

新疆近50 a 气温变化趋势和演变特征

左敏¹, 陈洪武^{1,2}, 江远安², 李丽华¹

(1. 新疆大学资源与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830046; 2. 新疆维吾尔自治区气候中心, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:利用新疆89个气象站1961~2008年的气温资料,分析了新疆近50 a气温变化趋势及演变特征。结果表明:新疆各区域年平均气温呈现一致的显著上升趋势,秋、冬季的线性升温趋势最显著;夏、秋季平均气温自20世纪80年代之后呈逐年代上升趋势,尤其是进入21世纪以来增温最明显,其中春季和秋季明显高于夏季,而冬季,北疆和南疆2001~2008年比20世纪90年代气温则分别下降了0.3℃,0.5℃,天山山区则比20世纪90年代高0.3℃;年平均气温、年平均最高气温和年平均最低气温地域变化特征一致,总体表现为增温速率北部大南部小、东部西部大中部小、山区大平原小的特点。年平均最高气温自20世纪80年代呈逐年代上升趋势,而年平均气温从20世纪60年代呈逐年代上升趋势,且其增温速率远远高于年平均最高气温。

关键词:气温变化;线性趋势;趋势系数;新疆

中图分类号:P468.0⁺²¹

文献标识码:A

引言

全球气候变暖已成为全世界关注和热议的话题,许多学者对此做了大量的研究,同时也引起了各国政府的高度重视。IPCC第四次全球气候变化评估报告指出,全球近50 a的线性增温速率为0.13℃/10 a,过去50 a升温率几乎是过去100 a的2倍^[1]。在全球气候变暖这一背景下,国内外许多气候工作者结合各地的实际情况对当地气候变化进行了大量的研究,唐国利认为近百年来中国的气温呈现增温趋势^[2];缪启龙等认为我国气候变暖在冬季更加明显^[3-7];程炳岩等认为冬季气温的变化幅度比夏季大^[8];陈隆勋等认为具有变暖趋势的地区主要在北方^[9-10];有些研究表明在20世纪80年代气温有变暖突变^[11-13],一些省份和地区也具有同样的变暖趋势^[14-17]。这些结论为进一步研究气候变化问题提供了基础和背景。

新疆气候的暖湿化趋势也早已引起了人们的极大关注。新疆地处亚欧大陆腹地,属于典型的温带大陆干旱性气候,气温的变化必然呈现出自己的特色,有资料表明新疆气温升高与全球以及全国有同

步性^[18-21],但高于全球升温幅度;那么在当前全球和中国气候变暖的背景下,新疆及其各大分区(北疆、天山山区、南疆)1961~2008年气温年,季节变化特征如何呢?特别是近10 a来变化趋势是否和以前相同呢?针对以上问题本文对年平均气温和四季平均气温作了分析,而且还对区域及单站年平均最高、最低气温作了较为详细的分析。

1 资料与方法

1.1 资料选取

选取新疆区域资料完整且均匀分布的89个气象站的1961~2008年的年、季平均气温,平均最高气温、平均最低气温等资料。季节划分为春季(3~5月),夏季(6~8月),秋季(9~11月),冬季(12月~次年2月)。

1.2 研究区域划分及站点选取

根据新疆气候条件、区域环境、地形条件等因素,以天山山脉为界,以北为北疆,以南为南疆。将新疆划分为3个相对独立的气候区:北疆(34个站)、天山山区(12个站)和南疆(43个站)(图1)。

收稿日期:2010-04-01;改回日期:2010-04-19

基金项目:国家科技支撑计划课题“我国主要极端天气气候事件及重大气象灾害的监测、检测和预测关键技术研究”(2007BAC29B02)和中国气象局气候变化专项“冬春季节极端气候事件对南疆特色林果业发展的影响评估”(CCSF-09-15)共同资助

作者简介:左敏(1984-),女,河南周口人,在读硕士,从事资源与环境研究. E-mail: fzm_20000@sina.com

北疆:哈巴河,吉木乃,布尔津,福海,阿勒泰,富蕴,青河,塔城,裕民,额敏,和布克赛尔,托里,乌苏,沙湾,霍尔果斯,察布查尔,伊宁市,阿拉山口,博乐,温泉,精河,克拉玛依,炮台,莫索湾,石河子,北塔山,玛纳斯,蔡家湖,呼图壁,吉木萨尔,奇台,木垒,乌鲁木齐,达坂城。

