

余 华,张慧琴,包荣刚. 新疆吐鲁番市 1952~2012 年气温变化特征及城市化影响[J]. 干旱气象, 2014, 32(2): 215-219. [YU Hua, ZHANG Huiqin, BAO Ronggang. Variation Characteristics of Temperature During 1952-2012 and the Urbanization Impact in Turpan of Xinjiang[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(2): 215-219], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-02-0215

新疆吐鲁番市 1952~2012 年气温 变化特征及城市化影响

余 华^{1,2}, 张慧琴², 包荣刚²

(1. 兰州大学大气科学学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 新疆吐鲁番气象局, 新疆 吐鲁番 838000)

摘 要:利用吐鲁番气象站 1952~2012 年逐月平均气温和平均最高、最低气温, 逐日最高、最低气温以及高温、低温日数资料, 采用线性回归、9 a 滑动平均方法, 研究吐鲁番市近 61 a 气温变化趋势, 对比了吐鲁番东坎农试站 1981~2012 年逐月平均最高、最低气温资料, 分析近 32 a 城市化进程对吐鲁番市气温的影响。结果表明:吐鲁番市除夏季平均气温、冬季极端最高气温呈下降趋势外, 其余均呈不同程度上升趋势, 其中尤以冬季极端最低气温和平均最低气温增加最为显著, 且气温增加趋势夏季均低于冬季; 高温日以 1.3 d/10 a 速率增加, 而低温日以 4.8 d/10 a 速率减少; 城市化进程对温度的影响具有季节变化和日变化特点。冬季温度差大于其他季节, 最低温度温差明显大于最高温度温差。

关键词:气温; 趋势分析; 城市化

文章编号:1006-7639(2014)-02-0215-05 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-02-0215

中图分类号:P467

文献标识码:A

引 言

全球气候变暖是当今气候研究的焦点, 而全球变暖主要体现在最低气温的显著增暖, 且以 3 倍于最高气温的速率上升^[1]。中国气候变暖与全球气候变化同步。关于气候增暖的原因主要包括 2 方面^[2-10]: 一方面研究指出气候的显著增暖与中高纬地区大气环流异常密不可分, 另一方面研究认为城市化对温度的上升特别是最低温度的上升起到了不容忽视的作用。城市化进程对气候增暖的影响, 乔盛西等^[11]曾就县城城市化对温度的影响进行过研究, 认为这种影响是极为显著的, 尤以对年平均最低气温的影响最为显著; 赵宗慈^[12]分析了美国和中国的城市化影响, 认为城市化作用使年平均气温以及年极端最低气温明显增暖。

吐鲁番盆地位于新疆东部, 地形闭塞, 干旱炎热, 降水稀少, 属典型的大陆荒漠性气候, 素有“火炉”之称。近几十年来, 随着城市现代化建设步伐的日益加快, 吐鲁番与中国许多城市一样发生着巨大的变化, 在全球气候变暖的趋势下, 详细分析吐鲁

番市气温变化规律及城市化效应对其气温的影响, 对了解吐鲁番气候变化趋势, 合理开发利用气候资源、规划城市建设布局, 调节城市化建设步伐有十分重要的现实指导意义。

1 资 料

选用吐鲁番气象站 1952~2012 年逐月平均最高、最低和平均气温, 逐日最高、最低气温和高温日数(日最高气温 $\geq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$)、低温日数(日最低气温 $\leq -15\text{ }^{\circ}\text{C}$)以及吐鲁番东坎农试站 1981~2012 年逐月平均最高、最低气温资料。吐鲁番市属于大陆荒漠性气候, 1 月气温最低, 7 月气温最高。由于本文主要讨论年平均、最低以及最高气温的变化情况, 因此以 1 月和 7 月分别代表冬季和夏季。

