

# 雷雨与阵雨雷达回波特征的区分

湖南省气象局观象台

在测雨雷达观测中对雷雨和阵雨往往难以区分。本文仅对距离测站 200 公里范围内出现的部分雷雨与阵雨回波特征作一些初步分析。

## 一、用雷达回波顶高区分雷雨与阵雨

雷达回波顶高是雷雨与阵雨结构特征在雷达上的重要标志之一。我们对照地面观测实况核整了各月雷雨与阵雨回波顶高(表 1)。由表可见，(1)各月中，雷雨回波顶高比阵雨回波顶高要高；(2)雷雨与阵雨回波顶高度随季节变化明显，即春秋季较低，夏季较高；(3)在同一月份中，雷雨与阵雨回波顶高

表 1 各月雷雨与阵雨回波顶高

项目 月份	雷雨回波顶高			阵雨回波顶高		
	平均	极大	极小	平均	极大	极小
3	8.1	10.4	4.5	6.1	9.8	3.8
4	9.4	17.5	4.6	6.8	10.9	3.4
5	9.7	18.1	4.9	6.9	10.7	4.3
6	11.9	18.9	5.5	7.8	13.2	4.0
7	12.4	18.9	5.7	7.8	15.6	3.6
8	11.9	19.0	5.6	7.4	15.1	3.2
9	9.9	16.7	5.3	6.2	11.5	3.6

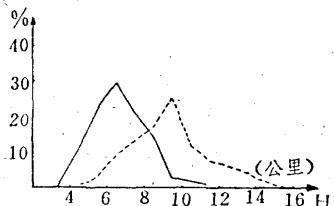


图 1 4 月份雷雨与阵雨回波顶高机率曲线图  
实线为阵雨 虚线为雷雨

表 2 各月雷雨与阵雨回波顶高最常出现的范围区域(公里)

月份	雷雨	阵雨
3	5.6—10.5	4.0—8.1
4	7.0—11.0	4.8—9.0
5	6.6—11.2	5.6—9.0
6	9.0—13.0	5.7—10.0
7	8.2—14.0	5.2—9.5
8	9.0—14.2	4.8—9.4
9	7.0—12.0	3.8—8.4

没有一个截然的区分值，也就是说，雷雨回波顶高可以是相当低，而阵雨回波顶高也可以相当高，但这只是极个别的情况，其出现机率只有 0.4—3.4%。

将 1972—1974 年 3—9 月 1312 次雷雨和 1001 次阵雨雷达回波资料，按月(以 4 月为例)制作雷雨与阵雨回波顶高机率曲线图(图 1)。图中可见，雷雨回波顶高最常出现的范围区域(出现机率 >10% 的区域)是 6.9—11.0 公里，阵雨回波顶高最常出现的范围区域是 4.7—9.0 公里。从各月雷雨与阵雨回波顶高出现机率曲线图和各月雷雨与阵雨回波顶高最常出现的范围区域表(表 2)中可以

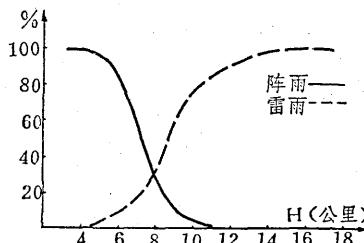


图 2 按回波顶高度区分 4 月份雷雨与阵雨图

雷雨与阵雨回波顶高的临界区域。各月中都有这样一个临界区域，这说明雷雨与阵雨回波在高度区分上并没有一个绝对的界限，因此机率曲线图只能给我们提示一个雷雨与阵雨回波顶高度的大概范围，但这些在实际观测过程中，并不能迅速可靠地区分它们的属性。为了实际应用的需要，我们试图找出一个相对的高度，作为区分雷雨与阵雨的判据值。

找判据值的具体步骤是：首先，分别将雷雨与阵雨回波顶高度出现机率百分数按其回波顶高度顺序(雷雨回波由低到高，阵雨回波由高到低)累加起来，再按累积出现机率百分数与回波顶高度绘制成按高度区分雷雨与阵雨图(如图 2)。图中，横坐标是回波顶高度，纵坐标是累积出现机率的百分数，两曲线之交点的横坐标可视为雷雨与阵雨回波顶高度的相对判据值，交点的纵坐标表明这个区分值的误差机率。例如，图 2 中 4 月份区分雷雨与阵雨的判据值是 7.8 公里，其误差机率是 30%。也就是按 7.8 公里的高度区分 4 月份雷雨与阵雨回波，其准确率为 70%。在一般情况下，4 月份回波顶高大于 7.8 公里可视为雷雨，小于 7.8 公里可视为阵雨。各月雷雨与阵雨回波顶高度的判据值及其准确率见表 3。

