

# 近 45 年来太原气候变化特征研究

周晋红<sup>1</sup>, 张 军<sup>1</sup>, 刘武华<sup>2</sup>

(1. 太原市气象局, 山西 太原 030082; 2. 山西省发展和改革委员会宏观研究院, 山西 太原 030002)

**摘 要:** 利用山区代表站阳曲和平川代表站清徐 1961~2005 年气候观测资料, 对太原市气候变化特征进行了详细分析。结果表明: (1) 近 45 年来, 太原山区和平川年降水量呈减少趋势, 主要是因夏、秋季降水减少造成; 太原年平均气温为明显上升趋势, 年平均气温的升高主要是以冬、春季平均气温升高为主, 其中平均最低气温均比平均最高气温上升显著, 夜间增温明显; 1986 年、1993 年分别为山区和平川年平均气温转折年份, 山区冬季平均气温从 1985/1986 冬季后发生突变; 随着气候变暖, 太原干旱化在加剧。(2) 山区的异常冷冬和暖冬年多于平川, 严重少雨年偏少但降水量距平偏大, 平川严重少雨年出现频繁但降水量距平偏小; 近 45 年来太原气候经历了由异常到平稳再到异常的变化, 而且平川尤为显著。

**关键词:** 气温; 降水量; 气候变化

**中图分类号:** S162.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)03-0007-07

近年来, 全球气候变暖越来越受到国际社会的广泛关注。2007 年 2 月初, 联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)在巴黎发布全球气候变化报告, 报告的主要结论: 全球气候系统变暖是毫无疑问的。报告显示, 地球气候的温度在过去 100 年中变暖了 0.74℃, 主要的变暖阶段是最近 50 年。在全球气候变暖这一背景下, 我国许多气候工作者就各地气候变化对全球气候变暖的响应进行了许多研究, 得出了许多有意义的结论<sup>[1~4]</sup>。太原是山西省政治经济文化中心, 地处山西省中部、太原盆地北缘, 东、西、北三面环山, 南部为汾河冲击平原, 四季分明, 降水偏少, 日照丰富。事实表明, 气候变化对其可持续发展和人民生活有至关重要的影响, 特别是近年来太原气候偏暖, 年降水量持续偏少, 对水资源极度匮乏的太原构成了重大威胁, 造成的经济损失也越来越严重。研究太原气候时空变化特征, 对今后作好为政府的决策服务、进一步提高短期气候预测水平、促进当地经济的可持续发展都具有特别重要的现实意义。

## 1 资料和方法

资料: 选取太原市具有较长时间序列的山区代表站阳曲和平川代表站清徐 1961~2005 年气候观测资料。统计方法: (1) 线性倾向率: 由最小二乘法求得; (2) 气候趋势系数<sup>[5]</sup>; (3) 突变分析检验: 用累

积距平确定要素转折年份, 用信噪比<sup>[6]</sup>来检验该转折是否达到突变标准。

## 2 降水变化特征

统计表明, 太原市常年平均降水量山区为 421.9 mm, 平川为 400.1 mm, 年降水量变率大, 极值比(最大值/最小值)分别达到 3.55 和 3.15。近 45 年来太原年降水量呈减少趋势(图 1、图 2), 减少率平川 34.1 mm/10a, 山区为 22.9 mm/10a, 均高于全省平均水平<sup>[7]</sup>, 而且平川年降水量为明显减少趋势, 通过 0.02 的信度检验(表 1)。从降水量年际变化看, 20 世纪 60~70 年代初太原年降水量变化比较剧烈, 降水量最多最少年份均出现在这一时期, 70 年代初后变化幅度趋缓。从年代际变化看, 各年代平均降水量基本上呈缓慢减少趋势, 20 世纪 90 年代比 60 年代减少 74.5~116.1 mm, 本世纪头 5 年平均降水量仍在减少, 而且平川从 20 世纪 80 年代、山区从 90 年代开始平均值低于常年平均值。

从各季降水量气候趋势系数看, 除冬季略正外, 春、夏、秋三季均为负值, 降水量呈减少趋势, 但只有平川秋季降水量在统计上达到 0.05 信度水平, 其减少率为 11.8 mm/10a。从年代际变化看, 春季平均降水量 20 世纪 70 年代比 60 年代明显减少, 80 年代又明显增加, 90 年代到本世纪又有较明显的减少; 夏季平均降水量的减少主要从 20 世纪 80 年代

