

# 石嘴山市惠农区中心城区2018~2020年城市热岛效应分析

董国庆<sup>1,2\*</sup>, 王桂芳<sup>1,3#</sup>

<sup>1</sup>中国气象局旱区特色农业气象灾害监测预警与风险管理重点实验室/宁夏气象防灾减灾重点实验室, 宁夏银川

<sup>2</sup>宁夏回族自治区惠农区气象局, 宁夏 石嘴山

<sup>3</sup>固原市气象局, 宁夏 固原

收稿日期: 2021年10月18日; 录用日期: 2021年11月17日; 发布日期: 2021年11月24日

## 摘要

根据惠农城区站(53519站)和周边区域站(Y1729站和Y1707站)气温观测资料, 对石嘴山市惠农区2018~2020年中心城区热岛效应进行了评估分析。结果表明: 根据热岛效应强度标准, 2018~2020年石嘴山市惠农区中心城区平均热岛效应强度为1.1℃。

## 关键词

热岛效应, 气温, 城区

# Analysis of Urban Heat Island Effect in Central Huinong District of Shizuishan City from 2018 to 2020

Guoqing Dong<sup>1,2\*</sup>, Guifang Wang<sup>1,3#</sup>

<sup>1</sup>Key Laboratory for Meteorological Disaster Monitoring and Early Warning and Risk Management of Characteristic Agriculture in Arid Regions, CMA/Ningxia Key Lab for Meteorological Disaster Prevention and Reduction, Yinchuan Ningxia

<sup>2</sup>Huinong Meteorological Bureau, Shizuishan Ningxia

<sup>3</sup>Guyuan Meteorological Bureau, Guyuan Ningxia

Received: Oct. 18<sup>th</sup>, 2021; accepted: Nov. 17<sup>th</sup>, 2021; published: Nov. 24<sup>th</sup>, 2021

\*第一作者。

#通讯作者。

## Abstract

Based on the observed temperature data from Urban (53519 station) and Peripheral areas (Y1729 station and Y1707 station), the heat island effect in the central urban area of Huinong District, Shizuishan City from 2018 to 2020 was evaluated and analyzed. The results showed that, according to the standard of heat island effect intensity, the average heat island effect intensity of Huinong District, Shizuishan City was  $1.1^{\circ}\text{C}$  from 2018 to 2020.

## Keywords

Heat Island Effect, Temperature, Urban Area

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

城市热岛效应[1]是热量在城市空间范围内聚集,造成中心城区气温比周边区域气温明显偏高,形成类似高温孤岛的现象,是城市气候特征的最主要表现。城市热岛效应是因为城市化进程加快导致城市下垫面改变,大量人为热源和局地大气环流条件造成中心城区气温高于周围自然环境气温的现象,它是城市热环境状况的反映[2]。城市热岛的形成主要是因为人类活动导致,一方面现代化大城市中人们日常生活发出热量;另一方面,城市中建筑群密集,沥青和水泥路面比周边区域的土壤、植被比热容小,吸收的热量更多,且反射率小,吸收率大,导致城市白天吸收储存太阳辐射能量比郊区多,气温高于郊区;夜晚城市降温比郊区缓慢,气温仍然高于郊区。热岛效应是温差概念的反映,只要中心城区与周边郊区存在明显的温差,就说明存在热岛效应。自从 Luke Howard 就伦敦市区气温高于周边区域农村气温的现象提出“城市热岛”[3]概念以后,城市的热岛问题一直备受人们关注。城市热岛以城市中心为热岛中心,有一股较强的上升暖气流,而郊区上空相对冷的空气下沉形成冷气流,如此便形成了城郊环流,空气中的各种污染物在这种局地环流的作用下,聚集在城市上空,如果没有强冷空气侵入,城市空气污染将加重,破坏人类生存环境,导致人类发生各种疾病,甚至造成死亡。一般来说,城市越大,热岛效应越强,北京为  $0.7^{\circ}\text{C}\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ ,上海为  $0.5^{\circ}\text{C}\sim 1.4^{\circ}\text{C}$ ,洛杉矶为  $0.5^{\circ}\text{C}\sim 1.5^{\circ}\text{C}$  [4]。热岛效应的出现加剧了城市高温天气和高温灾害出现的频率[5],因此,开展城市热岛效应的研究,既有利于了解城市热量平衡和大气边界层现象,又有利于城市的环境保护规划、能源利用和建筑设计,对改善城市生态环境以及园林城市建设都具有重要意义。

