

青岛市气候变暖的特征

洪 光 刘春光

(山东省青岛市海洋气象研究所, 266003)

提 要

青岛的年平均气温在过去 90 多年中以 $0.05^{\circ}\text{C}/10$ 年的速度上升, 而年平均最低气温则以 $0.13^{\circ}\text{C}/10$ 年上升。通过不同时期的比较, 近 40 年气温明显高于前期, 尤其是最低气温。不同站位比较也看出青岛市与近海岛屿朝连岛的气温趋势基本一致, 但平均最低气温增温速率明显高于朝连岛。因近 40 年来青岛的城市发展速度相当快, 故在气候上反映出平均最低气温增温快的趋势。

关键词: 青岛市 气候变暖 特征分析

引 言

目前普遍的一种观点, 在过去的 100 年里全球平均气温上升了 $0.3-0.6^{\circ}\text{C}$, 国内的研究结果也认为近 40 年来, 我国的年平均气温每 10 年上升 0.04°C , 增温最大为东北和华北地区, 每 10 年上升 $0.1-0.2^{\circ}\text{C}$ ^[1]。在这期间, 人口急剧增加, 工业飞速发展, 化石燃料大量消耗, 相伴随的是排放到大气中的诸如: 二氧化碳、甲烷等温室气体的激增。同时, 人类还在不断地破坏对调节气候起重要作用的森林植被和水环境等, 从而导致了沙漠化的扩大, 使气候变得更趋不稳定。城市是人类对气候影响最强烈的地区, 因为这里几乎包含了所有人类影响气候的直接和间接的方式; 另外城市人口密集, 工业高度发达, 建筑物林立, 使空气成分和下垫面发生了极大的人为改变, 从而使辐射收支产生了巨大变化; 再加上人类在这里释放大量的热, 从而产生城市热岛效应^[2]。

青岛已有一百多年的历史, 发展速度最快, 规模最大当属近 40 年。统计数字表明,

1950—1990 年间, 市区人口增长了一倍多, 为 125 万, 人口密度也增加了一倍, 工业总产值按 1980 年可比价增加了 22 倍^[3]。

城市的飞速发展不免会影响到气候, 那么究竟受到了怎样的影响? 本文试图利用青岛近百年的气温资料研究气候变暖的特征。

1 青岛的气候变暖趋势

人类活动对城市气候的影响突出地表现在对下垫面的人为改变, 进而影响到辐射收支和大气运动; 其次是向大气中排放的人工热和废气。所有这一切对城市气候尤其是气温必然产生影响。

取一阶多项式: $y = a_0 + a_1 t$ 来拟合某一气象要素的时间序列 (a_0, a_1 可用最小二乘法确定), 则 a_1 为一直线方程的斜率, 即为某一气象要素的趋势变化率。若取气温, 单位为 $^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 。本文采用 $a_1 \times 10$, 单位为 $^{\circ}\text{C}/10$ 年。

利用青岛 1898—1990 年气温资料计算表明, 青岛的年平均气温以每 10 年 0.05°C 的趋势升高 (见表 1)。比较表中各季 (1、4、7、10 月分别代表冬、春、夏、秋) 可见, 春季最大为 $0.08^{\circ}\text{C}/10$ 年, 冬季最小为 $0.03^{\circ}\text{C}/10$ 年。

表1 青岛市气温趋势变率/ $^{\circ}\text{C}(10\text{年})^{-1}$

	1月	4月	7月	10月	年
平均气温	0.03	0.08	0.06	0.03	0.05
平均最高气温	0.05	0.04	0.07	-0.02	0.03
平均最低气温	0.12	0.12	0.11	0.14	0.13

比较平均最高和最低气温的趋势变率可以看出,两者的年值后者为前者的4倍多。比较两者的季节变化,其对应关系恰恰相反,平均最高气温的趋势变率夏季最大,秋季最小为负值;而平均最低气温的趋势变率夏季最小,秋季最大。各季的平均最高气温趋势变率的值均低于平均最低气温的值,这说明平均最低气温升温速率高于平均最高气温,不难看出各季的日较差在缩小,特别是秋季。

表2 青岛市不同时期各季气温平均值/ $^{\circ}\text{C}$

	时期	1月	4月	7月	10月	年
平	1898—1900	-1.09	10.32	23.81	15.97	12.18
均	1898—1953(T_1)	-1.12	10.29	23.76	16.00	12.12
气	1954—1990(T_2)	-1.05	10.38	23.88	15.88	12.27
温	$T_2 - T_1$	0.07	0.09	0.12	-0.12	0.15
平均	1898—1990	2.30	14.57	26.81	19.92	15.88
最高	1898—1953(T'_1)	2.22	14.65	26.76	20.04	15.87
气温	1954—1990(T'_2)	2.41	14.44	26.88	19.74	15.91
	$T'_2 - T'_1$	0.19	-0.21	0.12	-0.30	0.04
平均	1898—1990	-4.25	7.19	21.66	15.55	9.18
最低	1898—1953(T''_1)	-4.46	7.08	21.55	12.39	8.99
气温	1954—1990(T''_2)	-3.96	7.37	21.83	12.80	9.48
	$T''_2 - T''_1$	0.52	0.29	0.28	0.41	0.49

