

Analysis of the Urbanization on Heat-Island Effect in Turpan City

Liangluan Song¹, Yunling Miao², Shuihua Song¹, Zhigang Zhao³, Hongkui Zhou³, Ze Fan³

¹Shanshan Meteorological Bureau, Shanshan Xinjiang

²Hami Meteorological Bureau, Hami Xinjiang

³Turpan Area Meteorological Bureau, Turpan Xinjiang

Email: songliangluan@163.com

Received: Mar. 28th, 2016; accepted: Apr. 11th, 2016; published: Apr. 14th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Based on temperature data from Urban (51573 station) and suburban areas (51572 station) in Turpan City from 1974 to 2013, the change characteristics of annual mean temperature, annual mean maximum temperature and annual mean minimum temperature were analyzed by using the methods of linear regression and accumulative anomaly on heat-island effect the suburb in Turpan city nearly 40 a. The main results showed: The intensity of heat-island has had gradually increasing in Turpan nearly 40 a, the impact of the heat-island effect on the average minimum temperature is fastest. The annual average temperature is in second place, and average maximum temperature is the slowest. These three key factors of the city compared with the suburbs increased respectively in 1.7°C, 1.074°C and 0.18°C, and they had mutation in 1998, 2000 and 2006 respectively from cold island-effect to heat-island effect.

Keywords

Turpan City, Urbanization, Heat-Island Effect, Change Characteristics, Mutation

吐鲁番市城市热岛效应分析

宋良婵¹, 苗运玲², 宋水华¹, 赵志刚³, 周鸿奎³, 范泽³

¹鄯善县气象局, 新疆 鄯善

²哈密地区气象局, 新疆 哈密

³吐鲁番地区气象局, 新疆 吐鲁番

Email: songliangluan@163.com

收稿日期: 2016年3月28日; 录用日期: 2016年4月11日; 发布日期: 2016年4月14日

摘要

利用吐鲁番市城区站(51573站)和郊区站(51572站)的1974~2013年气温资料,使用线性趋势分析、累积距平等方法对近40 a吐鲁番市城郊年平均气温、年平均最高气温和年平均最低气温进行分析,从而了解吐鲁番市热岛效应的变化情况。结果表明:近40 a吐鲁番市热岛强度有逐渐增强的趋势,热岛效应对年平均最低气温的影响最大,年平均气温次之,年平均最高气温最小。城区年平均最低气温、年平均气温、年平均最高气温分别较郊区增多1.7℃、1.074℃、0.18℃,并分别于1998年、2000年、2006年发生了由冷岛效应向热岛效应的突变。

关键词

吐鲁番市, 城市化, 热岛效应, 变化特征, 突变

1. 引言

城市热岛效应是城市气候最显著的特征之一[1],近年来许多学者研究表明,无论是纬度的高低还是城市规模的大小,绝大多数城市均有市区气温比郊区高的“城市热岛效应”现象的出现[2]。在全球变暖背景下,随着城市的不断发展,城市热岛效应对城市气温的影响也越来越大[3]。城市热岛强度与区域气候、城市化程度、地形等诸多因素有关[4],因此各地城市热岛效应具有明显的区域性特征[5]-[13]。大部分学者所关注热岛效应对城市增温的影响的对象多为直辖市、省级类人口相对密集的大、中城市,而有关西北内陆城市热岛效应的研究不多,特别是吐鲁番市热岛效应的研究更是未曾见有报道。吐鲁番市地处西北内陆新疆吐鲁番盆地中部,是我国第一洼地,也是世界的第二洼地,属典型大陆性暖温带荒漠气候区,夏季漫长而炎热,冬季寒冷,古为丝绸古道重镇,现为中外旅游名城,素有“火洲”之称。吐鲁番市热岛效应的研究,对处于特殊地形条件下的“火洲”温度变化趋势、增温幅度等分析提供参考,对研究吐鲁番气候变化具有重要的意义。

2. 资料和方法

2.1. 站点选取

以地处吐鲁番市中心区的吐鲁番市观测站(51,573 站)代表城市,地处吐鲁番市区东南约 12 公里的原种场(农区)的吐鲁番农业气象试验站(51,572 站)代表郊区。自 1974 年以来两站均未曾搬迁过(站点地理坐标见表 1),资料连续性较好。为了确保温度资料的可比性,对城郊年平均温度、年平均最高温度、年平均最低温度的相关系数进行了计算,相关系数均在 0.82~0.99 之间,并通过了 $t = 0.01$ 的显著性水平检验,说明两站温度资料可直接进行对比。

