

基于 Landsat 8 卫星 OLI 影像的 滁州市城市热岛效应分析

金成武 陈真 方刚* 潘丽 郭文浩

(宿州学院, 安徽 宿州 234000)

摘要: 以 2013 年 8 月 11 日 Landsat 8 影像为数据源, 以 ENVI5.1 遥感软件为平台, 对安徽省滁州市城市热岛效应进行分析. 首先采用单窗算法对 Landsat 8 影像热红外波段进行热辐射亮度和地表亮度温度反演, 并对亮度温度进行归一化处理; 其次按等差级数将滁州市热岛效应分为强绿岛区、绿岛区、正常区、热岛区和强热岛区; 最后在此基础上对滁州市城市热岛效应时、空分布规律进行研究. 结果表明: (1) 滁州市市区地表温度明显高于郊区, 市中心温度最高, 城市热岛效应显著. (2) 研究区内强热岛区和热岛区主要分布在市区建成区, 占研究区面积的 5%; 强绿岛区和绿岛区主要分布在郊区和农村附近, 占研究区面积的 78%. (3) 研究成果可为滁州市城市建设和城市规划提供参考.

关键词: 城市热岛效应; 滁州市; Landsat 8; 遥感分析

论文编码: Doi: 10.3969/j.issn.1673-9329.2015.03.33

城市热岛效应(英文全称为“urban heat island effect”,简称“UHI Effect”)是指城市温度高于郊野温度的现象.城市热岛效应主要由于城市建成区大量水泥、沥青等下垫面导热率较高材料的使用造成,加之空气中污染物较多,这便会吸收较多的太阳能,使大量的人为热进入城市空间;另一方面又因建筑物密集,不利于热量扩散,形成高温中心,并由此向外围递减^[1].随着城市化进程的加快,城市热岛问题变得越来越严重^[2],尤其在夏季,已经严重影响城市居民的正常生活与健康^[3-4].城市热岛效应的研究越来越受到社会关注.城市热岛效应的研究对于探讨城市热岛的形成机制,以及城市预警和经济发展、城市规划和城市绿化建设都将具有重要的理论与现实指导意义^[4-5].随着遥感技术的不断发展,以及热红外波段影像的使用使得城市热岛效应研究越来越科学、精确、快速、实时^[6].

国内外许多学者对热岛效应进行了研究,并取

得大量研究成果.例如:在国外,Rao^[7]于1972年首次利用热红外遥感技术进行城市热岛效应研究;Peterson等研究了全球农村气温变化趋势;Lee和Fukuoka分别对韩国和日本进行城市热岛效应分析.在国内,许多学者对北京、上海、广州、天津、南京、武汉、厦门、青岛等一二线城市进行城市热岛效应研究^[8].而对于滁州、蚌埠、肇庆、北海、玉林等三四线城市热岛效应研究较少.另外由于Landsat 8卫星于2013年2月发射,利用Landsat 8数据研究城市热岛效应很少.本文主要利用ENVI5.1软件和Landsat 8热红外波段影像对滁州市城市热岛效应进行研究,并对其时空变化和热岛效应原因进行分析,为滁州市生态环境治理、城市绿化建设、城市规划等提供决策依据.

1 研究区概况和数据预处理

1.1 研究区概况

滁州市地处安徽省最东部,苏皖交界地区,习

收稿日期: 2015-04-12

基金项目: 宿州学院第八届大学生科研项目“基于Landsat 8卫星数据的滁州市城市热岛效应分析”(编号: KYLXLKZD14-03)

作者简介: 金成武(1994-),男,安徽来安人,安徽省宿州学院2012级测绘工程专业本科在校学生.

* 通讯作者: 方刚(1977-),男,安徽潜山人,安徽省宿州学院环境与测绘工程学院副教授,研究方向为资源环境遥感、地图制图, E-mail: gangf0809@126.com.

