

浙江省夏季旱涝年及前期异常特征*

施 能, 袁晓玉, 陈绿文, 黄先香

(南京气象学院大气科学系, 南京 210044)

摘 要: 采用 1951 ~1960 年浙江省 4 站和 1961 ~1999 年浙江省 36 站的夏季降水资料划分了浙江省夏季旱涝年。研究了夏季旱涝的同期及前期环流异常特征, 研究了浙江省夏季旱涝的预报方法。

关键词: 旱涝年, 预报方法, 环流异常

中图分类号: P466 **文献标识码:** A

浙江省夏季经常受到洪涝、干旱等灾害性天气的影响。长期以来旱涝预报一直是气象界重要的研究课题。文献[1]用浙江省内 4 个站的资料研究了浙江省的旱涝气候变化, 由于观测站数太少, 全面代表浙江省大范围的旱涝年会有一定困难。本文利用浙江省内 36 站的夏季降水资料, 划分了 1951 ~ 1999 年浙江省夏季降水的旱涝年, 分析了浙江省旱涝的北半球大尺度特征及与我国夏季大尺度天气气候异常的关系, 研究了浙江省旱涝预报的预报因子及预报工具。

1 资料与方法

1.1 资 料

本文利用浙江省气候中心整编的浙江省内所有气象观测站资料。其中夏季降水用的是 36 个气象观测站的月降水量资料。它们是杭州、宁波、衢州、温州、椒江、丽水、嵊州、金华、龙泉、慈溪、乍浦、嘉兴、萧山、富阳、石浦、泰顺、平阳、云和、坎门、临海、宁海、东阳、建德、湖州、大陈、余姚、仙居、淳安、桐庐、定海、乐清、绍兴、安吉、温岭、嵊泗、遂昌。它们较均匀分布在浙江省内, 有 1961 ~ 1999 年的无缺测的月气象观测资料。本文夏季降水采用 6 ~ 8 月的总降水量。这样所有的月、季资料可以组成资料矩阵 $m \times n$, $m = 36$ (站), $n = 39$ (a)。它可以代表浙江省范围的降水特征。

环流资料用 1961 ~ 1999 年的 500 hPa 的月平均高度资料, 夏季用 6 ~ 8 月的平均, 春季用 3 ~ 5 月的平均, 冬季用 12 月 ~ 次年 2 月的平均。

1.2 方 法

为划分浙江的夏季旱涝年采用了 3 种方法。首先是气象场自然正交分解方法。将夏季降

* 浙江省重大项目 '991103364' 资助

收稿日期: 2001-03-19; 改回日期: 2001-06-14

第一作者简介: 施 能, 男, 1942 年 5 月生, 教授。

水的资料矩阵 mX_n 分解为 $mX_n= mV_m \cdot mZ_n$ 。其中, mV_m 是空间函数, 而 mZ_n 则是时间函数(时间权重系数)。对整个浙江省划分旱涝, 降水的第 1 经验正交函数表示了浙江省大尺度降水异常特征。它的第 1 时间权重系数是区别浙江省范围旱涝的主要依据。划分浙江的夏季旱涝年的另两个方法是统计浙江省平均的夏季降水距平及统计浙江省夏季 36 个观测站中正(负) 距平站数的特征。

本文计算出浙江省 1961 ~ 1999 年逐年夏季 36 站降水的平均距平; 统计出浙江省夏季 36 站中正(负) 距平的站数。显然, 它们能提供浙江省范围夏季旱涝的信息。因为浙江省范围内的涝(旱) 年应该表现出浙江省大范围的降水正(负) 距平, 所以, 它们基本上有正比例的关系。这个结果与自然正交分解方法比较, 从而可以确定 39 a 中的浙江省的旱涝年。此外, 参考了 1961 ~ 1999 年的夏季降水距平图。

2 1961 ~ 1999 年浙江夏季旱涝年

降水的第 1 特征向量的贡献率是 95.2 % , 它与浙江省的多年平均降水场极为相似。它的时间权重的大值对应浙江省的涝年, 大的负系数对应干旱年。表 1 给出 1961 ~ 1999 年逐年按 3 种方法的排序的结果。本文认为旱、涝年频率不能超过总年数的 1/3。所以, 表中只给出排序后的较大(小) 的 13 a。3 种排序方法为: (1) 按第 1 时间系数从大到小排列; (2) 按 36 站平均的夏季降水平均距平从大到小排列; (3) 按 36 站中的降水具有正距平的站数从大到小排列。所有的排列给出该排列方法所对应的涝、旱年。

