

库尔勒 1961—2010 年气候变化特征

赵勇军, 吴新国

(库尔勒市气象局, 新疆 库尔勒 841000)

摘要:利用 1961—2010 年库尔勒气象站年平均气温、年平均气压、年降水量、年平均地面风速、年沙尘日数、年沙尘暴日数及年日照时数等资料, 分析了近 50 a 库尔勒市气候变化基本特征。分析表明:(1)近半个世纪来库尔勒市年平均气温上升速率为 0.29 °C/10 a, 高于 0.22 °C/10 a 的全国平均水平, 与全球变暖的大背景相一致;(2)年降水量变化趋势不明显, 但年际变率大;(3)年平均地面风速减小速率为 0.25 m/s/10 a;(4)年沙尘日数、年沙尘暴日数都呈减少趋势, 减少速率分别为 14.3 d/10 a 和 0.77 d/10 a;(5)库尔勒年平均气压前期和后期较低、中期较高, 年日照时数年际变化较大;(6)库尔勒的气温、年沙尘日数用 Mann-kendall 方法检验分别在不同年份发生了的突变。与同期相邻轮台站相比, 年平均气温、年平均地面风速、年沙尘日数和年沙尘暴日数变化趋势存在明显不同, 这可能和两地不同的城市化速度、绿程度有关。

关键词:库尔勒; 气候变化; 突变; 变化趋势

中图分类号:P463.3

文献标识码:B

文章编号:1002-0799(2013)01-0047-06

全球气候变暖已成为气候研究的热点之一^[1-3], 而全球气候与环境是长期以来人与自然关系失调的结果。工业、农业、交通运输的发展和城市化进程, 使得人类对自然的干扰和破坏越来越严重。长期的累积过程导致了許多全球性的环境问题, 其中最直接的就是全球气候变暖。气候是人类赖以生存的自然环境的重要组成部分, 它的任何变化都会对生态系统以及社会经济系统产生深远的影响。

IPCC 第 3 次评估报告指出:全球平均地表温度自 1861 年以来一直在增高, 20 世纪增加了 (0.6±0.2) °C。中国气候近百年来也在变暖, 中国的气候学家对中国气候变化的研究取得了大量有价值的结果。丁一汇、戴晓苏^[4]对中国近百年来温度变化的研究结果进行了综述, 王绍武等^[5]给出了中国近百年温度序列。他们得到的较一致结论是:(1)近百年来中国气候变化趋势与全球总趋势基本一致, 全国气温上升了 0.4~0.5 °C, 略低于全球平均的 0.6 °C;(2)中国 20 世纪初为冷期, 其后逐步回升, 到 1940—1949 年间达到最暖, 之后又迅速变冷, 且持续到 70

年代, 然后再次出现回升。王绍武、陈隆勋、翟盘茂^[6]的研究表明, 近几十年全国年降水量总体上呈减少趋势, 但西部降水量呈明显的增多趋势, 尤以西北地区最为明显, 而西南一些地区有减少趋势。左洪超等^[7]对我国近 50 a 来的降水量的变化进行了研究, 得出新疆地区是降水量增加最快的地区; 丁一汇等^[8]指出我国西北地区的气候变化与全球气候变化基本一致, 目前仍属于暖期。同时, 施雅风等^[9]的研究也表明, 我国西北气候可能从 20 世纪的暖干向暖湿转型。何清等^[12]研究指出, 40 a 来新疆气温呈明显上升趋势, 后 10 a(1991—2000 年)比前 30 a 平均气温升高, 降水变化的总趋势是增湿明显, 后 10 a 与前 30 a 相比降水增加。

库尔勒市位于新疆维吾尔自治区腹地, 天山南麓, 塔里木盆地东北边缘, 孔雀河冲积、洪积平原上。地理坐标为东 85°14'10"~86°34'21"E, 41°10'48"~42°21'36"N。库尔勒市北部为天山余脉霍拉山, 东部为库鲁克山和博斯腾湖, 中部为开阔的绿洲平原。源于博斯腾湖的孔雀河, 流经库尔勒市中央, 注入罗布泊(现注入卡拉水库)。塔里木河流经库尔勒市西南部边缘。库尔勒市平原的南部、西部与塔里木盆地相连, 形成一个广阔的扇形绿洲。由于北面有霍

