

湖南对全球变暖的区域响应*

肖 洁¹ 李 力²

(1: 湖南省气象局, 长沙 410007; 2: 中南大学, 长沙 410078)

提 要 本文通过长沙近百年和湖南区域近百站 40a 来的气象资料统计, 分析了在全球气候变暖条件下湖南气候变化事实, 揭示了湖南洪水灾害加剧的情况, 并提出了应加以重视的问题.

关键词 气候变化 洪涝 洞庭湖 建议

分类号 P467 P426.616

目前气候变化问题已成为各国政府和科学界共同关心的重大问题, 也是我国政府和科技界十分关心的重大问题. 近百年来全球和中国的气候正经历一次以变暖为主要特征的显著变化^[1], 它对世界和我国的生态系统和社会经济产生了并将继续产生重大的影响. 湖南地处长江中游, 湘资沅澧四水贯穿全省汇入洞庭湖. 地势特殊洪涝频繁, 水情成为最大的省情, 水患成为最大的忧患. 洪水灾害是气候变化响应的结果, 从气候环境变化的角度认识和防御洪涝灾害具有重要意义.

1 气候变化事实

1.1 气温变暖

湖南气象观测记录始于 1909 年, 至今已近百年. 仅长沙站观测记录较为完整. (对于长沙站在抗日战争和解放战争时期的个别缺测记录, 采用与芷江、沅陵、岳阳等站的观测记录运用差值法进行相关插补订正, 经统计检验均达 0.05 以上显著水平) 近百年来长沙气温和中国东部的变化相似, 年平均温度增暖达 0.3℃/100a, 低于东部区域的 0.4–0.5℃的平均水平. 近百年暖的时期出现在 20 世纪 1913–1932 年、1938–1943 年、1997–2002 年. 年平均气温以 1998 年 (并列的还有 1914、1928 年) 最高, 达 18.5℃. 长沙冬季气温增暖趋势较为明显, 百年增温率达 0.4℃. 20 世纪 90 年代是近百年来最暖的年代, 1998 年的冬季 (1998 年 12 月–1999 年 2 月) 是有记录以来最暖的一年, 这年冬季气温高达 8.8℃, 较历年平均高出 2.6℃. 长沙自 1990 年以来至今已持续出现 13 个暖冬 (图 1), 与全国自 1986 年开始出现暖冬相比, 时间滞后 4a.

湖南现有气象观测站 97 个, 基本上以县级区域为单位遍布全省, 建站大多为 1958–1959 年. 以 97 站 1961 以来的气温变化和 1951 年以来东西南北中部大体均匀的有气象记录的 12 站冬季温度变化作为湖南区域气候变化, 年平均气温的变化 20 世纪 60 年代前期气温相对较暖, 60 年代后期气温开始出现下降, 出现相对冷期, 至 80 年代后期, 气温缓慢回升,

*2003-07-30 收稿; 2003-12-13 收修稿. 肖洁, 女, 1949 年生, 高级工程师, email:hunanqxtj215@sina.com.

90 年代气温上升加快, 1993、1996 年出现两次下降, 至 1998 年气温达最高峰值(图 2). 1991-2000

年较 1961-1990 年气温平均升高了 0.25°C , 其中洞庭湖区升温达 $0.3-0.7^{\circ}\text{C}$, 冬季气温的变化与长沙相似, 于 1957-1965 年出现相对暖期, 之后气温相对偏冷, 1990 年至今, 出现持续最暖的冬季(图 3).

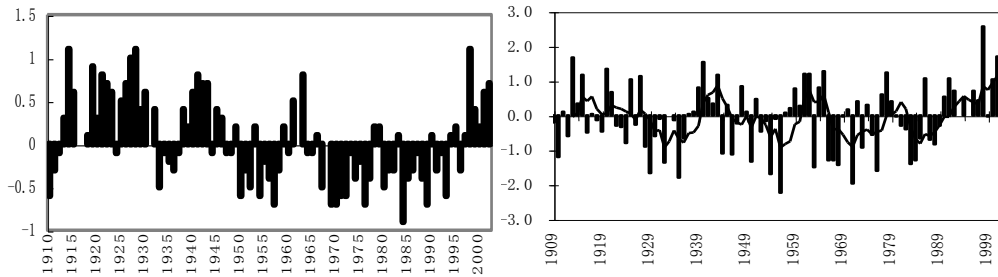


图 1 长沙年平均气温距平变化(左)和冬季气温距平变化(右)

