

近 50 年福建气温、降水变化的统计特征

黄文堂

(福建省气候中心, 福州 350001)

提 要

近 50 年福建气温呈下降趋势, 全省年平均气温变化率为 $-0.0114^{\circ}\text{C} \cdot \text{年}^{-1}$, 即大约 10 年下降 0.11°C , 气温下降趋势沿海大于内陆, 冬、春季大于夏季, 80 年代秋季则呈上升趋势。降水量丰水期主要在 50 年代, 枯水期在 60 年代, 80 年代以来春雨 (2—4 月) 显著增多, 雨季 (5—6 月) 降水量显著减少。

关键词: 气温 降水 年季变化 统计特征

引 言

气候变化给生态环境、工农业生产和城乡人民生活带来不同程度的影响, 因而受到了各级政府和科技界的广泛关注。监测气候变化并作出科学分析更是气象界责无旁贷的任务, 也是拓宽气候业务服务的重要内容。近 10 年在这方面的研究已经得到不少共识^[1]。林学椿等^[2]研究近 40 年我国气候趋势指出: 我国年平均气温以 $0.04^{\circ}\text{C}/10$ 年的倾向率上升, 年降水量以 $-12.66\text{mm}/10$ 年速度减少, 而长江流域及西南地区的年平均气温不但没有增加, 反而呈下降趋势, 福建气候变化近几年也有些研究, 陈千盛^[3]应用近 40 年福州年、季平均气温和浦城等 5 站年、季雨量进行统计分析, 但在气温方面仅仅是单点资料; 鹿世瑾等^[4]研究福建 80 年代气候变异, 结合台风、洪涝、寒害等气候灾害, 得出了许多有规律的特征。本文应用福州、厦门、福安、莆田、漳州、东山 (以上代表福建沿海) 和浦城、南平、永安、邵武、长汀、龙岩 (以上代表福建内陆) 等站的资料, 从 1941—1990 年年、季平均

气温及 1951—1990 年年、季降水量资料 (降水量资料只采用除福安、莆田、东山外 9 站资料), 分析福建气温、降水变化规律。因为福州、厦门资料年代长 (福州气温资料 1902—1990 年, 厦门气温资料 1904—1990 年), 具有较好的代表性, 因此, 也分析了福州、厦门气温资料的变化特征。

本着资料年代长、迁址少、分布比较均匀、站点所在地的经济在省内 (或在本区内) 占较重要位置的原则, 挑选气温代表站 12 个、降水代表站 9 个。资料统计项目: 历年各月、季、年的平均气温, 历年极端最低气温, 极端最高气温, 冬季最冷月平均气温, 夏季最热月平均气温和历年年、季降水量。气温季节划分是春季 (3—6 月)、夏季 (7—9 月)、秋季 (10—11 月) 和冬季 (12—次年 2 月), 降水季节分为春雨 (2—4 月)、雨季 (5—6 月)、台风季 (7—9 月)、秋冬季 (10 月—次年 1 月)。

1 气温变化的统计特征

1.1 年平均气温变化

1.1.1 全省年平均气温 (5 年滑动平均) 呈

波动式变冷趋势(图1),主要特征如下:

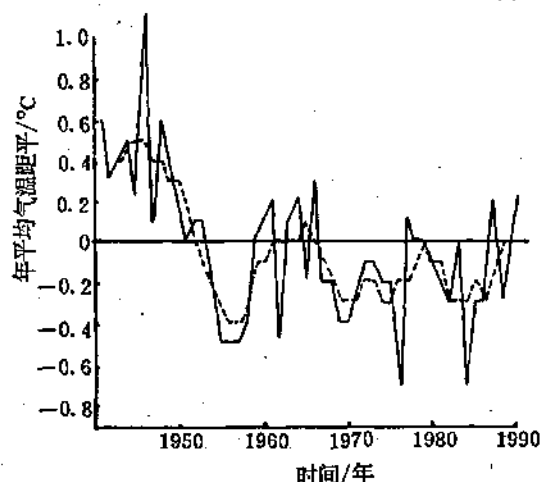


图1 福建年平均气温距平(实线)及其5年滑动平均(虚线)

