

天山山区近40年秋季气候变化特征与南、北疆比较

袁玉江¹, 魏文寿¹, 穆桂金²

(1. 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2. 中国科学院
新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 利用新疆1959~1998年的秋季温度降水资料, 分析天山山区近40年来秋季气候变化的基本特征, 所得结果如下: (1) 天山山区秋季温度在冷暖变化阶段上与北疆的相似性强于南疆, 但其秋季降水在干湿变化阶段上与南、北疆不同。(2) 秋季温度空间分布的同步变化性以北疆为最好, 南疆最差, 天山山区居中。秋季降水空间分布的同步变化性以南疆最好, 天山山区最差, 北疆居中。(3) 20世纪60~90年代, 天山山区表现为波动升温, 而南疆和北疆表现为持续增温, 均以90年代温度最高, 80年代是三大区域秋季降水最多的年代。60、70及90年代, 三大区域的秋季降水均低于30年均值。

关 键 词: 天山山区; 40年; 秋季气候变化特征; 与南北疆比较

中图分类号: P461 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2004)06-0674-06

新疆气候干旱, 天山山区是新疆最重要的河流发源地之一, 该区的秋季气候变化可影响到该季河水流量的多少及平原区作物的后期灌溉可用水量与最终产量。研究天山山区秋季气候的变化具有重要的科学及实际意义。以前国内在进行新疆气候变化及其影响研究时, 主要是分南疆、北疆、各地州或部分山区进行探讨, 没有人将天山山区作为一个整体加以研究, 而分析天山山区与南疆、北疆平原区秋季气候变化特征异同的工作, 更是没人做过^[1~12]。本文利用天山山区8个资料完整的气象站近40年来的温度降水资料, 单独建立天山山区秋季气候序列, 并与南、北疆的秋季气候序列相对比, 以揭示出近40年来新疆秋季气候变化的一些新特征。

1 秋季气候的年际变化

计算出天山山区、北疆、南疆40年(1959~1998)秋季区域平均温度降水序列, 并用1961~1990年的30年均值作为距平比较的标准。

1.1 温度变化

图1中: (1) 天山山区秋季温度相对于30年

均值, ? ~ 1969, 1981~1988年偏冷, 其间的时段及1989~1997年偏暖。近40年来实测资料表明, 天山山区秋季最热年1998年(4.6), 最凉年为1981(0.1)。最大熵谱分析指出, 近40年, 天山山区秋季温度具有2.9, 6.7及>40年的显著周期。(2) 北疆秋季温度相对于30年均值, ?~1976, 1985~1988年偏冷, 其间的时段及1989~1997年偏暖。近40年来的实测资料表明, 北疆最温暖的秋季为1991年(9.1), 最凉为1976年(4.4)。最大熵谱分析指出, 近40年来, 北疆秋季温度有3及7年的显著周期。南疆秋季温度相对于30年均值, ?~1975, 1980~1986, 1991~1994年偏冷, 其间的时段及1995~1997年偏暖。近40年来的实测资料表明, 南疆秋季的最暖年为1998(12.1), 最冷年为1981年(9.2)。最大熵谱分析指出, 近40年来, 南疆秋季的温度具有3.6, 6.7, 2及>40年的显著周期。

综上, 天山山区秋季温度冷暖变化阶段与北疆相似性强于南疆。近40年来, 天山山区及南疆实测秋季温度最暖年和最冷年均分别在1998及1981年, 北疆则不相同。天山山区秋季温度变化

收稿日期: 2003-10-28; 修订日期: 2004-02-10

基金项目: 国家重大基础研究发展规划项目(G1999043502)、国家自然科学基金项目(40265002)和国家科技部项目(2002CCA04600)资助。

作者简介: 袁玉江(1955-), 男, 山东菏泽人, 研究员, 主要从事气候变化与环境、树木年轮气候年轮水文研究。E-mail: yuanyuj5502@sina.com

