

# 北京城市热岛的几种类型

张景哲 刘继韩 周一星

王永昌

(北京大学地理系)

(北京教育学院)

## 一

城市热岛是在城市下垫面和天气状况两组因子共同作用下的产物。在这两组因子中,城市下垫面虽然相对比较稳定,然而下垫面在热岛形成中所起的作用随着不同时段天气状况的变化还有所不同。所以由于天气状况的不断变化,不仅热岛的强度不同,其平面结构也不断发生变化,对此早已有人论及<sup>[1]</sup>。但是,尽管过去有关热岛强度变化的文献为数甚多,而有关热岛平面结构变化的研究却寥寥无几。这主要是因为研究热岛平面结构的变化,不仅需要在不同时段各种天气状况下的观测资料,同时也需要在城区内外布有相当数量的观测点。而过去几乎所有对热岛的研究,不是仅利用市内几个(有时甚至一个)气象台站和郊区台站的长期观测资料来作分析,就是只利用较多观测点很少几次(有时甚至一次,而且大都是在最有利于热岛形成的天气条件下进行的)的观测资料作分析。前者可以对热岛强度的变化进行详细的分析,但却无法绘出反映热岛平面结构的等温线图。在郊区台站与市内一个台站之间用内插法所绘出的等温线图都是一个模式——以市内测点为中心的同心圆状等温线图<sup>[2]</sup>,这很难反映出实际的热岛平面结构,更不用说热岛平面结构的变化了。后者利用在大量观测点上一两次测得的资料所绘出的等温线图,可以较准确地反映出当时热岛的平面结构,但却无法反映出不同时段各种天气状况下热岛平面结构的变化情况<sup>[3]</sup>。本文的主要目的就是利用我们在1981年1、4、7、10月(分别代表冬、春、夏、秋四季)四个月内,在北京市内及郊区所选定的110多个观测点上,进行64次观测的资料,对北京城市热岛平面结构的变化作一初步分析。

## 二

我们在北京城内和近郊区所选的110多个气温观测点中,50多个是定点观测点,其中大部分布在建成区内,特别是旧城区内(图1)。定点观测点完全由自愿参加的中学地理教师进行,事先对参加观测的人员特别讲了观测应注意事项。其余的观测点分布在通过预查所选的三条流动观测路线上,每条路线上约有20个测点。考虑到定点观测点在建成区外太少,所以流动路线测点约有三分之二分布在建成区外(图1)。路线观测由作者亲自进行。

在四个月内共进行了64次观测。观测时间白天统一为14:00,夜间为21:00(一月)、22:00(四、十月)或23:00(七月)。夜间观测的时间之所以因季节而不同,是因为不同季

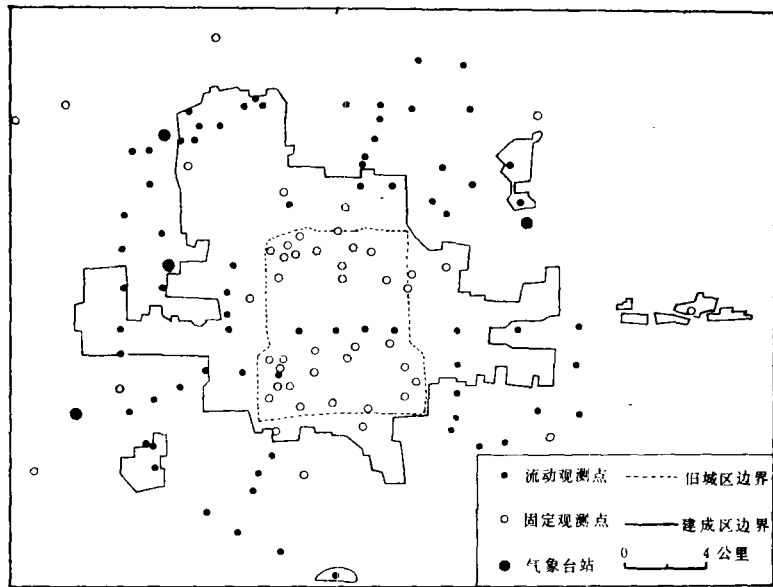


图1 北京市气温观测点位置图

Fig. 1 Distribution of observation sites in Beijing

- (·) Mobile traverse observation site
- Stationary observation site
- Meteorological station
- ..... Boundary of the old city
- Boundary of the built-up areas

