

文章编号:1004-9045(2008)01-0059-05

# 近 45 a 黄冈市气温和降水的变化与异常特征分析

李建平<sup>1</sup>, 易成功<sup>1</sup>, 张火平<sup>2</sup>

(1.湖北省黄冈市气象局, 黄冈 438000; 2.湖北省鄂州市气象局, 鄂州 436000)

**摘要:**利用线性倾向率、滑动平均、小波分析、异常分析等方法,对黄冈市 45 a 来(1961~2005 年)气温和降水变化事实进行诊断分析,着重分析气温和降水的年际变化、年代际变化等基本气候特征。结果表明,黄冈市年平均气温呈上升趋势,特别是自 1980 年代后期上升尤为明显,冬、春季增温对该市年平均气温贡献最大;平均气温变化阶段性明显;气温周期性变化明显,平均气温主要有 4 a 和 6 a 年际周期、13 a 和 20 a 年代际周期;45 a 中没有出现异常偏冷年,异常偏暖年出现过 1 次(1998 年);年最高气温呈弱上升趋势,阶段性明显,冷暖交替变化;年最低气温呈明显上升趋势;年降水量呈增多趋势,1980 年代为降水峰值期;降水量周期性变化明显,主要有 6~7 a 年际周期、13 a 年代际周期;45 a 中降水异常偏多和异常偏少均未出现。

**关键词:**气温;降水;趋势变化;周期性;异常分析

中图分类号:P467 文献标识码:A

## 1 引言

随着全球气候变化,湖北省气候也发生了相应的变化。近些年来,有研究工作者对湖北地区气候变化作了大量的研究工作,并取得不少研究成果。如郑祚芳等<sup>[1]</sup>的研究指出,近 50 年湖北省各地气候变化的地域性、季节性差异较大,中、东南部在冬、春季增暖明显,降水量的变化趋势差异明显,汉口站年平均气温有明显增加趋势,年降水量有弱的增多趋势。陈正洪等<sup>[2]</sup>详细分析了湖北省 71 站 1981~1994 年与前 20 年不同时间尺度平均气温差值的时空分布特征后发现,1980 年代以来全省各地平均气温变化较小,但相对地降温范围广、幅度大,区域差异明显。冯明<sup>[3]</sup>全面分析湖北省 72 个气象台站自建站有观测记录以来的降水资料后发现,全省降水差异较大,分布不均,1980 年以来东部地区降水偏多,西部地区则相反。陈正洪等<sup>[4-5]</sup>利用湖北省 71 个气象站 1961~2000 年间四季、年平均、最低、最高气温资料,探讨了该省城市热岛强度变化对区域气温序列的影响,认为湖北省大部地区气温变化规律较为一致:最低气温增幅最大,平均气温次之,最高气温增幅最小;冬季气温增幅最大,春秋季节次之,夏季增幅最小,甚至部分地区出现降温;武汉站在 1986/1987 年冬有升温突变,之后武汉连续出现暖冬。

地处鄂东的黄冈市位于大别山南麓、长江中游北岸,独特的地理位置使黄冈市气候变化具有自身的特点。目前,关于黄冈市气候变化的研究不多,尤其是囊括了近 10 年气温和降水资料的相关研究还未见报

道。本文将对该地区 45 a 来气温和降水变化事实作出诊断分析,并着重分析气温和降水的年际变化、年代际变化等基本气候特征,为趋利避害指导黄冈经济发展、合理利用本地气候资源提供理论依据。

## 2 资料与方法

选取黄冈市所属红安、麻城、英山、罗田、黄州、浠水、蕲春、武穴、黄梅等 9 个气象观测站 1961~2005 年气象资料,包括逐日平均气温、最高气温、最低气温和日降水量。四季划分如下,春季(3~5 月)、夏季(6~8 月)、秋季(9~11 月)、冬季(12~2 月)。

统计方法如下:(1)黄冈市平均气温、平均降水量是对上述 9 站相对应的气象要素求算术平均所得;(2)在进行气温或降水的气候趋势分析时,采用线性倾向率,线性趋势倾向系数由最小二乘法求得,其气候趋势以一元线性回归方程  $y=ax+b$  描述,  $a \times 10$  为气候倾向率,单位为  $^{\circ}\text{C}/(10 \text{ a})$  或  $\text{mm}/(10 \text{ a})$ ;(3)小波分析是将一维的时间序列函数在时间和频率两个方向上展开,从而分析不同时间频率下一维函数变量随时间的变化,还可定量地确定不同时间频率下函数变量发生转折的时间位置。因此,本文采用 Morlet 小波分析方法<sup>[6]</sup>对 1961~2005 年黄冈市气温和降水随时间变化作进一步分析。

