

文章编号: 1004-4574(2008) 02- 0019- 06

## 深圳城市热岛研究

张恩洁<sup>1,2</sup>, 张晶晶<sup>1,2</sup>, 赵昕奕<sup>1,2</sup>, 张小丽<sup>3</sup>

(1 北京大学 环境学院 北京 100871; 2 北京大学 深圳研究生院, 广东 深圳 518055; 3 深圳市气象局, 广东 深圳 518001)

**摘要:**作为我国发展速度最快、城市化程度最高的地区之一,深圳已明显发现城市热岛效应。选取深圳气象局设立的 19 个自动气象站 2004 年全年非降水日逐日各时刻正点的温度数据进行了分析,并比较了它们的区域差异。结果显示,深圳的城市热岛呈现出明显的多中心现象,全年热岛强度平均值高达 2.6℃。对热岛强度日变化的分析发现,13-18 点是全天热岛强度最大的时段,与一天中的温度最高时段相符。对各季热岛强度日变化的分析发现,春夏季在午后至傍晚时段热岛强度较大,秋冬季在中午至午后时段热岛强度较大。深圳在少雨的冬半年热岛发展较稳定,变化规律性也比较明显,说明降水、有风等天气要素对热岛发展有很大的影响。

**关键词:**深圳; 城市热岛; 热岛强度

**中图分类号:** X 16      **文献标识码:** A

## Study on urban heat island effect in Shenzhen

ZHANG En-jie<sup>1,2</sup>, ZHANG Jing-jing<sup>1,2</sup>, Zhao Xin-yi<sup>1,2</sup>, ZHANG Xiao-li<sup>3</sup>

(1 College of Environmental Science, Peking University, Beijing 100871, China; 2 Graduate School of Shenzhen, Peking University, Shenzhen 518055, China; 3 Shenzhen Meteorological Bureau, Shenzhen 518001, China)

**Abstract** The urban heat island effect in Shenzhen, Guangdong Province, is becoming obvious because of the high speed economic development and urban expansion. Several heat islands are investigated by the temperature data measured at the 19 automatic meteorological stations in Shenzhen in 2004. The annual mean heat island intensity in Shenzhen can be 2.6℃. And the maximum of heat island intensity appears at one to six pm in the day cycle but the time of this maximum is different with seasons. In spring and summer the maximum is at the period from afternoon to evening and from noon to afternoon in autumn and winter. Moreover in half a year of winter with few of rain from October to next March, heat island in Shenzhen has a stable development and an obvious change regularity and it means that the synoptic factors such as precipitation and rain affect the development of heat island considerably.

**Key words** Shenzhen; urban heat island; heat island intensity

城市热岛是城市气温影响最突出的特征。19 世纪初,Howard 在对伦敦城区和郊区气温进行对比时发现城区气温比其周围郊区气温为高。此后各国学者对各不同纬度、不同类型的大小城市陆续大量的城郊气温对比观测,也发现了类似现象。“城市热岛”就成为城市气候中最普遍出现的典型现象之一<sup>[1]</sup>。城市中在天气条件适宜时,经常会出现热岛效应,就会对当地的相关气候要素、居民生活和城市建设等产生直接或间接的影响。因此,对于城市热岛效应的研究一直是城市气候研究乃至气候学研究的重要课题<sup>[2]</sup>。我国于

收稿日期: 2007- 05- 21 修订日期: 2007- 08- 16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40635028 40401023)