节日落的时间不同,为了便于对比,所以将观测时间一律定在日落后四个小时左右。路线观测采用国外久已普遍采用的汽车双程观测法<sup>[4]</sup>。三条路线的长度大体相等,同时进行,一般都能在两小时内跑完双程,并都能在规定的观测时间前后5分钟内到达全程终点,开始回程观测。

定点观测用的是刻度为 $0.5^{\circ}\text{C}$ 的棒状水银温度表(配置简单的防辐射装置),这种温度表的读数与百叶箱内的读数比较,春、夏、秋三季14:00时一般偏高( $0.3\text{—}0.4^{\circ}\text{C}$ ),21:00、22:00和23:00时一般略低,冬季偏差很小。路线观测用的是半导体温度表,刻度也是 $0.5^{\circ}\text{C}$ 。感温元件放在一个直径为6厘米、长度为14厘米、外壳镀铬、内壁涂黑、两头开口的筒状防辐射罩内。观测时将感温元件固定在车身外侧,离地面1.5米,罩筒与汽车进行方向平行,气流可自罩筒内通过,所测得的温度一般14:00时比百叶箱内读数略高,夜间略低。

此外,还采用了观测时段内北京郊区几个气象台站的数据作参考,观测时的天气状况皆以北京市观象台的观测记录为依据。

### 三

根据对64次观测结果所作的分析,可以看出:(1)北京城市热岛平面结构的变化相当复杂,可以说没有两个时段是完全相同的;(2)但是这种变化又是有一定规律可循的(即热

岛平面结构图式的变化与热岛强度有密切的关系),而且可以归纳为几个类型。大家都知道,热岛强度在很大程度上取决于天气状况;而且还知道,在表示天气状况的气象要素中,对热岛强度影响最明显的是风速和云量,风速愈大热岛强度愈小,云量愈少热岛强度愈大。我们以此为依据,用云量、风速和热岛强度为指标<sup>1)</sup>,试图对各观测时段所显示出来的热岛平面结构进行分类,共得出了四个类型:(1)晴夜无风-软风强热岛型,(2)晴天轻风中热岛型,(3)晴天微风-和风弱热岛型,(4)阴天弱热岛型。

分类的结果是:属于第一类的占 10%,属于第二类的占 22%,属于第三类的占 21%,属于第四类的占 27%,共占样本总数的 80%。必须指出的是,这些百分比只能表明不同类型在 1981 年 64 次观测结果中所占的比重,不能看作四种类型在北京可能出现的频率,因为样本总数太少,有很大的局限性。其余 20% 的样本不属上述四个类型的任何一个,因为它们之间互相近似的为数都很少,尚不足以构成另一种类型。这可能是由于个别测点在某一时段的观测误差和样本总数还不够大所造成的。例如 4 月 12 日 14 时风速达  $5\text{ms}^{-1}$ ,天空无云,测得的热岛强度却高达  $6^{\circ}\text{C}$ ,出现了近似同心圆的热岛高峰平面结构图式。这显然是观测误差所造成的。因为白天在这种天气条件下不可能出现  $\Delta T = 6^{\circ}\text{C}$  的强热岛。又如 14 时无风无云的天气状况在 64 次观测中只出现过一次,因而需要更多的观测,在有较多的样本时才能对这种情况作出比较合适的处理。

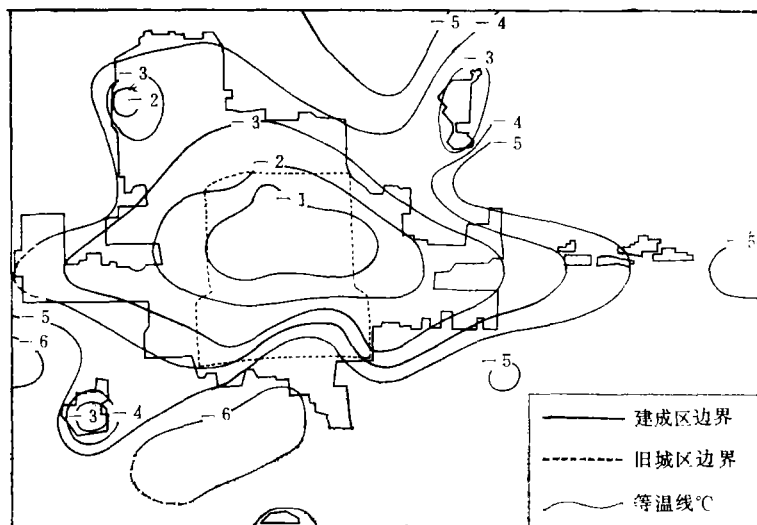


图 2 1981 年 1 月 30 日 21 时等温线图

Fig. 2 Temperature in Beijing at 21:00 on 30 January, 1981

(—— Boundary of the built-up areas  
---- Boundary of the old city  
~ Isotherm in  $^{\circ}\text{C}$ )

