地球與空間科學輯要
Compendium of Earth and Space Sciences
ISSN Print: 3079-5621
ISSN Online: 3079-563X
https://doi.org/10.63313/CESS.8004

荆州中心城区蓝绿空间景观格局演变与地表温度变化相关性研究

周　润

长江大学园艺园林学院，湖北　荆州

发布日期：2026年8月31日

摘　要

【目的】探讨城市蓝绿空间景观格局演变及其与地表温度变化的关联关系，为城市蓝绿空间优化提供参考。【方法】以荆州中心城区为研究区，基于2005年、2015年和2025年土地利用数据及Landsat遥感影像，选取PLAND、PD、LPI、LSI、COHESION、DIVISION、SHDI和AI等8项景观格局指标，分析蓝绿空间景观格局演变特征，并结合地表温度反演结果，采用全局莫兰指数、局部莫兰指数和相关性分析方法，探讨景观格局变化与地表温度变化之间的关系。【结果】（1）2005—2025年，荆州中心城区蓝绿空间面积占比和优势斑块规模持续下降，PLAND和LPI分别由85.67%和84.30%降至71.35%和68.24%，而PD、LSI和DIVISION持续增加，蓝绿空间破碎化程度不断增强。（2）地表温度呈明显空间分异特征，高温区主要分布于建设密集区域，河流、水体及绿地集中区域温度较低，蓝绿空间变化与地表温度变化具有较好的空间对应关系。（3）空间自相关分析表明，蓝绿空间景观格局变化与地表温度变化具有显著空间聚集和局部关联特征。（4）PLAND、LPI、COHESION和AI与地表温度变化呈负相关，PD、LSI、DIVISION和SHDI呈正相关，其中PLAND相关性最高。【结论】荆州中心城区蓝绿空间格局变化与地表温度变化存在显著关联，蓝绿空间规模、完整性和连通性的提升有助于增强降温效应，而景观破碎化会削弱其热环境调节能力。未来城市建设应加强蓝绿空间保护与连通网络构建，减少建设活动对生态空间的分割。

关键词

蓝绿空间；降温效应；荆州主城区

Study on the Relationship Between the Evolution of Blue-Green Space Landscape Patterns and Surface Temperature Changes in the Downtown Area of Jingzhou

Run Zhou

College of Horticulture and Landscape Architecture, Yangtze University, Jingzhou, Hubei, China

文章引用：周润. (2026). 荆州中心城区蓝绿空间景观格局演变与地表温度变化相关性研究. 地球與空間科學輯要, 1(2), 21－31. ISSN Print: 3079-5621, ISSN Online: 3079-563X.
DOI: 10.63313/CESS.8004

Abstract

【Objective】To explore the evolution of urban blue-green space landscape patterns and their relationship with changes in land surface temperature, providing reference for the optimization of urban blue-green spaces. 【Methods】Taking the central urban area of Jingzhou as the study area, based on land use data and Landsat remote sensing images from 2005, 2015, and 2025, eight landscape pattern indicators, including PLAND, PD, LPI, LSI, COHESION, DIVISION, SHDI, and AI, were selected to analyze the evolution characteristics of blue-green space landscape patterns. Combined with the results of land surface temperature retrieval, global Moran's I, local Moran's I, and correlation analysis methods were used to explore the relationship between landscape pattern changes and land surface temperature changes. 【Results】(1) From 2005 to 2025, the proportion and dominant patch size of blue-green spaces in the central urban area of Jingzhou continuously decreased, with PLAND and LPI dropping from 85.67% and 84.30% to 71.35% and 68.24%, respectively, while PD, LSI, and DIVISION showed continuous increases, indicating increasing fragmentation of blue-green spaces. (2) Land surface temperature exhibited obvious spatial differentiation, with high-temperature areas mainly distributed in densely built-up regions, and rivers, water bodies, and concentrated green areas showing lower temperatures. The changes in blue-green spaces corresponded well spatially with the changes in land surface temperature. (3) Spatial autocorrelation analysis showed that changes in blue-green space landscape patterns and land surface temperature exhibited significant spatial clustering and local correlation features. (4) PLAND, LPI, COHESION, and AI were negatively correlated with changes in land surface temperature, while PD, LSI, DIVISION, and SHDI were positively correlated, with PLAND having the highest correlation. 【Conclusion】The changes in blue-green space patterns in the central urban area of Jingzhou are significantly associated with changes in land surface temperature. Increasing the scale, integrity, and connectivity of blue-green spaces helps enhance cooling effects, while landscape fragmentation weakens their thermal environment regulation capabilities. Future urban development should strengthen the protection of blue-green spaces and the construction of connectivity networks, reducing the fragmentation of ecological spaces caused by construction activities.