收稿日期:2012-05-22

作者简介:赵勇军(1975-), 男, 工程师, 从事农业气象管理工作。E-mail:hhzyj@sina.com

拉山,东面有库鲁克山的阻挡,北方的冷空气和焉耆盆地的湿润空气侵入库尔勒市境的势力明显减弱。该区光热资源丰富,气温日较差和年较差大,大风风沙天气多,降水少,蒸发大,空气极端干燥。库尔勒于1979年撤县建市,经过三十多年发展,城市规模不断扩大,城市建设用地规模迅速增长^[13],因此要考虑城市化对地面气象要素变化的影响。本文分析了中部平原区的库尔勒市地面主要气象要素变化规律。

研究库尔勒市气候变化对于研究我国西北干旱半干旱地区的气候变化趋势,深入探究新疆极端干旱区绿洲气候变化规律具有重要的社会经济和生态意义,可为气候变化基础研究及相关部门应对气候变化提供科学参考。

1 资料与方法

资料来源于库尔勒气象站1961—2010年年平均气温、年总降水量、年平均地面风速、年沙尘天气、沙尘暴日数及年日照时数等资料,统计出了库尔勒气象站逐年年平均气温、年平均气压、年总降水量、年平均地面风速、年沙尘天气、年沙尘暴日数及年日照时数,运用气候趋势分析及Mann-Kendall突变检测

测^[14]等方法分析各要素的变化。在Mann-Kendall突变检测图中,如果UF与UB在临界值 ± 1.96 ($\alpha = 0.05$)之间有一个显著的交点,且UF上升超过+1.96或下降 < -1.96 ,则可以认为序列产生了突变,前者表示从低向高突变,后者表示从高向低突变,并且这个交点就是突变的开端,反之,则认为没有突变产生。

2 年平均气温、年平均气压

根据库尔勒逐年年平均气温作出趋势线 $y = 0.0288x - 11.025$ (图1a),50 a的增温率达到 $0.29\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,说明50 a来库尔勒市气温明显呈上升趋势。20世纪60—90年代中期年平均气温负距平明显,为相对偏冷期,90年代中期以后,年平均气温正距平显著增加,为相对偏暖期。20世纪90年代到21世纪初与20世纪60年代相比距平值升高 $1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,年平均气温也升高了 $1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。库尔勒气温变化趋势与我国西北地区、新疆气温的变化趋势相一致,尤以1995年以后的升温最为明显,这可能与库尔勒近十几年经济社会快速发展、城市建筑面积和水泥路面增长有关。为进一步分析,本文选取一临近库尔勒的气象站进行对比。选取的标准是:(1)与库尔勒纬度