2 气温变化趋势

2.1 年平均气温变化特征

图 1 为吐鲁番市 1952~2012 年年平均气温的标准化距平、9 a 二项式平滑曲线以及线性拟合直

收稿日期: 2013-10-08; 改回日期: 2014-02-27

基金项目: 新疆气象局青年基金项目(201332)资助

作者简介: 余华(1979-), 女, 回族, 工程师, 主要从事天气预报工作. E-mail: xjtlfyu@126.com

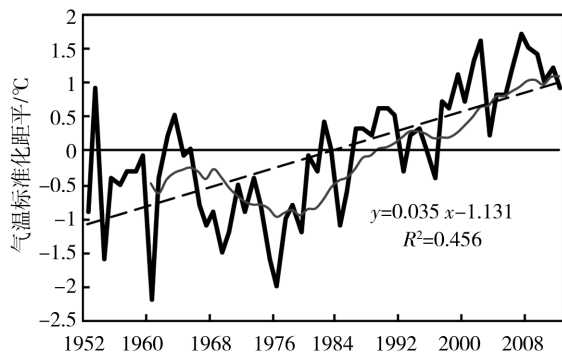


图1 吐鲁番市 1952 ~ 2012 年
平均气温标准化距平

(平滑线为 9 a 二项式曲线、虚线为线性趋势)
Fig.1 The anomalies of standardized annual mean
temperature during 1952 - 2012 in Turpan
(the smoothed line is 9 years binomial curve,
the dotted line is a linear trend)

线。可以看出,近 61 a 来吐鲁番市的平均气温呈显著上升趋势,气候倾向率为 0.35 °C/10 a (显著性水平 0.001),这一变化趋势与全国以及新疆的气温变化趋势同步。此外,9 a 二项式平滑曲线清楚地显示,近 61 a 来吐鲁番市年平均气温经历了 2 次显著的波动,即 1970 年代初期至 1980 年代中期的偏冷期,以及 1980 年代末期以后的显著升温期,目前该增长趋势已达到了 61 a 以来的最高值,特别是 1994

~2011 年为气温增长最迅速时段,以 0.73 °C/10 a 的速率增长,1986 ~ 2012 年的平均气温较 1952 ~ 1985 年增加了 1.36 °C。由此可知,近 61 a 来吐鲁番市的平均气温不仅增温显著,而且还具有明显的年际变化特征。

2.2 平均最高、最低气温变化特征

利用 1952 ~ 2012 年吐鲁番市 1 月、7 月以及年平均最高、最低气温时间序列,建立线性回归方程,计算气候趋势系数和气候倾向率(表 1)。由表 1 可知,冬、夏季最高、最低气温均呈上升趋势,但上升幅度有所不同,其中冬季最低气温上升幅度最为明显,以 0.975 °C/10 a 的速率显著上升(显著性水平 0.001)。由于冬季最低气温上升趋势明显高于最高气温,从而导致冬季气温日较差减小,这正是年平均气温明显上升的重要因素之一。夏季最高、最低气温的升温趋势相对冬季较弱,气候倾向率分别为 0.091 °C/10 a 和 0.076 °C/10 a,但均不显著。由此可见,全球气候变暖的背景下,吐鲁番市的最高、最低气温不同季节变化幅度有明显差异,特别是冬季最低气温的升温趋势在吐鲁番市气温增暖过程中表现最为突出,这一点与徐贵青等^[13]研究指出的新疆气候变暖具有明显的季节性差异,冬季的增温最为显著,而以平均最低气温偏高幅度最为明显的结论相一致。同时,也与全球气候变化规律相一致,同样是最高气温增幅的 3 倍左右。

表 1 吐鲁番市气温的趋势系数和气候倾向率(单位:°C/10 a)

Tab.1 Trend coefficients and climate inclination rate (Unit:°C/10 a) of temperature in Turpan

气温	平均气温		最高气温		最低气温		极端最高气温		极端最低气温	
	R	a	R	a	R	a	R	a	R	a
1 月	0.397	0.665	0.095	0.154	0.540	0.975	0.040	-0.071	0.609	1.220
7 月	0.104	-0.059	0.055	0.091	0.082	0.076	0.022	0.007	0.376	0.366
年平均	0.675	0.351	0.475	0.203	0.820	0.647	0.093	0.077	0.650	1.380