惯上称为“皖东”。滁州市南据长江,东控京杭大运河,是为江东之门户,江淮之重镇。滁州市介于 $31^{\circ}51' \sim 33^{\circ}13'N$ 到 $117^{\circ}09' \sim 119^{\circ}13'E$ 之间,下辖2区(琅琊区、南谯区)、2市(天长市、明光市)、4县(凤阳县、全椒县、来安县、定远县),总面积 $13\,987\text{ km}^2$,人口431万人。

1.2 数据预处理

通过地理空间数据云网站下载得到滁州市2013年8月11日Landsat 8影像,轨道号为120~038,云量为0.34%(其中研究区云量为0%)。使用ENVI5.1软件首先对研究区影像进行定标和大气校正处理,然后利用研究区矢量边界裁剪出滁州市市区建成区及周边郊区影像,其影像大小为 $1\,000 \times 880$ 像元,面积为 792 km^2 ,影像分辨率为 30 m ,研究区假彩色影像见图1。

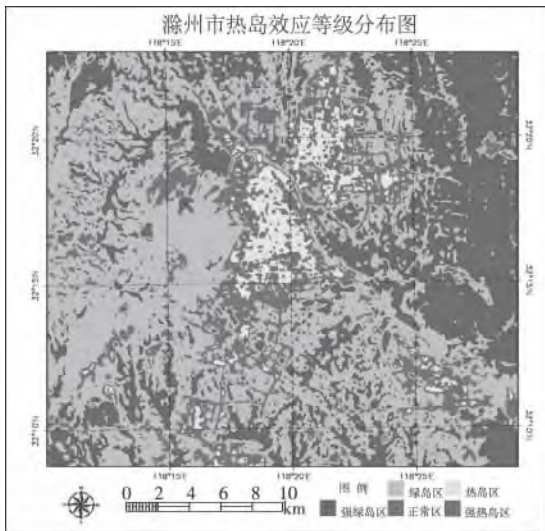


图1 研究区影像图

2 地表亮温反演与归一化处理

2.1 地表亮温反演

在对研究区影像预处理之后,便是对其地表亮温的反演。地表亮温是一个非常重要的参数,一般通过热红外波段遥感影像的定量反演得到^[9]。而地表亮温的反演是一个错综复杂的过程,受很多因素的影响,在反演过程中需要考虑大气、地表比辐射率等因素的影响^[10]。地表亮温的反演主要有单窗算法、分裂窗(双波段)算法、多波段温度-比辐射率分离算法、多角度温度反演算法和多角度与多通道相结合算法等^[11]。本文主要采用单窗算法^[12]对Landsat 8影像第10波段(由于Landsat 8影像中第10波段和第11波段都是热红外波段,所以也可使用第11波段)影像进行反演。

亮度温度反演的具体步骤如下^[13-14]:

首先根据Landsat 8官方网站提供公式^[14](1)

将研究区第10波段影像灰度值转换为相应的热辐射亮度值 L 。

$$L = G_{\text{ain}} \times DN + B_{\text{ias}}, \quad (1)$$

式中 L 代表热辐射亮度值,单位 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m})$; G_{ain} 代表增益; DN 代表像元灰度值; B_{ias} 代表偏移值。从下载的Landsat 8元数据中可以查出 G_{ain} 和 B_{ias} 值分别为 3.342×10^{-4} 和0.1。

然后根据公式(2)将热辐射亮度值反演成相应的亮度温度值 T_b ^[14]。

$$T_b = K_2 / \ln(1 + K_1/L), \quad (2)$$

式中 T_b 代表亮度温度值,单位为K; K_1 代表亮度反演常数^[14],单位为 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m})$; K_2 代表亮度反演常数,单位为K。 K_1 和 K_2 值可从Landsat 8元数据中查得,其值分别为774.89和1321.08。

最后,在ENVI5.1软件中根据公式(1)和(2)通过波段运算并按照等差级别将其密度分割为5级,从而得到研究区地表亮温分布图(见图2)。从图2可以看出,研究区内亮度温度高温区主要集中在市区建成区,低温区主要集中在郊区,而且分布界限清晰,由此可以看出滁州市城市热岛效应显著。