收稿日期: 2007-10-06

基金项目: 山西省气象局重点科研项目(200509)

作者简介: 周晋红(1968-), 女, 山西太原人, 高级工程师, 主要从事天气气候分析和预报技术研究。E-mail: zjhlwh@sohu.com

开始,一直持续到本世纪头 5 年;秋季平均降水量 20 世纪 60~90 年代一直为下降趋势,但本世纪有恢复性增长。计算年降水量与各季降水量的相关系

数可以看出,夏、秋季降水量与年降水量相关显著,说明年降水量减少主要是因夏、秋季降水量减少造成的,这与赵桂香<sup>[7]</sup>等的研究一致。

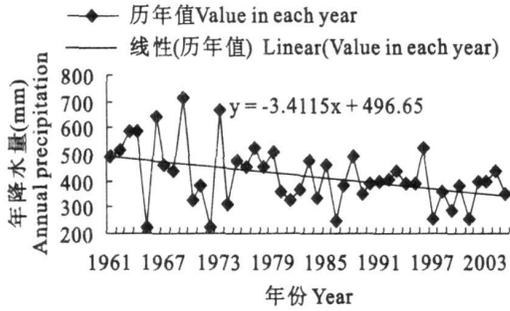


图 1 清徐近 45 年年降水量变化

Fig.1 Change of annual precipitation in Qingxu County in recent 45 years

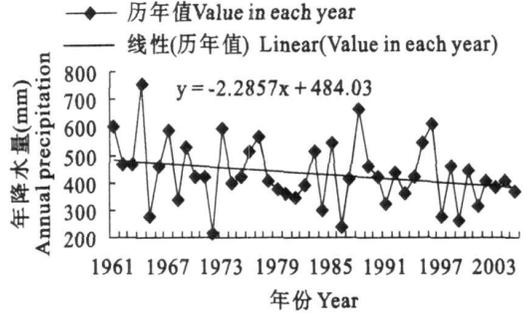


图 2 阳曲近 45 年年降水量变化

Fig.2 Change of annual precipitation in Yangqu County in recent 45 years

表 1 年代平均降水量、季降水量与年降水量相关系数以及季、年降水量气候趋势系数

Table 1 Decadal mean precipitation, correlation coefficients between seasonal and annual precipitation and coefficient of climate tendency

站名 Site	项目 Items	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter	全年 Year
清徐 Qingxu	60 年代平均降水量(mm) Mean precipitation in 1960s	76.5	287.6	117.0	6.6	498.2
	70 年代平均降水量(mm) Mean precipitation in 1970s	50.0	271.5	91.6	12.7	435.5
	80 年代平均降水量(mm) Mean precipitation in 1980s	63.6	259.0	97.0	8.0	382.7
	90 年代平均降水量(mm) Mean precipitation in 1990s	61.0	269.8	77.3	5.2	382.3
	本世纪平均降水量(mm) Mean precipitation in 21st century	51.8	208.5	101.7	12.6	366.4
	与年降水量相关系数 Correlation coefficients between seasonal and annual precipitation	0.274	0.797	0.464	-0.051	—
	气候趋势系数 Climate tendency coefficient	-0.232	-0.169	-0.327	0.039	-0.368
阳曲 Yangqu	60 年代平均降水量(mm) Mean precipitation in 1960s	83.5	280.1	128.1	6.5	487.7
	70 年代平均降水量(mm) Mean precipitation in 1970s	42.6	286.8	93.9	12.3	425.7
	80 年代平均降水量(mm) Mean precipitation in 1980s	78.1	210.9	85.9	7.9	427.6
	90 年代平均降水量(mm) Mean precipitation in 1990s	55.9	245.6	75.3	5.5	413.2
	本世纪平均降水量(mm) Mean precipitation in 21st century	39.1	220.3	95.3	11.7	374.7
	与年降水量相关系数 Correlation coefficients between seasonal and annual precipitation	0.300	0.838	0.490	-0.043	—
	气候趋势系数 Climate tendency coefficient	-0.112	-0.125	-0.240	0.052	-0.240

