

# 庐山暴雨雨滴谱分析

江祖凡\*

(气象科学研究院人工影响天气研究所庐山云雾试验站)

## 一、前言

分析我国雨滴谱观测资料可知, Marshall和Palmer分布(简称M-P分布)能较好地表示连续的气团性降雨或暖锋雨的平均谱,也能表示我国北方吉林和南方庐山的层状云降雨平均谱。庐山暴雨雨滴谱中多数也可用M-P分布表示,但有些宜用 $\Gamma$ 分布表示。

## 二、资料处理

### 1. 雨滴谱分布表达式

M-P分布表达式:

$$N_D = 0.08 \exp \lambda D$$

$$\lambda = 41 R^{-0.21}$$

$\Gamma$ 分布表达式:

$$N(D) = N_0 D^\mu \exp(-\lambda D)$$

$$0 \leq D \leq D_{max}$$

式中符号均为云物理学中常用符号。

$\Gamma$ 分布比M-P分布增加了一个参数 $\mu$ ,  $\mu$ 可以有任一正负值,实际上M-P分布是 $\Gamma$ 分布 $\mu=0$ 时的特例。 $\Gamma$ 分布当 $\mu < 0$ 时,给出的雨滴谱图形为弓形,开口向上; $\mu > 0$ 时图形开口向下。1983年Ulbrich<sup>[1]</sup>指出地形雨 $\mu < 0$ ,大范围层状云降雨, $\mu$ 值改变很大,但趋向于正,雷雨 $0 < \mu < 2$ 。

### 2. 资料处理

取样时间:1962—1984年

取样方法:1962年用油法,圆玻璃皿内倒入蓖麻油取样,其底部有透明方格纸,可以计算读数面积。其它年份用滤纸法,将定性滤纸涂上玫瑰精与滑石粉的混合物,取样后根据检定曲线订正到雨滴直径。为了统一起见,最小雨滴直径从400微米算起。南京气象学院曾经进行过这两种方法的对比,以油法为准,滤纸法取雨滴谱,当雨滴直径大于0.7

毫米时,误差为 6%。

我站的年平均气压约 880 百帕, B. J. Mason 给出了 1013 百帕气压下、20℃ 静止空气中的雨滴末速度 ( $V_0$ )<sup>[2]</sup>, 我们利用经验公式, 将它订正到 880 百帕、20℃ 的状态下:

$$V = 1.0615V_0.$$

### 三、庐山暴雨雨滴谱的特点

暴雨雨滴谱特征值:

空间浓度: 直径 400 微米以上的雨滴 700 个/米<sup>3</sup> 以上占 73%, 1000 个/米<sup>3</sup> 以上大于 50% 见表 1。

表 1 暴雨雨滴谱空间浓度分布 (个/米<sup>3</sup>)

次数 年、月、日	空间浓度				
	0-200	201-400	401-700	701-1200	>1200
1962.6.17		1	2	8	7
1964.5.17		5	6	17	49
1964.8.18	5	3	1	5	22
1981.6.10			3	17	7
1981.7.1	1	2	6	8	5
1984.6.14	1	10	6	2	
1984.8.8		1	1	1	
合 计	7	22	25	58	90

降雨强度: 20 到 60 毫米/小时的雨强几乎占一半。见表 2。

表 2 暴雨雨滴谱降雨强度分布 (毫米/小时)

次数 年、月、日	雨强				
	0.1-10	10.1-20	20.1-60	60.1-100	>100
1962.6.17	15	2	1		
1964.5.17	16	14	40	4	2
1964.8.18	6	2	11	7	10
1981.6.10		2	24	1	
1981.7.1	2	7	12	1	
1984.6.14	5	7	6	1	
1984.8.8		1		2	
合 计	44	35	94	16	12

最大直径: 小于等于 4 毫米的次数占 92.5%。

第一峰峰位: 59.2% 出现在最小雨滴 (0.4 毫米) 处。见表 3 与表 4。

表 3 暴雨滴谱最大直径分布(毫米)

次数 年、月、日	1.0—2.0	2.1—3.0	3.1—4.0	4.1—5.0	>5.0
1962.6.17	13	4	1		
1964.5.17	17	35	23	1	
1964.8.18	4	5	7	13	7
1981.6.10	1	12	14		
1981.7.1		6	16		
1964.6.14		11	8		
1984.8.8			3		
合 计	35	73	72	14	7

表 4 暴雨滴谱第一峰峰位(毫米)

次数 年、月、日	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
1962.6.17	16	2							
1964.5.17	51	8	7	3	5	2			
1964.8.18	24	8	1	1	1	1			
1981.6.10	12	8	1			6			
1981.7.1	15	3	1		1	2			
1984.6.14		1	2		3	1	8		4
1984.8.8	1						1		1
合 计	119	30	12	4	10	12	9		5