资料始于1959年, 滑动后为1960年第一个冷或暖期不完整, 冷暖期开始年可能更早些。下同。

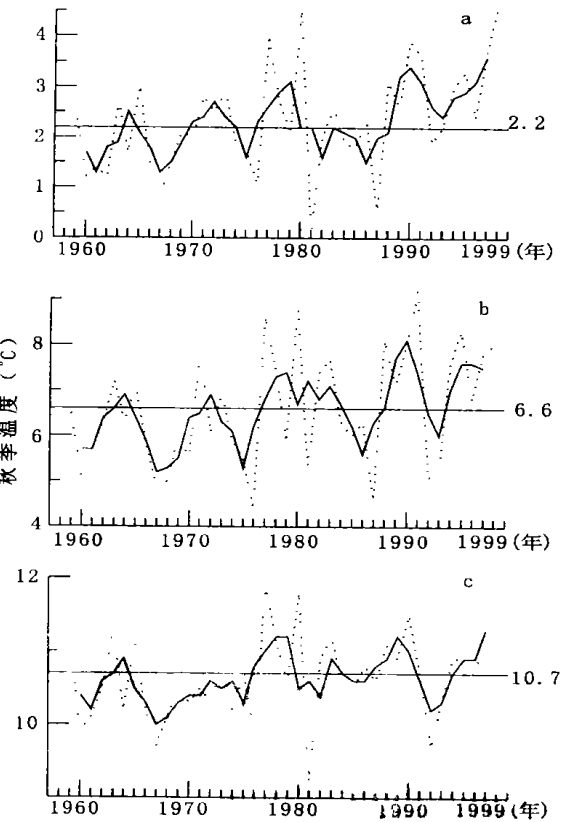


图 1 新疆天山山区(a)、北疆(b)、南疆(c)秋季温度三年滑动平均(实线)及实测值(点线)曲线

Fig. 1 Curves of 3-year running mean (solid line) and observed value (dot line) of autumn temperature for Tianshan mountainous area(a), the northern(b) and southern(c) Xinjiang

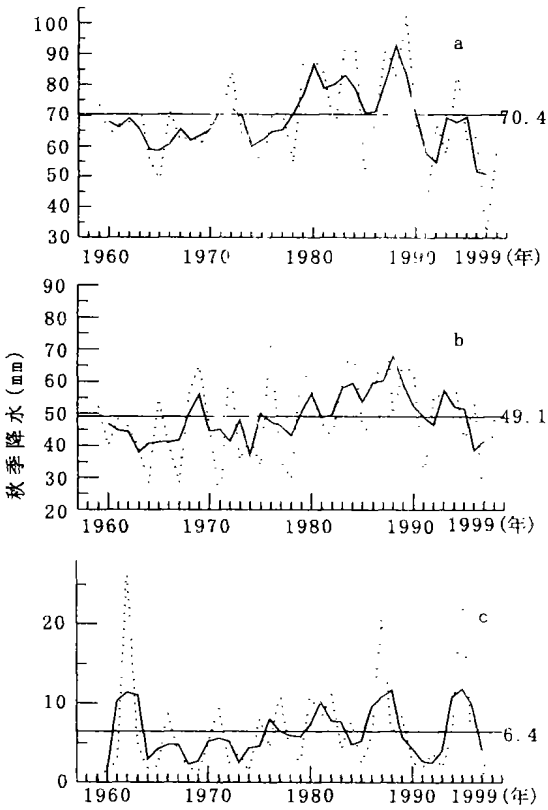


图 2 新疆天山山区(a)、北疆(b)、南疆(c)秋季降水三年滑动平均(实线)及实测值(点线)曲线

Fig. 2 Curves of 3-year running mean (solid line) and observed value (dot line) of autumn precipitation for Tianshan mountainous area(a), the northern(b) and southern(c) Xinjiang

的 2.9 年及 6.7 周期, 分别与北疆的 3 年周期及 7 年周期, 与南疆的 3.6 年周期及 6 年周期相近似。

1.2 降水变化

图 2 可见, (1) 天山山区秋季降水相对于 30 年均值, 1960~1977, 1990~1997 年偏少, 其间的时段偏多。近 40 年来, 天山山区秋季降水最多年为 1989 年(102.4 mm), 最少年为 1997(50.5 mm)。最大熵谱分析指出, 近 40 年来, 天山山区秋季降水具有 5.7, 2.5, 8 年的显著周期; (2) 北疆秋季降水相对于 30 年均值, 1968~1969, 1979~1995 年偏多, 1967, 1970~1978 及 1996~1997 年偏少。近 40 年来, 北疆秋季降水最多则为 1982 年(89.7 mm), 最少在 1997 年(21.4 mm)。最大熵谱分析指出, 近 40 年来, 北疆秋季降水具有 3, 6.2 及 > 40 年的显著周期; (3) 南疆秋季的降水相对于 30 年均值, 1961~1963, 1976~1988, 1994~1996