注:  $r_{0.05,43}=0.294$ ,  $r_{0.02,43}=0.346$ ,  $r_{0.01,43}=0.380$ 。

### 3 气温变化特征

#### 3.1 季、年平均气温

近45年来,太原山区和平川各季及年的平均气温的气候趋势系数均 $>0$ ,其中山区和平川年平均气温、冬春季平均气温以及山区秋季平均气温气候趋势系数通过了0.01或0.02(山区春季)的信度检验,平川秋季平均气温气候趋势系数也通过0.05信度检验,均为明显上升趋势(表2)。山区和平川年

平均气温的线性倾向率分别为 $0.321^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.295^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ (图3,图4),均高于全省平均水平<sup>[7]</sup>,而且山区年平均气温上升幅度高于平川。从线性倾向率看,年平均气温的升高主要是以冬、春季平均气温升高为主,冬季升温山区较平川更为明显,线性倾向率达 $0.733^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ;春季升温平川较山区明显,线性倾向率达 $0.407^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。太原山区和平川夏季平均气温未通过显著性检验,因此不能认为处于上升趋势中。

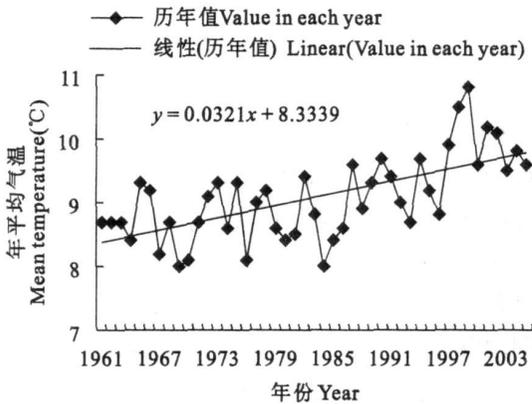


图3 阳曲近45年年平均气温变化

Fig.3 Change of the mean annual temperature in Yangqu County in recent 45 years

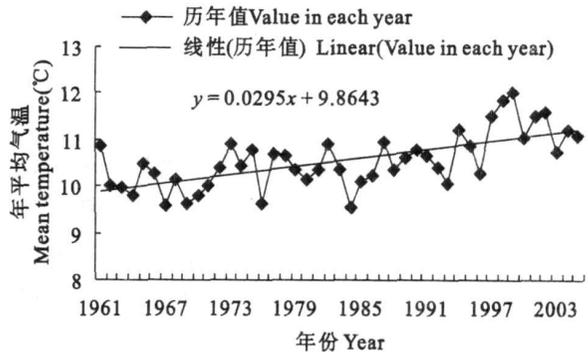


图4 清徐近45年年平均气温变化

Fig.4 Change of the mean annual temperature in Qingxu County in recent 45 years

表2 季、年平均气温线性倾向率和气候趋势系数

Table 2 Linear trend rates and climate tendency coefficients of seasonal and annual mean temperature

站名 Site	项目 Items	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter	全年 Year
清徐 Qingxu	线性倾向率 Linear tendency rate	0.407	0.089	0.201	0.544	0.288
	气候趋势系数 Climate tendency coefficient	0.539	0.176	0.332	0.599	0.644
阳曲 Yangqu	线性倾向率 Linear tendency rate	0.245	0.083	0.238	0.733	0.321
	气候趋势系数 Climate tendency coefficient	0.359	0.141	0.381	0.674	0.640

从年代际变化看(表3),太原年平均气温20世纪70年代比60年代略有上升( $0.2\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ ),80年代与70年代基本持平,90年代开始年平均气温明显升高,比60年代升高 $0.9\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ ,1999年太原市年平均气温创有历史记录以来的最高极值,温度距平山区达 $1.7^{\circ}\text{C}$ ,平川达 $1.4^{\circ}\text{C}$ 。21世纪头5年,年平均气温进一步升高,比上世纪90年代又升高 $0.2^{\circ}\text{C}$ 。从各季平均气温年代际变化看,太原冬季增暖最明显,平川从20世纪60年代以来一直为上升趋势,山区20世纪70年代与60年代基本持平,80

