

文章编号: 1006-4354 (2005) 05-0011-05

西安近 50 年气候变化初步分析

徐小红, 余 兴
(陕西省气象科学研究所, 陕西西安 710014)

摘 要: 利用西安 1951—2000 年的气温、降水、最高气温、最低气温、低云量和总云量资料, 初步分析了近 50 a 西安的气候变化特征, 结果表明西安气候趋向变暖, 特别是近 10 a 平均气温升高明显, 较 20 世纪 50 年代上升 0.9°C , 其中平均最低气温较最高气温上升幅度大, 对增温的贡献较大, 冬季变暖明显; 降水量减少, 旱年增多; 云量减少, 特别是低云量减少明显, 与降水量有较好的对应关系。

关键词: 西安; 气候变化; 气温; 降水; 云量

中图分类号: P467 **文献标识码:** A

近年来, 我国乃至全球气候变化加剧。研究表明, 20 世纪 70 年代后期, 我国大部地区气温升高明显, 降水减少, 极端天气气候事件发生的频率增加^[1]。西安是西北经济高速发展的大城市, 研究其气候变化特征对当地政府指导工农业生产、城市规划、保护生态环境以及气象工作者做好本市的中、长期气候预测具有重大意义。

1 资料和方法

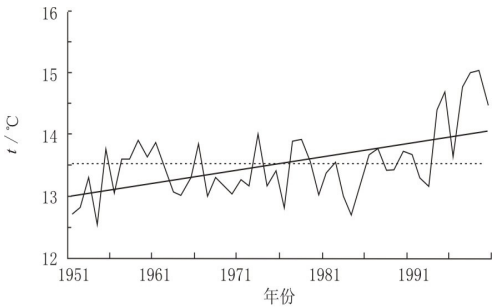
气象资料来源于陕西省西安市 1951—2000 年气象观测资料, 选取平均气温、降水、最高和最低气温、低云量、总云量作为研究对象, 运用统计方法, 对各要素求其季、年、年代均值, 做出年、季的历史曲线及均值、线性拟合线, 分析其在不同季节、年代的变化特征, 用线性拟合方法求其变化趋势。

2 气温变化

2.1 平均气温变化

资料分析表明, 西安年平均气温总体呈明显上升趋势 (图 1), 气温最低点出现在 1954 年 (12.5°C), 随后略有上升, 并呈波动变化, 自 1993 年起, 气温急剧变暖, 从 1994—2000 年连续 7 a 持续变暖, 1995 年 (14.7°C)、1999 年 (15.1

$^{\circ}\text{C}$) 达到波峰。用线性拟合分析, 50 a 来西安年平均气温增长率为每 10 a 上升 0.22°C , 增长速度高于我国的平均气温增长率每 10 a 上升 0.04°C ^[2] (资料时段为 1951—1989 年), 说明西安是我国平均气温升高明显的城市。



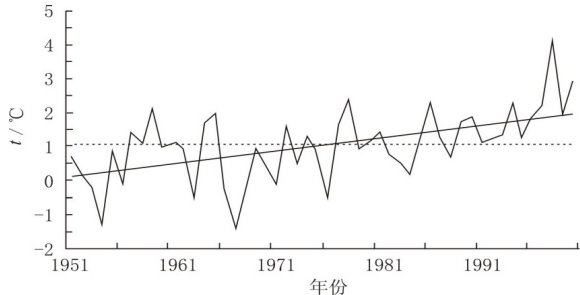
折线为历年值, 虚线为平均值, 直线为拟合值
图 1 1951—2000 年西安年平均气温变化

从表 1 看出, 20 世纪 50 年代至 80 年代西安年平均气温变幅不大, 相对偏冷, 90 年代偏暖, 升温急剧, 较 50 年代平均气温上升 0.9°C , 较 80 年代上升 0.8°C 。季节的气温变化, 变幅最大的是冬季 (图 2), 其次是春季, 夏季变化较小。冬季平均气温 90 年代较 50 年代上升 1.5°C 。1988—2000 年西安持续暖冬, 2000 年春季平均气温达到