## 3 结果分析

### 3.1 平均气温变化

统计黄冈市 1960 年代(1961~1970 年)、1970 年代

收稿日期:2007-04-16;定稿日期:2007-09-06

作者简介:李建平,男,1970 年生,工程师,主要从事天气预报技术研究. E-mail: haljp3i@126.com

(1971~1980 年)、1980 年代 (1981~1990 年)、1990 年代 (1991~2000 年)及 21 世纪头 5 年(2001~2005 年)的年、各季平均气温,以  $T_n$ 、 $T_c$ 、 $T_x$ 、 $T_q$ 、 $T_d$  分别表示年、春季、夏季、秋季、冬季平均气温,其结果见表 1。

表 1 1961~2005 年黄冈市各年代的年、季平均气温( )

年代	$T_n$	$T_c$	$T_x$	$T_q$	$T_d$
1961~1970	16.6	16.0	27.5	17.8	4.7
1971~1980	16.5	15.9	27.5	17.5	5.1
1981~1990	16.5	16.1	27.3	17.6	5.0
1991~2000	17.0	16.6	27.3	18.0	6.0
2001~2005	17.4	17.1	27.7	18.6	6.0

从表 1 中可见,与 1990 年代之前相比,近 15 年(1991~2005 年)黄冈市年和春、秋、冬三季的平均气温均呈递增趋势,夏季平均气温变化不明显;1990 年代的年、春、秋、冬季的平均气温较 1960 年代的分别偏高 0.4、0.6、0.2、1.3,21 世纪头 5 年的年、春、秋、冬季平均气温较 1960 年代的分别偏高 0.8、1.1、0.8、1.3,这说明进入 21 世纪后增暖更为明显,其增暖幅度最大的是冬季,其次是春季和秋季;年平均气温在 1970、1980 年代相对较低,其最低值(16.0)出现在 1969 年,春、秋两季的平均气温均是在 1970 年代相对较低,夏季平均气温则在 1980 年代相对较低,而冬季相对较低的平均气温则出现在 1960 年代。

从近 45 年黄冈市年平均气温的变化情况来看(图 1),总体呈现上升趋势,其倾向率为 0.18/(10 a),而且具有明显的阶段性,冷暖变化交替出现;暖期出现在 1960 年代前期、1970 年代末期及 1980 年代后期以来的时段,自 1990 年代初以来气温显著上升,21 世纪头 5 年增温达到最强,1980 年代后期以来为相对偏暖期;冷期出现在 1960 年代后期到 1970 年代中期、1980 年代前期,1960 年代到 1980 年代前期为相对偏冷期。