年代开始升高。两地90年代上升幅度显著增大,比60年代升高 $1.5\sim 1.8^{\circ}\text{C}$ ,2001~2005年上升趋势延续,平均气温比20世纪90年代又升高 $0.3\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 。春季平均气温年代际变化与年平均气温年代际变化基本一致,但2001~2005年春季平均气温上升幅度大,比20世纪90年代升高 $0.7\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 。秋季平均气温为缓慢上升趋势,各年代平均以 $0.2^{\circ}\text{C}$ 升幅增长。夏季气温变化平稳,20世纪90年代比60年代升高 $0.3^{\circ}\text{C}$ ,2001~2005年夏季平均气温与20世纪90年代持平。

表 3 季、年平均气温年代际变化(°C)

Table 3 Interdecadal changes of seasonal and annual mean temperature

年份 Year	阳曲 Yangqu					清徐 Qingxu				
	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter	年 Year	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter	年 Year
1961~1970	10.4	22.3	8.6	-6.1	8.6	11.5	23.1	10.0	-4.5	10.1
1971~1980	10.6	22.0	8.7	-6.2	8.8	11.9	23.0	10.4	-3.8	10.4
1981~1990	10.5	22.0	9.0	-5.9	8.9	12.0	22.8	10.3	-3.5	10.4
1991~2000	11.0	22.6	9.2	-4.6	9.6	12.6	23.4	10.6	-2.7	11.0
2001~2005	11.7	22.6	9.4	-4.1	9.8	13.4	23.4	10.8	-2.4	11.2
(2001~2005)- (1991~2000)	0.7	0.0	0.2	0.5	0.2	0.8	0.0	0.2	0.3	0.2

### 3.2 季、年平均最高、最低气温

分析可知,太原山区和平川年及冬、春季平均最高气温,山区季、年平均最低气温,平川年及冬、春、夏季平均最低气温均呈明显的上升趋势,通过了0.01信度检验,秋季两地平均最高气温上升趋势也比较明显(通过了0.05或0.02信度检验)。年平均最高气温线性倾向率为0.285~0.313°C/10a,年平均最低气温线性倾向率为0.337~0.494°C/10a,山区升温高于平川。从各季看,冬季山区平均最高、最

低气温上升趋势比平川显著,线性倾向率分别达到0.610°C/10a和1.084°C/10a,而春季平川平均最高、最低气温上升趋势比山区更显著,线性倾向率分别达到0.384°C/10a和0.482°C/10a,两季均是平均最低气温比平均最高气温上升显著,可见冬、春季夜间增温要高于白天。值得注意的是,太原夏季平均气温上升不明显,但平均最低气温却有显著上升,山区秋季平均最低气温也上升明显,由此可见,夜间增温是太原气候变暖的重要原因之一。

表 4 季、年平均最高、最低气温气候趋势系数和线性倾向率

Table 4 Climate tendency coefficients and linear trend rates of seasonal and annual mean maximum/minimum temperature

项目 Items	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter	年 Year
	平均最高气温气候趋势系数 Climate tendency coefficient of highest mean temperature	0.403	0.148	0.324	0.424
平均最低气温气候趋势系数 Climate tendency coefficient of lowest mean temperature	0.642	0.381	0.190	0.532	0.632
平均最高气温线性倾向率 Linear trend rate of highest mean temperature	0.384	0.101	0.252	0.450	0.285
平均最低气温线性倾向率 Linear trend rate of lowest mean temperature	0.482	0.180	0.123	0.596	0.337
平均最高气温气候趋势系数 Climate tendency coefficient of highest mean temperature	0.383	0.275	0.362	0.518	0.584
平均最低气温气候趋势系数 Climate tendency coefficient of lowest mean temperature	0.591	0.542	0.460	0.708	0.749
平均最高气温线性倾向率 Linear trend rate of highest mean temperature	0.309	0.151	0.274	0.610	0.313
平均最低气温线性倾向率 Linear trend rate of lowest mean temperature	0.358	0.130	0.330	1.084	0.494

