

承德市干湿岛效应及其城市化影响分析

马凤莲 丁力 王宏

(承德市气象局,河北承德 067000)

摘要:提出采用城区站与郊区站相对湿度的差值作为干湿岛强度指标,利用趋势分析等统计分析方法,分析了1964—2007年承德市空气湿度变化及城市化影响。结果表明:近44 a承德市空气湿度呈明显增加趋势,尤以近10 a最为明显,且由1988年以前的干岛特征逐渐转成了近10 a的湿岛特征,以夏、秋季的湿岛效应最为明显;湿度场的明显变化主要来源于城市化影响。

关键词:承德;干岛效应;湿岛效应;城市化影响

中图分类号:P463.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-503X(2009)03-0014-05

1 引言

在城市化过程中,城市和郊区的气候要素出现了很大的差异,城市气候与郊区气候的不同,已经越来越受到研究者的重视。国内外很多学者对城市与郊区气候的差异进行了研究,其中对城市热岛效应关注的较多^[1-5]。周淑贞^[6]在上海城市气候研究中,提出“干岛”、“湿岛”和“雨岛”的概念,将现代城市气候特征主要归结为城市“五岛”(混浊岛、热岛、干岛、湿岛和雨岛)效应。目前,对许多大中城市的气候观测研究结果表明:由于受城市特殊的下垫面以及人为因素的影响,城区的绝对湿度和相对湿度的日振幅比郊区大,白天城区的绝对湿度和相对湿度比郊区低,形成“干岛”;夜间城区的绝对湿度和相对湿度比郊区高,形成“湿岛”^[7]。而承德作为闻名中外的旅游城市,改革开放之后,城市化进程也随之加快,农村人口逐渐向城市转移,城市人口迅速增加,城区下垫面性质发生了显著变化。承德市的城市化对其区域气候观测记录产生的影响有多大?是否也存在明显的干、湿岛效应,在此之前的研究较少,因此要通过相应的研究,才能得到一个较为客观的评价。

2 资料与方法

采用承德市气象局提供的承德市气象站和承德县气象站的1964—2007年逐月平均相对湿度资料,以及近44 a承德市站年平均风速资料,将相对湿度序列分为1964—1987年(城市化发展缓慢时期)和1988—2007年(城市化发展加快时期)两个时段,将承德市站作为城区站,将距承德市站30 km的承德

县站作为郊区站,利用趋势倾向分析等统计分析方法,对比分析1964—2007年承德市年、季、月相对湿度的变化趋势及其城市化影响。

本文提出干湿岛强度判别标准为:承德市站相对湿度与承德县站相对湿度的差值为干湿岛强度指标,干湿岛强度以每10 a两站相对湿度差值的变化为单位。差值小于零为干岛,差值大于零为湿岛,线性趋势采用最小二乘法进行估计。

3 结果分析

3.1 干湿岛强度的年际变化

图1为承德市1964—2007年干湿岛强度的年际

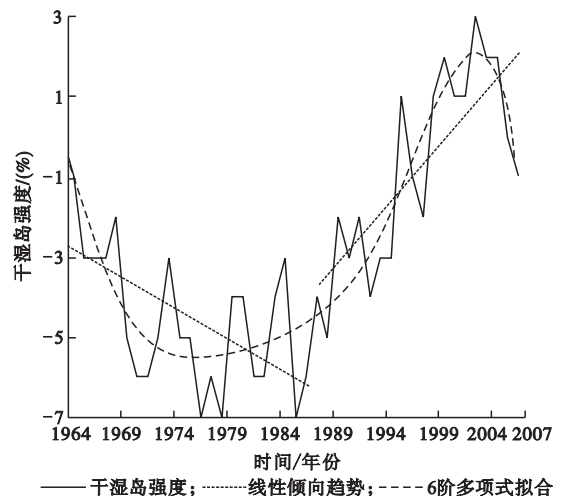


图1 1964—2007年承德市年干湿岛强度的年际变化曲线变化趋势。从图1中可明显看出,1988年以前,干湿岛强度呈线性减小的趋势,减小速率为 $-1.6\%/10\text{ a}$ 。1964—1987年平均干湿岛强度为 -4.5% ,也就是说城区相对湿度小于郊区相对湿度。而1988