表 1 1951—2000 年西安平均气温变化

°C

年代	年			春季			夏季			秋季			冬季		
	气温	最高	最低	气温	最高	最低	气温	最高	最低	气温	最高	最低	气温	最高	最低
50 年代	13.3	19.1	8.1	13.8	20.2	7.8	25.7	31.5	20.2	13.3	18.8	8.5	0.6	5.9	-3.8
60 年代	13.3	19.2	8.7	13.6	20.0	8.4	25.9	32.3	20.5	13.1	18.4	9.2	0.5	6.1	-3.4
70 年代	13.4	19.2	8.8	13.8	20.1	8.5	25.6	31.7	20.3	13.4	18.8	9.2	1.0	6.1	-2.7
80 年代	13.4	18.8	9.0	14.0	20.0	8.9	24.9	30.5	20.2	13.5	18.6	9.6	1.2	6.2	-2.5
90 年代	14.2	19.8	9.8	14.9	20.8	9.8	26.2	31.8	21.4	13.9	19.3	9.8	2.1	7.2	-1.8



折线为历年值, 虚线为平均值, 直线为拟合值

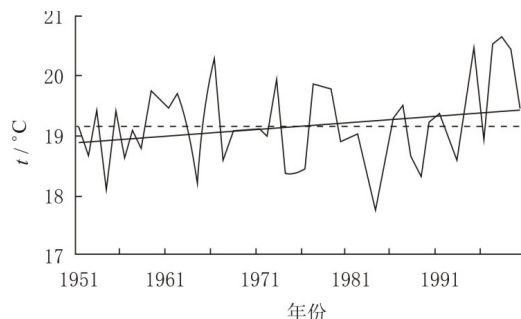
图 2 1951—2000 年西安冬季平均气温变化

了近 50 a 以来的最高值, 秋季、夏季平均气温的最高值分别出现在 1998 年、1997 年。近 10 a 来, 各季的平均气温均呈明显增高趋势, 其中夏季增温幅度最大, 比 80 年代上升 1.3°C , 对年平均气温升高贡献最大, 导致年平均气温的急剧升高。从线性拟合看, 冬季平均气温每 10 a 上升 0.39°C , 春季为每 10 a 上升 0.27°C , 秋季为每 10 a 上升 0.19°C , 夏季变化较小, 为每 10 a 上升 0.01°C 。总体来看, 增暖贡献最大的是冬季和春季。

2.2 平均最高气温和最低气温的变化

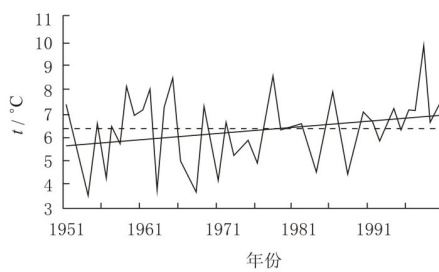
从年平均最高气温曲线图 (图 3) 可以看出, 年平均最高气温呈上升趋势, 50 年代偏冷, 60 年代初偏暖, 从 60 年代中期到 70 年代中期偏冷, 70 年代末偏暖, 80 年代初到 90 年代初偏冷, 90 年代中期以后变暖, 特别是 1994 年以后升温明显, 于 1995 年 (20.6°C)、1998 年 (20.7°C) 达到波峰, 90 年代平均最高气温较 80 年代升高 1.0°C (表 1)。对季节变化, 冬、春季变化和年变化基本一致, 冬季平均最高气温自 1992 年以来持续偏高 (图 4), 90 年代较 50 年代上升 1.3°C , 春季升高 0.6°C , 秋季升高 0.5°C , 夏季变化不大。从线性拟合分析看, 年平均最高气温每 10 a 上升 0.11

$^{\circ}\text{C}$, 冬季每 10 a 上升 0.28°C , 春季每 10 a 上升 0.12°C , 秋季每 10 a 上升 0.15°C , 夏季平均最高气温每 10 a 下降 0.12°C 。可见, 年平均最高气温的上升冬季贡献最大。



