

中高层湿-比有效能量与雹云发生发展*

1) 许晨海 2) 孔燕燕 1) 张纪淮 3) 阎明星 3) 杨大生 3) 王干元

1) (中国气象科学研究院,北京 100081)

2) (内蒙古自治区气象局,呼和浩特 010051)

3) (内蒙古巴盟气象局,临河市 015000)

吴宝俊等人将有效位能概念扩充到湿有效能量,给出了湿有效能量的近似表达式,发现这个物理量作为暴雨分析、预报中的一个指标,有较好的灵敏性。在日常业务预报中当出现强对流天气背景时,使用湿有效能量能区分未来是出现雷雨天气还是出现致灾冰雹(指农业受雹灾面积在 100 hm² 以上的降雹天气,下同)天气。为此,我们选取历史上多例雷雨日和致灾冰雹日 08:00(北京时,下同)探空资料,计算分析了湿有效能量的时空分布特征,寻找出判别雷雨日和致灾冰雹日的预报判据。

1 个例的选择

取两类个例进行分析, I 类为未来短期内出现雷雨日的个例,选择内蒙古自治区巴盟地区临河市(以下称临河市)08:00 之后 4~12 h 内出现雷暴和阵雨天气现象,且巴盟地区不出现冰雹天气现象的事件(以下称雷雨日)。II 类为 08:00 之后 12 h 内出现致灾冰雹个例。

1980~1987 年 6~9 月满足 I、II 类个例条件的事件分别有 29 和 25 例,如表 1 和 2 所示。

表 1 1980~1987 年 6~9 月 29 例雷雨日日期及出现时间(北京时)

日期(年.月.日)	出现时间	日期(年.月.日)	出现时间	日期(年.月.日)	出现时间	日期(年.月.日)	出现时间
1980.7.17	19:00	1980.8.22	14:00	1980.8.23	15:00	1980.8.25	20:00
1980.9.08	14:00	1981.7.01	20:00	1981.7.25	14:00	1981.8.05	14:00
1981.8.27	17:00	1981.8.31	14:00	1983.6.16	13:00	1983.8.02	19:00
1983.9.06	14:00	1983.9.07	20:00	1984.6.18	18:00	1984.8.26	17:00
1984.9.04	16:00	1984.9.14	20:00	1985.6.17	16:00	1985.7.07	15:00
1985.7.23	17:00	1985.7.30	20:00	1986.6.08	19:00	1986.6.09	20:00
1986.8.05	20:00	1987.7.04	14:00	1987.7.11	13:00	1987.8.11	19:00
1987.8.14	20:00						

表 2 1980~1987 年 6~9 月致灾冰雹日日期及农业受灾面积

hm²

日期(年.月.日)	1981.6.20	1982.6.07	1982.6.14	1984.6.12	1986.6.14	1986.6.24	1987.6.14	1987.6.15	
受灾面积	200	400	2400	2600	3800	1500	2300	500	
日期(年.月.日)	1980.7.05	1981.7.24	1982.7.02	1983.7.02	1983.7.24	1984.7.06	1984.7.19	1982.8.17	
受灾面积	2500	700	1100	1500	200	500	600	3300	
日期(年.月.日)	1983.8.23	1983.9.04	1984.9.13	1985.8.06	1986.8.18	1986.8.31	1986.9.06	1987.8.13	1987.8.21
受灾面积	800	400	100	2500	700	500	300	1000	3300

2 湿-比有效能量的计算

大气能量的变化是引起天气变化的重要原因。按照有效能量的观点,天气过程应是有效能量的储存、积聚和释放的过程,我们应用吴宝俊给出的湿有效能量公式计算了雷雨日和致灾冰雹日 08:00 湿有效能量,其表达式为:

* 本文由国家科技攻关课题 96-020-01-07-01 专题资助。

2000-01-26 收到,2000-08-10 收到修改稿。

$$A_{mk} = \frac{C_p}{g} N T_e$$

其中 $N = 1 - \left| \frac{p_r}{p} \right|^{R/C_p}$, $T_e = T + \frac{L}{C_p} q$ 。 A_{mk} 为单位面积、单位厚度气块内的湿有效能量,简称湿-比有效能量。 N 为效率因子, p_r 为参考气压,余者为常用符号。

