

文章编号: 1000-2022(1999)04- 0698- 07

近 45 年长江三角洲气候变化及主要气象灾害分析

金 龙¹ 缪启龙² 周桂香³ 罗 莹³

(1. 江苏省气象科学研究所, 南京 210008; 2. 南京气象学院环境科学系, 南京 210044;
3. 江苏省气候应用所, 南京 210009)

摘要: 利用 1951 ~1995 年长江三角洲的气象观测资料, 研究分析了该地区近 45 年来气温、降水及各种极端温度的变化、气候变率及主要气象灾害。结果表明, 本区域近几十年来的气候变化趋于暖冬、凉夏, 气温、降水变率加大, 气象灾害频繁增多的特点十分明显。

关 键 词: 气温; 降水; 气象灾害; 气候变率
中图分类号: P467, F062. 1 **文献标识码:** A

长江三角洲是我国经济最发达的地区之一, 由于受季风气候的影响, 年际间气候变化的差异很大, 对本地区区域经济的发展产生了不可忽略的影响。随着经济的发展, 气候变化造成的灾害经济损失有逐年增加的趋势^[1], 经济越发达, 气象灾害造成的损失可能越大^[2]。因此, 研究近几十年来的主要气候变化特点以及主要气象灾害的变化规律, 对本地区经济发展, 制定经济发展规划以及防灾减灾具有实际意义。尤其是对 90 年代以来长江三角洲的主要气象灾害、降水、气温的演变趋势分析研究, 可以为本区域未来气候情景分析和未来气候趋势预测研究提供基础。

1 近 45 年的气候变化

长江三角洲地处我国东部沿海, 受季风气候影响, 不仅季节气候变化显著, 而且年际间的气候差异也很大。图 1 给出了近 45 年来本区域年平均降水量和年平均气温的演变特征。年降水量从 50 年代起至 60 年代末, 减少趋势比较明显, 而 80 年代后期至 90 年代降水量则有所增加。如果按年代计算, 则可以发现, 在近 45 年中, 60 年代降水量最少, 而 50 年代和 80 年代降水量最大。将年平均降水量与同期的年平均气温(见图 1)相比较可以看到, 近 45 年中, 本地区暖期降水量相对较多, 相对冷期则降水量较少。

极端温度变化也是表征一个地区气候变化程度的重要指标之一, 表 1 给出了长江三角洲每 10 年平均极端温度的统计结果。由表 1 可以看到, 本地区 50 年代年平均最低气温较高, 60

收稿日期: 1999-03-14; 修订日期: 1999-05-18
基金项目: 国家环保总局科技发展项目(A-95031); 加拿大 GPIP; 香港研究基金委员会项目(RGC Grant 97/98 Code: 338/005/0007)资助
作者简介: 金 龙, 男, 1952 年 12 月生, 正晋级高级工程师

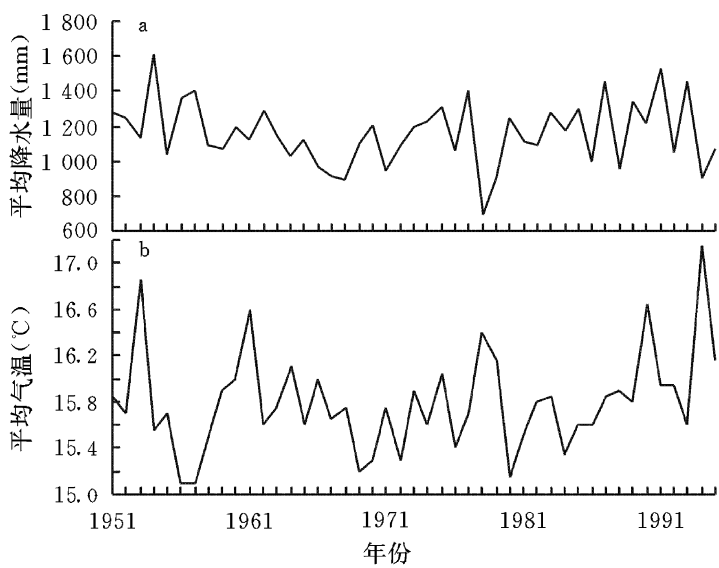


图 1 近 45 年长江三角洲年降水量(a)、年平均气温(b)逐年变化

Fig. 1 Variation of the annual precipitation (a) and

mean temperature (b) in the Yangtze Delta in the last 45 years

年代初有较明显的降温,下降了近 1.9℃左右,然后 60 年代一直处于 45 年来最冷的时期,70 年代初开始持续升温现象。年平均最高气温在 50 年代最高,60 年代开始下降,70、80 年代较 50 年代下降了 1.8℃,近年稍有升温,但仍较 50 年代偏低。