作者简介: 张恩洁(1983-),女,硕士研究生,主要从事气候气象研究。

通讯作者: 赵昕奕(1968-),女,博士,副教授,研究方向为气候学与自然地理。E-mail: sh-zhao@urban.pku.edu.cn

20世纪 80年代开始对北京、上海、广州等城市进行较大规模的城郊气温对比观测和热岛效应研究工作, 取得了许多成果<sup>[3-5]</sup>。

深圳是我国发展速度最快, 发展规模最大的城市之一。改革开放后, 深圳高速发展, 劳动密集型产业成为其支柱性产业。劳动密集型产业给深圳经济发展带来了巨大的贡献的同时, 也使得人口急速膨胀。目前深圳的户籍人口与流动人口总共已经超过 1000万。急剧增加的人口就需要相应的市政配套设施来支持, 再加上工业发展的需求, 深圳城市以极快的速度扩张, 在 2005年已经完成全面城市化, 成为中国首个没有农村的城市。农村环境迅速被城市环境所替代, 对于深圳的气候有很大影响, 城市热岛效应在深圳有明显的表现<sup>[6]</sup>。深圳城市热岛效应研究对于分析深圳城市气候状况, 应对今后可能出现的城市气候问题有重要的意义。

# 1 数据来源和研究方法

本文数据来源于深圳气象局在深圳市域范围内所设立的自动气象站。深圳气象局在深圳全市共设立 44个自动气象站, 但有一些气象站由于设备或技术等问题, 数据出现明显偏差或缺失。经过筛选, 选择其中 19个自动气象站的数据作为本文研究的有效数据来源, 这 19个自动气象站分别是: G1120罗湖站; G1123盐田站; G1127深圳水库站; G1128深圳站; G1129罗湖口岸站; G1130福田站; G1135莲花山站; G1140南山站; G1150宝安站; G1151福永站; G1152松岗站; G1153观澜站; G1154公明站; G1155龙华站; G1160龙岗站; G1161坪山站; G1164坪地站; G1171横岗站; G1173莲塘站(图 1)。

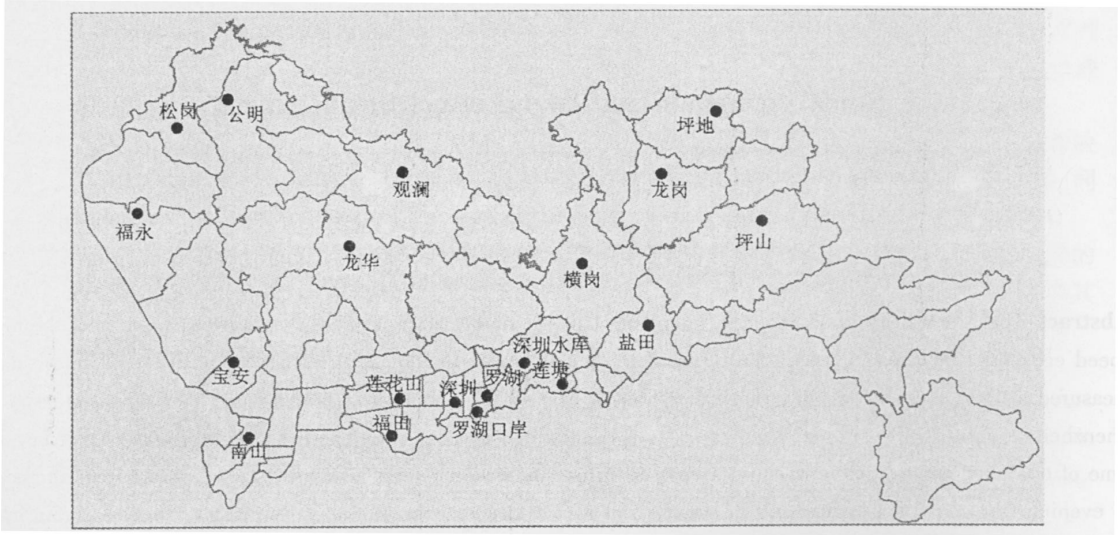


图 1 研究区域及测站分布示意图

Fig 1 Sketchy map of research area and automatic meteorological stations distribution

