

短论

梅雨云系中亮带不均匀性的理论探讨

洪延超 黄美元 王首平*

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

初步理论计算表明,梅雨云系中亮带上方不均匀的回波结构可以直接造成亮带的不均匀性。另外,亮带上方冰晶的形状和尺度,融化区中的液态含水量和融化冰晶的粘并等对亮带的不均匀性也有影响,它们的适当配合可以产生很不均匀的亮带。

早在四十年代人们就发现了层状云中的亮带,此后也作了较为深入的研究。但观测表明^[1],我国南方梅雨云系中的亮带具有明显的不均匀特点。说它不均匀,主要指亮带回波强度分布不均一。图1给出几个典型的不均匀亮带,它们是由若干回波核组成,回波核中心都在大约5公里高度,每个核对应一条下挂回波。资料分析表明,不均匀亮带可以使层状云产生阵性降水,有时较强回波核降雨强度达到5—10毫米/小时(有人也曾观测到温带气旋云系的亮带下地面雨强达到8毫米/小时的例子^[2])。同一亮带中回波强弱之处

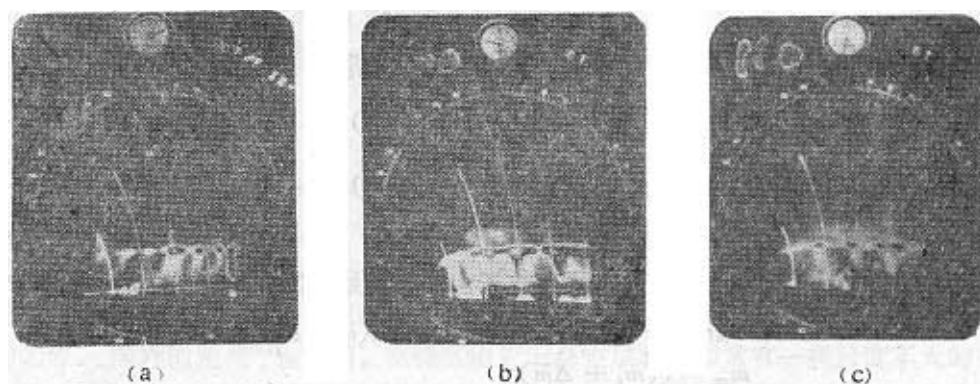


图1 几个不均匀的亮带。分层回波最外层(灰)0分贝,层间5分贝。水平距离间隔10公里,高标间隔2公里。

- a. 1980年6月18日,14时30分,324° b. 1980年7月5日,17时47分,340°
c. 1980年7月8日,18时23分,110°。

可相差 5—15 分贝。亮带一般较厚,厚度在 400—1000 米。在亮带上方有的有回波(图 1 b, c), 有的无回波(图 1a), 回波也有均匀和不均匀两种, 上方最大回波强度差为 5 分贝。

亮带的不均匀性以前没有明确提出过, 还是个新问题。鉴于它对层状云, 尤其是对梅雨云系微物理和降水物理过程研究的重要性, 有必要从理论上对造成亮带不均匀性的原因作初步探讨。

一、理论模式

1. 亮带形成的模式

把层状云中 0°C 层以下区域的粒子分成两类, 一类是从 0°C 层上方降落下来的冰粒子, 另一类是液态云滴。冰粒子下落融化后相互间容易发生粘并, 同时还要碰并云滴而增长。假定云内上升气流 u 分布均匀, 融化区各高度上两类粒子分别具有相同的质量、形状和大小。不考虑融化冰粒子的凝结和凝华增长、破碎及水平风影响, 融化冰粒子质量守恒方程为

$$\frac{\partial(mn)}{\partial t} + (u - v) \frac{\partial(mn)}{\partial z} = \frac{\delta(mn)}{\delta t} \quad (1)$$