### 3.3 平均气温突变检验

气候突变是气候系统的非线性反映,是气候变化过程中存在的某种不连续现象,太原气候明显变暖是否存在温度的突变是我们关心的问题。研究太原山区和平川年平均气温的累积距平曲线(图略)可以发现,山区及平川分别在 1986 年和 1993 年出现最小值,转折后,气温均由偏低年转到气温偏高年。为了检验上述转折是否达到突变标准,我们计算了上述转折年份的信噪比。结果显示,山区和平川转折年份的信噪比分别为 0.9353 和 0.4501,二者均 <1,突变不明显,只能作为气候转折年份。可以认为 1986 年、1993 年分别为山区和平川年平均气温转折年份,山区转暖早于平川,目前太原气候处于偏暖阶段。

研究冬、春季平均气温的累积距平曲线图(图略)并计算各转折年信噪比。结果显示,45 年来太原山区和平川冬、春季均只有一个转折点,且发生转折的年份一致,冬季发生在 1986 年(1985 年 12 月~1986 年 2 月),春季发生在 1996 年,都是从气温偏低时段转向气温偏高时段。从突变检验结果看,只有山区冬季转折年份通过突变检验,  $S/N = 1.106$ 。由此可见,山区冬季平均气温在 1985/1986 年附近发生突变,表现为 1985/1986 年之后冬季增温非常显著,这正是太原市近年来连续出现暖冬年,而且山区暖冬年要多于平川的气候背景。

## 4 降水对气候变暖的响应初探

平川在气候转暖前的 1961~1993 年,年降水量为负距平的年份共 13 年,最长连续负距平年份为 3 年,气候转暖后的 1994~2005 年 12 年间,年降水量为负距平的年份共 9 年,并出现了 1997~2002 年连续 6 年的负距平年,降水量连年偏少,历史罕见;山区气候转暖前的 1961~1986 年的 26 年间,年降水量为负距平的年份为 12 年,而转暖后的 1987~2005 年的 19 年间,年降水量为负距平的年份为 12 年,并出现 2001~2005 年连续 5 年的负距平年。由此可以断言,随着气候变暖,太原年降水量在持续减少,干旱化在加剧。

## 5 严重冷暖事件与干湿事件

半干旱地区平均气温的季、年值分布一般均服从正态分布,年降水量则不一定服从正态分布,我们应用偏态系数  $C_S$  对太原平川和山区 1961~2005 年的年降水量分布进行正态检验。结果显示,太原年降水量均服从正态分布。

我们应用世界气象组织(WMO)推荐的判别要素异常的指标( $C$ ),即当某一气象要素( $Y$ )服从正态分布时,  $C = (Y - Y_P) / \sigma_Y$ ,其中  $Y_P$ 、 $\sigma_Y$  分别为该要素的 30 年平均值和标准差。季、年平均气温和年降水量的异常度标准见表 5,我们取  $|C| \geq 1.5$  作为判别严重气候事件的指标。

### 5.1 严重冷冬和暖冬

冬季是指 12 月~次年 2 月。根据以上标准计算太原冬季平均气温异常度,结果表明:近 45 年太原严重冷冬年均出现在 20 世纪 90 年代前,山区共出现 6 年,平川共出现 4 年,1967/1968 年冬季是最寒冷的一年,平均气温距平分别达  $-4.1$  和  $-3.6^\circ\text{C}$ ;严重暖冬年集中出现在 20 世纪末到 21 世纪初,山区共出现 3 年,平川共出现 2 年,其中 2001/2002 年冬季是最暖的年份,平均气温距平分别达  $2.6^\circ\text{C}$  和  $2.3^\circ\text{C}$ 。这与前面所分析太原冬季气候变暖特征最明显、20 世纪 80 年代中期后气候转暖的结论是一致的,山区的异常冷冬和暖冬年多于平川,异常度普遍高于平川,与山区的气温日较差高于平川有关。

### 5.2 严重多雨少雨事件

严重多雨年:平川共出现 5 年,集中在 20 世纪 60 年代到 70 年代初;山区共出现 6 年,20 世纪 60 年代出现 3 年,70、80、90 年代各 1 年。严重少雨年:平川共出现 5 次,在 20 世纪 60~90 年代各出现 1 年,2001 年又出现 1 年,与上一次严重少雨年相隔仅 3 年,是历史记录中严重少雨年间最短的时间间隔;山区共出现 3 次,20 世纪 70~90 年代各出现 1 年,出现的时间间隔为 13~14 年一次。山区严重少雨年偏少但降水量距平偏大,平川严重少雨年降水量距平偏小但出现频繁。

