

华北区域一九七三年汛期降水预报会议

技 术 材 料 选 編

华北区域气象中心

一九七三年八月

毛 主 席 语 录

备战、备荒、为人民。

深挖洞，广积粮，不称霸。

要认真总结经验。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

前 言

今年华北区域汛期降水预报会议商定，将会议技术材料选编成册，以资交流。会后，在各省、市、自治区气象局（台）的大力支持和协助下，编辑出版了《华北区域一九七三年汛期降水预报会议技术材料选编》。由于时间短，水平低，错误和不当之处，请予批评指正。

华北区域气象中心

一九七三年八月十日

目

录*

一九七二年夏季华北地区的干旱概况及其环流分析

.....中央气象局气象台(1)

周期分析预报方法试验小结.....河北省石家庄地区气象台(6)

“时间序列预报方法”使用情况介绍.....河北省张家口地区气象台(10)

序列相关普查、组合和优选.....河北省保定地区气象台(14)

夏季天气阶段的划分与预报的初步尝试.....河南省气象局气象台(24)

关于干热风的调查情况和预报方法.....河南省邓县气象站(31)

多因子相关结合 181 天韵律预报

夏季暴雨过程.....河南省信阳地区气象台(34)

汛期长期预报方法.....河南省邓县气象站(40)

汛期降水长期预报的几种方法.....河南省延津县气象站(42)

一九七二年汛期降水预报中两种

预报方法的应用情况.....天津市气象局气象台(56)

反常分析.....内蒙古自治区巴彦淖尔盟气象台(63)

用单站资料制作冰雹天气长期预报.....内蒙古太仆寺旗气象站(66)

数轴序列的应用举例.....山东省气象局气象台(70)

用相关法作降水预报的初步总结.....山东省惠民地区气象台(73)

汛期降水预报方法介绍.....山东省济宁地区气象台(81)

汛期降水预报的几种方法.....山东省日照气象站(96)

全年和汛期降雨量的一种预报方法.....山西省雁北地区气象台(107)

运用多因子相关做大、暴雨的

长、中、短期预报.....山西省古县气象站(116)

* 按来稿先后顺序排列。

一九七二年夏季

华北地区的干旱概况及其环流分析

中央气象局气象台

一、华北地区干旱概况

华北地区由于一九七一年降雨总量就比常年偏少，七二年三月以后雨水又显著偏少，四月份先后出现了春旱，干旱范围广。三至五月华北地区降雨总量只有十至四十五毫米，与常年同期比较，大部地区偏少五成，其中北京偏少八成，河北保定和山西太原偏少六成。

入夏以后继续少雨干旱，并从六月上、中旬大部地区出现干热天气，最高气温普遍升到摄氏35度以上，最高达到40至42度。京、津、河北、河南及山东大部地区出现35度以上的最高气温，有六至十二天。到七月上、中旬北方又再度出现高温天气。高温范围之广，持续时间之长，均是解放以来所没有。由于持续的干热天气，更加重了华北地区旱情的发展。虽然七月下半月华北地区进入了雨季，但雨季很短，到七月底就结束了，旱情仍未全部解除。从六月至八月总雨量来看，华北地区一般只有100至250毫米，与常年比较大部地区偏少三至五成，其中北京、天津、石家庄、太原等地偏少五至六成，无降水日数（指日降水量 ≤ 0.1 毫米的日数，下同）在七十二天至八十天。

对建国以来三个春夏连旱比较严重的一九六五年、一九六八年和一九七二年进行比较，其干旱的共同点是：

1. 春、夏均少雨雪，干旱时间长，旱情严重。
2. 雨季开始日期迟（都在七月下半月开始），结束日期早，除六五年到八月中旬结束外，六八年、七二年都在七月底结束，这三年都是解放以来，雨季持续日期最短的几年。
3. 雨季降水强度都很弱，夏季华北大部地区降雨量都在250毫米以下，与常年同期比较都偏少三至五成。
4. 五、六月间都有一段比较突出的高温多大风的干热天气，加重了旱情的发展。但是，七二年干旱的程度和范围要比六五年、六八年更为严重，它们的不同之点是：
 1. 七二年的上一年降雨总量比常年偏少，而其它两年的上一年雨水均明显偏多。
 2. 七二年六、七月高温天气无论在地区范围和时间长度上，均比六五、六八年更突出。
 3. 七二年六至八月降水总量比常年同期偏少五成以上的地区比六五年、六八年范围