从表 1 看出, 3 种不同的排列方法大致得到相同的结果(表中黑体的年份是共同的年份)。在涝年中 1997, 1983, 1999, 1994, 1992, 1989, 1993, 1982, 1980, 1975 年都处在 3 种排序的前 10 位, 本文就将它们选取为浙江省涝年。在旱年中 1967, 1971, 1986, 1964, 1978, , 1963, 1991, 1961, 1979, 1966, 1981, 1968 都处在 3 种排序的最小的前 12 位, 本文就将它们选取为浙江省旱年。

表 1 1961 ~ 1999 年浙江省夏季旱涝年		
Table 1 Summer drought and flood years in Zhejiang Province for 1961 ~ 1999		
	较大年份	较小年份
按经验正交分解	1999, 1997, 1992, 1989, 1993, 1983,	1967, 1971, 1986, 1964, 1978, 1963,
第 1 时间系数排序	1994, 1982, 1975, 1980, 1990, 1995, 1996	1991, 1961, 1979, 1966, 1981, 1968, 1970
按 36 个站的夏季	1999, 1997, 1989, 1992, 1993, 1983,	1967, 1971, 1986, 1964, 1978,
降水平均距平	1994, 1980, 1982, 1975, 1995, 1990, 1996	1963, 1961, 1991, 1979, 1981, 1966, 1968, 1985
按 36 个站中降水	1997, 1983, 1999, 1994, 1992, 1989, 1993,	1967, 1971, 1986, 1963, 1964, 1979,
正距平站数排序	1982, 1980, 1975, 1995, 1987, 1977	1961, 1966, 1978, 1991, 1981, 1968, 1970
涝年	1997, 1983, 1999, 1994, 1992, 1989, 1993, 1982, 1980, 1975	
旱年	1967, 1971, 1986, 1963, 1964, 1979, 1961, 1966, 1978, 1991, 1981, 1968	

图 1 是 1961 ~ 1999 年浙江省夏季干旱年及涝年的平均降水距平分布。平均值用 1961 ~ 1999 年的 39 a 的平均。可以看出, 它们有明显的区别。它们的差值图(略), 用 t 统计量检验方法, 36 个观测站全部达到 0.01 的统计显著性, 表明本文划分的浙江省的旱涝年之间有明显的

差异,有统计意义。有意思的是,在本文划分的所有的旱(涝)年中,36 个站中至少有 26 个观测站是夏季降水负(正)距平;其中有 30 个以上测站出现夏季降水负(正)距平的频率为 6/10 (10/12),表明这些年确实是浙江省内大范围内的旱(涝)年。

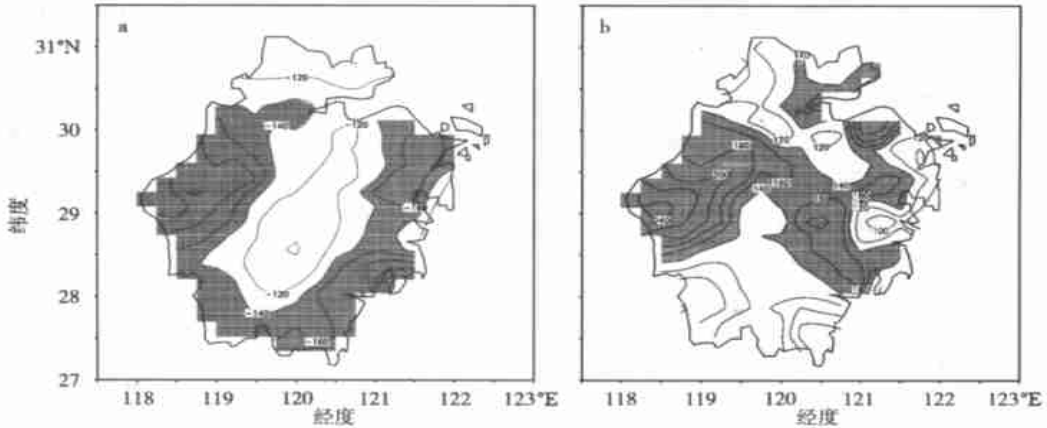


图 1 浙江省夏季旱年(a)和涝年(b)的降水距平分布(单位:mm)
(图中阴影区是明显的低(高)值区)
Fig.1 The summer precipitation anomaly for the drought(a)
and flood years(b) in Zhejiang Province(units: mm)
(The shaded areas indicate significant low (high) values)

