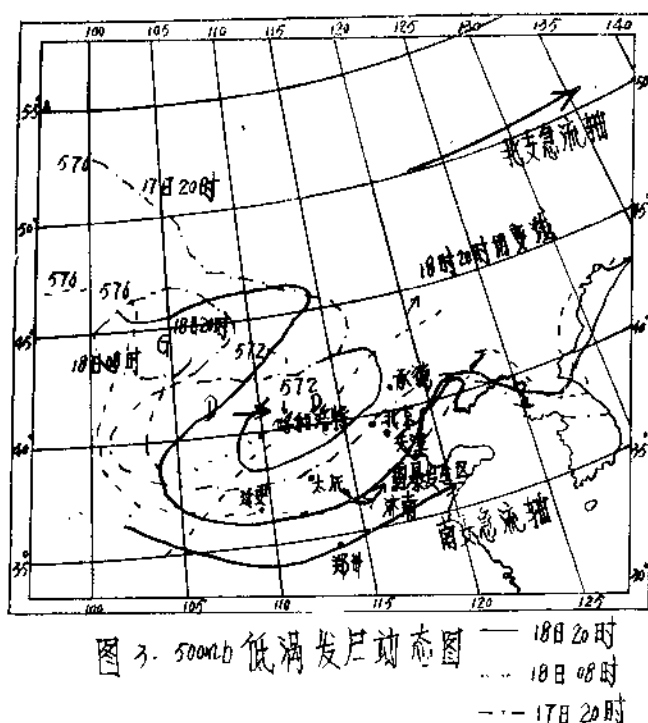
一、大R度环流背景

7月12日到19日, 强大而稳定的极涡位于贝加尔湖北部北地群岛附近, 极涡外围有二支西风急流, 北支急流大体在 50°N 左右, 南支急流在 $35^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$ 之间, 我省处在强大而稳定的极涡外围西风急流控制下。与高空相对应, 我省地面这几天也一直处在地面热低压或热低槽的控制下, 地面天气特点是: 气温偏高, 气压偏低, 雨量偏少, 湿度偏大。因此从7月13日到19日我省几乎每天下午或前半夜都有不同程度的雷雨, 大风、冰雹出现, 有的灾情及成灾范围都很大。这与有关文献指出的强雹暴往往是在高空急流出现或加强时发生的相吻合。⁽¹⁾⁽²⁾

二、500mb冷涡的建立与加强

这次强风雹发生在南支西风急流的北侧, 也就是西风急流的“左出口区”。⁽¹⁾

这次强风雹发生前, 在500mb图上, 有一次蒙古东南部冷涡的建立与发展完善的过程。



从图3可见, 17日20时576线在蒙古东南部还是一个较深厚的低压槽, 槽后冷平流, 槽前暖平流, 使槽能得以发展, 而18日08时572线已在蒙古东南部闭合发展成低涡, 低涡中心在北纬 42° 东经 107° 附近, 到18日20时低涡已东移, 低涡中心已移至北纬 41° 东经 113° 附近, 而且冷涡已发展完善。7月18日20时500mb切变线位于兰州—呼和浩特—长春一线。这次强风雹恰发生在冷涡外的东南部距冷涡中心约7个纬距处, 而且是发生在冷涡发展完善后。这与中山章给出的关于冷涡内外深厚对流区和对流活动抑制区分布模式(图4)相一致。这与冷涡内外垂直环流分布也是一致的, 即冷涡东

侧存在正环流, 暖空气上升, 冷空气下沉, 易发展对流运动。⁽¹⁾

三、700mb冷涡的建立与加强

与500mb的形势相对应，这次强风暴发生前，在700mb图上，在蒙古东南部也有一冷涡的建立与加强的过程。

从图5可见17日20时308线还是一个较深厚的横槽，槽后冷平流，槽前暖平流，使横槽得以发展闭合，到18日08时304线已闭合成低涡，低涡中心在北纬43°东经113°处，切变线在呼和浩特一线，冷涡继续发展，到18日20时冷涡略有东移并加强，与

地面北方冷锋进入倒槽相联系，700mb低涡切变线呈人字形，西风槽与暖锋式切变线相接，低涡呈马鞍形状，据有关文献介绍，这种指示气流辐合的“暖锋式切线”的出现，意味着强雹暴即将发生，实际上这次永年、沙河强雹暴也确实随之发生了。⁽⁸⁾

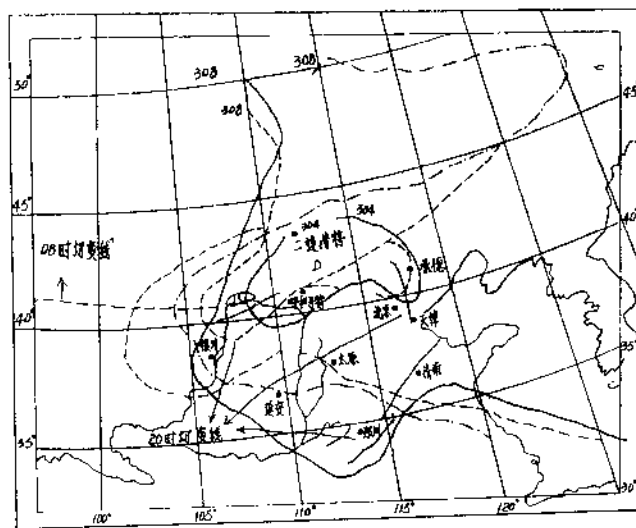


图5 700mb低涡发展动态图

—— 16日20时
- - - 17日20时
... 18日08时

到18日14时与西来冷锋一起发展成完整的锋面气旋。(图6、图7)这与有关文献中提供的热倒槽发展成锋面气旋产生强雹暴的模式(图八)相吻合。⁽¹⁾

锋面气旋发展到开始锢囚的阶段，地面风速很大，强烈的摩擦辐合作用使气旋区内的上升气流加强，大气对流加剧，对流性天气也显著得到发展，这次强雹暴就是发生在锋面气旋发展成熟东南移时产生的猛烈的对流性天气。