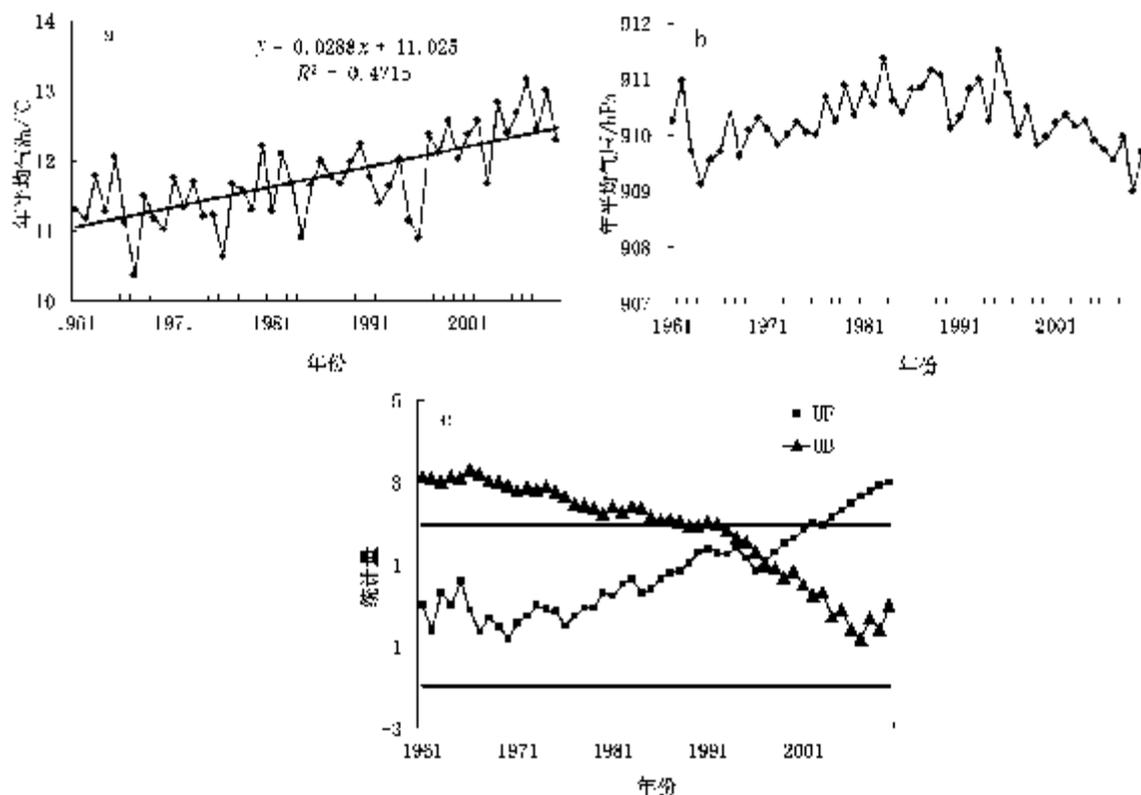


图1 库尔勒市年平均气温(a)、年平均气压(b)变化(直线为趋势线)及年平均气温Mann-Kendall突变检测曲线(c)

相近;(2)在塔克拉玛干沙漠的方位与库尔勒相近;(3)同样少受波斯腾湖、天山山脉影响;(4)城市化程度很小。综合考虑选取了轮台气象站,将同时期的多项资料进行对比。对比轮台气象站同时期气温资料,发现用轮台近 50a 逐年年平均气温所作的趋势线 $y=0.042 6x+10.094$,50 a 的增温率达到 $0.43\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,比库尔勒气象站气温增长还要快。轮台气象站周边城市化程度小,可排除城市化对气温的影响。库尔勒近几十年大力改善人居环境,发展绿地,2011 年库尔勒市人均公共绿地面积达 10.9 m^2 ,可能在一定程度上减缓了气温上升的速度。

根据图 1b 可知,库尔勒逐年年平均气压呈波动变化的趋势,所做的线性趋势拟合效果不佳,相关系数太小,因此在图中未做趋势线。但大致可看出,库尔勒市在 20 世纪 70 年代中期前年平均气压稍低,在 70 年代至 90 年代中期年平均气压持续较高,进入 21 世纪,呈下降趋势。

从库尔勒市年平均气温 Mann-Kendall 统计量曲线(图 1c)可以看出,20 世纪 70 年代中期以前气温呈小幅度震荡,此后气温开始缓慢上升,而从 1984 年开始呈明显的增加趋势,自 1997 年开始上升的趋势更加显著,并且在当年发生了增温突变。可以说,近 50 a 来库尔勒市年平均气温上升趋势明显。这与我国整个西北地区年平均气温上升并在 20 世纪 90 年代存在突变的大背景相一致^[9]。库尔勒年平均气压无突变,因此不列出相应突变检验图。

3 年降水量

库尔勒市近 50 a 来的降水量变化趋势不明显(图 2)。年降水量在各个年代、年际的情况不同。大致可以分为以下几个阶段:

(1)1961—1980 年的降水相对偏少,为相对干旱期。

(2)1981—1990 年,年降水量增加显著。这一时

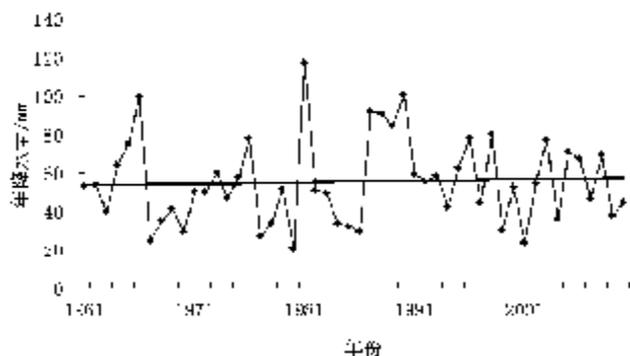


图 2 库尔勒市年降水量变化

期为相对湿润期。主要是 1987—1990 年连续 4 a 降水相对较多。

(3)1991—2010 年,年降水量年际震荡频繁,但总降水量不多,也为相对干旱期。

(4)年降水量在 1966 年、1981 年、1987—1990 年有显著增加。尤其是 1981 年 7、8 月降水总量达到 86.3 mm ,对当年降水总量影响突出。

(5)降水量主要集中在夏季。这与新疆大部分地区的降水都集中在夏季相一致。

经分析,库尔勒年降水量不存在突变。

4 年平均地面风速

4.1 趋势分析

库尔勒市地面风速呈减小趋势,但这种趋势不太明显,拟合趋势线为 $y=-0.025 3x+3.096$,其减小率为 $0.25\text{ (m/s)}/10\text{ a}$ (图 3)。而同期相邻的轮台气象站地面风速数据显示,地面风速变化趋势线为 $y=-0.019 3x+1.793 4$,也呈减少趋势,但减小速率只有 $0.19\text{ (m/s)}/10\text{ a}$,小于库尔勒市的减小速率,这与上文中气温变化的影响因素是一致的。

库尔勒市地面风速减小的趋势,明显可分为以下几个阶段:

(1)1961—1996 年为第一个增减过程。1965 年

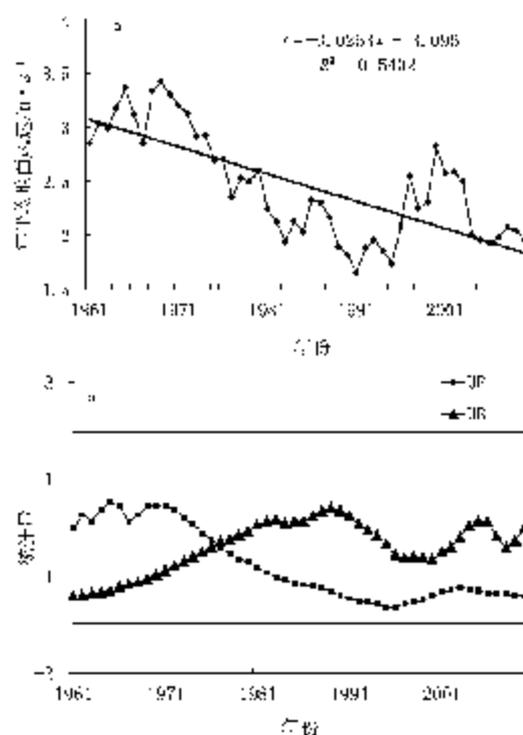


图 3 库尔勒市年平均地面风速变化及 Mann-Kendall 突变检测曲线 (折线为距平曲线,直线为趋势线)

以前年平均地面风速呈增加趋势,1966、1967年连续下降,其后1967年跃升,自1969年又开始呈总体下降趋势。并于1991年降到50 a来的最低值,比平均值低0.9 m/s。

(2)1996—2010年为第二个增减过程。1996—2000年年平均地面风速呈增长趋势,增长幅度较大。2000年之后风速又开始呈明显的减少趋势。

总的看来,这50 a来库尔勒市地面风速呈显著减少趋势,且表现为以上两个略呈阶梯状的“增长—减少”的阶段。

4.2 突变检测

图3为库尔勒市年地面风速 Mann-Kendall 统计量曲线,从图中可以看出,1970年以前年平均地面风速存在小幅波动,但趋势不明显。从1970年开始到2010年,年地面风速呈减小趋势,但没有明显的突变。这与整个西北地区年平均地面风速减小的大背景相一致^[12]。