考虑到热岛发展的条件, 本文在数据处理过程中根据自动气象站对 2004年逐日雨量的记录剔除了有降水的天数, 最后剩余无降水的天数为 106 d。基础数据即为各有效自动气象站 2004年逐日逐时的正点温度。画出 106 d每个时刻正点温度的分布图, 进行比较分析, 确定深圳热岛中心和冷岛中心的所在位置。热岛强度即为热岛中心和冷岛中心的温度差值。计算出热岛强度值后, 对比分析出深圳热岛强度空间分布状况。

同时, 对热岛强度计算结果筛选出无降水日全天各时刻的最大热岛强度, 分析最大热岛强度的日变化趋势。根据一天中气温发展状况和热岛发展状况把全天 24 h分为 4个时段, 分别是:

- (1) 0- 8点 (低温平稳期), 这个时段的气温较全天其它时段偏低且平稳。
- (2) 9- 12点 (升温期), 这个时段气温处于上升发展时期。
- (3) 13- 18点 (高温平稳期), 这个时段气温较全天其它时段高, 较平稳, 但平稳程度不及低温平稳期。
- (4) 19- 23点 (降温期), 这个时段气温逐渐下降, 但下降幅度没有升温期大。

以这 4个时段作为全天的分隔对深圳热岛分布进行统计分析并研究其年变化和季节差异。

## 2 计算结果分析

### 2.1 热岛强度空间分布

通过对 2004 年深圳无降水日全天各时刻正点温度的对比分析,发现热岛呈多中心分布,总结热岛中心出现位置的规律,可以将深圳划分为 4 个热岛中心区域,分别是:

(1) 宝安区域,包括深圳宝安区除了龙华和观澜外的其它街道。此区域内,深圳气象局所设立有良好数据记录的自动气象站主要有宝安站、松岗站、福永站和公明站。

(2) 关内区域,包括深圳关内的福田、罗湖和盐田 3 个区,外加紧靠关内的横岗街道。此区域内,深圳气象局所设立有良好数据记录的自动气象站主要有莲塘站、莲花山站、深圳站、深圳水库站、罗湖口岸站、罗湖站、横岗站、盐田站、福田站。

(3) 龙华、观澜区域,包括宝安区的龙华、观澜 2 个街道,和龙岗区的平湖、布吉 2 个街道。此区域内,深圳气象局所设立有良好数据记录的自动气象站主要有龙华站和观澜站。

(4) 龙岗区域,包括龙岗区的龙岗街道。此区域内,深圳气象局所设立有良好数据记录的自动气象站有龙岗站。

总结得出规律,深圳冷岛中心出现频率最高的区域分别是:

(1) 坪山、坪地,包括龙岗区的坪山、坪地和坑梓街道。此区域内,深圳气象局所设立有良好数据记录的自动气象站主要有坪山站和坪地站。

(2) 南山区域,包括南山区,所设立的自动气象站为南山站。

### 2.2 深圳热岛强度分布年变化

#### 2.2.1 春季最大热岛强度的日变化

深圳春季降水较多,热岛发展受到一定影响,2004 年春季整个季度内无降水天数为 20 d,其中 3 月份 12 d 4 月份 5 d 5 月份仅为 3 d

图 1 为春季深圳最大热岛强度日变化趋势,从图中可以看出最大热岛强度的变化与气温日变化趋势相似,但比气温变化提前一个小时:0-7 点最大热岛强度稳定发展且处于一个较低水平,8-11 点最大热岛强度迅速上升,在 12 点左右开始较高水平的稳定发展状态,17 点后呈现下降趋势至 22 点。春季,深圳 1 d 内最大热岛强度在 2~3 °C 之间变化,变化幅度较大,最高值出现在 16 点,最低值出现在 8 点。