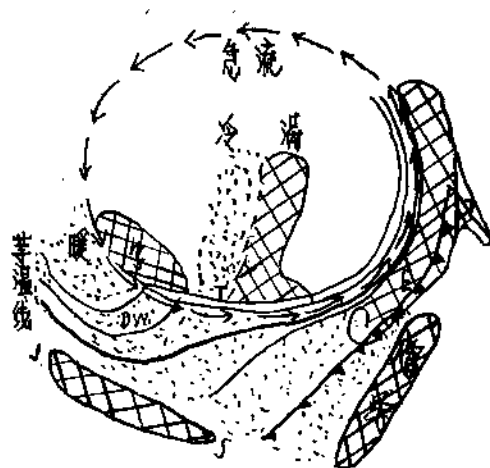


图4 冷涡附近深厚积雨云发区(斜线区)和对流活动抑制区(阴影区)分布模式

四、地面热倒槽的北伸与锋面气旋的建立

在地面天气图上，7月16日14时以后，地面热倒槽往东北方向伸展，14时西北冷锋尚在赤塔一线，往东南方向移动。

7月16日20时随着地面热倒槽的北伸与西北冷锋的东移，西北冷锋已进入热倒槽区，从17日02时以后此冷锋已开始处于准静止状态，并在原地逐渐变性。

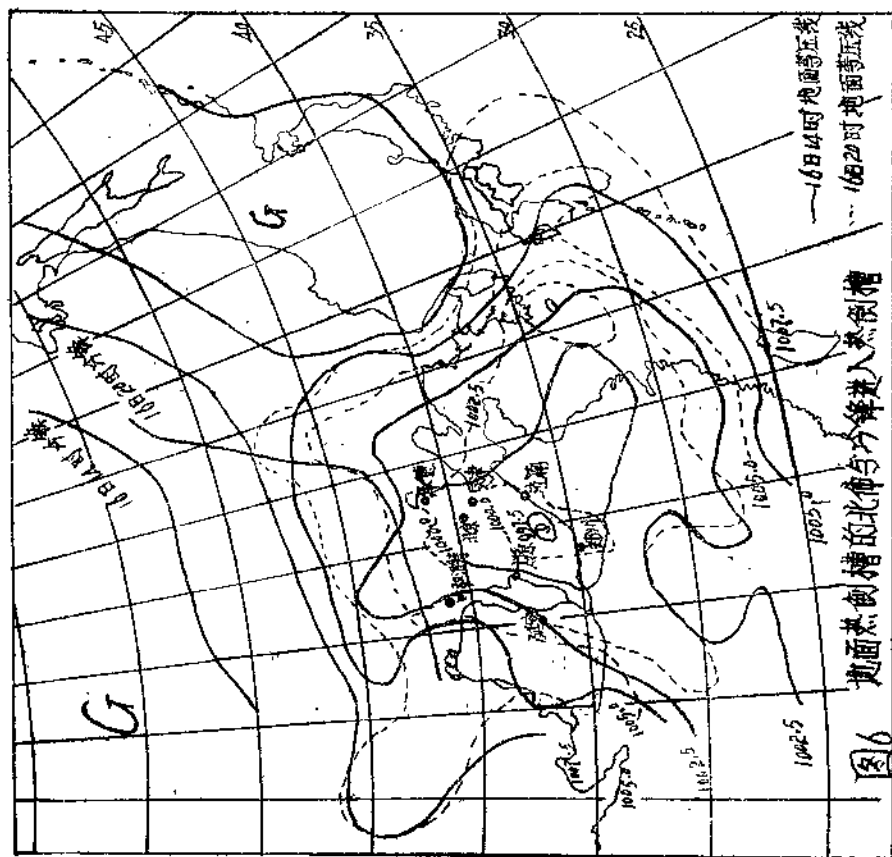
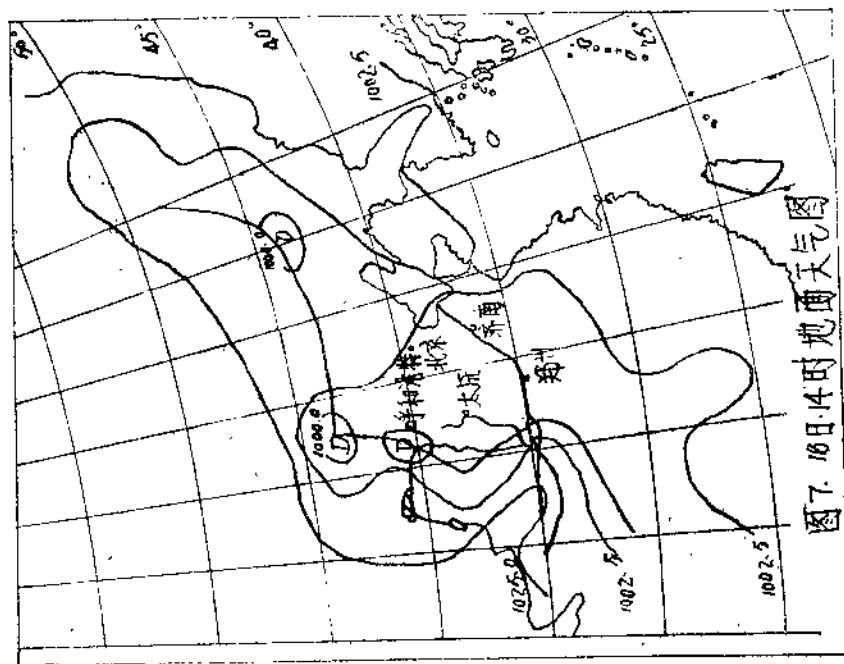