1) 风速和云量采用北京市观象台的资料。如何划分热岛强度才合理,是一个尚待专门研究的课题;我们是根据 1981 年观测所得的热岛强度最大值和最小值为上限和下限,大体上平分为三个等级: $\Delta T < 3^{\circ}\text{C}$  为弱热岛,  $\Delta T > 5^{\circ}\text{C}$  为强热岛,介于二者之间者为中热岛。风速以  $8\text{ms}^{-1}$  为上限,一来因为不论在什么情况下,风速  $> 8\text{ms}^{-1}$  时,热岛即消失,二来因为在我们 1981 年的观测中没有出现过  $> 8\text{ms}^{-1}$  的大风。

下面对四个类型分别举例加以简要的说明。

**1. 晴夜无风-软风强热岛型** 北京市沿长安街东西延伸很长,中心旧城区(包括东城、西城、崇文和宣武四个区)为南北稍长的长方形,整个建成区近于纺锤形。北京市城市结构是长安街东端有热电、化工、焦化等工业,西端有冶炼、热电等工业,中段的崇文和宣武区夹杂有大量的中小型工厂。旧城区人口集中(1977年人口密度为24 400人/平方公里,崇文区高达90 000人/平方公里),建筑密度大(1977年为5 000—6 000平方米/公顷,大栅栏高达7 090平方米/公顷),车流量也大,为北京市商业和高密度居住中心,人为热释放大<sup>[9]</sup>。在晴朗无风或软风的夜间,特别是冬夜,形成热岛的各种因素互相衬托,热岛表现最为明显,热岛强度也最大,等温线密集,形成了大体以建成区边缘为轮廓,以旧城区中心为高峰,而且在建成区边缘出现小峰的热岛结构。根据观测资料,凡晴朗无风或软风的夜间(尤其是冬夜),热岛平面结构多以这种形式出现。1981年1月30日21时(晴、无风)的热岛平面结构就是这一类型的比较典型的例子(图2)。

**2. 晴天轻风中热岛型** 如果风速略有增大(约 $2-3\text{ms}^{-1}$ ),则建成区的边缘,特别是东西两端伸入郊区而南北宽度不大的部分的热量容易与郊区交换,热岛轮廓大体上变成圆形。由于风速增大,城市上空的湍流加强,部分热量被气流带走,热岛强度变小,从而等温线的密度也比强热岛型要小些;建成区边缘的小高峰不太明显,甚至消失,而且热岛中心一分为二。如1981年10月29日22时(晴、风速 $2\text{ms}^{-1}$ )的热岛即属于这种结构(图3)。

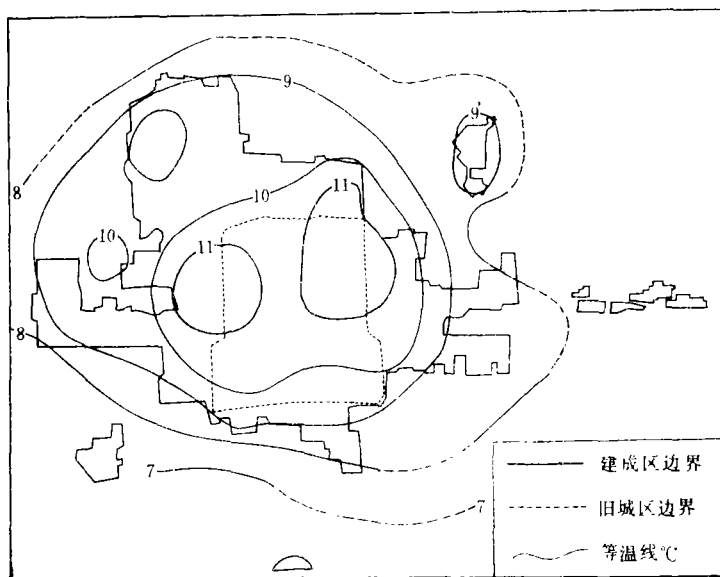


图3 1981年10月29日22时等温线图

Fig. 3 Temperature in Beijing at 22:00 on 29 October, 1981 (See fig.2)