3 月,深圳每日各时刻最大热岛强度在 2.5 °C 上升波动,最大热岛强度日变化趋势与气温变化趋势大致相似,但 12-14 点间有下降趋势与气温变化不太一样。

4 月,每日各时刻最大热岛强度变化幅度较大,在正午 12 点时达到最大,高达 4.7 °C,而最低值出现在 2 点,为 2.1 °C。分析最大热岛强度日变化趋势发现,其变化趋势与气温的日变化趋势基本一致,0-8 点最大热岛强度较低且稳定,9 点开始急增,13 点后开始稳定在一个较高的水平,19 点之后又开始急剧下降。

5 月最大热岛强度变化幅度很大,最大值出现在 14 点,高达 5.2 °C,最小值出现在 22 点,仅为 1.9 °C。从日变化趋势上看,最大热岛强度与气温变化相似,但在 16 点之后就呈下降趋势。

#### 2.2.2 夏季最大热岛强度的日变化

夏季是深圳降水最多的季节,对热岛产生发展影响很大。2004 年夏季无降水天数为 10 d,其中 6 月份 5 d 7 月份 1 d 8 月份 4 d

从图 2 可以看出,与春季最大热岛强度日变化相比,夏季热岛强度的阶段发展趋势相似,但是在每个阶

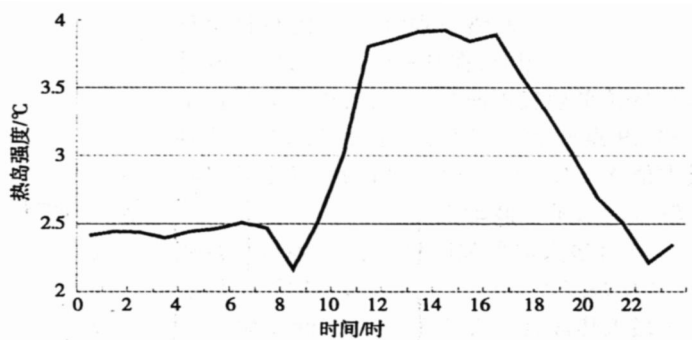


图 2 春季最大热岛强度日变化图

Fig. 2 Daily variation of maximum heat island intensity in Spring

段内夏季呈现出明显的较大幅度的波动,且一天内最大热岛强度的变化范围也比春季大,在 2.0~4.0℃之间变化。说明夏季深圳热岛的发展比春季更为不稳定,这与夏季降水丰沛有密切关系,虽然本文在选取数据时只选择无降水日,但由于整个夏季降水多,湿度大,热岛发展仍受到了极大的影响,所以呈现出非常明显的波动。

6月深圳最大热岛强度日变化呈现明显的波动,一天内基本没有稳定发展的时段,最高值出现在 16点,达 4.5℃,最低值出现在 8点,为 2.0℃。最大热岛强度在 0-8点波动变化,9-16点波动上升,16点后呈现明显的下降趋势。

7月份只有一天无降水量数据,也就是说整个 7月基本都是处于有降水的情况,所以 7月的热岛发展受到了很大的影响,不太可能出现稳定发展。7月最大热岛强度的日变化也明显体现这一点,全天都处于极大的波动状态,而且发展趋势规律非常不明显,与其他月份也有较大差别。

8月仍是降水充足的一个月份,所以热岛发展也自然受到影响,最大热岛强度的日变化虽然也呈现波动变化,但可以大体分出 3个阶段:0-8点波动变化在一个较低的水平;9-16点波动上升阶段;16点后呈现下降趋势。全天最大热岛强度最高值出现在 13点和 15点,达到 4.7℃;最低值出现在 22点,为 2.0℃。

2.2.3 秋季最大热岛强度的日变化

深圳秋季降水少于春夏两季,但对热岛发展也有影响。2004年秋季无降水天数为 35 d,其中 9月份 9 d,10月份 18 d,11月份 8 d。

秋季深圳还经常台风影响,不但带来较丰富的降水,也影响了热岛的发展。在最大热岛强度日变化图中可以看出,全天热岛强度都处于波动变化的状态,变化趋势规律性没有春季强:0-9点波动变化且处于偏低阶段;10-15点波动上升阶段,13点时达到最高值 3.6℃;16点开始急剧下降,18点达到 2.27℃;之后开始波动上升到一个较低水平。