(1)40年代是近50年来福建年平均气温最高的10年,其峰点是1946年(年平均气温 20.7°C ,距平值为 1.2°C),50年代全省年平均气温下降,至1956年年平均气温 19.1°C (谷点),10年间下降 1.6°C 。

(2)50年代末至60年代初,福建年平均气温回升,至1966年升至 19.9°C ,60年代后

期下降,至1976年降至 18.9°C ,距平值为 -0.6°C ,10年间下降 1.0°C 。

(3)70年代后期开始回升,年平均气温至1979年升至 19.6°C ,为近50年来第三个峰值,但不及前两者,80年代初又下降,至1984年降至 18.9°C ,8年间下降 0.7°C 。

(4)1985年起福建年平均气温又呈上升趋势,其峰值是 19.8°C (1987年,1990年),但不及前两者(1946年为 20.7°C 、1966年为 19.9°C)。

1.1.2 福建年平均气温变化率呈下降趋势(表1),全省年平均气温变化率平均为 $-0.0114^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$,即大约10年间下降 0.11°C ,而下降最明显的是厦门,年平均气温变化率为 $-0.0345^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$,即大约10年下降 0.35°C ,全省唯有邵武呈上升趋势,年平均气温变化率为 $+0.0022^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$ 。就地区而言,沿海年平均气温变化率为 $-0.0149^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$,即大约10年间下降 0.15°C ,内陆年平均气温变化率为 $-0.0080^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$,即大约10年间下降 0.08°C ,沿海变化幅度大于内陆。

表1 福建12个代表站各季、各年代平均气温变化率/ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$

时段	冬	春	夏	秋	1941— 1950年	1951— 1960年	1961— 1970年	1971— 1980年	1981— 1990年	1941— 1990年
内陆	-0.0151	-0.0027	-0.0066	-0.0084	-0.0103	-0.0366	-0.0335	+0.0041	0.0423	-0.0080
沿海	-0.0177	-0.0205	-0.0065	-0.0038	-0.0097	-0.0061	-0.0462	+0.0210	0.0168	-0.0149
全省	-0.0164	-0.0116	-0.0066	-0.0061	-0.0100	-0.0213	-0.0399	+0.0126	0.0296	-0.0114

1.2 各季气温变化

1.2.1 冬季气温有变冷趋势

(1)冬季全省平均气温呈缓慢下降趋势(图2a),变化幅度小,平均气温变化率为 $-0.0164^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$ (表1),内陆和沿海变化率大体相似,即大约10年间下降 0.15°C — 0.17°C 。

(2)冬季全省平均气温距平和(内陆、沿海分别都是6站距平值和),40年代和50年代气温距平和为正(表2),60年代以后,内陆、沿海气温距平和全部为负值,其中负距平较为明显的是60年代,沿海、内陆都是一 2.9°C ,其次是80年代,沿海、内陆距平和分别为 -2.4°C 、 -1.6°C ,说明冬季福建气温

