

青岛气旋类暴雨预报方法

耿 敏 韩春深 林滋新

(山东青岛市气象局, 266003)

提 要

使用天气动力学和统计学相结合的方法,以地面影响系统为依据、700hPa 西南急流为条件对 1983~1999 年 6~8 月青岛地区 40 次暴雨进行了分型,划分为气旋、台风和冷锋三类。以气旋类暴雨为例,根据预报经验,选取相应的预报因子,建立 0、1 权重回归方程,用以预报青岛地区 6~8 月未来 24 小时的暴雨。气旋类方程准确率为 78.0%。用此方法对 2000 年 6~8 月进行试报,效果较满意。

关键词: 准饱和 潜在不稳定 高能区

引 言

在 1983~1999 年中,青岛地区共出现区域性暴雨 40 次,平均每年 2.3 次,其中 1985、1990、1996,3 年每年都在 4 次以上,约每隔 5 年左右就是一个多暴雨年。17 年中仅 1983、1992 年无暴雨。通过分析得出:影响青岛地区暴雨的天气系统主要为气旋、台风和冷锋,其中气旋类暴雨最多,达 24 次,台风暴雨为 9 次,冷锋类为 7 次。由此可见,气旋是造成青岛区域性暴雨的重要天气系统。

预报实践中发现,暴雨和气旋的发生及发展是同步的,故正确预报气旋暴雨,首先要正确预报气旋的发生及其移动路径。由于预报时,有时还没有气旋,故很易造成暴雨漏报。因此,研究气旋暴雨预报方法无疑对国计民生和气象业务的改进十分必要。

1 预报方法

1.1 资料

所用资料为 1983~1999 年 6~8 月 08 时 500、700、850hPa 高空图和 14 时地面图。

1.2 暴雨日的规定

凡青岛地区 7 个测站的日降水量至少有两站 $R \geq 38.0\text{mm}$ 且青岛本站必须包括在内,定为一个暴雨日。

1.3 天气分型

根据预报经验,暴雨天气系统低层表现往往比高层清楚,故本文以地面图为主要依

据,结合 700hPa 高空图,首先对暴雨日个例逐个分析,将影响青岛暴雨的天气系统分型,并确定各型的定型条件。在此基础上,对 1983~1995 年 6~8 月逐日地面图进行反查,凡符合上述三型条件的,就做为一个样本处理。

1.4 气旋类暴雨的起始场条件、因子选取和方程的建立

1.4.1 起始场条件

6~8 月,凡 14 时地面图上有锋面气旋影响青岛,且 08 时 700hPa 图上,郑州、南阳、宜昌、徐州、阜阳、汉口 6 站中至少有两站为南向风,且风速 $\geq 10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,或贵阳、芷江、长沙 3 站中,至少有两站为南向风,且风速 $\geq 10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,即作为一个样本处理。本型将急流引入起始场条件,是因低空急流除了能向暴雨区输送水汽外,急流上不断增长的输入动能在转化为强上升运动的位能时,增强了低层的辐合。从这一意义上讲,西南急流为气旋生成和向东北方向移动提供了条件。

1.4.2 因子选取

我们从影响暴雨的冷空气活动、水汽输送、垂直上升运动等条件入手,选取了简单明了、便于操作且物理意义清楚的 4 个因子。

$x_1: \sum (T - T_d)_{5+8}$, 即 500 和 850hPa 温度露点差之和。

众所周知,暴雨的产生要有深厚的湿层,我们用 500 和 850hPa 的温度露点差之和表示对流层中下层的潮湿程度,一般 $\sum(T - T_d)_{5+8} \leq 9.9^\circ\text{C}$, 对流层中下层湿度可认为达到准饱和程度。当前期本市处于相对干区,而未来有准饱和区移入时,说明有水汽不断输入并辐合,导致水汽向上输送,使整层达到准饱和,有利于强降水天气出现。

用 $\sum(T - T_d)_{5+8}$ 判断准饱和区:

在本市西南或偏西上风方向上,即在 $32 \sim 36.5^\circ\text{N}$ 、 $116 \sim 120^\circ\text{E}$ 的范围内,选 3 个 $\sum(T - T_d)_{5+8}$ 数值较小的测站,取其几何中心代表这一片的准饱和区位置;取三个较小数值中的最大值代表该地区的准饱和程度,例如 1994 年 7 月 14 日 08 时 $\sum(T - T_d)_{5+8}$ 的分布见图 1,其中“×”处是代表准饱和程度的位置,数值为 4.8°C 。