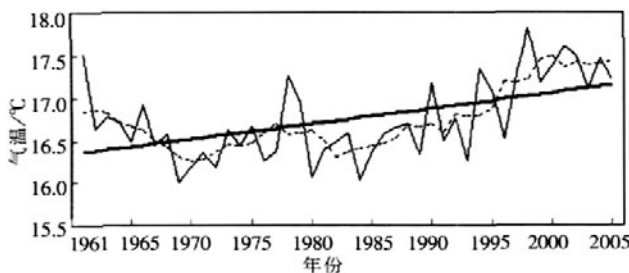


图 1 黄冈市 1961~2005 年逐年平均气温变化  
——年平均气温 --- 5 年滑动平均气温 —— 线性趋势

从近 45 年黄冈市春、夏、秋、冬各季平均气温变化来看(图 2),春、秋、冬季平均气温均呈上升趋势,夏季平均气温变化基本持平;冬季气温倾向率最大,为

0.37/(10 a),夏季倾向率最小,为-0.01/(10 a),这表明该市冬季平均气温增暖幅度最大,夏季平均气温略有下降,基本持平。

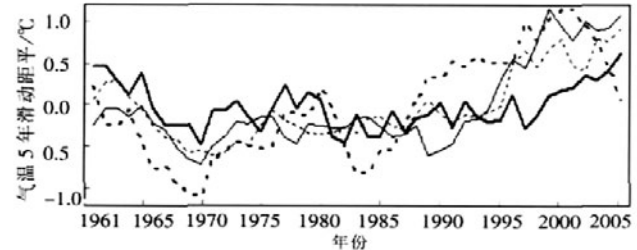


图 2 黄冈市 1961~2005 年春(——)、夏(——)、秋(---)、冬(- - -)季平均气温 5 年滑动距平逐年变化

对黄冈市 45 a 平均气温的时间序列进行 Morlet 小波分析,得到其不同时间尺度的变化特征(图 3)。从图 3 中可见,平均气温周期性变化明显,13 a、20 a 的年代际周期在近 45 a 里始终存在;主要的年际周期是 4 a、6 a 左右,其中以 4 a 左右为年际周期的强振荡信号出现在 1960 年代末至 21 世纪初,以 6 a 左右为年际周期的强振荡信号出现在 1960 年代初至 1970 年代中期。

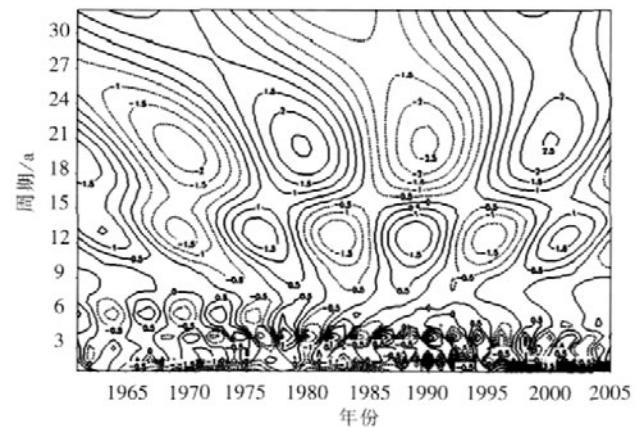


图 3 黄冈市 1961~2005 年平均气温的 morlet 小波分析

### 3.2 最高气温变化

统计黄冈市近 45 a 各年代的年、季平均最高气温,以  $T_{Mn}$ 、 $T_{Mc}$ 、 $T_{Mx}$ 、 $T_{Mq}$ 、 $T_{Md}$  分别表示年、春季、夏季、秋季、冬季的最高气温,其结果见表 2。

表 2 1961~2005 年黄冈市各年代的年、季最高气温( )

年代	$T_M$	$T_{Mc}$	$T_{Mx}$	$T_{Mq}$	$T_{Md}$
1961~1970	21.6	20.7	32.1	23.0	9.9
1971~1980	21.3	20.5	31.9	22.8	9.7
1981~1990	21.2	20.7	31.8	22.5	9.5
1991~2000	21.8	21.2	31.7	23.3	10.7
2001~2005	22.3	22.3	32.3	24.1	10.6

从表 3 中可见,1990 年代以后的近 15 年黄冈市年、春、秋、冬季最高气温呈升高趋势,夏季最高气温

从 1960 年代到 1990 年代略呈下降趋势,但在 21 世纪头 5 年呈现出明显升高;1990 年代最高气温较 1960 年代的年、春、秋、冬季分别偏高 0.2、0.5、0.3、0.8 ;21 世纪头 5 年最高气温较 1960 年代的年、春、秋、冬季分别偏高 0.7、0.6、1.1、0.7 ;对四季而言,最高气温增加幅度最大的是冬季,其次是春、秋两季。

从近 45 a 黄冈市年最高气温的年际变化来看(图 4),总体上呈现弱的上升趋势,其倾向率为 0.16  $^{\circ}\text{C}/(10\text{a})$ ,具有明显的波动性,冷暖交替变化出现。暖期出现在 1960 年代前期、1970 年代末期及 1990 年代之后近 15 年,冷期出现在 1960 年代后期到 1970 年代中期、1980 年代。自 1980 年代初以来,最高气温一直呈波动上升趋势,1990 年代后期至 21 世纪头 5 年增暖达到最强。