Keywords

Blue-Green Space; Cooling Effect; Main Urban Area of Jingzhou Format

Copyright © 2026 by author(s) and Erytis Publishing Limited.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

1. 引言

随着全球气候变化不断加剧以及城市化进程快速推进，城市热环境问题已成为影响城市可持续发展的重要因素。近年来，全球范围内极端高温事件频发，城市区域由于人口高度集聚、建筑密度增加以及大量自然地表被不透水地面替代，导致地表能量平衡发生改变，城市热岛效应不断增强[1]。持续升高的城市热环境不仅降低居民生活舒适度，也对人体健康、城市生态系统稳定性以及城市韧性发展造成潜在威胁。因此，如何通过城市空间优化缓解热环境压力，已成为城市规划、景观生态和环境科学领域关注的重要方向。

城市蓝绿空间作为城市生态系统的重要组成部分，是由绿色空间和蓝色空间共同构成的复合生态空间。其中，绿色空间通过植被遮阴、蒸散作用调节局地温度，蓝色空间则利用较大的热容量和水分交换过程发挥降温作用；蓝绿空间不仅能够改善城市生态环境[2]，还能够通过形成连续的生态冷源，缓解高密度建成区域的热量积聚。然而，在快速城市化过程中，城市建设用地不断扩张，大量自然生态空间受到侵占，导致蓝绿空间面积减少、空间分布破碎化以及生态连通性下降，使其原有的热环境调节功能受到影响[3]。

当前中国城市发展已由增量扩张进入全面存量时代，城市热环境治理已由单纯增加绿地面积逐渐转向优化蓝绿空间结构与空间布局[4]。已有研究表明，蓝绿空间的降温能力不仅取决于其面积规模，还与斑块数量、形状特征、空间连通性以及聚集程度等景观格局特征密切相关[5]。相同面积的蓝绿空间，由于空间布局和景观结构不同，可能产生不同的热环境响应。特别是在长江中游地区，河流、湖泊、湿地等蓝色空间资源丰富，形成了具有区域特色的水网城市格局。然而，随着城市建设发展，传统水系格局和绿色生态空间不断受到影响[6]，如何保护并优化区域蓝绿空间网络，充分发挥其生态调节功能，成为提升城市环境品质的重要内容。

近年来，随着荆州市中心城区建设发展和土地利用方式变化，城市空间结构不断调整，部分区域出现蓝绿空间减少、景观破碎化增强以及生态连通性下降等现象，对城市热环境产生了一定影响。因此，以荆州中心城区为研究对象，分析长期尺度下蓝绿空间景观格局变化特征，并揭示其与地表温度变化之间的关系，对于认识水网城市蓝绿空间演变规律、优化城市生态空间布局具有重要意义。

基于此，本文以荆州中心城区为研究区域，利用 2005 年、2015 年和 2025 年土地利用数据及遥感影像数据，构建蓝绿空间景观格局评价体系，选取 PLAND、PD、LPI、LSI、COHESION、DIVISION、SHDI 和 AI 等景观指数，分析 2005—2025 年蓝绿空间景观格局演变特征；同时结合地表温度反演结果，采用全局莫兰指数、局部莫兰指数和相关性分析方法，探讨蓝绿空间景观格局变化与地表温度变化之间的空间关联关系，以期为荆州中心城区蓝绿空间优化布局和城市热环境改善提供科学依据。。

2. 研究区概况

荆州中心城区（约 111°15′～112°19′E，29°26′～30°37′N）位于湖北省中南部、江汉平原腹地，长江北岸带状分布。拥有 5000 年建城史、500 年建都史，是国务院首批公布的 24 座中国历史文化名城之一。区域地势平坦，河湖密布，属亚热带季风气候，夏季高温多雨，受全球气候变化、城市化进程和热岛效应的共同影响，近年来夏季高温天气发生频率明显增加，城市热环境问题日益突出。

本研究以荆州中心城区为研究对象，研究范围包括沙市区、荆州区、高新区及经开区，总面积约 489.1 km^2（图 1）。研究区是荆州市政治、经济、文化和交通中心，人口和建设活动高度集聚，城市建设用地扩张较快，同时拥有长江、护城河及长湖等丰富的水生态资源，具有典型的滨江滨湖城市特征。近年来，随着城市建设不断推进，部分蓝绿空间受到建设用地扩张的影响，景观格局发生了一定程度的变化，对城市热环境产生了重要影响。因此，以荆州中心城区为研究对象，分析蓝绿空间景观格局演变及其对降温效应的影响，对于优化城市生态空间布局、缓解城市热岛效应和促进城市高质量发展具有重要的理论意义和实践价值。