图6. 热倒槽发展成锋面气旋产生强雹暴的一个
槽式图(据山东省德州气象台资料)

五、强雹暴发生的“先兆过程”

——一次弱冷锋东移过境降水过程

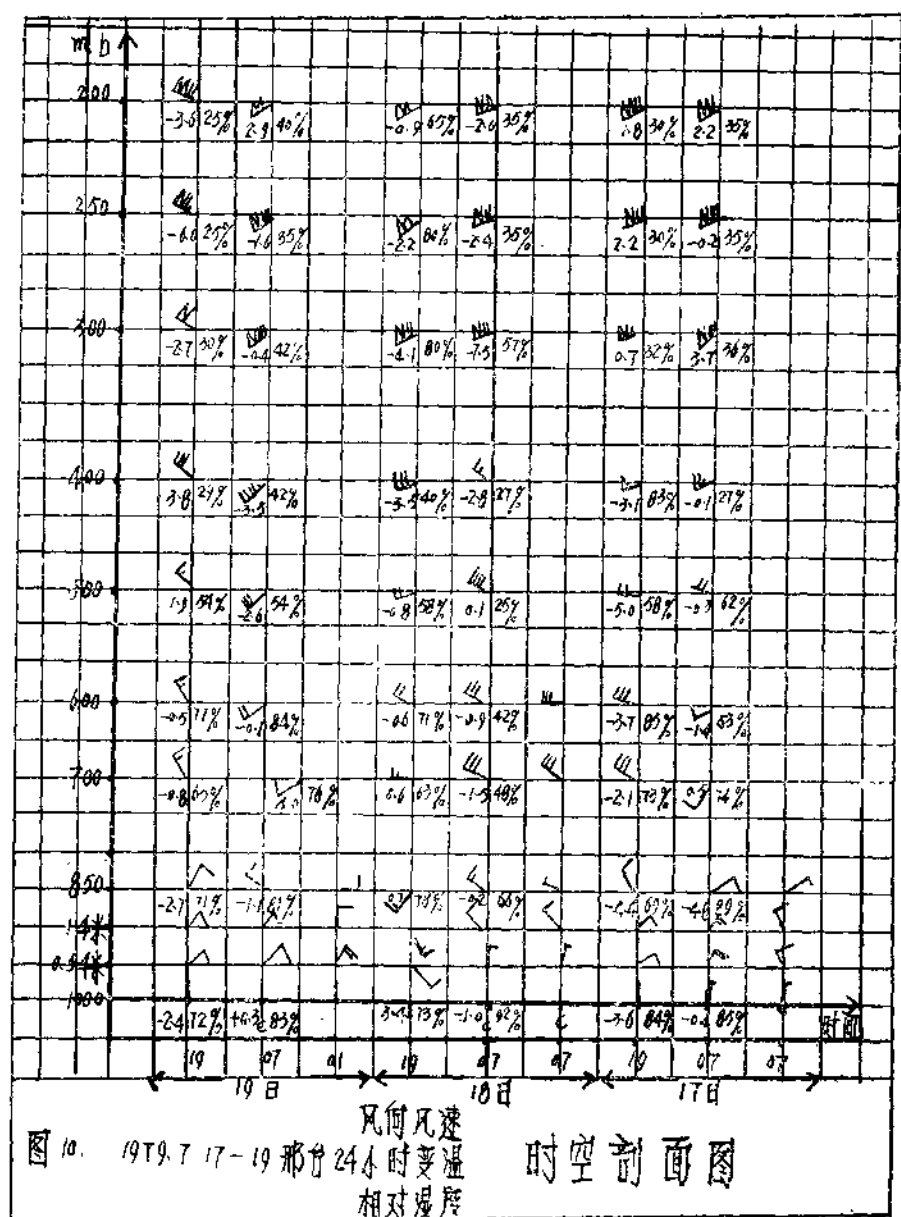
在有关文献中指出,在强雹暴发生前24—26小时,往往出现一次对流性天气过程,强度一般较弱。从天气图上看,先兆过程往往就是一次“先行槽过程”,有一弱冷槽从空中东移,地面还可能配合有气旋或冷锋。(1)

在这次强雹暴发生的前一天,7月17日20时,在未来强雹区周围因受东移冷锋影响出现过一次对流性天气过程。出现过雷暴和阵性降水,但雨量并不大,与未来强雹暴发生区沙河、永年相毗邻的肥乡县并出现过弱雹暴,但是灾情并不大。这次对流性天气反映在高空,是一次西来槽过程。

这次降水、弱雹暴的天气过程恰好成为了沙河、永年强雹暴的“先兆过程”;高空西来槽东移,使槽后冷空气引导下来,槽后冷平流,槽前暖平流使高空500mb,700mb的低涡得以建立与加强,使高空气流变得更为干冷,而低空仍维持暖湿平流,吹偏南风,(见前面图7),源源不断地向该区输送暖气流,这样就促使地面锋面气旋得以建立与成熟,高空为冷干平流,低空为暖湿平流,促使产生越来越不稳定的大气状态,这样一有合适的外力抬升,就可引起强雹暴。