3 浙江夏季旱涝与我国夏季的大尺度天气异常的关系

本文的另一目的是研究浙江省夏季旱涝的北半球大尺度环流异常特征。为了得到较为稳定的结果,需要利用尽可能多的样本资料。1951~1960 年的旱涝年是否也能考虑进去?但是,在 1951~1960 年时间段,只有杭州、宁波、衢州、温州这 4 个测站有比较完整的资料。幸运的是,这 4 个站基本上分布在浙江的北、东、西和南部,可以代表浙江省的基本特征。本文根据这 4 个站在 1951~1960 年的夏季降水的平均距平数值及正距平的站数,并参考文献 1) 的结果,确定 1954 年是浙江省的涝年,1953、1958 年是浙江省的干旱年。事实上,浙江省 1954 年的涝是相当与 1999 年,1997 年的浙江省的大涝,而 1953、1958 年的干旱也可以相当于 1978、1963 年的干旱程度。这样,从 1951~1999 年的 49 年中,浙江省的干旱年为 14 年:1967,1971,1986,1964,1978,1963,1953,1958,1991,1961,1979,1966,1981,1968 年;涝年为 11 年:1999,1954,1997,1983,1992,1989,1993,1994,1982,1975,1980 年。

现在研究浙江省旱涝与我国夏季的大尺度旱涝的关系。浙江省的旱涝,受到大尺度环流异常的影响,应该与我国夏季的大尺度雨带的位置的关系密切。资料表明,在浙江省的 14 个干旱年中,只有 1968、1986 年,我国夏季是 3 类雨型,其余的 12 年都是 1 类或 2 类雨型。相反,而在浙江省的 11 个涝年中,只有 1992、1994 年是 1 类雨型,其他都是 2 类与 3 类雨型^[4]。这表明,浙江省旱时,我国夏季雨带大都偏北;浙江省涝时,我国夏季雨带大都偏南。图 2a(图 2b)是对浙江省夏季涝年与夏季旱年计算的全国夏季降水(气温)的差值(涝年平均减旱年平均)的 *t* 检验图。从图 2a 看出,在(106~120 E, 25~35 N)范围内是正区,表明浙江省涝时,上述较大范围内的夏季降水也不会少,可能也偏涝。特别地,除了浙江省以外,最大的显著区还包括江苏安

1) 顾骏强,施 能,王永波.近 50 年浙江省旱、涝气候变化及特征.热带气象学报,2001,17(4),即将发表

徽的南部,上海市,福建的北部,江西的东北部,它们夏季的降水与浙江省的旱涝有较大的一致性。而图 2b 表示,浙江省夏季涝时,我国 40°N 以南的东部地区气温大范围偏低。由此看来,浙江省夏季降水预报与我国夏季大尺度天气异常的关系密切。浙江省夏季天气预报,需要考虑我国大范围夏季气候异常的特征。反之,做好了浙江省夏季旱涝预报,也会对我国夏季大范围天气预报有一定的指示意义。

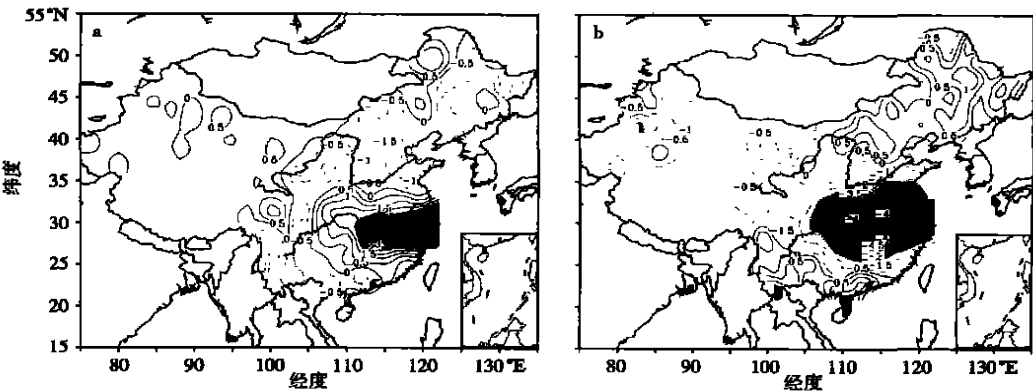


图 2 浙江省夏季涝旱年的我国夏季降水(a)和气温(b)差异的 t 检验图
(灰、黑区为 0.05、0.01 的信度区)