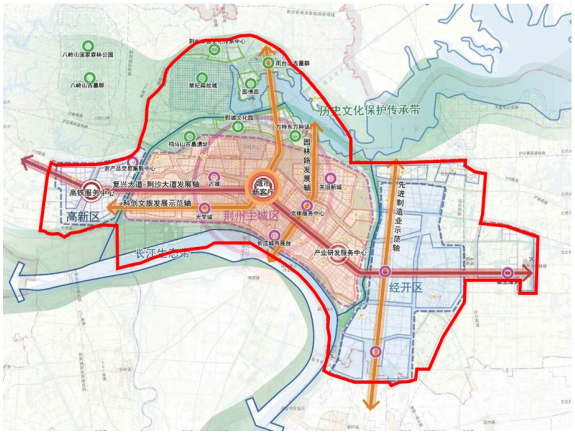


图 1. 研究区域位置示意图

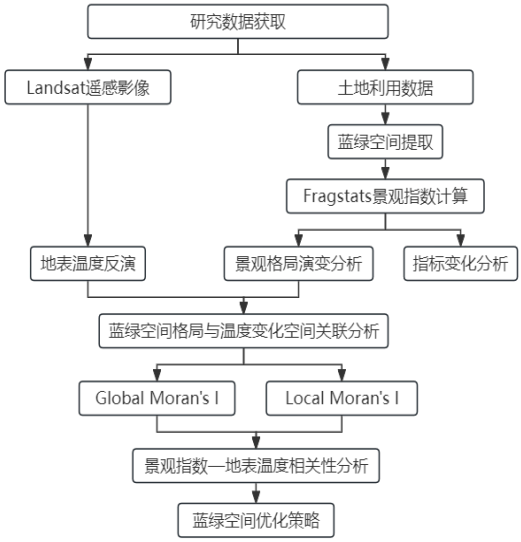


图 2. 技术路线

3. 材料与方法

3.1 数据来源

3.1.1. 遥感影像数据

本研究选择美国地质调查局（USGS EarthExplorer）上的 Landsat 8-9 OLI/TIRS C2L2 和 Landsat 4-5 TM C2L2 云量小于 8%的遥感影像作为基础数据，空间分辨率为 30m，根据云量和大气状况对遥感影像进行筛选，最终得到 2005 年、2015 年和 2025 年近 20 年荆州中心城区遥感影像进行研究。

表 1. 遥感数据描述

遥感影像 ID	传感器	日期	云量/%
LT05_L2SP_124039_20050614_20200902_02_T1	4-5 TM C2L2	2005-06-14	8.00
LC08_L2SP_124039_20150728_20200908_02_T1	8-9 OLI/TIRS C2L2	2015-07-28	2.19
LC09_L2SP_124039_20250816_20250817_02_T1	8-9 OLI/TIRS C2L2	2025-08-16	1.40

3.1.2. 土地利用数据

荆州中心城区数据土地利用数据来源于 CLCD（China Land Cover Dataset）数据集，分辨率为 30m，主要用于分析研究区域内的土地利用变化，此数据分为耕地、林地、草地、灌木、水、雪地、荒地、不透水及湿地，因本研究区域数据中没有灌木、雪地和湿地，因此将耕地、林地、草地划分为绿色空间，水划分为蓝色空间，荒地和不透水划分为其他空间。

3.2. 数据来源

基于遥感影像的地表温度反演方法主要有辐射传输方程法、单窗算法和劈窗算法 3 种。本研究采用目前运用范围较广、精度较高的辐射传输方程法进行地表温度反演，计算过程可以分为 3 个部分[7]。

1）基于归一化植被指数（normalized difference vegetation index），利用 NDVI 阈值法估算大气对地表热辐射的影响。

$$PV = \left(NDVI - NDVI_S\right) / NDVI_V - NDVI_S \tag{1}$$

$$\varepsilon = 0.0004PV + 0.986 \tag{2}$$

公式中，PV 为植被覆盖度；NDVI 为研究区域的 NDVI 值；NDVIS 为无植被覆盖区域的 NDVI 值；NDVIV 为植被覆盖区域的 NDVI 值； ε 为地表比辐射率。

2）将大气对地表热辐射的影响从卫星传感器检测到的总热辐射中扣除，以获得地表辐射强度。计算式为：

$$B\left(TS\right) = [L\lambda - L\uparrow - \tau(1-\varepsilon)L\downarrow] / \tau\varepsilon \tag{3}$$