式中 m , n 和 v 分别为融化冰粒子的质量、浓度和下降末速度; z 是高度, t 为时间。方程右边项包括融化冰粒子的粘并和与云滴的碰并增长, 在定常情况下

$$\begin{aligned} (u - v) \frac{\partial(mn)}{\partial z} &= n \frac{\delta m}{\delta t} + m \frac{\delta n}{\delta t} \\ &= n(u - v) \frac{\partial m}{\partial z} + m(u - v) \frac{\partial n}{\partial z}, \\ \therefore \frac{\partial[mn(u - v)]}{\partial z} &= n(u - v) \frac{\partial m}{\partial z} + m \frac{\partial[n(u - v)]}{\partial z}. \end{aligned}$$

根据假定, 各高度上粒子数通量应相等, 即 $n(u - v)$ 为常数

$$\begin{aligned} \text{则有} \quad \frac{\partial[mn(u - v)]}{\partial z} &= n(u - v) \frac{\partial m}{\partial z}, \\ \Delta[mn(u - v)] &= n(u - v) \Delta m \end{aligned} \quad (2)$$

若用下标 i 和 m 代表紧靠 0°C 层上方和融化区中的量, $\Delta \bar{m}$ 是融化粒子与云滴的碰并增长量, 而在亮带最大强度高度上每个融化粒子由 ν 个初始干的冰相粒子组成, 则由 (2)

$$\begin{aligned} m_m n_m (u - v_m) &= (m_i + \Delta \bar{m}) n_i (u - v_i) \\ m_m &= \nu (m_i + \Delta \bar{m}) \end{aligned} \quad (3)$$

以前人们研究亮带问题时, 一般不考虑 $\Delta \bar{m}$ 的影响, 忽略 $\Delta \bar{m}$ 对亮带形成的作用。从 (3) 知, 不考虑粘并, 融化区中某高度与它顶部质量通量比

$$\sigma = \frac{n_m (u - v_m) m_m}{n_i (u - v_i) m_i} = \frac{m_i + \Delta \bar{m}}{m_i} = \left(1 + \frac{\Delta R}{R_0}\right)^3, \quad (4)$$

R_0 是质量为 m_i 的冰粒子融化后形成球形水滴的半径, ΔR 是通过碰并引起的半径增量。据重力碰并方程

$$\frac{dR}{dt} = \frac{Eq(v_m - v)}{4\rho},$$

E 是碰并系数, q 是融化区内液态水含量, ρ 是水密度, v 是云滴下降末速,

$$\Delta R = \frac{Eq(v_m - v)}{4\rho} \frac{\Delta z}{v_m - u} \quad (5)$$

为了讨论 $\Delta \bar{m}$ 对粒子质量通量的影响及对亮带形成的贡献. 取 $m_i = 0.1$ 毫克, 冰晶形状为平板枝状, $u = 10$ 厘米/秒, $q = 0.5$ 克/米³, $v = 5$ 进行计算. 本文在计算时将融化冰粒子作为同质量球形水滴处理. 考虑到随着融化, 冰粒子末速会不断增大, 取

$$V_m = \frac{1}{2}(v_i + v_w)$$

(w 代表水滴量), 而 $E = \frac{1}{2}(E_i + E_w)$, 其中 E_i 是冰粒子对过冷云滴的捕俘系数, E_w 是融化水滴对云滴的捕俘系数. 融化区厚度为 450 米, 亮带最强区离底 150 米, 层状云中云滴直径为 20—30 微米. V_i 和 V_w 分别从文 [3] 中 240 页图和 611 页表上查出. E_w 和 E_i 分别从文 [4] 中 137 页表 8.4.3 和文 [5] 中 496 页图 14-14 查得. 由雷达方程

$$P_m/P_i = \left(\frac{K_m}{K_i}\right)^2 \left(\frac{\rho_i}{\rho_m}\right)^2 \Sigma n_m m_m^2 / \Sigma n_i m_i^2,$$