厂，无降水日数比六五年、六八年都要多。（详见下表）

站名 年 6至8月 无降水 日数	唐 山	承 德	北 京	天 津	保 定	沧 县	石 家 庄	邢 台	忻 县	大 同	河 曲	临 汾	运 城	
1972年	77	72	79	80	72	77	73	80	78	74	74	72	78	(天)
1968年	73	71	77	77	79	77	72	74	67	70	74	71	78	(天)
1965年	62	51	65	69	68	64	65	74	65	61	67	62	63	(天)

通过以上分析可以看出，七二年华北地区的干旱是在七一年总降水量比常年偏少的情况下发生的，加之春、夏又长期少雨，出现了春夏连旱，入夏后，又出现持续干热天气，更进一步加重了旱情的发展，七月下半月进入雨季以后，雨季持续时间短，雨季内暴雨或大暴雨少，六至八月无降水日数达七、八十天之多，降水总量在200毫米以下，因此造成了京、津、晋、冀等大部地区的旱情都比六五年、六八年还要严重，是解放以来最严重的一年。

二、环流分析

常年夏季500毫巴西风环流在亚欧地区一般是二脊一槽型，即欧洲和东亚上空是高压脊，乌拉尔山到贝加尔湖之间地区是低压槽，在中纬度 110° — 120° E附近就常有一西风槽，华北地区处于槽前西南气流下；加之西太平洋付热带高压（以下简称付高）的季节性北上，西南气流向东、向北伸展，将南方海洋上的大量暖湿空气带到北方，这样北边来的冷空气与南方来的暖湿空气经常在华北地区相遇，造成华北地区汛期的充沛降水。

一九七二年夏季500毫巴环流形势出现了异常的变化，使得华北汛期降水很少，干旱严重。七二年夏季500毫巴环流形势的异常变化，据初步分析，并与多年平均环流以及近二十年来几个较明显的旱年和涝年进行比较，现可从以下几个方面看出来。

（一）北半球西风带长波系统的变化。

夏季六至八月北半球500毫巴西风带长波系统平均情况是，欧洲（ 30° E左右）和北美西岸（ 120° W左右）各有一个长波脊，白令海峡附近（ 170° E左右）和北美东岸（ 70° W左右）各有一个长波槽。七二年长波系统的显著特点是整个夏季西风环流的主要槽脊位置稳定少变化，但振幅比常年明显增大，特别是欧洲地区从五月下旬开始到九月中旬一直是很强的高压脊。表现在欧洲环流型上，六至八月三个月都是E型占绝对优势。

（见此表）

环 流 型 月	各月欧洲环流型日数及其距平					
	W	ΔW	C	ΔC	E	ΔE
6	7	-4	2	-8	21	12
7	10	0	0	-11	21	11
8	8	-5	0	-7	23	12

伴随着这个高压脊在乌拉尔山东南侧地区也长时期存在一个很深的切断低压。这种长期稳定的环流形势，对华北地区的降水是有不利影响的：

1. 改变了亚洲地区西风环流的槽脊位置。通常夏季亚洲东部鄂霍次克海地区是高压脊，贝加尔湖地区是低压槽。七二年由于上游欧洲长波脊的加强，而下游亚洲地区环流的波长则相应变短，由常年二脊一槽型变为二脊二槽的形势。在鄂霍次克海通常是高压脊出现的地区，七二年夏季被低压槽所代替，除七月份出现较弱的高压脊且位置偏北外，六月和八月都是一个很深的低压槽；与之相反，在贝加尔湖槽区却经常出现高压脊，这在500毫巴候平均高度图上表现得很清楚，尤其是六月和八月更显著。这样就使我国上空环流的经向性气流加大，表现在亚洲中高纬度地区（ $45^{\circ}-65^{\circ}\text{N}$ ， $60^{\circ}-150^{\circ}\text{E}$ ）500毫巴月平均环流指数在六、七、八三个月中，经向环流指数都占优势。（见右表）