公式中,L λ 为热红外辐射亮度； ε 为地表比辐射率；TS 为地表温度；B(TS)为由普朗克定律推导得到的黑体在地表温度下的热辐射亮度； τ 为大气在热红外波段的透过率；L ↑为大气上行辐射；L ↓为大气下行辐射。在美国地质调查局（USGS）下载的过程文件中运用 ENVI6.5.2 进行处理，可以获取式（3）所需的 L ↑、L ↓和 τ 数据。

3）根据普朗克定律将辐射强度转换为相应的地表温度 TS。

$$TS = K2 / ln[K1 / B\left(TS\right) + 1] \tag{4}$$

公式中，TS 为地表温度；B(TS)为由普朗克定律推导得到的黑体在地表温度下的热辐射亮度；K1 和 K2 为转换参数，在 USGS 下载的对应的 MTL.txt 文件中得到。最后，运用均值-标准差法将地表温度分为 5 个热力等级，避免不同时期地表温度的偏差（表 2）。

表 2. 均值－标准差的地表温度划分标准

温度等级	温度区间
高温	T_S>std+ μ
次高温	μ +0.5std<T_S ≤ μ +std
中温	μ −0.5std≤ T_S ≤ μ +0.5std
次中温	μ −std≤ T_S < μ −0.5std
低温	T_S < μ −std

3.3. 景观格局指数计算

景观格局指数是指对景观格局信息的高度集中度量，反映景观结构组成和空间格局特征的简单定量数值[8]。各种景观格局指标，如面积、密度、形状、核心面积、聚集度和多样性，都可以用来描述蓝绿空间格局。现有研究表明，蓝绿空间的面积、密度、聚集度和形状与地表温度有显著相关性[9][10]。同

时，蓝绿空间的大小和连续性对降温非常重要。大而有序的蓝绿区域可以有效促进热交换，减少热量损失，而集中布局的蓝绿空间则能增强降温效果[11]。因此，选取 8 个景观格局指数定量评估城市蓝绿空间景观格局，运用 Fragstas4.2 软件计算景观格局指数，结果见表 3。

表 3. 2005-2025 荆州中心城区景观指数变化

年份	PLAND/%	PD/km²	LPI/%	LSI	COHESION/%	DIVISION	SHDI	AI/%
2005	85.67	4.49	84.30	17.24	99.84	0.28	0.41	95.72
2015	77.90	5.52	75.65	24.60	99.83	0.41	0.53	93.72
2025	71.35	6.27	68.24	28.69	99.81	0.50	0.60	92.62

3.4. 数据统计与分析

在 ArcGIS 中运用可信度较高的全局莫兰指数（Global Moran's I）来反映景观指数变化与地表温度等级变化的全局空间自相关性特征，当 Moran's I 大于 0 时，表示数据呈现空间正相关，值越大空间相关性越明显；当 Moran's I 小于 0 时，表示数据存在空间负相关，且值越小表明空间差异越大；而当 Moran's I 等于 0 时，表示数据的空间分布是随机的。当确定各值存在全局空间自相关时，可利用局部莫兰指数 Anselin Local Moran's I 进一步探讨各要素是否存在局部空间聚集特征。

4. 结果与分析

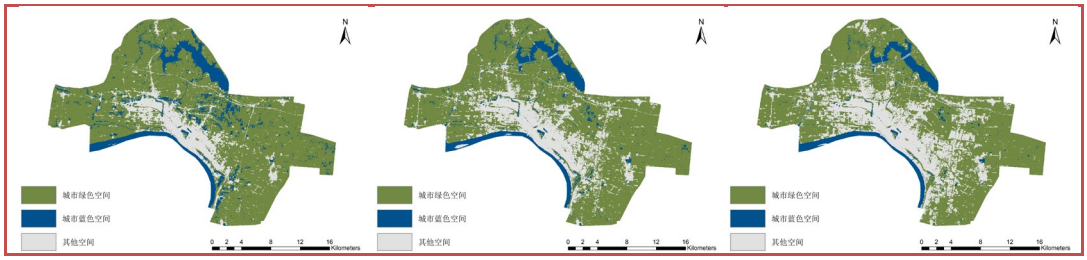
4.1 荆州中心城区蓝绿空间分布及其景观格局变化特征

从 2005—2025 年荆州中心城区蓝绿空间景观水平各景观指数的变化情况来看，20 年间蓝绿空间景观格局发生了较为明显的变化，整体呈现出面积减少、破碎化增强、优势斑块缩小、形状复杂化、聚集度降低、多样性提高的演变特征。