六、大气层结不稳定度的分析

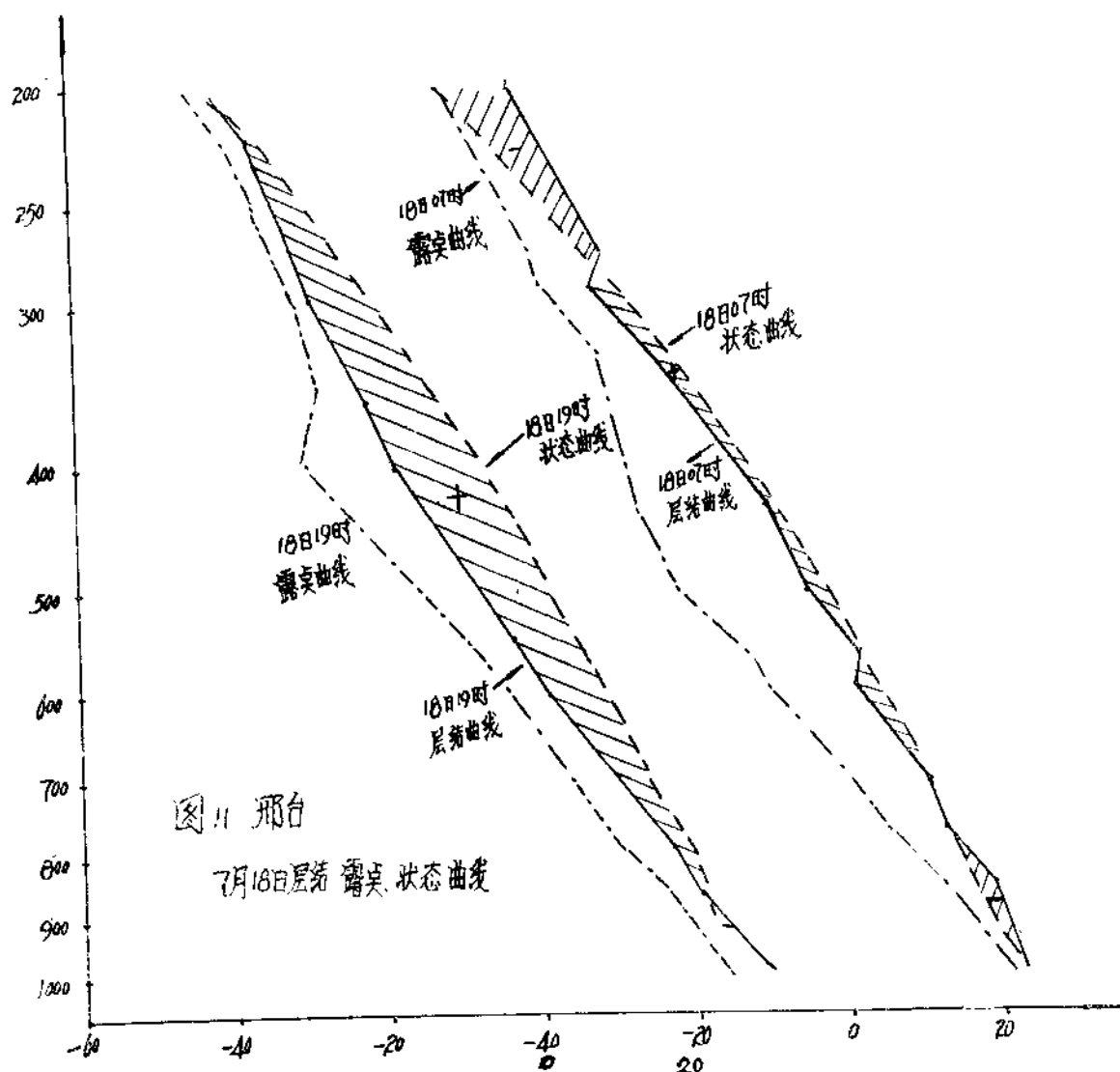
17日的一次西来槽东移降水过程,在未来雹暴区上空引起较强的降温,各层平流程度不同,以300—400mb降温最为强烈,17日19时到18日19时300mb冷平流引起的日变温达 $-4.1^{\circ}\text{C}/24\text{小时}$,400mb引起的日变温冷平流达 $-3.5^{\circ}\text{C}/24\text{小时}$,而在600mb以上气层均为冷平流(见图10)。而在600mb以下气层,则18日19时为暖平流,地面层暖平流引起的日变温达 $+3.4^{\circ}\text{C}/24\text{小时}$,850mb层暖平流引起的日变温为 $0.7^{\circ}\text{C}/24\text{小时}$,700mb层暖平流引起的日变温为 $0.6^{\circ}\text{C}/24\text{小时}$ 。而且从19日07时探空还可以明显地看到下湿上干的情况,地面相对湿度达到92%,而400—500mb却是干层,500mb气层相对湿度仅25%,400mb层相对



湿度仅27%。这样剧烈的上层干冷，下层暖湿的差动平流迅速引起大气层结不稳定性增加。(4)

