引文格式：唐仕瑞,吴利. 基于CNKI的城市热岛效应研究的统计分析[J]. 地理空间信息, 2024, 22(12): 55-59. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.12.013

基于CNKI的城市热岛效应研究的统计分析

唐仕瑞[1]，吴　利[1*]
（1. 玉溪师范学院 地理与国土工程学院，云南 玉溪 653100）

摘　要：基于CNKI数据库，利用文献计量软件CiteSpace对1992—2022年关于城市热岛效应的相关论文的发文量、作者、机构和关键词进行可视化分析。通过CiteSpace软件的可视化研究成果，对我国城市热岛效应的研究现状、发文趋势和研究热点进行了系统梳理，为后续该领域的深入研究提供参考。研究结果表明：①由文献计量分析可知，城市热岛效应的研究发展呈现出明显的阶段性特征，1992—2003年缓慢增长，2003—2011年增长迅速，2009—2022年出现较大波动；发文量变化与作者机构合作网络变化之间存在较强关联性；研究主要集中在城市化发展迅速的大城市，多学科交叉的综合性研究较少，且研究主体较为分散。②由关键词的聚类分析和突现词的探测与分析可知，作为城市气候变化的指征，在城市气候研究中城市热岛对城市气候的影响是重要研究内容，而城市热岛效应与景观格局之间的关系是城市热岛效应的重要研究方向之一；城市热岛的时空分布、形成与演化机制以及缓解和应对的措施研究是当前和未来城市热岛效应的研究方向与发展趋势。

关键词：城市热岛；CiteSpace；研究热点；统计分析
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）12-0055-05

Statistical Analysis of Urban Heat Island Effect Research Based on CNKI

TANG Shirui[1], WU Li[1]
(1. School of Geography and Land Engineering, Yuxi Normal University, Yuxi 653100, China)

Abstract: Based on the CNKI database, we used the bibliometric software CiteSpace to visually analyze the number of papers, authors, institutions and keywords of relevant papers on urban heat island effect from 1992 to 2022. Through the visualization research results of CiteSpace software, we systematically sorted out the research status, publication trend and research hotspots of urban heat island effect in China, which provided reference for subsequent in-depth research in this field. The results show that ①based on the quantitative analysis of literature, the research and development of urban heat island effect shows obvious stage characteristics, with slow growth from 1992 to 2003, rapid growth from 2003 to 2011, and large fluctuations from 2009 to 2022. And, there is a strong correlation between the changes in the number of papers issued and in the cooperation network of author's organization. The researches are mainly concentrated in large cities with rapid urbanization development. There are few comprehensive interdisciplinary studies, and the research subjects are scattered. ②From the cluster analysis of keywords and the detection and analysis of emergent words, it can be seen that, as an indicator of urban climate change, the influence of urban heat island on urban climate is an important research content in urban climate research, and the relationship between urban heat island effect and landscape pattern is one of the important research directions of urban heat island effect. The spatio-temporal distribution, formation and evolution mechanism of urban heat island as well as mitigation and countermeasures are the research direction and development trend of urban heat island effect at present and in the future.

Keywords: urban heat island, CiteSpace, research hotspot, statistical analysis

国内关于城市热岛效应的研究始于上世纪80年代，略晚于西方国家。周淑贞[1]等以20世纪50~80年代的气象观测数据进行研究，发现城市的气温高于郊区气温，而上海的城市热岛强度在时间上具有一定的变化规律，在空间上因下垫面的不同，而呈现出局地性的小气候差异。黄群芳[2]以北京为研究对象，通过利用气象观测数据，详细阐明了5—8月夏季高温的变化特征，并深入探讨了这些变化与城市热岛强度之间的关系。敖翔宇[3]等研究则针对上海这座城市进行了比较研究，通过对比上海2016年、2017年2个夏季，分析了热浪和非热浪期间城市热岛强度的差异及其相互作用的物理机制。梁珂[4]等则聚焦于珠三角城市群，

收稿日期：2023-08-23。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（42161041）；云南省科技厅科技计划资助项目（202305AC160089）；国家级大学生创新创业训练计划资助项目（202111390028）。
第一作者简介：唐仕瑞（2001—），本科，研究方向为自然资源评价，E-mail：2019207123@yxnu.edu.cn。
通信作者：吴利（1980—），博士，副教授，研究方向为自然资源评价与人地关系，E-mail：wuli2009@yxnu.edu.cn。

分析2005—2019年城市热岛的年际和季节变化和土地覆盖的时空变化，研究不同土地利用类型地表温度的年际和季节分布。目前对城市热岛效应的研究主要集中在城市区域和经济发达地区，而且大多数研究成果是针对大城市和经济发达地区，如北京、上海、珠江三角洲等，而对特殊地形的中小城镇所引起的城市热岛效应研究还比较少。