表 1 长江三角洲各年代冬、夏、年极端气温平均值

Table 1 Extreme temperature in each decade in the Yangtze Delta

项 目	50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	1991 ~ 1995 年
年平均最高	22.9	21.2	21.1	21.1	21.3
年平均最低	14.7	12.8	13.2	13.4	13.5
冬季最高	12.1	8.7	8.6	8.6	8.2
冬季最低	4.7	0.3	1.5	1.8	2.1
夏季最高	32.6	33.1	32.7	32.5	32.6
夏季最低	24.5	24.7	24.6	24.7	24.6

冬季(1 月)平均最低气温在 50 年代较高,60 年代明显下降。随后持续升温,90 年代初较 60 年代上升了 1.8℃,冬季平均最高气温则呈持续下降趋势,90 年代初比 50 年代下降了 3.9℃。

夏季(7 月)平均最高、最低气温变化不大。最高气温在 60 年代有少许上升,而其后则稍有下降。夏季平均最低仅有 0.1~0.2℃的波动。

在长江三角洲地区城市多,人口密度大,因此夏季高温和冬季寒冷程度的变化对该地区的生产和经济发展都有重要影响。图 2 给出了本地区近 45 年来日最高气温≥35℃(简称高温日)及日最低气温≤0℃(简称低温日)日数的变化情况。从图 2 中可以看出,本地区多年平均

的高温日数为 8. 21 d, 而高温日数最多的 1953、1971 和 1978 年均超过了 18 d。高温日数最少的是 1982、1968、1972 和 1973 年, 平均不到 2 d, 这表明, 长江三角洲地区高温日数的年际差异是很大的。从年代分布上看, 50 年代的平均高温日数最多, 平均达 11. 23 d。而 80 年代最少, 为 5. 97 d, 除 1994、1995 两年外, 近 45 年来长江三角洲地区日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数有下降趋势。

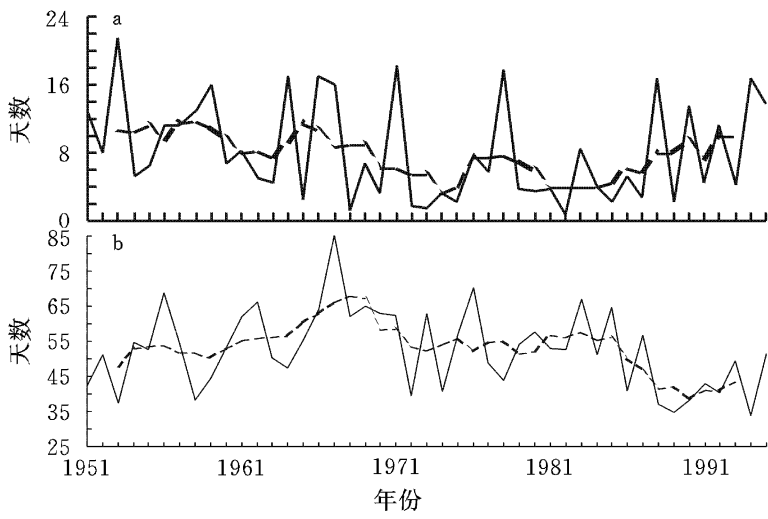


图 2 长江三角洲近 45 年夏季高温(a)、冬季低温(b)日数变化

Fig. 2 Variation of the number of summer megatherm days ($T_m \geq 35^{\circ}\text{C}$) and winter microtherm days ($T_m \leq 0^{\circ}\text{C}$) in the Yangtze Delta in the last 45 year

长江三角洲夏季高温日数区域分布的一个明显特点是东部沿海显著少于西部内陆。表 2 统计给出东部区 4 个站和西部区 4 个站两个区域的各年代平均高温日数, 从平均情况看西部高温日数超过东部的一倍多。其中差异最显著的 50 年代竟高达 6 倍。

在夏季, 高温危害最集中和最严重的自然是城市, 并且城市规模大小对高温的严重程度有明显差异。例如上海市区 1995 年的高温日数, 平均是郊县的 2 倍多, 其中崇明岛与市区相比竟相差 3 倍之多。同时 30 年的平均统计结果也显示出这种类似的差异。因此, 在长江三角洲这样一个大、中城市多、人口密度大, 经济发达地区, 防止和减轻高温酷热对城市的经济、生产、社会生活和人体健康的危害是十分重要的。