5 年沙尘日数和年沙尘暴日数

5.1 趋势分析

图4为库尔勒市年总沙尘日数和年总沙尘暴日数变化趋势,拟合趋势线方程分别为 $y = -1.433x + 2890$, $y = -0.0766x + 3.2531$, 两者都呈明显减少趋势,减小速率分别为14.3 d/10 a和0.77 d/10 a。

1984年之前年沙尘天气日数大部分在50 d以上,1984年以后年沙尘日数迅速减少,降低到50 d以下。年沙尘暴日数变化趋势与年沙尘日数变化相似,1978年之前年沙尘暴日数波动性较大,总体较多,自1978年开始迅速减少,进入21世纪基本上没有沙尘暴发生。比较近50 a来沙尘天气和沙尘暴年日数不同年代的差异,可以得出,两者都是在20世纪60年代最多,其中沙尘天气日数在80年代不断减少,90年代以后沙尘日数在50 d/a以下。但沙尘暴日数70年代中后期迅速减少,之后趋近于无。同期相邻的轮台气象站,近50 a年沙尘日数变化不大,没有减小的趋势;而年沙尘暴日数存在波动性,但也没有减小的趋势。两站的这种差异,也是与城市化率、绿化率有关。

5.2 突变检测

图4c和4d为库尔勒市年沙尘天气日数和年沙尘暴日数 Mann-Kendall 统计量曲线。从图中可知,1961—1972年年沙尘日数成波动状态,还略有增加,1972—2006年年沙尘日数呈下减少趋势。2007年之后,年沙尘日数呈微小增加趋势,突变年为1984年。年沙尘暴日数变化与年沙尘日数变化规律相似,1961—1976年年沙尘暴日数呈波动状态,但日数较多,1977年以后沙尘暴日数迅速减小,经 Mann-Kendall 方法检验不存在明显的突变。