折线为历年值, 虚线为平均值, 直线为拟合值

图 3 1951—2000 年西安年平均最高气温变化

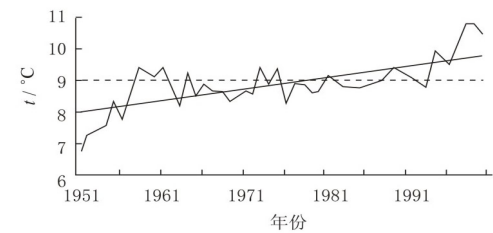


折线为历年值, 虚线为平均值, 直线为拟合值

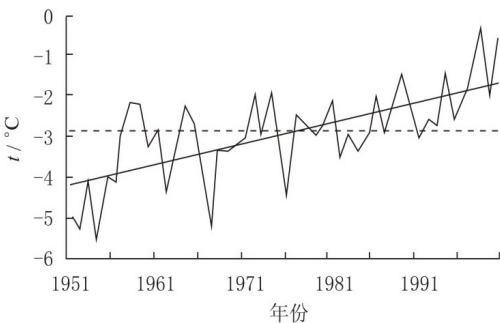
图 4 1951—2000 年西安冬季平均最高气温变化

从年平均最低气温曲线图 (图 5) 看, 年平均最低气温呈上升趋势, 50 年代偏冷, 60 年代略有上升, 70 年代呈波动变化, 自 80 年代起逐渐上升, 特别是 1993 年以来急剧增温, 1999 年 (10.8°C) 达到 1951 年以来的最高值, 1994—2000 年持续 7 a 变暖, 90 年代较 50 年代上升 1.7°C (表 1)。从季节看, 冬、春季与年变化一致, 冬季

1991—2000 年连续 10 a 变暖, 1998 年是自 1951 年以来最高值(图 6)。从年代变化看, 冬季 90 年代比 50 年代上升 2.0℃, 春季 1991—2000 年连续 10 a 变暖, 2000 年达最高值, 90 年代较 50 年代上升 2.0℃, 夏季自 1994 年以来持续变暖, 90 年代较 50 年代上升了 1.2℃, 秋季呈波动变化, 1998 年达最高值。从线性拟合分析看, 年平均最低气温每 10 a 上升 0.39℃, 冬季为每 10 a 上升 0.53℃, 春季为每 10 a 上升 0.49℃, 秋季为每 10 a 上升 0.33℃, 夏季为每 10 a 上升 0.21℃。



折线为历年值, 虚线为平均值, 直线为拟合值
图 5 1951—2000 年西安年平均最低气温变化



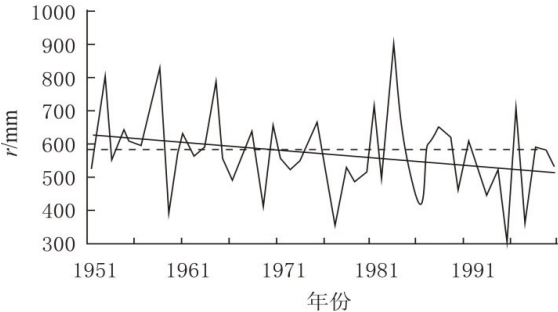
折线为历年值, 虚线为平均值, 直线为拟合值
图 6 1951—2000 年西安冬季平均最低气温变化

对比平均最高和最低气温, 年平均最低气温 10 a 增长率约为年平均最高气温的 3 倍以上, 冬季、秋季约为 2 倍, 春季约为 4 倍。相对于年平均最高气温, 年平均最低气温的增温明显, 与年平均气温的变化特征更为一致, 最大增温出现在冬季, 其次是春季, 夏、秋季的变化不十分明显。

3 降水变化

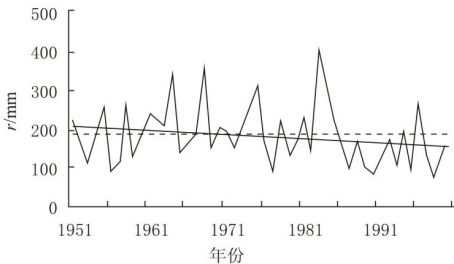
分析西安近 50 a 的降水量, 发现西安年降水量呈减少趋势, 按线性拟合其减少率为每 10 a 减少 19.84 mm (图 7)。50 年代至 60 年代中期降水量较多, 出现了 1952 年 (795.0 mm)、1958 年

(839.0 mm)、1964 年 (782.3 mm) 3 个多水年, 随后呈波动变化并略有减少, 70 年代中后期减少明显, 80 年代降水量增加, 出现 1983 年 (903.2 mm) 的多水年, 进入 90 年代, 降水量锐减, 处于干旱期, 出现 1995 年 (312.2 mm) 和 1997 年 (362.0 mm) 的干旱年。



