

# 吉林省暴雨的气候分析

郑秀雅

曲桂芝

(吉林省气象科学研究所, 长春) (吉林省气象资料室, 长春)

**关键词** 暴雨 吉林省

## 内 容 提 要

通过对吉林省有气象记录以来41个台站的暴雨气候统计, 分析暴雨的时间和空间分布, 划分三个暴雨区, 讨论了暴雨天气系统的变化及地形对暴雨分布的影响。

暴雨是吉林省的主要灾害性天气之一, 据有关文献记载<sup>[1]</sup>, 1747—1962年的二百多年中, 曾发生过不同程度的水灾五十二次, 平均每四年发生一次。近年来暴雨时有发生。当前农业生产在很大程度上仍受气象条件的制约。为适应农业及国民经济现代化的需要, 对有气象记录以来的吉林省41个台站进行了暴雨气候统计, 以探讨暴雨的出现规律。

## 一、暴雨的时间分布

**暴雨日数** 根据41个台站历年各月暴雨(日雨量 $\geq 50$ 毫米)平均日数的统计(表略), 吉林省年平均暴雨日数为0.94天, 即每年每站平均约有一天暴雨日, 但各月分配不均匀, 有明显的季节变化(图1), 一年中从4月到11月均有出现, 但主要集中在6—9月, 尤以7、8月为最多。中西部地区暴雨日数7月多于8月, 东南部地区8月多于7月。如长春最多暴雨日在7月, 为0.8天, 而通化出现在8月份, 为1.2天。

**暴雨的起止期** 中西部草原区暴雨初日早, 一般在4月下旬到6月上旬。其次是南部地区为5月中、下旬到6月上旬。最晚的地区是延边西部, 在7月中、下旬到8月上、中旬。全省最早暴雨初日为天池的1964年4月20日, 最晚初日是汪清的8月16日(图2)。吉林省大部分地区暴雨终止日期在9月份(图3)。延边西部和白城地区结束的最早, 在8月中、下旬。东部珲春、延吉, 暴雨开始较早而结束最晚, 暴雨持续时间最长。延边西部地区暴雨开始晚、结束早, 暴雨期最短。最早终日为敦化的1954年8月14日, 最晚终日为珲春1964年11月12日。全省大范围的暴雨结束自西北向东南撤退, 白城地区和延边北部8月结束, 逐渐南退到长春、吉林、四平、通化

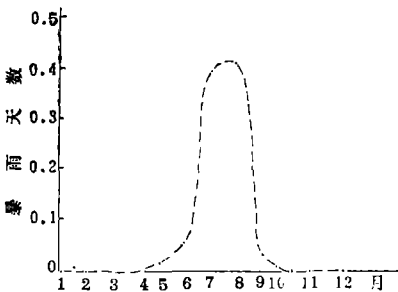


图1 全省平均暴雨日数的月分布  
Fig. 1 The distribution of the monthly mean of the rain gush days

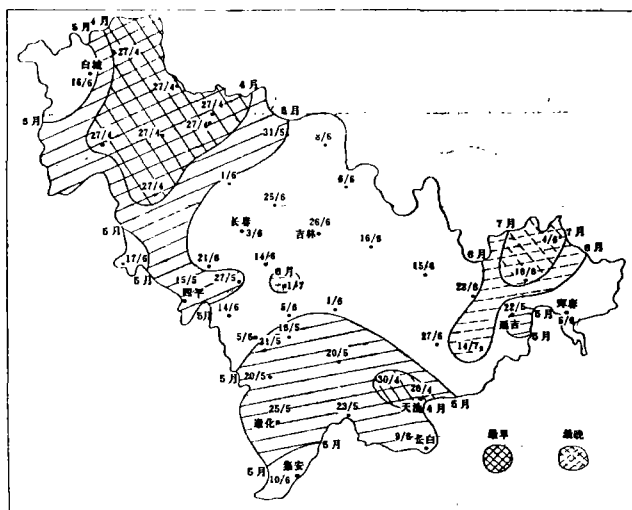


图 2 暴雨起始日期 (日/月)

