

# 河西走廊东部近 50 年气候变化特征 及区内 5 站对比分析

杨晓玲<sup>1,2</sup>, 丁文魁<sup>2</sup>, 杨金虎<sup>3</sup>, 周文霞<sup>2</sup>

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省武威市气象局, 甘肃 武威 733000; 3. 甘肃省定西市气象局, 甘肃 定西 743000)

**摘 要:** 利用河西走廊东部武威市五个气象站近 50 年气温、降水资料, 运用统计学的方法, 详细分析了当地气温、降水的时空变化特征, 并进行了对比分析。结果表明, 北部川区气温远大于南部山区, 随海拔高度的升高气温逐渐降低; 北部川区降水远小于南部山区, 随海拔高度的升高降水逐渐增多。各地年平均气温呈上升趋势, 20 世纪 90 年代以来升温明显。从平均气温、最高气温、最低气温变化来看, 各季节升温幅度为冬季 > 春季 > 秋季 > 夏季, 冬季升温远大于其余三个季节。平均最低气温的升幅大于平均最高气温的升幅, 说明夜间增温大于白天。高温天气主要出现在 6~9 月, 低温天气主要出现在 11~次年 3 月。各地年降水量(除古浪外)呈增加趋势, 各季节降水的增加幅度为夏季 > 秋季 > 春季 > 冬季, 夏季降水的增多对年降水的贡献最大。降水以小雨为主, 随着降水量级的增加降水日数迅速减少。强降水只出现在 5~9 月。

**关键词:** 河西走廊东部; 气候; 变化特征; 对比分析

**中图分类号:** S162.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)05-0259-10

20 世纪 90 年代以来, 全球气候变化加剧, 天气气候事件频繁发生, 不仅对社会和经济发展带来了不利影响, 还对人类生活和生态环境构成了一定的威胁, 因此气候变化的研究越来越受到社会的广泛关注, 特别是全球气候变暖引起了国内外学者的广泛关注<sup>[1-5]</sup>。2007 年 IPCC 第四次最新评估报告显示, 近百年(1906~2005 年)全球平均气温上升了 0.74℃, 而 1901~2000 年全球平均气温上升了 0.60℃, 预计未来 100 年, 全球地表温度可能会升高 1.6℃到 6.4℃<sup>[6]</sup>。不少学者也对全球、北半球和全国气温的气候变化进行了研究: 近百年来, 全球平均气温上升倾向率为 0.055℃/10a<sup>[2]</sup>, 北半球陆地为 0.064℃/10a<sup>[3]</sup>, 全国则为 0.076℃/10a<sup>[4]</sup>, 林学椿等指出我国的平均气温的增长率为 0.04~0.05℃/10a, 降水量的增加率为 -12.6mm/10a(所取资料的时段为 1951~1989 年)<sup>[7]</sup>。在全球气候变暖的大背景下, 全国各地对全球变化的响应完全不同, 也就是说气候变化具有区域性。位于河西走廊东部的武威市气候也发生了不同程度变化, 了解掌握河西走廊东部武威市气候变化特征以及南北差异, 将会为当地更高时间、空间分辨率天气预报分析和建立完善精细化预报体系奠定一定基础, 同时为地方政

府部门提供科学的决策依据, 也会为工农业科技工作者指导生产提供一定的理论依据。

## 1 河西走廊东部的地理、气候状况

河西走廊东部武威市地处青藏高原北坡, 南靠祁连山脉, 北邻腾格里和巴丹吉林两大沙漠, 东接黄土高坡西缘, 西为走廊平川, 地理位置大致在 101°27'E~104°12'E, 36°45'N~39°27'N, 海拔从 1 300 m 到 4 870 m, 总面积约 3.3 万 km<sup>2</sup>。以凉州区为中心, 包括永昌县、民勤县、古浪县、天祝藏族自治县四县, 历史上曾以其“通一线于广漠, 控五郡之咽喉”而闻名于世。当地年平均气温在 0.1℃~8.4℃, 年平均降水量在 114.8~396.3 mm, 蒸发量在 1 549.1~2 619.6 mm, 蒸发量与降水量的比值在 3.9~22.8, 属于温带干旱、半干旱气候<sup>[8]</sup>。地势南高北低, 相对高差在 3 500 m 以上, 形成明显的三个地理气候带, 地理气候带以气温、降水的变化尤为显著。北部干旱区约 15 000 km<sup>2</sup>, 春季多风, 沙尘天气频繁, 夏季炎热, 极端最高气温达 41.1℃, 年、日气温日较差大, 太阳辐射强, 日照充足, 降水稀少, 蒸发量大, 干旱严重。中部绿洲灌溉区近 9 000 km<sup>2</sup>, 属温带干旱区, 冬、春季多风, 夏季短而炎热, 年、日气温较差大,

收稿日期: 2011-04-05

基金项目: 甘肃省第五批“十人计划”资助

作者简介: 杨晓玲(1971—), 女(汉族), 甘肃民勤人, 学士, 高级工程师, 主要从事天气预报及研究工作。E-mail: wwqxj6150343@163.com。

干旱缺水。南部祁连山区约 9 000 km<sup>2</sup>, 海拔在 2 000 ~ 4 872 m 之间, 高寒阴冷, 4 000 m 以上终年积雪形成冰川, 年平均气温在零度以下, 年降水量相对偏多, 4 000 m 以下山沟河谷有森林、草原覆盖, 年平均气温在零度左右, 年降水是北部的三倍多, 冬季长而严寒, 无明显夏季, 属温带半干旱区。