环流指数(%)	月	六	七	八
ΔI_s % (纬向)		84	83	96
ΔI_m % (经向)		98	120	151
ΔI_s % - ΔI_m %		-14	-37	-55

（ $\Delta I_m\%$ 、 $\Delta I_s\%$ 分别表示经向和纬向环流指数偏离多年平均值的百分率）

2. 我国西部高原地区500毫巴高度显著降低，从而影响高原暖高压的建立和发展，这不仅对付高的北跳西伸有一定影响（一般高原高压经常东移并入付高，有利于付高的西伸和北抬）也对华北上空中纬度西风槽的建立和加强产生一定的影响。而这些环流系统都是与华北降水有密切联系的。

（二）七、八月份西太平洋付热带高压变化剧烈。

七二年500毫巴平均图上付高总的特点是，上半年（一至七月）较弱，下半年（八月以后）开始加强，七、八月份变化较剧烈。七二年七月上旬，付高与常年情况相近，到七月中、下旬付高变得越来越弱，尤其是下旬整个太平洋区域内不出现588等位势什米线，这是五一年有资料以来所没有的。付高的异常偏弱，不仅影响华北上空中纬度西风槽的建立和稳定，而且也对西南季风以及太平洋上东南风对暖湿气流的向北输送产生影响。另外，付高的形状和位置分布对华北降水也有很大关系，一般当日本海附近出现较稳定的付高单体时，华北易出现较大降水。七二年七月付高很弱，从500毫巴候平均高度图上可以看到，只七月的第五候（21—25日）和第六候（26—31日），分别在日本和朝鲜出现一个很弱的付高单体（图上只有一个大于588位势什米的点），加之有付热带西风槽的配合，因此华北在七月中旬末至月底产生了几次较强的降水过程。总的说来，七月付高异常变弱，与华北大部地区七月份的降水量明显偏少是有密切联系的。

七月份付高如此削弱，除了其内在原因外，可能与以下三个因素的影响有关。一是前面

已讲过的高原暖高压及其东移过程的大大削弱；二是通常夏季亚洲东部鄂霍次克海地区是高压脊，它的存在对付高的北跳和强度的增强是有利的，而七二年夏季该地区被很深低槽所代替；三是西太平洋上台风活动的影响。七月份西太平洋上几乎每天都存在着台风漩涡的活动，尤其是第三号台风的生命史之长是解放以来少见的，从七月八日维持到二十七日，在北纬 20° — 30° 的洋面上打转和停留了二十天。这些都影响了付高的西伸和加强。

八月西太平洋付高虽明显加强和西伸，但由于大陆上付高位置的偏西和偏北仍对华北降水造成不利条件。常年八月份500毫巴高空图上，付高伸至大陆上的高压位置是在长江中、下游地区附近，这时华北处于高压北侧的西南气流之下，有利于华北地区降水。七二年八月大陆付高的位置比常年同期有很大的改变，八月上旬大陆付高出现在 90° — 105° E， 35° — 40° N；中旬在 100° — 115° E， 30° — 38° N，比常年要偏西和偏北，华北上空的付热带西风槽位置亦相应向西偏移，因此华北上空盛行西北气流。

(三) 华北西风槽位置的不稳定。

常年盛夏一般付高北跃西进，青藏高原地区也经常维持暖性高压，而华北地区正处于二个高压之间的低压区，有利于西风槽的建立和维持。

年 旬	六 月	七 月			八 月		
	下	上	中	下	上	中	下
多年平均	135° E	130° E	120° E	115° E	112° E	115° E	120° E
1956年	133° E	120° E	115° E	112° E	110° E	120° E	130° E
1965年	155° E	148° E	145° E	150° E	120° E	120° E	125° E
1972年	145° E	140° E	75° E	120° E	129° E	130° E	129° E