Fig. 1 The annual average temperature change (left) and the winter temperature change (right) in Changsha

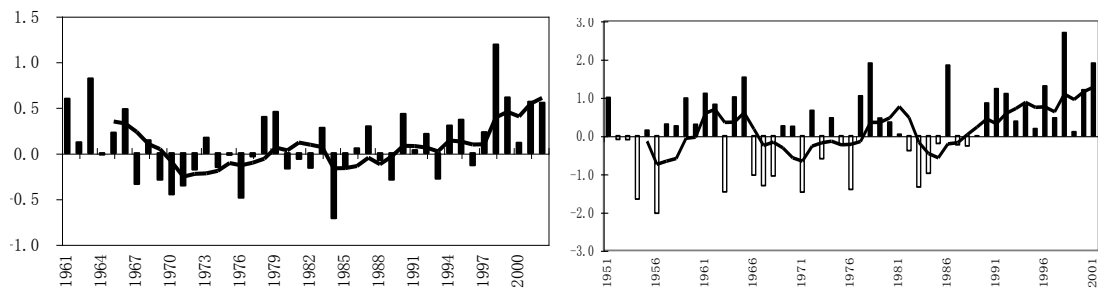


图 2 湖南区域年平均距平气温变化(左)和冬季气温距平变化(右)

Fig. 2 The annual average temperature change (left) and the winter temperature change (right)

in Hunan Province

1.2 降水增多

降水的变化和气温变化密切相关. 气候变暖, 水汽循环加快, 降水量的变化也呈现增长趋势. 湖南的降水量分布看, 全年有近 70%集中于 4-9 月, 故 4-9 月又称汛期. 从长沙 20 世纪年代际的降水变化看, 年降水量及汛期降水量均以 90 年代最多(表 1), 年降水量百年倾向率为 $97\text{mm}/100\text{a}(\text{d}x/\text{d}t)$. 湖南区域汛期降水 1991-2000 年相对于 1961-1990 年平均增加了 7%, 洞庭湖区及湘东增加达 10%以上, 局部达 20%以上(图 4). 各年代降水量全省 97 站中有 67 站 90 年代的降水量超过 60 年代以来的任何年代.

1.3 强降水增加

20 世纪 90 年代强降水出现机率增加, 强度增大. 90 年代也是极端气候事件频繁发生的年代. 表 1 还列出了长沙 20 世纪各年代暴雨平均日数、一日最大降水量值. 20 世纪 90 年代长沙站年暴雨日数是常年的 1.5 倍, 1998 年暴雨日数有 9d, 成为近百年来暴雨最多的一年, 1998 年 6 月出现 6d 暴雨, 成为暴雨日数最多的一月. 20 世纪 90 年代长沙站日最大降

水量极值是历年的 2.6 倍, 远远超出了任何年代. 此外, 对湖南省内 97 站 1961 年以来各年代 1d、3d、10d 最大降水量极值进行统计, 有近 50% 的测站极大值出现在 20 世纪 90 年代, 有 60% 的站点 90 年代暴雨日数最多. 对 97 站平均而言, 全省 20 世纪 60 年代单站年平均暴雨日数为 3.7d、70 年代为 3.4d、80 年代 3.4d、90 年代为 4.1d, 1991-2000 年较 1961-1990 年年暴雨日数平均增加了 0.6d, 岳阳、临湘、平江、汨罗、桃江、辰溪、宜章等地年暴雨日数增加了 2d 以上, 平江增加最多, 增加达 2.6d.