PLAND 由 2005 年的 85.67%下降至 2025 年的 71.35%，累计下降 14.32 个百分点，降幅为 16.72%，说明研究期间蓝绿空间面积持续减少，建设用地扩张不断挤占蓝绿空间。其中，2005—2015 年下降 7.77 个百分点，2015—2025 年继续下降 6.55 个百分点，表明蓝绿空间减少趋势持续存在，但后期下降速度略有放缓。PD 由 4.49 个/km² 增加至 6.27 个/km²，增长 39.64%，说明单位面积内景观斑块数量不断增加，大面积连续的蓝绿空间逐渐被分割为多个小斑块，景观破碎化程度明显增强。这一变化与城市建设用地扩张、道路建设和土地开发密切相关。LPI 由 84.30%下降至 68.24%，累计下降 16.06 个百分点，说明研究区内优势蓝绿空间斑块不断缩小，连续性较好的大型绿地和水体面积减少，景观主导斑块优势逐渐减弱，蓝绿空间整体完整性下降。LSI 由 17.24 增加至 28.69，增长 66.42%，说明景观边界趋于复杂，不规则程度不断提高。随着城市建设向外围扩展，蓝绿空间不断受到人为干扰，其边缘效应增强，景观形态由相对规则向复杂化方向发展。COHESION 始终保持在 99.80%以上，仅由 99.84%下降至 99.81%，变化幅度较小，说明虽然蓝绿空间受到一定程度分割，但依托长江、护城河及湖泊等大型水体形成的蓝绿生态骨架仍保持较好的整体连通性，景观网络结构尚未发生根本性破坏。DIVISION 由 0.28 增加至 0.50，增长 78.57%，进一步说明蓝绿空间被建设用地分割的程度不断增强，景观完整性下降，与 PD 增加和 LPI 下降的变化趋势相互印证。SHDI 由 0.41 增加至 0.60，增长 46.34%，表明景观组成类型更加丰富，不同景观类型交错分布程度不断提高；而 AI 由 95.72%下降至 92.62%，下降 3.10 个百分点，说明同类型蓝绿空间的聚集程度有所降低，空间分布趋于离散，蓝绿空间连续性有所减弱。

表 4. 2005、2015、2025 年荆州中心城区蓝绿空间分布

2005 年	2015 年	2025 年

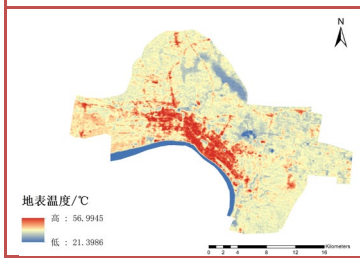
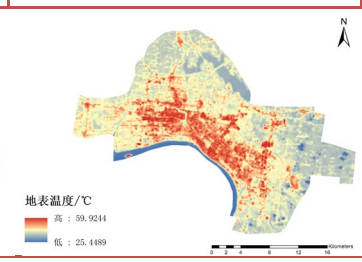
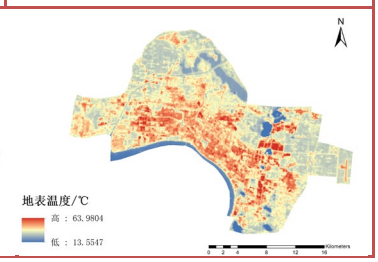


从各景观指数变化幅度来看，LSI（66.42%）和 DIVISION（78.57%）增幅最大，表明蓝绿空间形状复杂化和分割化是荆州中心城区景观格局演变的主要特征；PD 增长 39.64%、LPI 下降 19.05%（按 84.30→68.24 计算），进一步说明景观破碎化程度持续加剧。相比之下，COHESION 变化幅度较小，说明区域蓝绿空间仍保持一定的整体连通性。但随着城市建设用地不断扩张，蓝绿空间逐渐由连续完整向破碎分散方向演变。这种景观格局变化可能削弱蓝绿空间的整体生态功能和降温能力，并对城市热环境产生重要影响，为后续分析蓝绿空间景观格局与降温效应之间的关系提供了基础。

4.2. 地表温度等级变化特征

根据地表温度反演结果（表 5），荆州市地表温度变化具有显著的空间异质性和区域集中性，从整体看，20 年间特别是在荆州主城区及城市扩张密集的区域，温度升高趋势尤为明显，而在一些郊区、水体或植被覆盖较高的区域温度相对较低。

表 5. 2005、2015、2025 年荆州中心城区地表温度空间分布

2005 年	2015 年	2025 年
		

高温区由主城区不断向东、向北和向西辐射扩散，这是城市扩张和蓝绿空间减少的结果。到 2025 年温度由聚集扎堆转向破碎分割是由于 2021 年荆州市建设水乡特色公园城市的实施，拆除围墙、废弃设施、开展绿道碧道建设、提升绿化品质，绿地和水域的整治整改缓解了城市高温，部分区域地表温度有所下降。