上面表中数字，表示六月下旬至八月下旬华北中纬度西风槽线（沿 40° N上）的位置（经度）。常年七、八月份平均槽线位置稳定在 110° — 120° E，也就是华北处于这个槽前的西南气流之下，地面多气旋活动，故易于产生降水。从表中可看出，一九五六年（涝年）其槽线位置与多年平均情况比较一致，而一九六五年（旱年）则出入很大。一九七二年与一九六五年相类似，槽线位置很不稳定，六月下旬至七月上旬在 140° — 145° E（偏东），七月中旬在 75° E（偏西），七月下旬才移到 120° E附近接近常年平均位置，而相应华北大部地区的雨季降水也是集中在七月中旬末至月底的一段时间。可见华北上空西风槽的位置和维持时间的长短与华北夏季降水有着比较密切的关系。

七二年华北中纬度西风槽位置的这种变化，是与整个环流形势的变化相联系的。由于付高前期很弱，后期位置偏移大，高原高压的削弱，加之亚洲上空西北气流加强，这样就使华

北中纬度西风槽不易建立和维持。

(四) 印缅槽宽广平直。

七二年夏季非洲北部的付热带高压，受到乌拉尔山东南侧地区长时期存在的一个很深的切断低压的影响，整个夏季九个旬中有八个旬在500毫巴旬平均图上东伸脊点（588线最东端）的经度位置较常年偏西（见下表）。

年 旬	六 月			七 月			八 月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下
多年平均	70°E	58°E	60°E	60°E	60°E	62°E	60°E	60°E	60°E
1972年	62°E	70°E	48°E	54°E	54°E	58°E	54°E	52°E	48°E

东边的西太平洋付热带高压，夏季总的特征是强度较弱，位置偏东。这就使得七二年盛夏亚洲低纬度地区500毫巴平均高度持续偏低，印缅低槽宽广平直。将一九七二年六月下旬至八月下旬584等位势什米线在20°N上的经度位置与多年平均相比较，两者差别很大，七二年东西两条584线等位势什米线之间离开的经度很宽广，尤其是七月中旬到八月上旬更为显著，而且在八月三个旬中，印缅低槽的中心位置都较常年要偏西5个经度以上。印缅低槽区的这些变化，对于华北地区降水的水汽主要来源印度洋和孟加拉湾一带的水汽向北输送带来了不利的条件。

综上四个方面的分析，一九七二年夏季500毫巴环流形势，无论是中高纬度还是中低纬度，都出现了一些不同于常年平均情况的变化。这些变化，一方面减弱了西南气流的纵深北进，影响了南部和东部海洋上暖湿空气的向北输送；另一方面对华北的低涡活动也造成了不利条件，贝湖地区上空西北气流的显著加强，使冷暖气流不易在北方地区，尤其是华北上空相遇，因而致使华北地区汛期降水很少，干旱严重。

周期分析预报方法试验小结

河北省石家庄地区气象台

从一九七一年冬季开始,我们试用吉林省气象台提出的周期分析作为预报石家庄市月、季降水量的依据之一,取得一些效果。为了进一步检验这种方法的可靠性,我们又采用统一的资料年限和周期数进行验证。通过验证和去年试用的情况,对这种方法有以下几点认识:

(一)除了七月和夏季(6—8月)降水量外,其它月份和季节降水量的预报效果不能令人满意。

1. 用一九二二年至试报年前一年的资料,试报一九五二,一九五七,一九六二,一九六七,一九七二年各年、季、月降水量趋势的预报准确率为 $\frac{46}{85} = 54\%$ 。唯有五月、七月和八月准确率稍高,分别为 $\frac{4}{5}$ 、 $\frac{4}{5}$ 、 $\frac{4.5}{5}$ (见表一)

表一

正确次数 验证年	月	季	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	春	夏	秋	冬	年
52、57、62、67、72			3	2.5	2	2	4	2	4	4.5	2	3.5	2	3	3	3	0	2	3