2.3 极端最高、最低气温变化特征

由表 1 可以看出,吐鲁番市冬季和夏季极端最高气温的变化趋势相反,但变化趋势均不显著;极端最低气温在冬季和夏季均呈增温趋势,其中冬季极端最低气温增幅达 1.220 °C/10 a(显著性水平 0.001),而夏季极端最低气温增幅为 0.366 °C/10 a(显著性水平 0.01),相对冬季小了近 3 倍。由于冬季极端最高气温呈降温趋势,而极端最低气温呈显著上升趋势,夏季极端高温呈不显著增加趋势,而极端最低气温升幅明显,这说明吐鲁番市夏季极端高温事件略有增幅,冬季极寒事件显著减少。

另外,统计吐鲁番市近 61 a 日最高气温 ≥ 40 °C 的高温日、日最低气温 ≤ -15 °C 的低温日的逐年变化情况(图 2)发现,20 世纪 60 年代中期至 90 年代中期,吐鲁番市高温日数呈偏少阶段,仅有 1968、1974、1978、1982 年偏多外,其余年份明显偏少;1990 年代中后期至 2012 年期间,仅 2003 年偏少外,其余年份显著偏多,高温日以 1.3 d/10 a 的速率增多。低温日数的变化趋势正相反,以 4.8 d/10 a 的速率减少。低温日数在 20 世纪 60 年代至 70 年代初、70 年代中后期出现过 2 次峰值,自 1980 年代以后低温日数显著减少。可见,吐鲁番市低温灾害

趋于减弱,而夏季高温将呈增加态势,尤其是 1990 年代之后更为显著。

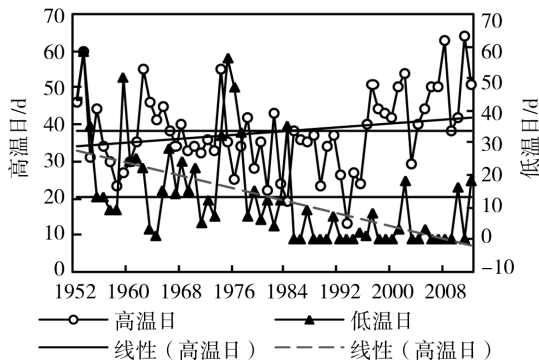


图2 吐鲁番市 1952~2012 年高温日、低温日的逐年变化

Fig. 2 Annual changes of high temperature days and low temperature days in Turpan during 1952-2012

综上所述,吐鲁番市的气温变化与中国乃至全球的气候变化趋势相一致。造成吐鲁番市气候增暖的原因既与大的环流背景变化有关,也与近些年来吐鲁番市加快城市化建设步伐密不可分,下面将重点讨论城市化进程对吐鲁番市气温的影响。

3 城市化对气温的影响

能否诊断出城市化对气温的影响,关键在于要选出自建站以来未受到城市化影响的台站作为参考站。为此,选用东坎农业气象试验站作为参考站,该站位于吐鲁番地区恰特卡勒乡,其观测资料能够较好地代表不受城市化影响的农村气候情况。通过对比分析东坎和吐鲁番平均气温、最高和最低气温的长期演变趋势(图略)发现,二者的气温变化趋势非常一致,且存在显著正相关。因此,可利用东坎站气温观测资料来对比分析吐鲁番城市化效应对气温的影响。考虑到 2 站海拔高度的差异,根据气温垂直递减率,将 2 站气温进行海平面订正,然后利用二者差值进行城市化对气温的影响分析。

3.1 城市化对年平均气温的影响

图 3 是 1981~2012 年吐鲁番市与东坎站年平均气温差值演变图。整体上看,城乡年平均气温差值逐年加大,说明城市化影响是一个逐步增大的过程。城乡年平均气温差值存在 2 个主要阶段,即 20 世纪 80 年代至 90 年代末,为明显波动期;1990 年代末以后,特别是 1995 年后随着人口的增加、工业的发展、城市规模的扩大,城市化对气温的影响有了明显的增强,差值以 $0.06\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{a}$ 的速率迅速增大。