有变冷趋势。

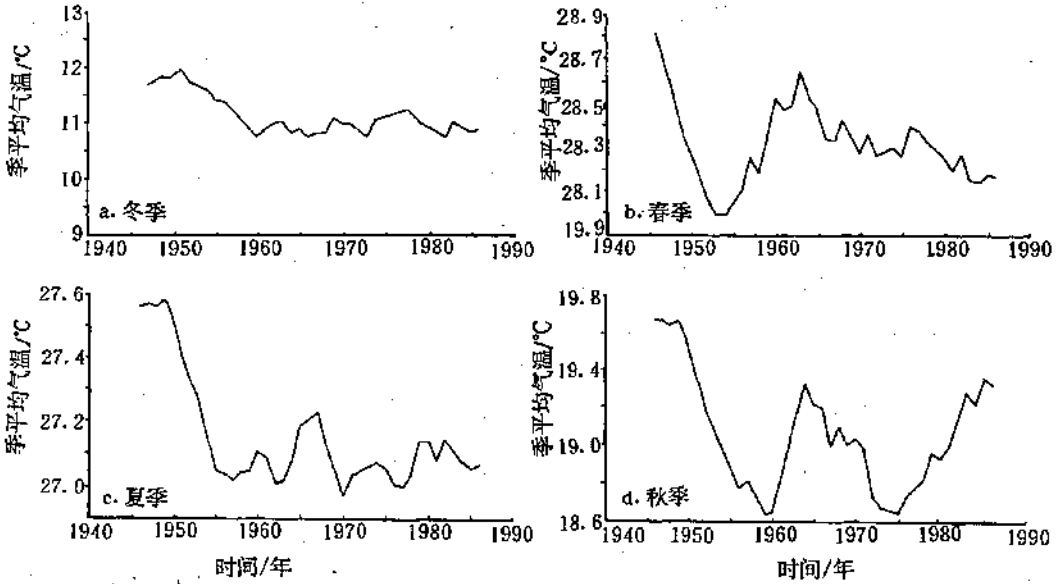


图2 福建各季平均气温(10年滑动平均)曲线

表2 福建各季平均气温距平和/°C

年 代	春		夏		秋		冬	
	内陆	沿海	内陆	沿海	内陆	沿海	内陆	沿海
40年代	1.6	3.9	1.9	2.3	3.7	2.5	2.6	3.9
50年代	-1.7	-1.3	-0.6	-1.5	-2.4	-2.4	2.2	-0.1
60年代	0.4	-0.6	0.2	0.0	0.1	0.1	-2.9	-2.9
70年代	0.6	-0.3	-1.4	-1.0	-3.0	-2.2	-1.0	-0.5
80年代	-0.3	-2.6	0.1	-1.6	1.5	0.2	-1.6	-2.4

1.2.2 春季气温也有变冷趋势,60年代后期起这种趋势更明显

(1)春季全省平均气温曲线起伏明显,50年代是近50年来平均气温最低的10年(图2b)。60年代中期起至今平均气温仍继续下降,但未达到50年代的最低点。全省平均气温变化率为 $-0.0116^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$,而大约10年间下降 0.12°C 。季平均气温变化率,沿海为 $-0.0205^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$,内陆为 $-0.0027^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$,沿海大于内陆(表1)。

(2)春季平均气温距平和(表2)。正距平

和较大值出现在40年代,沿海大于内陆。50年代气温下降,沿海内陆距平和均为负值。60年代和70年代全省气温变化不大。80年代沿海距平和为 -2.6°C ,是近50年来气温下降较大的10年,内陆气温下降小于沿海。

1.2.3 夏季平均气温下降趋势小于冬、春季

(1)夏季全省平均气温变化率为 $-0.0066^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$ (表1),内陆和沿海季平均气温变化率相当(约 $-0.0066^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$),即大约10年间下降 0.07°C 。但永安、龙岩二市季平均气温变化率略呈上升趋势。

(2)夏季全省平均气温以40年代为最高(图2c),全省季平均气温呈下降趋势,尤其80年代沿海季平均气温距平和为 -1.6°C ,为20年来最低值(表2)。

1.2.4 秋季全省平均气温升降起伏大

(1)秋季全省平均气温曲线呈“三峰”、“二谷”波动式变化(图2d),峰值分别在40、60、80年代,谷值在50、70年代。秋季全省平

均气温变化率为 $-0.0061^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$,气温下降幅度沿海小于内陆(表1)。

(2)秋季平均气温距平和(表2)的正负值分别与峰、谷位置相当,80年代以来秋季平均气温上升明显,其中上升幅度沿海小于内陆。

综上所述,40年代各季气温偏暖,秋季内陆距平值和大于沿海,其它各季都是沿海大于内陆。80年代秋季全省气温回升,其余各季都呈下降趋势,且沿海较内陆下降明显。

1.3 全省冬、夏季有前期偏冷、后期偏暖的趋势

共分析了4个气温特征要素,它们是:年极端最低气温、年极端最高气温、冬季最冷月平均气温和夏季最热月平均气温,它们的基本特征是:

表3 福建12个代表站气温特征要素变化率/ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$

项 目	1941—1950	1951—1960	1961—1970	1971—1980	1981—1990	1941—1990
年极端最低气温(A)	-0.0945	-0.0325	0.0839	0.0990	0.2482	0.0177
年极端最高气温(C)	-0.0815	-0.1715	-0.0564	0.0715	0.1282	-0.0112
冬季最冷月平均气温(E)	-0.1752	-0.2739	-0.0230	0.1861	0.1564	-0.0053
7—9月最热月平均气温(G)	-0.0624	-0.0133	0.0273	0.0891	0.0479	0.0018