年偏多, 1960 及其间的时段偏少。近 40 年来, 南疆秋季降水最多年为 1962(26.7 mm), 最少年为 1959 年(0.2 mm)。最大熵谱分析指出, 近 40 年来, 南疆秋季降水具有 5, 2 年的显著周期。

由上可见, 天山山区秋季降水在干湿变化阶段上与南、北疆不同。近 40 年来, 天山山区实测秋季降水最多年和最少年出现的年份与南疆完全不同, 但最多年出现的年份与北疆相同。天山山区秋季降水变化的 5.7 年周期与北疆的 6.2 年周期及南疆的 5 年周期相似, 天山山区的 2.5 年周期和南疆的 2 年周期相近。

2 秋季气候的空间分布特征

2.1 秋季温度的空间分布特征

对天山山区、北疆、南疆各 8 个站 1959~1998 年秋季温度序列进行经验正交展开, 取其前两个的特征向量用于分析秋季温度的主要空间分布特征。

表 1 可见,天山山区秋季温度第一特征向量揭示了天山山区 8 站秋季温度的最主要空间分布特征是同步变化。第二特征向量主要揭示了巴里坤、天池、小渠子与巴音布鲁克、大西沟秋季温度呈反向变化的空间分布特征;北疆秋季温度第一特征向量揭示了北疆 8 站秋季温度主要空间分布特征是同步变化。第二特征向量主要揭示了伊犁、乌苏、博乐与北塔山秋季温度呈反向变化的空间分布特征;南疆秋季温度第一特征向量揭示南疆 8 站秋季温度的最主要空间分布特征是同步变化。第二特征向量主要揭示了吐鲁番与喀什、和田秋季温度呈反向变化的空间分布特征。

对比可知:秋季温度空间分布的同步变化性以北疆为最好,南疆最差,天山山区居中。而秋季温度空间分布的反向变化性,以南疆为最大,北疆最小,天山山区居中。

2.2 秋季降水的空间分布特征

对北疆、天山山区、南疆各 8 个站 1959~ 1998 年的秋季降水序列进行经验正交展开,取其前两个的特征向量用于分析降水的主要空间分布特征。

表 2 可见,天山山区秋季降水第一特征向量揭示了天山山区 8 站秋季降水的最主要空间分布特征是同步变化。第二特征向量主要揭示了新源、昭苏、天池与巴伦台、大西沟、巴音布鲁克秋季降水呈

表 1 天山山区、北疆及南疆秋季温度的主要空间分布型

Table 1 Main spatial distribution patterns of autumn mean temperature for Tianshan mountainous area, the northern Xinjiang and the southern Xinjiang

天山山区	昭苏	新源	小渠子	大西沟	巴音布鲁克	巴伦台	天池	巴里坤	方差(%)
V1	0.368	0.364	0.373	0.351	0.295	0.364	0.369	0.338	81.8
V2	0.048	- 0.093	- 0.242	0.228	0.789	0.092	- 0.267	- 0.420	7.3
北疆	阿勒泰	塔城	伊犁	博乐	乌苏	昌吉	奇台	北塔山	方差(%)
V1	0.354	0.365	0.332	0.369	0.366	0.358	0.364	0.316	87.7
V2	- 0.031	- 0.073	- 0.369	- 0.100	- 0.127	- 0.021	- 0.098	0.906	4.3
南疆	哈密	吐鲁番	焉耆	阿克苏	喀什	和田	民丰	若羌	方差(%)
V1	0.337	0.356	0.405	0.404	0.047	0.376	0.362	0.398	67.5
V2	- 0.052	- 0.264	- 0.004	- 0.051	0.944	0.167	0.077	- 0.004	13.1