国内关于大城市热岛效应的研究[6]-[12]较多,同样,中小城市热岛效应带来的影响也不容忽视。石嘴山市惠农区位于宁夏最北端,东临黄河,西靠贺兰山,地理位置在东经  $106.70^{\circ}\sim 106.80^{\circ}$ 、北纬  $39.20^{\circ}\sim 39.30^{\circ}$ 之间,属于中温带大陆性气候。惠农区 2004 年经国务院批准,撤销原惠农县、石嘴山区合并成立市辖区,现辖 6 个街道、3 乡(燕子墩、礼和、庙台)、3 镇(红果子、尾闸、园艺),区域面积为 1254 平方公里,总人口约 17 万(2018 年),城市化率达 83%。城市化发展较快,城市热岛效应逐渐成为一个中小城市的生态环境问题。惠农区耕种土地面积 88.87 万亩,在册耕地 11.6 万亩,实种耕地 26 万亩。森林面积为 18.2 万亩,森林覆盖率达 16.2%,其中城市建成区绿化覆盖率达 24.6%,人均公共绿地 4.94 平方

米。主城区面积由县区合并之初的 4.96 平方公里拓展为现在的 20 平方公里。城区面积不断扩大, 高温区面积也随着城市的扩展在不断扩大, 城市热岛强度相应地随着时间不断加强。

对石嘴山市惠农区中心城区城市热岛效应强度进行评估, 使用惠农国家基本气象站(站号 53519)和区域自动站气温资料, 包括尾闸镇和平村(站号 Y1729)、燕子墩乡路家营子村(站号 Y1707) 2018~2020 年 6~8 月气温资料。

## 2. 资料来源

中心城区气温采用惠农气象站气温观测资料, 惠农站为国家基本气象站(站号 53519), 位于石嘴山市惠农区园艺镇(106°46'E, 39°12'N, 海拔高度 1092.2 m), 可以代表惠农区气候特点。周边区域在郊区和农村各选取 1 个区域自动站, 郊区使用尾闸镇和平村(站号 Y1729)区域自动站气温资料, 农村使用燕子墩乡路家营子村(站号 Y1707)区域自动站气温资料。

## 3. 热岛效应分析

### 3.1. 气温统计分析

城市热岛是一种城市公害, 原则上一年四季都有可能出现, 但是在中纬度地区, 影响居民生活和消费的主要是夏季高温天气下的热岛效应, 它使原来就比较高的气温又有所提高。因此选用石嘴山市惠农区中心城区及周边区域(郊区、农村)共 3 个气象站 2018~2020 年 6~8 月月平均气温进行统计分析, 6~8 月各月平均气温值见图 1。

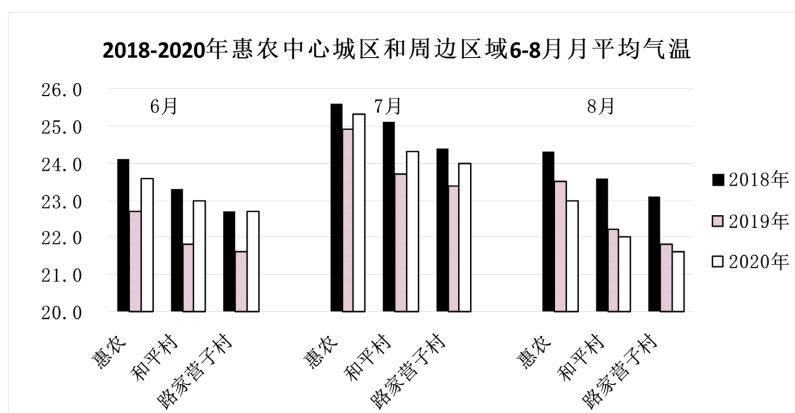


Figure 1. June~August monthly mean temperature in central urban area and surrounding areas of Huinong District from 2018 to 2020

图 1. 2018~2020 年惠农中心城区和周边区域 6~8 月月平均气温

由图 1 可见, 2018~2020 年惠农区中心城区月平均气温 6~8 月均高于周边区域(郊区、农村), 其中 7 月最高。

### 3.2. 热岛效应评估

城市热岛效应是指温度较高的城区被温度较低的周边区域(郊区、农村)所包围或部分包围, 导致热量在城市空间范围内集聚的现象。城市热岛强度用城市站和周边区域气温的差值(即城郊气温差法) [13]来确定, 如果城市站或郊区站有多个, 则取平均值。文中采用城市热岛强度  $\Delta T_{UHI}$  表示城市热岛效应, 其公式 [14]如下:

$$\Delta T_{UHI} = T_u - T_r \quad (1)$$

其中,  $\Delta T_{UHI}$  为城市热岛强度,  $T_u$  为中心城区平均气温,  $T_r$  为周边区域(郊区、农村)平均气温。  $\Delta T_{UHI}$  越大反映城市热岛效应越强, 越小则越弱。