注:预报与实况距平符号相同但差两级,或实况距平值为0,子报值差一个量级,则按对一半(即0.5)算。

2. 挑选三个周期的方差比均 ≥ 2.0 ,连续试报五年(1952、1953、1954、1955、1956)的降水量势趋其总的预报准确率为 $\frac{75}{130} = 58\%$,只有六月、七月、九月和夏季(6—8月)较好,其准确率分别为 $\frac{4}{5}$ 、 $\frac{12}{20}$ 、 $\frac{7}{10}$ 、 $\frac{10}{15}$ 。

3. 挑选在三个周期稳定的情况下(即在试报年内主要与次要周期不变)连续试报五年,其预报准确率为 $\frac{41}{65} = 63\%$,其中七月和夏季(6—8月)及年降水量预报准确率较高,均为 $\frac{4}{5}$ 。

4. 用连续月的周期分析试报1952、1962、1972年1—12月降水量趋势, 其准确率只有 $\frac{25}{48} = 50\%$, 其中七月和九月较高, 均为 $\frac{4}{4}$ 。

5. 用连续季的周期分析试报一九七二年冬、春、夏、秋各季降水量趋势, 除春季不准外, 其它三季都正确。

综合上述各种试报的结果, 周期分析作为予报石家庄市七月和夏季(6—8月)降水量趋势还可以用, 其它季节和月份予报效果不稳定, 可靠性差。

(二) 用三个周期叠加, 予报石家庄市七月和夏季降水量, 所用的资料年代在三十五年以上的予报效果较好。

1. 表二列举用30年和35年以上资料试报1952, 1957, 1962, 1967, 1972年7月降水量的效果, 从中可以看出, 用35年以上的予报4次, 趋势基本正确。

表二

年 代	52	57	62	67	72
实 况	154.9	69.4	151.9	270.9	49.4
用30年资料予报值	380.2	177.9	238.9	47.1	215.6
用35年以上资料予报值		149.2	31.7	206.2	-10.0

2. 予报夏季降水量的效果与七月相同, 用35年以上的资料比用30年资料的准确率较高。

另外从表三所列的用30年和35年以上的资料求算七月份的周期、方差比和历史资料逼近程度 ($D = \frac{\text{剩余方差}}{\text{总方差}} \times 100\%$) 中可以看出, 就历史资料的逼近情况, 用短资料的往往比用长资料的拟合的好, 但予报效果却不一定好。

表三

资料年代	1922	1927	1932	1937	1942	1922	1922	1922	1922
	1951	1956	1961	1966	1971	1956	1961	1966	1971
周 一	10	15	15	15	13	5	5	5	5
二	13	4	10	13	4	13	7	7	7
期 三	3	7	9	2	5	18	3	3	13
方 一	2.86	3.14	5.06	6.82	2.02	3.58	3.77	4.08	3.51
差 二	2.50	3.89	2.51	2.95	4.97	2.39	2.25	2.50	3.27
比 三	4.31	2.46	3.05	4.00	3.79	2.39	3.46	2.28	2.47
D %	5.8	6.6	1.0	1.1	12.8	5.0	41.0	45.7	27.6

注: D表示叠加周期曲线与历史实况曲线的逼近程度, 即 $D = \frac{\delta}{d} \times 100$

$$\delta = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{y}_i)^2 \text{ 即计算与实况之差的平方之和}$$

$$d = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{y})^2 \text{ 即距平方之和}$$

(三) 为提高周期分析的预报效果, 随着资料的逐年增加, 需要重新求算周期。

为了了解周期分析有效的使用年限, 我们统计了用35年和40年资料、三个周期的方差比均 ≥ 2.0 而且较稳定的情况下连续试报十年的效果, 如表四, 可以看出其预报情况在六年以内还可以, 六年以后准确率往往下降。

表四

资料年代		F_1	F_2	F_3	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
1922	R7	3.58	2.39	2.39	✓	✓	×	×	✓	✓	×	×	×	×
1956	R夏	5.87	3.49	2.19	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	×	×
					62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
1922	R7	3.77	2.26	3.46	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓
	R夏	4.88	2.59	2.79	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	×	×	×
1961	R9	4.06	3.48	2.48	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	✓