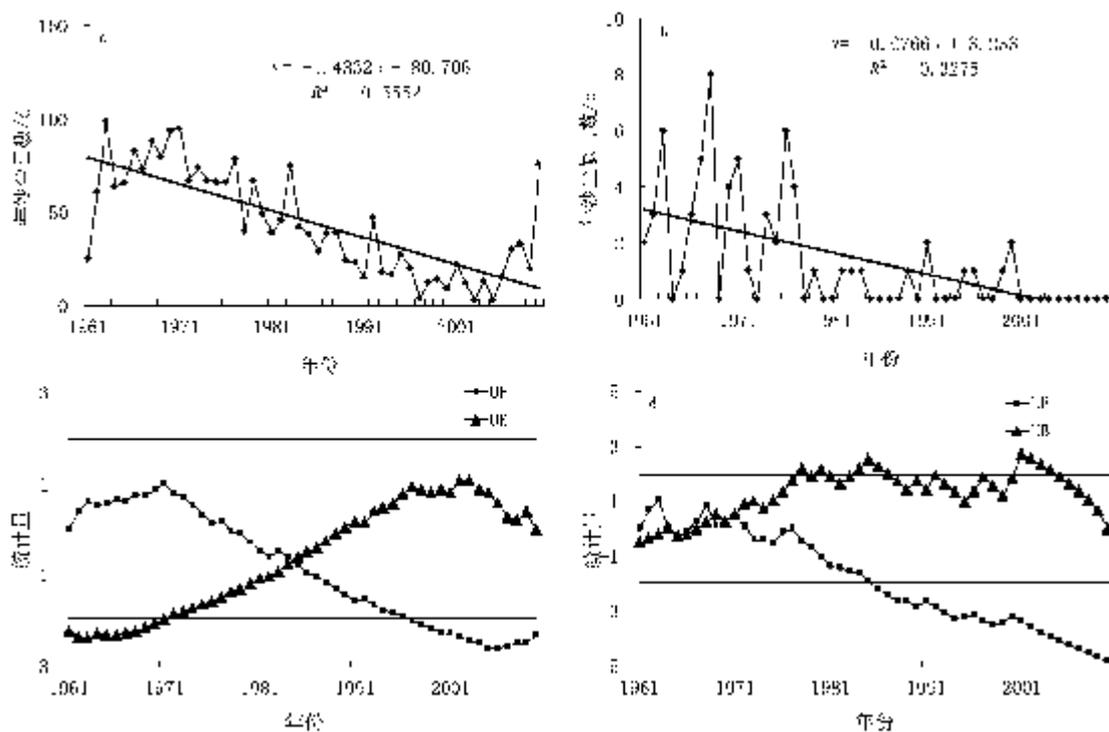


图4 年沙尘日数(a)、沙尘暴日数(b)变化及 Mann-Kendall(c,d)突变检测曲线

6 年日照时数

图5为库尔勒市年日照时数变化趋势,拟合趋势线方程为 $y=-5.587x+3024.6$,呈减少趋势,减小速率为 $55.9\text{ d}/10\text{ a}$ 。1982年之前年日照时数大部分在 3000 h/a 以上,之后直到1988年,基本上在 3000 h 上下小幅波动,波动频率较大,但都在 2600 h 以上。1989年以后,库尔勒年日照时数波动性增大,且在1990年和1998年前后一度降到 2600 h 以下。20世纪90年代中后期到2001年,库尔勒年日照时数基本处于一个低谷。

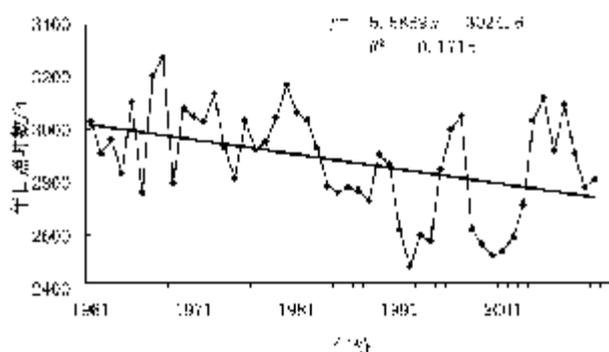


图5 年日照时数变化

7 结论与讨论

由上述分析可以得到下列主要结论:

(1)在全球变暖的大背景下近50 a来库尔勒市气候变化的总趋势是气温升高,年降水量不稳定、地面风速减小、沙尘日数减少、沙尘暴日数减少,日照时数略呈下降趋势。其中气温升高速率为 $0.29\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,地面风速减小速率为 $0.25\text{ (m/s)}/10\text{ a}$,沙尘日数减少速率为 $14.3\text{ d}/10\text{ a}$,沙尘暴日数减少速率为 $0.77\text{ d}/10\text{ a}$ 。这与同期相邻轮台站的数据变化明显不同。这可能与库尔勒快速的城市化、地面建筑增高和绿化面积的增加有关。

(2)50 a来库尔勒市的年平均气温呈现出明显的突变,出现在1997年;年平均地面风速没有突变;年沙尘日数突变发生在1983年;年沙尘暴日数没有突变。可见,库尔勒市年平均气温和年沙尘日数突变均发生在20世纪90年代。这与新疆气候变化趋势相一致,也同当地生态建设的发展有关。

(3)50 a来库尔勒市气候变化趋势与全国气温升高的变化趋势大体一致,尤其与北疆绿洲的石河子地区气候变化趋势相一致^[18-19]。气温、地面风速等气候要素的变化还受天文、地理等因素影响,但人为因素的影响越来越突出^[20]。随着人口迅速增加,工业、运输业快速发展等等,都对各地区的大气条件、

环境要素产生影响,进而影响各地区气候。因此,如何在城市建设、经济发展的同时合理地改善、利用气候资源是摆在我们面前的重要课题,应该引起全社会的重视。

参考文献:

- [1] 邹旭恺,张强.近半个世纪我国干旱变化的初步研究[J].应用气象学报,2008,19(6):679-687.
- [2] 边多,杜军.近40年西藏“一江两河”流域气候变化特征[J].应用气象学报,2006,17(2):169-175.
- [3] 缪启龙,许遐祯,潘文卓.南京56年来冬季气温变化特征[J].应用气象学报,2008,19(5):620-626.
- [4] 丁一汇,戴晓苏.中国近百年来的温度变化[J].气象,1994,20(12):19-26.
- [5] 王绍武,叶瑾琳,龚道溢.近百年中国气温序列的建立[J].应用气象学报,1998,9(4):392-401.
- [6] 王绍武,龚道溢.全新世几个特征时期的中国气温[J].自然科学进展,2000,10(4):325-332.
- [7] 陈隆勋,邵永宁,张清芬,等.近四十年来中国气候变化的初步分析[J].应用气象学报,1991,2(2):164-173.
- [8] 翟盘茂.中国降水极值变化趋势检测[J].气象学报,1999,57(2):208-216.
- [9] 左洪超,吕世华,胡隐樵.中国近50年气温及降水量的变化趋势分析[J].高原气象,2004,23(2):238-244.
- [10] 丁一汇,王守荣.中国西北地区气候与生态环境概论[J].北京:气象出版社,2001:77-154.
- [11] 施雅风,沈水平,胡汝骥.西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初步探讨[J].冰川冻土,2002,24(2):219-226.
- [12] 何清,杨青,李红军.新疆40a来气温、降水和沙尘天气变化[J].冰川冻土,2003,25(4):423-427.
- [13] 孜比布拉·司马义,张永福,殷志刚,等.库尔勒市城市化与土地利用变化关联性分析[J].新疆农业科学,2010,47(5):1025-1029.
- [14] 魏风英.现代气候诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,1999:69-72.
- [15] 王鹏祥,杨金虎,张强,等.近半个世纪来中国西北地区气候变化基本特征[J].地球科学进展,2007,22(6):649-656.
- [16] 施雅风,沈水平,胡汝骥.西北气候由暖干向暖湿转型的信号影响和前景初步探讨[J].冰川冻土,2002,24(2):219-226.
- [17] 施雅风,沈永平,李栋梁,等.中国西北气候由暖干向暖湿转型的特征和趋势探讨[J].第四纪研究,2003,23(2):154-164.
- [18] 范丽红,何清,崔彦军,等.近40a石河子地区气候暖湿化特征分析[J].干旱气象,2006,24(1):14-17.
- [19] 徐影,丁一汇,赵宗慈.近30年人类活动对东亚地区气候变化影响的检测与评估[J].应用气象学报,2002,13

(5):513-525.

象学报,1996,54(4):501-506.

[20] 谢庄,曹鸿兴.北京最高和最低气温的非对称变化[J].气

Characteristics of Climate Change in Korla During 1961-2010

ZHAO Yongjun, WU Xinguo

(Kuerle Meteorological Bureau, Korla 841000, China)

Abstract The characteristics of climate change in Korla were analyzed by using the observational data from Korla meteorological station, such as the annual average temperature, the annual average atmospheric pressure, the annual precipitation, the annual average surface wind speed, and the annual dust and sandstorm days and the annual sunshine hours from 1961 to 2010. The results showed as follows. (1) Every meteorological element showed the warm trend and the rate of the annual average temperature was generally $0.29\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$, which is higher than the national average level and consistent with the background of global warming. (2) The annual precipitation trend was not obvious, but the inter-annual variability was large. (3) The average surface wind speed decreased with the rate of $0.25\text{ m/s}/10\text{ a}$, mainly due to the increase of agriculture and forestry green. (4) The annual dust and sandstorm days tended to decrease with the rate of $14.3\text{ d}/10\text{ a}$ and $0.7\text{ d}/10\text{ a}$ respectively, which was related to the increase in precipitation, ecological improvement and the warm and humid trend of climate. (5) There were some mutation in different degrees in temperature and annual dust day number in different years tested by Mann-kendall and showed that the climate in Korla was becoming warm. That was different from Luntai weather station in recent 50 years and the rate of the annual average temperature was slower than Luntai, and there were much different rate of increase or decrease of other factors. It maybe related to the rate of urbanization and greening rate.

Key words Korla; climate change; abrupt change; change trend