根据统计得出:当 $\sum(T - T_d)_{5+8}$ 准饱和区落在上述范围内,且数值 $\leq 9.9^\circ\text{C}$ 时, x_1 为 1, 否则为 0, 概括率为 17/24。

$x_2: \Delta\theta_{5-8}$, 表示 500hPa 上的饱和假相当位温与 850hPa 上的饱和假相当位温之差。

位势不稳定判据用 $\partial\theta_{se}/\partial Z$ 表示, 或写成 $\Delta\theta_{se} = \theta_{se_5} - \theta_{se_8}$ 。当 $\Delta\theta_{se} < 0$ 表示大气处于潜在不稳定状态, 一旦遇有触发系统, 则有利于不稳定能量强烈释放, 激发产生对流。

位势不稳定区的判断: 如前相仿, 在本市上风方向上, 即在 $30 \sim 36^\circ\text{N}$ 、 $113 \sim 120^\circ\text{E}$ 的范围内, 选 3 个数值较小测站, 取其几何中心代表位势不稳定区的位置, 取 3 个较小数值中的最小值代表该地区的位势不稳定程度。例如 1996 年 6 月 28 日 08 时 $\Delta\theta_{se}$ 分布图中, “×”处即为位势不稳定程度的位置, 数值是 -161°C (见图 2)。分析表明: 暴雨产生在最大位势不稳定区的下风方向上。

当 $\Delta\theta_{se_5-8}$ 的位势不稳定区落在上述范围内时, 则 x_2 为 1, 否则为 0, 概括率为 22/24。

x_3 : 850hPa 高能区。

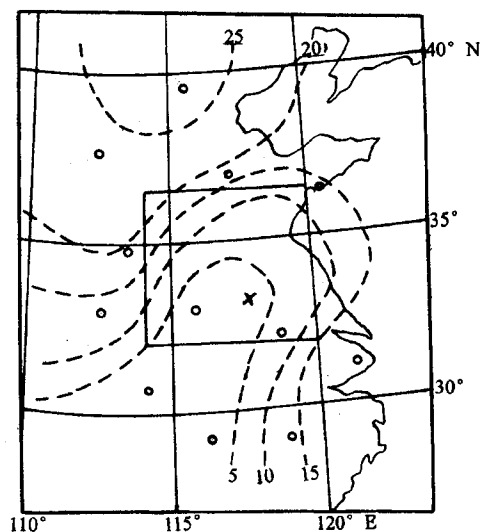


图1 1994年7月14日08时 $\sum(T - T_d)_{5+8}$ 分布图

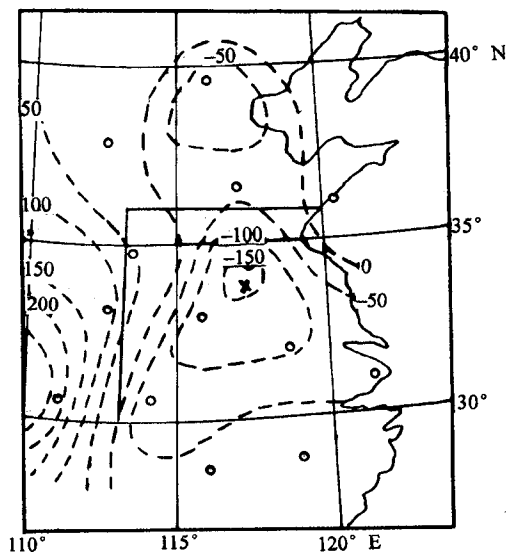


图2 1996年6月28日08时 $\Delta\theta_{se}$ 分布图

大气中各种能量的积聚和转换过程与天气的关系,特别是与强对流天气的关系早已为人们所注意,故利用总能量方法可以提供新的预报思路和线索。高空单位质量空气的总能量为:

$$E_t = C_p T + Lq + Agz + Av^2/2$$

式中字母为惯用代号。

本文仅计算 850hPa 等压面上空气质点

的总能量。高能区的选取方法如前。

当高能区在 $30\sim 34^{\circ}\text{N}$ 、 $114\sim 119^{\circ}\text{E}$ 范围内,且数值 $\geq 66.7^{\circ}\text{C}$ 时, x_3 为 1, 否则为 0, 概括率为 23/24。

x_4 : 地面倒槽、冷锋和三小时负变压。

a: 倒槽(或气压低值区)位于成都-西安-太原-北京-青岛-上海-南昌到赣州一线。

b: 地面冷锋已过呼和浩特-西安-成都, 进入倒槽。

c: $-\Delta P_3$ 最小值(数值最小 3 测站的几何中心)在 $31\sim 34^{\circ}\text{N}$ 、 $113\sim 119^{\circ}\text{E}$ 范围内, 且 $-\Delta P_3 \leq -1.5\text{hPa}$, 同时满足以上 a、b、c 3 个条件者, x_4 为 1, 否则为 0, 概括率为 20/24 (见图 3)。