表 5 要素异常度判别标准

Table 5 Discrimination criteria of element abnormal degree

类型 Type	异常偏高(多) Abnormally high (more)	显著偏高(多) Significantly higher (more)	偏高(多) High (more)	正常 Normal	偏低(少) Low (less)	显著偏低(少) Significantly lower (less)	异常偏低(少) Abnormally low (less)
C 值 C value	$\geq 2.0$	1.5~1.9	1.1~1.4	1.0~-1.0	-1.1~-1.4	-1.5~-1.9	$\leq -2.0$

表 6 严重冷、暖冬年份及平均温度距平

Table 6 The years with severe cold winter or warm winter and mean temperature anomalies

平川 Plain				山区 Mountainous area			
严重冷冬年份 Year with severe cold winter	平均温度距平 Mean temperature anomaly(°C)	严重暖冬年份 Year with severe warm winter	平均温度距平 Mean temperature anomaly(°C)	严重冷冬年份 Year with severe cold winter	平均温度距平 Mean temperature anomaly(°C)	严重暖冬年份 Year with severe warm winter	平均温度距平 Mean temperature anomaly(°C)
1963/1964	-2.0	1998/1999	2.1	1963/1964	-2.2	1998/1999	2.4
1966/1967	-2.1	2001/2002	2.3	1966/1967	-2.3	2000/2001	2.0
1967/1968	-3.6			1967/1968	-4.1	2001/2002	2.6
1971/1972	-2.6			1971/1972	-2.1		
				1983/1984	-1.8		
				1985/1986	-1.7		

表 7 严重多雨、少雨年份及降水量距平

Table 7 The years with severe more or less rain and their annual precipitation anomalies

平川 Plain				山区 Mountainous area			
严重多雨年份 Year with severe more rain	降水量距平 Annual precipitation anomaly (mm)	严重少雨年份 Year with severe less rain	降水量距平 Annual precipitation anomaly (mm)	严重多雨年份 Year with severe more rain	降水量距平 Annual precipitation anomaly (mm)	严重少雨年份 Year with severe less rain	降水量距平 Annual precipitation anomaly (mm)
1963	186.9	1965	-174.7	1961	180.4	1972	-210.2
1964	186.9	1972	-174.7	1964	329.7	1986	-184.7
1966	239.6	1986	-150.6	1967	162.7	1999	-157.6
1969	311	1997	-145.2	1973	173.9		
1973	267.2	2001	-145.6	1988	239.4		
				1996	191.4		

## 6 气候异常年份分析

气温和降水是一地气候最基本和最主要的气候要素,我们以这两个要素来确定单站年气候条件的定量评价模式:

$$A = \frac{1}{2} [ |C_t| + |C_r| ]$$

式中,  $C_t$ 、 $C_r$  分别为单站某年平均气温、降水异常度;  $A$  为年气候条件评价等级,规定  $A \geq 1.5$  为异常。

经计算,山区异常年份出现在 1964、1967、1984、1999 年,其中以 1964 年最为异常,其降水量是 45 年中的最大值,其次是 1999 年,其年降水量为 45 年中的次最小值,而年平均气温为 45 年中的最高值;平川异常年份出现在 1963、1965、1969、1973、1997、1999、2001 年,其中以 1969 年最为异常,其降水量是 45 年中的最大值,其次是 1999 年,其年降水量严重偏少,而年平均气温为 45 年中的最高值。总之,太原 20 世纪 60 年代以及 90 年代后期到本世纪异常年份比较集中,可见近 45 年来太原气候经历了由异常到平稳再到异常的变化,而且平川尤为显著。

## 7 讨论和结论

1) 近 45 年来,太原年降水量呈减少趋势,减少率为平川 34.1mm/10a,山区 22.9mm/10a,均高于全省平均水平,特别是平川年降水量减少明显。平川从 20 世纪 80 年代,山区从 90 年代开始年代平均降水量低于常年平均值,夏、秋季降水减少是造成太原年降水量减少的主要原因。