为了更直观地展现荆州中心城区过去 20 年的地表温度变化特征，本研究以 500 m × 500 m 的网格尺度对温度变化进行可视化分析，结果见图 3。荆州中心城区地表温度具有空间异质性，尤其是在沙市区、荆州古城周边以及建筑密集区域，温度升高现象较为明显，形成连续分布的升温区域。这主要是由于研究期内城市建设不断推进，不透水地表面积增加，同时蓝绿空间面积减少、景观破碎化程度提高，导致区域热量积累增强，进而加剧城市热环境。温度变化降低区域主要分布于长江沿岸、湖泊水体及部分植被覆盖较高区域。这些区域具有较强的水热调节能力，因此在长期变化过程中表现出一定的降温效应和稳定性。此外，部分外围区域由于土地利用变化较小，蓝绿空间保持较完整，也表现出较弱的升温甚至降温趋势。

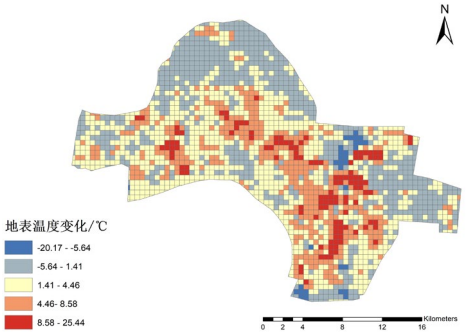


图 3. 地表温度变化图

4.3. 蓝绿空间景观格局指数变化与地表温度等级变化的空间自相关关系

选择 2005—2025 年荆州中心城区蓝绿空间 PLAND、PD、LPI、LSI、COHESION、DIVISION、SHDI、AI 共 8 个景观格局指数变化和地表温度等级变化作为分析变量，运用全局莫兰指数分析全局空间自相关特征，发现各景观格局指数变化与地表温度等级变化的 Moran’sI 均大于 0，p 值均等于 0.001，由此可见该结果随机生成的可能性小于 1‰，各景观格局指数变化与地表温度等级变化之间存在显著的空间聚集特征（表 6）。

表 6. 2005-2025 年地表温度等级变化和蓝绿空间景观格局指数变化的全局莫兰指数分析结果

变化指标	z 得分	p 值	Moran’sI
地表温度等级	43.43	0.001	0.69
PLAND/%	43.22	0.001	0.70
PD/km²	36.61	0.001	0.60
LPI/%	23.45	0.001	0.38
LSI	34.49	0.001	0.56
COHESION/%	36.84	0.001	0.60
DIVISION	34.47	0.001	0.56
SHDI	35.96	0.001	0.59
AI/%	33.15	0.001	0.54

从局部莫兰指数分析结果（图 4）可以看出，不同蓝绿空间景观格局指标变化与地表温度变化具有明显的空间关联特征。其中，PLAND 和 LPI 变化表现出较为一致的空间分布规律。增加区域主要集中于荆州中心城区北郊、东郊以及河流、绿地周边区域，该区域建设活动较弱，蓝绿空间保存较为完整，大面积连续生态斑块能够发挥较强的降温作用，因此与低温区域具有较好的空间对应关系。相反，在主城区外围东部、北部及西部等城市扩张区域，随着建设用地增加，蓝绿空间面积减少，大型生态斑块受到分割，导致降温能力降低，地表温度升高。

