

# 闽北地区雹云回波特征

福建建阳雷达站 杨贤茂

我们根据设置在建阳的3cm雷达近几年来所观测到的雹云回波，对照地面降雹实况，就闽北地区雹云回波的特征做了初步的归纳分析，其目的在于通过分析，达到进一步提高识别冰雹云回波的能力。

## 一、雹云回波的水平剖面特征

分析雹云回波的水平剖面图象，发现降雹部位对应的回波均具有一定的形态及结构特征，其中常观测到的有下列几种：

### 1. 尖角状回波

尖角状回波位于主回波的后部，它可较后部回波边界突出约4—5km。若适当抬高天线仰角时，还会看到与尖角状回波相联系的而被高空风吹向下风方的羽毛状回波。尖角之内的部位上有一强回波中心，相应的地面降雹点也在此附近。图1是1975年2月3日观测到的一次尖角状雹云回波，对应的崇安县城关降小雹。

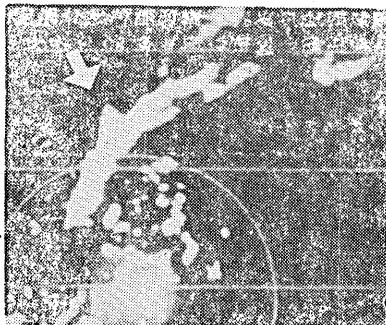


图1 1975年2月3日20时35分 距离每圈50km  
仰角0° 衰减0db 箭头指处为尖角状回波

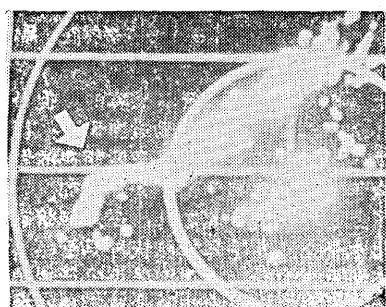


图2 1976年4月17日12时02分 距离每圈50km  
仰角1° 衰减15db 箭头指处为带状扰动

### 2. 带状扰动回波

带状回波中的某一部位出现无规则的扰动现象，在扰动的波峰上有一强中心伴随，它在近地层表现较为明显，适当进行中频衰减时就更清楚了。图2是1976年4月17日观测到的一次带状扰动回波，当它于12时14分移到邵武时，邵武城关降小雹。

### 3. 缺口状回波

缺口状回波的缺口常出现在相对雷达位置的背侧，它是由于雹云内部强核对电磁波的衰减而造成的。缺口深度可达5—8km不等。通过中频衰减可见强核中心与缺口、测站成一直线，地面降雹点出现在缺口的深入部位强核附近。图3是1977年4月25日观测到的缺口状回波，相对应的建阳县水吉等公社降大雹，最大雹径达100mm。

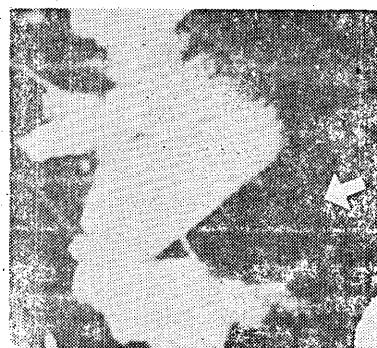


图3 1977年4月25日14时06分 距离每圈10km  
仰角5° 衰减0db 箭头指处为缺口状回波

### 4. 钩状回波

钩状回波出现在主回波的尾半部或后部边界，钩状突出部分有时可达7—8km，常呈气旋式弯曲，这种钩状可在很短的时间内形成，一般可维持10分钟或更长的时间，在钩的深入部位有强回波核伴随。降雹点出现在钩状与主回波的相连处或其附近。图4、5分别是1976年3月18日和4月17日观测到的两次钩状回波，相对应的建阳县水吉公社和南平市塔前公社降冰雹。

### 5. 指状回波

指状回波在主回波的后部边界或前部边界伸出，它可突出回波边界约5—6km，有时在全增益的情况下会被大片回波所淹没。相应的降雹点出现在指状回波深入部位或其附近。图6是1977年4月25日观测