从图11看，18日07时在600mb层存在一逆温层，700mb、800mb也有较稳定的气层，这样阻挡了对流发展，有利于不稳定能量的大量贮存，产生潜势不稳定。到18日18时，当时层结曲线已处于真潜不稳定状态，从870mb——220mb近一万米的气层均为正面积，而且显然可见正面积远远大于下面的负而面积，不稳定能量积累极大，这时只要有一定的大气扰动，就很容易把巨大的不稳定能量释放出来，使对流云迅速发展环境温度低于-40℃的一万—

千多公尺的高空。据有关文献介绍， -20°C 高度处状态曲线与层结曲线温差大于 5°C ，云中就可以形成大冰雹，而当时这温差值已达 8°C ，所以一旦有适当的抬升力当地对流便能迅猛发展，极易发展成猛烈的强雹暴。（5）



七、雹暴的触发机制

这次强雹暴的触发系统是一个三度空间配合完善的低槽冷锋系统。在高空，这里恰位于500mb冷涡的东南部，500mb切变线前，这里槽前等高线辐散，垂直上升运动最强，高空存在水平质量辐散，而又位于高空急流“左出口区”，对辐散也更为有利。在地面，锋面气旋在18日14时已发展完善，随后往东南方向移动，到18日20时气旋区已移到雹暴区一带，冷锋在20时也刚经过该区，因此这里有气流的强烈辐合抬升。（见图12）

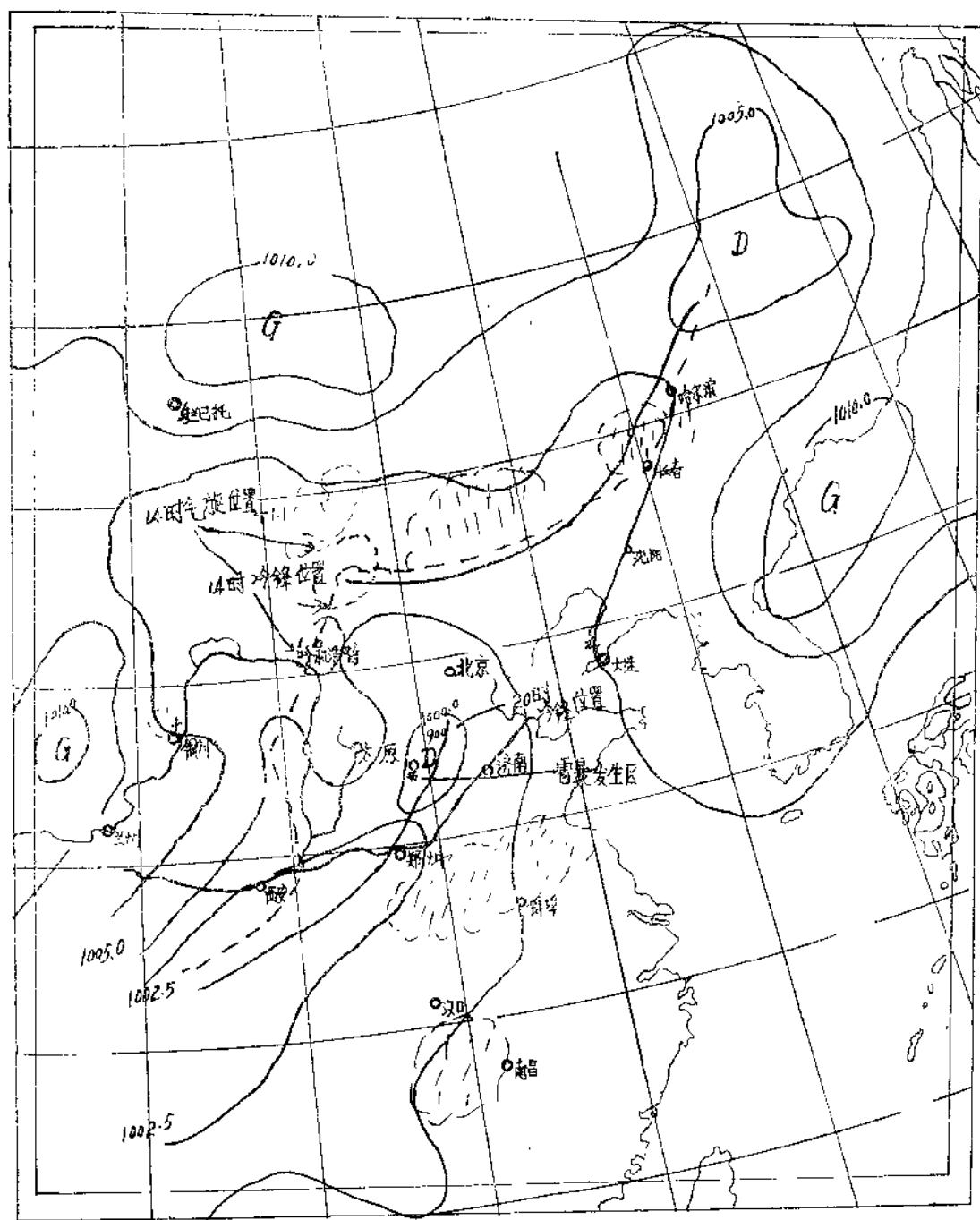
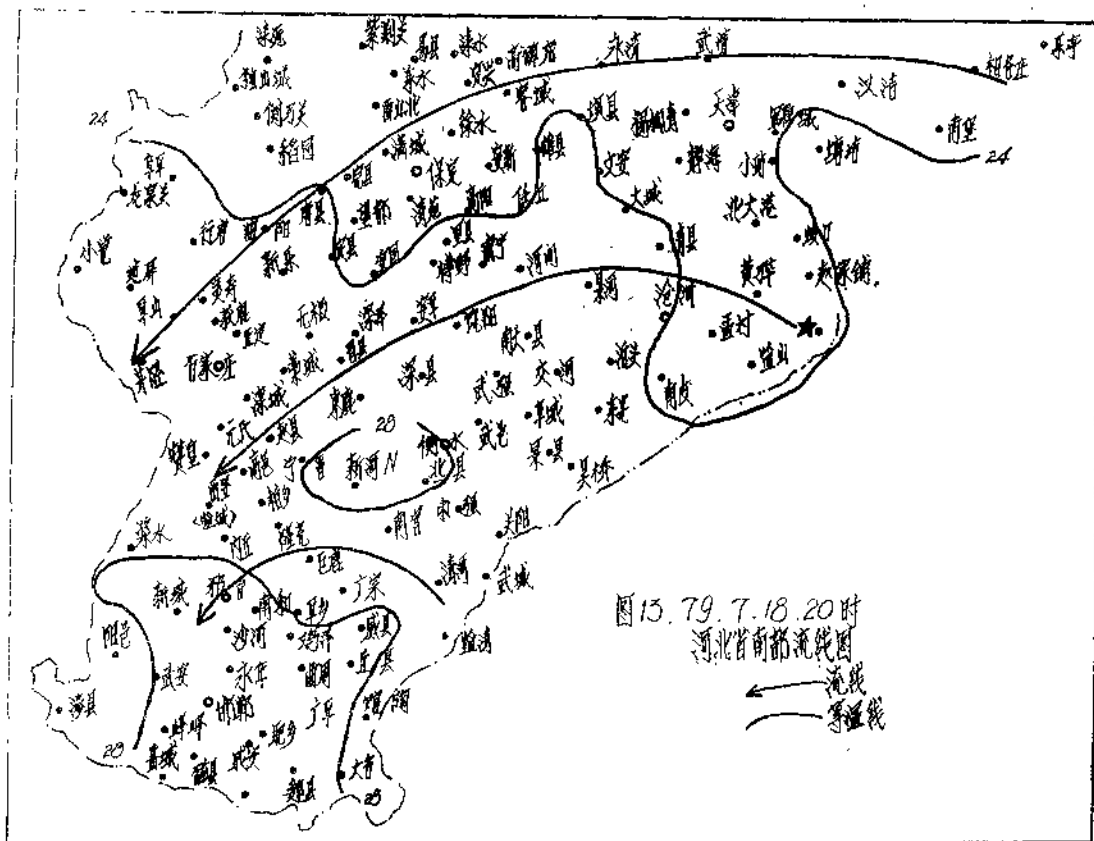