表3所列为前后期的气温趋势变化状况,它与表2的前后期气温均值的比较概念有所不同,其反映的是前后期的冷暖趋势和气温变化的快慢。平均气温前后期的变率不论各季和年都为正值,即前后期都为变暖趋势,除夏季外,变暖趋势均为后期大于前期。平均最高气温趋势变化率年均值后期小于前期,夏季后期略呈降低趋势。平均最低气温的趋势变化率的年均值后期与前期相近,夏季后期低些,冬季则后期明显高于前期。

2 近40年变暖明显

若将气温的时间序列分为前后两期来分析平均状况和趋势变化率,可以看出青岛气温变化的特点。以1953年前为前期,1954年后为后期(为了配合朝连岛站资料的时间序列,见表2)。年平均气温和年平均最高、最低气温都是后期高于前期,年平均最低气温后期较前期高出 0.49°C ,差异最大。各季比较,平均气温除秋季外,其它各季都是后期高于前期;平均最高气温是冬夏两季后期高于前期;平均最低气温则是各季均为后期高于前期,夏季高出最小,为 0.28°C ,冬季高出最大,为 0.52°C 。

表3 青岛市不同时期各季趋势变化率/ $^{\circ}\text{C}(10\text{年})^{-1}$

	时期	1月	4月	7月	10月	年
平均	1898—1953	0.00	0.19	0.15	0.09	0.09
气温	1954—1990	0.27	0.33	0.09	0.30	0.17
平均最	1898—1953	0.03	0.25	0.22	0.13	0.12
高气温	1954—1990	0.14	0.36	-0.03	-0.01	0.05
平均最	1898—1953	0.07	0.26	0.28	0.24	0.21
低气温	1954—1990	0.36	0.31	0.15	0.39	0.20

表2中 $T_2 - T_1$ 、 $T'_2 - T'_1$ 个别为负值,表3的趋势变化率却都为正值,原因是统计

方法差异所致。若前后期中气温出现几个异常值(偏离均值较大)对这一时期的均值产生不了多大影响,而对趋势变化率则会产生明显改变。

综合分析表2、表3,可以看出青岛的气候变化特点:

(1)年平均气温前后期均值和趋势变率都是后期大于前期,说明青岛的气候在变暖,且变暖在加快。

(2)气温升高,各季都明显反映在平均最低气温升高幅度大,说明了日较差在缩小。

(3)最冷月1月份的平均最低气温后期高于前期最大,还有趋势变化率也如此,某种程度也反映了年较差在缩小。

3 与近海岛屿气候变暖的比较

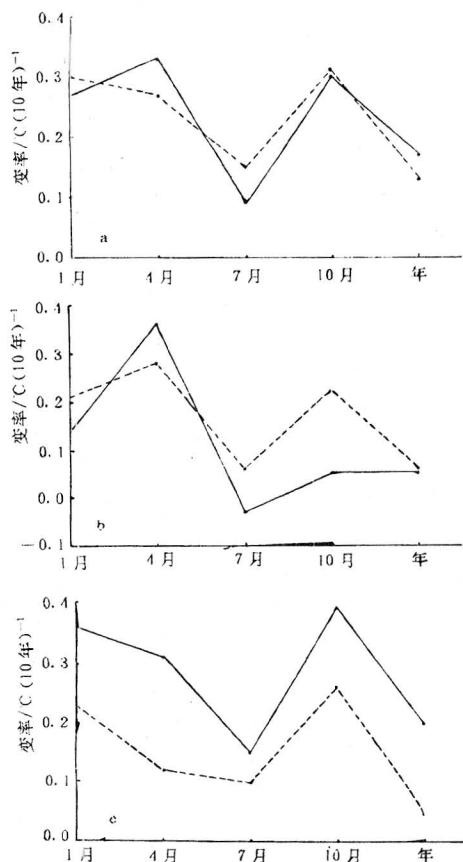
朝连岛是位于青岛市东偏南海上50km左右的岛屿,面积约 0.3km^2 ,观测场海拔高度44.5m。用该站气温资料计算出的趋势变化率与青岛的结果进行比较,试图找出气候背景的变暖趋势,从而对青岛气候的影响进行分析。表4中平均气温的趋势变率各季均为正值,年值为 $0.13\text{C}/10\text{年}$,稍小于同期青岛 $0.17\text{C}/10\text{年}$ 值,说明了没有受到城市影响的朝连岛的气候也在变暖,但速度稍低于青岛。从平均最高和平均最低气温趋势变率相比较看,趋势一致,均为变暖,而且值也较为接近,与青岛的平均最低较平均最高气温变率值大形成鲜明的对照。