天山山区:新源,昭苏,大西沟,小渠子,天池,巴音布鲁克,巴仑台,尼勒克,伊吾,巩留,特克斯,巴里坤。

南疆:库米什,托克逊,吐鲁番,鄯善,十三间房,哈密,红柳河,和静,焉耆,和硕,轮台,尉犁,库尔勒,铁干里克,若羌,且末,乌什,阿克苏,拜城,新和,沙雅,库车,柯坪,阿拉尔,阿图什,阿合奇,吐尔尕特,伽师,喀什,巴楚,岳普湖,英吉沙,塔什库尔干,麦盖提,莎车,叶城,泽普,皮山,策勒,和田,民丰,于田。

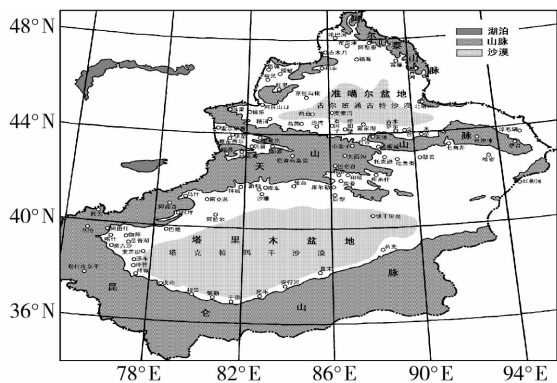


图1 研究区域及站点分布

Fig.1 The distribution of meteorological stations in studying area

1.3 分析方法

在分析气候变化趋势时,主要采用了线性回归的趋势分析方法,并利用时间与变量之间的相关系数对变化趋势进行显著性检验。所使用平均值指1961~2008年的48 a算术平均值。区域平均气温指各区域所选站点平均气温的算术平均值。

1.3.1 线性趋势

用一元方程描述线性趋势变化,建立气候变量与其所对应的时间的一元线性回归方程:

$$x_i = a + bt_i \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ (年份序号)}$$

其中, a 为回归常数, b 为回归系数, a 和 b 可以用最小二乘进行估计。

对观测数据 x_i 及对应的时间 t_i , 回归系数 b 和常数 a 的最小二乘估计为:

$$a = \bar{x} - b\bar{t}, b = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})(x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}$$

其中 $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$

回归系数 b , 也就是线性倾向率, b 的符号表示气候变量 x 的趋势倾向, b 值的大小反映上升或下降的速率。

1.3.2 趋势系数

趋势系数也是描述时间序列变化趋势的一种方法,趋势系数能给出某一气候变量随时间升高或降低的趋势以及升高或降低的趋势是否显著。它定义为:

$$r_{xt} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(t_i - \bar{t})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}}$$

r_{xt} 为 n 年气候要素序列 x 与自然数列的相关系数, x_i 为第 i 年要素值, \bar{x} 为样本均值。 $\bar{t} = (n + 1)/2$ 。 r_{xt} 的正负反映了气候要素在 n 年内的线性升降趋势。

通过对 r 的显著性检验, 就可以判断出变化趋势的程度是否显著。确定显著性水平 α , 若 $|r| > r_\alpha$, 则表明 x 随时间变化趋势是显著的, 否则表明变化趋势是不显著的。

2 结果与分析

2.1 年平均气温的变化特征

2.1.1 区域年平均气温

1961~2008年,新疆各区域年平均气温线性变化趋势呈现为一致的上升趋势,其中北疆增温速率最大,线性增温速率为 $0.38 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ a}$;天山山区次之,为 $0.35 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ a}$;南疆最小,为 $0.28 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ a}$ 。而且,各区域年平均气温的上升趋势都十分显著,气候趋势系数通过了信度为0.05的检验。从距平分析显示,3个地区从20世纪60年代开始进入低温期。北疆地区在1989年之前,年平均气温以负距平为主,处在偏冷时期;之后以正距平为主,增温明显。80年代初气温有所升高,在1983年以后气温又出现下降趋势,直至1989年左右,各地区气温累积距平曲线开始增加,气温升高,北疆气温在1989年前后发生突变,即气温从1989年开始变暖,目前正处于暖期。天山山区和南疆在1997年之前,年平均气温以负距平为主,处在偏冷时期;之后以正距平为主,增温明显。累积距平曲线从1997年开始从最低

