

广东省沿海城市热岛特征分析

曾 侠¹ 钱光明¹ 陈特固² 张江勇² 余克服²

(1. 广东省气候与农业气象中心, 广州 510080; 2. 中国科学院南海海洋研究所)

提 要: 利用广东省沿海地带气象站、海洋站观测的1960—2003年气温资料, 以5个无热岛效应影响的海岛站气温为参照, 分析了近44年沿海18个气象站受城市热岛影响的程度, 得出台山、珠海、汕尾、惠阳气象站的热岛影响可以忽略不计, 其余14个站不同程度地受热岛影响。受热岛影响的气象站近10年平均热岛强度为 $0.4\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 、近30~50年间年平均气温升温率较参照站增加 $0.1^{\circ}\text{C}/10\text{a}\sim 0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。

关键词: 热岛强度 陆面温度 海面温度

Characteristics of Urban Heat-island Effect in the Coastal Cities of Guangdong

Zeng Xia¹ Qian Guangming¹ Chen Tegou² Zhang Jiangyong² Yu Kefu²

(1. Guangdong Climate and Agrometeorological Center, Guangzhou 510080;
2. South China Sea Institute, Chinese Academy of Sciences)

Abstract: By taking the data from five stations without heat-island effect as reference, the heat-island characteristics in the coastal cities of Guangdong Province were investigated based on the air temperatures data from meteorological and oceanographic stations nearby the coastal regions during 44 years between 1960 and 2003, and the impact characteristics of heat island on eighteen coastal meteorological stations were assessed respectively. The results indicate that, to a great degree, the fourteen meteorological stations are affected by heat-island, except four of the eighteen stations. Intensity of heat-island is from 0.4 to 0.8°C over

资助项目: 国家自然科学基金重点项目(40231009)资助

收稿日期: 2005年11月22日; 修定稿日期: 2006年7月7日

the past ten years with significant seasonal variations. Due to the heat island impact, the annual mean air-temperature is increased by 0.1°C/10a to 0.3°C/10a in the recent 30 to 50 years, in comparison with reference stations.

Key Words: heat-island intensity land surface temperature sea surface temperature

引 言

在讨论当代气候变暖问题时，需要排除城市热岛效应，否则会造成虚假的增暖^[1-3]。关于广东省沿海城市的热岛效应问题已有一些研究，得出若干有益的结论^[4-9]，但由于资料和观测条件的限制，对热岛强度定义不同，前人的研究结果也不同，可比性差^[10]。本文以广东省沿海无热岛影响的海岛（或岩礁）上气象站为参照站，分析城市化过程本身所引起的台站升温幅度和速率，为广东省沿海地区气候变化的检测和原因判别提供重要参考。

1 资料和方法

本文研究的地区为广东省距海岸线约 50km 的沿海地带，范围大体上如图 1 所示。此范围内有 1960 年（含 1960）以前建立的气象站 20 个，海洋站 4 个。笔者现场考察各站观测场环境变化后，分析了各站气温序列的均一性、代表性、可比较性以及测

站附近的人口密度，得出各海岛站（表 1）基本上一直处于符合观测规范条件的环境，记录的气温变化未受热岛效应影响（其中遮浪站位于无人居住的岩礁上），适合作参照站。此外，惠阳、汕尾和台山站观测场一直位于城市郊区，近 10 年各站与附近海岛站的年均温距平差分别为 +0.01、-0.01 与 +0.02°C，表明受城市热岛的影响甚微，和文献 [6] 结论一致，也可作参照站。

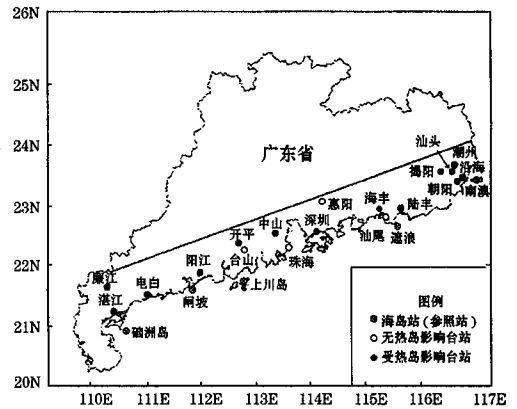


图 1 广东省沿海地区气象站和海洋站地理分布

表 1 海岛参照站基本情况

站名	纬度/°N	经度/°E	高度/m	1961—1990 年气温		极端距平/°C		气温/SST 相关系数*
				平均/°C	标准差 δ	1998	1976	
南澳	23.43	117.03	7.2	21.48	0.25	0.98	-0.53	0.86
遮浪	22.65	115.57	19.0	21.76	0.30	1.01	-0.50	0.96
上川岛	21.73	112.77	21.5	22.54	0.35	1.09	-0.41	0.90
闸坡	21.58	111.83	22.4	22.69	0.33	1.02	-0.53	0.93
碓洲岛	20.90	110.62	13.8	23.37	0.43	0.89	-0.58	0.92