收稿日期:2008-12-10;修订日期:2009-02-23。

基金项目:河北省应用基础研究计划重点基础研究项目(08966711D)。

作者简介:马凤莲,女,1971年生,工程师,主要从事气候变化方面的研究,E-mail:mflian@126.com。

年以后(1988—2007年),干湿岛强度呈明显增加的趋势,即城区相对湿度逐渐变大,年干湿岛强度平均每10a增加3.2%,1988—2007年平均干湿岛强度为-0.8%,近10a平均干湿岛强度为0.9%。对于年平均状态来说,近44a承德市由1988年以前的干岛特征逐渐转成了近10a的湿岛特征。

图2为1964—2007年承德市、承德县两站逐年

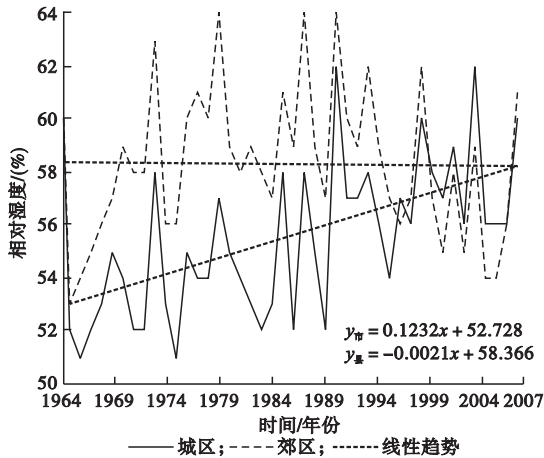
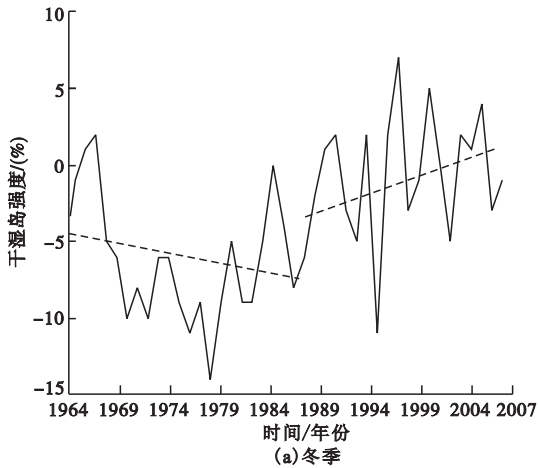


图2 1964—2007年承德市城郊年相对湿度变化曲线

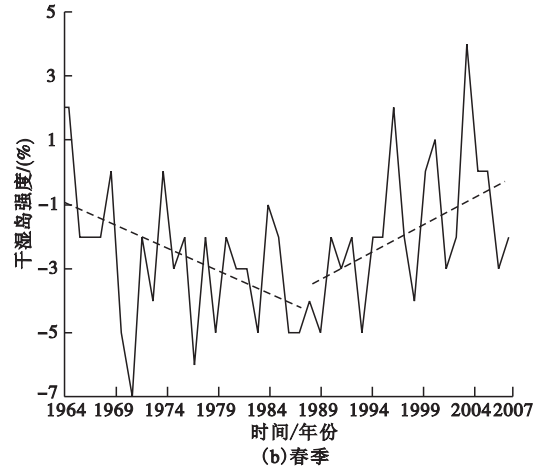
平均相对湿度变化。从图2可知,近44a城区年相对湿度呈上升趋势,平均每10a上升1.2%;而郊区的年相对湿度呈微弱下降趋势。若将下垫面性质变化相对较小的郊区的相对湿度变化代表大气湿度的自然变化,那么城区的相对湿度升高中必然含有城市化影响因素,城、郊相对趋势的差值即为城市化影响,平均每10a为1.2%。进一步分析城市化加速发展时期(1988—2007年)的城、郊相对湿度的变化发现,近20a郊区相对湿度呈明显下降趋势,下降速率为-2.1%/10a,而同时期城区相对湿度为上升趋势,上升速率为1.1%/10a,从而得出自1988年以来由于城市化作用使城区相对湿度平均每10a增加3.2%。