折线为历年值, 虚线为平均值, 直线为拟合值
图 7 1951—2000 年西安年降水量变化

从表 2 可看出, 90 年代平均降水量较 50 年代减少了 97.7 mm, 与 50 a 平均值相比减少了 49 mm。对于各季降水量, 进入 90 年代以来, 春季降水量增加, 夏、秋、冬季减少, 其中秋季减少最明显, 可见 90 年代以来降水量减少秋季贡献最大, 其次是夏季, 春季影响不大。按线性拟合, 秋季降水量每 10 a 减少 8.93 mm (图 8), 在四季中减少速率最快, 对年降水量减少影响较大。



折线为历年值, 虚线为平均值, 直线为拟合值
图 8 1951—2000 年西安秋季降水量变化

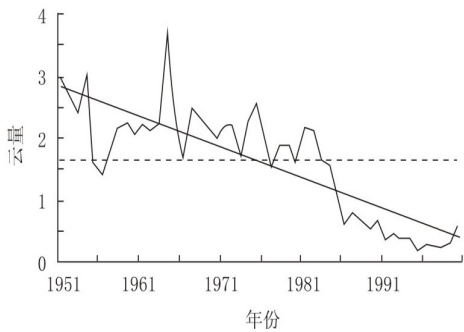
4 低云量和总云量的变化

从年平均低云量曲线图(图 9) 看出, 年平均低云量呈减少趋势。50 年代至 80 年代初低云量偏多, 1964 年为最大值近 4 成, 自 1984 年起急剧减少, 出现了 1995 年、1997 年的极小值。从年代变化来看, 90 年代较 50 年代平均低云量减少了

表 2 1951—2000 年西安降水量变化

mm

年代	年	春季	夏季	秋季	冬季
50 年代	621.8	121.9	299.0	169.2	27.9
60 年代	583.2	157.7	187.8	220.2	19.3
70 年代	532.0	139.5	182.6	185.3	25.3
80 年代	603.9	126.5	261.0	190.6	23.9
90 年代	524.1	129.6	227.7	150.3	17.7

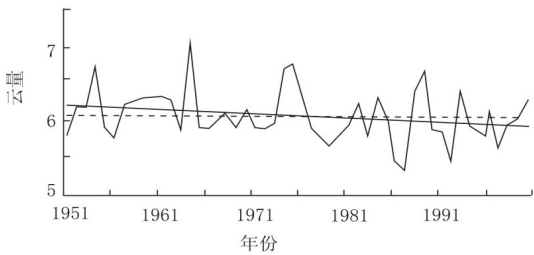


折线为历年值，虚线为平均值，直线为拟合值
图 9 1951—2000 年西安年平均低云量变化

近 2 成 (表 3)。按线性拟合, 平均低云量每 10 a 减少 0.48 成。分析季节变化曲线, 各季的变化和年变化一致, 春季平均低云量 90 年代较 50 年代减少近 2 成。

从年平均总云量曲线图 (图 10) 看出, 年平均总云量呈逐步减少趋势, 按线性拟合为每 10 a

减少 0.05 成, 变化不十分明显。1987 年 (约 5 成)、1992 年 (约 6 成) 分别为近 50 a 的最低值和次低值。从表 3 看出, 90 年代较 50 年代平均总云量减少了 0.2 成, 变化不大。从季节变化曲线看, 各季平均总云量变幅都不是很大, 春季平均总云量 90 年代较 50 年代减少 0.1 成, 夏季 0.3 成, 秋季基本不变, 冬季 0.4 成。



折线为历年值，虚线为平均值，直线为拟合值
图 10 1951—2000 年西安年平均总云量变化

表 3 1951—2000 年西安云量变化

成

年代	年		春季		夏季		秋季		冬季	
	低云量	总云量	低云量	总云量	低云量	总云量	低云量	总云量	低云量	总云量
50 年代	2.2	6.2	2.0	6.8	2.5	6.5	2.3	6.0	2.0	5.5
60 年代	2.3	6.2	2.5	6.8	1.8	6.1	3.2	6.6	2.1	5.2
70 年代	2.0	6.1	1.9	6.7	1.8	6.1	2.3	6.0	1.9	5.5
80 年代	1.3	6.0	1.1	6.5	1.7	6.4	1.6	6.1	0.5	5.2
90 年代	0.4	6.0	0.4	6.7	0.6	6.2	0.5	6.0	0.2	5.1

