



识别冰雹云的 简易方法

徐乃璋 王昂生

众经验客观化、定量化，更好地为防雹工作服务。本文仅对此作一些简单的介绍。

一、闪电频数

根据群众经验：冰雹云的雷声象拉磨一样，比较沉闷而延续不断。人们通过对声谱和闪电特征的研究，发现雷声是由闪电发生时闪电通道迅速膨胀造成的冲击波在云和大气里衰减形成的。雷声现象源于闪电活动，而且闪电源发射的电磁波频带较宽，传播距离较远，易于探测。近年来人们研制了一种闪电计数器，通过闪电频数来识别冰雹云。

首先让我们看看闪电计数器记录的雷雨云和冰雹云电活动全过程的一些个例特征。

图1 A是山西昔阳1972年8月7日一次雷雨过程，图1 B是1972年6月23日一次弱冰雹云个例，图1 C是1972年7月25日一次强冰雹云个例。图中N是闪电频数，系指

每5分钟内记载的闪电次数。从几个典型个例可以看出：冰雹云的闪电频数比雷雨云为高，尤以强冰雹

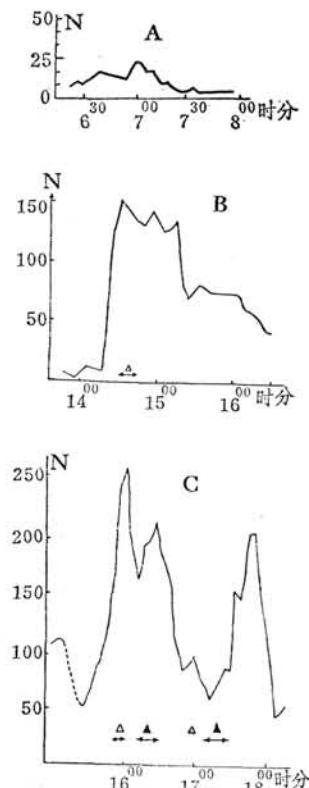


图1 闪电频数随时间变化的个例
A图为雷雨云，B图为弱冰雹云，
C图为强冰雹云

云最高，三者的5分钟频数峰值分别为22、152和260次，而雹云中较高频数的闪电活动延续时间也较长。

其次，再以每类云体全过程的统计分析来看看各类云体的共性。图2是统计结果，这是根据1972—1973年昔阳地区19次雷雨云（简记为F，下同），8次弱冰雹云（△）和2次强冰雹云（▲）闪电资料分析得出的。图中横轴是闪电频数N，纵轴是N的累计百分比K。K表示超过某一Ni值的闪电频数出现率占所有不同频数闪电出现率的百分比。由图可见，三类云体出现K的情况区分明显，在统计上差别显著。

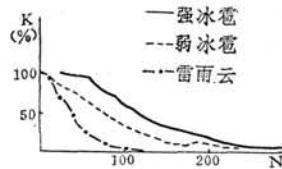


图2 闪电频数累计百分比曲线

例如，以 $N > 100$ 次/5分为例，各次雷雨云中出现机会很少，仅2%；但强冰雹云中可以有59%，即一半以上超过100次/5分；弱冰雹云中也有36%，居于其间。

其它统计资料也表明三类云体有统计差别。总的来说：强冰雹云闪电活动频数最高，延续时间最长；雷雨云的闪电频数低，延续时间短；弱冰雹云居于其间。

虽然上述结果表明雷雨云与冰雹云在个例和统计上有明显差别，但它们却是在整个电活动过程之后才可以识别，这在人工防雹工作中起不到预先识别的作用，所以必须考虑别的先兆指标。

通过进一步分析发现，降雹往往与闪电活动峰区相关，峰区的峰值(N峰)、峰区前沿陡度(η)以及超过一定频数的闪电延续时间(ΔT)有一定的先兆性，有助于识别。

1972—1973年，我们在昔阳地区用灵敏度为35毫伏/米的晶体管闪电计数器进行的27次观测表明，

当闪电延续时间 $\Delta T > 5$ 分钟， $\eta \geq 2.7$ 次/5分·分、 $N > 50$ 次/5分时，80—90%为雹云，一般有十多分钟的先兆时间。1974—1975年资料也证实了这点。

闪电计数器的结构比较简单，便于在防雹中使用。但由于这项工作开展时间较短，观测资料也不多，所以不论是仪器的性能还是识别冰雹云的指标和方法，都有待进一步改进和提高。

二、雷声频谱

近年来，中国科学院地理研究所采用晶体录音话筒或电容话筒作为感应头，用磁带录音机对北京地区的雷雨云雷电过程进行声频录音观测，发现降雹云和非降雹云在频谱特征上有以下一些差异：

(1) 雷声峰值频率不同

雷声的能量绝大部分是分布在40—1000赫之间，其中70%以上是集中分布在63—315赫之间。根据观测，降雹云的峰值频率（指能量峰值所对应的频率，能量的大小用声强级表示，单位为分贝）在100赫左右（见图3实曲线），非降雹云的峰值频率平均在160赫以上（见图3虚曲线）。由此可见，降雹云的峰值频率明显地低于非降雹云。