2.2. 资料处理

一般将城市与郊区的气温差 $\Delta T = T_{\text{城市}} - T_{\text{郊区}}$ 定义为热岛强度, $\Delta T < 0$ 时为冷岛效应, $\Delta T > 0$ 为热岛效应。将以年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温计算的热岛强度分别用 ΔT_a 、 ΔT_m 、 ΔT_n 表示。

使用线性趋势、累积距平和 t -检验[14]研究分析 1974~2013 年吐鲁番市热岛强度的变化趋势和突变特征。

3. 热岛效应分析

3.1. 年平均气温

由图 1 可见, 城市站与郊区站年平均气温曲线在 1974~1999 年始终是城市站低于郊区站, 2000 年之后两条曲线的位置发生了转折, 城市站开始高于郊区站, 并呈现逐渐增大的趋势。近 40 a, 城市站与郊区站年平均气温的倾向率分别为 $0.662^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.394^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 40 a 间城市年平均气温增温 2.65°C , 郊区增温 1.576°C , 城市站较郊区站增温多 1.074°C , 这就反映了吐鲁番市城市较郊区增温快的事实。

1974~2000 年, $\Delta T_a < 0$, 2001 年后, $\Delta T_a > 0$ 热岛效应逐渐增强。由 1974~2013 年热岛强度累积距平曲线可以看出, 1999 年出现了累积距平的最小值(图 2), 对 1974~1999 年和 2000~2013 年热岛强度进行 t 检验, 结果表明(表 2), $|t_0| = 9.72 > t\alpha = 0.005$, 通过了 $\alpha = 0.005$ 的信度水平检验, 这说明, 吐鲁番市城市年平均气温在 2000 年发生了由冷岛效应向热岛效应的突变。突变后(2000~2013 年)较突变前(1974~1999 年)热岛效应对城市年平均气温增温贡献多 0.67°C 。

3.2. 年平均最高气温

由图 2 可见, 1974~2013 年, 城市站和郊区站年平均最高气温曲线始终是城市站低于郊区站, 2007 年之后两站差距逐渐缩小。近 40 a, 城郊年平均最高气温的倾向率分别为 $0.503^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.457^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 40 a 间城市站年平均最高气温增温 2.01°C , 郊区站增温 1.83°C , 城市站较郊区站增温多 0.18°C 。

1974~2013 年, ΔT_m 始终小于 0, 但这种差异随着时间的推移逐渐缩小。由 1974~2013 年热岛强度累积距平曲线可以看出, 1985 年出现累积距平的最大值, 2005 年出现累积距平的最小值, 对 1974~2005 年和 2006~2013 年热岛强度进行 t 检验, 结果表明(表 2), $|t_0| = 3.79 > t\alpha = 0.005$, 通过了 $\alpha = 0.005$ 的信度水平检验, 这说明, 吐鲁番市城市年平均最高气温在 2006 年发生了由冷岛效应向热岛效应的突变。突变后(2006~2013 年)较突变前(1974~2005 年)热岛效应对城市年平均最高气温的增温贡献多 0.43°C 。

3.3. 年平均最低气温

由图 3 可见, 城市站与郊区站年平均最低气温曲线在 1974~1985 年始终是城市站低于郊区站, 1986 年之后两条曲线的位置发生了变化, 城市站开始高于郊区站, 并呈现逐渐增大的趋势。近 40 a, 城郊年

Table 1. The geographic coordinates in the city and the suburbs of Turpan

表 1. 吐鲁番市城市站和郊区站地理坐标

	经度/ $^{\circ}$	纬度/ $^{\circ}$	海拔高度/m
城区站 (51573)	89.20	42.93	34.5
郊区站 (51572)	89.25	42.83	-48.7

Table 2. T-test results of the average temperature, aily maximum (minimum) temperature

表 2. 年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温突变点信度检验

项目 Item	检测点	n_1	n_2	$ t_0 $
年平均气温	2000	26	14	9.72
年平均最高气温	2006	32	8	3.79
年平均最低气温	1998	24	16	7.6