3 雷雨日和致灾冰雹日平均湿-比有效能量随高度的变化

图 1 和 2 分别为雷雨日和致灾冰雹日 08:00 平均湿-比有效能量垂直剖面图。比较这两张图可见雷

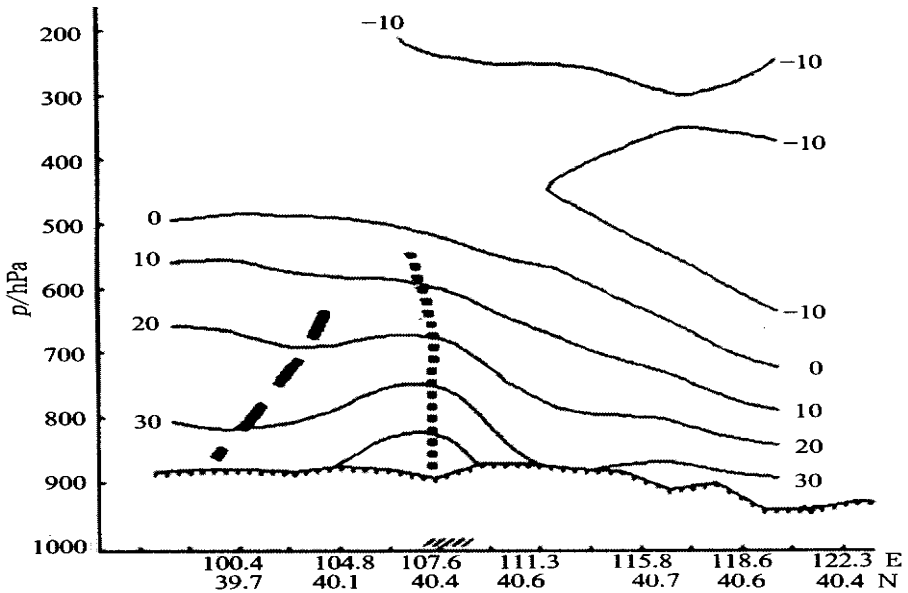


图 1 29 例雷雨日 08:00 平均湿-比有效能量垂直剖面图

(单位: $10^4 \text{ J} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$; 点线: 高能轴线; 虚线: 低能轴线; 斜线阴影区为临河市所在地)

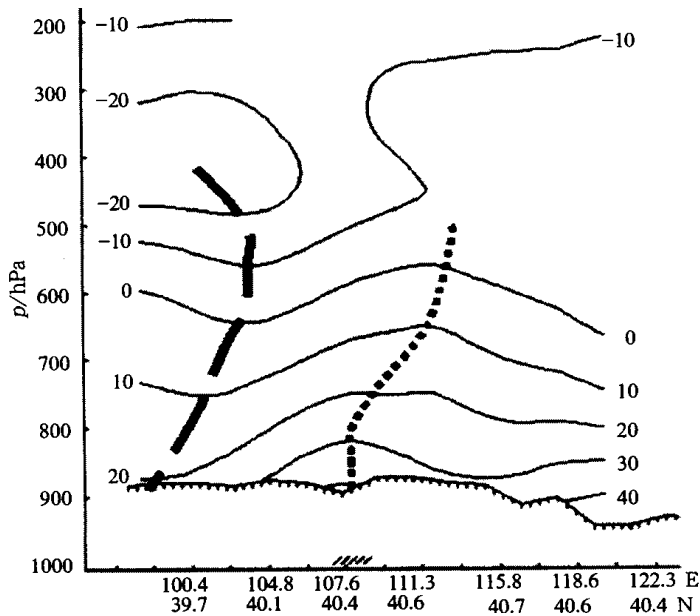


图 2 25 例致灾冰雹日 08:00 平均湿-比有效能量垂直剖面图(说明同图 1)

雨日和致灾冰雹日的主要分布特征及其差别：

- (1) 雷雨日正值能量层高达 500 hPa,致灾冰雹正值能量层仅在 600 hPa,两者差值为 100 hPa 左右;
- (2) 雷雨日高能轴线随高度变化基本上是垂直向上,而后稍向西倾斜,致灾冰雹日的高能轴线随高度变化向东倾斜;
- (3) 雷雨日 500 hPa 以上自西向东,湿-比有效能量值由大变小,致灾冰雹日 500 hPa 以上自西向东,湿-比有效能量值由小变大,这个特征在 400 hPa 上最为明显。