值逐渐增加,即天山山区和南疆气温 1997 年发生突变。北疆年平均气温最高值出现在 2007 年和 2008 年(7.7 °C),天山山区和南疆均出现在 2007(分别为 4.9 °C、11.7 °C);北疆、天山、南疆年平均气温最低值分别出现在 1969 年(3.9 °C)、1984 年(1.7 °C)和 1967 年(9.3 °C)。可见,新疆最暖年具有统一性、大范围的特性;最冷年各区域出现年份不一致(图 2 和表 1)。

新疆各区域年平均气温的年代际变化趋势一致(表 2),自 20 世纪 60 年代至 2001~2008 年呈逐年代上升趋势,而且年代际变化增温速率加快,尤其是 2001~2008 年增温最明显。北疆、天山山区、南疆 2001~2008 年的年平均气温比 20 世纪 90 年代分别增高 0.6 °C、0.8 °C、0.6 °C,比前 40 a(1961~2000 年)分别增高 1.2 °C、1.3 °C、1.0 °C。

2.1.2 单站年平均气温的变化特征

分析新疆 89 个单站年平均气温的年际趋势系数,结果表明,89 站中有 88 站的气温呈上升趋势,占总站数的 99%,其中 84 站升温趋势显著,气候趋势系数通过了信度为 0.05 的检验;仅有天山南麓的阿克苏地区库车县呈微弱的下降趋势,但下降趋势不显著,气候趋势系数未通过信度为 0.05 的检验。同时,新疆气温上升速率较快,83% 的站线性增温速率在 0.2 °C/10 a 以上。

另外,年平均气温的变化具有明显的地域差异(图 3),总体表现为增温速率北部大南部小、东部西部大中部小、山区大平原小的特点,也就是说年平均气温低的地区其气温增温率高于年平均气温高的地区。北疆北部的阿勒泰和塔城地区线性增温速率为 0.44 °C/10 a,北疆西部的伊犁和博州为 0.38 °C/10 a,北疆沿天山一带为 0.31 °C/10 a;南疆天山南麓

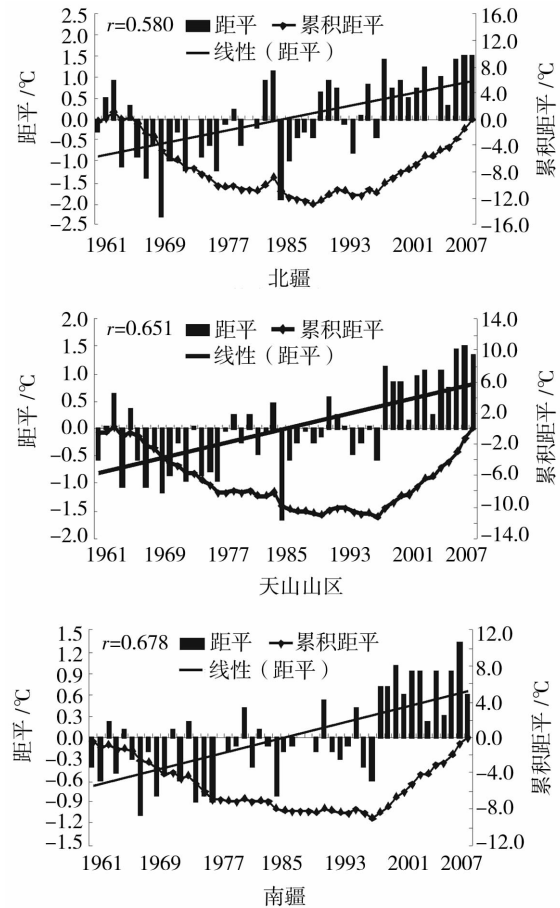


图 2 1961~2008 年新疆各区域年平均气温变化
Fig. 2 The annual average temperature change during 1961-2008 in Xinjiang

的阿克苏地区和巴州为 0.27 °C/10 a,南疆西部的喀什地区和克州为 0.29 °C/10 a,昆仑山及阿尔金山北坡为 0.26 °C/10 a。

表 1 1961~2008 新疆年及四季气温趋势系数

Tab. 1 The trend coefficients of the annual and seasonal temperature during 1961-2008 in Xinjiang