9月深圳最大热岛强度日变化与整个秋季的变化趋势相似,在 0-8点之间处于较低水平且较平稳发展阶段,8点出现全天最低值 2.3℃;9点开始热岛强度增加,到 13点达到最大值 4.1℃,之后开始下降;19点之后又在比较低的水平上波动变化。

10月最大热岛强度日变化趋势与 9月相似,变化幅度没有 9月大,但波动性比 9月大,全天最大热岛强度在 2.3~3.6℃间变化。

对 11月最大热岛强度日变化趋势分析发现,全天热岛强度变化可分为两个阶段:13点之间处于波动上升阶段,在 13点达到最大值 3.1℃;13点之后处于波动下降阶段,21点达到最低值 2.0℃。最大热岛强度的变化幅度较 9、10月都小。

2.2.4 冬季最大热岛强度的日变化

冬季是深圳降水最少的季节,对于热岛发展最为有利。2004年 1月份无降水天数为 19 d,2月份 10 d,12月份 12 d。

冬季深圳降水少,天气状况稳定,最有利于热岛的发展。图 4显示了深圳冬季最大热岛强度的日变化趋

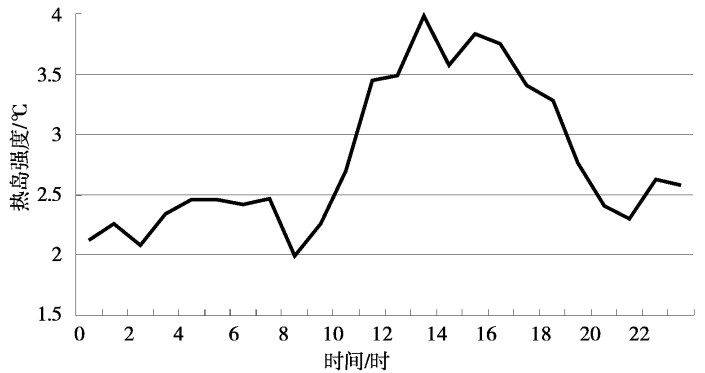


图 3 夏季最大热岛强度日变化图  
Fig 3 Daily variation of maximum heat island intensity in Summer

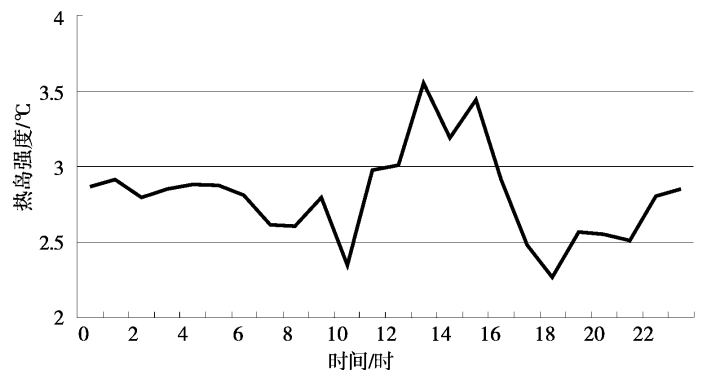


图 4 秋季最大热岛强度日变化图  
Fig 4 Daily variation of maximum heat island intensity in Autumn

势,从图中可以看出在 0- 12点间,最大热岛强度都处于较平稳且较低水平上,12点之间开始急剧上升到 14点达到最大值 3.6℃,之后开始迅速下降,到 18点达到最低值 2.3℃,之后开始以缓慢的速度波动上升。