考虑到式 (3)、(4), 即可得较为全面的讨论亮带的理论公式

$$\begin{aligned} P_m/P_i &= \left(\frac{K_m}{K_i}\right)^2 \left(\frac{\rho_i}{\rho_m}\right)^2 v \frac{v_i - u}{v_m - u} \left(1 + \frac{\Delta \bar{m}}{m_i}\right)^2 \\ &= \left(\frac{K_m}{K_i}\right)^2 \left(\frac{\rho_i}{\rho_m}\right)^2 v \frac{v_i - u}{v_m - u} \left(1 + \frac{\Delta R}{R_0}\right)^6 \end{aligned} \quad (6)$$

P 为回波强度. 计算结果为: 不考虑 $\Delta \bar{m}$ 时, $P_m/P_i = 2.575$ (~ 4.1 分贝), 考虑 $\Delta \bar{m}$ 时, $P_m/P_i = 4.655$ (~ 6.7 分贝). 可见 $\Delta \bar{m}$ 使亮带强度 P_m 增加 2.6 分贝, 而质量通量增加 40%. 因此研究亮带理论应考虑 $\Delta \bar{m}$ 的影响, 尤其是在融化区中含水量较大时更应考虑.

2. 亮带不均匀性的模式

就常见情况而言, 层状云中的雷达亮带是均匀稳定的, 这和一般情况下层状云中的微结构在水平方向上的均匀性和在时间上的缓变有关. 但我们在梅雨云系观测中发现亮带有不均匀的特点, 这表明梅雨锋云系中的物理结构与一般层状云不同, 它在水平方向很可能是非均匀的. 我们用飞机在层状云中的观测表明, 云中的含水量、温度等在水平方向有非均匀性. 国外的观测^[6]也表明, 在锋区附近的高空层状云中常有一些尺度不大的高空对流泡. 可以设想, 在这种对流泡中形成的冰晶, 其质量、形状、浓度等可能与对流泡外层状云中的冰晶不同, 降落到 0°C 层再遇到云中含水量水平分布的不同, 就可能形成亮带的非均匀特点.

设亮带不同地区(水平方向)有不同形状的冰晶, 其大小和浓度也不同, 云中含水量也不同, 这时这两处亮带的回波强度 P_m 和 P'_m 之比值, 可由 (3) 式得

$$P_m/P'_m = \frac{\Sigma n_m m_m^2}{\Sigma n'_m m'^2_m} = \frac{v'}{v} \frac{v_i - u}{v'_i - u'} \frac{v'_m - u'}{v_m - u} \frac{n_i}{n'_i} \left(\frac{m_m}{m'_m}\right)^2 \quad (7)$$

其中 $m_m = v(m_i + \Delta\bar{m})$, $m'_m = v'(m'_i + \Delta\bar{m}')$

二、各个单因子对亮带不均匀性的影响

由于(7)式中 $v_i = v_i(m_i, g_i)$, g_i 表示冰晶形状, $v_m = v_m(m_i, \Delta\bar{m}, v)$, $m_m = m_m(m_i, \Delta\bar{m}, v)$, 可见影响亮带不均匀性的因子有 n_i , m_i , g_i 和 v , u , $\Delta\bar{m}$. 因子 n_i , m_i 和 g_i 反映亮带上方粒子组成情况, 而 v 和 $\Delta\bar{m}$ 表明亮带中的情况. 在考虑某一因子对亮带不均匀

表 1

冰晶形状	m_i (毫克)	v_i (厘米/秒)	v_m (厘米/秒)	$\bar{m}_i^*$	$\bar{v}_m$
平板枝状	0.006—0.137	31	84—262	0.043	170
立体枝状	0.02—0.64	57	133—421	0.146	266
雪 粒	0.02—0.32	50	133—345	0.064	204
霰	0.32—12.0	116—270	345—782	0.80	401

* “—”表示平均值.