	平均气温			平均最高气温			平均最低气温		
	北疆	天山山区	南疆	北疆	天山山区	南疆	北疆	天山山区	南疆
年	0.038	0.035	0.028	0.024	0.019	0.023	0.061	0.055	0.048
春季	—	0.023	0.023	—	—	—	0.044	0.036	0.032
夏季	0.023	0.030	0.016	—	—	—	0.052	0.057	0.044
秋季	0.046	0.046	0.029	0.034	0.028	0.043	0.060	0.063	0.054
冬季	0.059	0.045	0.045	—	—	—	0.096	0.074	0.066

注:表格中 — 指气温趋势系数未通过 0.05 的信度的检验。

表 2 年平均气温年代际变化(单位:℃)

Tab.2 The decadal variations of annual average temperature during 1961–2008 in Xinjiang(Unit:℃)

年代	年平均气温			年平均最高气温			年平均最低气温		
	北疆	天山山区	南疆	北疆	天山山区	南疆	北疆	天山山区	南疆
1961~1970年	5.6	2.9	10.0	20.9	17.9	23.9	-9.1	-10.9	-3.2
1971~1980年	5.7	3.0	10.1	20.6	17.8	23.9	-8.5	-10.5	-2.8
1981~1990年	6.1	3.1	10.3	20.7	17.6	23.9	-7.7	-10.1	-2.4
1991~2000年	6.6	3.6	10.6	21.3	17.8	24.4	-7.1	-9.3	-1.7
2001~2008年	7.2	4.4	11.2	21.8	18.8	24.8	-6.7	-8.7	-1.4
1961~2000年	6.0	3.1	10.2	20.9	17.8	24.1	-8.1	-10.2	-2.5

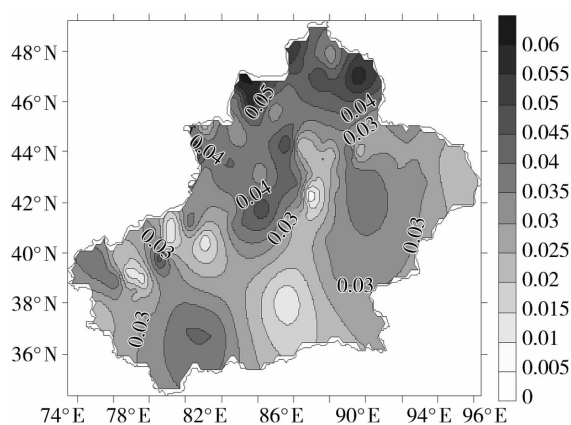


图 3 1961~2008 年新疆年平均气温年际趋势系数

Fig.3 The inter-annual trend coefficients of annual average temperature during 1961–2008 in Xinjiang

2.2 各季节平均气温

2.2.1 年际变化特征

新疆各季平均气温呈现上升趋势,秋、冬季的升温最明显。平均气温北疆和南疆冬季上升速率最快,线性增温速率分别为 $0.59\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、 $0.45\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,其次是秋季,夏季最小;而天山山区冬季与秋季上升速率相当,线性增温约为 $0.45\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,春季最小;各区域各季平均气温普遍显著上升,气候趋势系数通过了信度为 0.05 的检验,仅北疆春季平均气温上升不显著,气候趋势系数未通过信度为 0.05 的检验。新疆秋、冬季的明显升温对年平均气温的上升贡献最大。

2.2.2 年代际变化特征

各区域春季、夏季、秋季平均气温自 20 世纪 80 年代之后呈逐年代上升趋势,尤其是 2001~2008 年增温最明显,与年平均气温的一致,其中春季和秋季明显高于夏季,春季北疆、天山山区、南疆 2001~2008 年比 1990 年代分别上升了 $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.1\text{ }^{\circ}\text{C}$,比前 40 a 分别增高 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$;秋季北疆、天山山区、南疆 2001~2008 年比 1990 年代分别上升了 $1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,比前 40 a 分别增高 $1.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。冬季则相反,北疆和南疆 2001~2008 年比 1990 年代分别下降了 $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,比前 40 a 分别增高 $0.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$;天山山区虽然上升,但上升幅度较小,仅为 $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,远远小于春季和秋季的上升幅度(表 3)。