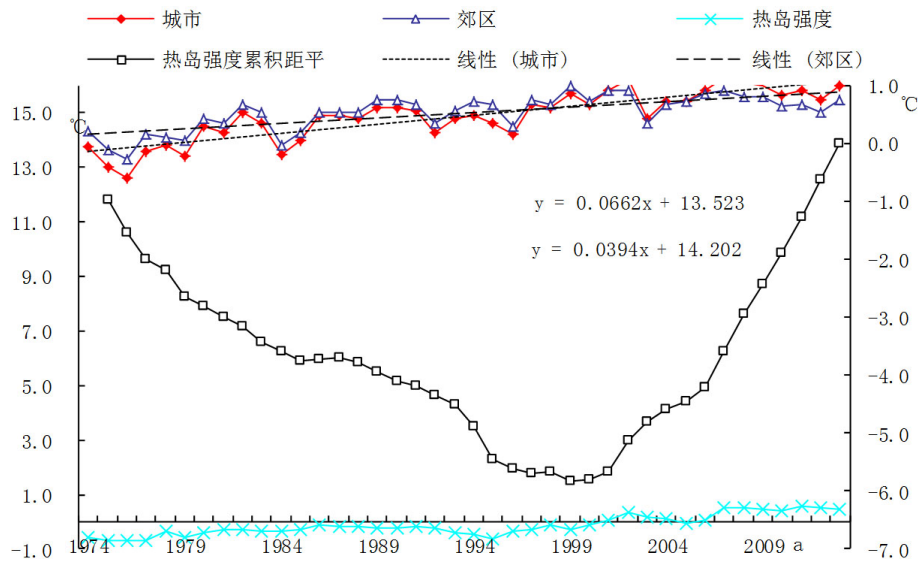


Figure 1. The change of the average temperature in the city and the suburbs of Turpan from 1974 to 2013

图 1. 1974~2013 年吐鲁番市城郊年平均气温变化

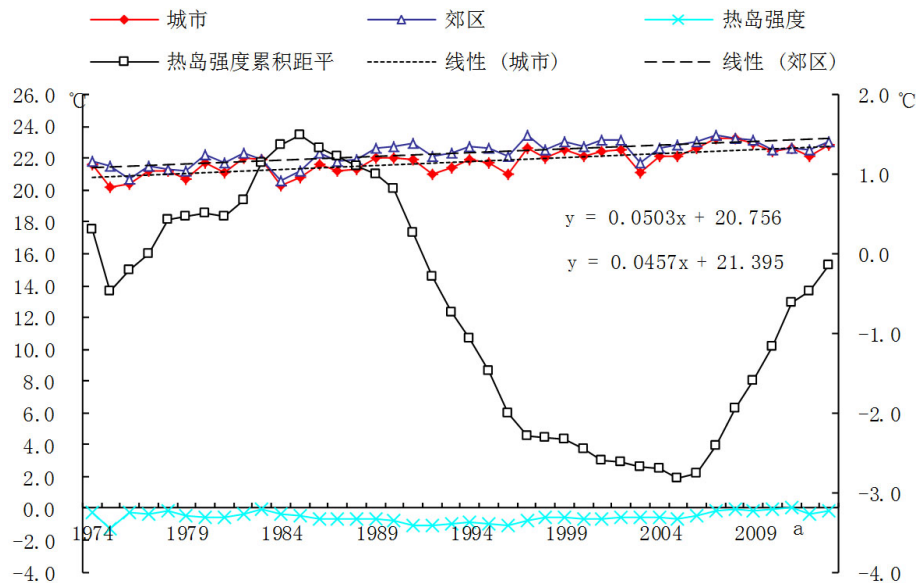


Figure 2. The change of daily maximum temperature in the city and the suburbs of Turpan from 1974 to 2013

图 2. 1974~2013 年吐鲁番市城郊年平均最高气温变化

平均气温的倾向率分别为 $0.932^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、 $0.497^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ，40 a 间城市年平均最低气温增温 3.7°C ，郊区增温 2.0°C ，城市较郊区增温多 1.7°C 。

1974~1985 年， $\Delta T_n < 0$ ，1986 年后， $\Delta T_n > 0$ ，1991~1996 年存在相对稳定期，1997 年后热岛效应持续增强。由 1974~2013 年热岛强度累积距平曲线可以看出，1997 年出现了累积距平的最小值(图 2)，对 1974~1997 年和 1998~2013 年热岛强度进行 t 检验，结果表明(表 2)， $|t_0| = 7.6 > t_{\alpha} = 0.005$ ，通过了 $\alpha = 0.005$ 的信度水平检验，这说明，吐鲁番市城市年平均最低气温在 1998 年发生了由冷岛效应向热岛效应的突变。突变后(1998~2013 年)较突变前(1974~1997 年)热岛效应对城市年平均最低气温增温贡献多 0.97°C 。

综上所述，吐鲁番热岛效应对城市温度的影响以年平均最低气温最大，年平均气温次之，年平均最高气温最小。同时热岛效应对城市增温贡献突变时间的早晚与热岛效应对城市增温贡献多少的顺序相一致。