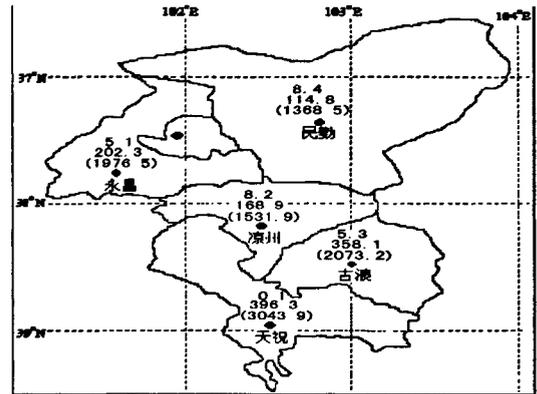
## 2 资料与方法

选用河西走廊东部武威市永昌县、凉州区、民勤县、古浪县、天祝县(乌鞘岭观测站)五个气象站 1960~2009 年的逐日平均、最高、最低气温和逐日降水资料。统计方法:(1) 季节划分: 冬季(12~次年 2 月)、春季(3~5 月)、夏季(6~8 月)、秋季(9~11 月);(2) 用线性和多项式拟合的方法分析气温、降水的变化趋势;(3) 对平均气温、平均最高、最低气温和降水, 求其季节、年代平均值及距平值, 分析其不同季节、年代的变化特征;(4) 对高、低温求其极值及出现日数和年代变化特征;(5) 统计分析各量级降水日数、降水强度、强降水的变化。

## 3 气候变化特征

### 3.1 气温、降水的空间分布

河西走廊东部武威市的地形是由北向南海拔高度逐渐升高, 古浪、天祝为南部山区, 民勤、凉州区为北部川区, 永昌为北部山区。分析近 50 年气温、降水变化发现, 全市年气温地域分布差异较大, 由北向南气温呈递减趋势(图 1)。川区凉州、民勤年气温较高, 在 8.2℃~8.4℃, 山区永昌、古浪年气温较低, 在 5.1℃~5.3℃, 特别是高海拔的天祝年气温特低, 只有 0.1℃, 川区的气温比山区高 3℃多, 比高海拔的天祝高 8℃多。可见, 气温和海拔高度呈负相关, 海拔越高气温越低, 海拔相近地区气温相差不大。这与张明庆等人的研究比较一致<sup>[9]</sup>。全市年降水量由北向南逐渐增加(图 1)。北部民勤降水量最少, 年降水量为 114.8 mm, 南部天祝山区最多, 年降水量为 396.3 mm, 其次古浪年降水量为 358.1 mm, 中部凉州年降水量为 168.9 mm, 永昌年降水量为 202.3 mm。其中永昌虽然地处偏北, 但海拔高度比凉州高, 降水量略多于凉州, 但比南部山区少得多。这是由于气流沿迎风坡被迫抬升, 使水汽凝结而成云致雨, 降水量随海拔高度的升高而增加<sup>[10]</sup>。武威市各地平均年降水量仅为 248.9 mm, 属于干旱少雨区。



注: 图中数字上为气温值, 单位℃; 下为降水量, 单位 mm; 括号内为海拔高度, 单位 m

Note: Temperature in above, unit °C; Next is the precipitation, unit mm; The altitude above sea level is in the parenthesis, unit m.

图 1 各地年平均气温、降水和海拔高度分布

Fig.1 Distribution of annual mean temperature, precipitation and altitude in every region

### 3.2 气温、降水的时间变化

#### 3.2.1 气温的时间变化

##### 1) 气温的年变化。

河西走廊东部 50 年平均气温呈上升的趋势(图 2), 各地年气温的变化步调比较一致, 用线性拟合统计各地线性上升率: 永昌 0.279℃/10a、民勤 0.403℃/10a、凉州 0.396℃/10a、古浪 0.394℃/10a、天祝 0.276℃/10a, 即上升率为: 民勤 > 凉州 > 古浪 > 永昌 > 天祝。这个上升速度远大于全球平均气温升高速度 0.055℃/10a、北半球陆地的 0.064℃/10a 和全国的 0.076℃/10a, 说明河西走廊东部是年平均气温升高较快的地区。

分析各地逐年平均气温发现, 以 20 世纪 80 年代末为界, 前期为冷期, 后期为暖期, 冷期平均气温为 -0.3℃~7.8℃, 暖期年平均气温为 0.5℃~9.0℃。冷期内有 7 个偏冷年, 分别为 1967 年、1970 年、1974 年、1976 年、1984 年, 其气温均比平均值偏低 0.7℃以上, 最冷年各地均出现在 1967 年, 气温分别为 3.8℃、6.5℃、6.6℃、3.8℃、-1.1℃; 暖期内有 6 个偏暖年, 分别为 1998 年、1999 年、2002 年、2006 年、2007 年、2009 年, 其气温均比平均值偏高 0.7℃以上, 最暖年各地出现并不一致, 永昌出现在 1998 年、2006 年、2009 年, 为 6.4℃, 民勤出现在 1998 年, 为 10.0℃, 凉州出现在 2006 年、2009 年, 为 10.0℃, 古浪出现在 2009 年, 为 7.2℃, 天祝出现在 1998 年, 为 1.5℃, 最冷暖年与最冷年的温差各地在 3℃左右。年气温有两个明显的跳跃性的上升, 一个是 1984~1987 年, 各地气温的上升幅度在 1.5℃以上,

另一个是 1996 ~ 1998 年,各地的上升幅度在 1.7℃ 以上。

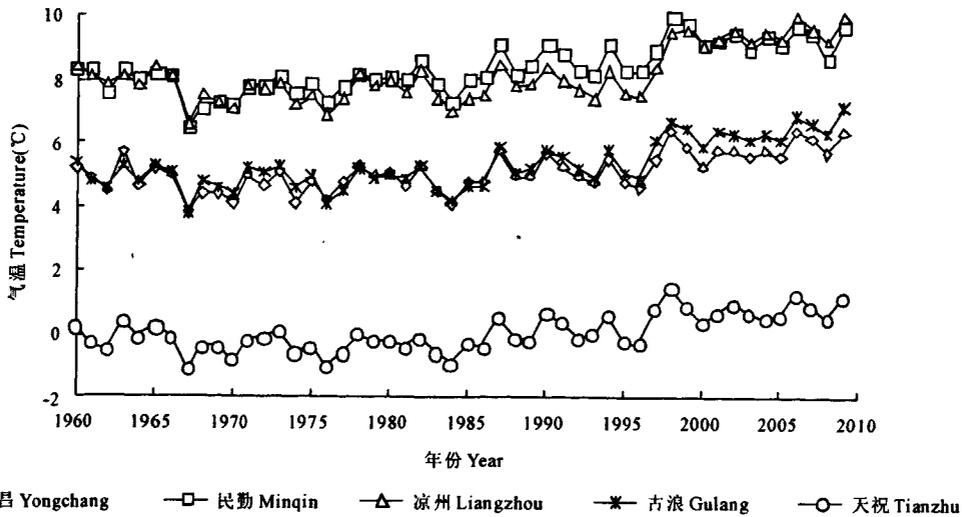


图 2 各地年平均气温变化曲线

Fig.2 Change curve of annual mean temperature in every region

2) 年、各季节平均气温的年代变化。 均气温距平。

表 1 为各地各年代年平均、春、夏、秋、冬四季平

表 1 各地年、季平均气温的年代变化(℃)