* 由 1961—2003 年年平均海、气温资料线性回归方程统计得出

文中所用全球陆面温度（Land Surface Temperature, LST）资料取自文献 [11]，所用台站气温资料分别取自广东省气象局和

国家海洋局南海分局，海面温度（SST）资料取自云澳、遮浪、闸坡、碓洲岛等各海洋站年报表，个别测站有个别年份、个别月份

资料缺测，使用邻近站资料进行插补。各台站的气温距平序列均对应于 1961—1990 年平均值，其参照站为距离各台站最近的海岛站。热岛影响定义为城市站与参照站的距平差 $\geq 0.2^{\circ}\text{C}$ (约 0.5 δ)。为减少误差，珠江口的参照站用台山、上川岛、汕尾、遮浪 4 个站距平平均值表示，与文献 [6, 7] 所用的参照值的平均差值为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

2 结果与分析

2.1 海岛站气温变化趋势

图 2a 给出 1960—2003 年 LST 和广东 5 个海岛站及其对应的附近沿海城市的气温变化，显示各站气温呈准同步变化趋势。1960 年以来，各站的最冷年与最暖年的出现年份与全球 LST 相同，分别为 1976 年、1998 年。全球 LST 的持续增暖始于 1986 年，而广东沿海站则迟至 1996 年，原因可能与海洋的影响有关，拟另文讨论。

2.2 热岛强度的年际变化

广东沿海城市气象站开始受热岛影响的

时间早晚不一，最早是深圳站，出现于 1983 年，最晚是粤西沿海的电白、湛江等站迟至 1996 年才出现。

图 2b 给出深圳等 8 个代表站 1980—2003 年热岛强度变化趋势及其抛物线拟合结果。各城市的市区人口 (含无户籍人口) 分别为：深圳、汕头、湛江多于 100 万，潮州约 50 万，廉江 10 万左右，其余 3 个城市为 20~30 万。由图 2b 说明，各站热岛强度的出现时间及强度的大小与城市人口无关。这和文献 [8] 的结论是一致的。根据我们现场调查，影响热岛强度的主要因素是观测场开始受建筑影响的时间，以及建筑物高度、距测场远近、遮挡程度等。揭阳与汕头站在 1986 年以前，测站周围是大片农田，经常保持绿色植被，其温度距平变化趋势与南澳站一致。1987 年以后观测场周围的建筑物从少到多，从远到近，从低到高，逐渐把观测场包围在城市中，导致热岛强度逐年上升。若测场周围建筑物影响程度趋于稳定，则热岛强度也相对趋于稳定，故深圳 1988 年以来，潮州、揭阳、汕头 1998 年以来的热岛强度只在平均值附近摆动 (图 2b)。

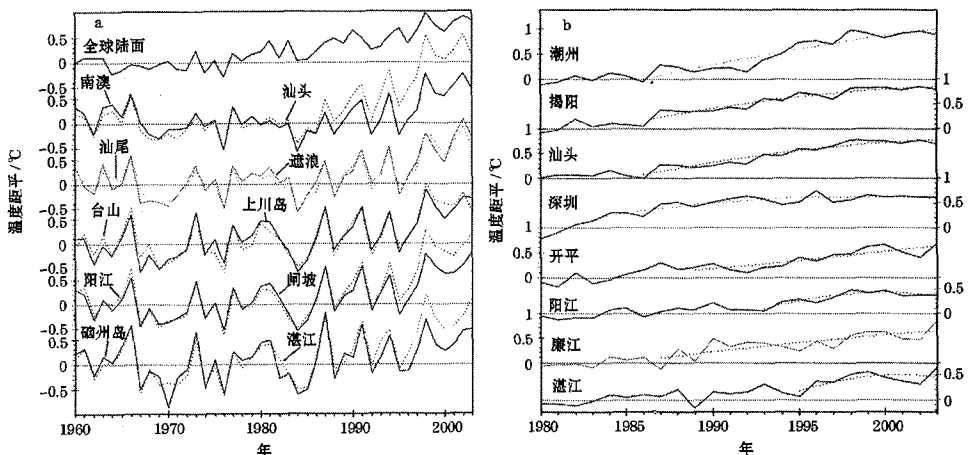


图 2 全球 LST、广东沿海代表站年平均气温距平 (a) 及城市热岛强度变化趋势 (b) 距平对应 1961—1990 年平均

据计算，1994—2003 年广东沿海城市

的热岛平均强度在 $0.4\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 之间，最大

值为潮州站 0.81°C 。需要说明的是，开平站 1990 年以前测场位于海拔 2.1m 的平地上，1991 年起，测场迁至海拔 17.9m 的气象楼楼顶（面积 $20 \times 16\text{m}^2$ ，填泥 60cm 厚，植草），该年 1、4、7 月份同步观测结果得出新址月均温较旧址低 0.2°C ，表明用新测场资料得出的热岛强度偏低。若加上差值订正则开平站热岛强度为 $0.6 \sim 0.7^{\circ}\text{C}$ ，与揭阳、潮州站相近。