Fig. 2 The beginning day of rain gush

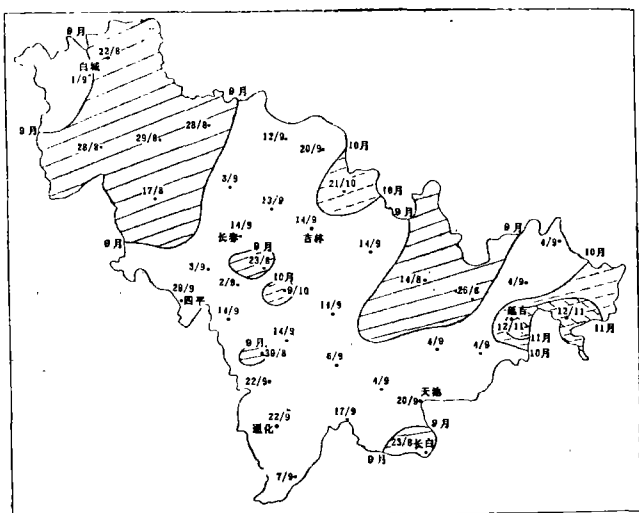


图 3 暴雨终止日期 (日/月)

Fig. 3 The stopping day of rain gush

(9月中、下旬)及延边的东南部(11月中旬)。

**暴雨的年际变化** 以通化代表东南部地区,长春代表中西部地区为例。通化的年平均暴雨日为2.0天,而长春只有1.1天。它们的年际变化较大且存在一定的周期性。通化一年中最多暴雨日有6天,长春只有3天。最少暴雨日均是零天。用方差分析方法计算结果,通化逐年暴雨日有17年周期,而它的5年滑动平均值有明显的14年周期(图4)。长春年暴雨日变化有7年周期,而5年滑动平均的变化有21年周期,信度均达到0.05—0.01,根据周期叠加估计,近期内暴雨日数仍是上升趋势,80年代后期逐渐下降。这与吉林省长年代降水资料分析所得到的结果基本相符<sup>[2,3]</sup>。

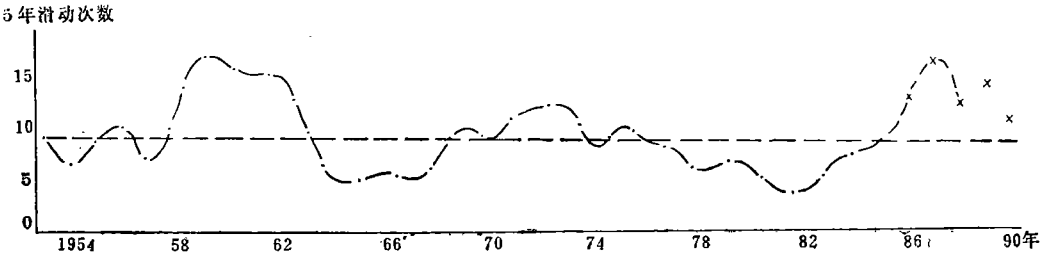


图 4 通化暴雨次数 5 年滑动曲线  
Fig. 4 The sliding curve of the rain gush number in Tonghua over 5 years

二、暴雨的空间变化及其分区

暴雨在吉林省各地均有发生,各站年平均暴雨日数分布特点:南多北少,西部略多于东部(图略)。长白山天池一带,通化地区南部2—3天,为全省暴雨最多地区;通化和四平地区大部,长春地区西南部及吉林和珥春为1—2天;其他地区均不足一天;敦化、松江一线以西为0.6—1天,此线以东至珥春以西在0.6天以下,一般0.3—0.5天,为全省最少暴雨区。暴雨最多的为天池,其次集安、通化、临江、四平、长春、吉林(九站)等地。这种由南向北和由西向东逐渐递减的分布特点与暴雨期长短见图(2,3)分布相近。