12月最大热岛强度的日变化趋势与整个冬季变化趋势相似,但波动性较整个冬季大。最低值出现在 20点,为 2.49℃;最高值则在 14点出现,达到 3.8℃。

1月深圳热岛变化趋势也与整个冬季相似,差别主要在于 1月份全天最大热岛强度在 0- 11点之间处于较平稳但趋势缓慢向下的变化。全天最高值出现在 14点,达 3.3℃;最低值则在 18点出现,为 2.0℃。

2月最大热岛强度的变化趋势也类似于整个冬季,但处于较低水平且较平稳发展的阶段比整个冬季短 2 h 即在 0- 9点间。最高值和最低值分别是 3.7℃和 2.2℃,分别在 15点和 21点出现。

### 2.2.5 全年平均热岛强度日变化

图 5为利用 2004年深圳全年无降水日的全天各时刻最大热岛强度值计算得出的全年平均最大热岛强度日变化趋势。由图可以看出,深圳全年平均最大热岛强度值在 2.4~ 3.7℃之间变化,最低值出现在 8点,最高值在 13点出现。日变化大致分为 3个阶段:0- 8点的较平稳且较低水平阶段;8- 13点的迅速上升阶段;13- 23点的波动下降阶段。热岛一天的发展中,10- 18点都属于热岛强度较大的阶段,与全天气温较高的时段相符,说明深圳的城市热岛效应主要在温度较高的时段表现较为明显,温度与热岛强度有一定的正比关系。

由于热岛发展受到降水、风等气象要素影响,相对稳定的天气状况比较有利于热岛的发展。深圳受到降水和风影响很大的月份占全年的一半以上,虽然本文在选取数据里考虑到这些因素,剔除了有降水日,但仅有几天降水的月份也不利于热岛发展。因此,在分析最大热岛强度日变化趋势时,本文选择了降水天数 ≥ 10 d的月份进行平均,分别是 1, 2, 3, 10和 12月,即相当于冬半年的大部分时间。图 6即为日变化趋势图。图 6的变化趋势与冬季变化趋势相似,0- 10点为较低水平的平稳发展阶段;10- 14点波动上升阶段,到 14点达到最大值 3.3℃;14- 18点迅速下降阶段,在 18点达到最小值 2.4℃;18- 23点波动上升阶段。

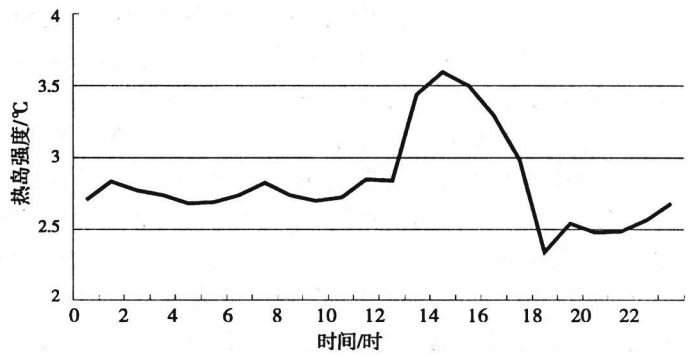


图 5 冬季最大热岛强度日变化图

Fig. 5 Daily variation of maximum heat island intensity in winter

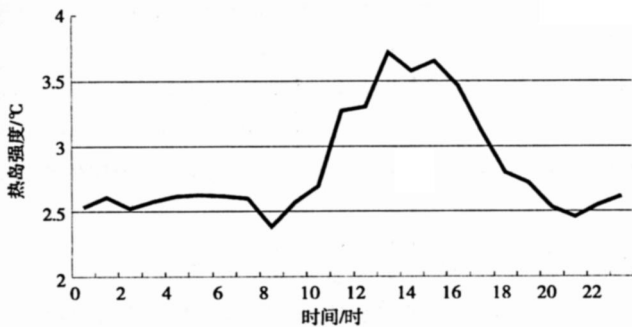


图 6 深圳全年平均最大热岛强度日变化图

Fig. 6 Daily variation of maximum heat island intensity averaged in a year in Shenzhen