Table 1 Decade change of year and season average temperature in every region

地名 Location	年代 Decade	全年 (1~12月) Year (Jan. to Dec.)	冬季 (12~2月) Winter (Dec. to Feb. next year)	春季 (3~5月) Spring (Mar. to May)	夏季 (6~8月) Summer (June to Aug.)	秋季 (9~11月) Autumn (Sep. to Nov.)
永昌 Yongshang	1960s	-0.2	-0.7	-0.1	0.0	-0.6
	1970s	-0.3	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4
	1980s	-0.1	-0.2	-0.4	-0.3	0.0
	1990s	0.3	0.5	0.1	0.1	0.4
	2000s	0.4	0.7	0.9	0.8	0.6
民勤 Minqin	1960s	-0.6	-1.4	-0.3	-0.1	-0.6
	1970s	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.5
	1980s	-0.2	-0.1	-0.4	-0.2	0.0
	1990s	0.5	1.1	0.3	0.2	0.4
	2000s	0.9	1.0	1.2	0.6	0.7
凉州 Liangzhou	1960s	-0.3	-1.1	0.0	0.2	-0.5
	1970s	-0.6	-0.5	-0.7	-0.6	-0.6
	1980s	-0.4	-0.3	-0.6	-0.6	-0.2
	1990s	0.1	0.5	0.0	-0.1	-0.1
	2000s	1.3	1.4	1.4	1.1	1.4
古浪 Gulang	1960s	-0.4	-1.2	0.0	-0.1	-0.7
	1970s	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6
	1980s	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.1
	1990s	0.4	0.8	0.1	0.1	0.4
	2000s	0.9	1.3	1.0	1.0	0.9
天祝 Tianzhu	1960s	-0.3	-0.6	0.2	-0.2	-0.6
	1970s	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5
	1980s	-0.3	-0.3	-0.6	-0.4	-0.1
	1990s	0.4	0.5	0.1	0.2	0.6
	2000s	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6

从表 1 可知:各地年、春、夏季平均气温逐年代的变化步调比较一致,呈先下降后上升趋势,20 世纪 60 到 70 年代下降,70 年代后逐年代上升;秋、冬季平均气温呈逐年代上升趋势。60 年代、70 年代、80 年代年、春、冬、夏、秋四季平均气温为负距平,气温均较低,为相对偏冷阶段,90 年代和 21 世纪 10 年代气温上升尤为明显,气温为正距平,为相对偏暖阶段,这与西北地区气温的变化趋势相一致<sup>[11,12]</sup>。21 世纪 10 年代与 70 年代相比年平均气温距平值分别升高永昌 0.7℃、民勤 1.5℃、凉州 1.6℃、古浪 1.4℃、天祝 1.0℃,春季距平值分别升高 1.4℃、2.0℃、2.1℃、1.5℃、1.4℃,夏季距平值分别升高 1.3℃、1.1℃、1.7℃、1.5℃、1.1℃。21 世纪 10 年代

与 60 年代相比平均气温距平值秋季分别升高 1.2℃、1.3℃、2.0℃、1.6℃、1.2℃,冬季分别升高 1.4℃、2.4℃、2.5℃、2.6℃、1.3℃。由此可以看出,民勤、凉州、古浪各季节气温的升幅较大,这也是三站年气温升高快的主要原因。各地各季节升温幅度为冬季>春季>秋季>夏季,冬季的增温幅度明显大于其它季节,因此冬季增温对年气温的升高贡献最大。这与尹宪志等人的研究比较一致<sup>[13]</sup>。