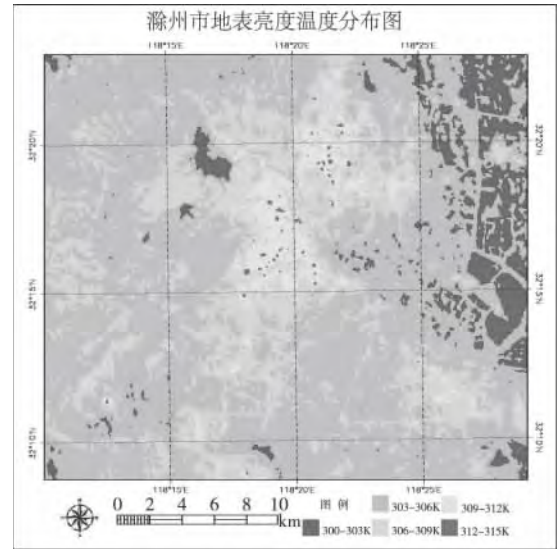


图2 研究区地表亮温分布图

2.2 亮温归一化处理

在ENVI5.1软件中通过公式(3)将其亮度温度值归一化处理,使其值处于0—1之间。在此基础上,并根据 N 值按照等差级数将滁州市城市热岛效应密度分割^[14]为强绿岛区(0~0.2)、绿岛区(0.2~0.4)、正常区(0.4~0.6)、热岛区(0.6~0.8)和强热岛区(0.8~1.0),得到滁州市城市热岛效应等级分布图,如图3所示。

亮度温度值归一化处理公式如(3)。

$$N = \frac{T_i - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}, \quad (3)$$

式中 N 代表热红外波段影像中第 i 个像元亮度温度归一化后的值; T_i 代表第 i 个像元的亮度温度; T_{\min} 代表亮度温度的最小值; T_{\max} 表示亮度温度的最大值, 其中 T_{\min} 值和 T_{\max} 值可以通过 ENVI5.1 软件中的“Quick Statistics”统计功能得到^[14]。

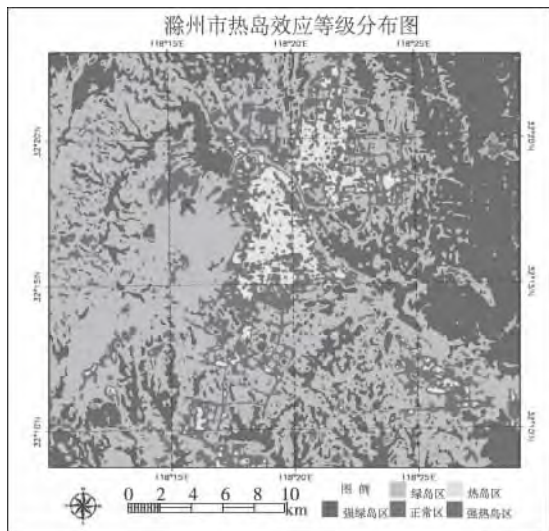


图3 研究区热岛效应等级分布图

密度分割后, 通过 ENVI5.1 软件中“Class Statistics”功能统计出各区面积, 见表1。

表1 研究区热岛效应等级区面积及所占比例

热岛等级	面积/km ²	所占比例/%
强绿岛区	241.30	30.47
绿岛区	378.91	47.84
正常区	132.56	16.74
热岛区	37.86	4.78
强热岛区	1.37	0.17

由表1可知: 强绿岛区面积为241.30 km², 占研究区面积的30.47%; 绿岛区面积为378.91 km², 占研究区面积的47.84%; 正常区面积为132.56 km², 占研究区面积的16.74%; 热岛区面积为37.86 km², 占研究区面积的4.78%; 强热岛区面积为1.37 km², 占研究区面积的0.17%。结合图3可知, 研究区强热岛区和热岛区主要分布在市区建成区, 主要包括第二创业园、城南科技工业园、科技创业中心等; 正常区主要分布在城区与郊区相交区域; 绿岛区和强绿岛区主要分布在郊区和农村附近, 主要包括水体(如城西水库、韭菜洼等)、林地、风景区(如琅琊山国家森林公园、琅琊山风景区等)、农田等, 这和城市热岛效应分布规律也较为吻合。

3 结论

(1) 通过利用 ENVI5.1 软件和 Landsat 8 第10

波段影像对滁州市城市热岛效应进行分析, 得出滁州市市区地表温度明显高于郊区, 市中心温度最高, 城市热岛效应显著。

(2) 研究区强热岛区和热岛区主要分布在城市建成区, 占研究区面积的5%, 由滁州市大规模城市扩张建设所引起。近年来, 滁州市以推进与南京同城化为契机, 对内全力建设200 km²大滁城, 对外全力打造南谯乌衣新城、来安汊河新城, 努力发展成为南京都市圈江北重要板块, 势必导致滁州市城市热岛效应加重。