2.3 年平均最高气温

2.3.1 区域年平均最高气温年际变化特征

图 4 是 1961~2008 年新疆各区域年平均最高气温的线性变化,可以看出,新疆各区域年平均最高气温与年平均气温一样,均呈现上升趋势,且上升趋势显著,气候趋势系数均通过了信度为 0.05 的检验。年平均最高气温,北疆增温趋势最明显,线性增温速率为 $0.24\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$;南疆次之,为 $0.23\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$;天山山区最小,为 $0.19\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。北疆的年平均最高气温在 1989 年之前以负距平为主,处在偏冷时期,之后以正距平为主,增温明显。而天山山区和南疆年平均最高气温则在 1996 年以前以负距平为主,之后以正距平为主,增温明显。通过气温累积距平变化分析,北疆、天山山区和南疆的年平均最高气温在 1997 年发生突变。

表 3 1961 ~ 2008 年新疆四季平均气温年代际变化(单位:℃)

Tab.3 The decadal change of seasonal average temperature during 1961 - 2008 in Xinjiang (Unit:℃)

年代	春季平均气温/℃			夏季平均气温/℃			秋季平均气温/℃			冬季平均气温/℃		
	北疆	天山山区	南疆	北疆	天山山区	南疆	北疆	天山山区	南疆	北疆	天山山区	南疆
1961 ~ 1970 年	8.4	4.7	13.1	21.8	15.2	23.7	5.9	3.0	9.6	-13.8	-11.4	-6.3
1971 ~ 1980 年	7.5	4.3	13.1	22.1	15.3	23.7	6.6	3.9	10.1	-13.2	-11.4	-6.4
1981 ~ 1990 年	8.0	4.3	12.9	22.0	15.5	23.6	6.5	3.4	9.8	-12.0	-10.8	-5.3
1991 ~ 2000 年	8.6	4.6	13.2	22.4	15.7	23.7	6.9	4.2	10.1	-11.4	-10.2	-4.7
2001 ~ 2008 年	9.6	5.9	14.3	22.8	16.5	24.5	8.1	5.1	11.1	-11.7	-9.9	-5.2
1961 ~ 2000 年	8.1	4.5	13.1	22.1	15.4	23.7	6.5	3.6	9.9	-12.6	-11.0	-5.7

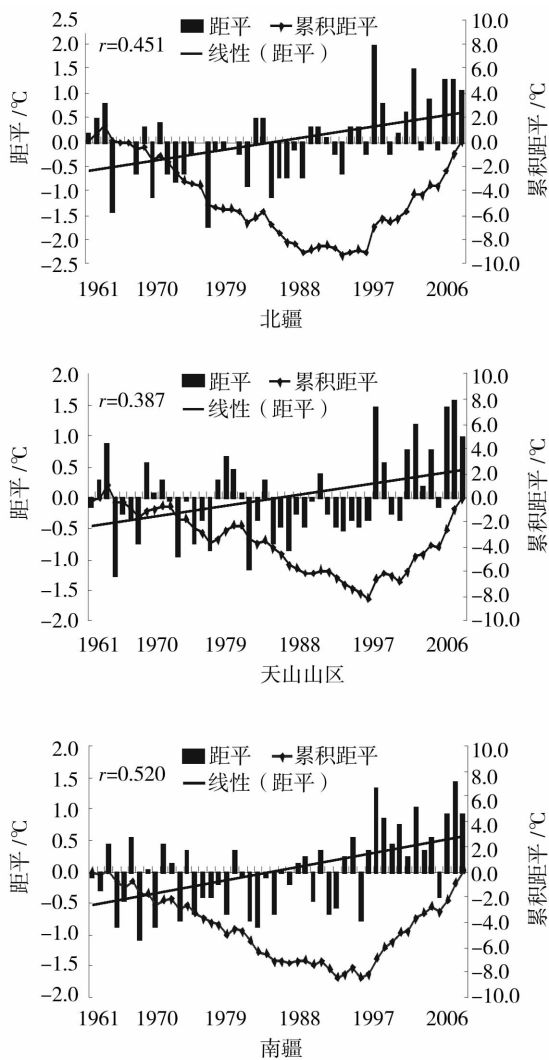


图 4 1961 ~ 2008 年新疆各区域年平均最高气温变化
Fig.4 The annual average maximum temperature change of every region in Xinjiang from 1961 to 2008