表 2

因子	公 式	结 果 P_m/P'_m (分 贝)	结 论																
m_i	$P_m/P'_m = \frac{v_i v'_m}{v'_i v_m} \left(\frac{m_i}{m'_i} \right)^3$	极大值为 20—32 分贝, 对于霰 $P_m/P'_m > P_i/P'_i$; 对于其它冰粒子 $P_m/P'_m < P_i/P'_i$	m_i, n_i 影响较大, 冰相粒子区的不均匀性可直接导致亮带的不均匀性.																
n_i	$P_m/P'_m = \frac{n_i}{n'_i} = \frac{P_i}{P'_i}$	一般不超过 5 分贝																	
g_i	$P_m/P'_m = \frac{v_i}{v'_i}$	雪粒与平板枝状冰晶, 2.0 分贝; 立体枝状与平板枝状冰晶, 2.6 分贝; 霰与立体枝状冰晶 (取 $m_i = 0.6$ 毫克) 极大值为 5.5 分贝.	形状造成的不均匀性为 2.0—5.5 分贝.																
v	$P_m/P'_m = \frac{v}{v'} \cdot \frac{v'_m}{v_m}$	枝状冰晶 v 取 1—7, 极大值为 5.8—7.0 分贝, 其它形状 P_m/P'_m 值较小.	枝状冰晶 v 的贡献最大																
u	$P_m/P'_m = \frac{v_i - u}{v'_i - u'} \cdot \frac{v'_m - u'}{v_m - u}$	只有 v_i 较小, v_m 较大且 $u' \gg u$ 时, P_m/P'_m 值才大. 当 $u = 3$ 厘米/秒, $u' = 20$ 厘米/秒时求出表 1 各种形状冰晶极大值分别为 3.8, 1.3, 1.9 和 0.6 分贝.	在 $u \neq u'$ 时只有平板枝状冰晶存在时, u 有影响, 一般 u 无影响.																
$\Delta\bar{m}$	$P_m/P'_m = \frac{v'_m}{v_m} \left(\frac{m_m}{m'_m} \right)^3$	取 $q = 0.01—0.6$ 克/米 ³ , 对应不同质量和含水量求出 P_m/P'_m . <table border="1"> <tr> <td>q/q'</td><td>$m_i = 0.01$ 毫克 (平板枝状)</td><td>$m_i = 0.1$ 毫克 (平板枝状)</td><td>$m_i = 0.3$ 毫克 (立体枝状)</td></tr> <tr> <td>0.3/0.1</td><td>1.6</td><td>1.0</td><td>0.7</td></tr> <tr> <td>0.6/0.1</td><td>3.9</td><td>2.4</td><td>1.7</td></tr> <tr> <td>0.6/0.01</td><td>4.6</td><td>2.8</td><td>1.8</td></tr> </table>	q/q'	$m_i = 0.01$ 毫克 (平板枝状)	$m_i = 0.1$ 毫克 (平板枝状)	$m_i = 0.3$ 毫克 (立体枝状)	0.3/0.1	1.6	1.0	0.7	0.6/0.1	3.9	2.4	1.7	0.6/0.01	4.6	2.8	1.8	在含水量水平分布不均匀时, 可以造成亮带不均匀性. 但在 m_i 大于 0.3 毫克时, $\Delta\bar{m}$ 的贡献较小.
q/q'	$m_i = 0.01$ 毫克 (平板枝状)	$m_i = 0.1$ 毫克 (平板枝状)	$m_i = 0.3$ 毫克 (立体枝状)																
0.3/0.1	1.6	1.0	0.7																
0.6/0.1	3.9	2.4	1.7																
0.6/0.01	4.6	2.8	1.8																

性影响时, 假定其它因子相同(分别取

$$m_i = m'_i, \nu = \nu' = 1, n_i = n'_i, u = u' = 0, \Delta\bar{m} = \Delta\bar{m}' = 0,$$

g_i 相同)。

为了便于计算表 1 给出冰相粒子的有关资料。冰晶质量是据文 [4] 中 240 页图 5.2 由 238 页经验公式求出的。计算各单因子影响的公式及结果见表 2。