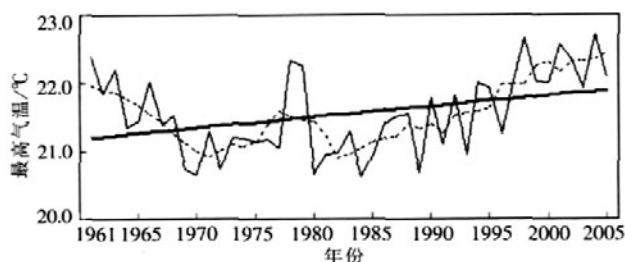


图 4 黄冈市 1961~2005 年逐年最高气温变化  
—— 最高气温 --- 5 年滑动平均 —— 线性趋势

另外,从近 45 a 黄冈市四季最高气温变化来看(图略),春、秋、冬季最高气温均呈上升趋势,夏季最高气温基本持平;最高气温倾向率春季最大,为 0.31  $^{\circ}\text{C}/(10\text{a})$ ,夏季最小,为 -0.05  $^{\circ}\text{C}/(10\text{a})$ ,这表明春季最高气温增加幅度较大、夏季最高气温略有下降并基本持平。近 45 a 黄冈市最高气温变化与覃军等<sup>[7]</sup>指出的“湖北省最高气温在年平均情况下为弱的降温趋势,在夏季则为强降温趋势”并不一致。

通过对黄冈市近 45 a 最高气温的时间序列进行 Morlet 小波分析,得到其不同时间尺度的变化特征(图略):黄冈最高气温周期性变化较为明显,与平均气温周期性变化相近,最高气温 13 a 和 20 a 左右的年代际周期在近 45 a 里始终存在;主要的年际周期是 4 a、6 a 左右,其中以 4 a 左右为年际周期的强振荡信号出现在 1970 年代初至 21 世纪初,以 6 a 左右为年际周期的强振荡信号出现在 1960 年代初至 1970 年代中期。

### 3.3 最低气温变化

统计黄冈市近 45 a 各年代的年、季平均最低气温,以  $T_m$ 、 $T_{m\text{c}}$ 、 $T_{m\text{s}}$ 、 $T_{m\text{a}}$ 、 $T_{m\text{d}}$  分别表示年、春季、夏季、秋季、冬季的最低气温,其结果见表 3。

表 3 1961~2005 年黄冈市各年代的年、季最低气温( $^{\circ}\text{C}$ )

年代	$T_m$	$T_{m\text{c}}$	$T_{m\text{s}}$	$T_{m\text{a}}$	$T_{m\text{d}}$
1961~1970	12.3	11.9	23.4	13.6	0.8
1971~1980	12.7	12.0	23.6	13.3	1.5
1981~1990	12.9	12.2	23.7	13.9	1.6
1991~2000	13.3	12.8	23.8	14.0	2.5
2001~2005	13.6	13.1	24.1	14.5	2.7

从表 4 中可见,近 45 a 黄冈市的年和春、夏、冬三季最低气温一直呈上升趋势,秋季最低气温自 1970 年代以后也呈上升趋势;1990 年代最低气温较 1960 年代的年、春、夏、秋、冬季分别偏高 1.0、0.9、0.4、0.4、1.7 ,21 世纪头 5 年最低气温较 1960 年代的年、春、秋、冬季分别偏高 1.3、1.2、0.7、0.9、1.9 ,近 5 年增加明显加快;从各季看,最低气温增加幅度最显著的是冬季,其次是春、秋季。

从近 45 a 黄冈市年最低气温的年际变化情况来看(图 5),呈明显的上升趋势,其倾向率为 0.28  $^{\circ}\text{C}/(10\text{a})$ ,具有两个明显的波动阶段,即 1960 年代初至 1960 年代末波动下降、自 1960 年代末到 21 世纪头 5 年波动上升,1990 年代中后期之后最低气温持续上升达到最大。

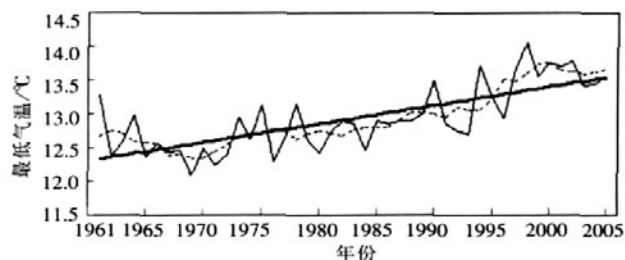


图 5 黄冈市 1961~2005 年逐年最低气温变化  
—— 最低气温 --- 5 年滑动平均 —— 线性趋势

另外,从近 45 a 黄冈市四季最低气温变化来看(图略),各季最低气温均呈上升趋势,其中,最低气温倾向率冬季最大,其值为 0.52  $^{\circ}\text{C}/(10\text{a})$ ,夏季最小,为 0.14  $^{\circ}\text{C}/(10\text{a})$ ,表明最低气温增加幅度冬季最大、夏季最小。这与覃军等<sup>[7]</sup>指出的“年平均情况下最低气温在全省大部分地区为升温趋势,冬季则为强升温趋势”的结果一致。