2) 近 45 年来,太原平川和山区年平均气温为明显上升趋势,上升率分别为 0.295°C/10a 和 0.321°C/10a。年平均气温的升高主要是以冬、春季平均气温升高为主,其中平均最低气温均比平均最高气温上升显著,说明太原夜间增温明显。1986 年、1993 年分别为山区和平川年平均气温转折年份,山区冬季平均气温在 1985/1986 年冬季附近发生突变,都是由气温偏低时段转折或突变到气温偏高时段。随着气候变暖,太原干旱化在加剧。

3) 近 45 年来,严重冷冬年均出现在 20 世纪 90 年代前,山区共出现 6 年,平川共出现 4 年,1967/1968 年冬季是最寒冷的一年;严重暖冬年集中出现在 20 世纪末到 21 世纪初,山区共出现 3 年,平川共出现 2 年,其中 2001/2002 年冬季是最暖的一年,这

与前面分析太原冬季气候变暖特征最明显、20世纪80年代中期后气候转暖的结论是一致的。山区的异常冷冬和暖冬年多于平川,与山区的气温日较差高于平川有关。

4) 45年来太原平川出现气候异常年份7年,山区出现4年,均主要集中在20世纪60年代以及90年代后期到本世纪初,可见近45年来太原气候经历了由异常到平稳再到异常的变化,而且平川气候变化表现尤为显著。

#### 参考文献:

[1] 林学春. 近40年我国气候变化[J]. 气象, 1990, 16(10): 16—

21.

[2] 黄雪松, 李艳兰, 覃志年. 桂林市极端天气气候事件分析[J]. 灾害学, 2005, 20(4): 87—91.

[3] 周秀杰, 张桂华, 郑红, 等. 黑龙江省气候变暖对极端天气气候事件的影响[J]. 气象, 2004, 30(11): 47—50.

[4] 余卫东, 黄玉超, 康绍钧. 商丘市极端天气气候事件变化趋势[J]. 气象科技, 2005, 33(增刊): 128—130.

[5] 施能, 曹鸿兴. 近42年我国冬季气温、降水趋势及年代际变化的成因分析. 我国短期气候变化及成因研究[M]. 北京: 气象出版社, 1996. 49—54.

[6] 黄嘉佑. 气候状态变化趋势与突变分析[J]. 气象, 1996, 21(5): 56—57.

[7] 赵桂香, 赵彩萍, 李新生, 等. 近47年来山西省气候变化分析[J]. 干旱区研究, 2006, 23(3): 500—505.

## Study on characteristics of climate change in Taiyuan in recent 45 years

ZHOU Jin-hong<sup>1</sup>, ZHANG Jun<sup>1</sup>, LIU Wu-hua<sup>2</sup>

(1. Taiyuan Meteorological Bureau, Taiyuan, Shanxi 030082, China; 2. Institute of

Macro-economics, Shanxi Provincial Development and Reform Commission, Taiyuan, Shanxi 030002, China)

**Abstract:** Climate change feature in recent 45 years in Taiyuan is studied in detail by using the climatic data collected from typical meteorological stations in Qingxu in mountain area and Yangqu in plain area in Taiyuan from 1961~2005. The results show: (1) The annual precipitation in mountain and plain areas are both in a decreased trend in recent 45 years because of the decreased precipitations in spring and autumn, while the annual mean temperature in both areas increase significantly mainly because of the increase of mean temperature in spring and winter. The mean minimum temperature in every season increases more significantly than the mean maximum temperature, so it is certain that temperature in evenings has increased notably. 1986 and 1993 are separately the years of turn of annual mean temperatures in mountain and plain areas, and after the winter of 1985/1986, mean temperature in winter has occurred abrupt change. With climate warming in Taiyuan, the arid trend is more and more severe. (2) In recent 45 years, the number of severe cold winters and severe warm winters in mountain area are more than that in plain area, and the number of severe rainless years is less than that in plain area, but the severe rainless years in mountain area have bigger annual precipitation anomalies, while the annual precipitation anomalies are smaller in severe rainless years in plain area. In recent 45 years, climate in Taiyuan has experienced the changes of abnormality to stationary and to abnormality, which is more significant in plain area.

**Keywords:** temperature; precipitation; climate change