表 3 各月雷雨与阵雨回波顶高度判据值及准确率

月份	3	4	5	6	7	8	9
判据值(公里)	7.2	7.8	8.0	9.5	9.5	9.4	7.8
准确率(%)	64	70	64	75	73	78	72

由表 3 中可见，按各月的判据值区分雷雨与阵雨其准确率只有 64—78%，这说明仅按回波顶高度区分雷雨与阵雨还不十分理想，还必须全面考虑回波的其它特征。

## 二、以回波外形区分雷雨与阵雨

雷雨与阵雨都产生于对流云中，在结构特征上有其共同点。但由于雷雨云较阵雨云势力强大，在雷达

荧光屏上反映出来的回波实况，无论从回波的外形特征、回波的强度、回波顶高度等方面都有不同之处。为了说明问题，现将常见的几种雷雨与阵雨回波外形特征举例如下：

1. 零散孤立块状回波 此类回波通常是反映单一气团内的地方性热雷雨。图3是1972年8月5日12时40分观测的一次雷、阵雨混合存在的回波照片。对于此种回波，要确认它们的性质，首先要看块体的水平尺度及其结构，水平尺度大于或等于20公里，结构紧密的回波一般属于雷雨回波，而水平尺度不足10公里，其结构疏松、边缘发毛的回波，一般属于阵雨回波。其次要考虑回波的顶高和亮度，如果回波顶高高于临界值，亮度大，一般则属于雷雨回波；回波顶高度低于临界值，亮度小，则属于阵雨回波。

2. 块带状回波 此种回波通常是受某种天气系统（如冷锋、切变线、高空槽等）影响而出现的。图4是1973年4月10日19时30分观测的一次受冷锋影响的两条平行带状回波照片。当时地面观测实况证实：方位 $320^{\circ}$ 、距离100公里以东为阵雨，以西为雷雨。从回波结构特征看，雷雨的回波带排列整齐紧凑，各对流单体明显清晰，块体大小均匀，回波顶高均在10公里以上，强度强。阵雨的回波块小，有的甚至呈小点状，各单体之间排列稀疏，回波顶高度低，变化于6.0—7.0公里之间，回波强度弱。

3. 絮状回波 絮状回波是对流云降水和层状云降水混合存在的典型的回波特征。从回波本身的宏观微观结构、单体强度以及顶高等特征，可以在絮状回波区中区分雷雨与阵雨。一般地说，团粒结构十分明显，回波强度强，顶高高的块絮状回波是雷雨与稳定性降水混合型，块状单体明显的为雷雨回波。图5是1973年5月17日09时35分观测的一次雷雨与稳定性降水混合型回波照片。

当时地面观测实况证实，块状明显，顶高大于10公里的回波都是雷雨。回波呈片絮状，强度为中等或弱，顶高低的絮状回波是阵雨与稳定性降水混合型，此种回波区中的块状结构已不十分明显，但尚能

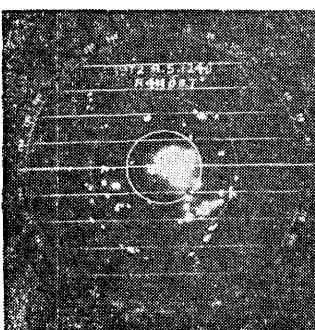


图3 1972年8月5日12时40分雷达回波, R400 80.7°

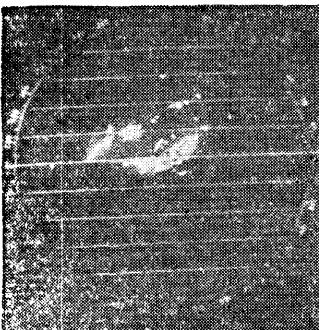


图4 1973年4月10日19时30分雷达回波, R300 81.7°

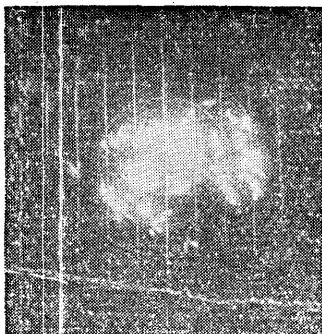


图5 1973年5月17日09时35分  
雷达回波, R100, 81.5°

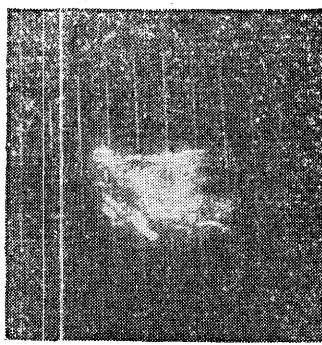


图6 1973年4月2日16时43分  
雷达回波, R100, 81.5°

异较大，为了减少误差，我们按季节统计了雷雨与阵雨回波顶峰温度出现机率百分数及其累积出现机率百分数，制作按温度区分雷雨与阵雨图。图7是夏季按回波顶峰温度区分雷雨与阵雨图，其中横坐标是回波顶峰温度，纵坐标是累积出现机率的百分数，两曲线交点是 $(-23.4^{\circ}\text{C}, 21.0\%)$ ，表明按 $-23.4^{\circ}\text{C}$ 区分夏季雷雨与阵雨，其准确率只有79%。

