

降水长期预报若干方法

杭州大学 数学系 概率统计组
地理系 气象专业

一九七七年十二月

目 录

前 言

(一)长江中下游汛期旱涝的前期欧亚环流特征分析及预报	4
(二)聚类分析在天气预报中的应用.....	39
(三)多级逐步判别及其在长期预报中的应用.....	55
(四)马氏链在降水预报中的应用.....	88
(五)利用逐步回归方法作汛期降水预告的试验.....	122
(六)新安江流域汛期降水量的周期分析及趋势预报.....	135
(七)平稳时间序列方法.....	154
线性自回归模型的一个算法介绍.....	154
(八)一种客观的相似预报及天气分型方法的初步尝试	167
附 录：部分计算程序.....	183

~ BCY — TQ 16 算法语言 ~

1. 聚类分析程序.....	184
2. 逐步回归分析程序.....	189
3. 逐步判别分析程序.....	193
4. 差分析程序.....	204

前 言

从1973年开始，我们接受浙江省科技局的委托，为新安江水电厂作流域的降水量长期预报，以后又为浙江省水电部门，以及长办作长江中下游汛期旱涝趋势预报，本汇编就是几年来的一部分工作成果。在这些工作中，我们初步尝试了引进当时概率统计的一些新方法如多级逐步判别、聚类分析等用于作降水量的长期预报，取得了一些成果。但当时由于“四人帮”的干扰破坏，取消自然科学的理论研究，反对学习外国先进科学技术，诬蔑搞四个现代化是“复辟资本主义”，因此我们当时只能应付业务预报，没有作深入细致的理论探讨。以英明领袖华主席为首的党中央，于去年10月一举粉碎“四人帮”，为民除了“四害”，此后，以华主席为首的党中央，高举毛主席的伟大旗帜，抓纲治国，动员全国人民和科技工作者，向科学技术现代化进军，在本世纪末实现四个现代化而努力奋斗，在大好形势的鼓舞下，我们深感有必要对这个工作重新进行修改整理，作为我们向即将召开的全国科学大会的微薄献礼，同时也求教气象工作者。

我们在工作过程中曾得到新安江水电厂气象组、长江流域规划办公室水文处预报科同志们的大力支持和积极协作，在此，我们表示衷心感谢。

参加这项工作的有数学系概率统计组陆传荣、林正炎、周诚同志；地理系气象专业姚稼荣、刘为伦等同志。

尽管我们作了一定的努力，由于我们的水平有限，错误在所难免，
望请同志们批评指正。

杭州大学数学系概率统计组。

地理系气象专业。

一九七七年十二月

长江中下游汛期旱涝的前期欧亚环境特征

分析及预报

引言

长期天气预报·尤其是特旱、特涝天气趋势预报·对于国民经济有着重要的意义·目前·还缺乏系统、完整、可靠的方法·关于造成长江流域特旱、特涝的环流形势分析·已做了大量的工作〔1、2、3〕·对形成长江中下游旱、涝的大气环流背景有了进一步的认识·这对于作好长期天气旱涝趋势预报无疑是很重要的·

分析、掌握大型天气过程长期演变的规律·是做好长期预报必不可少的·对这方面的工作·尽管国内、外许多气象工作者作了很大的努力·但总的来说·我们了解得还是很不够·这个问题如果不解决·长期天气预报的准确率就不可能有显著的提高·

本文想从特旱、特涝的几个典型年份的500mb月平均环流进行分析·进一步了解掌握造成旱、涝的环流不同特征·然后·通过旱、涝年份前期冬半年(10月至当年3月)各月500mb月平均图相关场的分析·探索影响长江中下游汛期旱涝的前期环流特征·并对某些主要的影响环流系统的演变过程作分析·找到了若干供长期降水预报用的指标·建立预报方程·作旱涝趋势预报·经初步试用·效果尚好·

造成汛期特旱、特涝的环流特征

选取长江中下游汛期(5—7月)特涝的四年(1954、1962、1969、1973年)·特旱的四年(1957、1961、1962、1972年)·见表1。选取的标准是以1953年——1976年*

表一

年 份		5—7月总降水量(m.m)	6月份降水量(m.m)
涝 年	1954	1100	417
	1962	699	321
	1969	660	441
	1973	748	251
旱 年	1957	457	161
	1961	463	171
	1963	482	118
	1972	440	165
多年平均		593	223

间5—7月总降水量最大(最小)的四年,并参考该年6月份降水量也要明显偏大(偏小)的年份。

* 资料由长江流域规划办公室水文处预报科提供

图 1 a、b 分别为涝年、旱年（各四年）的 6 月份 500 mb 月平均图及距平图。两张平均图一定程度上反映了旱、涝年 6 月份环流的主要特征。

① 西太平洋付热带高压：涝年 6 月份的付高月平均脊线较通常，约在 $20^{\circ}N$ 左右，即梅雨期的脊线平均位置西伸脊点偏西。在我国华南沿海，菲律宾北部为正距平区，而在 $110^{\circ}E$ 以东的 $25^{\circ}N$ 以北为负距平，588 位势什米线的北界偏南，约在 $24^{\circ}N$ 左右。这种距平场说明付高呈东西向带状形态。从付高的面积指数及强度指数〔4〕看，表 2，是属付高偏强的情况。涝年付高面积指数平均为 21，四年都是 >18 （多年平均值为 18），即要不小于多年平均值。付高强度指数也表现出类似差别。这种付高环流型就是陶诗言等所指出的