注: V1 是第一特征向量; V2 是第二特征向量

表 2 天山山区、北疆及南疆秋季降水的主要空间分布型

Table 2 Main spatial distribution patterns of autumn precipitation for Tianshan mountainous area, the northern Xinjiang and the southern Xinjiang

天山山区	昭苏	新源	小渠子	大西沟	巴音布鲁克	巴伦台	天池	巴里坤	方差(%)
V1	0.225	0.315	0.450	0.382	0.278	0.345	0.457	0.310	38.3
V2	- 0.506	- 0.543	- 0.087	0.454	0.100	0.448	- 0.129	0.089	22.2
北疆	阿勒泰	塔城	伊犁	博乐	乌苏	昌吉	奇台	北塔山	方差(%)
V1	0.301	0.385	0.373	0.337	0.358	0.383	0.351	0.332	49.4
V2	- 0.570	- 0.413	0.200	0.393	0.503	0.061	- 0.009	- 0.231	16.7
南疆	哈密	吐鲁番	焉耆	阿克苏	喀什	和田	民丰	若羌	方差(%)
V1	0.329	0.260	0.433	0.391	0.242	0.427	0.433	0.234	53.7
V2	0.260	0.522	0.090	- 0.244	0.438	- 0.173	- 0.134	- 0.594	15.6

注: V1 是第一特征向量; V2 是第二特征向量

反向变化的空间分布特征;北疆秋季降水第一特征向量揭示了北疆 8 站秋季降水的最主要空间分布特征是同步变化。第二特征向量主要揭示了阿勒泰、塔城、北塔山与乌苏、博乐、伊犁秋季降水呈反向变化的空间分布特征;南疆秋季降水第一特征向量揭示了南疆 8 站秋季降水的最主要空间分布特征是同步变化。第二特征向量主要揭示了吐鲁番、

喀什、哈密与若羌、阿克苏、和田、民丰秋季降水呈反向变化的空间分布特征。

对比可知:秋季降水空间分布的同步变化性以南疆最好,天山山区最差,北疆居中。而秋降水空间分布的反向变化性,以天山山区较大,北疆和南疆较小。

3 秋季气候年代际变化及线性趋势

3.1 秋季温度降水的年代际变化

表 3 可见, 天山山区秋季温度呈较大幅度的波动变化, 20 世纪 60~ 70 年代上升 0.7 , 70~ 80 年代降低 0.3 , 80~ 90 年代又上升 1.1 ; 北疆秋季温度 60~ 90 年代不断上升, 共升高 1.4 , 其中, 60~ 70 年代上升了 0.5 , 70~ 80 年代增温 0.4 , 80~ 90 年代又上升 0.5 ; 南疆秋季温度 60~ 90 年代持续上升, 共升高 0.5 , 其中 60~ 70 年代上升 0.2 , 70~ 80 年代增温 0.2 , 80~ 90 年代又上升 0.1 。

表 3 天山山区、北疆及南疆秋季温度的年代际变化()

Table 3 Decade changes of autumn mean temperature for Tianshan mountainous area, the northern Xinjiang and the southern Xinjiang()					
年代	1960~ 1969	1970~ 1979	1980~ 1989	1990~ 1998	30 年均值
天山	1.7	2.4	2.1	3.2	2.2
北疆	5.9	6.4	6.8	7.3	6.6
南疆	10.4	10.6	10.8	10.9	10.7

对比三大区域秋季温度的年代际变化可知: 20 世纪 60~ 90 年代, 天山山区表现为波动升温, 而南疆和北疆表现为持续增温, 均以 90 年代温度最高, 相对 30 年均值分别为 1.0 、0.7 及 0.2 , 与 90 年代是过去 1 000 年来北半球平均气温最高的 10 年^[13]事实大体一致。

表 4 中数稍加计算可知, 天山山区秋季降水 20 世纪 80 年代偏多 17%, 其余三个年代偏少, 90 年代最少, 偏少 20%, 呈较大幅度的年代际波动变化。北疆秋季降水 80 年代偏多 16%, 其余三个年代偏少, 60, 70 年代偏少较多(约 9%)。南疆秋季降水 80 年代偏多 34%, 其余三个年代相近且偏少, 以 70 年代为最少(偏少 19%)。