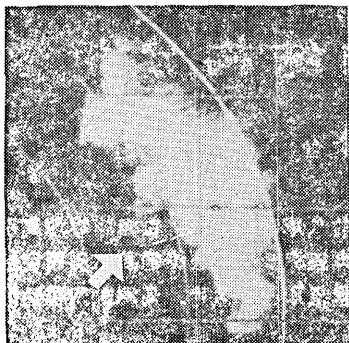


图4 1976年3月18日1时51分 距离每圈10km  
仰角5° 衰减15db 箭头指处为钩状回波



图5 1976年4月17日17时44分 距离每圈50km  
仰角3° 衰减0db 箭头指处为钩状回波

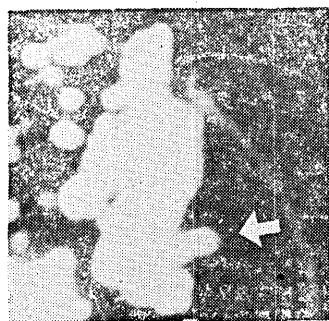


图6 1977年4月25日13时53分 距离每圈50km  
仰角1° 衰减0db 箭头指处为指状回波

到的一次指状回波，相应的建阳县水吉公社降雹。

## 二、雹云回波的垂直剖面特征

在垂直剖面上，雹云回波的垂直发展非常旺盛，云体高耸。云顶高度在9km以上，最高可达18km。就是在早春季节的2月份云顶亦可达9.5km。

这里雹云回波的垂直剖面外廓呈柱状或砧状，有时顶部还会出现几个尖（见图7）。在适宜的条件下还会观测到两头尖中间粗的纺锤状回波，回波中的最庞

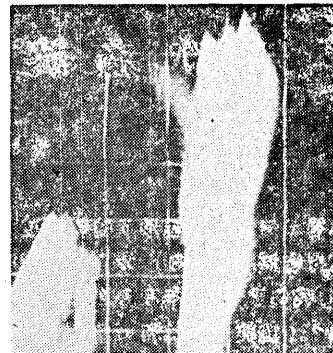


图7 1977年4月25日13时58分 距离每格10km  
方位63° 衰减0db 高度14km

大部分出现在5km的高度上（在零度层以上），它表征了云中最强散射核心的位置所在。

## 三、雹云回波的反射率

雹云回波的反射率 $Ze$ 值总是很大的，而冰雹往往就和回波中最强的反射因子联系在一起。计算这里9次降雹目的11块降雹云回波的强中心回波的最大反射率 $Ze$ 值在 $1.0 \times 10^5 \text{ mm}^6/\text{m}^3$ — $5.0 \times 10^6 \text{ mm}^6/\text{m}^3$ 之间（见附表）。同时 $Ze$ 值随着高度增加而增加，一般到 $0^\circ\text{C}$ 层附近达到极大，再往上 $Ze$ 值又逐渐减小。

附表 冰雹云回波强度 $Ze$ 值表（单位 $\text{mm}^6/\text{m}^3$ ）

降雹日期	反射因子 $Ze$ 值	降雹日期	反射因子 $ze$ 值
1976.2.17	$1.5 \times 10^6$	1977.4.25	$4.7 \times 10^5$
1976.3.16	$1.0 \times 10^5$	1977.4.25	$6.6 \times 10^5$
1976.3.18	$3.9 \times 10^6$	1977.5.20	$3.6 \times 10^5$
1976.4.17	$2.3 \times 10^5$	1978.3.31	$3.6 \times 10^5$
1976.4.17	$5.0 \times 10^6$	1978.4.20	$3.6 \times 10^5$
1975.9.12	$1.3 \times 10^6$		

## 四、小结

1. 在闽北地区当PPI低高度的回波出现尖角状、钩状、带状扰动、指状、缺口状等任何一种外形特征时，相伴随的强回波中心最大反射因子 $Ze$ 值达 $10^5 \text{ mm}^6/\text{m}^3$ 以上，回波顶高度超过9km时，则可能有冰雹下降。

2. 在同一地点的不同时间和不同观测条件下，回波的外形特征及结构也有所不同，因此做为识别冰雹云回波的雷达指标应把外形特征和最大反射因子 $Ze$ 值及云顶高度等综合起来考虑，并应着重考虑回波的反射因子 $Ze$ 值与云顶高度这两个更能反映雹云本质的参数，而把回波的外形特征做为追踪的线索，只有这样才能有更好的效果。