3.2 干湿岛强度的季节变化

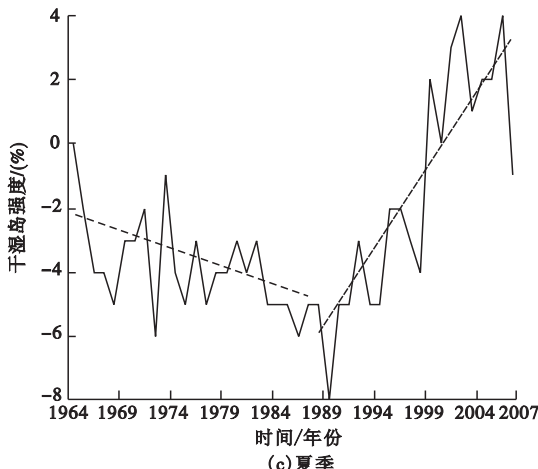
从干湿岛强度的季节变化来看(图3),1988年前后各季均存在截然不同的变化趋势。1964—1987年各季干湿岛强度均呈明显的下降趋势,即城区相对湿度小于郊区相对湿度,而1988—2007年(城市化发展加速时期),各季干湿岛强度均呈明显的上升



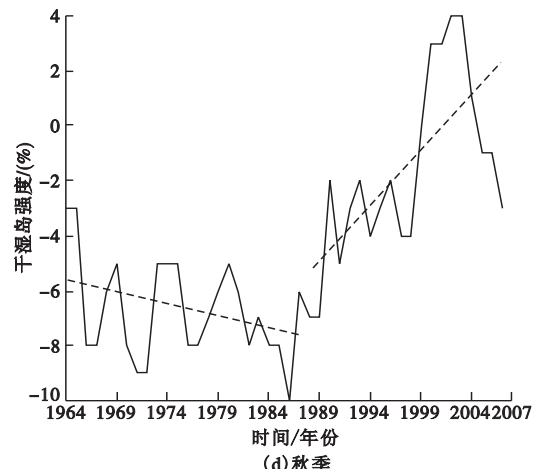
(a) 冬季



(b) 春季



(c) 夏季



(d) 秋季

---- 线性趋势

图3 1964—2007年承德市干湿岛强度的季节变化曲线

趋势,由负值向正值转变,且变化幅度较大,尤以夏季、秋季上升趋势最为明显(表1)。

表1 承德市干湿岛强度的线性趋势(%/10 a)及各年份段平均值(%)

年份段	冬季		春季		夏季		秋季		年	
	趋势	平均	趋势	平均	趋势	平均	趋势	平均	趋势	平均
1964—1987	-1.4**	-6.4	-1.5*	-2.7	-1.1*	-3.8	-0.9*	-6.7	-1.6*	-4.5
1988—2007	0.9	-0.4	1.8*	-1.7	5.1*	-1.5	3.7*	-1.7	3.2*	-0.8
近10 a	-1.7	0.2	0.4	-0.9	0.4	1.3	6.4	0.6	0.4	0.9

注:*表示线性趋势通过信度为0.01的显著性检验;**表示线性趋势通过信度为0.05的显著性检验。

从图3c可知,1988年以前夏季干湿岛强度呈明显的减小趋势,1988年以后呈显著的上升趋势,线性趋势分别为-1.1%/10 a和5.1%/10 a,均通过了信度为0.01的显著性检验。1964—1987年夏季平均干湿岛强度为-3.8%,1988—2007年夏季平均干湿岛强度上升为-1.5%,近10 a平均干湿岛强度为1.3%。可见,近20 a夏季城区相对湿度是明显增加的,且近10 a城区已呈现明显的湿岛特征。

