

基于Landsat数据的绵阳市涪城区城市热岛效应研究

孙姣姣¹ 郑洁¹ 陈志宇²

1 西南科技大学城市学院 2 四川星瑞云图信息技术有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v3i1.518

[摘要] 工业革命之后,城市化进程加快,城市环境污染问题也日益演严重,其中最明显的表现就是热岛效应,即城区地表和大气温度高于非城区。如何识别其形成过程和空间特征,分析其时空变化,有助于探索缓解城市热岛效应的措施。考虑Landsat系列陆地卫星具有光谱特性强、高分辨率、数据丰富、获取方便等优势,本文选取2008年,2013年和2018年绵阳地区的 Landsat系列影像作为主要数据来源,运用大气校正法对绵阳市的地表温度进行反演,在地表温度归一化的基础上应用密度分割,划分出六个温度等级,并对反演温度变化趋势进行分析。结果显示研究区极端温度占比有所减小,10年来城市热岛效应在2013年的短暂缓解后存在较大的反弹,最后,提出了加强城市绿化建设,建设生态城市体系,缓解城市热岛效应的建议。

[关键词] 城市热岛; 遥感; 地表温度反演; Landsat; 绵阳

引言

自1978年改革开放以来,我国城市人口比例迅速攀升,城市化进程的加速以及城市景观格局的变化导致了城市热岛效应显著,给人类生活、生产带来了严重危害。现代遥感技术具有强宏观、数据同步和点密集的特点,目前在城市热岛研究中应用较多。Rao是首先使用遥感来研究城市热岛的学者,他使用了ITOS-1热红外数据(10.2~12.5 μm),对美国大西洋沿海城市的地表温度分布格局进行研究^[1];周淑贞等在分析上海多年气象遥感数据后发现,随着上海的城市扩张,上海城市和郊区的温差正在扩大,上海市的最低温度由上世纪五十年代后期的0.2~0.3℃上升至0.9~1℃,上升了0.7℃^[2]。MODIS和NOAA/AVHRR分辨率较低,其1km和1.1km的分辨率不太适用于城市尺度上的地面热环境观测和分析;尽管ASTER数据有多个热红外通道具有高分辨率,但它具有时间晚,存档数据少,数据昂贵且周期长的缺点。限制了其在地面热力场的动态变化研究方面的应用。相比之下,Landsat系列数据具有更高的空间分辨率,丰富的光谱信息和长期连续的地球观测的优势^[3]。它们在全球尺度的生态环境变化监测中发挥了无可比拟的重要作用^[4],近年来,它已被广泛应用在城市热岛研究领域并取得了丰硕的成果^[5-6]。基于此,本文利用2008、2013、2018年三个不同年份的Landsat遥感影像数据对绵阳市涪城区进行地表温度反演,并结合GIS技术对处理结果进行成图,最后对研究区地表温度反演结果采用归一化的方法进行温度分级,分析绵阳市涪城区城市热岛特征及其演变规律,并提出改善热环境的措施与建议。

1 研究区与数据源

1.1 研究区概况

涪城区属绵阳都市发达经济圈,地处104° 40' 00" E~104° 42' 00" E, 31° 21' 00" N~31° 29' 00" N之间。研究区面积554km²,位于绵阳市涪江西岸。山谷纵横,西北地势高,东南低。

1.2 数据源

本文选用2008年7月 11日的TM影像数据和2013年5月22日、2018年4月18日的Landsat8 OLI影像数据,条带号为129/38。数据来源于地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>),卫星过境时研究区天气良好,成像质量佳,全图云量分别为18.95%、23.55%、0.88%,城区上空无薄云覆盖,图像清晰,有利于地表温度的精确反演。所做预处理包括辐射定标、大气校正、行政区裁剪等。

2 涪城区地表真实温度反演

2.1 反演算法

辐射传输方程(Radiative Transfer Equation, RTE),也称为大气校正方法,是一种基于大气辐射传输模型的传统算法,其最大的优点在于它可以用于任何热红外遥感波段^[20]。卫星传感器接收的热红外辐射亮度值

L_{λ} 由两部分组成:大气向上辐射亮度 L_{\uparrow} ;大气向下辐射到达地面后反射的能量 L_{\downarrow} 。由卫星传感器接收的热红外辐射亮度值 L_{λ} 的表达式则写为:

$$L_{\lambda} = [\epsilon B(T_s) + (1 - \epsilon)L_{\downarrow}] \tau + L_{\uparrow} \quad (2-1)$$

