

甘肃岷县地区 1964 年 6—7 月两次冰雹 電譜、電切片的分析*

徐家驪 黃孟容 劉鍾靈 段兆吉

(中国科学院兰州地球物理研究所) (中国科学院新疆分院)

提 要

利用簡便仪器进行了電譜和電切片的观测。两次观测指出電譜粗略地按指数分布,根据云雾微结构的统计理论讨论了这一特点。分析了電胚大小分布、電胚类型和冰雹层数分布,这些特点和電譜之間相互对应,共同说明了两天降雹强度的特点。

一、前 言

冰雹的譜分布和雨滴譜、雪花融化譜一样可以綜合反映降水云和降水过程的特点。由于冰雹是固态,其内部所包含的冰晶、层次、气泡等特殊结构可以保存下来作精细的观测,在尚未解决電云云内观测之前,利用電切片技术是研究冰雹生长条件的一个很好的方法。

1964年6月中旬—7月中旬,我們在甘肃省岷县地区的不同地点,利用汽車和步行相结合的流动观测方法,共取得6月21日、6月22日和7月1日計三次電譜和電切片的資料,其中以后两次的資料比較好,得到67个雹的切片的照片,13张電譜的照片。此外,在这期間还結合观测資料,通过每次降雹过程中雹害的調查,間接了解到雹的強度分布,这个材料对于資料的分析有一定的参考价值。

二、觀 測 方 法

为了适合于野外流动观测的需要,電譜和電切片的观测測量仪器都作得比較簡便,電譜測量装置由三部分組成:即取样盘、支架和照相机。取样盘是底为黑絨布的方形盘;照相机經過簡單改装后,可以在30厘米的近距离內拍摄;支架可以折迭,以便携带。電切片装置也由三部分組成:鋸電弓、冷却箱和显微照相。鋸電弓和显微照相所需电源共同借助于1—2个汽車蓄电瓶供应。冷却箱借助于干冰的直接冷却,用来作固定被切的冰雹之用。这一套装置比国外所用鋸電車床的方法^[1]要簡便得多。此外,我們对切片进行照相时,主要用自然光和电筒光(側射光),这不仅方法上簡單,而且在分析层次时要比一般用显微灯泡的透射光照下来的更清楚一些^[1]。

電样品装在盛有部分干冰的寬口保温瓶里,可以保存2—3天以上而不改变其内部结构。

* 本文1964年10月15日收到。

三、资料分析

1. 雹谱 由于我们的两次资料都在下雹以后(半天左右)赶到当地补测的,无法估计雹的绝对浓度。虽然相隔时间长些,但这两次取雹时的积雹厚度约有半市尺,雹样是在雹堆的中层任机取得的,这里考虑融化影响

不大。分析时采用了相对浓度(这样可以不考虑取样的体积)。由于小雹尺寸的代表性不大,分析中只用到直径3毫米以上的冰雹资料。点图时以2毫米为间隔。图1是这两次的平均雹谱分布图,横坐标是冰雹直径(线性尺度),纵坐标是换算成百分比的相对浓度(对数尺度)。可以看出,它们的相对浓度的对数值基本上都是随直径之增加而线性地递减,且都有一个折点,6月22日在 $d = 5$ 毫米处有一向下的折点,7月1日在 $d = 7$ 毫米处有一向上的折点。因此,分别可用以下两组经验公式

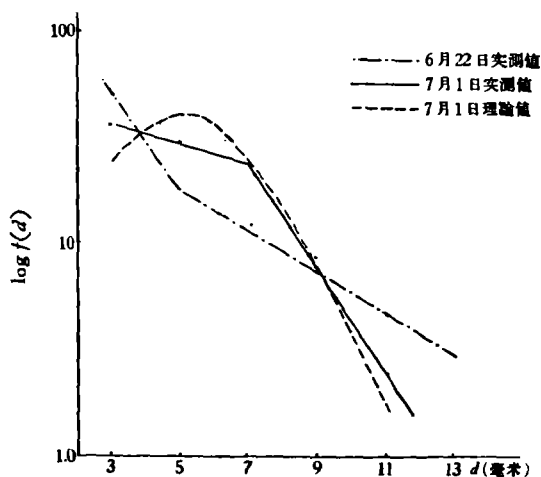


图1 冰雹的平均谱分布

表示:

6月22日

$$\left. \begin{aligned} n &= 280 e^{-0.55d}, & 3 \text{ 毫米} \leq d \leq 5 \text{ 毫米} \\ n &= 60 e^{-0.25d}, & 5 \text{ 毫米} \leq d \leq 13 \text{ 毫米} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