从秋季干湿岛强度变化特征(图3d)可知,同样是1988年前干湿岛强度呈明显的下降趋势,1988年后呈明显的上升趋势,线性趋势分别为-0.9%/10 a和3.7%/10 a,线性趋势均通过了信度为0.01的显著性检验。1964—1987年平均干湿岛强度为-6.7%,而1988—2007年平均干湿岛强度为-1.7%,近10 a平均干湿岛强度为0.6%。可见,近20 a来城区秋季相对湿度也呈明显的增加趋势,近10 a秋季也表现出了明显的湿岛特征。

3.3 干湿岛强度的月变化

进而对1964—2007年承德市逐月干湿岛强度进行趋势分析发现,城市化进程缓慢时期(1964—1987年)与城市化加速发展时期(1988—2007年)比

较,干湿岛强度有着明显不同的变化趋势。图4为

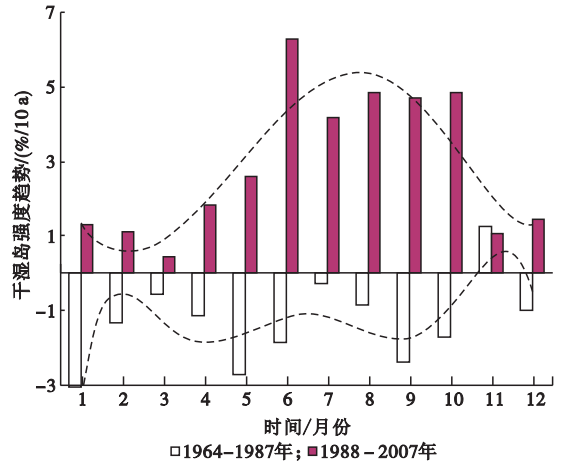


图4 1964—1987年和1988—2007年承德市逐月干湿岛强度的线性趋势变化

逐月干湿岛强度在1964—1987年和1988—2007年2个时间段的线性趋势。从图4可知,1964—1987年除11月外,其他11个月份的干湿岛强度趋势均为负值,平均每10 a减小速率为-0.3%~-3.1%(表2)。也就是说,1964—1987年期间,城区相对湿度要小于郊区相对湿度,而1988年以后情况完全

表2 1964—1987年和1988—2007年承德市逐月干湿岛强度的线性趋势比较

	% / 10 a											
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
干 1964—1987年	-3.05*	-1.32**	-0.54	-1.16**	-2.71*	-1.87*	-0.27	-0.83	-2.37*	-1.69*	1.25**	-1.00
岛 1988—2007年	1.29**	1.12	0.46	1.84*	2.58*	6.28*	4.17*	4.86*	4.68*	4.83*	1.08	1.46**
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
湿 1964—1987年	-3.1*	-1.3**	-0.5	-1.2**	-2.7*	-1.9*	-0.3	-0.8	-2.4*	-1.7*	1.3**	-1.0
岛 1988—2007年	1.3**	1.1	0.5	1.8*	2.6*	6.3*	4.2*	4.9*	4.7*	4.8*	1.1	1.5**

注:*表示线性趋势通过信度为0.01的显著性检验;**表示线性趋势通过信度为0.05的显著性检验。

不同,所有月份干湿岛强度的线性趋势均为正值,而且变化幅度较大,以5—10月线性趋势增大最明显,平均每10 a为2.6%—6.3%,而且线性倾向通过了信度为0.01的显著性检验。也就是说,近20 a来,承德市内各月的相对湿度都是呈逐年上升的趋势,尤其近10 a各月平均干湿岛强度均为正值,城区表现出明显的湿岛特征。

3.4 干湿岛效应成因分析

上述分析表明,1988年以前承德市呈现出明显

的干岛效应,这个结果与大多城市的湿度场特征是一致的。从下垫面性质变化来看,由于城市建筑物密度较郊区大,人工道路纵横交错,地面不透水面积占80%以上,雨水落后很快从排水管道流失(短时强降水除外),地面常呈干燥状态,因此就局地可蒸散的水分而言,一般为城区远小于郊区,常会形成城市干岛效应。而1988年以后,城市化快速发展时期(1988—2007年),承德市年、季、月的干湿岛强度数值均呈逐年上升趋势,尤其是近10 a来承德市却