表 2 长江三角洲东、西部年度高温日数的比较

Table 2 Comparison between the numbers of annual megatherm day in the east and west parts of the Yangtze Delta d

	1951 ~ 1960 年	1961 ~ 1970 年	1971 ~ 1980 年	1981 ~ 1990 年	1951 ~ 1990 年
东部	1. 9	5. 8	4. 8	4. 7	4. 3
西部	11. 6	12. 8	10. 4	8. 8	10. 9

冬半年, 长江三角洲地区近 45 年来, 低温日数平均为 47. 6 d (见图 2)。就年代分布状况而言, 则表现为 60 年代和 70 年代偏多, 50 和 80 年代略少, 而最少的 90 年代前 5 年仅为 38. 5 d, 约比最多的 60 年代少了近 20 d。从长期趋势变化看(见图 2), 冬季低温日数自 60 年代中期以

来一直在明显减少, 暖冬趋势十分明显。因此, 近 45 年来, 长江三角洲地区夏季高温日数和冬季低温日数总的表现为下降趋势, 即本区域有“凉夏”和“暖冬”的变化倾向。且后者更为明显, 这与我国 80 年代中期以后增暖的最大贡献是冬季的结论十分一致^[3]。

2 近 45 年的气候变率

在区域气候变化研究中, 常用变率来表示气候变化幅度大小。本文通过计算长江三角洲的平均气温、最高和最低气温的绝对变率

$$V_a = \frac{1}{n} \sum |x_i - \bar{x}|$$

和相对变率

$$V_r = \frac{V_a}{\bar{x}} = \frac{\frac{1}{n} \sum |x_i - \bar{x}|}{\bar{x}}$$

来讨论气候变化幅度大小。表 3 表明, 长江三角洲无论是平均气温还是最高、最低气温, 气候变率并没有明显的趋势变化。而从各个年代的比较而言, 无论最高、最低和平均气温, 80 年代和 60 年代的变率均小, 而 90 年代的 1991~1995 年则变率最大。

表 3 1951~1995 年长江三角洲温度、降水量变率

Table 3 1951~1995 annual tempeiture and precipitation variability in the Yangtze Delta							
项目		1951~1960 年	1961~1970 年	1971~1980 年	1981~1990 年	1991~1995 年	1951~1995 年
平均气温	$V_a/$	0.35	0.30	0.31	0.22	0.40	0.34
	V_r	0.022	0.019	0.020	0.014	0.025	0.021
最高气温	$V_a/$	0.43	0.30	0.40	0.32	0.43	0.37
	V_r	0.021	0.015	0.020	0.016	0.021	0.019
最低气温	$V_a/$	0.37	0.33	0.33	0.24	0.47	0.35
	V_r	0.030	0.027	0.027	0.020	0.037	0.029
降水量	V_a/mm	137.43	102.95	168.94	126.30	232.47	149.44
	V_r	0.111	0.096	0.153	0.106	0.193	0.129

表 3 中还可看到, 年降水量的气候变率也是在 60 年代和 80 年代比较小, 且同样是 1991~1995 年的变率最大。因此, 在近 45 年, 无论是年平均气温和年降水量, 变率最小均在 60 和 80 年代, 而 90 年代初的变率急剧增大。年降水量变率 1991~1995 年几乎是变率最小的 60 和 80 年代的一倍。而同样, 1991~1995 年的最低气温变率也将近达到 80 年代的一倍。这意味着 90 年代开始无论温度, 还是降水都有趋于不稳定的倾向。致使气候多变, 灾害频率增大, 下面的气象灾害分析也进一步说明了这一点。

3 长江三角洲的主要气象灾害

3.1 汛期旱涝灾害

由于长江三角洲年降水量主要集中在汛期(6~8 月), 且年际变化大, 历史上该地区的严重大旱大涝, 主要决定于汛期雨量的多少。因此, 汛期旱涝灾害是该地区最为重要的气象灾害, 对工农业生产影响最为严重。我们统计了 1951~1995 年期间溧阳、南通和苏州等 18 个气象台