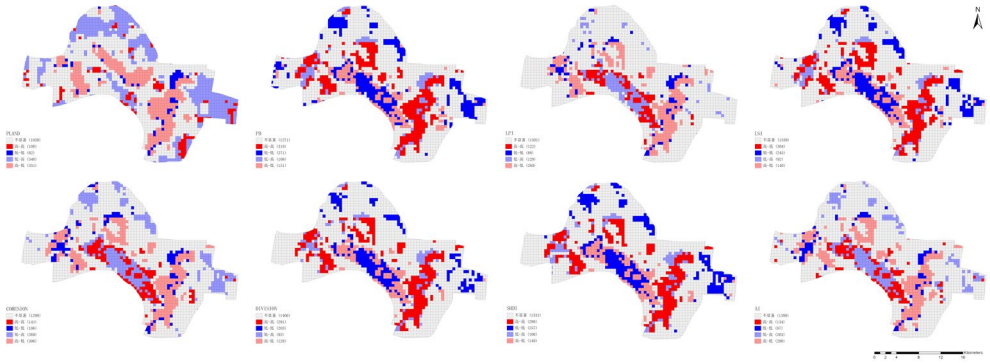


图 4. 2005—2025 年地表温度等级变化与蓝绿空间景观指数变化的局部莫兰指数分析结果

从蓝绿空间破碎化特征来看，PD、LSI 和 DIVISION 变化具有较强一致性。三类指标下降区域主要分布于荆州中心城区河流、绿地及部分外围生态空间，表明蓝绿空间斑块数量减少、形态趋于规整、空间分割程度降低，生态空间完整性得到提升，并与低温区域呈现较好的空间匹配关系。而在城市建设扩张区域，PD、LSI 和 DIVISION 增加，说明原有蓝绿空间受到道路和建设用地侵占，斑块破碎化程度增强，削弱了蓝绿空间的生态调节能力，使区域热量积累增加，形成升温区域。

进一步分析蓝绿空间连通性和聚集特征可知，COHESION 和 AI 变化表现出与 LPI 相似的空间分布特征。二者增加区域主要集中于荆州中心城区河流、绿地及部分北郊、东郊区域，表明蓝绿空间之间的连接程度和聚集程度提高，形成连续的生态网络，有利于水体蒸发和植被蒸腾作用发挥，从而增强降温效应。相反，在城市外围建设扩张区域，COHESION 和 AI 下降，蓝绿空间被分割为孤立斑块，生态连通性降低，与地表温度升高区域具有较好的空间一致性。

此外，SHDI 变化反映了景观组成复杂度对热环境的影响。其增加区域主要分布于城市建设扩张区域，虽然景观类型更加丰富，但由于建设用地扩张导致蓝绿空间破碎化，未能形成有效的生态降温作用；而在蓝绿空间连续区域，景观组成相对稳定，能够维持较好的热环境调节能力。

总体来看，荆州中心城区蓝绿空间面积增加、优势斑块规模扩大、空间破碎化降低以及连通聚集程度提高的区域，表现出更强的降温能力；而蓝绿空间减少、斑块分割增强的区域，则容易形成热环境增强区域。因此，未来荆州城市建设过程中，应加强长江、护城河、湖泊及城市绿地之间的生态联系，保护连续性较高的蓝绿空间，同时避免建设活动对生态斑块的过度分割，以提升城市整体降温效应。

4.4. 蓝绿空间景观格局变化与地表温度变化相关性分析

由表 7 可知，蓝绿空间景观格局指数变化与地表温度变化均达到极显著相关水平（$p < 0.01$），PLAND 与地表温度变化的相关性最强（$r = -0.619$），其余各指标的相关系数介于 0.321～0.357 之间，相关程度相近。AI、COHESION、LPI 和 PLAND 均与地表温度变化呈显著负相关，说明蓝绿空间越集中、连通性越好、优势斑块规模越大、面积占比越高，区域降温能力越强，地表温度变化幅度越小。其中，PLAND 的负相关最为明显，进一步说明扩大蓝绿空间规模是改善城市热环境最有效的途径。相反，PD、LSI、DIVISION 和 SHDI 均与地表温度变化呈显著正相关，表明随着蓝绿空间破碎化程度和景观异质性增加，区域热量更易积聚，地表温度呈上升趋势。其中，PD 和 LSI 反映建设用地扩张导致蓝绿空间被分割、边界复杂化，DIVISION 和 SHDI 则表明景观类型趋于离散和混杂，均会削弱蓝绿空间的整体降温效应。

综合来看，荆州中心城区地表温度变化主要受蓝绿空间面积规模、连通性与完整性的积极影响，以及破碎化程度的消极影响。保持较高的蓝绿空间占比、构建连续的水绿生态网络、减少城市建设对蓝绿

空间的分割，是提升城市降温效应和优化热环境的重要方向。

表 7. 蓝绿空间景观格局变化与地表温度变化之间的相关系数

	AI	SHDI	DIVISION	COHESION	LSI	LPI	PD	PLAND	温度
AI	1								
SHDI	-0.893**	1							
DIVISION	-0.906**	0.987**	1						
COHESION	0.936**	-0.981**	-0.982**	1					
LSI	-0.993**	0.939**	0.942**	-0.967**	1				
LPI	0.882**	-0.968**	-0.994**	0.961**	-0.917**	1			
PD	-0.941**	0.877**	0.864**	-0.930**	0.945**	-0.828**	1		
PLAND	0.555**	-0.517**	-0.517**	0.539**	-0.551**	0.503**	-0.594**	1	
温度	-0.340**	0.326**	0.329**	-0.336**	0.340**	-0.321**	0.357**	-0.619**	1