Fig.2 The t -test for the summer precipitation(a)
and temperature(b) differences between summer flood and drought years
(Shaded (dark) are the statistically significant areas exceeding 95 % (99 %) level)

4 浙江夏季旱涝与北半球环流异常

下面研究浙江夏季旱涝发生时及发生前的北半球夏季环流异常特征。为节省篇幅,下面的叙述的旱、涝及旱、涝年都是特指浙江省。图 3 是夏季旱涝年的北半球夏季(a)及前冬季(b)的

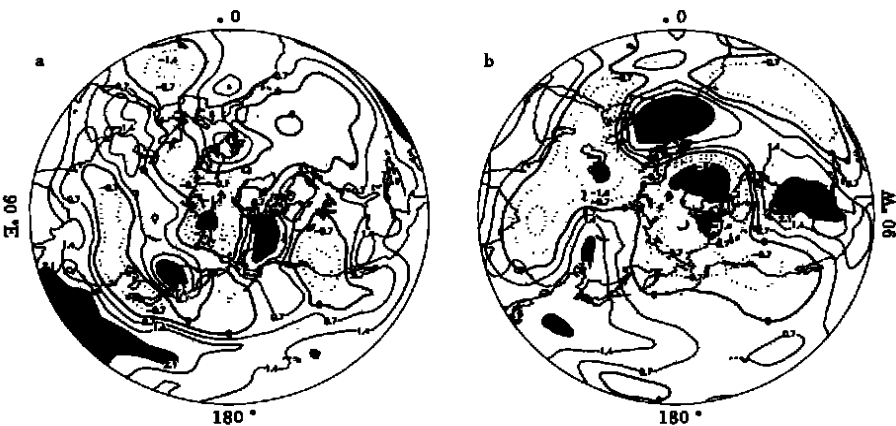


图 3 浙江省夏季涝旱年的夏季(a)和前冬季(b)北半球 500 hPa 高度差值的 t 检验图
(灰、黑区为 0.05、0.01 的信度区)

Fig.3 The t -test for the summer(a) and preceding winter(b)
500 hPa geopotential height differences between summer flood and drought years
(The shaded(dark) are the statistically significant areas exceeding 95 % (99 %) level)

500 hPa 高度差异的 t 检验图。图 3a 在 120°E 附近从南向北的距平分布是“正负正”的特征, 这个特征与太平洋-日本(PJ)遥相关型的负位相^[2]的距平分布一致(我国定义为弱的东亚太平洋遥相关型)。这种距平分布与图 2 的我国降水、气温的大尺度异常特征是一致的。而图 3b 的大片高位相区在大西洋, 表现为强的 NAO(冰岛低压与西大西洋高压都异常强大)。这种特征在东亚是弱的冬季西伯利亚高压, 我国是暖冬天气^[3]。图 3b 中在我国范围是大片负区, 表示弱的西伯利亚高压。

5 浙江夏季旱涝年前期我国气象要素场的异常及若干预报指标

5.1 前期降水场异常特征

夏季涝年前期我国春季降水场表现为长江以南为正距平, 长江以北为负距平的特征(图 4a), 其中, 在广东的东北、江西、福建南部的春季降水明显偏多, 达到 0.05 以上的显著性。这似乎说明, 浙江省的夏季涝年, 往往是从南方的春季涝开始, 接着夏季就涝。对于涝年的前期我国冬季降水场的异常特征, 主要是全国大范围的多雨, 但是没有特别明显的异常区(图略)。