另外,对吉林省38个气象台站,从 1959—1978 年二十年的暴雨相对频率及累积暴雨量的分布情况分析后得出,中西部地区除农安、长春、四平、吉林(九站)等地暴雨频率为 65~70% 外,其余大部分地方为55%左右,个别地方如前郭旗、大安和三岔河频率为35~45%。通化地区南部山区的柳河,东岗、通化、临江、集安频率为 70~90%。延边地区(除珥春频率在50%外)的大部分地方为30~40%(图略)。

吉林省累积暴雨量分布的情况(图5):自西向东有一个较长地带即从通榆、前郭旗、三岔河经蛟河、桦甸、辉南、靖宇到松江、和龙、延吉、汪清、安图、敦化一带累积暴雨量不足1000毫米,其余各地均在1000毫米以上。其中双辽、农安、长春和四平为1300~1900毫米,珥春为1700毫米,通化、临江和集安为2000~4000毫米,长白山天池最多,累积暴雨量为4800毫米。

综观其上,暴雨起止期(即暴雨期)的长短,暴雨日数的分布,暴雨的相对频率及累积暴雨量的分布等特征极其相似,说明暴雨的分布有一定的规律性,根据这些特征,对暴雨进行分区。

划分暴雨区的主要指标是暴雨相对频率,并参考历年平均暴雨日数及积累暴雨量和

地形特点(表1)。根据表1暴雨分区指标,吉林省可分为三个暴雨区(图6):

1. 少暴雨区。本区包括两部分:①白城地区东北部的大安、前郭旗和扶余等地,该区由于所处位置偏北,水汽不足,但经常受高空冷涡前缘冷空气的影响<sup>1,2)</sup>,易发生局地雷

表 1 暴雨分区指标

Table 1 The index of division area of rain gush

| 暴雨区   | 暴雨<br>相对频率<br>(%) | 暴雨日数 | 累积暴雨量<br>(mm) |
|-------|-------------------|------|---------------|
| 少暴雨区  | <50               | < 1  | <1000         |
| 较多暴雨区 | 50~70             | 1 左右 | 1000~2000     |
| 多暴雨区  | 70~100            | 1~4  | 2000~4900     |

1) 郑秀雅:东北冷涡的天气气候分析,吉林气象,1982.1,p 1.  
2) 张本厚等:低压移动与降水分布,吉林气象,1983.5,p 66.

阵雨天气，雨量大小不均，暴雨量级相差很大。历年平均暴雨日数不足1天，累积暴雨量不足1000毫米，暴雨相对频率为35~45%。②东部山区的延吉、和龙、安图、敦化和汪清等地。此区处在西来系统的迎风坡，不利系统发展；同时长白山脉阻碍东南向水汽

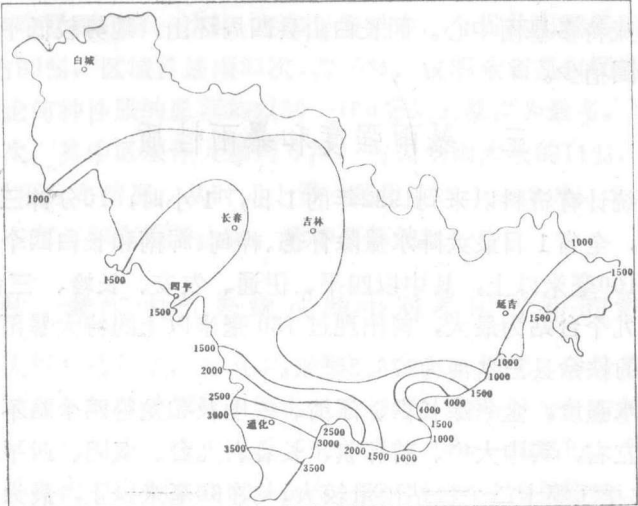


图 5 1959—1978年累积暴雨量分布 (单位：毫米)  
Fig. 5 The distribution of the accumulated rain gush amount from 1959 to 1978