7月1日

$$\left. \begin{aligned} n &= 54 e^{-0.11d}, & 3 \text{ 毫米} \leq d \leq 7 \text{ 毫米} \\ n &= 1200 e^{-0.59d}, & 7 \text{ 毫米} \leq d \leq 11 \text{ 毫米} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

经验公式(1),(2)中的 n 是相对浓度(百分比); d 代表冰雹直径,单位毫米,指数上的系数为1/毫米。

除了折点的不同之外,6月22日的谱分布稍宽些,而7月1日的谱分布集中一些。

值得指出,冰雹在形式上虽然和雨雪很不相同,其具体形成条件也很不一样,但是它们的谱分布都是指数形式^[2-4]。这一点决不会是偶然的巧合,而可能是反映了降水物理过程共同规律^[5]。

取初始半径 500μ 均匀雹胚,令云滴浓度为正态分布,而取雹下落速度 $V = 65 \sqrt{R \frac{\rho_{cp}}{\rho_a}}$ ^[6]之关系,其中 ρ_{cp} 是冰雹密度, ρ_a 是空气密度。取 $\sigma_n = \frac{2}{3} \bar{n}$, $t - t_0 = 400$ 秒, $\bar{n} = 358$ 个/厘米³, $g = 980$ 厘米/秒², $v = 4.2 \times 10^{-9}$ 厘米³, $E = 0.85$, $\delta = 0.7$ 克/厘米³, $c_d = 0.50$ 。根据起伏理论^[7],可算得图中虚线的理论分布,和实测的还比较接近。

2. 雹切片 一共分析了 6 月 22 日的 48 个和 7 月 1 日的 19 个雹的切片, 主要分析了雹胚大小分布、雹胚类型和冰雹的层数分布。

雹胚的大小分布总的看来比较集中(图 2)根据冻滴体积和冻结温度有着对应的关系, 说明雹胚起源于云内较窄的一层里, 但 6 月 22 日稍散一些, 就这一点来说和这两天雹谱特点有些相似。

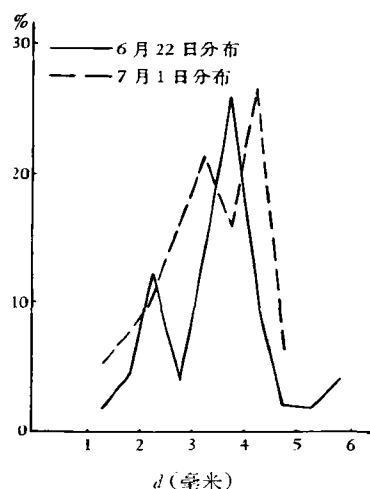


图 2 雹胚大小分布

我们的雹胚资料可分为六大类型(图 3): A 类主要是透明的圆球(图 5), 个别为椭圆形, 这一类的来源可能是特大水滴缓慢冻结而成。B 类和 C 类分别代表含大气泡和含小气泡的不透明的圆球(图 6), 个别也有椭圆形; 它们虽然都属于“干”增长类型, 但是 C 类所处的环境温度可能更低些, 冻结速度更快, 因而有更多空气来不及释放出来, 而形成比较多的小气泡。6 月 22 日资料中以这两类的雹胚占得最多。D 类和 E 类分别代表锥状部分透明型和锥状不透明型(图 7), 它们和前两类形成条件的主要区别可能是在云中翻滚的机会少些, 即主要是定向地下落^[8]; 而 B 类和 C 类则在云中翻滚比较厉害, 因而各方面受气流冲击和云滴碰并的机会比较均匀。7 月 1 日的资料中以 D 类和 E 类占多, 由上面的解释, 多少可以说明 6 月 22 日雹云中的翻动强度可能比 7 月 1 日的要强一些。最后, 关于苹果状的 F 型(图 8), 在国外观测中还没有这样一类雹胚的记载或照片, 而是观

图 例							
类型编号	A	B	C	D	E	F	不明
数 6 月 22 日	7	10	18	12	0	1	0
目 7 月 1 日	1	2	3	5	5	0	3
最大尺度(毫米)	4.5—5.0	3.0—4.5	4.5—5.0	4.0—4.5	4.5—5.0		