(3) 强绿岛区和绿岛区主要分布在郊区和农村, 占研究区面积的78%, 与滁州市西南方向琅琊山以及东南方向农田有着密切关系, 也归功于滁州市创建安徽省文明城市、安徽省卫生城市、中国优秀旅游城市目的地、国家园林城市等。

(4) 本研究成果可为滁州市城市建设和城市规划提供一定的参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 盛辉, 万红, 崔建勇. 基于 TM 影像的城市热岛效应监测与预测分析[J]. 遥感技术与应用, 2010, 25(1): 8-14.
- [2] 白杨, 王晓云, 姜海梅, 等. 城市热岛效应研究进展[J]. 气象与环境学报, 2013, 29(2): 101-106.
- [3] 覃志豪, ZHANG M H, ARNON K, 等. 用陆地卫星 TM6 数据演算地表温度的单窗算法[J]. 地理学报, 2001, 56(4): 457-466.
- [4] 贾宝全, 邱尔发. 基于 TM 卫星遥感影像的西安市城市热岛效应变化分析[J]. 干旱区研究, 2013, 30(2): 347-355.
- [5] 彭少麟, 叶有华. 城市热岛效应对城市规划的影响[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2007, 46(5): 59-63.
- [6] 赵红旭. 昆明市热岛效应卫星监测研究[J]. 国土资源遥感, 1999, 45(4): 29-33.
- [7] 朱焱, 杨金彪, 朱连芳, 等. 苏州程式化进程与城市气候变化关系研究[J]. 气象科学, 2012, 32(3): 317-324.
- [8] 高红燕, 蔡新玲, 贺皓, 等. 西安城市化对气温变化趋势的影响[J]. 地理学报, 2009, 64(9): 1093-1102.
- [9] 张明湖, 李鹏山, 苏珊, 等. 海口市滨海旅游区 LUCC 变化趋势预测[J]. 海南师范大学学报(自然科学版), 2010, 23(2): 198-203.
- [10] 李福建, 马安青, 丁原东, 等. 基于 Landsat 数据的城市热岛效应研究[J]. 遥感技术与应用, 2009, 24(4): 553-558.
- [11] TRAN H, DAISUKE U, SHIRO O, et al. Assessment with satellite data of the urban heat island effects in Asian

- mega cities [J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 2006 ,38(4) : 34 -48.
- [12] RAO P K. Remote Sensing of Urban Heat Islands from an Environmental Satellite [J]. Bulletin of the American Meteorological Society ,1972 ,53(5) : 647 -648.
- [13] 徐涵秋. 基于城市地表参数变化的城市热岛效应分析 [J]. 生态学报 2011 ,31(14) : 3890 -3901.
- [14] 方刚. 基于 Landsat 8 卫星影像和地表参数的宿州市城市热岛效应分析 [J]. 土壤通报 ,2014 ,45(5) : 1241 -1246.
- [责任编辑: 孟立霞]

Analysis of the Urban Heat Island Effect in Chuzhou Based on the OIL Image of Landsat 8 Satellite

JIN Cheng -wu ,CHEN Zhen ,FANG Gang* ,PAN Li ,GUO Wen -hao
(Suzhou University ,Suzhou ,Anhui ,234000 ,China)

Abstract: This article used the image of the Landsat -8 on 11th , August 2013 as the data source and the ENVI 5. 1 (Remote Sensing Software) as the platform to analyze the urban heat island effect of Chuzhou City in Anhui Province. First of all ,the mono -window algorithm method was used to invert the thermal radiation brightness temperature and the surface brightness temperature with the thermal infrared band image of the Landsat -8 , and the surface brightness temperature was concentrated. Besides ,the urban heat island effect into the strong green island zone , green island zone , normal zone , heat island zone and strong heat island zone were divided. Finally ,the spatial and temporal distribution of the urban heat island effect in Chuzhou City was analyzed. The results showed that firstly ,the surface temperature was significantly higher than the suburb , the highest temperature was in the city center and the urban heat island effect was significant. Secondly ,the strong heat island zone and the heat island zone were mainly distributed in the built -up area of the city ,occupied the 5% of the study area , while the strong green island zone and green island zone were mainly distributed in the suburbs and nearby the rural ,occupied the 78% of the study area. Finally ,the research results ,to some extent , could provide some references for Chuzhou City in urban construction and urban planning.

Key words: urban heat island effect; Chuzhou City; Landsat8; remote sensing analysis