(四) 五年和七年周期占优势, 且较普遍存在于各季, 这两个周期叠加的预报效果也稍好。

在我们求算的467个周期(包括月、季年)中, 方差比 ≥ 2.0 的周期共167个, 18种周期中以5和7占多数, 分别为 $\frac{34}{167} = 20\%$ 和 $\frac{25}{167} = 15\%$ 。(见表五)

表五

周期次数	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	15	17	18	20	21	23	24
	20	16	5	34	6	25	7	6	2	4	13	4	13	5	1	3	2	1

二

(一) 为什么七月和夏季降水量的预报果好些? 从上述验证结果可以看出, 要使周期分析于预报效果好, 必须具备周期的稳定性和显著性, 单是三个周期的方差比均 ≥ 2.0 或者只具

备周期的稳定性都不能有效地提高预报效果。用35年以上资料求算的七月和夏季降水量的周期都具备显著性和稳定性，其它月份或季节，有的只具备其中之一甚至两者都不具备，因此预报效果不稳定或者根本不好。

(二) 用35年以上资料的预报效果为什么比用30年资料好些？虽然从统计准确率来看是这样，但主要还是取决于周期的稳定性和显著性。从表三可以看出用30年资料的七月降水量的周期，其方差比值虽比用35年以上资料的大，但其稳定性较差。

(三) 周期分析预报方法的基本思路是认为气象要素的时间序列，除了季节性周期（气候）外，还存在“其它的周期”。因此决定这种方法的预报效果的关键是“其它的周期”是否客观存在？物理机制是什么？就目前的技术水平是难以肯定这个问题的。从历史验证和统计分析中注意到两种现象。一是用连续月和季计算的季节性周期的方差比是相当大，如连续季的第一个周期4（即一年四季）的方差比达169.1，连续月的第一个周期12（即一年12个月）的方差比为57.5。就我们计算的467个非季节性周期（即“其它的周期”）中，只有一个方差比达10.37，还有一个达6.96，其它均小于此数。这样“其它的周期”无论从显著性或稳定性都远比季节性周期小得多，也许这是周期分析预报方法的效果不能令人满意的一个原因。另一个现象是，无论是去年试用还是进行历史验证，一致反映五和七的周期占优势且较普遍存在于各季之中，这或许不全是偶然巧合，有待今后继续探讨。

(四) 尽管存在上述问题，这种方法比直观判断要素曲线的升降趋势，在客观化和定量方面具有一定的优越性，且可用来制作一年以上的趋势预报。

三

我们考虑今后对这种方法还可以在以下几个问题上进行研究改进：

- (一) 寻找周期稳定性的判别方法。
- (二) 选择适当周期数的条件。
- (三) 如何更合理地求振幅值。
- (四) 用标准化或距平百分比计算连续季或月的周期分析。

“时间序列预报方法”使用情况介绍

河北省张家口地区气象台

根据科学院大气物理研究所介绍的“时间序列预报方法”我们做了一九七三年六月份的降水量预报。用一般的解多元联立方程的方法，由于数字较大、步骤较多、计算复杂不便于手工运算，后来我们引用了兄弟单位介绍的《电子计算机解联立方程运算顺序》，计算起来比较方便。虽然这种方法计算程序较多，但条理清楚，便于手工运算，感到这种计算方法对一般台站是可行的。

“时间序列预报方法”的操作步骤是：

①资料整理；②计算相关函数；③确定预报系数（用《电子计算机解联立方程运算顺序》解多元联立方程）；④给出预报结果。

现以张家口一九七〇年六月份降水量预报为例，将以上四步说明如下：

一、资料整理：

如表一，将资料按时间顺序排成序列，并求出各年六月降水量的距平值 Q_t 。

表 1 张家口 6 月份降水量（单位：毫米） 平均值 = 55.9

时间(年)	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
降 水 量	56.0	7.9	32.0	58.2	93.2	70.2	125.2	61.9	60.8	80.1	74.7	41.3	29.1	22.1	27.0	43.6	58.5	63.4	25.9	57.2
距 平 值	0	-48	-24	2	37	14	69	6	5	24	19	-15	-27	-34	-29	-12	3	8	-30	1