站 6~8 月的汛期平均降水量,用以分析近 45 年来长江三角洲汛期旱涝灾害的变化。通常使用的正态分布条件为: $P(R_i > \bar{R} + 1.28\sigma_R) = 0.1$; $P(R_i < \bar{R} - 1.28\sigma_R) = 0.1$ 。当标准的汛期降水量大于 $\bar{R} + 1.28\sigma_R$ 时定义为涝年,而小于 $\bar{R} - 1.28\sigma_R$ 的年份定义为旱年。并且类似地将汛期雨量大于 $\bar{R} + 1.64\sigma_R$ 和小于 $\bar{R} - 1.64\sigma_R$ 的年份分别定义为特涝和特旱年,其中 $\bar{R}$ 和 σ_R 分别为降水量的多年平均值和均方差。进一步统计发现,45 年中汛期旱涝的总体特征是涝多于旱,并且特涝出现较多。除 60 年代未出现外,其余每 10 年均出现一次特涝(90 年代中是 1991~1995 年中出现一次)。而 45 年中特旱的年份仅在 1978 年出现过一次。因此,在长江三角洲地区防止汛期特涝灾害更显得重要。同时,汛期旱涝年的分布与每 10 年的平均汛期雨量也是一致的。图 3 给出了近 45 年汛期降水资料的 5 年滑动平均曲线(见图 3),由于消除了 5 年以下的一些小的波动,所以十分清楚地显示出长江三角洲地区汛期旱涝的主要特点是,从 50 年代的多雨涝到 60 年代的干旱少雨,然后又逐渐向多雨涝演变的趋势,90 年代的前 5 年旱、涝灾害十分突出。这种特征从汛期降水的相对变率和绝对变率(表略)可以十分清楚地看出。比如,1991~1995 年的绝对变率显著超过前期各个年代,几乎是 80 年代的近 3 倍,相当于 60 年代的 2 倍,这表明 90 年代开始,随着全球气候变暖,这种汛期旱涝异常变化是十分显著的。

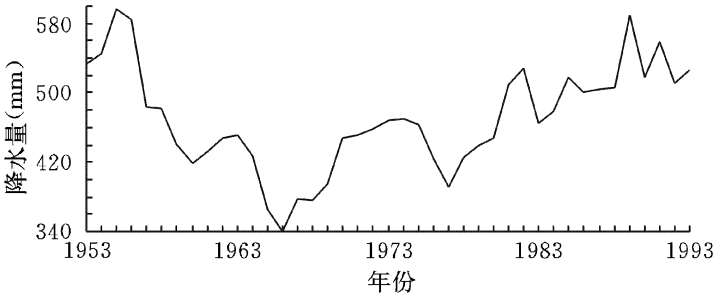


图 3 长江三角洲 1951~1995 年汛期降水量 5 年滑动平均曲线

Fig.3 1951~1995 5-point running mean of the flood season rainfall in the Yangtze Delta

3.2 台风和暴雨灾害

台风是夏秋季节长江三角洲地区又一极为重要的气象灾害,台风(热带风暴和强热带风暴)常常给长江三角洲沿海海域带来狂风巨浪,骤雨暴潮,造成翻船崩堤。而台风登陆所到之处,出现大风暴雨造成毁屋淹粮等重大灾害,给人民生命财产带来极大危害。表 4 给出了长江三角洲地区 1951~1995 年期间历年受台风影响的次数。在 45 年期间影响长江三角洲地区的台风总个数为 144 个,平均每年为 3.2 个。其中影响台风个数最多的年份是 1961 年和 1990 年均达 7 个之多。而影响台风最少的 1954, 1983, 1993 和 1995 年均均为一次。由于台风所产生的大风经常与暴雨相伴出现,因此,其危害是十分惊人的。例如 1990 年 15 号台风,使得江苏境内约有 2000 多万亩农田遭受严重损失,水稻减产约 10 亿公斤,造成了巨大的经济损失。

进一步分析近 45 年影响长江三角洲地区台风次数的变化发现,在 50、60 和 70 年代平均每年台风的次数分别为 3.0, 3.1 和 3.4 次。而 80 年代则有明显增加,平均每年为 3.8 次。然而 90 年代的 1991~1995 年则影响台风的次数明显减少,平均仅为 2.2 次。作者曾研究发现, ENSO 事件对影响我国的台风活动有显著影响^[4]。 ENSO 事件的发生对影响长江三角洲的台风活动也有显著影响。在出现 ENSO 事件的年份平均影响台风次数为 2.3 次,而非 ENSO 事件年平均 3.7 次。由此可见,长江三角洲地区受台风灾害的影响是与全球气候变化的强信号—— ENSO 事件有关。

表 4 1951 ~ 1995 年影响长江三角洲地区的台风次数

Table 4 1951 ~ 1995 typhoon numbers affecting the Yangtze Delta

	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
影响台风次数	2	3	3	1	4	4	1	5	5	
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
影响台风次数	7	4	4	3	2	2	2	2	2	3
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
影响台风次数	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
影响台风次数	4	2	1	5	5	4	2	2	6	7
	1991	1992	1993	1994	1995					
影响台风次数	3	2	1	4	1					