根据公式(1),

其中

$$T_r = \overline{T_{r1} + T_{r2}} \quad (2)$$

$T_{r1}$  为和平村(站号 Y1729) 6~8 月平均气温,  $T_{r2}$  为路家营子村(站号 Y1707) 6~8 月平均气温, 计算结果得出: 惠农区中心城区 2018 年、2019 年、2020 年 6~8 月城市热岛强度分别为 1.0℃、1.2℃、1.0℃ (表 1), 惠农区近 3 年 6~8 月平均城市热岛强度为 1.1℃。

**Table 1.** Huinong urban heat island intensity from June to August in 2018~2020 (unit: °C)

**表 1.** 惠农区 2018~2020 年 6~8 月城市热岛强度(单位: °C)

站点\年	2018 年 6~8 月平均气温	2019 年 6~8 月平均气温	2020 年 6~8 月平均气温
惠农	24.7	23.7	24.0
和平村	24.0	22.6	23.1
路家营子村	23.4	22.3	22.8
周边区域平均	23.7	22.5	23.0
城市热岛强度	1.0	1.2	1.0

### 3.3. 城市热岛效应分析

由表 1 可知, 惠农区中心城区 6~8 月平均气温 2018 年最高, 为 24.7℃, 2019 年最低, 为 23.7℃。城市热岛强度 2019 年最强, 达 1.2℃, 高于 2018 年和 2020 年。

根据热岛效应强度标准, 2018~2020 年石嘴山市惠农区中心城区平均城市热岛强度为 1.1℃。

## 4. 热岛效应影响因子分析

导致城市热岛效应的外部因素是天气、气候等气象条件, 但造成热岛形成的内因是城市化。城市热岛的形成主要与下列因子有关:

### 4.1. 城市下垫面性质

城市里有大面积的人工建筑物, 如柏油路面、各种建筑墙面、混凝土, 导致下垫面的热力属性发生改变, 反射率变小, 热量传导变快。这些大面积的人工建筑物比热容小、吸收热量快, 接收同等条件的太阳辐射, 它们比植被、水面等自然下垫面升温更快, 吸收的热量多, 但蒸发耗热少, 散失热量比较慢, 因此造成其表面温度明显比自然下垫面偏高。

### 4.2. 城市自然覆被减少

城市化进程加快, 城市人口数量急剧增加, 城区建筑物、广场以及道路等不断增多, 但由于城区空间有限, 所以植被、湿地、水体等自然覆被相应减少, 造成缓解热岛效应的能力被大幅度削弱。

### 4.3. 人为产生的热源

工业生产、道路交通运输和居民生活等方方面面都需要燃烧各种各样的燃料, 每时每刻都在向空气

中排放着大量的热量。随着城市经济快速发展, 城市人口数量增加, 生产与交通迅速集中, 生产生活消耗大量能源, 同时也会增加废热的排放量, 造成城区里额外热量大幅度上升, 并且很难短时间处理。

#### 4.4. 城市空气污染加重

城区空气由于受到工业制造、机动车以及居民生活等因素影响, 其中有毒气体迅速增多, 例如二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物等, 随着有毒气体浓度的不断升高, 总悬浮颗粒物逐渐密集, 从而产生霾和温室气体。研究发现, 总悬浮颗粒物与温室气体均是导致城市热岛效应的主要因素。这两种物质会大量吸收下垫面的热辐射, 产生温室效应, 使大气温度升高。温室气体主要有二氧化碳、氧化亚氮、甲烷、六氟化硫、氢氟碳化物等, 诸多温室气体同时存在造成城市热岛效应加剧。

### 5. 热岛效应的应对措施

依据上述城市热岛效应强度的评估结果和城市热岛效应成因分析, 建议可以采取以下这些方法减弱和抑制城市热岛效应的强度。

#### 5.1. 增加城市绿地、水体、湿地等自然覆被

绿地和水体是缓解城市热岛效应的最有效措施, 在城市中降低建筑用地面积, 增加绿地、水体、湿地和植被等自然覆被面积。有研究表明, 在植被指数增加 0.1 的同时减少 0.1 的建筑用地指数, 其综合降温可达 1.63℃ [15]。植物进行光合作用可以吸收二氧化碳, 减弱温室效应, 植物还能滞留空气中漂浮的粉尘, 间接抑制大气升温。