表4 朝连岛气温趋势变化率/ $\text{C}/(10\text{年})^{-1}$
(1954—1989年,缺1990年资料)

	1月	4月	7月	10月	年
· 平均气温	0.30	0.27	0.15	0.31	0.13
平均最高气温	0.21	0.28	0.06	0.22	0.06
平均最低气温	0.23	0.12	0.10	0.26	0.05

附图绘出了青岛与朝连岛同期的气温趋势变率季节变化曲线。从图中看出,两条曲线配合较好的是平均温度,只是青岛的振幅较

朝连岛稍大,说明平均气温的趋势变率青岛较朝连岛在季节上变化稍大。平均最高气温变率在季节上青岛较朝连岛大,如春季青岛高出朝连岛 $0.08\text{C}/10\text{年}$,而其他季节都低于朝连岛,秋季比朝连岛低了 $0.17\text{C}/10\text{年}$ 。反映了青岛的平均最高气温的升高比朝连岛缓慢,尤其是秋季。平均最低气温的趋势变率两地均是变暖,但青岛明显大于朝连岛,其中春季高出最多为 $0.19\text{C}/10\text{年}$,冬季次之,高出 $0.13\text{C}/10\text{年}$,夏季最小高出 $0.05\text{C}/10\text{年}$ 。



附图 近40年青岛市(实线)与朝连岛站(虚线)气温趋势变率($\text{C}/10\text{年}$)比较
a 为平均气温趋势变率 b 为平均最高气温趋势变率 c 为平均最低气温趋势变率

(下转封三)

(上接第 57 页)

综合上述分析,青岛与朝连岛的平均气温都呈变暖趋势,且趋势变化率也相近,说明气候背景是变暖的。进一步分析两地的最高、最低气温趋势变率又发现,在两地的气候变暖趋势中,朝连岛主要体现在最高气温上升,而青岛则更明显突出在最低气温上升。因此,可以这样说,朝连岛的气候变暖更多体现在白天,是大气背景的结果;而青岛的变暖主要表现在夜间,这时往往大气处在稳定状态,极易受到局地影响,城市热岛效应表现最为强烈,因而最低气温明显上升,是城市化的结果。

4 结束语

经上述分析,青岛气候变暖的主要特点是:

4.1 在近百年的时间序列中,后期气温明显高于前期,且变暖速度也较前期快。

4.2 变暖主要表现为最低气温明显上升,且

各季中,最低气温较前期升高最快的是冬季。

4.3 近 40 年是青岛城市发展最快的时期,也就是城市化对气候影响最为强烈的时期,对应的是气温明显升高。

4.4 最低气温通常出现在凌晨,这时大气正处于一日中最稳定的状态,风速小,对流弱,因而热量的水平及垂直输送最弱,气温易受到局地作用,更能反映出局地冷热状态。青岛的最低气温升高明显,正说明了城市大量释放的人工热和人为改变下垫面带来的辐射收支变化产生的“城市热岛效应”的具体反映。冬季最低气温增温快也缘于冬季采暖,向大气中释放的人工热大于其他季节等原因造成的。

参考文献

- 1 林学椿,于淑秋. 近 40 年我国气候趋势. 气象,1990,16(10):16-12.
- 2 张家诚. 气候与人类. 河南科技出版社,1988.
- 3 青岛统计年鉴. 1991.

The Characteristic Analysis of the Climatic Warming in Qingdao City

Hong Guang Liu Chunguang

(Qingdao Marine Meteorology Institute, Qingdao 266003)

Abstract

The annual mean temperature for the last 90 years is warming at the rate of $0.05^{\circ}\text{C}/10$ years in Qingdao city, whereas the annual mean minimum temperature is warming at $0.13^{\circ}\text{C}/10$ years. The annual mean temperature for the last 40 years is warming faster than past period, especially the annual mean minimum temperature is much obvious. By comparison with coastal stations, the variation trend of annual mean temperature is consistent with coastal islands (e. g. Chaolian island), whereas annual mean minimum temperature is warming faster than Chaolian island. It shows that the influence of Qingdao city development for the last 40 years on the climatic warming appears obviously in the minimum temperature increasing.

Key Words: climate warming characteristic analysis Qingdao