表现出了明显的湿岛特征,显然与“城市化发展,热岛效应增强,有利于干岛效应形成”的说法不一致^[7]。有研究指出,城市湿岛与降水量增加有关^[8],对承德市年、季降水量进行统计分析发现,近44 a来承德市无论是年降水量还是季降水量均呈明显减小的趋势,尤其是近10 a来承德市的年、季降水量均处于偏少期,说明近20 a来承德市湿岛效应与降水量的多少没有直接的关系。同时,考察近44 a来郊区站的周围环境,虽难免有所变化,但没有影响到气象资料的代表性,所以采用承德县站作为郊区站计算出的干湿岛强度数值应该是可信的。因此,承德市的湿岛特征很可能仅与城市化影响有关。

表3 1964—2007年和1988—2007年两个年份表3 1964—2007年城郊相对湿度的季节变化趋势 %/10 a

年份段	站名	冬季	春季	夏季	秋季
1964—2007	承德市	2.7	0.5	0.5	1.3
	承德县	0.8	0.2	-0.6	-0.6
	城、郊差	1.9	0.3	1.1	1.9
1988—2007	承德市	-1.9	0.8	2.7	1.6
	承德县	-3.0	-0.9	-2.4	-1.9
	城、郊差	1.1	1.7	5.1	3.5

份段城、郊相对湿度的季节变化趋势。进一步分析城、郊相对湿度的变化可见,近44 a承德市各季相对湿度均呈上升趋势,而同时期郊区冬、春季相对湿度也为上升趋势,但上升幅度没有城区的上升幅度大,而夏、秋季郊区的相对湿度的变化趋势与城区相反,呈下降趋势。近20 a(1988—2007年)城市化进程加快时期,郊区相对湿度各季均表现为下降趋势,而城区同期相对湿度除冬季外,春、夏、秋三季均为上升趋势,上升速率分别为0.8、2.7%/10 a和1.6%/10 a。冬季城区的下降趋势(-1.9%/10 a)要小于郊区的下降趋势(-3.0%/10 a)。近20 a四季中城、郊相对湿度趋势差值尤以夏季、秋季最大,分别为5.1%/10 a和3.5%/10 a。

改革开放以来,承德加快了城市化建设步伐,同时作为旅游城市,近年来更是加大了城市的绿化美化建设,贯穿市区的武烈河上相继建成了12道橡胶坝,每年夏、秋季节河道大量蓄水,总蓄水量达192万 m^3 ,形成了长12 km、水面面积为240万 m^2 的水景观长廊,加上避暑山庄湖区63万 m^2 ,承德市区共有300万 m^2 的水面。由于水汽是从水面或下垫面上蒸发并经过乱流再扩散到空中的,因而,有较强蒸发的水面或潮湿的下垫面则成为大气的水汽源地,无疑会起到降低气温、增加空气湿度的作用。

已有研究表明^[9-10],增加城市植被可以在一定程度上改善城市气候环境,减弱城市化的增温影响。

袁东升等^[11]对成都城市气候特征分析指出:城市绿化有显著的降温增湿作用,同时湿度随下垫面植被覆盖率的减少而减小。而承德夏、秋季正是植被茂盛的时期,市内绿地和树木较多。从承德市园林局提供的数据可知:1988年承德市市区园林绿地面积为530万 m^2 ,2000年为996万 m^2 ,到2007年市区园林绿地面积增加到2 097万 m^2 ,市区绿地覆盖率为38.5%,市中心区绿化覆盖面积为41.1%。经计算,1988—2007年承德市夏、秋季干湿岛强度序列与同期园林绿地面积数据序列均存在正相关关系,相关系数分别为0.666和0.341。计算夏季、秋季市区相对湿度与园林绿地面积的相关关系,相关系数分别为0.420和0.171。可见,随着城区园林面积的扩大,蒸发到空气中的水汽也就较多,城区的空气湿度也随之增大,从而可进一步解释承德市夏、秋季市内相对湿度明显增加的原因。