2.3 热岛强度的月际变化

对 1994 年以前受热岛影响的 6 个测站统计其 10 年平均的热岛强度月际变化，结果如表 2，显示各站的热岛强度存在明显的月际变化，最高与最低值相比，普遍达 2~3 倍。9 月到次年 1 月的热岛强度高于全年

平均，2—8 月则普遍低于全年平均。其原因与副高、季风、雨季的季节变化不同影响有密切关系^[7]。

2.4 热岛强度对升温率的影响

1977 年以来全球年平均气温呈持续上升趋势（图 2），LST、广东沿海参照站在 1977—2003 年期间的升温率（线性倾向率）分别为 $0.29^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{a} \sim 0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。受热岛影响的气象站升温率为 $0.4^{\circ}\text{C}/10\text{a} \sim 0.7^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ，较参照站大 $0.2 \sim 0.4^{\circ}\text{C}$ 左右。若统计时段取为 1954—2003 年，则热岛站的升温率为 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{a} \sim 0.25^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ，仍然较参照站（ $+0.12^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ）大 1 倍左右。

表 2 1994—2003 年广东沿海城市热岛强度的月变化 ($^{\circ}\text{C}$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
潮州	1.04	0.72	0.57	0.78	0.64	0.75	0.49	0.51	0.90	1.16	1.14	1.04	0.81
汕头	0.92	0.54	0.49	0.68	0.53	0.56	0.30	0.40	0.72	1.02	0.92	0.90	0.66
海丰	0.42	0.27	0.22	0.13	0.27	0.32	0.46	0.42	0.49	0.75	0.70	0.68	0.43
深圳	0.69	0.46	0.36	0.31	0.39	0.42	0.49	0.60	0.67	0.81	0.95	0.80	0.59
中山	0.59	0.53	0.23	0.37	0.44	0.48	0.52	0.43	0.69	0.99	1.01	0.87	0.61
开平	0.64	0.46	0.09	0.24	0.27	0.20	0.13	0.32	0.56	0.95	1.00	0.78	0.47

3 结 论

(1) 广东省沿海大部分气象站受城市热岛效应影响，热岛平均强度为 $0.4 \sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 热岛强度存在明显的季节变化，秋、冬季大于春、夏季。

(3) 1977 年以来，广东省沿海海岛站及无热岛影响气象站的年平均气温升温率与全球陆面升温率相当，受城市热岛影响的台站则增加 $0.1^{\circ}\text{C}/10\text{a} \sim 0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。

参考文献

- [1] 龚道溢, 王绍武. 全球气候变暖研究中的不确定性 [J]. 地学前缘, 2002, 9 (2): 371-376.
- [2] 任国玉. 地表气温变化研究的现状和问题 [J]. 气象, 2003, 29 (8): 3-5.
- [3] 陈隆勋, 周秀骥, 李维亮, 等. 中国近 80 年来气候变化特征及其形成机制 [J]. 气象学报, 2004, 62 (5): 634-645.

- [4] 黄增明, 梁建茵, 吴艳标, 等. 广州城市气候 [J]. 北京: 气象出版社, 1993: 259-267.
- [5] 朱瑞兆, 吴虹. 中国城市热岛效应的研究及其对气候序列影响的评估 [M]. 陈隆勋主编: 气候变化规律及其数值模拟研究论文 (第一集), 北京: 气象出版社, 1996: 239-249.
- [6] 钟保彝. 深圳的城市热岛效应 [J]. 气象, 1996, 22 (5): 23-24.
- [7] 曾 侠, 钱光明, 潘蔚娟. 珠江三角洲城市群城市热岛效应初步研究 [J]. 气象, 2004, 30 (10): 12-15.
- [8] 黄嘉佑, 刘小宇, 李庆祥. 中国南方沿海地区城市热岛效应与人口的关系研究 [J]. 热带气象学报, 2004, 20 (6): 713-721.
- [9] 颜文胜, 周伟隆, 王蓓蕾. 汕头城市热岛效应的分析研究 [J]. 广东气象, 2005, (1): 19-20.
- [10] 林学椿, 于淑秋. 北京地区气温的年代际变化和热岛效应 [J]. 地球物理学报, 2005, 48 (1): 39-45.
- [11] Levinson D H (Ed.) state of the climate in 2004 [J]. Bull Amer Meter Soc, 2005, 86 (6): S1-S6.