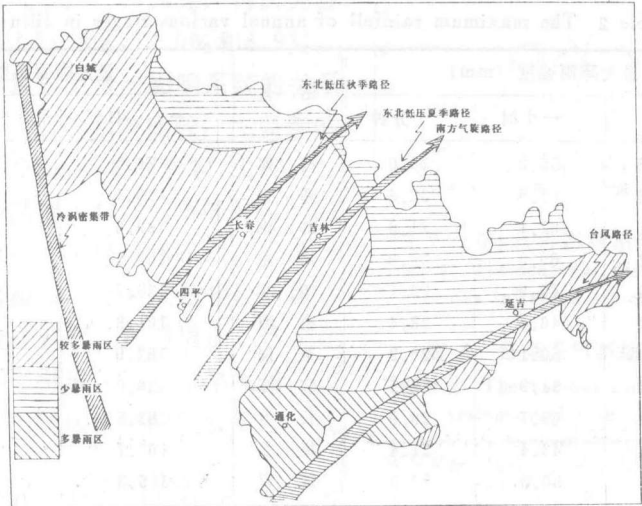


图 6 吉林省暴雨分区及影响系统密集带  
Fig. 6 The distribution of rain gush in Jilin province

输入，雨量不充沛，暴雨相对频率较低为30~40%，累积暴雨量为570~990毫米，历年平均暴雨日数为0.5天左右。但该区靠近海洋，受台风影响，易发生区域性暴雨。

2. 较多暴雨区。本区包括二个部分：①白城地区大部、长春、四平、吉林地区的全部及通化地区的辉南、海龙、柳河、靖宇、抚松等地。该区处于中西部的广阔地带，水汽来源较丰富，暴雨频率较高，雨量稍大，是全省主要暴雨区之一。因地势起伏，河网密布，多低洼地，在雨水集中的夏季易发生洪涝灾害。②东部系珲春河口一带的珲春

县。此区近海，水汽充沛，雨量较大，是东部主要暴雨区之一。

3. 多暴雨区。它包括通化、集安、临江、长白山天池等地。该区易受台风、南来气旋的影响，又在浑江、鸭绿江中、下游地区，水汽充沛，暴雨频率高，雨量大，易引起暴雨灾害，是全省暴雨发生最多的地区。长白山天池位于长白山脉的南侧，有利于南来水汽辐合抬升形成特多暴雨中心。而长白山县四周环山，地势较低平，水汽来源受山脉所阻，暴雨较周围稍少。

三、暴雨强度和暴雨性质

暴雨强度 统计有资料以来到1982年的1日，1小时，10分钟三个时段的最大降水强度(表2)得出，全省1日最大降水量除怀德、桦甸、辉南和长白四个县不足100毫米外，其他各站均在100毫米以上，其中以四平、伊通、农安、长岭、三岔河、东岗、集安、天池和琿春等九个台站为最大，曾出现过150毫米以上的特大暴雨。最大降水量强度出现在西部平原的扶余县三岔河为176.2毫米。

1小时最大降水强度，全省除长白、汪清、安图及和龙等四个站不足40毫米外，其他各站均在50毫米左右，其中大安、前郭旗、长春、九台、双阳、四平、双辽、通化、辉南、临江、敦化和松江等十二个台站雨量较大，均在60毫米以上，最大降水强度出现在中部的四平市，为86.3毫米。

表 2 吉林省历年各时段最大降雨强度  
Table 2 The maximum rainfall of annual various stages in Jilin province