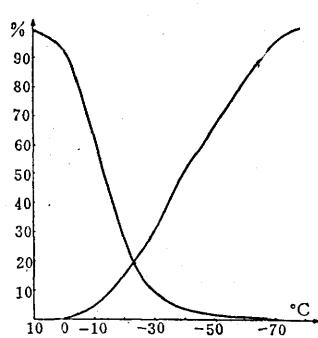


图7 按温度区分雷雨和阵雨

辨认出来。图6是1973年4月2日16时43分观测的一次阵雨与稳定性降水混合型回波照片。当时的地面观测实况证实：块体结构较明显，回波顶高较高的是阵雨。

### 三、以回波顶峰温度区分雷雨与阵雨

我们整理了1972—1974年3—9月的与雷达资料相对应的高空资料，统计了各月雷雨与阵雨回波顶峰温度平均值（表4）。由表可见，（1）雷雨与阵雨回波顶峰温度低，（2）回波顶峰温度随季节变化差异较大，即盛夏比春秋回波顶峰温度低。

由于回波顶峰温度随季节变化差

异较大，为了减少误差，我们按季节统计了雷雨与阵雨回波顶峰温度出现机率百分数及其累积出现机率百分数，制作按温度区分雷雨与阵雨图。图7是夏季按回波顶峰温度区分雷雨与阵雨图，其中横坐标是回波顶峰温度，纵坐标是累积出现机率的百分数，两曲线交点是 $(-23.4^{\circ}\text{C}, 21.0\%)$ ，表明按 $-23.4^{\circ}\text{C}$ 区分夏季雷雨与阵雨，其准确率只有79%。

### 四、临界区域中雷雨与阵雨回波的区分

在各月按高度区分雷雨与阵雨图中发现，在判据值附近，雷雨与阵雨出现机率百分数相等或相差不大，我们把这个区域称之为临界区。规定：判据值 $\pm 0.5$ 公里 = 临界区。

在临界区域内，雷雨与阵雨回波很难区分，查阅1972—1974年雷达资料，我们认为可以从以下两点来区分。

1. 看回波单体的水平尺度、亮度、及结构疏密。

表4 各月雷雨与阵雨顶峰温度平均值(°C)

月份	3	4	5	6	7	8	9
雷雨	-27.9	-31.6	-30.1	-41.2	-39.0	-43.8	-31.2
阵雨	-14.2	-15.4	-12.3	-15.8	-15.7	-13.1	-7.3

一般来说，在临界区域内，单体水平尺度大于15.0公里，亮度大，结构紧密的回波是雷雨；单体水平尺度不足10.0公里，亮度暗，结构疏松的回波为阵雨。

2. 看回波单体的演变趋势。在临界区域内，尤其要注意回波是否发展，例如1973年7月12日16时05分观测到祁东附近有一块回波，顶高为9.2公里，在临界区域，单体水平尺度属阵雨回波，有明显的发展趋势，考虑到夏季午后到傍晚有利于对流云系的发展，因此预测未来回波为雷雨回波。地面观测实况证实：16时05分祁东阵雨，到16时35分祁东东面已下雷雨。

## 五、几种特例

1. 回波顶高度不高的雷雨回波：影响回波高度的原因有多种，其中雨滴、距离对电磁波的衰减作用是影响回波高度的重要原因。如果回波经过强烈的雨滴衰减或距离衰减后，还可见明晰的对流单体的块状结构，一般可视为雷雨。影响回波高度的原因还有以下两种可能：（1）云体由水平尺度较大的单体或多块对流单体组成，天线垂直扫描时，雷达波束所切取的云顶位置不一定是这个方位上的最大高度。（2）云体发展迅速，生消过程快，观测过程中云体可能迅速减弱，云顶下降。

2. 回波顶高度较高的阵雨回波：有三种情况：（1）回波水平尺度很小，在平显上呈小点状，在高显上像细线条一样。（2）回波呈小块状，但结构疏松。（3）处于消散阶段的雷雨云。