** *在 0.01 级别（双尾），相关性显著。*

4. 结论

本文以荆州中心城区为研究区域，基于 2005、2015 和 2025 年遥感影像及土地利用数据，分析蓝绿空间景观格局与地表温度的时空变化特征，并通过全局莫兰指数、局部莫兰指数和相关性分析探讨二者关系，主要结论如下：

（1）蓝绿空间规模持续下降，景观破碎化程度增强。2005—2025 年，荆州中心城区蓝绿空间 PLAND 由 85.67%下降至 71.35%，LPI 由 84.30%下降至 68.24%；PD、LSI 和 DIVISION 持续增加，COHESION 和 AI 有所下降，表明蓝绿空间受到城市建设扩张影响，整体呈现面积减少、斑块破碎化增强、连通性下降的变化趋势。

（2）地表温度具有明显的空间分异特征。高温区域主要集中于城市建设密集的区域，而河流、水体及蓝绿空间较为集中的区域整体温度较低。2005—2025 年，城市扩张与蓝绿空间减少、破碎化区域在空间上具有较好的对应关系。

（3）蓝绿空间格局变化与地表温度变化具有显著空间关联。全局莫兰指数表明，地表温度及 8 项景观指数变化均具有显著的空间聚集特征（$p<0.001$）；局部莫兰指数进一步表明，蓝绿空间格局变化与地表温度变化存在明显的空间对应关系，蓝绿空间改善、连通性增强的区域多与低温变化区域相对应，而蓝绿空间减少、破碎化增强区域更易出现温度升高。（4）蓝绿空间规模和连通性有利于降温，破碎化则可能削弱降温效应。相关性分析表明，8 项景观指数与地表温度变化均达到极显著相关水平（$p<0.01$），其中 PLAND 相关性最强（r=-0.619）明显高于其他指数，说明大的景观面积对地表温度的影响效果最明显。

参考文献

[1] Lan, Y., Liu, Z., Zheng, J. et al. Advances in research on the impact of urban blue-green landscape patterns on heat island effects: a systematic literature review. Environ Monit Assess 197, 985 (2025). https://doi.org/10.1007/s10661-025-14415-6

[2] 潘、子武、谢尊义、吴丽阳、于潘、那定、梁秋双和芬琴。 2023 年。《基于多尺度耦合模型的蓝绿空间冷却岛效应模拟》《遥感》15 卷第 8 期：2093 页。 https://doi.org/10.3390/rs15082093

[3] Liu， P.， Liu， C. 和 Li， Q. 地貌格局对中国南昌地表温度的影响。科学报告 14,3832（2024 年）。https://doi.org/10.1038/s41598-024-54046-4

[4] Pan Z ,Xie Z ,Ding N , et al. Evolution Patterns of Cooling Island Effect in Blue–Green Space under Different Shared Socioeconomic Pathways Scenarios [J]. Remote Sensing, 2023, 15 (14): DOI:10.3390/RS15143642.

[5] Zeng, J., Yang, P., Liu, X., & Sun, Z. (2026). Spatial mismatch between heat exposure and cooling accessibility in the Middle Yangtze River Urban Agglomeration. Scientific Reports. https://doi.org/10.1038/s41598-026-65999-z

[6] Wei R ,Xuesong Z ,Hongjie P . Evaluation of Temporal and Spatial Changes in Ecological Environmental Quality on Jianghan Plain From 1990 to 2021 [J]. Frontiers in Environmental Science, 2022, 10 DOI:10.3389/FENVS.2022.884440.

[7] 孔维莹,刘伊卓,董思纯,等. 西安中心城区蓝绿空间景观格局演变对降温效应的影响 [J]. 风景园林, 2025, 32 (5): 78-85.

[8] 陈文波，肖笃宁，李秀珍.景观指数分类、应用及构建研究[J].应用生态学报，2002，13（1）：121-125.CHEN W B, XIAO D N, LI X Z. Classification, Application, andCreation of Landscape Indices[J]. Chinese Journal of AppliedEcology, 2002, 13 (1): 121-125.

[9] XIE Q, REN L, YANG C. Regulation of Water Bodies toUrban Thermal Environment: Evidence from Wuhan,China[J]. Frontiers in Ecology and Evolution, 2023, 11:983567.

[10] CHEN A, YAO L, SUN R, et al. How Many Metrics AreRequired to Identify the Effects of the Landscape Pattern onLand Surface Temperature?[J]. Ecological Indicators, 2014,45: 424-433.

[11] HE J, SHI Y, XU L, et al. An Investigation on the Impactof Blue and Green Spatial Pattern Alterations on the UrbanThermal Environment: A Case Study of Shanghai[J].Ecological Indicators, 2024, 158: 111244.