图12 1979. 7. 18. 19. 00 地面天气概略图

此外，从7月18日20时河北省南部流线图（图13）中也可以看出，当时河北省南部吹偏



东风，从渤海湾来的暖湿气流可以源源不断补充对流云中水的来源，并使其能得以维持一段相当长的时间。这就触发了这次雹暴并出现局地一小时降水量大于100mm的暴雨。

八、地形对雹暴发生、发展的作用

据县有关部门参加收集冰雹灾情的同志及群众的反映，这次强风雹在沙河县始于候峪公社，（见图1），是雹云翻过海城达1064米的奶奶顶山峰后开始降雹的，开始于候峪公社西寨村，该村的地有一半遭到雹击，一半未受影响。

这说明雹云爬坡，能产生垂直上升运动，抬升暖湿气流，增加雹云的功能，因此使雹云在爬坡的“冲抬作用”下，积累大量不稳定能量，雹云也得到加强，冰雹也逐渐在云中形成。

过了奶奶顶后，雹云开始下坡，上升运动减小，气流辐散，就会开始降雹，这也就是群众常讲的雹云“逢山加强过山猛”的说法。这以后雹云一路沿东石岭子渠一路下坡，使位能变成动能，雹云进一步加强，灾情也比前面更为严重，所以渡口公社灾情重于候峪公社。

此外，渡口公社群众反映，雹暴开始在晚八点左右经过，虽然下了冰雹，但灾情并不很严重。但后来雹云到石岗，显德洼以后又给顶了回来，这样这次就成了“回头云”，兼且渡口

公社往西北方向均是爬坡上山，因此冰雹也就集中降落在这儿，“云回头，情不留”。造成了该地七、八、十年未遇的严重雹灾。

九、雹暴的飑线特征

综上所述，这次强雹暴，从触发机制来看是属于锋面雹暴的一种，而且是一种冷锋雹暴。与很多冷锋雹暴一样，这次强雹暴又是有飑线雹暴的特征。从图14、图15、图16看，这次雹暴发生时，在小天气图上有明显的风辐合带，在永年县的单站温、压、湿、风自记录上看也具备飑线过境的特征。这里还值得指出的是在这次冷锋过境时，与沙河、永年雹击带相平行，而且几乎同时在石家庄地区井陘、元氏、高邑、深泽四个县也出现一条雹击带，受灾也比较重，这有点象冷锋强雹暴的特征了。⁽¹⁾