表 2 旱涝年付高各特征量

年 份	付高面积指数	付高强度指数	付高西伸脊点位置 ($^{\circ}E$)	付高 588 线北界 ($^{\circ}N$)	付高脊线位置 ($^{\circ}N$)
涝 年	1954	18	100	25	20
	1962	19	32	110	20
	1969	26	62	115	17
	1973	20	31	114	18
	平均	21	35	110	24

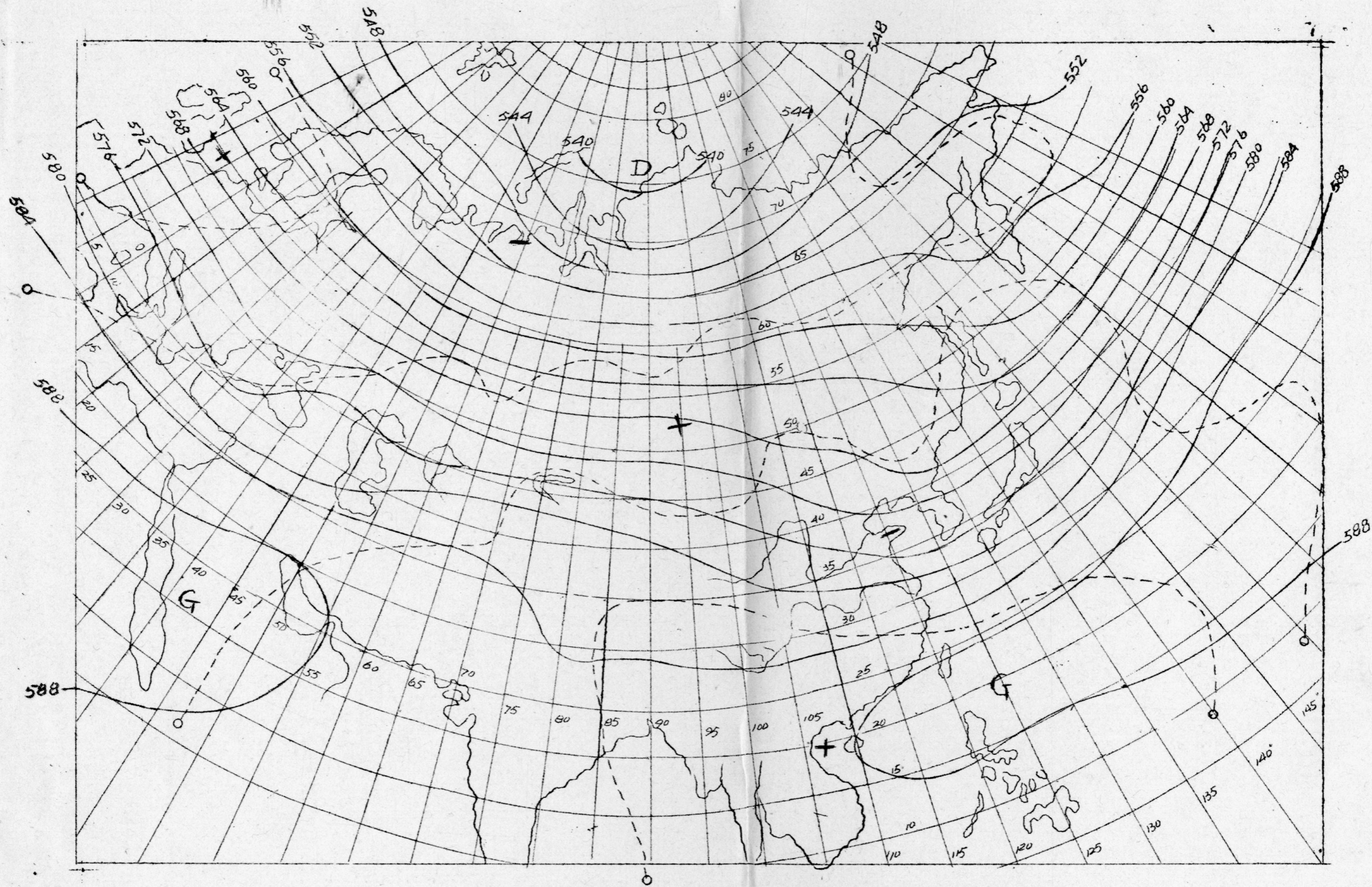


图1.a: 涝年(54.62.69.73年)6月份500 mb月平均图

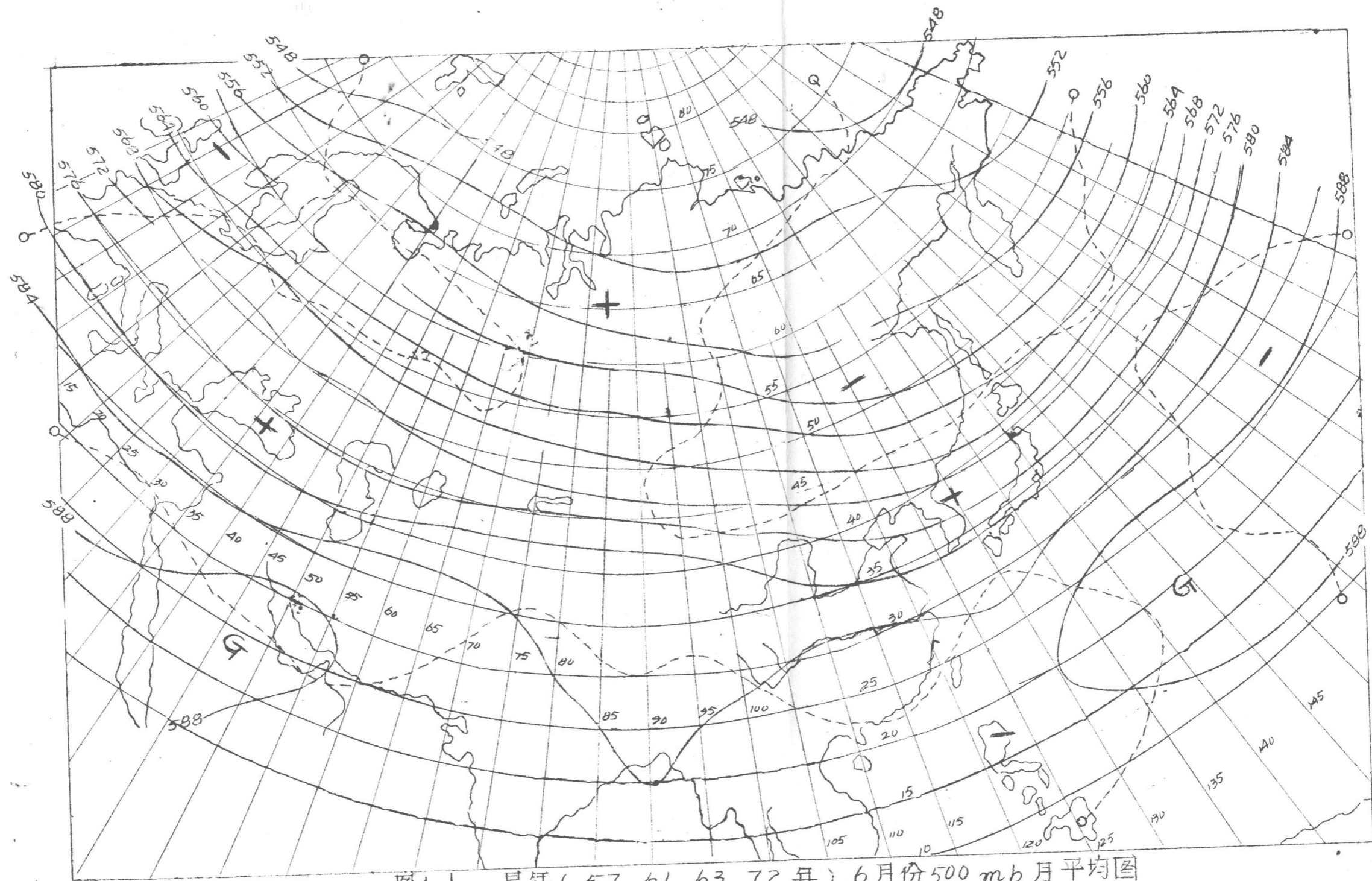
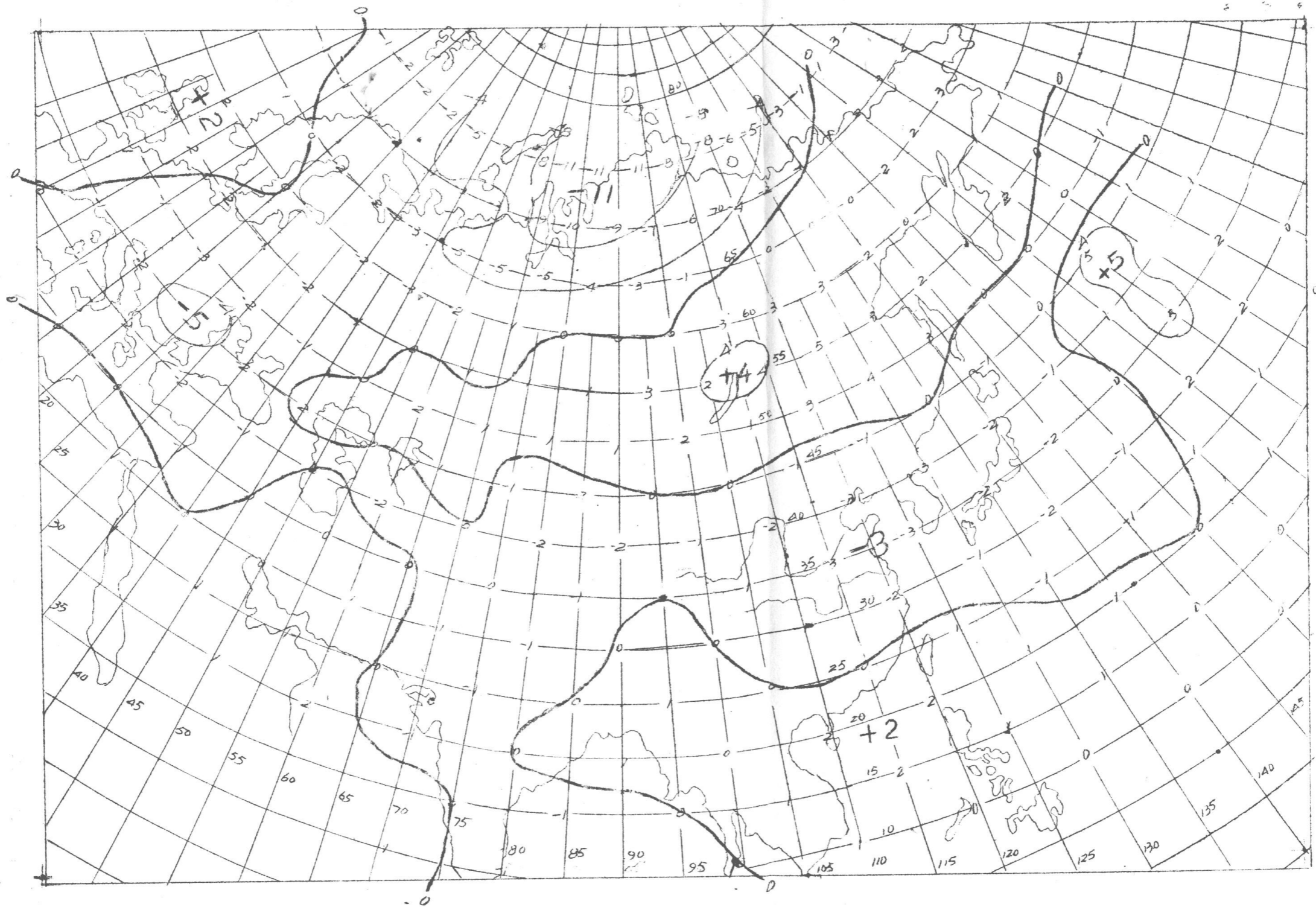