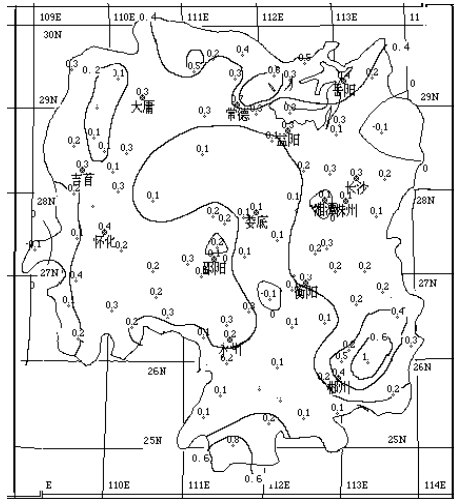


图 3 湖南 1991-2000 年相对于 1961-1990 年
年平均温度差值分布(°C)

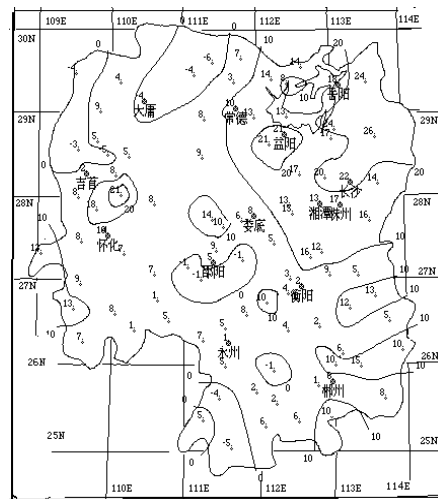


图 4 湖南 1991-2000 年相对于 1961-1990 年
年降水距平百分率分布(%)

Fig. 3 The distribution of annual temperature in Hunan 1991-2000 and 1961-1990 Fig. 4 The distribution of annual precipitation in Hunan 1991-2000 and 1961-1990

表 1 长沙 20 世纪各年代平均降水量 (r)、汛期降水量(4-9 月 R)、暴雨平均日数 $D(d)$ 和 1d 最大降水量(R_{1d}) 表

Tab. 1 average rainfall(r)、rainfall in flood season (4-9month)、Average days (days)、most rainfall in one day(r -1d)decades of 20th century Changsha

年代	1910s	1920s	1930s	1940s	1950s	1960s	1970s	1980s	1990s
降水量 (mm)	1502	1218	1450	1325	1381	1410	1346	1374	1598
4-9 月降水量 (mm)	977	779	981	896	845	901	902	834	1035
$D(d)$	3.3	1.6	3.9	2.2	3.3	3.9	3.6	3.2	4.6
$R_{1d}(mm)$	120.7	106.9	195.5	164.8	122.7	192.5	167.8	166.9	281.3

2 洪涝灾害

2.1 洪涝加剧

气候变暖, 降水增多, 强降水增加, 也使得洪涝灾害加剧^[1]. 湖南的洪涝灾害文字记述最早始于周昭王二年, 至今已近 3000 年, 据史料不完全记载, 12-20 世纪平均每百年为 63 次, 其中 16-20 世纪平均每百年为 92 次, 16 世纪后洪涝灾害频率在增大. 19 世纪速率加快,

特别是 20 世纪更甚, 且常出现一年多次的情景, 20 世纪 90 年代年年均有洪涝灾害出现。

表 2 1949-2000 年湖南各级洪涝灾害
Tab.2 The flood disaster grade in Hunan Province, 1949-2000

洪灾等级	年 份											
特大涝年	1954	1988	1991	1993	1994	1995	1996	1998	1999			
大涝年	1949	1952	1964	1965	1969	1980	1983	1987	1990	1997		
中等涝年	1957	1961	1962	1973	1976	1977	1979	1982	1989	1992	2000	
小涝年	1950	1955	1956	1958	1967	1970	1975	1978	1981	1984	1985	1986
基本无涝年	1951	1953	1959	1960	1963	1966	1968	1971	1972	1974		

表 3 各年代洪涝灾害平均情况
Tab.3 Flood disaster area ($\times 10^3 \text{hm}^2$), population ($\times 10^4$), grain ($\times 10^4 \text{t}$) since 1949, Hunan Province

年代	人口 ($\times 10^4$ 人)	耕地面积	受灾面积	成灾面积	减产面积 ($\times 10^4 \text{t}$)	成灾面积/耕地面积 (%)
1949-1959	3386.36	3666.56	213.94	145.64	30.45	3.9
1960-1969	3880.83	3589.67	235.13	103.2	18.94	2.9
1970-1979	4903.92	3474.68	221.87	74.67	14.83	2.1
1980-1989	5619.4	3367.21	443.5	185.41	47.28	5.5
1990-1999	6335.3	3332.1	800.22	403.33	104.34	12.4

面积单位 ($\times 10^3 \text{hm}^2$).