4. 城市热岛效应与城市发展的关系

城市热岛效应与城市环境有密切的关系。城市人口增长、用地面积增加、生产总值的提高等均是城市发展的重要指标。hansen 和 lebedeff [15]在剔除城市化影响后,发现全球的平均气温大约只上升了0.1℃, baling 和 idso [16]在剔除 1920~1984 年城市化影响后,发现美国东部 64 a 间仅增温 0.02℃。Fukuoka [17]指出城市人口规模不同,城市热岛强度与人口的关系不同。季崇萍[18]通过相关分析得出,北京市热岛强度与总人口呈现对数线性关系。孟丹[19]指出天津市温度与地区生产总值、城镇人口百分比之间的存在显著相关性水平。

1978 年吐鲁番市区人口为 1.72 万,工业生产总值为 0.106 亿,2013 年城区人口达到 6.91 万,工业生产总值达到 20.9 亿元,分别是 20 世纪 70 年代的 6 倍、197 倍,城市规模发展迅速。利用相关性检验得出,热岛强度与吐鲁番市生产总值、城镇人口的相关系数分别为 0.79、0.86,均通过了 0.01 显著性水平的检验(图 4)。这表明,随着吐鲁番市人口的增多、工业生产总值的发展,其城市热岛效应也逐渐增强,吐鲁番市城市化进程带来明显的城市热岛效应。

5. 小结

城市热岛效应伴随着城市的发展而变化,通过对吐鲁番市城市热岛效应的分析,可以看出吐鲁番城市规模的发展变化。

1) 近 40 a 吐鲁番市城郊年平均气温的倾向率分别为 0.662℃/10a、0.394℃/10a,城市年平均气温增温 2.65℃,郊区增温 1.576℃。由年平均气温计算的热岛强度在 2000 年发生了突变。突变后较突变前热岛效应对城市年平均气温增温贡献多 0.67℃。

2) 近 40 a 吐鲁番市城郊年平均最高气温的倾向率分别为 0.503℃/10a、0.457℃/10a,城市年平均最

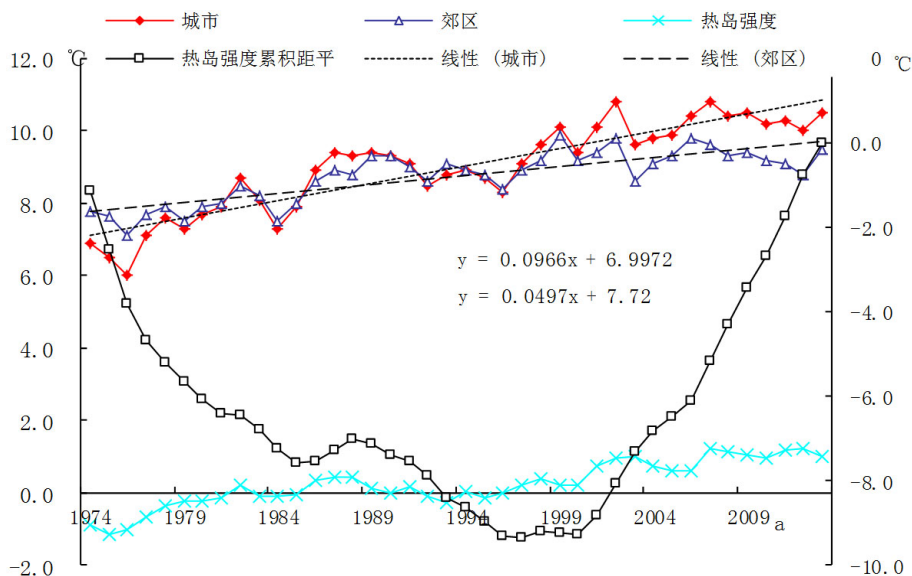


Figure 3. The change of daily minimum temperature in the city and the suburbs of Turpan from 1974 to 2013

图 3. 1974~2013 年吐鲁番市城郊年平均最低气温变化

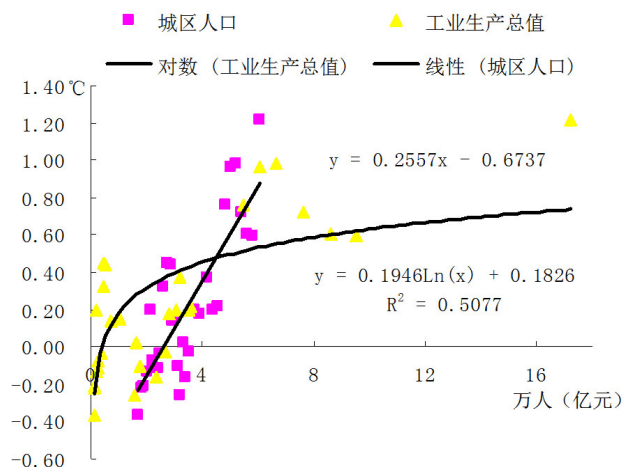


Figure 4. Relationship between the urban heat island intensity and the population, the logarithmic Industrial production