图1.b: 旱年(57、61、63、72年) 6月份500 mb月平均图



· 图1.C : 6月份500 mb 月平均涝年减旱年差值图

续上表

旱 年	1957	16	44	128	26	20
	1961	17	19	113	26	23
	1963	20	41	135	30	24
	1972	17	22	128	26	21
	平均	18	32	124	28	22
多年平均		18	35	120	25	20

夏季长江流域多雨的基本环流型式^[5]。而旱年的付高特征与涝年有很大的差异。几乎在 100°E 以东， 25°N 以南地区均为负距平，说明旱年付高的位置偏东，偏北。从表2更清楚看到这一点。付高西伸脊点平均在 124°E （涝年平均在 110°E ），月平均脊线在 20°N 以北，588位势千米线北界在 26°N 以北（涝年在 25°N 以南）。付高一般呈块状形态。从付高面积指数及强度指数来看，是属于偏弱的。这与文献^[6]的结果不完全一致。主要是由于他们考虑的是付高的主体（ $155-180^{\circ}\text{E}$ ）的情况。这也说明付高主体与边缘部份对长江中下游降水量的影响是不完全相同的。这样，我们可以把付高在旱年和涝年的不同型式粗略地示意成图2的模式（看作是对应脊线南北对称）

斯公望周钦华姚棣荣^[7]在分析50—60年代长江中下游梅雨季节雨量时也指出付高西伸加强是典型多雨年特征，而付高位置偏东是梅雨季节典型少雨年的特征。

② 东亚西风带环流特征：涝年500mb月平均距平场基本上呈

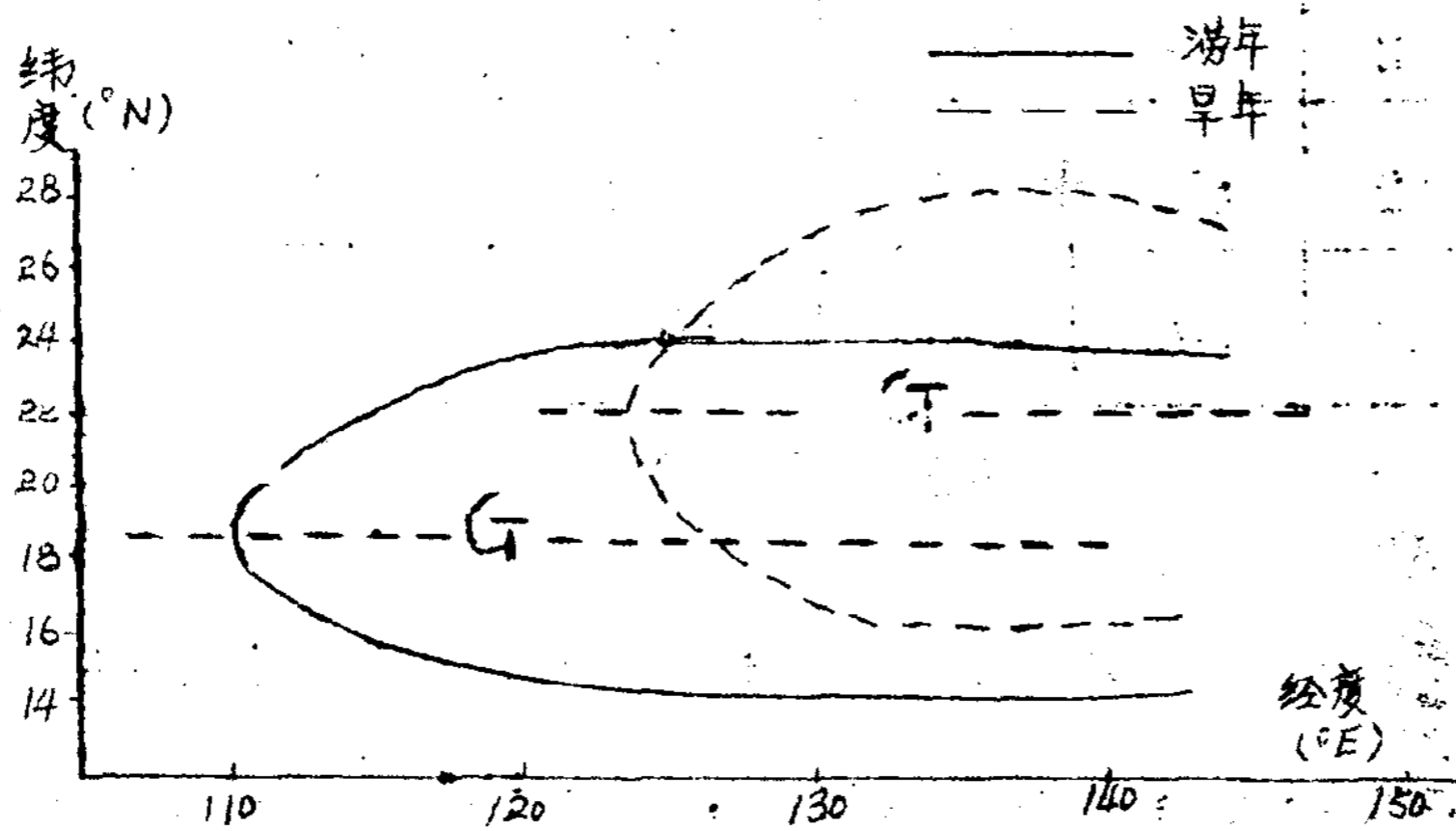


图2 旱年涝年6月份500mb付高模式示意图

纬向分布。在东亚 $30-45^{\circ}N$ 间是负距平区；而旱年负距平区在 $45^{\circ}N$ 以北， $30-45^{\circ}N$ 之间反而为一正距平区。这种距平分布情况，说明涝年汛期中西风环流槽底偏南，付热带西风强而偏南；而旱年则偏北而弱。图3是旱年和涝年 $120-140^{\circ}E$ 区域平均地转西风风速随纬度变化曲线图。涝年的西风风速在 $30-35^{\circ}N$ 之间最强，比旱年要大2米/秒以上。而旱年在 $45-50^{\circ}N$ 的纬度上还有一相对大的西风速带。从中纬度的纬向环境指数 I_z 也可以进一步说明这一点。涝年亚洲的纬向指数 I_z 为 0.94 ，(位势什米/纬距)而旱年为 0.87 。东亚西风带与付高这种配置特征，表