为更确切地说明洪涝灾害情况, 据湖南省统计局公布的 1949 年以来历年受灾资料进行统计, 并按照洪涝灾害发生时农作物成灾面积的多寡进行分级, 以成灾面积 $>310 \times 10^3 \text{hm}^2$ 、 $(180-310) \times 10^3 \text{hm}^2$ 、 $(100-180) \times 10^3 \text{hm}^2$ 、 $(50-100) \times 10^3 \text{hm}^2$ 、 $<50 \times 10^3 \text{hm}^2$ 标准将洪涝灾害年景分成特大涝灾、大涝灾、中等涝灾、小涝灾、基本无涝灾等五个等级, 结果表明 20 世纪 90 年代是湖南洪涝灾害最频繁且强度最大等级最高的年代, 年年都有中等以上的洪涝灾情, 湖南解放后特大洪涝共 9a, 其中有 7a 出现在 90 年代(表 2). 极端气候事件常给经济造成极度的灾害, 汛期降水量与水灾成灾面积变化基本同步. 洪涝灾害对湖南农业生产的损失是巨大的, 建国以来平均每年洪涝受灾面积 $358.72 \times 10^3 \text{hm}^2$, 成灾面积 $180 \times 10^3 \text{hm}^2$. 20 世纪 90 年代洪涝灾害频繁灾情加剧, 每年平均受灾面积达 $800.22 \times 10^3 \text{hm}^2$, 成灾面积 $403.332 \times 10^3 \text{hm}^2$, 减产粮食 $104.34 \times 10^4 \text{t}$. 1998 年是气温最暖的一年, 也是洪涝灾情最重的一年, 成灾面积 $723.963 \times 10^3 \text{hm}^2$, 减产粮食 $221.3 \times 10^4 \text{t}$. 1986 年以后年年都有洪涝发生, 1986-2000 年因年年洪涝成灾, 减产粮食平均每年达 $102.15 \times 10^4 \text{t}$ (表 3).

2.2 洞庭湖洪水分析

洞庭湖流域是一个以洞庭湖为中心, 四面八方向中央汇流的辐射状河网, 北有淞滋、太平、藕池三口与长江相通, 接纳长江来水, 南有贯穿全省的湘、资、沅、澧四水汇入, 流入洞庭湖的洪水在岳阳城陵矶处流入长江. 洞庭湖起着容纳四水和吞吐长江洪水的作用. 洞庭湖区的生产地面高程一般都低于外河洪水位 5-8m, 个别的超过 10m. 地势低平调蓄洪水能力差. 从解放后多年入湖水量看, 历年平均入湖水量中来自长江向洞庭湖分流的水量占年入湖水量的 37.1%; 来自湘、资、沅、澧的“四水”的水量占年入湖水量的 54.6%; 来自洞

洞庭湖区间的水量占 8.3%。5-10 月入湖水量中, 来自长江的占 46.4%; 来自四水的占 47.3%; 来自洞庭湖区间的占 6.3%。由于来自长江向洞庭湖分流的洪水和本省的湘、资、沅、澧四水仅只有城陵矶一个出口, 入湖水量大出湖水量小, 常构成洞庭湖区洪水威胁的严峻形势。表 4 列出了洞庭湖各水系洪峰发生的情况。从各控制站洪水出现的一般规律看, 出现时间是湘、资水 4、5、6 月, 沅、澧水 5、6、7 月, 长江水 7、8、9 月。不仅四水洪水碰头机率较大, 而且四水和长江洪水遭遇, 特别是沅、澧水和长江洪水遭遇的机率大。洪水来自强降水, 暴雨中心在一百多万平方公里范围内反复巡回转移, 在上游体现为各个水系轮回涨水, 一入洞庭湖就体现为洪峰迭加。长江源远流长, 洪水峰高量大持续时间长, 与四水洪水遭遇造成洞庭湖呈上压下顶之势, 外洪内涝酿成特大涝灾。由于气候变暖, 降水增加, 暴雨日数增多, 加之近 50a 来, 长江带来的泥沙淤积近 $50 \times 10^8 \text{m}^3$, 年均达 $1 \times 10^8 \text{m}^3$ 。洞庭湖泥沙淤积较 1949 年平均淤高 1.7m, 使得 90 年代的平均洪峰水位高出 50 年代 2m。洪涝更为频繁, 水患成为湖南最大的忧患。