图 3 雹胚类型

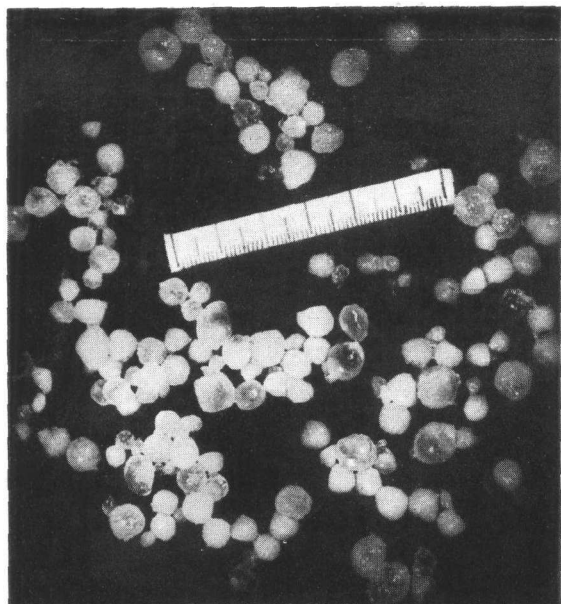


图4 雹谱照片一例

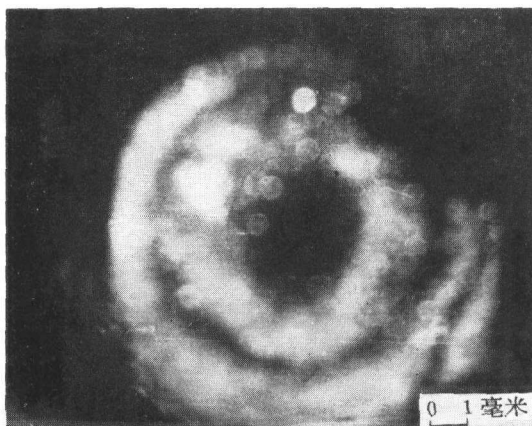


图5 A类雹切片

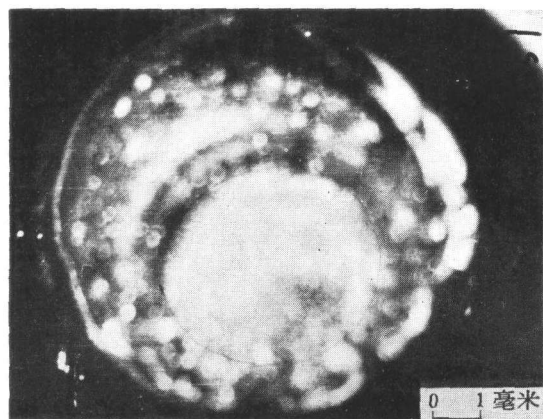


图6 C类雹切片

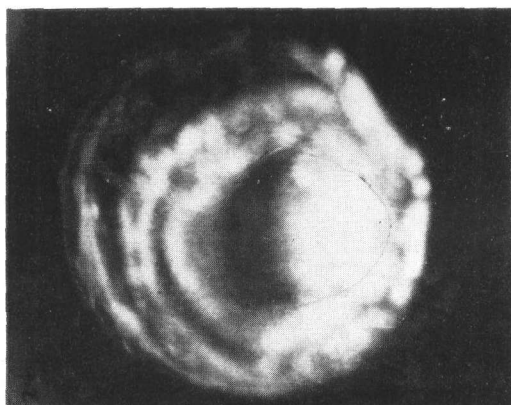


图7 D类雹切片

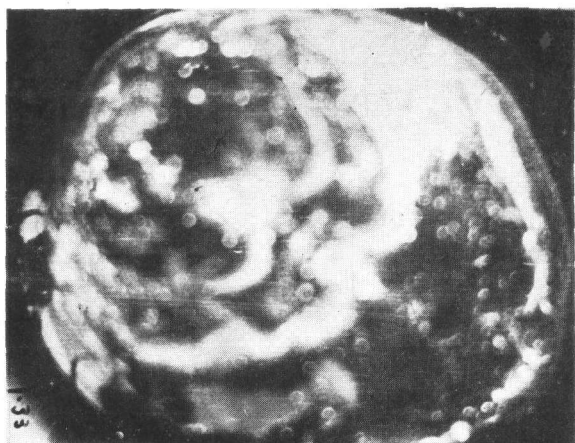


图8 F类雹切片

照片说明：冰雹薄片在自然光下显微照相，白色部分为不透明的“干”增长层，黑色部分为透明的“湿”增长层，小白点为气泡。

测过两面缺口象苹果状的冰雹, 他们的解释是气流的冲击和局部缺口的融化所致^[8], 但是从(图 8)看来, 不仅两面有缺口, 而且两个缺口之间有一条可以看得出来的界线, 因此很有可能是两个雹胚的结合。

最后, 关于冰雹的“干”、“湿”层。从照片看来都是很清楚的, 它们的层数分布列在下表:

表 1* 冰雹的层数分布

层 数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	总 数
日 期	数 目											
6 月 22 日	个 数	0	1	12	12	13	5	2	1	1	1	48
	百分比	0	2.1	25	25	27	10.4	4.2	2.1	2.1	2.1	100
7 月 1 日	个 数	1	10	1	2	2	2					18
	百分比	5.5	56	5.5	11	11	11					100