对比降水量曲线与平均低云量、总云量曲线看出: 平均低云量与降水量近 50 a 较大、较小值有对应关系, 平均低云量最大值出现在 1964 年, 对应 1964 年为多水年, 1995 年、1997 年分别为平均低云量的最小值、较小值对应 1995 年、1997 年为旱年, 降水量分别为近 50 a 最少、次少, 平

均总云量与降水量对应不明显。

5 结论

5.1 1951 年以来西安年平均气温呈明显上升趋势, 特别是 90 年代起气温急剧上升, 较 50 年代上升 0.9℃, 其中冬季变暖最明显, 其次是春季, 夏季升温较弱。

文章编号: 1006-4354 (2005) 05-0015-05

陕西省春秋季节一般性降水天气预报模型 及飞机人工增雨作业区域选择

陈争旗¹, 许新田², 贾 玲¹, 宁志谦²

(1. 陕西省人工影响天气办公室, 陕西西安 710014; 2. 陕西省气象台, 陕西西安 710014)

摘 要: 研究适合人工增雨作业的大气环流背景和天气条件, 成为人工影响天气工作的一项重要课题。针对大范围飞机人工增雨作业需要, 选用陕西省 2000—2002 年春秋季节一般性降水过程作为样本, 对产生降水的环流背景形势、影响系统、云系结构、降水区位置以及相互配置进行分析, 总结出陕西省春秋季节一般性降水天气的 4 种预报模型, 给出每一种天气预报模型下的各种影响系统的基本位置、对应云系变化及降水落区, 为开展飞机人工增雨选择适宜作业区域提供依据, 即根据有利降水的天气环流特征作飞机增雨准备, 根据 500 hPa、700 hPa 影响系统的配置确定增雨的区域范围, 根据有利降水云系的分布和变化把握作业时机, 选择最适宜作业区域。

关键词: 春秋季节; 降水; 预报模型; 人工增雨; 区域选择

中图分类号: P457.6 **文献标识码:** A

陕西省地处我国内陆, 干旱缺水是制约农业生产, 社会进步和经济发展的关键之一, 开发利用空中云水资源, 实施人工增雨作业变得十分迫切和非常必要。人工增雨作业的实施应选择有利

收稿日期: 2005-04-19
作者简介: 陈争旗 (1959-), 男, 陕西兴平人, 学士, 高工, 从事天气预报和人工影响天气工作。
基金项目: 国家科技部“西部开发科技行动”重大攻关项目 (2001BA901A41)

5.2 年降水量总体呈下降趋势, 特别是 90 年代降水量锐减, 旱年明显增多, 其中秋季降水量减少较多, 其次是夏季, 春季变化不大。

5.3 年、冬、春、秋季的平均最高、最低气温均上升, 最低气温上升幅度大于最高气温, 对气候变暖贡献较大。

5.4 年平均低云量、总云量均呈下降趋势, 特别是年平均低云量自 80 年代初期急剧减少, 减少的幅度远大于年平均总云量, 且年平均低云量与年降水量有较好的对应关系。

综上所述, 近 50 a 西安气候变化趋势与全国气候变化大体一致, 即气温升高, 降水减少。但西安年平均气温的增长速度远高于全国平均水平, 这与本市城市化发展造成的热岛效应影响有一定关系^[1]。同时近年来城市大规模扩张、工业快速发展、交通运输工具增多等等, 带来了一系

列的大气污染问题, 影响城市的大气条件、环境要素, 进而影响气候变化, 特别是人为气溶胶对气候变化的影响已被国内外学者所揭示^[3]。人为因素的影响越来越突出。如何在城市建设、经济发展的同时合理地改善、利用气候资源是一项重要课题, 应引起全社会乃至全人类的重视。

参考文献:

[1] 陈隆勋, 朱文琴, 王文, 等. 中国近 45 年来气候变化的研究 [J]. 气象学报, 1998, 56 (3): 257-271.

[2] 林学椿, 于淑秋. 近 40 年我国气候趋势 [J]. 气象, 1990, 16 (10): 16-21.

[3] Liu Y, Daum P H. Indirect warming effect from dispersion forcing [J]. Nature, 2002, 419: 580-581.