1.3.2 近50年年极端最高气温和冬季最冷月平均气温呈弱下降趋势,其变化率分别为 $-0.002^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$, $-0.0053^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$ 。以70年代为界,40—60年代呈下降趋势,尤以50年代下降显著;70—80年代则呈上升趋势,其中80年代年极端最高气温变化率为 $0.1282^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$,大约10年间上升 1.3°C ,这也是一个不小的数字。为此,分别对1981—1990年、1986—1990年与1941—1990年年极端最高气温进行显著性检验,结果近10年年极端最高气温与过去50年无显著差异,近5年年极端最高气温与过去50年有显著差异。

综上所述,福建年极端最高气温与最低

1.3.1 近50年来年极端最低气温和夏季最热月平均气温呈弱上升趋势(表3),其气温变化率分别为 $0.0177^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$ 和 $0.0018^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$ 。以60年代为界,40—50年代呈下降趋势,60年代以后则转为上升趋势,尤其80年代年极端最低气温变化率为 $0.2482^{\circ}\text{C}\cdot\text{年}^{-1}$,大约10年间上升 2.48°C ,这是相当可观的数字。为此,对年极端最低气温变化进行显著性检验,应用1981—1990年与1941—1990年年极端最低气温进行比较。计算统计量 $t=2.350$,在 $\alpha=0.05$ 置信水平下, $t_{\alpha}=1.98$,则 $t>t_{\alpha}$,表明近10年与过去50年年极端最低气温有显著差异;再比较1986—1990年与1941—1990年, $t=2.94$,在 $\alpha=0.05$ 置信水平下, $t_{\alpha}=1.98$, $t>t_{\alpha}$,表明近5年与过去50年年极端最低气温有显著差异。

气温近5年或10年有显著增暖现象。

1.4 福州、厦门近90年年平均气温变化

福州、厦门有近90年平均气温资料,对于了解福建气温变化有重要参考意义。在统计福州(1902—1990年)、厦门(1904—1990年)年平均气温时,采用了冷暖等级标准:

$$T \geq \bar{T} + 1.5s \quad \text{暖(2级)}$$

$$\bar{T} + 0.6s \leq T < \bar{T} + 1.5s \quad \text{偏暖(1级)}$$

$$\bar{T} - 0.6s \leq T < \bar{T} + 0.6s \quad \text{正常(0级)}$$

$$\bar{T} - 1.5s \leq T < \bar{T} - 0.6s \quad \text{偏冷(-1级)}$$

$$T < \bar{T} - 1.5s \quad \text{冷(-2级)}$$

其中 T 为年平均气温, $\bar{T}$ 为历年平均气温总平均。 s 为年平均气温标准差,统计结果列入表4。从表中看出:

表4 福州/厦门年平均气温冷暖等级表

年代	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	总计
1900	/	2/	-1/	-1/0	0/0	0/0	1/0	0/1	1/1	0/1	2/3
1910	0/1	-1/0	-1/0	1/2	1/2	0/1	-2/0	-2/0	0/0	-1/0	-5/6
1920	0/1	-1/1	-1/0	-1/0	-2/0	1/1	-1/0	0/1	0/1	0/0	-5/5
1930	-1/1	-2/1	0/1	-1/1	0/1	0/0	1/2	2/2	0/1	0/1	-1/11
1940	2/2	1/1	1/1	2/2	2/1	2/1	0/1	2/1	1/1	0/0	13/11
1950	0/0	0/1	1/0	0/0	-2/-1	-1/-1	-1/-1	-1/-1	0/0	1/0	-3/-3
1960	1/0	-1/-1	1/0	1/0	0/-1	1/0	0/-1	-1/-1	-1/-1	-1/-1	0/-7
1970	0/-1	0/0	0/0	0/0	0/0	-1/-1	1/0	0/0	1/0	0/0	1/-2
1980	0/-2	0/-1	1/-1	-1/-2	0/-2	0/-2	1/-1	0/-2	0/-1	1/-1	2/-15