#### 5.2. 科学合理进行城市规划

城市空间的持续扩大是形成热岛的重要因素, 人口集中区也是能量高消耗区与建筑物高密度区, 必然导致较高的气温。有研究表明, 有十万人的城市热岛效应可达 0.32, 人口数量达到百万的大城市, 热岛效应可达 0.91℃ [16]。因此, 对城市规模、人口数量、建筑物高度和密度进行科学合理规划 and 严格控制, 增大空气的流动空间, 可以缓解城市热岛效应。

#### 5.3. 控制大气污染和人为热量的排放

大气污染问题是城市发展面对的重大环境问题, 已经引起国家和人们的高度重视。许多国家已经制定了严格的相关质量标准, 对污染物浓度进行动态监控, 并根据监控结果采取相应的有效措施, 比如减少碳排放、关闭高耗能企业、限制市区机动车上路的数量、限制生产生活燃煤量等, 采取各项节能减排措施进行大气污染防治, 抑制大气升温, 做好热岛的防治和治理工作, 营造一个健康、安全的生态文明城市。

### 6. 小结

本文通过选择中心城区和周边区域(郊区、农村)的代表站点, 使用惠农国家基本气象站和尾闸镇和平村、燕子墩乡路家营子村区域自动站 6~8 月平均气温, 计算城市热岛强度, 对石嘴山市惠农区 2018~2020 年中心城区热岛效应进行了评估分析, 并分析了导致城市热岛效应的因素, 提出了缓解热岛效应的应对措施。

- 1) 2018~2020 年 6~8 月, 惠农区中心城区气温均高于周边区域, 其中 7 月气温最高, 8 月、6 月次之。
- 2) 石嘴山市惠农区中心城区 2018~2020 年夏季及 6~8 月每月均存在热岛效应, 城市热岛强度 2019 年最强, 达 1.2℃, 高于 2018 年和 2020 年; 近 3 年平均城市热岛强度为 1.1℃。
- 3) 城市热岛效应与人为热源、空气污染, 特别是下垫面性质、自然覆被密切相关。

## 参考文献

- [1] 翟盘茂, 刘静. 气候变暖背景下的极端天气气候事件与防灾减灾[J]. 中国工程科学, 2012, 14(9): 55-63, 84.
- [2] 肖荣波, 欧阳志云, 李伟峰, 等. 城市热岛的生态环境效应[J]. 生态学报, 2005, 25(8): 2055-2060.
- [3] Howard, L. (2012) *The Climate of London, Deduced from Meteorological Observations*. Cambridge University Press.
- [4] 索慧. 乌兰察布市中心城区 2018 年城市热岛效应分析[J]. 现代农业, 2019(11): 97-98.
- [5] Lee, J., Li, S. and Lund, R. (2014) Trends in Extreme U.S. Temperatures. *Journal of Climate*, **27**, 4209-4225. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-13-00283.1>
- [6] 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.
- [7] 丘新法, 顾丽华, 曾燕, 等. 南京城市热岛效应研究[J]. 气候与环境研究, 2008, 13(6): 807-814.
- [8] 庞晶, 刘火胜, 袁凯, 等. 武汉市城市热岛气象等级标准研究[J]. 气候变化研究快报, 2018, 7(4): 252-257.
- [9] 尚建设, 李本亮, 孙小丽, 等. 济南市夏季城市热岛效应特征分析[J]. 干旱气象, 2018, 36(1): 70-74.
- [10] 李红梅, 樊万珍. 西宁城市热岛效应分析[J]. 气象科学, 2019, 39(4): 562-568.
- [11] 次仁白玛, 尼玛云单, 拉巴. 拉萨市城市热岛效应分析研究[J]. 高原山地气象研究, 2014, 34(2): 52-56.
- [12] 陈业国, 农孟松. 2003-2006 年南宁市热岛强度变化特征[J]. 气候变化研究进展, 2009, 5(1): 35-38.
- [13] 但尚铭, 许辉熙, 叶强, 等. 我国城市热岛效应研究方法综述[J]. 四川环境, 2008, 27(4): 88-91.
- [14] 李丽光, 王宏博, 贾庆宇, 等. 辽宁省城市热岛强度特征及等级划分[J]. 应用生态学报, 2012, 23(5): 1345-1350.
- [15] 张好, 徐涵秋, 李乐, 等. 成都市热岛效应与城市空间发展关系分析[J]. 地球信息科学学报, 2014, 16(1): 70-78.
- [16] 丁路, 王勇. 浅述城市热岛效应的形成原因及其对策[J]. 制冷与空调(四川), 2013, 10(6): 607-610.