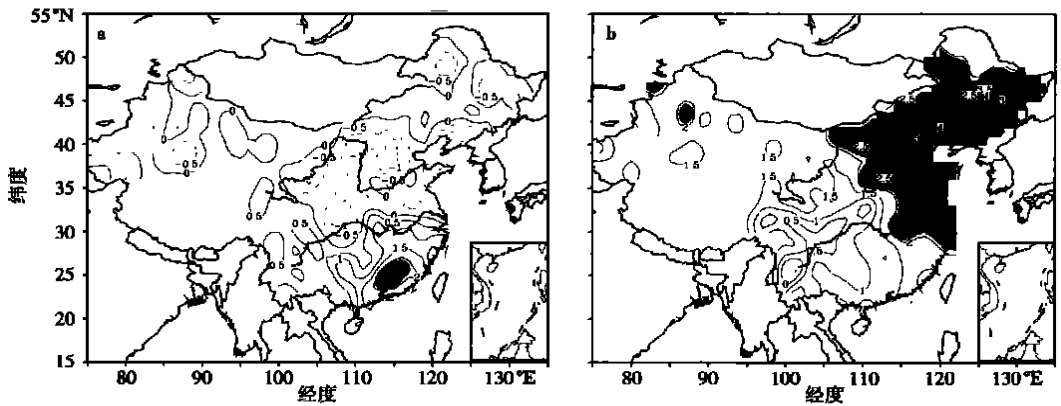


图 4 浙江省夏季旱涝年的我国春季降水(a)和我国冬季气温(b)的差值的 t 检验图
(灰、黑区为 0.05、0.01 的信度区)

Fig. 4 The t -test for the spring rainfall(a) and preceding winter temperature(b) differences between summer flood and drought years

(The shaded(dark) are the statistically significant areas exceeding 95%(99%) level)

5.2 前期气温场异常特征

夏季涝年前期我国冬季温度场表现为全国大范围的气温正距平, 特别地, 在我国东北的大部有非常显著的气温异常偏暖区, 信度达到 0.01 以上的显著性(图 4b)。下文将指出, 这个特征对浙江省夏季旱涝有较好的预报意义。对于涝年的前期我国春季气温场的异常特征, 主要是长江以南负距平(低温), 长江以北正距平, 但是没有特别显著的异常区(图略)。

5.3 旱涝年前的一些其他的异常特征

本文还将夏季旱涝与 ENSO 现象, SST、环流指数及亚洲地区冬季风强度指数的关系分别进行了研究。有 3 个关系值得指出。第 1, 夏季旱涝与当年 3 月份 Nino1+2 区的海温关系最好, 当 3 月份该区的海温高时, 夏季出现涝年的频率增加, 反之容易出现干旱年。第 2, 将前期的东亚冬季风强度指数对旱涝年计算差异的 t 统计量, 结果已经达到 0.05 的显著性。表明浙江省的涝年前冬季往往是弱东亚冬季风。另外, 亚洲地区春季纬向环流指数也对夏季旱涝有预报意义, 春季强的纬向环流指数有利夏季旱, 而春季弱的纬向环流指数则有利夏季涝。但是, 当

对大量的旱涝预兆特征需要用预报方法(例如,逐步回归、逐步多组判别方法)组成预报工具时,如果已经存在1~2个特别好的预报因子时,许多其他的预兆往往不能提供多少旱涝预报的补充信息,要继续改善一个较好的预报工具事实上是很困难的。下面给出若干有预报价值的浙江省的旱涝预报特征。

5.4 浙江省夏季旱涝预兆及预报工具

对于大量的预报因子采用逐步3组判别方法进行挑选。结果表明,我国春季南方的降水及冬季东北地区平均气温是预报浙江省夏季旱涝的两个重要的因子。根据图3,本文用 X_1 表示我国南方的曲江、赣州、广昌、河源、梅县5个站平均的春季降水量;用 X_2 表示我国东北的长春、林东、牡丹江、营口4个站冬季平均气温。建立 X_1 的1952~1999年及 X_2 的1951/1952~1998/1999年资料序列并与浙江省1952~1999年的48a夏季旱涝研究关系。结果为:

(1)所有的夏季涝年前期的 X_1 都明显比干旱年的大。在极端情况下, X_1 大于87 mm的5a中有4a是涝年,1a是正常年,没有干旱年。在 X_1 小于54 mm的14a中有8a是干旱年,6a为正常年,没有涝年,出现干旱或正常的频率为14/14,明显地大于气候频率38/49,达到统计的显著性。