1.4.1 福州近90年年平均气温的偏暖期(等级1,2)集中在本世纪初及40年代前后,以1937—1953年偏暖期最明显。70年代以来,福州年平均气温冷、暖交替出现(偏暖5年,正常13年,偏冷2年);福州年平均气温的偏冷期(等级-2,-1)集中在20年代前后和50—60年代,尤以1917—1927年这11年偏冷最明显。

1.4.2 厦门近90年年平均气温从1904—1950年共47年中,偏暖—暖的等级有30年(占64%)。而1951—1990年共40年中,偏冷—冷的等级有22年(占55%)。前者以暖为优势,后者以冷为优势。经过显著性检验,在 $\alpha=0.05$ 置信水平下表明前47年与后40年年平均气温有显著差异。

1.4.3 再将福州冬、夏季平均气温按同样标准进行等级划分(表略),统计表明:夏季和冬季平均气温变化不同。夏季在1911—1960年共50年中,以偏冷—冷居多(偏冷—冷等级有22年,偏暖—暖等级有12年)。在1961—1990年共30年中,以偏暖—暖居多(偏暖—暖等级有13年,偏冷—冷等级有7年)。冬季则相反:在1911—1960年中,以偏暖—暖居多(偏暖—暖等级有16年,偏冷—冷等级有11年)。在1961—1990年中,以偏冷—冷居

多(偏冷—冷等级有12年,偏暖—暖等级有9年)。

2 降水变化的统计特征

2.1 年降水量变化

福建年降水存在显著的阶段性。丰水期主要出现在50年代初、50年代后期至60年代初及70年代中期3个时段,其中以前2个时段丰水明显。据福建近百年洪涝强度统计,1956—1962年共出现洪涝等级1(中涝)、等级2(大涝)、等级3(特涝)分别都是2年。可见,50年代后期至60年代初是1949年以来洪涝灾害的频繁时段。枯水期主要出现在50年代中期和60年代中期,据福建1939—1990年干旱强度统计,1954—1957年出现干旱等级-1(中旱)、干旱等级-3(特旱)分别都是2年;1963—1967年出现中旱2年、大旱和特旱各2年。1986年以后,福建年降水量相对减少,其中1986年和1991年还分别出现大旱和特旱,进入另一个枯水期。

2.2 各季降水量变化

2.2.1 春季(2—4月)降水枯水期主要出现在1961—1978年(图略),从表5看出:这个时段的降水量距平百分率分别为-158.18%(60年代)、-49.46%(70年代),60年代缺水尤为显著。春雨明显时段是80年代,降水

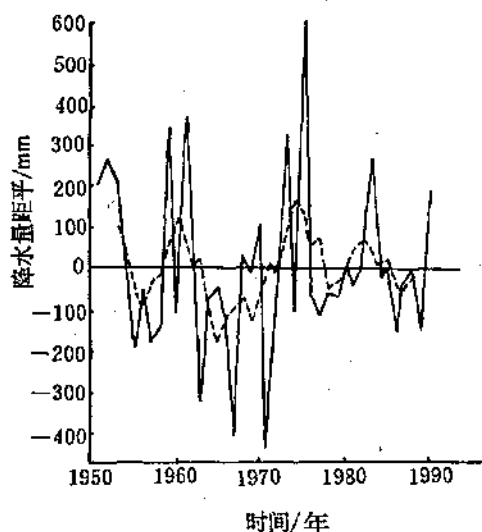


图3 福建年平均降水量距平(实线)及其5年滑动平均(虚线)

量距平百分率为168.19%，是福建近40年来一个较为显著的气候特征。

表5 福建(9站)各年代季降水量距平百分率* /%

年代	50年代	60年代	70年代	80年代
2—4月	44.84	-158.18	-49.46	168.19
5—6月	13.10	76.39	16.48	-77.35
7—9月	58.34	-54.79	2.44	-4.18
10—1月	-84.20	97.26	111.53	-84.84

* 表中数字系指9站之和

2.2.2 雨季(5—6月)降水枯水期和丰水期分布与春季相反,丰水期出现在1977年以前,最多是1962年、1968年、1974—1976年(图略),50—70年代季降水量距平百分率都为正(表5)。近10多年来,雨季降水量明显偏少,80年代季降水量距平百分率为-77.35%,是近40年来降水量最少的10年,也是近10年福建雨季枯水的又一气候特征。