**3. 晴天微风-和风弱热岛型** 晴天风速 $>3\text{ms}^{-1}$ 时,热岛强度大为减弱。建成区内只在人为热释放量多的工厂、人口稠密和高建筑密度的局部地区形成一个个高温中心,从而形成等温线稀疏的多中心形热岛结构。1981年7月22日14时(晴,风速 $3\text{ms}^{-1}$ )的热岛(图4)属这种结构。由图看出,宣武、崇文、东城和西城区的第二热电厂、钢厂、商业中心

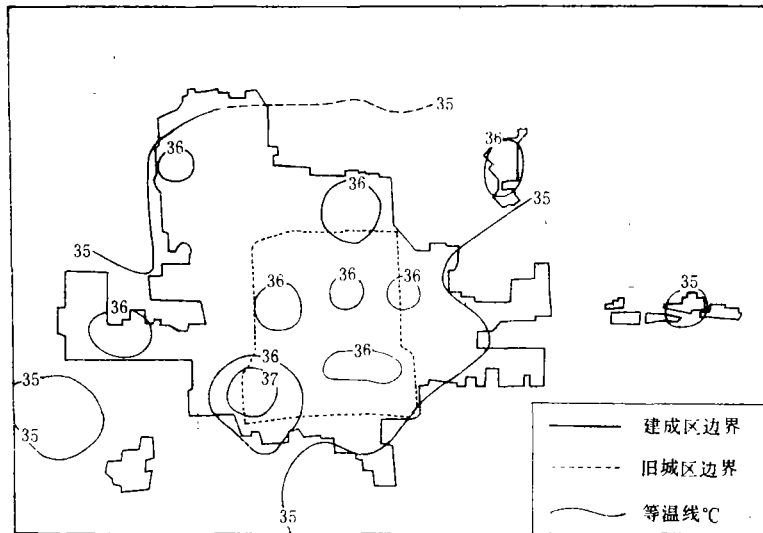


图4 1981年7月22日14时等温线图

Fig. 4 Temperature in Beijing at 14:00 on 22 July, 1981 (See fig.2)

等出现一个个小闭合中心。当风速更大时,如1981年10月30日14时(晴,风速 $6\text{ ms}^{-1}$ ) (图略)城郊上空的气流输送和湍流交换大为加强,热岛强度更弱,只是在一些局部大热源或高建筑密度地区温度稍高。

**4. 阴天弱热岛型** 阴天城郊温差小,此时热岛虽然可以辨认,但强度也不大。1981年1月23日21时,阴天,白天有小雪,风速 $2\text{ ms}^{-1}$ ,热岛中心沿长安街高建筑密度和人口集中区东西延伸,而且热岛的外缘与建成区边缘的一致性很不明显。

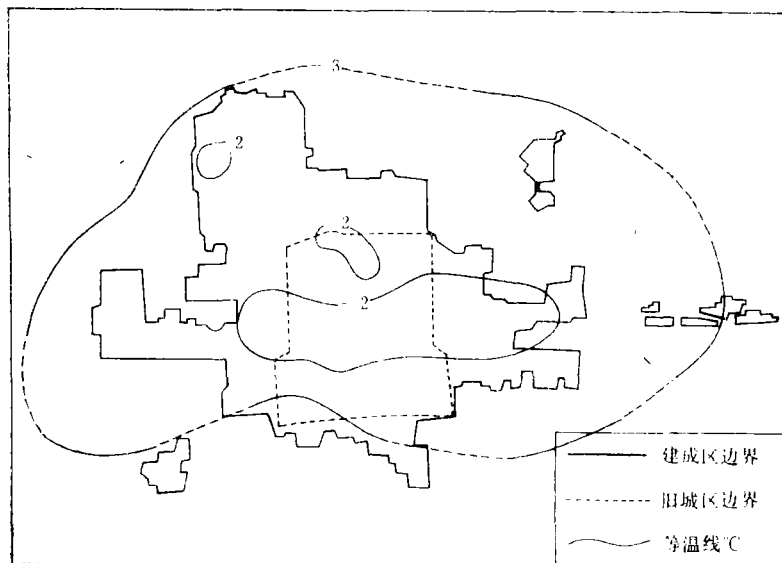


图5 1981年1月23日21时等温线图

Fig. 5 Temperature in Beijing at 21:00 on 23 January, 1981 (See fig.2)