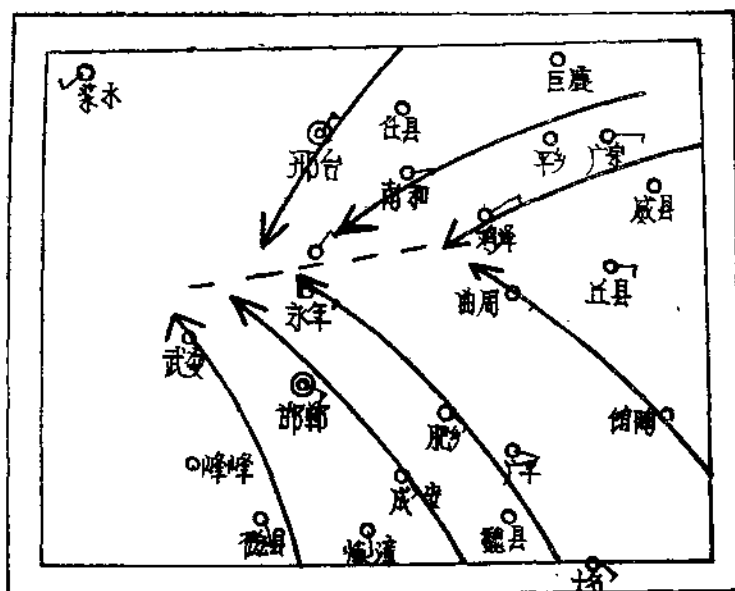


图14 1979.7.18. 20时 流线图

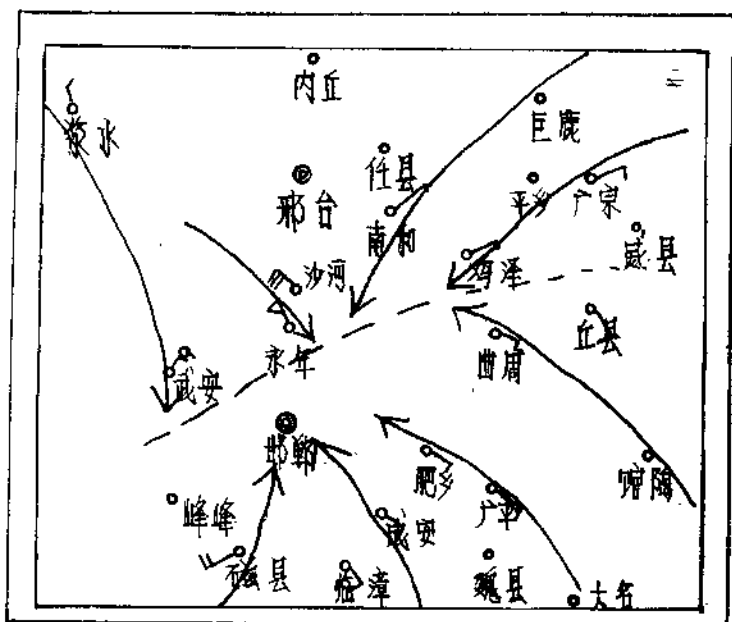


图 15 1979. 7. 18. 21时流线图 (21:00-21:10)

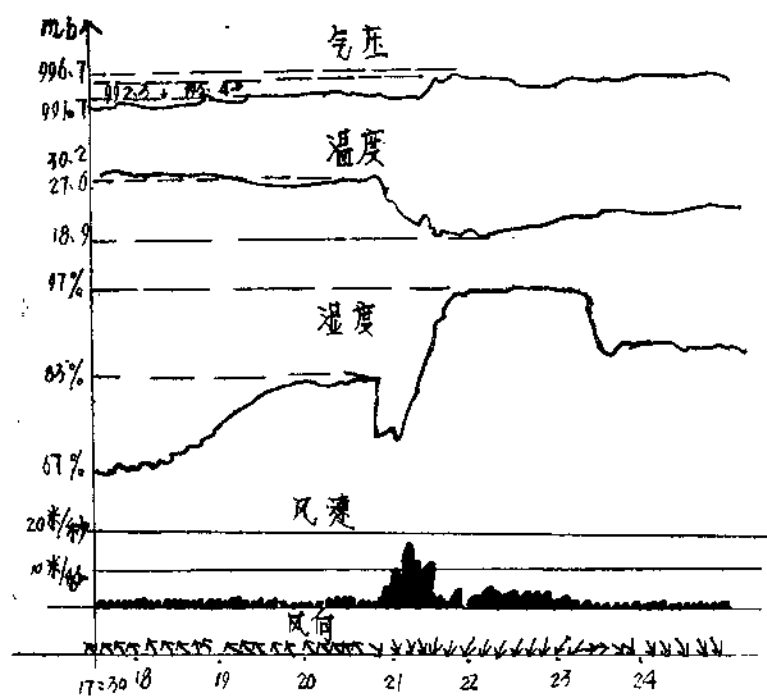


图 16. 永年县 7月 18 单站温湿压. 风自记曲线

小 结

通过以上分析,对这次强风雹天气过程得到下列几点认识:

- 1、这次强风雹是一次较典型的冷锋雹暴,具备飚线雹暴的一些特征。
- 2、强风雹酝酿期在大尺度环流上反映为北地群岛附近极涡强大而稳定,南支急流提供有利的辐散条件。地面也一直处在热低压或热倒槽的控制之下。
- 3、强风雹前一天之内,高空冷涡的建立与加强,地面锋面气旋的产生与完善,是强风雹得以出现的直接原因。强风雹出现在高空冷涡外的东南侧,距冷涡中心七个纬距处,且在南支西风急流的“左出口区”。
- 4、强风雹出现前二十四小时左右,曾出现过一次西来槽配合地面东移冷锋过境的对流性降水过程,这次过程是这次强风雹得以出现的“先兆过程”。
- 5、强风雹出现前低空为暖湿平流,高空为强冷干平流,低层有强偏东风输送水汽,使风雹出现前大气层结极不稳定,870mb—220mb层均为正面积,—20℃高度处状态曲线与层结曲线温差达8℃,强风雹处于一触即发的趋势。
- 6、强风雹的触发机制为锋面抬升及地形抬升相结合,雹暴在奶奶顶过山爬坡得到加强,翻山后开始降雹,一路下坡使下而的冰雹灾情更为严重。
- 7、“云回头,情不留”渡口公社严重雹情与雹云回头、后面山坡阻挡有关。