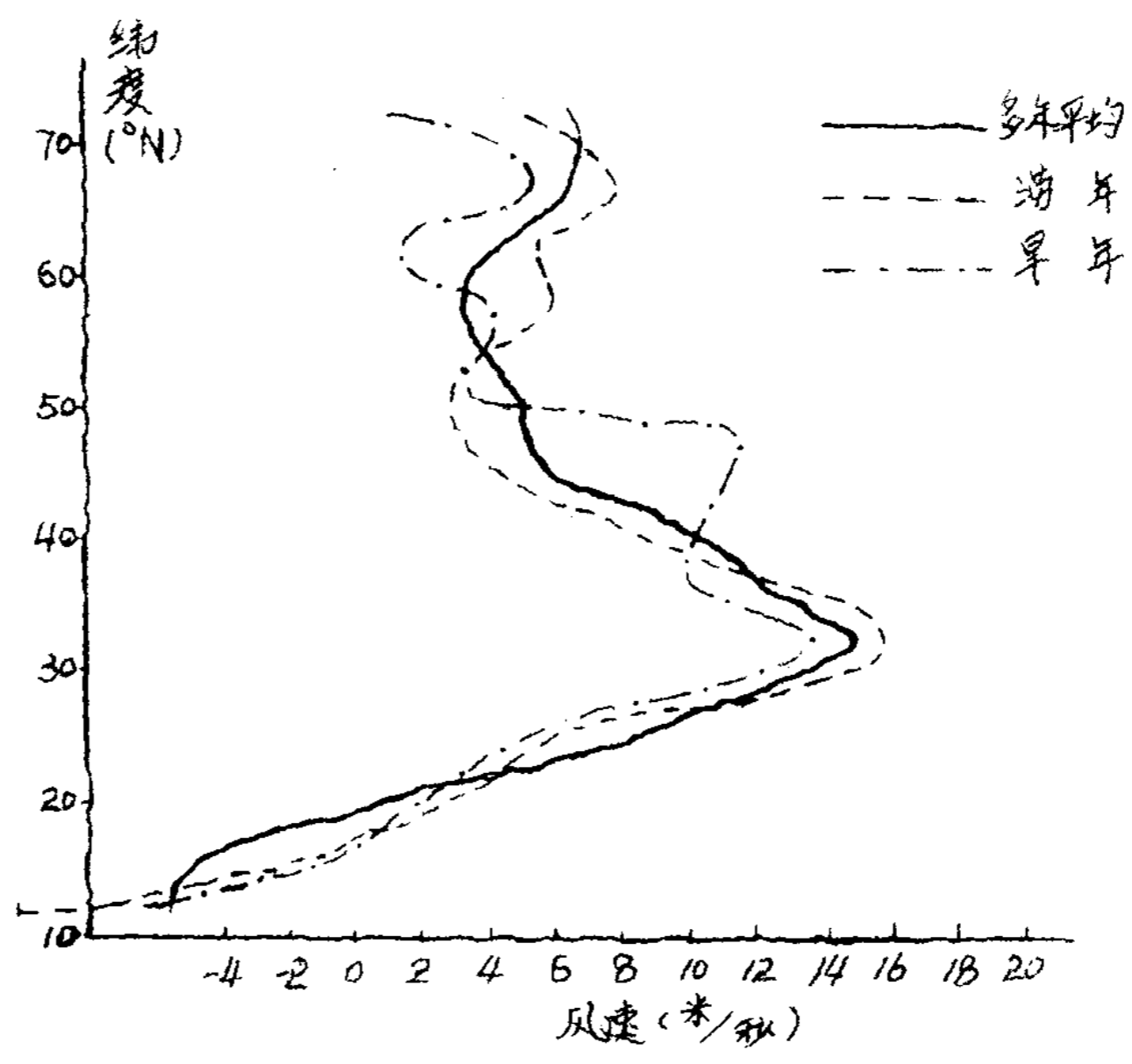


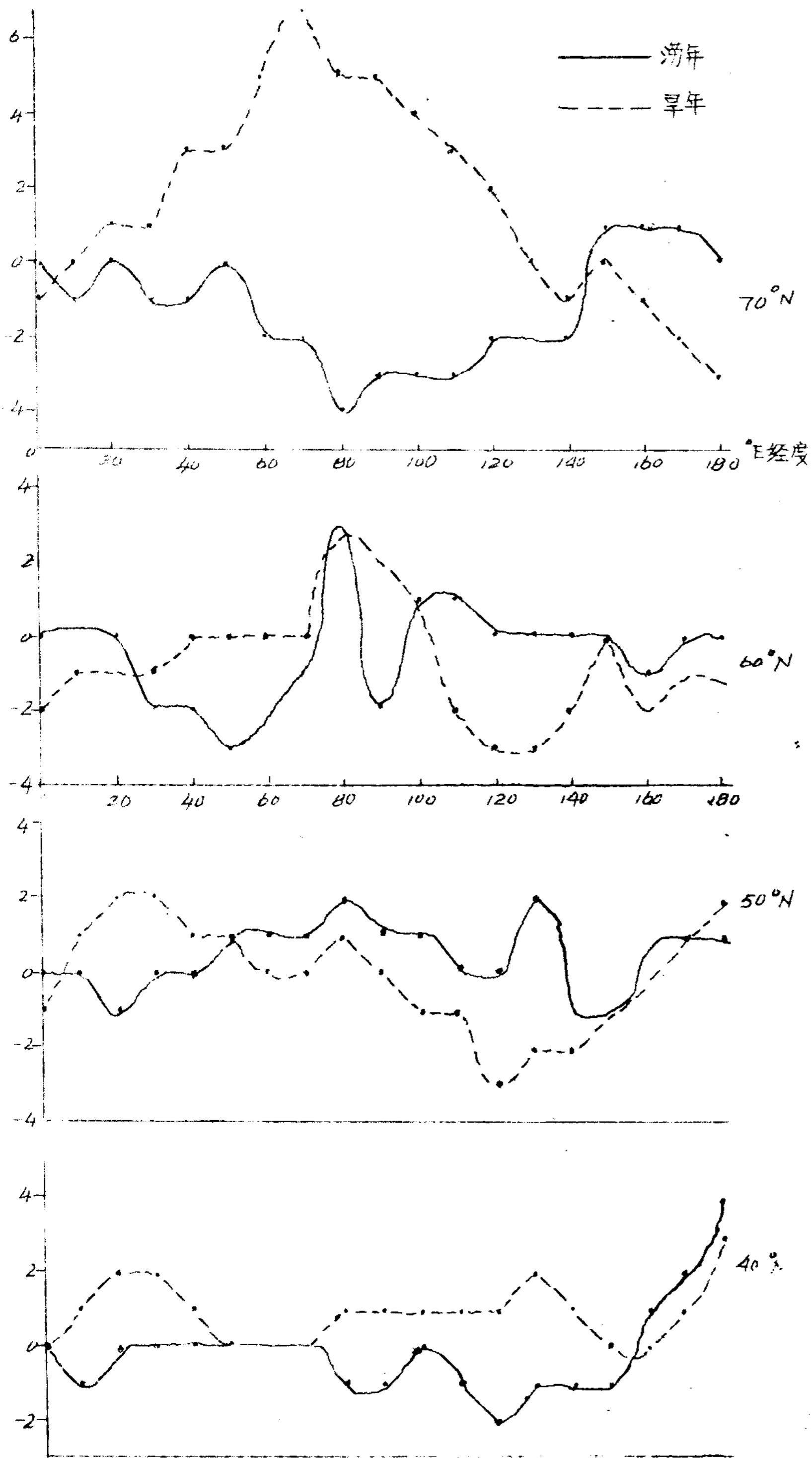
图3 旱、涝年6月平均西风随纬度变化曲线

明涝年中低纬锋区强而偏南，由槽后引导南下的冷空气与付高西侧引导北上的暖湿气流在锋区附近交绥在长江中下游造成明显的雨带，产生强而持久的降水过程。而旱年则相反，锋区弱而偏北，雨带较弱。

③ 中高纬度环流特征：60°N 以北的高纬地区，涝年与旱年6月份的环流特征也有很大差异。涝年是呈东西向分布宽广的负距平区，说明极涡有明显地伸向欧亚地区现象，即高纬地区经向环流较为发展，有利于源源不断地引导冷空气到较低纬度。而旱年则相反，高纬为一正距平区，冷空气弱而不利于到达较低纬度。