我们观测到三种暴雨平均滴谱谱型(见图 1)。

第一种:积雨云降雨。雨滴谱宽,雨滴浓度大,与 M—P 分布相比,缺乏中等大小的雨滴,成为开口向上的弓形,可用  $\mu < 0$  的  $\Gamma$  分布表示,与衡山、泰山及长沙观测的结果相类似。例如:1964 年 8 月 18 日庐山小天池所取的雨滴谱属于一次雷雨云过境,取样 36 次。由于重力分选的作用,开始两分钟只取到几十个大雨滴,包括两个 7 毫米以上的特大雨滴。13 时 55 分取样,空间浓度 0.9 个/米<sup>3</sup>,雨强 1.7 毫米/小时,分布在直径 1.4 至 2.4 毫米之间,还有四个 5 毫米以上的大雨滴。13 时 56 分取样:空间浓度 15.2 个/米<sup>3</sup>,雨强 11 毫米/小时,分布在 0.8 至 4.4 毫米之间,还有 6 个 5 毫米以上的大雨滴。这种积雨云降雨的起始雨滴谱,  $N_0$  变化大(跳跃),缺乏小雨滴,不宜用 M—P 分布表示,用  $\Gamma$  分布就会好些。接下来是电闪雷鸣,倾盆大雨从天而降,小雨滴与大雨滴的浓度都大,雨强迅速加大到 100 毫米/小时以上,经过两次起伏,大雨滴逐渐减少,雨强和空间浓度减小,直至降雨结束。

第二种:雨层云降雨。雨强与空间浓度较小,谱宽较窄,与 M—P 分布很接近,相当于  $\Gamma$  分布中  $\mu = 0$  的情况。例如:1962 年 6 月 17 日南岭静止锋与中层切变影响下大范围雨

层云降雨，庐山总降雨量 126 毫米。由图 1 可见，其平均谱窄，空间浓度小，与 M—P 分布接近，与另外两种开口向上或向下的暴雨滴谱差别很大。

第三种：积层混合云降雨。例如 1984 年 6 月 14 日天气图上冷锋与静止锋合并，中层切变位于上海、长沙和贵阳一线，高层（500 百帕）贵阳有个低涡东移，受其影响 14 日 12 小时降雨量达 87.8 毫米。从九江 711 雷达回波图上看，东西向的锋面降水回波带是从北方移来的混合型降水，带絮状回波，回波最大顶高一般为 7 公里，个别达 13 公里。回波图上看到一块块积状云小回波从幕阜山东移，并入东部的大回波中，说明层状云中有少数高大的积雨云。这次暴雨雨滴谱的特点：小滴缺乏，第一峰位于 1.6 毫米，谱宽与雨滴浓度中等，是典型的  $\Gamma$  分布， $\mu$  值大于 1（见图 1）。将这一天的雨滴谱按雨强间隔分段平均，所得的平均谱仍然是  $\Gamma$  分布。

最后，我们利用 7 次暴雨观测资料共 201 个样本数，对庐山暴雨雨滴谱作 M—P 分布与  $\Gamma$  分布的拟合。结果表明，用 M—P 分布拟合，相关系数在 0.9 以上，只有一例例外；用  $\Gamma$  分布拟合，相关系数全在 0.95 以上。

### 参 考 文 献

- [1] Ulbrich, C. W., *Jour. Climate and Applied Meteorology*, 22, 10, 1764—1774, 1983.
- [2] Mason, B. J., 云物理学(中译本), 609—629, 科学出版社, 1978 年.

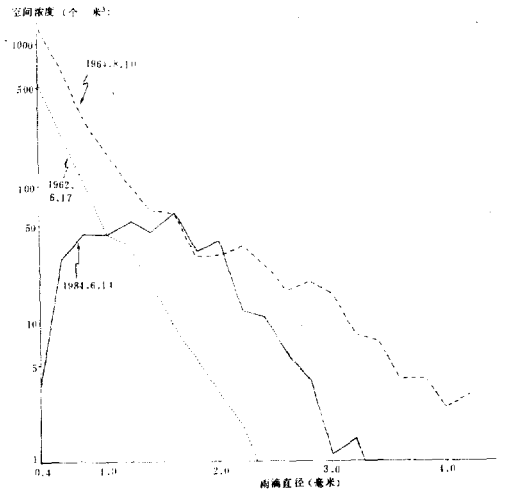


图 1 三次暴雨平均谱  
—1984. 6. 14, ---1964. 8. 18, .....1962. 6. 17