3) 年、各季节平均最高、最低气温的年代变化。

图 3 为各地逐年代平均最高气温的年、季节变化,图 4 为各地逐年代平均最低气温的年、季节变化。

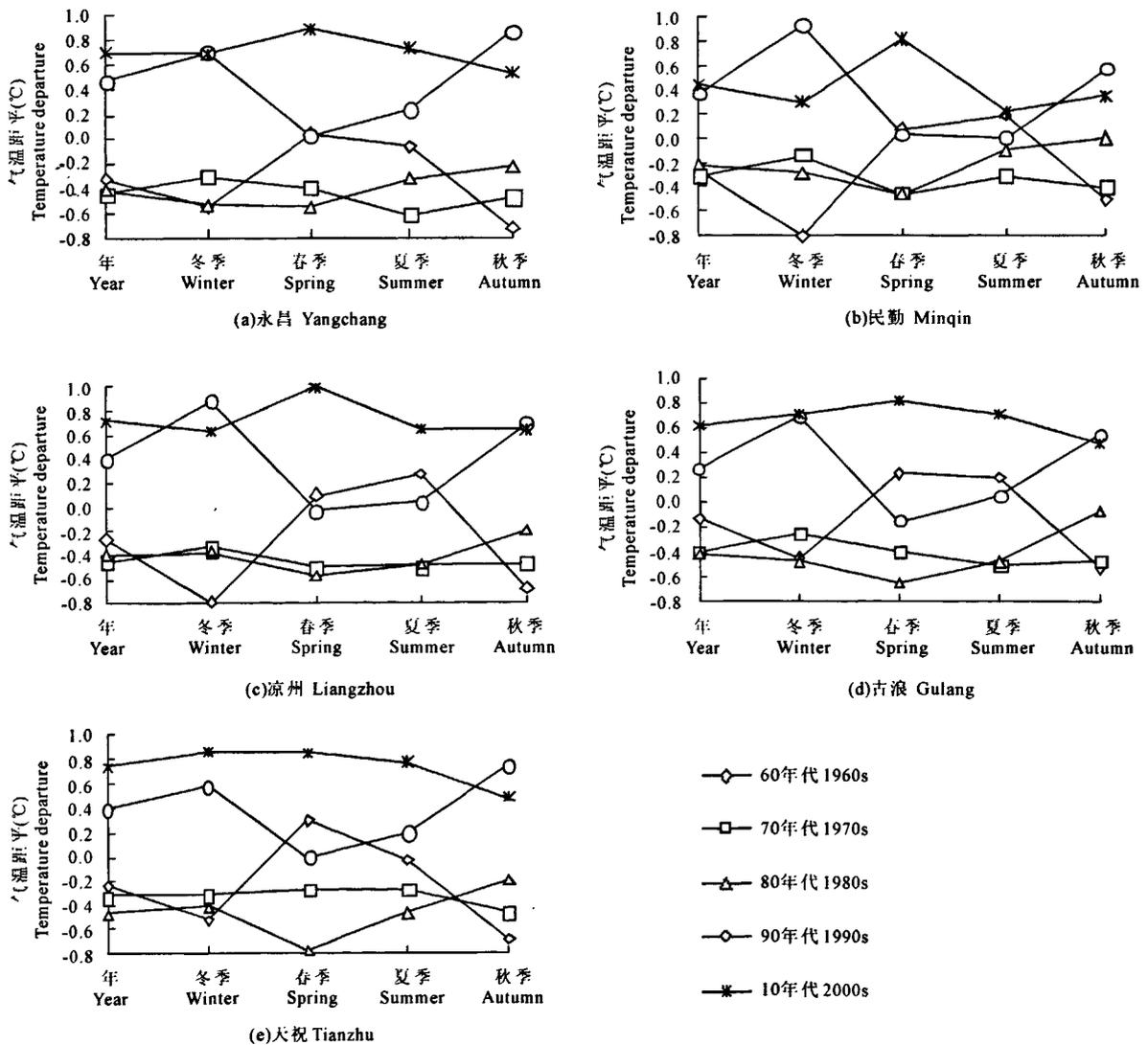


图 3 逐年代年、季节平均最高气温距平变化

Fig. 3 Change of the annual and season average highest temperature departure in various decades

从图 3、4 可以看出:

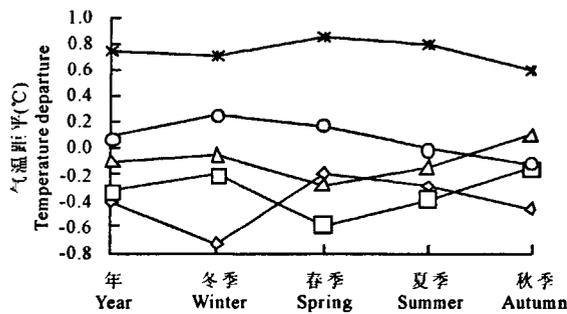
(1) 各地年、各季节平均最高、最低气温的变化

步调随年代比较一致,总体呈上升趋势,但上升的幅度不完全相同。年平均最高气温随年代呈先下降后

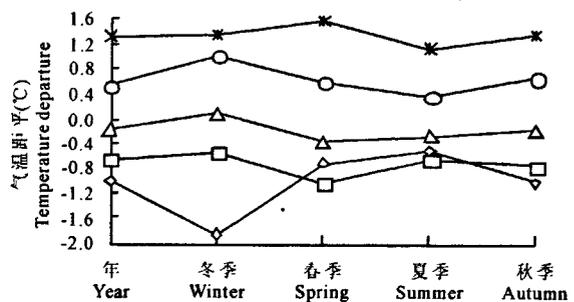
上升,20 世纪 70 年代达到最低,21 世纪 10 年代比 20 世纪 70 年代升高的幅度永昌 1.2℃、民勤 0.8℃、凉州 1.2℃、古浪 1.0℃、天祝 1.2℃;年平均最低气温随年代呈逐年代上升,升高的幅度比最高气温的大,21 世纪 10 年代比 20 世纪 60 年代升高的幅度分别为 1.2℃、2.3℃、1.8℃、2.2℃、1.3℃。除永昌年最高和最低气温的升幅相同外,其余各地年最低气温的升幅远大于最高气温的升幅,因此昼夜温差在减小,说明夜间升温对气温升高的贡献大于白天。

(2) 冬季各地平均最高气温随年代呈先上升后下降再上升趋势,20 世纪 60 年代最低,60 到 70 年代上升,70 到 80 年代下降,80 年代后迅速上升,90 年代或 10 年代比 60 年代升高的幅度在 1.2℃ 以上;

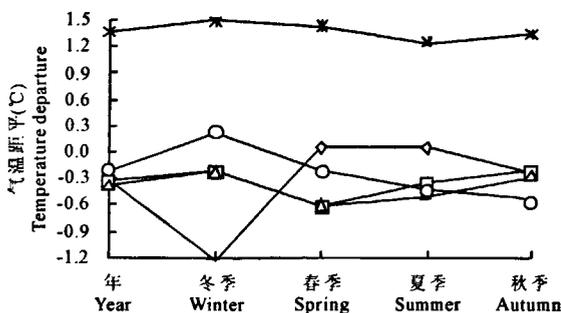
冬季各地平均最低气温随年代呈上升趋势,升高的幅度均在 1.4℃ 以上,各地上升幅度的差异较大,特别是民勤升幅达 3.3℃、凉州升幅达 2.7℃、古浪升幅达 3.3℃。春季各地平均最高、最低气温均呈先下降后上升趋势,最高气温 20 世纪 80 年代达最低,到 10 年代上升的幅度均在 1.3℃ 以上,最低气温 70 年代达最低,到 10 年代上升的幅度均在 1.1℃ 以上,但仍以民勤、凉州、古浪的上升幅度较为显著。夏季各地平均最高、最低气温均呈先下降后上升趋势,均为 70 年代达到最低,除民勤最高气温的上升幅度为 0.5℃,其余的均在 1.1℃ 以上。秋季各地平均最高、最低气温均呈逐年代上升趋势,上升的幅度均在 1.0℃。