另外,从干湿岛强度的年变化和夏、秋季变化中也发现2004—2007年干湿岛强度呈下降趋势,其原因是干湿岛强度本身的周期振荡还是由于郊区的城镇化等其他原因所引起,有待于进一步研究。

4 结论

本文通过将城区站与郊区站的相对湿度进行对比分析,并结合城市化建设指标,得出近44 a来承德市的空气相对湿度的变化趋势及其城市化影响程度,结论如下。

(1)近44 a承德市空气湿度呈明显增加趋势,尤以近20 a最为明显,1988—2007年年干湿岛强度平均每10 a增加3.2%。近10 a平均干湿岛强度为0.9%,就年平均状态来说,承德湿度场由1988年以前的干岛特征逐渐转成了近10 a的湿岛特征,湿度场的明显变化主要来源于城市化影响。

(2)1988—2007年城市化进程加快时期承德市各季的干湿岛强度均呈逐年上升趋势,尤以夏、秋季上升趋势最为明显。夏、秋季平均干湿岛强度分别由1988年以前-3.8%和-6.7%上升到近10 a年1.3%和0.6%,表现出夏、秋季节具有明显的湿岛特征。湿岛效应主要来源于城市绿地和水面的增多。

(3)干湿岛的月际变化中,1988年以前各月均表现出了明显的干岛特征,而1988年以后均表现出了明显的湿岛特征,尤以5—10月表现明显,其湿岛效应与城区的同期绿化美化工作同步。

参考文献

- [1] 张凯杨,许春晓,崔桂香,等.城市热岛成因及其对污染物扩散影响的数值模拟[J].气象与环境学报,

- 2007,23(3):10-14.
- [2] 高媛媛,何金海,王自发. 城市化进程对北京区域气象场的影响模拟[J]. 气象与环境学报,2007,23(3):58-64.
- [3] 刘学锋,于长文,任国玉. 河北省城市热岛强度变化对区域地表平均气温序列的影响[J]. 气候与环境研究,2005,10(4):763-770.
- [4] 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.
- [5] 曾侠,钱光明,陈特固,等. 广东省沿海城市热岛特征分析[J]. 气象,2006,32(11):94-97.
- [6] 周淑贞,束炯. 城市气候学[M]. 北京:气象出版社,1994.
- [7] 何萍,李宏波,束炯,等. 楚雄市城市气候特征分析[J]. 地理学报,2003,58(5):712-719.
- [8] 潘娅英,陈文英,郑建飞. 丽水市大气环境中的城市干湿岛效应初探[J]. 干旱环境监测,2007,21(4):210-215.
- [9] Civerolo K L, Sistla G, Rao S T, et al. The effects of land use in meteorological modeling: implications for assessment of future air quality scenarios[J]. Atmospheric Environment,2000,34(10):1615-1621.
- [10] Sailor D J. Simulations of annual degree-day impacts of urban vegetative augmentation[J]. Atmospheric Environment,1998,32(1):43-52.
- [11] 袁东升,杜远林,钱妙芬. 现代化城市温度分布特征及绿化对策[J]. 四川师范大学学报:自然科学版,2007,30(2):245-249.

Dry and moisture island effects and its responses to the urbanization in Chengde, Hebei province

MA Feng-lian DING Li WANG Hong

(Chengde Meteorological Bureau, Chengde 067000, China)

Abstract: Using the differences of relative humidity between urban weather stations and suburb weather stations as the intensity index of dry and moisture islands, air humidity changes and its responses to the urbanization from 1964 to 2007 in Chengde were analyzed by the trend analysis method and other statistical methods. The results show that air humidity has an obvious increasing trend in the recent 44 years in Chengde, especially in the last 10 years. Furthermore, air humidity characteristics turns from dry island to moisture island since 1988. Moisture island effect is obvious in both summer and autumn. The significant changes of humidity field are mainly caused by the urbanization.

Key words: Chengde; Dry island effect; Moisture island effect; Urbanization influence