由表 2 分析年平均最高气温的年代际变化,可以看出,年平均最高气温自 20 世纪 80 年代之后呈逐年上升趋势。2001 ~ 2008 年,天山山区年平均最高气温增温超过南、北疆。由表 1 得出平均最高气温秋、冬季的升温最明显,秋季上升速率最快,且显著上升。

2.3.2 单站年平均最高气温的年际变化特征

分析新疆 89 个单站的年平均最高气温的年际趋势系数,结果表明,89 站的年平均最高气温都呈上升趋势,其中 68 站升温趋势显著;年平均最高气温的变化与年平均气温一样,也具有明显的地域差异(图 5),总体表现为增温速率北部大南部小、东部西部大中部小、山区大平原小的特点。

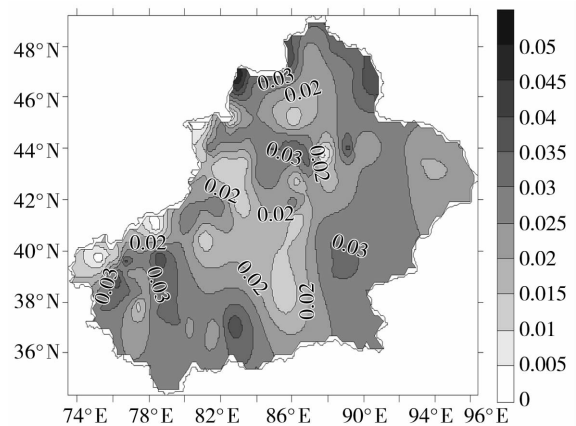


图 5 1961 ~ 2008 年新疆年平均最高气温年际趋势系数
Fig.5 The inter - annual trend coefficients of annual average maximum temperature during 1961 - 2008 in Xinjiang

2.4 年平均最低气温

2.4.1 区域年平均最低气温年际变化特征

图 6 是 1961 ~ 2008 年新疆各区域年平均最低气温的线性变化,年平均最低气温天山山区增温趋势最明显,线性增温速率为 0.61 °C/10 a;南疆次之,为 0.55 °C/10 a;北疆最小,为 0.48 °C/10 a,各区域年平均最低气温在 1989 年之前以负距平为主,处在偏冷时期,之后以正距平为主,增温明显。

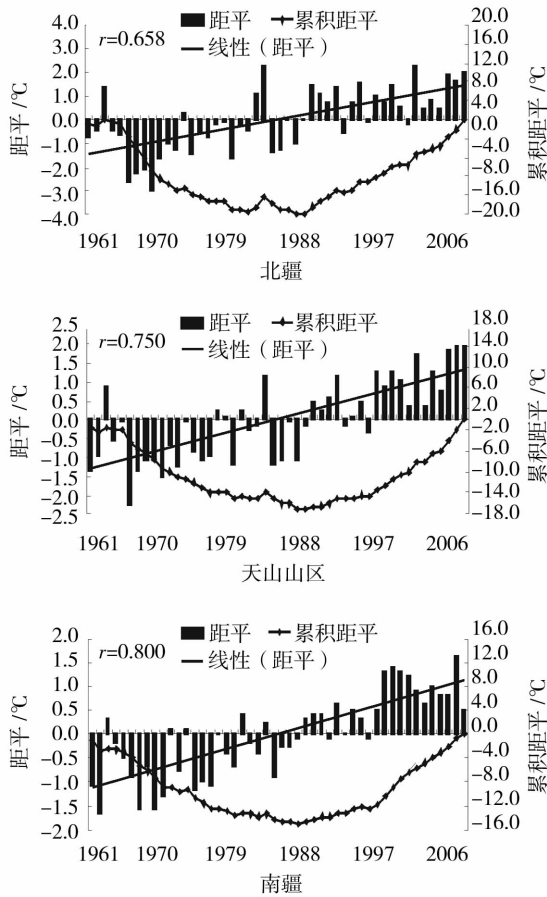


图 6 1961 ~ 2008 年新疆各区域年平均最低气温变化

Fig. 6 The annual average minimum temperature change of every region in Xinjiang during 1961 - 2008