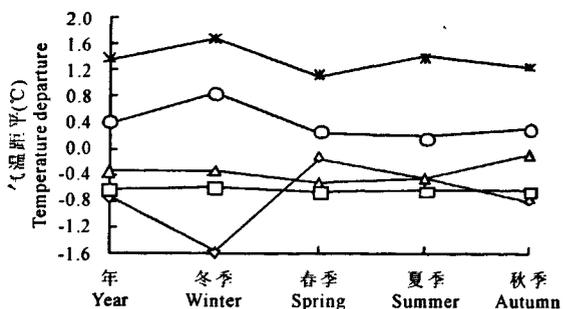
(a)永昌 Yongchang



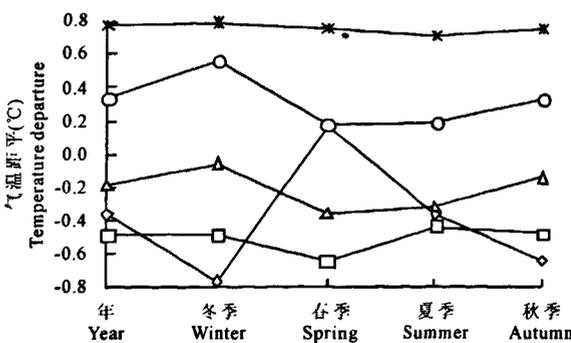
(b)民勤 Minqin



(c)凉州 Liangzhou



(d)古浪 Gulang



(e)天祝 Tianzhu

- ◇— 60年代 1960s
- 70年代 1970s
- △— 80年代 1980s
- 90年代 1990s
- \*— 10年代 2000s

图 4 逐年代年、各季节平均最低气温距平变化

Fig.4 Change of the annual and season average lowest temperature departure in various decades

(3) 永昌、天祝平均最高、最低气温的上升幅度

差异不大,民勤、凉州、古浪各季节平均最低气温的

上升幅度大于最高气温的上升幅度,差值在 1.0℃ 以上,特别是冬季的差值尤为显著。由此可知,各季节夜间最低气温的升幅大于白天最高气温的升幅,即夜间增温贡献大于白天。冬季最低气温升幅最大,因此冬季增暖对年气温升高的贡献最大。与西北地区地面最高和最低气温的变化趋势一致<sup>[14]</sup>。

#### 4) 高、低温的时间变化。

各地年极端最高气温平均值分别为 31.3℃、37.2℃、35.9℃、31.4℃、22.9℃,天祝极端最高气温年平均值比永昌、古浪偏低 8℃ 多,永昌、古浪极端最高气温年平均值比凉州、民勤偏低 5℃ 左右;各地年极端最低气温平均值分别为 -23.7℃、-23.1℃、-21.8℃、-22.2℃、-25.0℃,天祝极端最低气温年平均值比其余各地偏低 2.0℃ 左右。因此笔者规定日极端最高气温民勤、凉州  $\geq 35^\circ\text{C}$ 、永昌、古浪  $\geq 30^\circ\text{C}$ 、天祝  $\geq 22^\circ\text{C}$  为一个高温日,日极端最低气温永昌、民勤、凉州、古浪  $\leq -20^\circ\text{C}$ 、天祝  $\leq -22^\circ\text{C}$  为一个低温日。

50 年来,各地高温极值分别为 35.1℃、41.1℃、4.08℃、34.7℃、28.1℃,共出现高温日数分别为 146 d、256 d、98 d、130 d、124 d,低温极值分别为 -28.3℃、-29.5℃、-32.0℃、-29.0℃、-30.6℃,共出现低温日数分别为 378 d、377 d、145 d、170 d、283 d。各地各年代高、低温的平均值变化幅度不大,但高、低温极值和高、低温日数差异显著(表 2)。高温极值天祝 10 年代达最高,其余各地为 90 年代达最高;低温极值永昌、凉州、古浪 90 年代达最低,民勤 10 年代达最低,天祝 80 年代、10 年代达最低。高温日数逐年代变化很不一致,民勤 70 年代最多,其余各地 10 年代达最多,但总体呈增多趋势,增多的幅度不大;低温日数总体呈减少趋势,永昌逐年代减少,其余各地 60~90 年代减少,且减少的幅度较大,10 年代有所增多。高温日数在增多,低温日数在减少,低温日数的减少幅度比高温日数的增加幅度大,因此冬季增暖的贡献比夏季增暖的贡献更大。

表 2 各地各年代高、低温平均值、极值和日数(℃、d)

Table 2 Average value and extreme value and days of highest and lowest temperature of various decades in every region

地名 Location	年代 Decade	极端最高 Extremely highest			极端最低 Extremely lowest		
		T	Tg	d	T	Td	d
永昌 Yongshang	1960s	30.8	32.5	19	-23.5	-25.9	97
	1970s	30.9	32.4	22	-24.5	-26.7	83
	1980s	30.8	32.4	19	-23.4	-26.2	72
	1990s	31.8	35.1	37	-23.6	-28.3	70
	2000s	32.0	33.4	48	-23.6	-27.0	56
民勤 Minqin	1960s	36.9	38.1	38	-24.5	-27.0	160
	1970s	37.0	38.6	60	-23.6	-26.6	65
	1980s	37.4	39.2	57	-22.6	-24.7	69
	1990s	37.4	41.1	52	-21.8	-26.8	28
	2000s	37.2	38.5	51	-23.1	-29.5	55
凉州 Liangzhou	1960s	35.6	37.5	21	-22.5	-28.6	45
	1970s	35.6	37.3	20	-22.2	-24.5	29
	1980s	35.6	37.4	14	-21.0	-24.0	34
	1990s	36.1	40.8	19	-22.3	-32.0	16
	2000s	36.5	38.6	24	-20.8	-25.2	21
古浪 Gulang	1960s	31.2	33.0	29	-21.5	-26.4	54
	1970s	31.3	32.6	23	-22.2	-26.1	39
	1980s	31.0	33.0	16	-21.6	-25.7	38
	1990s	31.1	34.7	30	-22.0	-29.0	12
	2000s	31.1	33.7	32	-21.3	-23.5	27
天祝 Tianzhu	1960s	22.6	23.8	20	-23.5	-26.7	73
	1970s	23.1	25.9	22	-24.0	-28.5	67
	1980s	22.7	23.7	10	-23.8	-30.6	64
	1990s	23.6	25.5	31	-23.2	-28.9	36
	2000s	23.4	28.1	41	-23.5	-30.4	43