对黄冈市 45 a 最低气温的时间序列进行 Morlet 小波分析,得到其不同时间尺度的变化特征(图略):该市最低气温周期性变化明显,13 a 和 22 a 左右的年代际周期在近 45 a 里始终存在;主要的年际周期是 4 a、7-8 a 左右,其中以 4 a 左右为年际周期的强振荡信号出现在 1970 年代中期至 21 世纪初,以 7-8 a 为年际周期的强振荡信号出现在 1960 年代初至 1990 年代中期。

### 3.4 降水变化

统计黄冈市 1960 年代 (1961~1970 年)、1970 年代(1971~1980 年)、1980 年代(1981~1990 年)、1990 年代(1991~2000 年)及 21 世纪头 5 年(2001~2005 年)的年、各季平均降水量,这里以  $R_n$ 、 $R_c$ 、 $R_x$ 、 $R_q$ 、 $R_d$  分别表示年、春季、夏季、秋季、冬季平均降水量,其结果详见表 4。

表 4 1961~2005 年黄冈市各年代的年、季平均降水量(mm)

年代	$R_n$	$R_c$	$R_x$	$R_q$	$R_d$
1961~1970	1252.7	401.3	528.0	195.0	125.4
1971~1980	1271.6	444.2	489.0	199.3	142.4
1981~1990	1427.2	408.9	594.2	286.2	132.6
1991~2000	1407.2	430.8	641.0	187.4	151.0
2001~2005	1289.5	403.5	516.3	172.7	200.3

由表 2 可见,1980 年代是黄冈市 45 a 来降水量最大的 10 年,1960 年代是降水量最小的 10 年,年降水量在 1960 年代和 1970 年代明显偏少,在 1980 年代和 1990 年代明显偏多;黄冈市春季降水量最大的 10 年是 1970 年代,夏季降水量最大的 10 年是 1990 年代,秋季降水量最大的 10 年是 1980 年代,冬季年际最大降水量出现在 1990 年代之后的近 15 年,尤其是 21 世纪头 5 年的降水量明显偏多。统计结果表明,年降水量最大值(1 996.2 mm)出现在 1983 年,最小值(862.8 mm)出现在 1978 年,其最大值与最小值相差 1 133.4 mm。

从近 45 a 年黄冈市年降水量变化来看 (图 6),1960、1970 年代降水偏少,1980 年代相对最多,1990 年代以后的近 15 年与 1980 年代相比降水又呈下降趋势,21 世纪头 5 年下降趋势尤其明显。近 45 a 黄冈市年降水量倾向率为 37.9 mm/(10 a),年降水量变化的波动性较为明显,最多出现在 1960 年代末期、1980 年代初期、1980 年代末至 1990 年代初及 1990 年代后期,最少出现在 1960 年代中期、1970 年代后期及 1990 年代末至 21 世纪初,1990 年代以后,降水波动明显加剧。

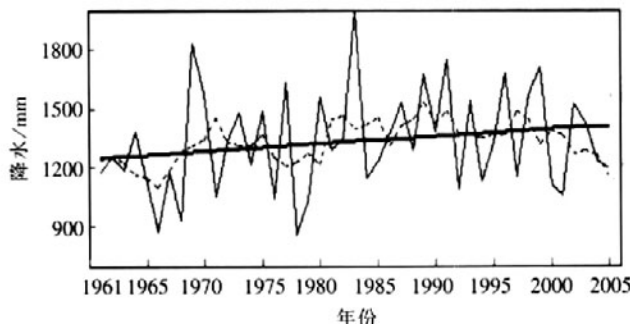


图 6 黄冈市 1961~2005 年逐年降水量变化  
——年降水量 ---5 年滑动平均值 ——线性趋势

从近 45 年黄冈市春、夏、秋、冬各季降水量变化来看(图 7),夏、冬、春季降水倾向率均为正值,分别为 28.8 mm/(10 a)、13.6 mm/(10 a)、1.5 mm/(10 a),秋季降水倾向率为负值,即-13.6 mm/(10 a),这说明黄冈夏季降水变化较突出,降水增加明显。特别是进入 1990 年代以后,春、夏、冬三季降水有所增加,而秋季降水递减突出。