| 站 名 | 最大降雨强度 (mm) |       |       | 站 名 | 最大降雨强度 (mm) |       |       |
|-----|-------------|-------|-------|-----|-------------|-------|-------|
|     | 一 日         | 一 小 时 | 十 分 钟 |     | 一 日         | 一 小 时 | 十 分 钟 |
| 白 城 | 119.2       | 56.2  | 30.0  | 桦 甸 | 71.5        | 48.5  | 32.5  |
| 镇 赉 | 100.6       | 50.9  | 32.8  | 通 化 | 129.1       | 65.8  | 24.0  |
| 大 安 | 138.1       | 62.1  | 21.9  | 辉 南 | 69.8        | 67.7  | 23.2  |
| 前郭旗 | 106.2       | 60.0  | 22.0  | 海 龙 | 107.5       | 54.5  | 26.9  |
| 乾 安 | 104.5       | 49.0  | 23.1  | 靖 宇 | 135.7       | 44.4  | 18.7  |
| 三岔河 | 176.2       | 46.4  | 28.4  | 柳 河 | 101.8       | 51.0  | 22.1  |
| 通 榆 | 131.0       | 50.1  | 20.2  | 东 岗 | 162.9       | 45.1  | 21.0  |
| 长 岭 | 151.8       | 51.9  | 22.5  | 临 江 | 126.0       | 61.2  | 22.0  |
| 长 春 | 130.4       | 69.7  | 26.9  | 长 白 | 93.5        | 27.7  | 19.3  |
| 榆 树 | 108.1       | 43.4  | 21.4  | 集 安 | 162.7       | 43.1  | 22.5  |
| 农 安 | 156.3       | 50.8  | 22.0  | 延 吉 | 105.3       | 55.2  | 23.8  |
| 九 台 | 122.2       | 63.2  | 21.8  | 罗子沟 | 141.8       | 35.0  | 17.0  |
| 双 阳 | 117.9       | 75.7  | 27.4  | 敦 化 | 129.0       | 71.0  | 25.0  |
| 四 平 | 154.1       | 86.3  | 31.8  | 汪 清 | 137.8       | 39.6  | 22.1  |
| 怀 德 | 86.3        | 54.2  | 22.0  | 明月沟 | 139.8       | 37.5  | 23.0  |
| 双 辽 | 136.8       | 67.8  | 28.0  | 琿 春 | 176.1       | 42.6  | 25.8  |
| 伊 通 | 160.4       | 57.6  | 22.3  | 和 龙 | 135.4       | 33.9  | 20.9  |
| 辽 源 | 119.2       | 50.9  | 22.5  | 松 江 | 120.6       | 60.0  | 22.3  |
| 九 站 | 119.3       | 59.9  | 23.5  | 天 洮 | 164.8       |       |       |
| 舒 兰 | 123.9       | 57.9  | 31.2  | 烟筒山 | 115.2       | 56.0  | 19.3  |
| 蛟 河 | 113.8       | 44.3  | 22.9  |     |             |       |       |

10分钟最大降水强度全省除烟筒山、靖宇、长白和罗子沟等四个台站不足20毫米外,其他地方均在25毫米左右,其中白城、镇来、四平、舒兰和桦甸等五个市县雨量较大,均出现了30~33毫米的暴雨。

**暴雨性质** 暴雨可分为局地暴雨和区域性暴雨<sup>1)</sup>。据1959~1978年38个气象台站暴雨机率统计(一个暴雨日算一次),在20年资料中,全省共出现暴雨330次,其中局地性暴雨297次,占90%,区域性暴雨33次,占10%,说明全省是以局地性暴雨为主,区域性暴雨不多。不论何种性质的暴雨均以50—100毫米的暴雨为最多,100毫米以上的暴雨很少。大暴雨46次,其中区域性大暴雨5次,占大暴雨次数的11%,占总暴雨次数的1.5%。区域性暴雨分布情况,从时间上看一般发生在7—8月,9月份较少。从空间上来看主要发生在东部和东南部山区,而中西部地区较少。

#### 四、暴雨天气系统及地形对暴雨分布的影响

影响暴雨的天气系统很多,有气旋、冷涡、台风、切变、冷锋等。它们也受气候震动,季节变化及地理差异等的影响,因而也就造成了全省暴雨分布的时空特征。

(1) 影响系统的历史变迁。统计了50年代和1960—1975年二个时期的影响系统得出,主要影响系统有明显差别。在50—60年,全省经常受冷涡影响,东亚经向度大,极涡偏心东亚,冷空气活跃,处在低温多雨时期<sup>[4,5]</sup>。图7是该期内各系统产生暴雨次数的季节分布<sup>2)</sup>,可见,冷涡暴雨次数最多,