从表 2 看出, m_i, n_i, g_i, ν 和 $\Delta\bar{m}$ 对亮带不均匀性有不同程度的影响。其中 m_i, n_i 的贡献表明, 亮带上方回波强度的不均匀性可直接导致亮带的不均匀性。 g_i, ν 和 $\Delta\bar{m}$ 的贡献在 2.0—5.5 分贝之间, u 一般无影响。

三、造成亮带不均匀性的条件

在考虑各因子影响时, 可能由于各因子贡献正负不同而相互抵消形成均匀的亮带, 但观测表明除了均匀亮带外也确实存在不均匀的亮带。那末各因子怎样配合才可能形成明显不均匀的亮带呢? 由 (7) 式

$$P_m/P'_m = \frac{\nu}{\nu'} \frac{\nu_i - u}{\nu'_i - u} \frac{\nu'_m - u}{\nu_m - u} \frac{n_i m_i^2}{n'_i m_i'^2} \left(\frac{1 + \Delta\bar{m}/m_i}{1 + \Delta\bar{m}'/m'_i} \right)^2 \quad (8)$$

令

$$A = \frac{\nu}{\nu'}, \quad B = \frac{\nu_i - u}{\nu'_i - u}, \quad C = \frac{\nu'_m - u}{\nu_m - u}, \quad F = \frac{n_i m_i^2}{n'_i m_i'^2}, \quad D = \left(\frac{1 + \Delta\bar{m}/m_i}{1 + \Delta\bar{m}'/m'_i} \right)^2,$$

下面在 0°C 层以上冰相区回波均匀 ($P_i = P'_i = 5$ 分贝, 此时 $F = 0$ 分贝) 情况下讨论这个问题 ($P_i \neq P'_i$ 可作同样讨论)。若 (8) 式各项都以分贝为单位, 则

$$P_m/P'_m = A + B + C + D \quad (9)$$

在亮带很不均匀时, 若 $P_m > P'_m$, 在理论上一般要求 (9) 式中 A, B, C 和 D 项的贡献大且全为正号, 据 (8) 式和各类冰粒子的物理特性分析, 全为正号是不可能的。一般若 A, B, D 为正号, 则 C 通常为负号。因此要 P_m/P'_m 大, 则要 $\nu > \nu', \nu_i > \nu'_i, \frac{\Delta\bar{m}}{m_i} > \frac{\Delta\bar{m}'}{m'_i}$ 而 $|C|$ 要尽可能小。要满足这样条件与各因子的合理配置很有关系。一般霰的质量比其它冰晶大得多而粘并数又小得多, 枝状冰晶及雪粒的下降末速基本与质量无关。因此在无霰且 $q > q'$ 时, A, B, D 大部分情况下为正号, C 项为负号; 在霰与其它冰晶配对时, 由于 $\nu < \nu', \nu_i > \nu'_i, m_i > m'_i, A$ 和 C 项常为负, 而 B 项为正。对于 D 项只有 $q > q'$ 时才为正。表 3, 4 的计算也证实了上述分析。

现在讨论产生亮带不均匀时各个因子的贡献大小。从 (8) 式知 $A = A(\nu), B = B(m_i, g_i), C = C(m_i, \nu, \Delta\bar{m}), D = D(m_i, \Delta\bar{m})$ 。用 K 表示各因子的贡献, 下标表示各因子, K 和 P_m/P'_m 以分贝为单位, 规定