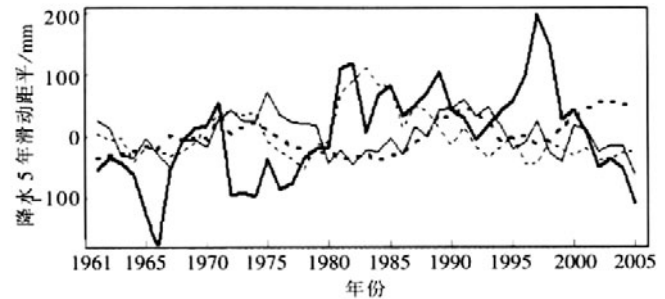


图 7 黄冈市 1961~2005 年春(——)、夏(——)、秋(---)、冬(- - -)季降水量 5 年滑动距平逐年变化

对黄冈市 45 a 降水量的时间序列进行 Morlet 小波分析,得到其不同时间尺度的变化特征(图 8)。从图 8 中可见,降水量周期性变化较为明显,主要有 6~7 a 年际周期、13 a 年代际周期,这两个周期在 45 a 中始终存在。

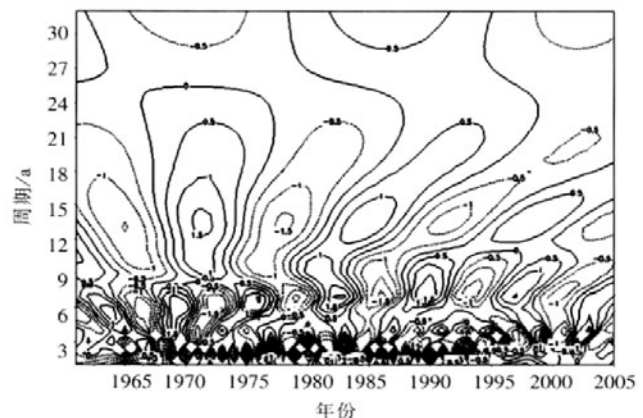


图 8 黄冈市 1961~2005 年降水量的 morlet 小波分析

### 3.5 气温和降水的异常分析

#### 3.5.1 平均气温的异常

在统计黄冈市近 45 a 的平均气温时,以  $T$  表示平均气温, $T_p$  表示多年气温平均值, $S$  表示平均气温标准差,其冷暖等级标准<sup>[9]</sup>如下: $T > T_p + 2.0S$  为异常偏暖; $T_p + 2.0S > T > T_p + 1.5S$  为显著偏暖; $T_p + 1.5S > T > T_p + 1.0S$  为偏暖; $T_p + 1.0S > T > T_p - 1.0S$  为正常; $T_p - 1.0S > T > T_p - 1.5S$  为偏冷; $T_p - 1.5S > T > T_p - 2.0S$  为显著偏冷; $T_p - 2.0S > T$  为异常偏冷。

根据上述标准所作的统计结果发现:黄冈市近 45 a 没有出现异常偏冷年;显著偏冷年出现过两次

(1969、1984 年), 偏冷年和显著偏冷年都出现在 1994 年以前, 1994 年以后没有出现偏冷年; 异常偏暖年出现过 1 次 (1998 年), 显著偏暖年出现过 4 次 (1961、2001、2002、2004 年), 偏暖年和显著偏暖年主要集中在 1990 年代后期和 21 世纪头 5 年。另外, 异常冷春和显著冷春均只出现过 1 次 (分别是 1970 年和 1991 年), 异常暖春出现过 2 次 (1997、2000 年), 显著暖春出现过 3 次 (2001、2004、2005 年), 由春季偏暖出现的年份可知, 自 1990 年代以来黄冈市春季增温趋势明显; 异常冷夏出现过 1 次 (1968 年), 显著冷夏出现过 2 次 (1980、1999 年), 异常暖夏没有出现, 显著暖夏出现过 3 次 (1961、1967、1978 年); 异常冷秋和显著冷秋各出现过 1 次 (分别在 1981、1976 年), 异常暖秋出现过 2 次 (1998、2005 年), 显著暖秋出现过 1 次 (2001 年); 异常冷冬出现过 1 次 (1968 年), 显著冷冬出现过 4 次 (1964、1972、1977、1984 年), 由此可见, 冷冬只在 1960~1980 年代出现过, 异常暖冬、显著暖冬各出现过 1 次 (其分别出现在 1999、2002 年)。