2.2.3 夏季(7—9月)降水枯水期主要出现

在1962—1990年共29年中,降水量为负距平者占18年。而在这之前的50年代却是夏季降水最为丰沛的10年。降水量距平百分率为58.34%(表5)。

2.2.4 秋冬季是福建降水量最少的季节,降水量相当于年降水量的1/9。相对丰水期出现在60—70年代,尤其是70年代。相对枯水期则出现在50年代和80年代,其季降水量距平百分率均为-84%。80年代秋冬季少雨也是近10多年来福建又一气候特征。

总之,近15年来,福建春季多雨,雨季及夏、秋冬季降水普遍偏少,夏秋连旱水库严重缺水是福建近15年的主要气候灾害之一。

2.3 降水区域分布

近15年来福建降水持续偏少(除春季外),且区域分布不平衡。为此,分别制作各代表站1981—1990年与1941—1990年、1951—1960年平均气温、降水量差值图,并

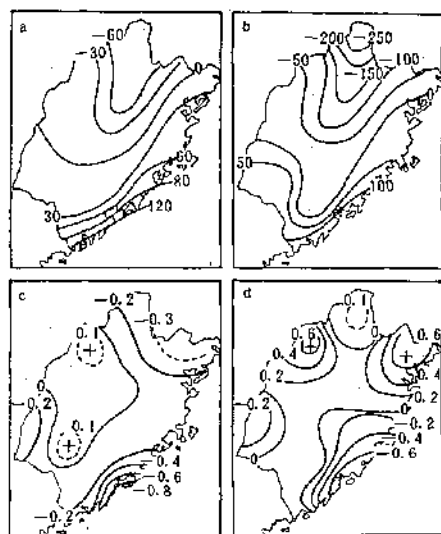


图4 福建80年代气温、降水与1941—1990年、1951—1960年差值图

- a. 80年代气温与1941—1990年气温差
- b. 80年代气温与1951—1960年气温差
- c. 80年代降水与1941—1990年降水差
- d. 80年代降水与1951—1960年降水差

进行比较。其主要特征:

2.3.1 福建 80 年代降水量沿海和闽西地区持续偏多,其余地区偏少

图 4a、b 分别是 1981—1990 年与 1941—1990 年、1951—1960 年降水量差值图。从图中可看出:无论是与过去 50 年相比较或与 50 年代相比较,福建 80 年代沿海和闽西地区降水偏多,闽北和闽中地区偏少。

2.3.2 福建各年代平均气温与降水量变化呈反相关

图 4c、d 分别是 1981—1990 年与 1941—1990 年、1951—1960 年平均气温之差。从图中可看出:福建沿海降水量偏多时,则对应平

均气温偏低,同样,闽西和闽中地区降水量偏多时,对应平均气温也偏低。它们相关系数 $r = -0.4342$, 在 $\alpha = 0.02$ 的置信水平下, $r_{\alpha=0.02} = 0.4093$, $|r| > r_{\alpha}$, 其反相关是显著的。

参考文献

- 1 国家气象局气候司. 全国气候变化诊断分析会议论文集. 北京:气象出版社,1991 年.
- 2 林学椿等. 近 40 年我国气候趋势. 气象,1990,16(10): 16—21.
- 3 陈个盛,同 1.
- 4 庞世瑾等. 福建 80 年代的气候特点及其对国民经济的影响. 气象,1991,17(9):30—35.

Statistic Characteristics in Variations of Temperature and Precipitation in Fujian Province in the Last 50 Years

Huang Wentang

(Climatic Center of Fujian Province, Fuzhou 350001)

Abstract

Decrease tendency of air temperature has appeared in Fujian Province in the last 50 years, with a variability of $-0.0114^{\circ}\text{C}/\text{a}$ averaged over the whole province, i. e. a decrease of 0.11°C per 10 years. Furthermore, in the province, the temperature has a larger decrease tendency in the coastal areas than that in the inland areas, and that in winter and spring than that in summer. However, there was an increase tendency in the autumn of the 1980s. Precipitation has its wet period mainly in the 1950s and its drought period in the 1960s. Since the 1980s, spring (Feb. — April) rainfall has obviously enhanced, but precipitation in the rainy season (May — June) has greatly decreased.

Key Words: seasonal and annual variations temperature precipitation statistical features