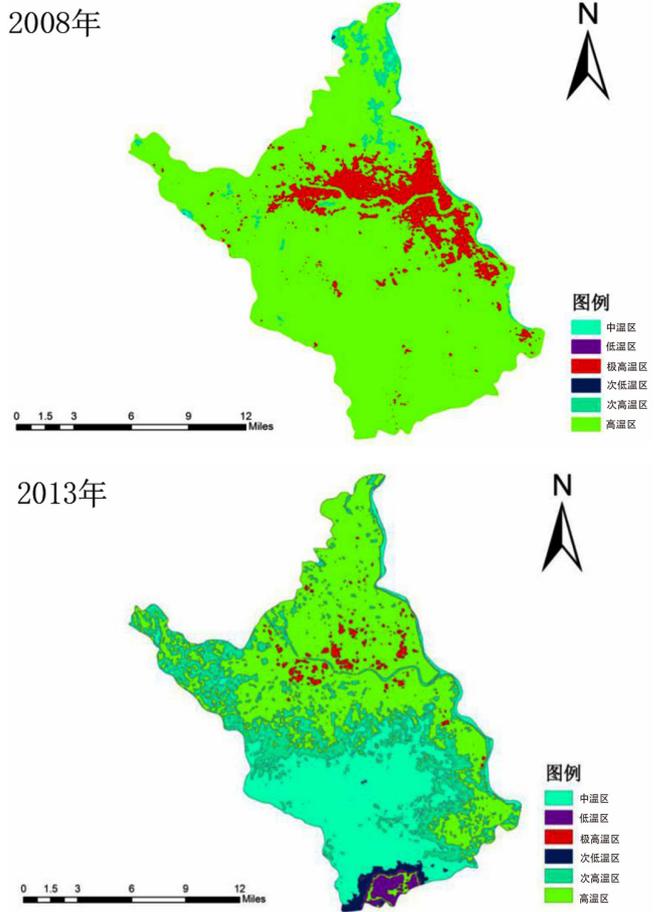
式中, ϵ 为地表比辐射率; T_s 为地表真实温度(单位为K); $B(T_s)$ 为黑体热辐射亮度; τ 为大气在热红外波段的透过率。

2.2 大气剖面参数

在NASA提供的网站(<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov>),输入拍摄时间和中心纬度和经度等相应参数,可以得到相应图像的大气剖面参数。

3 地表温度反演结果与分析

3.1 地表温度反演结果



2018年

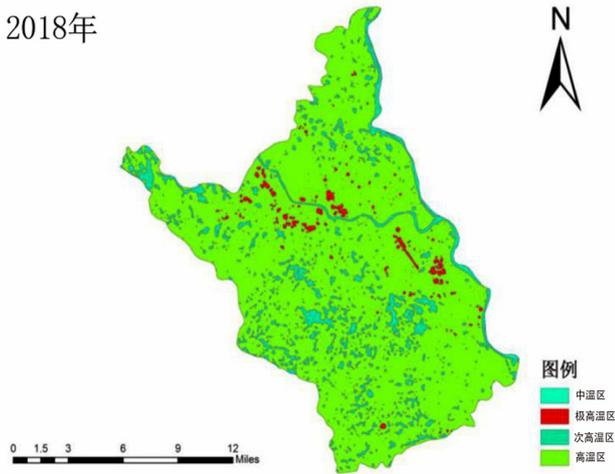


图3-1 绵阳市涪城区地表温度等级

基于大气校正法对绵阳市涪城区年际地表温度进行反演,为了对年际地表温度反演结果进行对比分析,在地表温度归一化的基础上应用密度分割,划分为六个温度等级,分别为低温区,次低温区,中温区,次高温区,高温区,极高温区,并根据上述工作结果,统计出每个温度区域的面积占比。结果如图3-1和表3-1所示:

表3-1 涪城区年际各温度面积百分比分布及变化(单位: %)

年份 温度等级	2008	2013	2018	2008-2013	2013-2018	2008-2018
极高温区	10.01	1.83	1.74	-8.18	-0.09	-8.27
高温区	85.33	45.29	86.42	-40.04	41.13	1.09
次高温区	3.13	21.50	11.53	18.37	-9.97	8.40
中温区	0.22	28.72	0.31	28.50	-28.41	0.09
次低温区	1.31	1.29	0	-0.02	-1.29	-1.31
低温区	0.0024	1.37	0	1.37	-1.37	-0.0024