注:T为平均高温或低温,Tg为高温极值,Td为低温极值,d为高、低温日数

Note: T means average high or low temperature, Tg means high temperature extreme value, Td means low temperature extreme value, and d means high and low temperature days.

各地高温天气主要出现在 6~9 月,7 月最多,占高温总日数的 55.4%~64.3%;8 月次之,占 30.6%~38.8%;6 月和 9 月共占 3.9%~6.2%;5 月只有民勤出现过一次高温。各地低温天气主要出现在 11 月~次年 3 月,1 月最多,占低温总日数的 40.4%~51.2%;12 月次之,占 21.1%~35.5%;其次为 2 月,占 19.1%~24.3%;11 月和 3 月共占 2.4%~7.3%;4 月只有天祝出现过一次低温,11 月天祝、古浪各出现过一次低温。

### 3.2.2 降水的时间变化

#### 1) 降水的年变化。

河西走廊东部 50 年(除古浪外)年降水量总体

呈上升趋势(图 5)。用线性拟合统计 50 a 来各地年降水量增长率永昌为 10.6 mm/10a、民勤为 3.5 mm/10a、凉州为 4.8 mm/10a、古浪为 -0.2 mm/10a、天祝为 12.8 mm/10a,即增长率为:天祝 > 永昌 > 凉州 > 民勤 > 古浪。由此可见,永昌、天祝的降水量增加比较明显。年降水量极值出现的年份各地也不相同,年降水量最大值永昌出现在 2007 年(294.6 mm)、民勤 1973 年(184.8 mm)、凉州 1993 年(251.3 mm)、古浪 1961 年(482 mm)、天祝 1961 年(555.2 mm);年降水量最小值永昌出现在 1963 年(123.1 mm)、民勤 1982 年(42.2 mm)、凉州 1962 年(91 mm)、古浪 1962 年(244.2 mm)、天祝 1962 年(231.3 mm)。

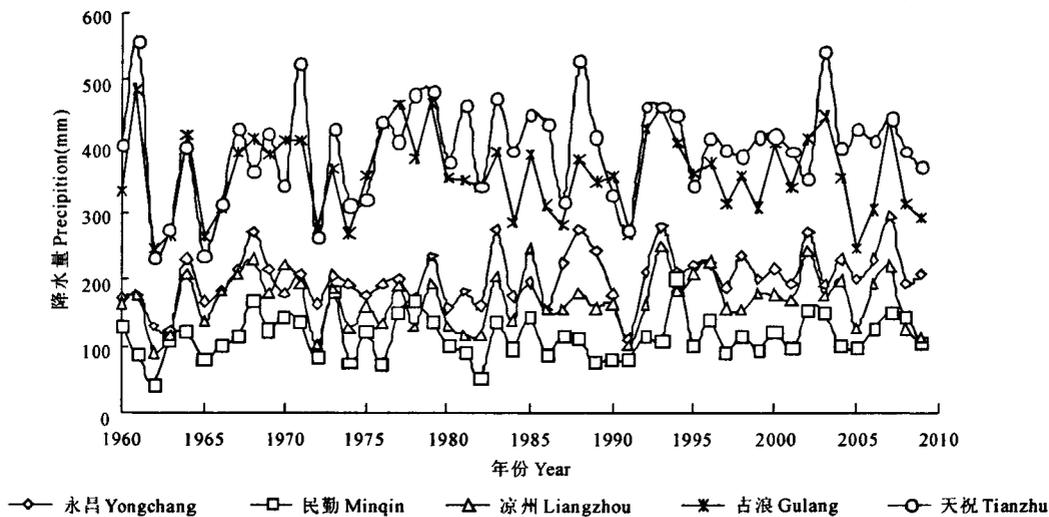


图 5 各地年降水变化

Fig.5 Change curve of annual mean precipitation in every region

#### 2) 年、各季节降水的年代变化。

表 3 为各地各年代年平均、春、夏、秋、冬四季平均降水距平。

从表 3 可知:各地各年代年降水的变化幅度较大,变化步调很不一致,永昌呈逐年代增加趋势,距平增加值为 35.7 mm;民勤 20 世纪 60~70 年代增加,70~80 年代减少,80 年代后增加;凉州 60~80 年代减少,80~90 年代增加,90~10 年代减少;古浪 60~70 年代增加,70~80 年代减少,80~90 年代增加,90~10 年代减少;天祝 60~80 年代增加,80~90 年代减少,90~10 年代增加。

各地各季节降水夏季最多,依次为秋季、春季、冬季。但各季节降水的年代变化并不一致,冬季各地各年代降水的变化幅度较小,总体呈逐年代增加趋势;春季各地各年代降水 20 世纪 60~80 年代少,70 年代最少,90~10 年代多,90 年代最多;夏季 60~70 年代少,80~90 年代多,10 年代少;秋季 60~