* 切片雹样品亦是随机取得的。

由于最外层破坏较大, 表 1 的统计中没有把这一层计入。6 月 22 日的层次最多可达 10 层, 以 3—5 层为数最多; 7 月 1 日的层次最多可达 6 层, 主要集中于 2 层。

3. 从以上两点的分析可以看出, 6 月 22 日无论是雹谱、雹胚谱和层数的分布都比 7 月 1 日的为宽。从雹胚类型的特点来看, 7 月 1 日主要是定向下落的 D 类和 E 类; 6 月 22 日则以随机翻滚的 B 类和 C 类占多数, 且存在两面都带缺口的 F 类。这些都一致地说明 6 月 22 日取得的冰雹是从强度较大的雹云或雹云中较强的部位落下的。这个推断从这两天取得资料地点所处“雹街”的部位、地形条件以及当天的天气条件也可以定性地给予解释。

从这两天降雹强度的分布来看, 6 月 22 日取雹地点是处在这天一个降雹系统的强范围内, 而 7 月 1 日取雹地点则处在中等强度的范围内。从这两地的地形结合当天的天气条件来看, 都有利于对流云的发展或加强。

从天气形势来看, 这两天虽然在 500 毫巴高空图上都是西高东低型, 兰州—岷县上空处在冷涡的西侧, 均有利于冷空气的南下, 但是在冷涡的后方(北纬 40° 以南), 7 月 1 日(08 点)只是一个浅槽, 青藏高原为高压所控制; 而 6 月 22 日(12 点)有一较深的槽, 青藏高原的南部有一低压, 有利于西南暖湿气流的北上。此外, 6 月 22 日高空风的风向切变也比较明显。因此, 6 月 22 日的天气应当是更有利于对流云的发展; 当然, 仅仅用天气条件而不结合当地的具体条件还是无法解释分布极不均匀的降雹特点的。

四、结 语

初步看来, 雹谱可以反映降雹的一些特点, 若能进行多点观测和连续观测, 可以间接反映降雹结构和降雹过程的某些特点, 并用来验证消雹的效果。至于冰雹的切片除了具备和雹谱基本上相同的用处之外, 主要还可以配合室内实验进行冰雹和雹胚生长条件的研究, 这一工作对于开展人工消雹是有参考价值的。

致谢: 在仪器的设计和制作过程中, 承蒙袁乃虎、葛正谟、程筱平同志的协助; 在观测上承蒙董义武同志的协助; 在整个工作过程中, 甘肃省气象局朱孔长等同志给予很大的帮助, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] List, R., Physical Method and Instrument for Characterizing Hailstones, *Bull. Amer. Met. Soc.*, July, 1961.
- [2] Marshall, I. S. and Palmer, W. M., The Distribution of Raindrops, *J. of Met.*, No. 5, 1948.
- [3] Gunn, K. L. S. and Marshall, I. S., The Distribution with Size of Aggregation Snowflakes, *J. of Met.*, No. 5, 1958.
- [4] Spatola, A. and Gunningham, R. M., Measurement in Hail at 26500 feet, *Nubila*, No. 2, 1961.
- [5] 顾震潮、周秀骥, 关于云雾微结构和降水过程若干理论, 科学通报, 1963年6月号。
- [6] Бартишвили, Г. С., Бибилашвили, Н. Ш., Сулавелидзе Г. К. и др., Рост капель и градин в мощнокучевом облаке с учетом изменения скорости вертикальных потоков по высоте и физические основы воздействия на градовые процессы. Физика облаков и осадков, труды Эльбрусской высокогорной экспедиции Том 2, 1961, Москва.
- [7] 顾震潮、詹丽珊, 起伏条件下云雾的重力碰撞生长, 气象学报, 32 (1962), 第4期。
- [8] Mossop, S. C. and Kidder, R. E., Structure of Hailstones, *Nubila*, No. 1, 1961.

АНАЛИЗ СПЕКТРА ГРАДА И РАЗРЕЗА ЕГО СТРУКТУРЫ ПО ДАННЫМ ДВУХ НАБЛЮДЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ В РАЙОНЕ МИНСЯНЬ В ИЮНЬ—ИЮЛЬ 1964 ГОДА

Сюй Цзя-лю, Хуан Мэн-жун, Лю Чжун-лин,

(Ланьчжоуский институт геофизики АН Китая)

Дуань Чжао-цзи

(Синьцзянский филиал АН Китая)

Резюме

С помощью простых, но удобных приборов приводятся наблюдения над спектром града и разрезом его структуры. Спектр града распределяется по экспоненциальной формуле. Обсуждается распределение спектра града по статической теории микроструктуры облаков и туманов. Сделан анализ спектра зародыша града, типа его зародыша и распределения числа слоя града из 67 разрезов структуры градов. Их характеристики показывают особенности образования града в облаках.