## 四

自上面对北京热岛平面结构四个类型的结构图式的分析, 可以看出热岛的平面结构与受天气条件控制的热岛的强度有着密切的关系。下面再自两个方面阐明一下天气条件对热岛结构图式所产生的影响。

1. 在有利于形成热岛的天气条件下, 当风力稍大时, 如果城市近地气层中的暖空气还不至被湍流绞起而迅速散失, 只是有规则地向下风侧飘移一段距离, 即出现一般所谓的热岛飘移现象。例如 1981 年 1 月 28 日 21 时, 晴, SSW 风, 风速  $2.7\text{ms}^{-1}$ , 热岛明显往东北方向飘移,  $-3^{\circ}\text{C}$  等温线在上风侧穿越建成区南部, 而在东北面下风侧却在建成区外 4 公里

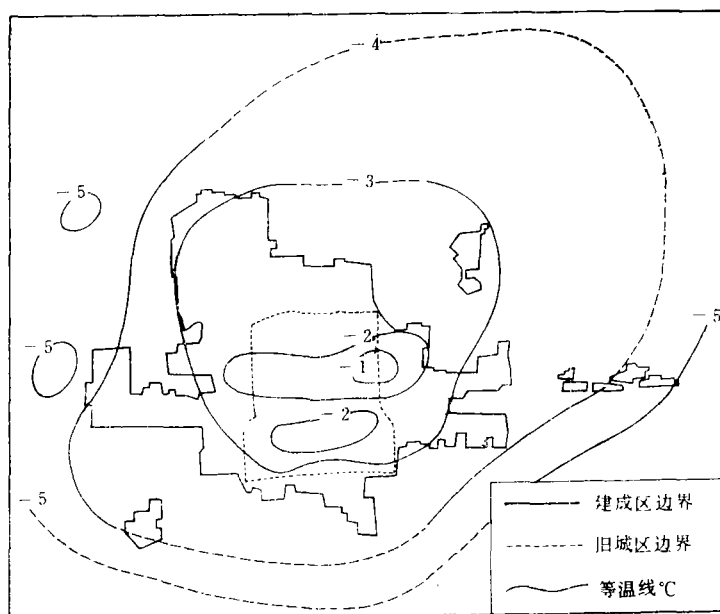


图 6 1981 年 1 月 28 日 21 时等温线图

Fig. 6 Temperature in Beijing at 21:00 on 28 January, 1981 (See fig. 2)

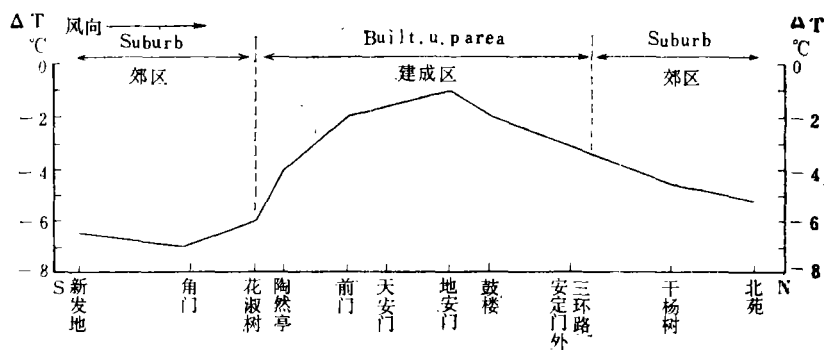


图 7 1981 年 1 月 30 日 21 时热岛剖面图

Fig. 7 Profile of the heat island in Beijing at 21:00 on 30 January, 1981  
(→ Wind direction)

处穿过,  $-4^{\circ}\text{C}$ 等温线在城南建成区外 2—3 公里处, 而城东北却离建成区 10 公里, 最远达 15 公里(图 6)。与“热岛飘移”同时出现的还有热岛向风侧温度梯度增大, 背风侧温度梯度小的明显不对称现象。这种不对称结构在强热岛型中比较突出。1981 年 1 月 30 日 21 时即是一个不对称强热岛的典型(图 7)。

2. 北京近郊的小城镇有海淀、丰台、南苑、酒仙桥等, 它们离市中心都在 10 公里以上, 各有自己的工业、建筑和人口集中区, 时常形成各自的小热岛, 这些小热岛有时也是北京热岛结构的一个组成部分, 即当天气条件有利于热岛形成, 北京城区热岛的范围和强度大时, 这些小城镇的小热岛即和城区的热岛连为一个整体, 成为热岛边缘的小高峰(图 2、3)。当天气条件不利于热岛形成时, 北京城区热岛强度小, 则这些小城镇的热岛即各自成为孤立的小热岛或消失(图 4、5)。