表 4 天山山区、北疆及南疆秋季降水的年代际变化(mm)

Table 4 Decade changes of autumn precipitation for Tianshan mountainous area, the northern Xinjiang and the southern Xinjiang(mm)					
年代	1960~ 1969	1970~ 1979	1980~ 1989	1990~ 1998	30 年均值
天山	63.3	68.4	82.4	58.8	70.4
北疆	44.8	45.0	57.2	47.5	49.1
南疆	5.5	5.2	8.6	5.9	6.4

对比三大区域秋季降水的年代际变化可知, 20 世纪 80 年代是新疆三大区域秋季降水最多的年

代, 相对 30 年均值, 天山山区、北疆及南疆分别为偏多 17%、16% 及 34%。60, 70 及 90 年代, 三大区域的秋季降水均低于 30 年均值。

3.2 秋季温度降水的线性趋势

联合国政府间气候变化工作组最新完成的一份报告草案称^[13], 从 1860 年到现在, 北半球的气温已经平均升高了 0.4~ 0.8 , 其中的 20 世纪是 1 000 年来北半球气温升高幅度最大的一个世纪, 而 1990~ 1999 年是 1 000 年来北半球平均气温最高的 10 年。20 世纪的全球气候变暖已成为大气科学研究的一个热点。王绍武^[14]利用中国气温等级资料研究了近百年中国气温变化规律, 表明中国的气温变化与全球有相同的时候, 却并不总是一致。中国与全球气温的相关系数在 0.3~ 0.4 之间。中国东北、华北及新疆的变暖可能与北半球一致, 但长江流域气温反而有所下降。这里利用近 40 年的秋季温度资料, 分析在全球气候变暖的大背景下, 新疆天山山区、北疆及南疆秋季温度变暖的反映。

3.2.1 近 40 年秋季温度的线性增温趋势

利用天山山区、北疆、南疆近 40 年(或 39 年)的秋季温度, 分别计算秋季平均温度、平均最高温度和平均最低温度与对应年份的直线回归, 得出升温率(斜率乘以 10)与相关系数, 并对相关系数进行 *t* 检验, 以显著水平达到 0.05 作为升温显著的标准, 显著的增温率如表 5 所示。

表 5 三大区域秋季长期增温率(/10 a)

Table 5 Long-term warming rates of autumn temperature for the three large regions of Xinjiang(/10a)		
天山山区	平均温度	0.37
	最高温度	
	最低温度	0.51
北疆	平均温度	0.39
	最高温度	
	最低温度	0.44
南疆	平均温度	
	最高温度	
	最低温度	0.28

注: 表中所列出的增温率均达到 0.05 的显著水平, 达不到此显著水平的没有列出; 南疆与北疆计算平均温度、最高温度、最低温度增温率的年数均为 40 年(1959~ 1998); 天山山区计算平均温度增温率的年数均为 40 年(1959~ 1998); 计算最高温度、最低温度增温率的年数均为 39 年(1960~ 1998)。

就近 40 年的显著线性增温趋势的空间分布范

围看: 秋季的平均温度、最高温度和最低温度中, 以最低温度表现得空间范围最广(三大区域均有表现), 最高温度最差(三大区域均无表现), 平均温度居中(在天山山区和北疆)。

就秋季最低温度增温率在三大区域的大小对比而言: 天山山区最大, 北疆居中, 南疆最小。而秋季平均温度的增温率, 北疆和天山山区大致相近。从同一区域看, 天山山区和北疆秋季最低温度的增温率均大于平均温度的增温率。

3.2.2 秋季温度降水最显著的线性趋势

40 年只能是便于对比分析或研究尽可能长时期升温趋势的一个固定时段, 它并不一定是增温表现得最为显著的时段, 为此这里使用 1959~ 1998 年天山山区、北疆、南疆的秋季平均温度资料, 采用滑动相关技术, 取最小的年代跨度为 10 年, 计算秋季温度与对应年份的直线相关, 并对相关系数进行 t 检验。为找到比 40 年时段更显著的增温时段, 将最低显著水平取为 0.01, 从众多显著相关时段中选出显著水平最高的一个时段, 作为最显著的增温时段。