4 雷雨日和致灾冰雹日 08:00 400 hPa 平均湿-比有效能量的形势及特征

在我国北方,区域性降雹主要发生在极锋锋区和副热带锋区之间的温带气团中,多数出现在长波槽的高空西北气流冷平流中的大尺度下沉运动区内。从雷雨日与致灾冰雹日 08:00 400 hPa 平均湿-比有效能量形势场(图略)的分布特征可知:①致灾冰雹日 08:00 400 hPa 平均湿-比有效能量在临河市西面的低能区是西北气流冷平流入侵所造成的;②雷雨日 08:00 400 hPa 平均湿-比有效能量在临河市西北方的高能舌说明在临河市的西北方无冷平流。

中高层西北方向的冷空气入侵降雹区,且低层为暖湿气团时,则不稳定能量随时间增加;有利于低层扰动发展;冷平流存在还会影响风的垂直切变的变化。我们用临河市西北方 300 km 处格点上的 400 hPa 湿-比有效能量(简称 A_{mk400})为横轴坐标,简单地表示中高层的湿-比有效能量的分布,对积云过冷却部分的猛烈发展的作用。以 400 hPa 湿-比有效能量平流(简称 A_{mk400} 平流)为纵轴坐标,表示中高层的湿-比有效能量随时间的变化与积云猛烈发展的关系,且绘制成点聚图(图 3)。由图可见:

- (1) 有 21 例致灾冰雹日(占总数的 84%)落在区界的左下方致灾冰雹区内;
- (2) 有 24 例雷雨日(占总日数的 83%)落在雷雨区内;
- (3) 致灾冰雹在点聚图上的集中,说明中高层湿-比有效能量及平流与雹云的发生发展有密切的关系,是区分雷雨日和致灾冰雹日的重要判据之一。若中高层湿-比有效能量值及其平流值小时,则有利于出现致灾冰雹;当这两个物理量大时,有利于出现雷雨。

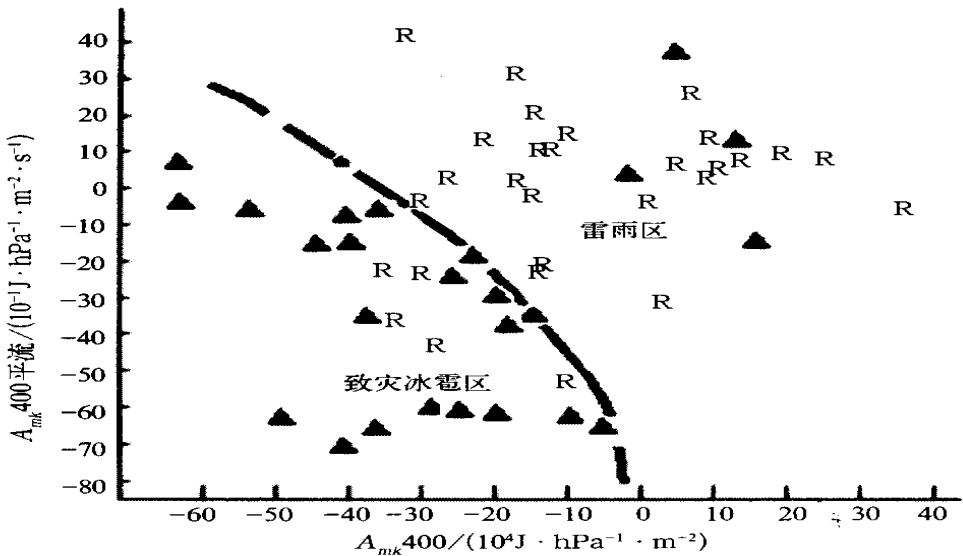


图 3 400 hPa 湿-比有效能量平流与 400 hPa 湿-比有效能量点聚图
(▲致灾冰雹,R雷雨,虚线是致灾冰雹区与雷雨区的区界)