$$K_\nu = P_m/P'_m - (P_m/P'_m)_{\nu=\nu'=1}$$

$$K_{m_i} = P_m/P'_m - (P_m/P'_m)_{m_i=m'_i}$$

$$K_{\Delta\bar{m}} = P_m/P'_m - (P_m/P'_m)_{\Delta\bar{m}=\Delta\bar{m}'=0}$$

$$K_{g_i} = P_m/P'_m - (P_m/P'_m)_{g_i=0}$$

表 3

情 况	ν/ν'	m_i/m'_i (毫克)	q/q' (克/米 ²)	A	B	C	D	p_m/p'_m	K_p	K_{ϵ_i}	K_{m_i}	$K_{\Delta m}$	P_m	P'_m
a) 霰/平板枝状	1/7	0.3/0.14	0.9/0.1	-8.5	+7.0	-0.1	+3.0	+1.4	-6.6	+1.0	-1.3	+2.9	11.7	10.3
b) 霰/立体枝状	1/7	0.3/0.6	0.9/0.1	-8.5	+3.5	+1.3	+3.2	-0.5	-7.4	+7.4	0.0 +0.2	+3.0 +4.8	11.7	12.2
c) 立体枝状/平板枝状	7/2	0.02/0.14	0.9/0.1	+5.4	+3.5	-0.5	+7.0	+15.4	+3.8	+3.5	+3.0 +4.8	+6.1	21.8	6.4
d) 立体枝状/雪粒	7/1	0.02/0.32	0.9/0.1	+8.5	+0.7	0.0	+7.1	+16.3	+6.1	+0.7	+3.8 +6.4	+6.1	21.8	5.6
e) 平板枝状/雪粒	7/1	0.006/0.32	0.9/0.1	+8.5	-2.8	+1.3	+10.9	+17.9	+5.7	-2.8	+6.2	+9.2	23.5	5.6

表 4

情 况	ν/ν'	m_i/m'_i (毫克)	q/q' (克/米 ²)	A	B	C	D	p_m/p'_m	K_p	K_{ϵ_i}	K_{m_i}	$K_{\Delta m}$	P_m	P'_m
a) 霰/平板枝状	1/7	0.6/0.1	0.6/0.1	-8.5	+8.2	-1.1	+1.4	0.0	-6.0	+3.8	-0.6	+1.2	10.8	10.8
b) 霰/立体枝状	1/7	0.6/0.15	0.6/0.1	-8.5	+4.7	-0.5	+1.4	-2.9	-6.3	+0.4	+0.8	+1.1	10.7	13.5
c) 立体枝状/平板枝状	7/3	0.15/0.04	0.6/0.1	+3.7	+3.5	-3.9	+2.2	+5.5	+2.6	+3.5	-3.2	+1.1	15.0	9.6
d) 立体枝状/雪粒	7/1	0.15/0.06	0.6/0.1	+8.5	+0.7	-4.5	+2.3	+7.0	+5.8	+0.7	-2.3 -1.3	+1.1	15.0	8.0
e) 平板枝状/雪粒	7/1	0.04/0.06	0.6/0.1	+8.5	-2.8	-2.4	+3.6	+6.9	+5.8	-2.8	+0.7 +0.6	+2.8	14.9	8.0

考虑到 $B = B(m_i, g_i)$, 在 g_i 相同时, B 项中只有 m_i 的影响, 因此 g_i 取末速随质量变化的冰晶形状。

表 3 计算了在最有利情况下亮带最大的不均匀性。霰和雪粒的 $\nu = 1$, 枝状冰晶 $\nu = 2 - 7$, 其它因子取值有意增大 (9) 式中各项正贡献和减小负贡献, 即 m_i 和 q' 取较小值, m'_i 和 q 取较大值。表 4 计算了一般情况下各因子综合产生亮带的不均匀性。两表都利用 (6) 式计算了亮带的强度。计算结果表明:

(1) 尽管亮带上方回波强度分布均匀, 只要 $\nu > \nu'$, $q > q'$, $\nu_i > \nu'_i$, m_i 较小, 即只要各因子适当配置就可以造成很不均匀的亮带 (如表 3 c), d), e)).