二、计算相关函数：

用表一中的距平值由下式计算相关函数。

$$R(K) = \frac{1}{M-K} \sum_{t=1}^{M-K} Q_t \cdot Q_{t+K}$$

式中：M为序列总数（即资料总年数），如表一， $M = 20$

K为数 0、1、2、……5，

$R(K)$ 为相隔K年的六月份降水量距平值 Q_t 相乘相加的平均值

如：

$$R(0) = \frac{1}{20} [0 \times 0 + (-48) \times (-48) + (-24) \times (-24) + \dots + (-30) \times (-30) + 1 \times 1] = 71.4$$

$$R(1) = \frac{1}{19} [0 \times (-48) + (-48) \times (-24) + (-24) \times 2 \dots \dots + 8 \times (-30) + (-30) \times 1] = 30.4$$

$$R(2) = \frac{1}{18} [0 \times (-24) + (-48) \times 2 + (-24) \times 37 \dots \dots + 3 \times (-30) + 8 \times 1] = 157$$

表2列出了张家口六月降水量 $K=0, 1, 2, 3, 4, 5$ 的相关函数。

表2 K级相关函数距

K	0	1	2	3	4	5
R(K)	714	304	157	-29	-87	-244

三、确定预报系数:

报次年(1970年)同期的预报系数,由解下列线性方程组确定。

$$R(0)a_1 + R(1)a_2 + R(2)a_3 + R(3)a_4 + R(4)a_5 = R(5) \dots \dots (1)$$

$$R(1)a_1 + R(0)a_2 + R(1)a_3 + R(2)a_4 + R(3)a_5 = R(4) \dots \dots (2)$$

$$R(2)a_1 + R(1)a_2 + R(0)a_3 + R(1)a_4 + R(2)a_5 = R(3) \dots \dots (3)$$

$$R(3)a_1 + R(2)a_2 + R(1)a_3 + R(0)a_4 + R(1)a_5 = R(2) \dots \dots (4)$$

$$R(4)a_1 + R(3)a_2 + R(2)a_3 + R(1)a_4 + R(0)a_5 = R(1) \dots \dots (5)$$

将表2中的有关 $R(K)$ 值代入上列方程组得:

$$714a_1 + 304a_2 + 157a_3 - 29a_4 - 87a_5 = -244 \dots \dots (1)$$

$$304a_1 + 714a_2 + 304a_3 + 157a_4 - 29a_5 = -87 \dots \dots (2)$$

$$157a_1 + 304a_2 + 714a_3 + 304a_4 + 157a_5 = -29 \dots \dots (3)$$

$$-29a_1 + 157a_2 + 304a_3 + 714a_4 + 304a_5 = 157 \dots \dots (4)$$

$$-87a_1 - 29a_2 + 157a_3 + 304a_4 + 714a_5 = 304 \dots \dots (5)$$

用《电子计算机解联立方程的运算顺序》解方程组的步骤,(表中 c_1, c_2, c_3, c_4, c_5 各为 a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 的系数)。