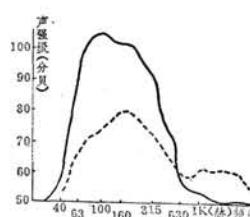


图3 雷声频谱

(2) 雷声频谱随时间演变

非降雹云在雷暴过程中，前期和后期峰值频率比较稳定，而且整个频谱分布随时间变化很小（见图4 A）。降雹云则在降雹前、降雹中、降雹后不但峰值频率逐渐向相对较高频率偏移，而且整个雷声频谱高频率部分所对应的能量逐渐增高（见

图4 B）。当地面降雹终止后，雷声的频谱特征与非降雹云比较相近。

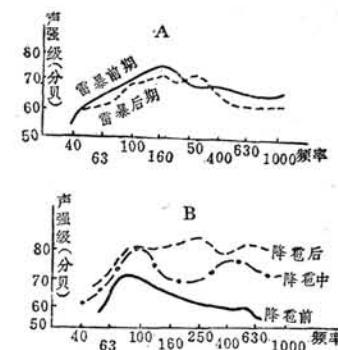


图4 雷声频谱的演变

A图为非降雹云(1973.8.13)
B图为降雹云(1974.8.26)

(3) 雷声能量与频率的关系

前面已经指出，雷声能量主要部分是集中在63—315赫，统计表明：125赫以下降雹雷声频谱的能量高于非降雹雷声，125赫以上降雹雷声频谱的能量则低于非降雹雷声。

雷声频谱特征所反映的上述差异，虽然可以用来区别降雹云和非降雹云，但要做到预先识别，还需要深入研究。

三、地面降温

大风、雷电、阵雨、降温、降雹，这是冰雹云来临时常见的天气现象，尤其在临降雹前，往往会有降落又凉又大的雨滴，随之气温明显下降，有时甚至寒气逼人，这些都表明气温的下降与降雹有一定的关系。当然，多数雷雨云也会有类似的现象，但分析表明，两者降温特征是有区别的。这样，就有可能利用设备较简单的温度观测来帮助我们识别冰雹云。

1. 冰雹云和雷雨云的典型温度特征

图5 A是我们在昔阳县用热敏电阻测温仪测得的一次冰雹云过境时温度变化曲线，感应头离地高度为0.5米，曲线可分成4部分：16

时23分—16时26分为平直区；16时26分—16时41分为缓降区；16时41分—16时52分为急降区；16时52分以后为回升区。

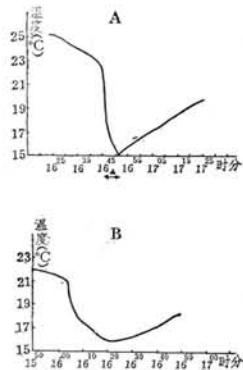


图5 温度特征

A图为冰雹云(1975.6.28),
B图为雷雨云(1975.7.5)

未受雹云影响时环境温度为25°C，雹云过境时最低温度为15°C，29分钟内共降温10°C。在温度急降区内选取10分钟最大降温率为8°C。可见，冰雹云所造成的局地降温是很强的。

图5 B是一次雷雨云过境时地面气温变化曲线，它的基本特征类似于冰雹云，但过程总的降温值只有5.5°C，10分钟最大降温率4.0°C，其强度只有冰雹云的一半。这是因为局地降温是与云中强烈的下沉气流有密切的联系，冰雹云的下沉空气回柱里除了有雷雨云中所包含的雨滴外，还有一部分小冰粒，冰水共存的气柱下沉造成的局地降温要比雷雨云强烈，这一点在实际观测中得到了证实。

2. 霍云与非霍云的统计差异

我们选用普阳县气象站1973—1975年6—8月份单站霍日和雷暴日的百叶箱温度自记资料，分成三类统计，第一类是本站降霍日；第二类是本站雷暴日，但附近有降霍；第三类是本站雷暴日，附近无降霍。

	过程总 降温	10分钟最 大降温	注
--	-----------	--------------	---

I 霍 日 (7次)	10.6°C	5.8°C	
II 非霍日 (10次)	6.7°C	3.0°C	附近有 降霍
III 非霍日 (11次)	6.6°C	2.8°C	附近无 降霍

从单站7次霍日和21次雷暴日的平均结果中仍然可以反映出霍日与非霍日有明显的差异，其强度大体上差一倍，但也存在个别弱冰雹日与强雷暴日之间降温参量无法区分的情况。尽管识别弱冰雹云在实际防雹作业中不是最重要的，但仍应作进一步的研究。

3. 先兆性

一般识别霍云的先兆时间是选取10分钟最大降温的末端时间与实际地面降霍开始时间之差，它表明了能提前多少时间报出本站要降霍。其中5次的先兆时间为10、25、15、33、5分，另外两次根据指标报冰雹比实际降霍晚9—10分钟，失去了先兆性。由此说明，还不能简单地使用一个指标，同时还应考虑冰雹云的范围和移动情况。在有条件的地方，可以结合雷达回波、闪电计数器和雷声观测进行综合分析，这样才会取得较好的效果。

综上所述，丰富的群众防雹经验是科学的研究的源泉，广大科技人员只有走与工农兵相结合的道路，才能在防雹科研工作中不断取得新的成果。