图1C是涝年与旱年6月份500mb月平均差值图（涝年减旱年）。图4是不同纬圈上涝年与旱年6月份500mb高度距平随经度分布曲线图。

在中高纬度上，旱年与涝年环流差别较显著的主要有两个区域。



图四：旱年与涝年不同纬圈上6月份500mb高度距平随经度的分布曲线。

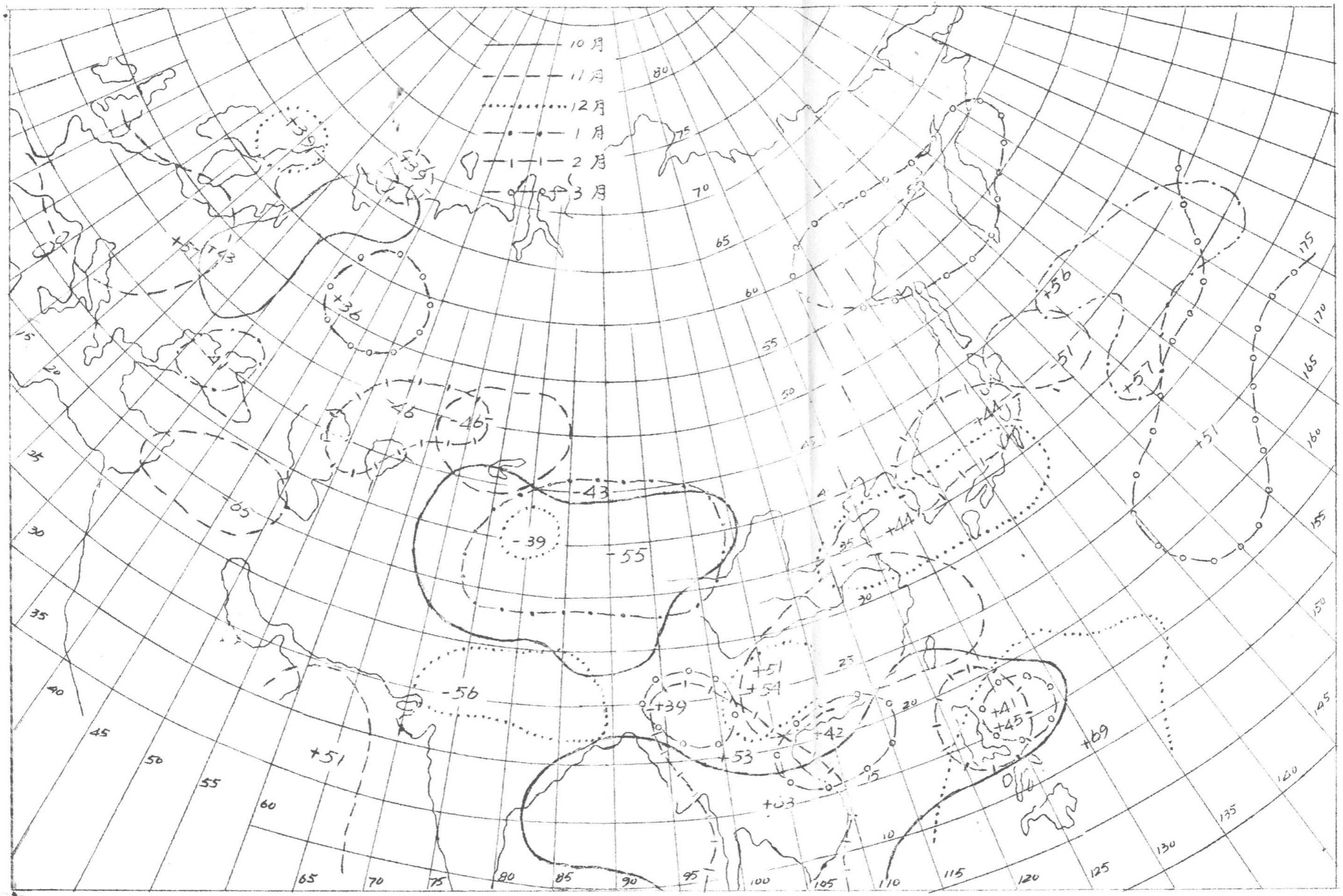


图5 长江流域中下游5-7月降水量与冬半年各月500 mb月平均高度相关的关键区示意图
 (说明: 所注数字为关键区中心强度)

东边是 $110-140^{\circ}E$ 的东亚大槽区。在涝年， $70^{\circ}N$ 以北为负距平区， $50-70^{\circ}N$ 为正距平带， $25-45^{\circ}N$ 又为负距平带，而 $45^{\circ}N$ 以南又为正距平带。此种距平分布情况，结合图 3 西风廓线，可以进一步说明东亚地区存在两条锋区。北边一条极锋锋区在 $70^{\circ}N$ 左右。即在图 1·c 上高纬的差值 0 线附近。涝年的平均地转西风速为 7.9 米/秒（旱年为 5.3 米/秒）。南边一条在 $30-35^{\circ}N$ 的付热带西风锋区，涝年的平均地转西风速也显著大于旱年（ 15.9 米/秒与 13.6 米/秒）。在这两条锋之间的中纬度带（ $45-60^{\circ}N$ ），涝年的西风速小于旱年。这个区域正是鄂霍茨克高压经常活动的地区。

另一个旱年与涝年区别较大的区域是在欧洲 $20^{\circ}-40^{\circ}E$ 之间。中纬度旱年为正距平，涝年为负距平，差值图（图 1·c）上为一明显的负区。表明欧洲浅槽涝年明显加深，而其东则的乌拉尔地区常有高压脊活动。在两个高压脊之间南侧为一槽区，欧亚这种西风带环流形势，结合一定的付高环流型，是产生持续性降水的环流背景。