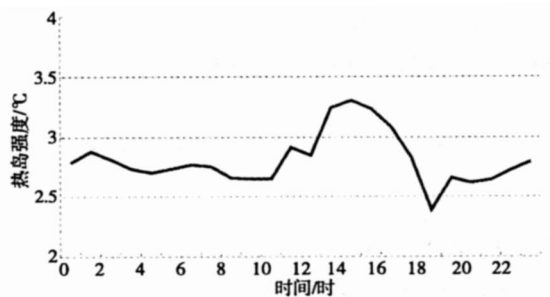


图 7 冬半年平均最大热岛强度日变化图

Fig. 7 Daily variation of the maximum heat island intensity averaged in winter half year

比较两个最大热岛强度日变化结果发现,降水天数 ≥ 10 d的月份平均热岛强度变化幅度小于全年平均,波动性也较小。说明不稳定的天气对于热岛发展是不利的,在降水量较大的月份,即使是无降水日,也仍处于较不稳定的天气状况中,热岛发展比较没有规律性,波动也很大,探讨变化趋势的时候误差也较大。

### 3 结论与讨论

以上分析表明,深圳市热岛出现的时间空间特征主要有:

(1) 2004年全年热岛强度空间分布显示深圳热岛呈现多中心分布,出现频率高的热岛中心可划分为4个区域,常同时出现2个或3个热岛中心的状况。深圳全年逐月各时段的热岛强度都比较大,平均值达 $2.6^{\circ}\text{C}$ 。说明其热岛效应明显,城市热岛对于深圳城市气候有很重要的影响。

(2) 2004年全年热岛强度出现最大的月份是5月,出现的时段是13–18点,即高温平稳期,最大热岛强度达 $4.5^{\circ}\text{C}$ 。最小热岛强度出现在7月的9–12点时段,为 $1.8^{\circ}\text{C}$ 。总结全年各月各时段的热岛强度,4–6月和8月的热岛强度都较其它月份大,尤其是9–12点和13–18点两个时段。

(3) 分析全年平均各时段热岛强度值发现,13–18点平均热岛强度为全天最高值,达 $3.0^{\circ}\text{C}$ ,与全天气温最高值出现时间段相符,说明热岛强度与温度呈一定的正比关系。

(4) 从季节划分上来看,0–8点和19–23点两个时段都是秋季和冬季的热岛强度大于春夏两季,而9–12点和13–18点两个时段恰好相反,春夏季的热岛强度高于秋冬季。从一天的气温划分上,9–12点和13–18点两个时段属于高温时段,而另外两个时段温度偏低。说明,春夏季在日间的热岛强度较大,而秋冬季在夜间时段的热岛强度较大。

这些规律的出现与深圳市的人口、产业分布以及建成区面积有很大的联系<sup>[7]</sup>,热岛分布与演变与城市化规模的关系,将是进一步讨论的目标。

### 参考文献:

- [1] 周淑贞,束炯. 城市气候学[M]. 北京: 气象出版社, 1994
- [2] Zsolt B A, Andrea K S, Andor S et al. The relationship between built-up areas and the spatial development of the mean maximum urban heat island in debrecen, hungary[J]. international journal of climatology, 2005, 25: 405–418
- [3] 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
- [4] 田武文,黄祖英,胡春娟. 西安市气候变暖与城市热岛效应问题研究[J]. 应用气象学报, 2006, 17(4): 438–443.
- [5] 那济海,郝立生. 哈尔滨等几个城市气候变化的对比分析[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(4): 48–52
- [6] 钟保磷. 深圳的城市热岛效应[J]. 气象, 1996, 05: 23–24.
- [7] 张小飞,王仰麟,吴健生,等. 城市地域地表温度-植被覆盖定量关系分析——以深圳市为例[J]. 地理研究, 2006, 25(3): 369–378.