表 4 各水系洪峰发生时间及所占比例(%)

Tab.4 The flood peaks occurrences and respective proportions (%) from different sub-rivers

时间 (月/日)	长江 (宜昌)	湘水 (湘潭)	资水 (桃江)	沅水 (桃源)	澧水 (三江口)
3/01-3/15					2.8
3/16-3/31			2.6		
4/01-4/15			2.6		
4/16-4/30		9.1	10.2	8.3	
5/01-5/15		24.2	12.8	11.1	2.8
5/16-5/31		18.2	10.2	13.9	11.1
6/01-6/15		9.1	10.2	8.3	8.3
6/16-6/30	3.5	24.2	12.8	13.9	27.8
7/01-7/15	23.3	6.2	15.5	27.8	24.9
7/16-7/31	20.9	3	7.7	8.3	11.1
8/01-8/15	22.1	3	7.7	2.8	5.6
8/16-8/31	8.1	3	7.7		
9/01-9/15	10.5			5.6	2.8
9/16-9/30	9.3				2.9
10/01-10/15	2.3				

2.3 湖南百县洪涝灾害承灾能力评估

洪水主要来自时间短强度大的降水。大暴雨、连降暴雨及 10d 降雨 $\geq 200\text{mm}$ 时均有洪涝发生。普查解放以来上述三种强降水情况, 计算各县出现频率, 并计算各县洪涝发生时平均成灾面积。以强降水概率与成灾面积的积作为承灾能力的指标, 按照 $W > 5 \times 10^3 \text{hm}^2$ 、 $5 \times 10^3 \text{hm}^2 \geq W > 2.9 \times 10^3 \text{hm}^2$ 、 $2.9 \times 10^3 \text{hm}^2 \geq W > 1.8 \times 10^3 \text{hm}^2$ 、 $1.8 \times 10^3 \text{hm}^2 \geq W > 0.7 \times 10^3 \text{hm}^2$ 、 $W \leq 0.7 \times 10^3 \text{hm}^2$ 等标准分成 5 级, 1 级是 W 最大, 洪涝灾害风险也大, 承灾能力差, 防御洪灾最为脆弱。

用这种方法我们对湖南百县承灾能力和风险等级进行了评价,并运用 GIS 地理信息系统软件绘制了湖南县域洪涝灾害等级分布图(图 5).承灾能力差及较差的地区,主要分布于湘中以北,即四水下游区域和湖区,此外还有浏阳、双峰县等地.相对而言东洞庭湖区抗涝能力较西洞庭湖区要强.淹涝最差中心位于安化至桃源一线,浏阳成为次差中心.抗涝差的区域主要是由于地势低洼,加之大量泥沙淤积入湖,四口河床、湖床淤高,强降水难以尽快排泄所致.气候变暖极端气候事件时有发生,强降水频繁出现是洪涝多发的直接原因.由于我们正处于气候变暖,极端气候事件时有发生年代,科学看待气候变化,降低对天气和气候极端事件的脆弱性,关注气候变化减缓和适应气候变化的影响至关重要.

3 几个值得注意的问题

3.1 进一步加强气候变化研究

湖南气候变暖,降水增加事实明显,表 1 中长沙各年代的降水情况也呈现出三十年的周期变化.由于气候变化既包括气候本身的自然变化,又有人类活动的影响.极端气候事件是气候异常变化的结果.而在气候变化过程中,要受到上自天文背景和大气环流系统、下至海水温度和陆面植被等多种交错学科影响因子的复杂影响,这就给极端气候事件的准确预测带来了很大困难.而多数区域性极端气候事件与极端天气事件是密切相关的.如大多数区域性极端洪水事件是由特大暴雨事件或持续性大暴雨形成.科学地集成和综合分析这些异常前兆特征与该区域气候异常变化特征之间的高相关关系,就能够发现区域性极端气候事件的可预测性.所以进一步加强气候变化研究,尤其是加强相关学科的交叉与融合是十分必要的.