以上仅较多地注意旱、涝年环流的一般特征。实际上每年的情况是比较复杂的。如 1961 年，6 月份付高面积指数及强度指数等都较小，但由于西伸明显（付高西伸脊点在 $113^{\circ}E$ ），长江中下游为付高系统所盘踞，在付高下沉气流控制下，干旱少雨，而同为旱年的 1963 年 6 月，虽付高较强（面积指数、强度指数均较大，分别为 20.41 ），但由于付高明显偏东，偏北，长江中下游虽不在付

高下沉气流控制下，但由于夏季风很弱，也造成少雨干旱。与陶诗言等人〔5〕指出的长江流域少雨型的付高特征是一致的。因此，在作天气预报时，还要进行具体分析。

二、长江中下游汛期降水与冬半年500mb 月平均环流的相关分析

利用1953—1976年长江中下游5—7月降水总量及6月份降水量，500mb平均图为其前期冬半年（上年10月至当年3月，范围为 0° — 180° E， 10° N— 75° N，每隔 10° 经纬度取一网格点，计算降水量与各月500mb网格点高度的相关系数。这样对5—7月，6月份各得到六张相关系数分布图（图略）。

相关系数 $\geq |0.50|$ 时，可达 $\alpha = 0.01$ ；相关系数 $\geq |0.39|$ 时，可达信度 $\alpha = 0.05$ 。凡是相关系数 $\geq |0.39|$ 的高相关区，可称它为关键区。为简要起见，我们把这些关键区填在图5上。从相关系数分布图及图5中，我们可以初步看到如下几个现象。

① 相关场的分布不是零乱的，而是呈现明显的系统性。不仅是同一月份里的相关场分布具有系统性，即正负相关区成片地相间出现。在不同月份，其正负相关区分布有其相对稳定性，即存在于一定的区域范围内。且随着季节的推移有向东扩展移动的趋势。说明长江中下游汛期降水量多寡与前期冬半年各月欧亚500mb月平均环流有着