(2) 各个因子的贡献大小视具体情况而定。但 K_s 和 $K_{\Delta m}$ 对亮带不均匀性影响较大。在 K_s 和 $K_{\Delta m}$ 同号且值较大时, 一般亮带都是很不均匀的, 如表 3 c), d), e), P_m/P'_m 值分别为 15.4, 16.3 和 17.9 分贝, 但如不考虑 ν , P_m/P'_m 值就分别为 11.6, 10.2 和 12.2 分贝; 如不考虑 Δm , 则为 9.3, 10.2 和 8.7 分贝。可见在不均匀亮带尤其是在很不均匀亮带形成过程中, 融化粒子的粘并数 ν 和它与云滴的碰并增长量 Δm 是两个重要的因子。对于 Δm 而言, 如不考虑它的作用, 要使亮带具有大于 10 分贝的不均匀性是困难的。就在一般不均匀亮带中, ν 和 Δm 的作用也值得考虑。

(3) 霰与枝状冰晶配对时, P_m/P'_m 值一般较小, 这主要是由于一般 A , B 项 (或 K_s , K_{g_i}) 对不均匀性影响较大, 但它们符号相反。因此在无霰时, 造成亮带较大不均匀性的机会更多些。

(4) 由 (2) 和 (3), 我们认为在亮带上方回波均匀情况下, 如亮带不均匀性超过 10 分贝, 亮带上方主要是枝状冰晶和雪粒的可能性大些。对应亮带中回波处云水含量也大, 即在很不均匀的亮带中含水量的水平分布也可能是不均匀的。

在亮带上方回波不均匀时, (8) 式中的 F 项对亮带的影响视上方不均匀性大小而定。在表 3 表 4 中, 如 $P_i > P'_i$, 则 P_m/P'_m 值要增加 F (分贝), 因此在这种情况下更有利于产生亮带的不均匀性。

四、小 结

本文从质量守恒方程出发导出考虑融化粒子与云滴碰并增长量 Δm 的亮带理论公式, 并证明 Δm 是个不可忽略的量。根据公式讨论了亮带的不均匀性, 从理论上提出了造成亮带不均匀的物理原因, 认为亮带不均匀性与亮带上方冰相粒子形状、质量、回波不均匀性、亮带中融化粒子的粘并数和含水量的不均匀分布 (影响融化粒子的碰并增长量) 的合理配置有关。并讨论了这些因子对不均匀性的影响, 认为各因子的贡献视具体情况而定, 但粘并数和碰并增长量对很不均匀的亮带贡献较大, 所以是非常重要的影响因子。

参 考 文 献

- [1] 黄美元、洪延超、吴玉霞, 梅雨云系若干雷达回波特征, 中国南方积云降水会议, 1981.
- [2] Houze et al., Air motion and water budget of a warm-frontal rainband. 19th conference on radar meteor., Miami, Beach, Florida, p. 23—29, 1980.
- [3] [英] B. J. 梅森, 云物理学, 大气物理研究所译, 科学出版社, 1978.

- [4] 顾震潮著, 云雾降水物理基础, 科学出版社, 1980.
- [5] Hans R. Pruppacher and James D. Klett, *Microphysics of clouds and precipitation*, Reprinted 1980.
- [6] Hobbs, P. V., Rainbands precipitation cores and generating cells in a cyclonic storm, *J. A. S.*, **35**, p. 230—241, 1978.

A THEORETICAL STUDY ON INHOMOGENEITY OF BRIGHT BAND IN MEI-YÜ FRONTAL CLOUD SYSTEM

Hong Yanchao Huang Meiyuan Wang Shouping

(*Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica*)

Abstract

A primary theoretical calculation has shown that the nonuniform structure of echo over bright band may directly result in inhomogeneity of bright band in mei-yü frontal cloud system. In addition, shapes and sizes of ice crystals over bright band, the coalescence of melting ice crystals and the liquid water content in melting zone, etc. also have influence on the inhomogeneity. Suitable combinations of these factors may cause the remarkable inhomogeneous bright band.