### 3.5.2 降水量的异常

在分析黄冈市降水量异常时, 采用的降水异常等级标准是中国气象局现行的业务规定, 即按降水距平百分率 ( $R$ ) 划分:  $R \geq 80\%$ , 降水异常偏多;  $50\% \leq R < 80\%$ , 降水显著偏多;  $20\% \leq R < 50\%$ , 降水偏多;  $-20\% \leq R < 20\%$ , 降水正常;  $-50\% \leq R < -20\%$ , 降水偏少;  $-80\% \leq R < -50\%$ , 降水显著偏少;  $R < -80\%$ , 降水异常偏少。

根据上述标准, 统计黄冈市近 45 a 年逐年、四季降水发现: 该市无降水异常偏多、异常偏少、显著偏多、显著偏少年出现; 春季降水异常偏多、异常偏少均未出现, 显著偏少也未出现, 显著偏多出现 1 次 (1977 年); 夏季降水异常偏多出现 2 次 (1969、1996 年), 异常偏少未出现, 显著偏多出现 4 次 (1980、1983、1991、1999 年), 显著偏少出现 1 次 (1978 年); 秋季降水异常偏多出现 3 次 (1972、1981、1983 年), 异常偏少未出现, 显著偏多出现 3 次 (1989、1993、2005 年), 显著偏少也出现 3 次 (1966、1979、2004 年); 冬季降水异常偏多出现 2 次 (1969、2003 年), 异常偏少没有出现, 显著偏多出现 3 次 (1973、1990、1998 年), 显著偏少出现过 4 次 (1963、1968、1986、1999 年)。

## 4 结论与讨论

通过分析发现, 45 a 来 (1961~2005 年), 黄冈市年平均气温呈上升趋势, 自 1980 年代后期开始, 其上升

尤为明显, 冬、春季增温对该市年平均气温的贡献最大; 最高气温呈弱上升趋势, 阶段性冷暖变化交替出现; 最低气温呈明显的上升趋势, 1960 年代波动下降, 此后一直波动上升; 异常偏暖年出现过 1 次 (1998 年), 异常偏冷年未出现; 年降水量呈增多趋势, 1960、1970 年代降水偏少, 1980 年代为降水峰值期, 1990 年之后降水又呈下降趋势; 降水异常偏多和异常偏少年均未出现。

上述结论是从对黄冈市 1964~2005 年气温和降水资料的分析中得出的, 但该市未来数十年气温和降水变化趋势更值得关注。史瑞琴等<sup>[9]</sup>在分析了未来 30 年 (2001~2030 年) 湖北省气温和降水的变化趋势之后, 得到的预测结果是, 年平均气温全省普遍呈上升趋势, 年平均降水量鄂东呈增加趋势, 与近 45 a 黄冈气温、降水量总体呈上升变化趋势相吻合。对该市农业经济发展和农业产业结构优化调整而言, 上述气候变化有利也有弊。如春季降水增多、气温偏高, 有利于春耕春播; 夏季降水增加, 易造成渍涝灾害; 秋季气温升高及少雨, 可延长双季晚稻生长发育时间; 冬季气温升高, 既可减少小麦等越冬作物的受冻几率, 也易造成越冬作物疯长、病虫害流行。至于这种气候变化对该市农业经济的具体影响范围和程度, 还有待于今后做进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 郑祚芳, 陈家华, 祁文. 湖北省近 50 年气候变化特征分析[J]. 气象科学, 2002, 22(3): 279-286.
- [2] 陈正洪, 叶柏年, 冯明. 湖北省 1981 年以来不同时间尺度气温的变化[J]. 长江流域资源与环境, 1997, 6(3): 227-232.
- [3] 冯明. 湖北省降水变化分析[J]. 长江流域资源与环境, 1998, 7(3): 226-231.
- [4] 陈正洪, 王海军, 任国玉, 等. 湖北省城市热岛强度变化对区域气温序列的影响[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 771-779.
- [5] 陈正洪. 武汉、宜昌 20 世纪最高气温、最低气温、气温日较差突变的诊断分析[C]// 武汉区域气象中心. 暴雨·灾害. 北京: 气象出版社, 1999 (2): 14-19.
- [6] 邓自旺, 尤卫红, 林振山. 子波变换在全球气候多时间尺度变化分析中的应用[J]. 南京气象学院学报, 1997, 20(4): 505-510.
- [7] 覃军, 陈正洪. 湖北省最高气温和最低气温的非对称性变化[J]. 华中师范大学学报, 1999, 33(2): 286-290.
- [8] 林培松, 李森, 李保生. 近 50 年海南岛西部气候变化初步研究[J]. 气象, 2005, 31(2): 51-54.
- [9] 史瑞琴, 陈正洪, 陈波. 湖北省未来 30 年气候变化趋势预测[J]. 暴雨灾害, 2007, 26(1): 78-82.