顺序	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	R	运 算 步 骤
1	714	304	157	-29	-87	-244	方程(1)
2	1	0.426	0.22	-0.041	-0.122	-0.342	1 各项 $\div 1 C_1$
3	304	714	304	157	-29	-87	方程(2)
4	304	129.504	66.88	-12.464	-37.088	-103.969	$3 C_1 \times 2$ 各项
5	0	584.496	237.12	169.464	8.088	16.969	3-4
6	0	1	0.405	0.29	0.014	0.029	5 各项 $\div 5 C_2$
7	157	304	714	304	157	-29	方程(3)
8	157	66.882	34.54	-6.347	-19.154	-53.694	$7 C_1 \times 2$ 各项
9	0	237.118	96.033	68.764	3.32	6.876	$(7C_2 - 8C_3) \times 6$ 各项
10	0	0	583.427	241.583	172.834	17.818	7-8-9
11	0	0	1	0.414	0.296	0.031	10 各项 $\div 10 C_3$
12	-29	157	304	714	304	157	方程(4)
13	-29	-12.354	-6.38	1.189	3.538	9.918	$12C_1 \times 2$ 各项
14	0	169.354	68.588	49.113	2.371	4.911	$(12C_2 - 13C_3) \times 6$ 各项
15	0	0	241.792	100.102	71.57	7.5	$(12C_3 - 13C_4 - 14C_5) \times 11$ 各项
16	0	0	0	563.596	226.521	134.671	12-13-14-15
17	0	0	0	1	0.402	0.239	16 各项 $\div 16 C_4$
18	-87	-29	157	304	714	304	方程(5)
19	-87	-37.062	-19.14	3.567	10.614	29.754	$18C_1 \times 2$ 各项
20	0	8.062	3.262	2.338	0.113	0.234	$(18C_2 - 19C_3) \times 6$ 各项
21	0	0	172.875	71.57	51.171	5.359	$(18C_3 - 19C_4 - 20C_5) \times 11$ 各项
22	0	0	0	226.525	91.063	54.139	$(18C_4 - 19C_5 - 20C_6 - 21C_7) \times 17$ 各项
23	0	0	0	0	561.039	214.514	18-19-20-21-22
24	0	0	0	0	1	0.382	23 各项 $\div 23 C_5$

由24式得 $a_5 = 0.382$, 将 a_5 的值代入17式得: $a_4 + 0.402 \times 0.382 = 0.239$, $a_4 = 0.239 - (0.402 \times 0.382) = 0.085$, 将 a_4 、 a_5 的值代入11式得 a_3 的值, 将 a_2 、 a_4 、 a_5 的值代入6式得 a_2 的值, 将 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 的值代入2式得 a_1 的值。

即 $a_1 = -0.287$, $a_2 = 0.046$, $a_3 = -0.117$, $a_4 = 0.085$, $a_5 = 0.382$ 。

四、给出预报结果:

将计算出的预报系数 a_1 、 a_2 …… a_5 的值及65年、66年、67年、68年、69年的6月降水量距平值-12、3、8、-30、1分别代入公式:

$$a_1 QM-4 + a_2 QM-3 + a_3 QM-2 + a_4 QM-1 + a_5 QM = QM+1$$

即: $(-12) \times (-0.287) + 3 \times 0.046 + 8 \times (-0.117) + (-30) \times 0.085 + 1 \times 0.382 = 0.5$

得1970年张家口6月降水量的距平值为0.5, 最后将平均值55.9加上, 即得1970年张家口6月降水量预报值56.4mm。

并且我们用这种预报方法计算了张家口1968年~1973年6年的6月降水量及1967年~1973年7年7月的降水量, 从计算值和实况比较(见表三)。

表 3

项 目 \ 年 份	六 月						七 月						
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
历年平均值	55.9	55.9	55.9	55.9	55.9	55.9	124.0	124.0	124.0	124.0	116.1	116.1	116.1
实 况 值	25.9	57.2	47.9	52.2	64.3		150.9	111.8	106.5	65.3	57.9	47.7	
计 算 值	72.0	60.9	56.4	59.8	53.7	63.4	120.0	105.9	133.1	131.5	125.4	132.1	122.1
计算值和实况的差值	+46.1	+3.7	+8.5	+7.6	-10.6		-30.9	-5.9	+26.6	+66.2	+67.5	+84.4	
备 注	1. 计算值比实况值多为正, 比实况值少为负 2. 7月的历年平均值1970年以前接近124.0, 1971年以后接近116.1, 故1971年以后换成116.1。												

可以看出凡降水量接近平均值的年份, 计算值与实况出入不大, 凡降水量与平均值偏离较多的年份效果不好。

以上是我们试用这种方法的情况, 由于我们对这种方法体会不足, 有待进一步学习。