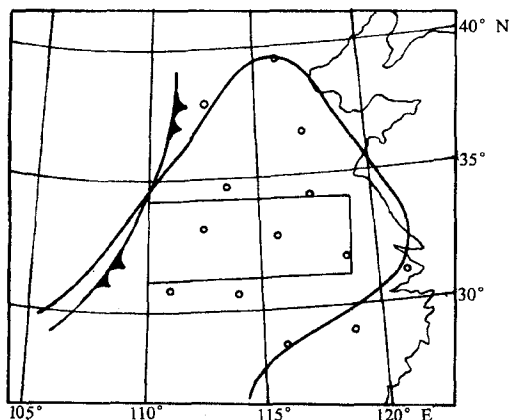


图3 倒槽冷锋及 $-\Delta P_3$ 位置示意图

以上 4 因子的历史拟合率和概率见表

1。

4 个因子 χ^2 信度检验为: $x_1^2 = 5.41 > x_{0.05}^2 = 3.84$, $x_2^2 = 15.98 > x_{0.001}^2 = 10.83$,

$x_3^2 = 35.3 > x_{0.001}^2 = 10.83$, $x_4^2 = 18.9 > x_{0.001}^2 = 10.83$; 表明以上 4 因子均通过 χ^2 信度检验, 它们与预报量之间存在着明显的相关关系。

表 1 x_i 和 y 的联合频数

预报量	x_1			x_2			x_3			x_4		
	0	1	Σ	0	1	Σ	0	1	Σ	0	1	Σ
0	21	14	35	21	14	35	29	6	35	26	9	35
Y	1	7	17	24	2	22	24	1	23	4	20	24
Σ	28	31	59	23	36	59	30	29	59	30	29	59

x_1 的历史拟合率 64%; x_2 的历史拟合率 73%; x_3 的历史拟合率 88%; x_4 的历史拟合率 78%。

1.4.3 预报方程的建立

用 0,1 权重回归方法建立预报方程: $y = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4$, 根据 x_i 和 y 的联合频数表, 分别求出 4 个因子的历史拟合率, $x_1 = 64\%$, $x_2 = 73\%$, $x_3 = 83\%$, $x_4 = 78\%$, 查权重系数表得: $c_1 = 2.9$, $c_2 = 5.0$, $c_3 = 9.9$, $c_4 = 6.3$, 将 c_1 , c_2 , c_3 , c_4 代入方程得:

$$y = 2.9x_1 + 5.0x_2 + 9.9x_3 + 6.3x_4$$

临界值 y_c 的确定: 将因子 x_i 取不同 0,1 时, 与预报量 y 求相关概率, 取相关概率最高的作为临界值 y_c , 根据这一原则求得该方程得 $y_c = 17.8$, 因此, 当 $y \geq y_c = 17.8$ 时, 可预报未来 24 小时内有暴雨, 方程准确率为 46/59(78.0%), 空报 10 次, 漏报 3 次。

2 试报情况

用气旋类暴雨预报方法对 2000 年 6~8 月进行试报, 结果为: 2000 年 6 月 25 日和 7 月 18 日两次暴雨均报出, 较为满意。

Rainstorms of Cyclone Forecast Method in Qingdao City

Geng Min Han Chunshen Lin Zixin

(Qingdao Meteorological Bureau, Shandong Province 266003)

Abstract

Based on the basic conditions of surface influence system and of the southwest jet at 700hPa, 40 rainstorms in June-August from 1983 to 1999 in Qingdao City are classified into three patterns with the method of the synoptic dynamics and statistics: cyclone, typhoon and cold-front. According to the prediction experience, a 0,1 weight equation is obtained to forecast the rainstorm at Qingdao City in summer. For an example, the accuracy of cyclonic rainstorm is 46/59(78.9%).

Key Words: quasi-saturation latent instability high-energy