计算表明, 天山山区秋季温度最显著的增温趋势出现在 1981~ 1998, 增温率为 $1.39 / 10 \text{ a}$, 相关系数为 0.658, 显著水平达 0.003 00; 南疆秋季温度最显著的增温趋势出现在 1966~ 1980, 增温率为 $0.94 / 10 \text{ a}$, 相关系数为 0.668, 显著水平达 0.006 55。北疆秋季温度没有出现最显著的增温时段。由此可见, 天山山区、南疆存在长度分别为 18 及 15 年的最显著的增温时段, 增温率天山山区大于南疆。

此外, 类似的计算还表明, 天山山区秋季降水的最显著的增湿趋势出现在 1964~ 1989(26 年) 年, 秋季的增湿率为 $11.6 \text{ mm} / 10 \text{ a}$, 显著水平达 0.001 40。而北疆和南疆均没有出现显著水平达到 0.01 的最显著的增湿趋势。

4 小 结

综上所述, 本文利用新疆 1959~ 1998 年的与秋季温度降水资料, 分析了天山山区近 40 年来春季气候变化的基本特征, 并与南疆、北疆进行了比较, 所得的主要结论如下:

1) 天山山区秋季温度在冷暖变化阶段上与北疆的相似性强于南疆。近 40 年来, 天山山区及南疆实测秋季温度最暖年和最冷年均分别出现在

1998 及 1981 年, 与北疆则不相同。天山山区秋季温度变化的 2.9 年及 6.7 周期, 分别与北疆的三年周期及 7 年周期, 与南疆的 3.6 年周期及 6 年周期相近似。

2) 天山山区秋季降水在干湿变化阶段上与南、北疆不同。近 40 年来, 天山山区实测秋季降水最多年和最少年出现的年份与南疆完全不同, 但最多年出现的年份与北疆相同。天山山区秋季降水变化的 5.7 年周期与北疆的 6.2 年周期及南疆的 5 年周期相似, 天山山区的 2.5 年周期和南疆的两年周期相近。

3) 秋季温度空间分布的同步变化性以北疆为最好, 南疆最差, 天山山区居中。而秋季温度空间分布的反向变化性, 以南疆为最大, 北疆最小, 天山山区居中。秋季降水空间分布的同步变化性以南疆最好, 天山山区最差, 北疆居中。而秋降水空间分布的反向变化性, 以天山山区较大, 北疆和南疆较小。

4) 20 世纪 60~ 90 年代, 天山山区表现为波动升温, 而南疆和北疆表现为持续增温, 均以 90 年代温度最高, 相对 30 年均值分别为 1.0, 0.7 及 0.2。80 年代是三大区域秋季降水最多的年代, 相对 30 年均值, 天山山区、北疆及南疆分别为偏多 17%, 16% 及 34%。60, 70 及 90 年代, 三大区域的秋季降水均低于 30 年均值。

5) 就近 40 年的显著线性增温趋势的空间分布范围看, 秋季的平均温度、最高温度和最低温度中, 以最低温度表现得空间范围最广, 最高温度最差, 平均温度居中。就秋季最低温度增温率在三大区域的大小对比而言, 天山山区最大, 北疆居中, 南疆最小。而秋季平均温度的增温率, 北疆和天山山区大致相近。从同一区域看, 天山山区和北疆秋季最低温度的增温率均大于平均温度的增温率。

6) 天山山区、南疆却存在长度分别为 18 及 15 年的最显著的增温时段, 增温率天山山区大于南疆, 而天山山区秋季降水的最显著的增湿时段为 1964~ 1989。

参考文献:

[1] 熊黑钢, 刘耕年, 崔之久. 新疆天山山地自然灾害垂直带谱及其特征[J]. 地理科学, 18(3): 227~ 233.
[2] Li Jiangfeng, Yuan Yujiang and Wang Chengyi, Temperature sequence and its change for recent 200 years in the middle reaches of the Tarim river [J]. Acta Meteorologica Sinica, 1991, 5(1):

118– 112.

[3] 袁玉江, 韩淑 . 北疆 500 年干湿变化特征[J]. 冰川冻土, 1991, **13**(4): 315~ 312.