(下转 82 页)

103. 10)附录 //核电厂安全导则汇编.北京:中国法治出版社,1992:764- 767.
- [12] 薛德强.一次强龙卷风过程破坏力的估计[J].气象,2002,28(2):50- 52. [15] American national standard for estimating tornador and extreme wind characteristics at nuclear power site ANSI /ANS- 23- 1983,American national standards institute,Inc.
- [13] 乔盛西.湖北省气候志[J].武汉:湖北人民教育出版社,1989.
- [14] 国家安全局政策法规处.核电厂厂址选择的极端气象事件(HAF101/

## Research on Characteristics of Disasters and Temporal Distribution of the Tornadoes Around the Nuclear Power Plant in Tongshan,Hubei

CHEN Zheng- hong, LIU Lai- lin  
(Wuhan Regional Climate Center, Wuhan 430074)

Abstract: The characteristics of disasters and temporal distribution of the tornado events is analyzed based on the primary data collected from the area of 300 km×300 km around the nuclear power plant in Tongshan, Hubei from 1956 to 2000 by many ways such as the record in meteorological stations, the collection of disaster events, the report of climate impact assessment. It is revealed that: (1) there is apparent temporal (daily, monthly, decadal) distribution for those tornado events, mostly concentrated in summer and spring especially in July and April in a year, from mid-day to early evening especially at afternoon for a day, and from 1976 to 1985 the average lasting time for all tornadoes is 17 min; (2) with Beaufort scale, the wind speed grade is mostly over grade- 10, the average is grade- 12 or grade- 13, the strongest can get to grade- 17; with Fushida F scale, the average wind speed grade is grade- 1, the strongest can get to grade- 3 with  $70 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  or so; (3) the most frequent moving direction of the tornadoes is from NW to SE, and the width of affected belt by the tornadoes is mostly less than 0.5 km, the average length is 10.0 km; (4) there are many kinds of disasters causing by tornadoes, the most severely disaster is made by the extremely strong wind, and the concomitant hailstones, heavy rain, lightning strikes and projectiles can make the disaster heavier.

Key words: Tornado; Temporal distribution; Characteristics of disasters; Wind speed grade; Projectile

(上接 63 页)

## Variation and Anomalous Characteristics of Temperature and Precipitation in Huanggang in the Last 45 Years

LI Jian- ping<sup>1</sup>, YI Cheng- gong<sup>1</sup>, ZHANG Huo- ping<sup>2</sup>  
(1.Huanggang Meteorological bureau of Hubei Province, Huanggang 438000;  
2.Ezhou Meteorological bureau of Hubei Province, Ezhou 436000)

Abstract: By using of the linear trend, moving average, wavelet analysis and anomalous analysis methods, temperature and precipitation change in Huanggang during recent 45 yrs (1961-2005) are analyzed emphatically on their climatic characteristics of inter-annual and inter-decadal variations. The results show that yearly mean temperature has an warming tendency in Huanggang during recent 45 yrs, obviously increases in the later 1980s. The winter and spring warming greatly influence the yearly mean temperature. The stage of temperature variation is obvious with the cold period from 1960s to the early 1980s and the warm period since 1990s. Periodicity of temperature is obvious as 4 yrs and 6 yrs inter-annual periodicity and 13 yrs and 20 yrs inter-decadal periodicity. There is not an anomalous cold year and an anomalous warm year (1998) during the past 45 yrs. Yearly maximum temperature increases weakly with the obvious stage variation and alternate change between cold seasons and warm ones. Yearly minimum temperature increases after 1960s. Yearly precipitation quantity shows a increasing trend with the peak value in 1980s. Precipitation periodicity is obvious as 6-7 yrs inter-annual and 13 yrs inter-decadal periodicity. There is an anomalous plenty rainfall year (1983) without any anomalous deficient rainfall years during 45 yrs.

Key words: Temperature; Precipitation; Trend variation; Periodicity; Anomalous analysis