通过气温累积距平变化分析,北疆的天山山区和南疆的年平均最低气温在 1987 年左右发生突变,年平均最低气温的线性增温速率远远高于年平均最高气温,说明年平均最低气温增温对于年平均气温的增温贡献更大。由表 2 分析最低气温的年代际变化,可以看出,年平均最低气温同年平均气温自 20 世纪 60 年代之后呈逐年代上升趋势。2001 ~ 2008 年,天山山区年平均最低气温增温超过南、北疆。平

均最低气温各区域四季均显著上升,其中冬季上升速率最快,其次是秋季,春季最小(表 1)。

2.4.2 单站年平均最低气温的年际变化特征

分析新疆 89 个单站的年平均最低气温的年际趋势系数,结果表明 87 站的年平均最低气温呈上升趋势,占总站数的 98%,其中 79 站升温趋势显著。新疆大多数站年平均最低气温增温速率高于年平均最高气温,占总站数的 89%。年平均最低气温的变化也具有明显的地域差异(图 7),总体表现为增温速率北部大南部小、东部西部大中部小、山区大平原小的特点。

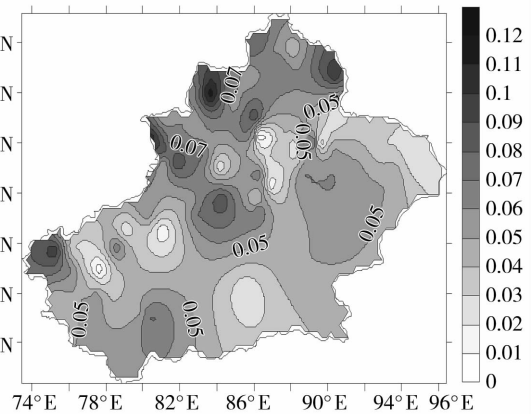


图 7 1961 ~ 2008 年新疆年平均最低气温年际趋势系数

Fig. 7 The inter - annual trend coefficients of annual average minimum temperature from 1961 to 2008 in Xinjiang

3 结 论

(1) 1961 ~ 2008 年,新疆各区域年平均气温呈现一致的显著上升趋势,北疆增温速率最大,天山山区次之,南疆最小;年代际变化表现为自 20 世纪 60 年代至 2001 ~ 2008 年呈逐年代上升趋势,而且年代际变化增温速率加快,尤其是 2001 ~ 2008 年增温最明显。新疆绝大多数站升温趋势显著,且上升速率快,并具有明显的地域差异:北部大南部小、东部西部大中部小、山区大平原小。北疆年平均气温 1989 年前后发生突变,天山山区和南疆晚至 1997 年左右才发生突变,之后进入偏暖期。

(2) 新疆秋季平均最高气温的上升对年平均最高气温的上升贡献最大。各区域春季、夏季、秋季平均气温自 20 世纪 80 年代之后呈逐年代上升趋势,尤其是 2001 ~ 2008 年增温最明显,其中春季和秋季

明显高于夏季;而冬季则相反,北疆和南疆 2001 - 2008 年比 20 世纪 90 年代气温下降。各区域年际变化不同步,北疆的年平均最高气温在 1989 年之前以负距平为主,处在偏冷时期,之后以正距平为主,增温明显。而天山山区和南疆得则在 1996 年以前以负距平为主,之后以正距平为主。空间上的变化具有与年平均气温一致的特点。

(3) 冬季平均最低气温的上升对年平均最低气温的上升贡献最大。年平均最低气温的增温速率远远高于年平均最高气温,年平均最低气温自 20 世纪 60 年代开始呈逐年代上升趋势。其年代际变化不同步,北疆各区域的年平均最低气温在 1987 年左右发生突变年,之后进入偏暖期。地域上表现为北部大南部小、东部西部大中部小、山区大平原小的特征。

参考文献:

- [1] IPCC. summary for Policymakers of climate change 2007: the Physical Science Basis [M]//Contribution of working Group I to fourth Assessment Report Of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge :Cambridge University Press,2007(in Press).
- [2] 唐国利,丁一汇,王绍武,等. 中国近百年温度曲线的对比分析[J]. 气候变化研究进展,2009,5(2):71-77.
- [3] 缪启龙,周自江,殷永元,等. 中国近半个世纪最高气温变化特征[J]. 气象科学,1998,18(2):103-112.
- [4] 王翠花,李雄,缪启龙. 中国近 50 年来日最低气温变化特征研究[J]. 地理科学,2003,23(4):441-447.
- [5] 史岚,王翠花,李雄,等. 中国近 50 年来日最低气温的时间演变特征[J]. 气象科学,2003,23(2):300-307.
- [6] 唐国利,丁一汇. 近 44 年南京温度变化的特征及其可能原因的分析[J]. 大气科学,2006,30(1):56-68.
- [7] 刘莉红,祖光. 我国 1 月和 7 月气温变化的分析[J]. 热带气象学报,2004,20(2):151-160.
- [8] 程炳岩,丁裕国,何卷雄. 全球变暖对区域极端气温出现概率的影响[J]. 热带气象学报,2003,9(4):429-436.
- [9] 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.
- [10] 郭志梅,缪启龙,李雄. 中国北方地区近 50 年来气温变化特征及其突变性[J]. 地理科学,2005,25(4):448-454.
- [11] 刘学华,季致建,吴洪宝,等. 中国近 40 年极端气温和降水的分布特征及年代际差异[J]. 热带气象学报,2006,22(6):618-624.
- [12] 李维京,赵振国,李想,等. 中国北方干旱的气候特征及其成因的初步研究[J]. 干旱气象,2003,21(4):1-4.
- [13] 姚玉璧,肖国举,王润元,等. 近 50 年来西北半干旱区气候变化特征[J]. 干旱区地理,2009,32(2):159-162.
- [14] 王文,张薇,蔡晓军. 近 50 a 北京市气温和降水的变化[J]. 干旱气象,2009,27(4):350-353.
- [15] 高祺,缪启龙,赵彦厂. 石家庄近 53 a 冬季气温变化特征[J]. 干旱气象,2009,27(2):118-122.
- [16] 蒲云锦,赵桢柳,韩光春. 新疆石河子近 40 年的气候变化特征[J]. 干旱气象,2008,26(4):56-60.
- [17] 卞韬,连志鸾. 石家庄地区近 46 a 温度变化特征[J]. 干旱气象,2008,26(2):57-62.
- [18] 李帅,李祥余,何清,等. 阿勒泰地区近 40 年的气候变化研究[J]. 干旱区研究,2006,23(4):637-642.
- [19] 王建,丁永建,刘时银,等. 新疆阿克苏地区近 40a 气候、水文变化特征分析[J]. 干旱区研究,2005,22(3):336-339.
- [20] 薛燕,韩萍,冯国华. 半个世纪以来新疆降水和气温的变化趋势[J]. 干旱区研究,2003,20(2):127-129.
- [21] 辛渝,陈洪武,李元鹏,等. 新疆北部高温日数的时空变化特征及多尺度突变分析[J]. 干旱区研究,2008,25(3):438-445.

Trend and Evolvment Characteristics of Temperature in Recent 48 Years in Xinjiang

ZUO Min¹, CHEN Hongwu^{1,2}, JIANG Yuanan², LI Lihua¹

(1. College of Resource and Environmental Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;
2. Xinjiang Climate Center, Urumqi 830002, China)

Abstract: Eighty - nine meteorological stations data from 1961 to 2008 in Xinjiang is used to analyze the trend and variation characteristics of temperature in Xinjiang. The results show that the annual average temperature has consistently and significantly increasing trend, the linear warming trend is the most significant in autumn and winter. The average temperature in spring, summer and autumn after the 1980s presented an upward trend year after year, especially most obvious since the 21st century, and the temperature in spring and summer was significantly higher than in autumn. But the situation in winter was opposite, the winter temperature from 2001 to 2008 dropped 0.3 °C and 0.5 °C compared with that in the 1990s in the northern and southern Xinjiang, while increased 0.3 °C in Tianshan region. The annual average temperature, annual average maximum temperature and annual minimum temperature presented regional consistent variation with warming rate larger in north, eastern and western region and mountain area, smaller in south, central and plain region. Annual average maximum temperature increased from the 1980s, but annual average temperature ascended from the 1960s, and its warming rate was much higher than that of annual average maximum temperature.

Key words: temperature change; linear trend; trend coefficient; Xinjiang