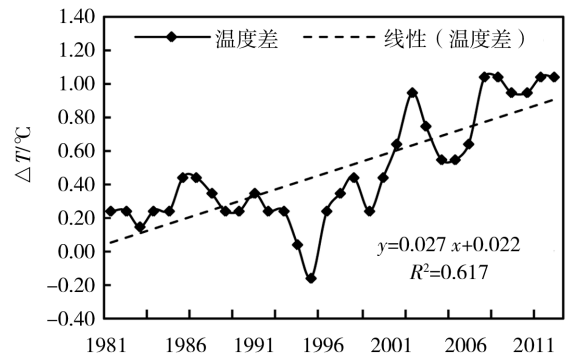


图3 吐鲁番市与东坎 1981~2012 年 年平均温度差值变化

Fig. 3 The change of annual average temperature difference in Turpan city and Dongkan station during 1981-2012

表 2 为吐鲁番市与东坎站每 5 a 年平均气温差值。可以看出,1981~1995 年城乡温差存在小幅度波动,1995 年之后呈稳定态势,城市气温明显高于乡村气温,且平均每 5 a 以 $0.25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右的速率增加。1981~2010 年 30 a 间,城乡年平均气温差值增加了 $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。由此可见,城市化对气温的影响不可忽视。

表 2 每 5 a 的城乡年平均气温及差值(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Tab. 2 Average temperature every five years and their difference between urban and rural areas during 1981-2010 (Unit: $^{\circ}\text{C}$)

年份	吐鲁番市	东坎站	差值
1981~1985	14.50	14.28	0.22
1986~1990	15.22	14.88	0.34
1991~1995	14.96	14.82	0.14
1996~2000	15.36	15.02	0.34
2001~2005	15.76	15.08	0.68
2006~2010	16.18	15.26	0.92

3.2 城市化对平均最高、最低温度的影响

表 3 为 1981~2012 年吐鲁番市与东坎各月平均气温、最高和最低气温以及气温日较差的差值。可以得出以下几个特点:(1)冬半年的温差明显大于夏半年;(2)最低气温的温差远远超过最高气温的温差,因此城市化对吐鲁番市气温的影响,在冬季最低气温上表现得最为突出;(3)冬季城市温差明显小于乡村。城市化对气温的影响,夜晚比白天显著是一个普遍的规律,这主要是因为城市上空污染的大气吸收长波辐射使得夜间冷却幅度减弱。最高气温城市低于农村,主要是由于城市上空污染层的

存在,减弱了太阳的直接辐射,从而抑制了最高气温的升高,形成了比较微弱的“冷岛效应”^[14]。

表 3 吐鲁番市与东坎多年月平均气温、最高气温、最低气温和气温日较差的差异(单位:℃)

Tab.3 The monthly changes of temperature difference for average, maximum and minimum temperature and diurnal temperature range between Turpan and the Dongkan during 1981 - 2012 (Unit: ℃)

温差	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
ΔT_{ave}	1.57	1.18	0.85	0.29	0.02	-0.09	0.01	-0.09	-0.19	-0.22	0.79	1.63
ΔT_{max}	0.11	0.02	-0.04	-0.06	-0.20	-0.15	-0.04	-0.03	-0.13	-0.18	-0.01	0.19
ΔT_{min}	2.59	2.15	1.48	0.58	0.19	-0.01	-0.02	-0.12	-0.03	-0.37	1.63	1.76
ΔDTR	-1.30	-1.00	-0.38	0.38	0.66	0.94	1.07	1.17	1.01	0.58	-0.51	-1.20

图 4 给出了吐鲁番市与东坎的平均最高、最低气温和气温年较差差值的年际变化。可以看出,平均最高气温差增大速率为 $0.09\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,而平均最低气温差增大速率为 $0.41\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,增大速率为平均最高气温的 4 倍多。特别是 1996 年以来,伴随着吐鲁番市下垫面性质、周围环境的改造对气温观测有着十分明显的影响,2012 年较 1996 年年平均最低气温温差上升了 $1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。气温年较差以 $0.52\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 的速度在减小,这与平均最高、最低气温变化趋势相吻合。