图表显示,绵阳市涪城区的地表温度等级构成主要以高温区和次高温区为主,分布在涪城区的市中心周围,并存在向外扩张趋势。极高温区主要分布在市区,且存在减弱趋势,低温区和次低温区面积比例极小且存在减少趋势,除2013年例外,低温区和次低温区由于厚积云影响所导致。中温区主要分布在涪城区南部且2013年面积比例最大为28.72%。从2008年到2013年,极高温区和高温区面积大幅减少,次高温区和中温区面积比例增加,这说明近年涪城区热岛效应得到一定程度的缓解,与绵阳市环保局严格执行环境影响评价和环保“三同时”制度有着密切的关系。2013年到2018年高温区和次高温区大幅回升,占比高达97.75,说明近些年随着工业园区和城镇人口的不断增加,城市热岛效应极为严重。总的来说,2008年到2018年极高温区占比有所减少,2013年绵阳市涪城区热环境得到一定缓解,出现了大面积的中温区,2018年次低温区和低温区消失,热环境成分主要以次高温区及以上为主,说明绵阳市涪城区城市热岛效应存在比较大的反弹,应当引起高度的重视。

3.2涪城区热岛效应分析

(1)下垫面性质的改变。人工下垫面与自然下垫面之间的不透水性差异是影响城市热岛分布格局的主要因素之一。市中心是高层建筑,路面材料水泥,沥青和其他都是容易吸收太阳辐射导致温度升高的材料。在城市中,建筑物鳞次栉比,高低不均,这也导致建筑物与建筑物,建筑物和地面

之间的二次或甚至多次反射。积聚更多的热量会加剧城市热岛效应。另一方面,建筑密度和建筑高度的增加,城市中心区域的风速降低,热量的散播速度减慢。

(2)大气污染和城市人为热。城市人为热量排放量大,除工业剩余能耗外,还有生活热量的排放,人口密集的商业区和生活区,交通密集,人口量大,常常形成特有热岛。城中的工业区和经济技术开发区在生产过程中,经常在散发大量热量的同时排放大量粉尘和各种颗粒,以及各类污染气体,导致城市上空形成一个温室。这类气体一边吸收地表的长波辐射,一边又将吸收的长波辐射连续辐射回地表,从而使得城市内地表及地表附近的空气一直被保温。而热岛强度由于城市的绝缘性大大增强。

3.3改善热环境的措施与建议

(1)合理优化城市土地利用结构和布局结构 在优化土地利用结构的基础上,进一步推进产业结构调整。严格控制建设用地面积和建筑容积率,提高土地集约利用率,营造整齐规范的建筑空间和布局。

(2)加强城市绿化建设构造生态城市系统 城市道路绿化系统建设。城市道路和建筑绿化系统建设不仅可以减少交通污染和噪音,它也是公共绿地分散分布的纽带,促进了公共绿地的整体调整。

(3)因地制宜构建海绵城市 在城市建设中使用渗透性沥青,渗透性混凝土,透水砖和草砖等渗透性材料,建设具有输水功能的城市基础设施,加强对缓解城市热岛效应具有良好的促进作用。

4 结束语

本文采用基于辐射传输方程的大气校正方法,利用剖面分析理论和空间叠加分析等GIS方法,对绵阳市涪城区年际地表温度分布的特征和变化进行分析发现绵阳市涪城区2008年、2013年和2018年均存在不同程度的热岛效应,2008年最为严重,2013年热岛强度有所缓解。同时2018年热岛的面积和范围有所扩大和加深,特别是城郊和郊区温度普遍升高这一现象变得越来越明显。因此在城市建设的同时,合理优化城市土地利用结构和布局结构,加强城市绿化建设从而构造生态城市系统,并能够因地制宜构建海绵城市是非常必要的。

[参考文献]

[1] Rao P K.Remote sensing of urban heat islands froman environmental satellite[J].Bulletin of the American Meteorological Society, 1972,53:647-648.

[2]周淑贞,束炯.城市气候学[M].北京:气象出版社,1994:244-345.

[3]蒲苗苗.基于Landsat数据的西安市热岛效应研究[D].长安大学,2014:11.

[4]徐涵秋,唐菲.新一代Landsat系列卫星:Landsat8遥感影像新增特征及其生态环境意义[J].生态学报,2013,33(11):3249-3257.

[5]周军其,叶勤.遥感原理与应用[M].武汉:武汉大学出版社.2014:255-256.

[6]胡晓明.基于Landsat-TM影像的重庆市都市区空间热环境遥感研究[D].重庆师范大学,2013:12.

作者简介:

孙姣姣(1992-),女,河南三门峡人,汉族,硕士研究生,助教,西南科技大学城市学院,研究方向:地质遥感,环境遥感。

基金项目:

西南科技大学城市学院科研项目《基于地形校正的遥感蚀变矿物(组合)提取研究》;项目编号:2019XJXM46。