3.2 三峡水库建成后湖南自身治理仍不可松懈

三峡水库建成后长江蓄水功能得到加强,但洞庭湖的入湖水量长江来水和“四水”基本上各占一半,洞庭湖的洪涝灾害大多来自“四水”及“四水”与长江水的组合,如 1996 年的特大洪水,80%来自“四水”,1988 年的特大秋汛,长江来水也只占 29.4%.目前洞庭湖的防洪标准还只有 5-10a 一遇,远低于全国 7 大江河已达的 20-100a 一遇标准.三峡水库建成后,洞庭湖流域“退田还湖”可扩大湖泊蓄洪能力,山地退耕还林减少水土流失,但防洪仍不可松懈.

3.3 减缓和适应气候变化的影响需要额外投资

湖南对气候变暖的最明显的响应体现为暴雨频率增加和洪涝灾害增加.21 世纪气候变暖还将持续,将导致极端气候事件频繁发生和对人民生命财产影响加剧^[2].如 2003 年 7 月 8-9 日澧水流域普降大暴雨,三天平均降雨 454.2mm,最多的是张家界三天降雨 619.7mm,最大日降水量达 455.5mm 成为湖南最强的降水过程,加之和沅水、长江洪水遭遇,造成直接经济损失 59×10^8 元.关注气候变化,减缓和适应气候变化的影响是实现国民经济可持续发展的重要战略任务.气候和气候变化给人类带来的影响和挑战是不容回避的,气候变化所造成的影响往往又是不可逆转的.由于基础设施差以及抵御灾害的脆弱性,适应气候变化需要额外投资,而所需资金在我国经济发展中会有一些负担,为实现国民经济可持续发展这种投资不可忽略.

- 1 IPCC. Climate Change: The Scientific Basis. Cambridge University Press, 2001
- 2 宁迈进, 周比达. 20 世纪 90 年代湖南省洪灾原因分析及减灾对策. 水文, 2002, 22 (2) :47-50

Regional Response in Hunan to Global Climate Warming

XIAO Jie¹ & LI Li²

(1: Meteorological Administration in Hunan Province, Changsha 410078, P.R.China;

2: Central South University, Changsha 410078, P.R.China)

Abstract

Facts about precipitation change in last hundred years. Precipitation data in Changsha shows a trend of increment in the last hundred years and inclination rate is 97mm per hundred years. The maximum in precipitation of each decade, in days for torrential rain, in precipitation of a day are all occurred at 1990's. The days for torrential rain is 1.5 times in 1990's than the average decade and the maximum precipitation per day in 1990's is by far the average decade.

Extreme climate incident always do extreme damage to economy. Change of precipitation and that of floods area is synonymous. As for floods, the 1990's were the most frequent and intense decade in Hunan province, every year experienced the floods excess the medium in the scope. After 1949, there were 9 years in which catastrophic floods had occur in total, among them 7 were belong to 90's. The agriculture losses resulted from floods are great in Hunan Province. Since 1949, there were 358.72×10^3 ha stricken area per year on the average, among them 250×10^3 ha were afflicted area. The floods were getting frequent and condition of floods were worsened in 1990's and there were 800.22×10^3 ha stricken area per year on the average, among them 403.332×10^3 ha were afflicted area.

Dongting Lake catchment is a radiation shaped river net with Dongting Lake located in center and branches converged from all direction. Its floods comes from four mouths of Yangtze and Xiang, Zi, Yuan, Li four rivers within Hunan boundary as well. Not only the chance for floods of four rivers meet together is great but also floods of four rivers and Yangtze meet together is great, especially floods of Yuan, Li river meet with that of Yangtze. The center for heavy rain wander within 100×10^4 km² and reflected as flooding of each branch by turns in upper river and piling up of flood peaks when flowing into Dongting Lake. The Yangtze River's high peaked, tremendous, lasting floods can cause catastrophic disaster when meets floods of four rivers.

We assess the ability for sustaining disaster and the risk confronted in hundred counties of Hunan, utilize the GIS software to draft a county based distribution map about the ability of sustenance disaster in Hunan Province, Finally, a proposal on the corresponding countermeasures on the disaster mitigation is put forward.

Keywords: Climate change, floods, Dongting catchment, proposal