参 考 文 献

- 1、雷雨顺、吴宝俊、吴亚华 《冰雹概论》,100—102页,92—93页,97—99页。108—110页。57—59页。
- 2、游景炎《急流包线的个例分析》冰雹予报文集(1979.2.)
- 3、雷雨顺、吴宝俊、吴亚华《冰雹概论》95页。游景炎《华北暖性切变线结构的一些特征》气象学报35卷第1期(1965)
- 4、刘佐治、刘盅然《一次强对流天气过程分析》冰雹予报文集(1979.2.)
- 5、苏拉克维里泽·萨夫钦柯《予报冰雹的简化方法》国外人工影响天气第2集117页。

注:这次强风雹,永年县开展了人工防雹,这次强风雹的云物理分析及防雹效果,后面专门进行讨论。本文在资料收集过程中,得到邯郸地区气象局赵连仲同志、永年县气象局、沙河县气象站及一些有关台站、有关部门大力协作,本文写成后,承蒙游景炎同志进行了审阅并提出了修改意见,特此表示感谢。

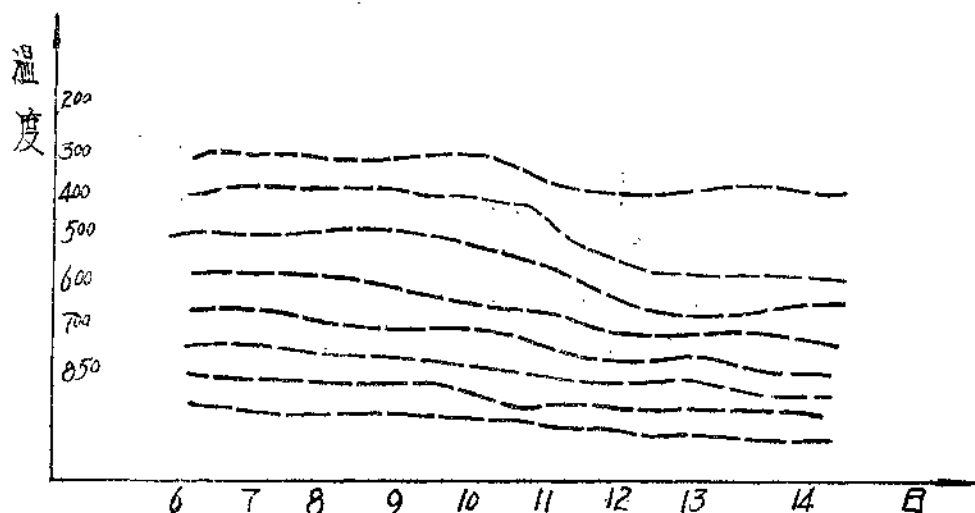
对77、8、14强单体雹云作业的初步分析

——邯郸行署气象局 赵连仲

一九七七年八月十四日，遇到的是一个聚合成“V”字型的强大雹云单体，它和王昂生、黄美元同志研究的“超级单体”及阿伯特雹暴一九六八年七月二十五日十九时〇五分的雹云相似，经过作业不仅在控制区内免遭雹灾（个别地方偶见残雹核无灾），而且风灾也减轻了。现将情况作简单介绍。

一、天气形势

这次冰雹天气是一次高空强降温过程见图一八月上旬500毫巴环流图上，太平洋付热带高压轴线已经撤到北纬20度。588线处在黄河一带，蒙古以北，乌拉尔山以东地区为一横槽，低压底部西风直流平直，我区处于太平洋付热带高压的西北边缘，受西南气流控制，与东亚大槽南部的偏西气流形成一条切边线。500和700毫巴图上都很明显。由于受西南气流控制，大量的水汽源源不断的输送来，在切变线影响下，邯郸地区连续几天阴天降小雨，有时夜间出现轻雾。九日贝加尔湖一带，形成一个高压脊。十日把东亚大槽断开，东部南下，



邢台各层温度变化曲线图

图1

呈现东蒙低涡降雪天气型〔1〕（见图二）由于它的影响，不断有强的西北冷空气侵入，造成十一日下午昔阳和邯郸部分地区降了核桃大的冰雹，强烈的风暴，使农业生产遭受了严重损失〔2〕。十二日下午出现雷阵雨天气，十三日好天，十四日又有一般强冷空气向我区袭来，地面出现一条冷锋，冷锋向东南移动，中间偏左一段，移动最快以每小时53公里速度前进，在冷锋前的暖区里生成一条200多公里长的飚线（见图5），其形势比一九七一年六月一日河北遵化地区的一次飚线势力强，和一九七四年七月十三日呼和浩特到北京以西的三条飚线相似〔3〕与一九七六年七月十三日承德——北京以西产生的飚线形势一样〔4〕。以上飚线系统中的雹云，在路径的不少地方降了核桃大小的冰雹，造成了严重灾害。这次飚线系统中的雹云路径的地方，同样造成了严重危害〔2〕。

12

根据大气静力学和热力学的基本观点，利用襟褡台探空资料，做温度对数压力图（见图三），从图中可以看出以下几点：