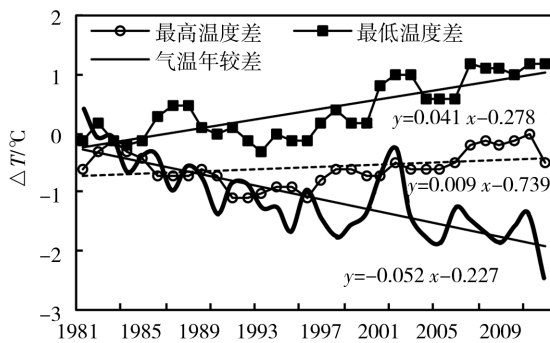


图 4 吐鲁番市与东坎站 1981 ~ 2012 年年平均最高、最低气温和气温年较差的差值变化
Fig. 4 The difference of annual average, maximum and minimum temperature and annual temperature range between Turpan and Dongkan station during 1981 - 2012

4 小 结

(1) 近 61 a 来,吐鲁番市除夏季平均气温、冬季极端最高气温呈不显著的下降趋势外,其余均呈不同程度的升高趋势,其中尤以冬季极端最低气温和平均最低气温增加最为显著。另外,气温增加趋势夏季均低于冬季。

(2) 高温日数 20 世纪 60 年代中期至 90 年代

中期为明显偏少时期,此后为明显偏多时期;低温日数,从 20 世纪 80 年代初期以来显著减少,减少速率达 $4.8\text{ d}/10\text{ a}$ 。

(3) 城市化进程对气温的影响具有明显的季节性变化和日变化。冬季气温差明显大于其他季节,最低气温温差明显大于最高气温温差,且以 4 倍于最高气温温差速率增大。冬季城市温差明显高于乡村。受城市化影响,1995 以来城乡温差以 $0.25\text{ }^{\circ}\text{C}/5\text{ a}$ 的速率增加,1981 ~ 2012 年间城乡温差增加了 $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。因此,城市化效应对吐鲁番市的气温,特别是冬季最低气温的上升影响不容忽视。

参考文献:

- [1] Karl T R, Jones P D, Knight R W, et al. Asymmetric trend of daily maximum and minimum temperature[J]. Bulletin of American Meteorological Society, 1993, 74(6): 1007 - 1023.
- [2] 梁建茵,吴尚森. 冬季广东气温变化与 500hPa 环流的关系及预测研究[J]. 广东气象, 1998, 4(增 2): 46 - 48.
- [3] 付志嘉,董保举,张成稳. 我国气候变暖特征及其与对流层顶的关系[J]. 干旱气象, 2011, 29(2): 182 - 188.
- [4] 齐冬梅,李跃清,李英,等. 夏季青藏高原东部大气热源变化及其对相邻区域气候的影响[J]. 干旱气象, 2010, 28(2): 113 - 120.
- [5] 陈少勇,王劲松,邢晓宾,等. 青藏高原 OLR 异常与中国西北干旱区气温的关系[J]. 干旱气象, 2011, 29(3): 276 - 282.
- [6] 万瑜,曹兴,崔玉玲,等. 中天山北坡山区近 30 a 气候变化特征[J]. 干旱气象, 2012, 30(4): 575 - 582.
- [7] 张慧琴,杨艳玲,余华. 新疆吐鲁番 60 a 气温变化基本特征[J]. 干旱气象, 2012, 30(4): 600 - 603.
- [8] 王建鹏,孙继松,王式功,等. 盆地地形下西安城市热岛效应对周边降水的影响[J]. 干旱气象, 2011, 29(2): 168 - 173.
- [9] 马凤莲,刘园园,周士茹,等. 从对比观测资料看城镇化对气象要素的影响[J]. 干旱气象, 2011, 29(2): 205 - 210.
- [10] 范绍佳,董娟,郭璐璐,等. 城市发展对广州温度场影响的分析[J]. 热带气象学报, 2005, 21(6): 623 - 627.
- [11] 乔盛西,覃军. 县城城市化对气温影响的诊断分析[J]. 气象,

1990,16(11):17-20.