占41.8%,其次为气旋,占27.4%,再次为台风、切变和冷锋,各占11.9%,10.0%和8.9%。

统计1960—1975年暴雨次数与影响系统的关系

(表3),和50年代影响系统比较,主要影响系统由气旋取代了冷涡,气旋的影响,由27.4%上升到62.5%,冷涡则由41.8%下降到7.6%。

主要因为1964年以后,极涡偏离东亚,东北冷涡和阻塞高压显著减少,暴雨次数也略有减少

(见图4)而气旋在该期内相对增加。特别在1983年,气旋暴雨来得早是历史上罕见的,白城地区4月下旬就出现区域性的气旋暴雨,打破了历史记录。

作者曾在80年代研究得出,1965年前后开始,影响吉林省的冷涡明显减少,而到80年代,冷涡又有上升趋势,1965—1980年期间夏季降水也明显减少,二者的相关系数达0.893,信度达0.001。这与上述结论相一致,也和图4的暴雨日数长年代变化相吻合,70年代初暴雨相对增多的原因是由气旋的相对增

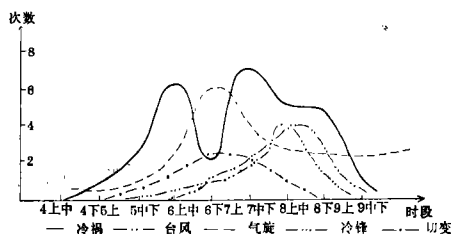


图7 50年代各影响系统的季节分布  
Fig. 7 The seasonal distribution of the various influence systems in 1950,s

表3 各类天气系统与暴雨次数

Table 3 The various kinds of weather systems and rain gush number

| 天气系统 | 气旋   | 台风   | 冷涡  | 切变  | 冷锋  | 合计  |
|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 暴雨次数 | 115  | 35   | 14  | 14  | 6   | 184 |
| (%)  | 62.5 | 19.9 | 7.6 | 7.6 | 3.3 | 100 |

1) 全省一天中有5个或5个以上的台站降暴雨定为一个区域性暴雨日,5个以下的台站降暴雨为局地性暴雨日。全省一天中≥4个台站降大暴雨定为一个区域性大暴雨日。<4个台站定为一个局地性大暴雨日。

2) 吴仪芳,丁士晟:吉林省暴雨的气候分析之一,吉林省预报改革经验汇编,1963。

加所致。

(2) 影响系统的季节变化。全省暴雨大致受上述五个系统影响,但各个季节和各个时期各系统的作用并非均衡,除环流的气候振动影响外,还受季节变化的影响。图7给出,4月下旬到5月下旬主要受冷涡和气旋影响。6月上中旬以冷涡为主,其次是气旋和切变。6月下旬到7月上旬以气旋为主,其次是冷涡和切变。7月中下旬以冷涡为主,其次是气旋、台风、切变及冷锋。8月上、中旬以冷涡为主,其次为冷锋、台风、气旋及切变。8月下旬到9月上旬以冷涡为主,其次为台风、气旋。9月中、下旬以气旋为主,其次为冷涡和台风。总之,冷涡影响两头大。而6月下旬到7月上旬气旋影响占优势。越到后期,台风和冷峰的作用越来越明显。

(3) 影响系统的地理分布。统计了影响系统的密集带和移动路径(见图6)发现,东北低压,黄河气旋有两条路径通过吉林省,一条从四平到长春,一条从辽源到吉林。这一区域是全省暴雨较多的地区。高空的冷涡密集带在西部。而冷涡的雨区分布主要集中在三、四象限,又以第四象限为最多,气旋的雨区分布是在气旋前进方向的右前方<sup>1)</sup>。特别是通化地区和长白山以东的天池、珲春一带,还受台风路径密集的影响,渤海和黄河气旋也经常移入该区。