## 五

根据上面对北京 1981 年四个季度 64 次的观测资料分析, 我们只能说对北京城市热岛的平面结构的变化有一个初步的了解。城市热岛结构变化的原因在城市下垫面结构和天气条件两组因素交织作用下是非常复杂的, 对于一个城市来说, 究竟在什么情况下, 哪些因素起主导作用, 还是一个尚待深入探索的问题。因此进行多点(几十个以上的观测点)长时期(数年以上)连续观测是十分必要的。再者热岛结构与城市下垫面的关系至今研究的也很少。1982 年开始我们初步研究了北京市气温与下垫面结构的关系<sup>1)</sup>, 今后有必要把城市热岛与下垫面结构及天气状况的关系结合在一起研究, 才能全面深入地了解城市热岛形成的机制及其平面结构的变化。

## 参 考 文 献

- [1] T. J. Chandler, *WMO Technical Note*, No. 149, 1976.
- [2] 周明煜等, 环境科学, No. 5, 12—18, 1980.
- [3] 周淑贞等, 地理学报, 37(4), 372—382, 1982.
- [4] T. J. Chandler, *Geographical Journal*, 128, 279—302, 1962.
- [5] 张景哲等, 气象科技, No. 2, 32—35, 1982.

## SOME PATTERNS OF THE HEAT ISLAND IN BEIJING

Zhang Jing-zhe (Ching C. Chang) Liu Ji-han Zhou Yi-xing

(Dept. of Geography, Peking University)

Wang Yong-chang

(Beijing Educational Institute)

## Abstract

It is generally accepted that urban heat-islands will constantly change their form

1) 张景哲等, 北京气温与下垫面结构关系的分析, 刊于《城市气候和城市规划论文集》(即将出版), 科学出版社。

as well as their intensity as the result of change in the background weather conditions. Although variations in heat-island intensity have been well documented, studies concerning variations in heat-island form are few. This is mainly due to the fact that most of the heat-island studies in the past were illustrated with only one detailed isotherm map based on one temperature survey, usually at times when heat-islands are strongest, to depict the spatial structure of the heat-island concerned.

In this paper, the spatial structure of the heat-island in Beijing has been investigated through more than 60 temperature surveys conducted in January, April, July and October, 1981. Temperature data for 14:00 and 21:00 or 22:00, 23:00 were obtained by both stationary observations and mobile traverse observations on pre-determined sites within and around the built-up areas. Data from a few meteorological stations in the suburbs were also used. Results show that the spatial structure of the heat-island in Beijing varies greatly at different times and the patterns of isotherms of the heat islands observed were all different from one another. However, it is found out that the variations of the spatial structure of heat island are closely related to the intensity of heat island, and a few broad types of heat island spatial structure patterns can be recognized:

1. Calm-light air clear night type: As shown in Fig. 2, the pattern of isotherms roughly coincides with the urban morphology with highest temperature in the heart of the old city. Although the concentric pattern of the isotherms can be detected, there are some outstanding peaks on the fringe of the heat island. This type takes place in the calm-light air clear night, especially in winter when heat island reaches its maximum intensity.

2. Light breeze clear sky type: As shown in Fig. 3, the pattern of isotherms is quite different from that in Fig. 2. The intensity of the heat island decreases due to light wind (about  $2-3 \text{ ms}^{-1}$ ) and some of the outliers of the built-up areas are excluded from the heat island. The breaking up of the heat island peak in the old city into two is a remarkable feature of this type.

3. Gentle-moderate breeze clear sky type: As shown in Fig. 4, the pattern of isotherms is drastically different from those in Fig. 2 and Fig. 3. Whenever wind speed reaches  $3 \text{ ms}^{-1}$  or even higher, the urban temperature is only slightly higher than the rural temperature, and within the urban heat island there are many small peaks near the anthropogenic heat sources.

4. Cloudy type: Whenever the sky is overcast, the heat island is very weak. The pattern of the isotherms, as shown in Fig. 5 is different from that in Fig. 4, which is also a pattern of weak heat island but due to windy weather. The outstanding feature of this type is the lack of correspondence between the pattern of isotherms and the urban morphology.