[4] 张丽旭 魏文寿. 天山西部中山带积雪变化趋势与气温降水的关系[J]. 地理科学, 2002, **22**(1): 67~ 71.

[5] 樊自立, 穆桂金, 马英杰, 等. 天山北麓灌溉绿洲的形成和发展[J]. 地理科学, 2002, **22**(2): 184~ 189.

[6] 李德洋. 塔城地区近 40 年气温变化特征分析 [J]. 新疆气象, 1992, **15**(5): 35~ 37.

[7] Yuan Yujiang, Li Jiangfeng, Ye Wei. The wet– dry changes in recent 40 years in Taklimakan area[J]. Chinese Geographical Science, 1999, **9**(1): 57– 62.

[8] 袁玉江, 叶 玮, 董光荣. 天山西部伊犁地区 314a 降水的重建与分析[J]. 冰川冻土, 2000, **22**(2): 121~ 127.

[9] Yuan Yujiang, Li Jiangfeng, Zhang Jiabao. 348– year precipitation reconstruction from tree– rings for the north slope of the middle Tianshan mountains[J]. Acta Meteorologica Sinca, 2001, **15**(1): 95– 104.

[10] 袁玉江, 桑修诚, 龚 原, 等. 新疆气候对地表水资源影响的区域差异性初探[J]. 应用气象学报, 2001, **12**(2): 210~ 217.

[11] 袁玉江, 邵雪梅, 李江风, 等. 夏干萨特树轮年表中降水信息的探讨与 32 6 年降水重建 [J]. 生态学报, 2002, **22**(12): 2048~ 2053.

[12] Yuan Yujiang, Jin liya, Shao Xuemei et al. Variations of the spring precipitation day numbers reconstructed from tree rings in the Urumqi River drainage, Tianshan Mts. over the last 370 years [J]. Chinese Science Bulletin, 2003, **48**(14): 1507– 1510.

[13] 卢苏燕. 专家称人为因素是气候变化的重要原因[N]. 科学时报, 2000– 11– 9(5).

[14] 王绍武. 近百年气候变化与变率的诊断研究[J]. 气象学报, 1994, **52**(3): 261~ 273.

Features of Autumn Climate Change in Tianshan Mountainous Area for the Recent 40 Years and Comparison with Those in the Southern and Northern Xinjiang

YUAN Yu-Jiang¹, WEI Wen-Shou¹, MU Gu-Jin²

(1. Institute of Desert Meteorology, China Meteorological Administration, Urumqi, Xinjiang 830002; 2. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830002)

Abstract: Using the autumn temperature and precipitation dada during 1959– 1998 in Xinjiang, the basic features of autumn climate change in Tianshan mountainous area are analyzed and compared with those in the southern and northern Xinjiang. The main results obtained are as follows: (1) The similarity of warm– cold stage of autumn mean temperature between Tianshan mountainous area and the northern Xinjiang is better than those between Tianshan mountainous area and the southern Xinjiang. But the wet–dry stage of autumn precipitation in Tianshan mountainous area and the northern Xinjiang is different from those in the southern and northern Xinjiang. (2) The synchronous change of spatial distribution of autumn mean temperature is the best in the northern Xinjiang, the worst in the southern Xinjiang and better in Tianshan mountainous area. The synchronous change of spatial distribution of autumn precipitation is the best in the southern Xinjiang, the worst in Tianshan mountainous area and better the northern Xinjiang. From the 1960s to the 1990s, autumn mean temperature shows wavy warming in Tianshan mountainous area and continuously increasing trend in the southern and northern Xinjiang. Autumn mean temperature is the highest in the 1990s, and 1.0 , 0.7 , 0.2 above the mean for 1961– 1990 for Tianshan mountainous area, the southern Xinjiang and the northern Xinjiang respectively. Autumn precipitation in the 1980s is the most for the three large regions, and 17% , 16% , 34% above the mean for 1961– 1990 for Tianshan mountainous area, the northern Xinjiang and the southern Xinjiang respectively. Autumn precipitation is all bellow the average for 1961– 1990 for the three large regions in the 1960s, 1970s, and 1990s.

Key words: Tianshan mountainous area; autumn climate change; southern Xinjiang; northern Xinjiang