(4) 地形对影响系统的作用。上面得出二个少暴雨区除了因为地理纬度偏北和长白山的阻挡使水汽供应不足外,延边西部的少暴雨区还受到长白山西部迎风坡的地形作用,使高空西风带槽减弱,不利高空涡度发展,也抑制低层气旋活跃所致,这可以从下列公式<sup>[6]</sup>讨论得到:

$$\frac{dA}{dt} = K(U - \frac{1}{2}\hat{U})A_m \sin(\delta - \delta_m)$$

$\frac{dA}{dt}$ 是流场扰动涡度的振幅随时间的变化,它取决于地形相当涡度扰动的振幅( $A_m$ )

和二者的位相差( $\delta - \delta_m$ )。其中  $(U - \frac{1}{2}\hat{U})$  在一般情况下  $> 0$ ,

$$U = -\frac{1}{f_0} \frac{\partial \Phi}{\partial y} \cdots \cdots \text{正压西风分速}$$

$$\hat{U} = -\frac{1}{f_0} \frac{\partial \hat{\Phi}}{\partial y} \cdots \cdots \text{切变西风分速}$$

在迎风坡,  $0 > \delta - \delta_m > -\pi$ ,  $\frac{dA}{dt} < 0$ , 对于自西向东移动的正压流场槽, 振幅减

弱, 气旋式涡度减少。而当背风坡时,  $0 < \delta - \delta_m < \pi$ ,  $\frac{dA}{dt} > 0$ , 振幅加强, 气旋式涡

度增加。另外可从移速来讨论, 正压流场在地形影响下的移速 $C$ 的表达式如下<sup>[5]</sup>:

$$C = (U - \frac{1}{2}\hat{U}) \frac{A_m}{A} \cos(\delta - \delta_m)$$

1) 张本厚、唐长保: 低压移动与降水分布, 吉林气象, 5期, 1983.

当正压流场槽线爬过山脊的前后,

$$|\delta - \delta_m| < \frac{\pi}{2}, \quad C > 0$$

即促进槽加速移动。但当低压移进地形谷时,  $\delta - \delta_m = -\pi$ 、 $C < 0$  地形对系统的移动起阻滞作用, 使得低压系统进入背风坡的河谷盆地或平原低洼地后移速减慢。

从上面影响系统的时空分布及地形所起作用的讨论中, 可以清楚的解释上述所得出的吉林省暴雨气候规律的统计事实。

### 参 考 文 献

- [1] 吉林农业编审组:《吉林农业地理》, 吉林人民出版社, 1979, p.17.
- [2] 丁士晟: 吉林省60年代降水超长期预报的检验,《气候变迁和超长期预报文集》, 1975, p.123.
- [3] Ding Shicheng, The influence of climatic variability on water resources in Jilin province China, IAHS Publ, No.135, 1982.
- [4] 吉林省气象台: 吉林省夏季低温多雨的中期天气分析及其预报,《气象学报》, 37卷, 1期, 1979.
- [5] 吉林省气象台: 造成东北区夏季持续低温的长期天气过程的分析,《大气科学》, 4卷, 1期, 1980.
- [6] 陈秋士: 地形对长波和超长波不稳定发展的影响,《气象学报》, 38卷, 4期, 1980.

## THE CLIMATIC ANALYSIS OF THE RAINSTORM IN JILIN PROVINCE

Zheng Xiuya

Qu Guizhi

(Meteorological Institute of Jilin  
Province, Changchun)

(Meteorological Date Room  
of Jilin Province, Changchun)

**Key words:** Rainstorm; Jilin

### ABSTRACT

The authors analysed statistically the rainstorm data which 41 observatories and stations began to record, for weather climate, and obtained the rule of rainstorm time-space distribution and division, and analysed the rainstorm nature. Then the authors approached the effect of the historical change and seasonal variation of various weather systems and topography, on rainstorm at last expained the features of rainstorm time-space distribution.