图 4. 吐鲁番市热岛强度与总人口、工业生产总值对数的线性关系

高气温增温 2.01°C ，郊区增温 1.83°C 。由年平均最高气温计算的热岛强度在 2006 年发生突变。突变后较突变前热岛效应对城市年平均最高气温的增温贡献多 0.43°C 。

3) 近 40 a 吐鲁番市城郊年平均最低气温的倾向率分别为 $0.932^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.497^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ，城市年平均最低气温增温 3.7°C ，郊区增温 2.0°C 。由年平均最低气温计算的热岛强度在 1998 年发生突变。突变后较突变前热岛效应对城市年平均最低气温增温贡献多 0.97°C 。

4) 吐鲁番市热岛强度与吐鲁番市人口、吐鲁番工业生产总值的对数的具有线性关系，随着吐鲁番市城市的发展，其城市热岛效应也逐渐增强。

参考文献 (References)

- [1] 丘新法, 顾丽华, 曾燕, 等. 南京城市热岛效应研究[J]. 气候与环境研究, 2008, 13(6): 807-814.
- [2] 田国珍. 临汾市城市热岛特征分析[J]. 科技情报开发与经济, 2008, 18(27): 129-131.
- [3] 初子莹, 任国玉. 北京地区城市热岛强度变化对区域温度序列的影响[J]. 气象学报, 2005, 63(4): 534-540.
- [4] 马玉霞, 王式功, 魏海茹. 兰州市近 50 年城市热岛强度变化特征[J]. 气象科技, 2009, 37(6): 660-663.
- [5] 宋艳玲, 张尚印. 北京市近 40 年城市热岛效应研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(4): 126-129.
- [6] 周淑贞, 张超. 上海城市热岛效应[J]. 地理学报, 1982, 37(4): 372-381.
- [7] 陈正洪, 王海军, 任国玉, 等. 湖北省城市热岛强度变化对区域气温序列的影响[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 772-779.
- [8] 陈二平, 武永利, 张怀德, 等. 太原市城市热岛效应的分析研究[J]. 山西气象, 1999(1): 22-24.
- [9] 郭丽香, 章新平, 吴华武, 等. 城市化对湖南长沙气温的影响[J]. 干旱气象, 2012, 30(3): 380-386.
- [10] 韩素琴, 郭军, 黄岁樑, 等. 天津城市热岛效应演变特征研究[J]. 生态环境, 2007, 16(2): 280-284.
- [11] 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.
- [12] 陈榛妹. 兰州的城市热岛效应[J]. 高原气象, 1991, 10(1): 83-87.
- [13] 李景林, 郑玉萍, 李悦, 等. 乌昌地区城市化对温度的影响及热岛效应分析研究[C]. 新疆气象学会成立 50 周年论文集, 新疆: 新疆气象学会, 2012: 110-121.
- [14] 普宗朝, 张山清, 杨琳, 等. 1961-2008 年新疆克拉玛依市气候变化分析[J]. 新疆农业大学学报, 2009, 32(4): 55-60.
- [15] Hansen, J.R. and Lebedeff, S. (1987) Global Trends of Measured Surface Temperature. *Journal of Geophysical Re-*

search, **92**, 13345-13372. <http://dx.doi.org/10.1029/JD092iD11p13345>

- [16] Balling, R.C. and Idso, S.B. (1989) Historical Temperature Trends in the United States and the Effects of Urban Population Growth. *Journal of Geophysical Research*, **94**, 3359-3363. <http://dx.doi.org/10.1029/JD094iD03p03359>
- [17] Fukuoka, Y. (1983) Physical Climatological Discussion on Causal Factors of Urban Temperature. *Memories of the Faculty of Integrated Arts and Science*. Hiroshima University, Japan, 157-178.
- [18] 季崇萍, 刘伟东, 轩春怡. 北京城市化进程对城市热岛的影响研究[J]. 地区物理学报, 2006, 49(1): 69-77.
- [19] 孟丹, 王连喜, 李琪, 等. 天津市气候变化及其与城市化发展的关系[J]. 南京信息工程大学学报: 自然科学版, 2013, 5(5): 455-461.