旱区地理,2004,27(1):14-18.

[12] 赵宗慈. 近 39 年中国的气候变化与城市化影响[J]. 气象, 1991,17(4):14-17.

[14] 潘林林,陈家宜. 绿洲夜间“冷岛效应”的模拟研究[J]. 大气科学,1997,21(1):39-48.

[13] 徐贵青,魏文寿. 新疆气候变化及其对生态环境的影响[J]. 干

Variation Characteristics of Temperature During 1952 – 2012 and the Urbanization Impact in Turpan of Xinjiang

YU Hua^{1,2}, ZHANG Huiqin², BAO Ronggang²

(1. College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;

2. Turpan Meteorological Bureau of Xinjiang, Turpan 838000, China)

Abstract: Based on monthly average temperature, average maximum and minimum temperature, daily maximum and minimum temperature, high temperature days and low temperature days data during 1951 – 2012 from Turpan meteorological station of Xinjiang, the variation trend of temperature was studied by using linear regression and 9 – year moving average method in Turpan in recent 61 years, and compared with monthly average maximum and minimum temperature in Dongkan agriculture test station of Turpan from 1981 to 2012, the effect of urbanization of Turpan on temperature was analyzed. The results showed that the rest of temperature increased at different levels in Turpan during 1952 – 2012 except that average summer temperature and winter extreme maximum temperature decreased insignificantly, and especially the increase of extreme minimum temperature and mean minimum temperature in winter was most significant. In additional, the increasing trends of temperature in summer were lower than that of in winter. The days of high temperature increased at a rate of 1.3 d/10 a, while that of low temperature reduced at a rate of 4.8 d/10 a. The effects of urbanization on temperature showed obvious seasonal and diurnal variation. The temperature difference in winter was greater than that in other seasons, and that of minimum temperature was obviously greater than that of maximum temperature.

Key words: temperature; trend analysis; urbanization

=====

(上接第 200 页)

Variation Characteristics of Cloud Cover over Southwestern China

LI Huijing, LIU Jianxi, LIU Dongsheng, WANG Weijia, LIN Dan

(Weather Modification Office of Sichuan Province, Chengdu 610072, China)

Abstract: Based on the monthly mean cloud cover data at 73 observation stations in Southwest China from 1956 to 2005, the spatial and temporal distributions of cloud cover were analyzed by using empirical orthogonal function (EOF) analysis and Mann – Kendall test. The results showed that the first eigenvectors of annual total cloud cover by EOF in Southwest China were negative consistently, and the temporal coefficient of the first eigenvector of annual total cloud cover decreased after the 1990s. This means that the change trends of annual total cloud cover were consistent, and the interannual variation was obvious. Moreover, the second eigenvectors of annual total cloud cover were different, and the eigenvector values in the east of Southwestern China were negative and positive in the west of Southwestern China. It means that the spatial distribution of annual total cloud cover was connected with terrain and climate to some extent. From the view of seasonal variation, the spatial distribution of total cloud cover in summer, autumn and winter was also consistent, but that in spring was different, and the change trend of total cloud cover in northern Sichuan Basin in spring was opposite to the rest of Southwest China. Furthermore, the total cloud cover in four seasons appeared obvious interannual variation. The spatial and temporal distribution of low cloud cover in four seasons and year was similar, and the change trend of low cloud cover in the east of the western Sichuan highland and Chongqing was opposite to Sichuan Basin due to the influence of terrain and regional climate. As with the total cloud cover, the low cloud cover had obvious annual variation. In addition, the low cloud cover over southwest China decreased continuously in past 50 years, but the total cloud cover had a decreasing mutation in 1990.

Key words: Southwestern China; total cloud cover; low cloud cover; empirical orthogonal function; Mann – Kendall test