70 年代多,80~90 年代少,10 年代多。总体来看,夏季降水的增加幅度最大,因此夏季降水的增加对年降水的增多贡献最大,其次为秋季、春季,冬季贡献最小。

#### 3) 各量级降水日数及降水强度变化。

河西走廊东部降水主要以小雨为主(表 4),各量级降水日数的变率较大,随着降水量级的增加,降水日数迅速减少,但与降水的地域变化基本相同,为南部多北部少,与西北地区东部降水日数变化趋势一致<sup>[15]</sup>。其中小雨出现的几率在 92.5%~96.8%之间,其中降水量 0.0 mm(微量)降水就占了 31.6%~49.5%,中雨及以上出现几率只有 3.2%~7.5%。从表 4 可知,南部山区降水日数明显大于北部。天祝降水日数远多于其它各地,但中雨日数及以上却比古浪少,这是由于古浪地处迎风坡,上升运动明显,水汽充足,雨量偏大,而天祝处在坡顶和背风坡,一般为下沉运动,雨量较古浪小。

表 3 各地年、季降水的年代变化 (mm)

Table 3 Decade change of year and season precipitation in every region

地名 Location	年代 Decade	全年 (1~12月) Year (Jan. to Dec.)	冬季 (12~2月) Winter (Dec. to Feb. next year)	春季 (3~5月) Spring (Mar. to May)	夏季 (6~8月) Summer (June to Aug.)	秋季 (9~11月) Autumn (Sep. to Nov.)
永昌 Yongchang	1960s	-15.0	-1.4	1.3	-16.6	1.7
	1970s	-10.4	-0.8	-8.4	-13.9	12.6
	1980s	1.2	0.6	0.5	10.4	-10.4
	1990s	3.5	0.9	3.5	12.7	-13.6
	2000s	20.7	0.6	3.0	7.6	9.6
民勤 Minqin	1960s	-6.9	-0.7	1.0	-5.6	-1.8
	1970s	12.8	-0.6	-5.6	8.7	10.3
	1980s	-13.6	0.3	1.7	-5.2	-10.4
	1990s	-2.2	-0.6	0.3	3.1	-5.2
	2000s	10.0	1.3	2.6	-1.1	7.2
凉州 Liangzhou	1960s	0.4	0.3	-0.6	-6.0	5.9
	1970s	-4.3	-0.4	-5.2	-6.2	6.5
	1980s	-8.8	-0.5	-3.1	5.2	-11.2
	1990s	10.8	0.0	5.8	8.6	-4.6
	2000s	5.9	0.4	3.0	-1.9	3.5
古浪 Gulang	1960s	-8.5	-1.0	-2.0	-15.4	9.9
	1970s	24.1	0.3	-5.0	13.0	15.8
	1980s	-16.3	0.6	-0.5	2.8	-19.3
	1990s	4.0	-0.8	10.3	10.8	-16.3
	2000s	-3.5	0.7	-2.7	-11.2	9.8
天祝 Tianzhu	1960s	-35.0	-2.1	-4.0	-24.0	-4.9
	1970s	2.0	-3.8	-9.8	13.3	2.2
	1980s	21.2	0.8	7.5	18.1	-5.4
	1990s	-5.4	1.6	6.1	-0.6	-12.6
	2000s	17.0	3.3	0.1	-6.9	20.4

表 4 各地各量级降水日数及降水强度

Table 4 Precipitation days and various magnitude in every region

地名 Location	降水日数 Precipitation days(d)				降水强度 Precipitation intensity(mm/d)			平均 Average
	小雨 Light rain ( $R=0$ )	小雨 Light rain ( $0 < R < 10$ )	中雨 Moderate rain ( $10 \leq R < 25$ )	大雨及以上 Heavy rain and above ( $R \geq 25$ )	小雨 Light rain ( $0 < R < 10$ )	中雨 Moderate rain ( $10 \leq R < 25$ )	大雨及以上 Heavy rain and above ( $R \geq 25$ )	
永昌 Yongchang	2478	3243	213	20	2.0	15.8	30.6	2.9
民勤 Minqin	1949	1851	124	17	2.0	16.9	31.9	2.9
凉州 Liangzhou	2277	2885	175	17	1.9	16.4	36.8	2.8
古浪 Gulang	2662	3980	480	55	2.3	16.3	30.4	4.0
天祝 Tianzhu	3147	6333	434	52	1.9	16.2	29.5	2.9

各量级降水的强度各地的变化并不一致,平均降水强度在 2.8~4.0 mm/d,小雨强度古浪最大 2.3 mm/d,凉州、天祝最小 1.9 mm/d,中雨强度民勤最大 16.9 mm/d,永昌最小 15.8 mm/d,大雨及以上强

度凉州最大 36.8 mm/d,天祝最小 29.5 mm/d。

#### 4) 强降水时间变化。

笔者把一日或连续两日降水量  $R \geq 25$  mm 降水天气确定为一个强降水场次。受季风气候的影响,

河西走廊东部强降水主要集中在汛期,年降水量的多少与发生强降水的场次的关系很大<sup>[16]</sup>,统计50年来强降水发生的年代及月场次(表5)可知:强降水的场次与年降水量的变化一致,且从北向南逐渐增加,其中永昌31次、民勤21次、凉州26次、古浪91次、天祝85次,共254场次强降水天气,除1991年未出现强降水,其余年份均有局地强降水出现,永昌、民勤、凉州年均不到1次,古浪、天祝年均分别为1.8、1.7次。强降水场次永昌逐年代增多;民勤20世纪60年代、80年代、10年代少,70年代、90年代

多;凉州70年代少 其它年代多;古浪20世纪70年代多,其它年代少;天祝60年代、80年代少,70年代、90年代、10年代多。强降水只出现在5~9月,8月最多,占强降水总日数的36.3%~52.4%,依次为7月占19.2%~34.1%,6月占8.2%~23.1%、9月和5月共7.7%~23.1%,其它月份未出现强降水。50年来未出现过区域性暴雨( $\geq 50$  mm),仅出现局地暴雨3次,分别为永昌1987年6月11日(65.4 mm)、凉州1985年6月3日(62.7 mm)和1999年7月13日(53.1 mm)。