(2)夏季涝年(11a)的 X_2 都大于-11.7,而夏季干旱年(14a)中,有12a X_2 都小于-11.7,仅1979年、1991年例外,它们分别为-11.3及-10.9。所以,前冬季的我国的东北暖(X_2 大于-11.7,可以作为夏季涝年的必要条件;当 X_2 小于-11.7时,近48a没有出现涝年,全部为正常年或干旱年(22/22),明显大于正常年或干旱年出现的气候频率(38/49)。但是,上述条件并不充分, X_2 大于-11.7,出现涝年的频率时仅11/26,但是这样的频率已经比涝年的气候频率11/49大了许多。同样, X_2 小于-11.7,出现干旱年的频率仅12/22,但是这个频率明显大于旱年的气候频率14/49。在统计上它们是有意义的。

图5是用 X_1, X_2 作为因子的夏季旱涝预报的点聚图,可以看出,虽然,涝、旱年与正常年还不能很好区分,但是涝年与旱年并没有混在一起,它们分别位于图中的右上部与左下部。本文还用逐步3组判别方法建立了浙江省夏季旱涝的6因子的判别方程。该方程包含了上述的主要的因子 X_1, X_2 ,预报效果稍有改进。

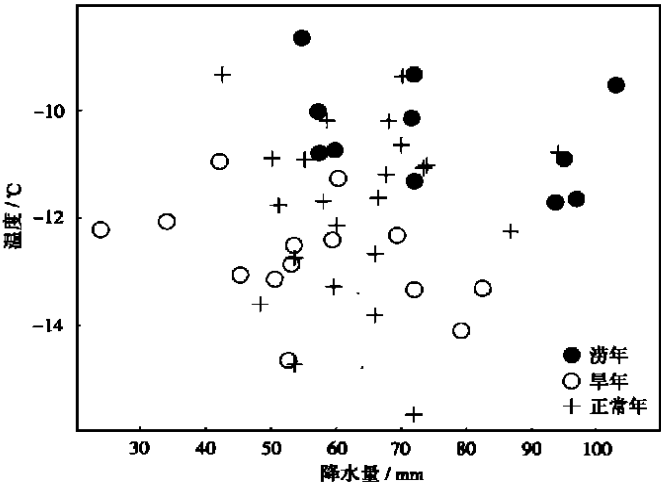


图5 浙江省夏季旱涝与前期冬季温度和春季降水的点聚图

Fig. 5 Scatter diagram of summer rainfall using preceeding winter temperature and spring rainfall

6 结 论

(1) 1951 ~ 1999 年浙江省夏季的涝年为: 1999, 1954, 1997, 1983, 1992, 1989, 1993, 1994, 1982, 1975, 1980 年, 同时段的旱年为 1967, 1971, 1986, 1964, 1978, 1963, 1953, 1958, 1991, 1961, 1979, 1966, 1981, 1968 年。

(2) 浙江夏季旱涝与我国夏季的大尺度天气气候异常有密切的关系。

(3) 浙江夏季旱涝前期北半球环流及我国气象要素场有明显的异常特征。

(4) 春季我国南方的曲江、赣州、广昌、河源、梅县 5 个站平均的降水量及冬季我国东北的长春、林东、牡丹江、营口 4 个站冬季平均气温是预报夏季浙江省旱涝变化的重要的预报因子。

参考文献:

- [1] 施 能, 王永波, 马 丽. 浙江省夏季降水的区域特征[J]. 科技通报, 2001, 17(5): 10 ~ 15
- [2] Nitta T S. Convection activities in the tropical western Pacific and their impact on the Northern hemisphere summer circulation[J]. J Meteor Soc Japan, 1987, 65(3): 373 ~ 370
- [3] 王永波, 施 能. 近 45 a 冬季北大西洋涛动异常变化与我国冬、夏季气候变化的关系[J]. 南京气象学院学报, 2001, 24(3): 315 ~ 322
- [4] 施 能, 陈 辉, 屠其璞. 1951 ~ 1994 年我国东部夏季雨带的统计诊断分析[J]. 南京气象学院学报, 1997, 20(2): 181 ~ 185

SUMMER FLOODS AND DROUGHTS IN ZHEJIANG AND THEIR PRECURSORY FEATUERS

Shi Neng, Yuan Xiaoyu, Chen Luwen, Huang Xianxiang
(Department of Atmospheric Sciences, NIM, Nangjing 210044)

Abstract: Based on summer rainfall over 4 stations for 1951 ~ 1960 and 36 stations for 1951 ~ 1999 in Zhejiang Province, flood and drought years are classified. The simultaneous and precursory features of circulation for flood and drought years are studied.

Key words: flood and drought year, prediction method, circulation anomaly