长江三角洲地区除了台风造成的暴雨灾害外,其他如江淮气旋等天气系统也会形成暴雨灾害。图 4 是由本地区 8 个气象站统计得出的 1951 ~ 1995 年平均每年出现的暴雨次数(一个暴雨日记为一次)。从年代分布看,60 年代最少平均为 2.4 次,而 80 年代及 1991 ~ 1995 年代显著增加,平均达到 3.4 次和 3.6 次。然而由于暴雨的雨量集中,因此其危害也是异常惊人的。1960 年 8 月 4 日南通的一次暴雨,24 小时雨量达到 507.1 mm。而 1977 年 8 月 1 日,上海宝山塘桥站暴雨强度达 581.3 mm,全市 1/4 地区被 200 mm 雨量等值线所覆盖,遍及 6 县 4 区,达 1520 km²,淹没农田 6.7 万公顷,估计损失约数亿元。

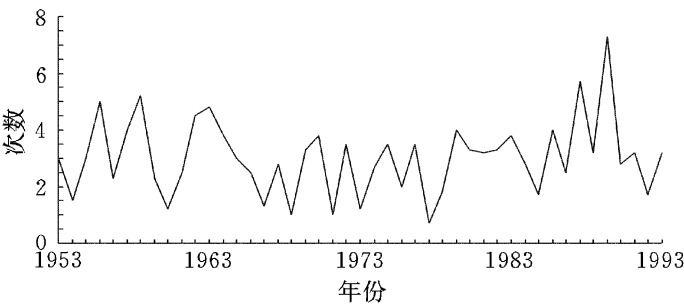


图 4 1951 ~ 1995 年长江三角洲历年平均暴雨次数

Fig. 4 1951 ~ 1995 annual heavy-rain days in the Yangtze Delta

4 小 结

- (1) 近 45 年来本地区年平均降水与年平均气温变化主要表现为,在相对暖期降水量相对较多,相对冷期则降水量较少。
- (2) 本区域年最低、最高气温及冬季最高、最低气温的年代差异较大,而夏季最高、最低气温的变化较小。高温日数和低温日数 45 年中总体呈减少趋势,即表现为暖冬、凉夏倾向,且暖冬趋势更为明显。
- (3) 年平均气温、年平均降水、最高、最低气温的气候变率主要特点是 90 年代前 5 年是 45 年中气候变率最大的,显示了明显的气候变化不稳定特征。

(4) 长江三角洲近 45 年汛期旱涝灾害表现出多雨涝、少干旱的显著特征, 进入 90 年代以来严重旱涝特征更为显著, 显示出灾害频率增多的趋势。

参考文献:

- [1] 浙江省人民政府. 论沿海地区减灾与发展[M]. 北京: 地震出版社, 1991. 131 ~ 140
- [2] 江苏省科学技术委员会, 南京大学自然灾害研究中心. 江苏省自然灾害及其成因对策, 论沿海地区减灾与发展[M]. 北京: 地震出版社, 1991. 114 ~ 120
- [3] 陈隆勋, 朱文琴, 王 文, 等. 中国 45 年来气候变化的研究[J]. 气象学报, 1998, 56(3): 257 ~ 271
- [4] 金 龙. 影响我国的台风活动与厄尔尼诺现象的联系[J]. 海洋湖沼通报, 1988, 37(3): 21 ~ 27

ANALYSIS ON CLIMATIC VARIATION AND MAJOR METEOROLOGICAL DISASTERS IN THE YANGTZE DELTA IN THE LAST 45 YEARS

JIN Long¹, MIAO Qi-long², ZHOU Gui-xiang³, LUO Ying³

(1. Jiangsu Meteorological Institute, Nanjing 210008; 2. Department of Environmental
Sciences, NIM, Nanjing 210044; 3. Jiangsu Institute of Applied Climatology, Nanjing 210009)

Abstract: Based on the meteorological observation data in the Yangtze Delta in 1951 ~ 1995, this paper analyzes the climate change of meteorological elements such as mean air temperature and precipitation, maximum and minimum air temperature, major meteorological disasters. Results show that there are obviously a warming trend in winter, a cooling trend in summer, an increasing in the variability of mean air temperature and precipitation, and a rising in meteorological disaster frequency.

Keywords: air temperature; precipitation; meteorological disaster; climatic variability