表5 各地年代、月强降水场次

Table 5 Strong precipitation days of decade and month in various region

地名 Location	60年代 1960s	70年代 1970s	80年代 1980s	90年代 1990s	10年代 2000s	5月 May	6月 June	7月 July	8月 Aug.	9月 Sep.
永昌 Yongchang	3	6	7	7	8	1	5	9	11	5
民勤 Minqin	3	8	2	6	2		3	5	11	2
凉州 Liangzhou	5	3	6	5	7		6	5	13	2
古浪 Gulang	18	22	17	18	16	5	18	19	33	16
天祝 Tianzhu	11	20	12	19	23	5	7	29	33	11

## 4 小 结

1) 河西走廊东部武威市气温、降水的地域分布差异较大,气温由北向南呈递减趋势,降水由北向南呈递增趋势。

2) 各地年平均气温呈上升趋势,线性增长率为民勤>凉州>古浪>永昌>天祝。各地(除古浪外)年降水量呈增加趋势,线性增长率为天祝>永昌>凉州>民勤>古浪。

3) 各地年、各季节平均气温随年代呈上升趋势,冬季增温明显大于其它三个季节,因此冬季增温对气温的升高贡献最大。年、各季节平均最高、最低气温随年代也呈上升趋势,平均最低气温的上升幅度比平均最高气温的上升幅度更大,说明昼夜温差在减小,夜间增温的贡献大于白天增温的贡献。

4) 高温天气主要出现在6~9月,低温天气主要出现在11~次年3月。冬季低温日数减少的幅度比夏季高温日数增加的幅度大,也进一步说明,冬季增暖趋势比夏季更明显。

5) 各地年、各季节降水的年代变化很不一致,夏季降水的增加幅度大于其它三个季节,因此夏季降水增幅对降水的增加贡献最大。

6) 强降水出现在5~9月,年降水量的多少与发生强降水的场次的关系很大。

### 参 考 文 献:

- [1] 王绍武.全球气候变暖与未来发展趋势[J].第四纪研究,1991,(3):269—276.
- [2] 曾昭美,严中伟.本世纪全球变暖的显著性分析[J].应用气象学报,1999,10(增刊):23—32.
- [3] 王绍武.近百年气候变化与变率的诊断分析[J].气象学报,1994,52(3):261—273.
- [4] 丁一汇,戴晓苏.中国近百年温度的变化[J].气象,1994,20(12):19—26.
- [5] 冯松,姚祺栋,江灏,等.青藏高原近600年的温度变化[J].高原气象,2001,20(1):105—108.
- [6] IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymaker[R]. Geneva: IPCC, 2007.
- [7] 林学椿,于淑秋.近40年我国气候趋势[J].气象,1990,16(10):16—21.
- [8] 白肇焯,许国昌,孙学筠,等.中国西北天气[M].北京:气象出版社,1988:230—240.
- [9] 张明庆,刘桂莲.我国近40年气温变化地域类型的研究[J].气象,1999,25(4):10—14.
- [10] 黄玉霞,李栋梁,王宝鉴,等.西北地区近40年年降水异常的时空特征分析[J].高原气象,2004,23(2):245—252.
- [11] 赵庆云,李栋梁,吴洪宝.西北区东部近40年地面气温变化的分析[J].高原气象,2006,25(4):643—650.

- [12] 林 纾, 吴 红. 全球气候变暖背景下兰州地面平均气温的变化[J]. 高原气象, 2005, 24(5): 816—822.
- [13] 尹宪志, 张 强, 徐启运, 等. 近 50 年来祁连山区气候变化特征研究[J]. 高原气象, 2009, 28(1): 85—90.
- [14] 马鹏里, 王若升, 王宝灵, 等. 我国西北地区地面最高和最底气温变化及分布特征[J]. 高原气象, 2002, 21(5): 509—513.
- [15] 白虎志, 李栋梁, 陆登荣, 等. 西北地区东部夏季降水日数的变化趋势及其气候特征[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(3): 133—140.
- [16] 王秀荣, 徐祥德, 庞 昕. 西北地区夏季降水异常的时空特征分析[J]. 气象科学, 2002, 22(4): 402—409.

## Change characteristics and 5 stations contrastive analysis of climate in eastern Hexi corridor in recent 50 years

YANG Xiao-ling<sup>1,2</sup>, DING Wen-kui<sup>2</sup>, YANG Jin-hu<sup>3</sup>, ZHOU Wen-xia<sup>2</sup>

(1. Institute of Arid-Meteorology CMA, Key Laboratory of Arid Climate Change and Reducing Disaster,

Key Open Laboratory of Arid Climate Change and Disaster Reduction CMA, Lanzhou, Gansu 730020, China;

2. Wuwei Meteorological Bureau, Wuwei, Gansu 733000, China; 3. Dingxi Meteorological Bureau, Dingxi, Gansu 743000, China)

**Abstract:** Using nearly 50a temperature and precipitation data of five stations in Wuwei of eastern Hexi corridor, the characteristics of temporal and spatial change of temperature and precipitation in the area were analyzed, and contrastive analysis was also conducted with statistics method. The results showed: The temperature of north plain area was far higher than that of south mountainous area, and the temperature reduced gradually along with rise of altitude. The precipitation of north plain area was far less than that of south mountainous area, and the precipitation increased gradually along with the rise of altitude. The regional annual mean temperature assumed a trend of escalation, and the temperature had elevated obviously since the 1990s. Viewed from the change of the average temperature, the highest temperature and the lowest temperature, the elevation scopes of various seasons' temperature were winter > spring > autumn > summer, the winter warming was far greater than other three seasons. The elevation scopes of the average lowest temperature was bigger than that of the average highest temperature, which explained that the night warming was bigger than the daytime warming. The high temperature weather mainly appeared from June to September, while the low temperature weather mainly appeared from November to March of next year. Yearly precipitation of every region (except Gulang) assumed increasing tendency. The increasing scopes of the various seasons' precipitation were summer > autumn > spring > winter, precipitation's increase of summer was the biggest to year precipitation's contribution. Precipitation was mainly light rain. Precipitation days reduced rapidly along with the precipitation magnitude's enhancement. The strong precipitation only appeared from May to September.

**Keywords:** eastern Hexi corridor; climate; change characteristic; contrastive analysis