在城市不断发展扩张的过程中，越来越多气象灾害发生，因此，对城市热岛效应的研究具有重要的意义。本文运用CiteSpace软件，针对CNKI上检索的相关文献的进行分析，构建出我国城市热岛问题的知识图谱，得出目前国内城市热岛方面的研究热点及发展趋势，为后续该领域的进一步深入研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 数据来源

研究以CNKI数据库为数据来源，以“城市热岛”作为主题，对1992—2022年期间的文献进行了全面检索。数据来源类别包括“SCI来源期刊”、“EI来源期刊”、“北大核心”、“CSSCI”、“CSCD”，除去会议、学位论文、报纸等非期刊文献类型。最终，共获得1 090篇相关期刊文献，这些文献包含了丰富的研究成果和实证数据，对城市热岛现象的研究具有重要参考价值。

1.2 研究方法

CiteSpace软件是陈超美博士基于JAVA环境、科学计量学、数据和信息可视化研发的分析工具[5-6]。本文借助CiteSpace（6.1.R2版本）软件对CNKI数据库中以Refworks格式导出的关于城市热岛问题的相关文献进行格式转换，输出并保存至Data文件夹，并通过CiteSpace软件对结果进行分析。设置Time Slicing（时区）为1992—2022年[7]，Year Per Slice（时间切片）选择1。通过量化与可视化分析，得到作者、机构共现知识图谱、关键词聚类、突现图谱；作者、机构共现知识图谱分别用来展示城市热岛效应研究领域中的核心作者、机构分布情况及发文量的多少；关键词聚类、突现知识图谱是用来探析城市热岛效应的研究热点，从而反映出一个特定时期的研究方向和发展方向的变动[8]。

2 结果与分析

2.1 文献计量分析

2.1.1 文献数量分布

文献的发表数量是衡量一个时期内学术研究热点和发展趋势的一个重要指标，文献发表数量对分析发展动态和预测未来发展趋势具有重要意义[9]。通过对文献数量的统计分析，如图1所示，随着对该领域的不断深入研究，相关研究的发文量总体呈现上升趋势。根据发文量，可将1992—2022年城市热岛领域的研究划分为3个时期特征前期增长缓慢，中期迅速增长，后期处于波动阶段。

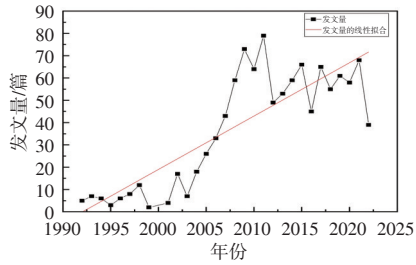


图1 1992–2022年城市热岛效应研究发文量

2.1.2 文献期刊统计分析

分析发表文章的期刊来源分布，可以了解研究主题的分布特征和期刊水平等情况，为相关主题的研究提供有效信息[10]。通过对1 090篇关于城市热岛研究的期刊文献进行统计分析，总共有227个发文期刊。城市热岛研究涉及到多个学科和各个级别的期刊，发文量排名前15的期刊包括《生态学报》51篇、《生态环境学报》36篇、《气象》32篇、《气候与环境研究》28篇、《气象科学》与《生态杂志》26篇、《长江流域资源与环境》22篇、《热带气象学报》等20篇、《中国林园》等19篇，共占期刊比例为33%；其余期刊占比67%，大多数期刊发文量为1~3篇。该研究领域的期刊主要涉及到生态学、气象学等学科。这表明，在全球气候变化的大背景下，城市热环境问题受到了广泛关注，城市热岛效应、生态文明建设、区域可持续发展以及应对气候变化将成为当前和未来的研究重点。近年来，生态文明建设受到国家的高度重视，有关生态文明建设与城市热岛效应的研究也逐渐增多，相关学者也从不同角度对其进行了深入探究。但研究主要集中在城市化发展迅速的大城市，多学科的交叉的综合性研究较少，且缺乏深度剖析。

2.2 作者共现分析

运用CiteSpace软件中的作者分析可以知道该研究领域的作者的发文量，合作关系，进而反映出相关研究的进展[11]。将获取的有效文献数据导入CiteSpace软件，进行数据转换，设置Time Slicing（时区）为From1992 To 2022，Year Per Slice（时间切片）选择1，在Node Types控制面板选择Author，其他选项为系统默认设置，运行结束后选择Visualize即可得到图2

城市热岛效应研究作者共现知识图谱。图中节点的大小表示发表文章的数量，而节点之间线条的粗细表示作者之间合作的强度，连线越粗，说明作者间合作强度越强[12]。根据图3显示，节点数量为688个，节点间共有649条连线。网络密度值为0.002 7，说明各个学者之间的合作关系并不紧密，高产出作者跨领域、跨机构合作较少。在那些发表文献数量超过10篇的学者中，任国玉以15篇的数量位居前列，其次是徐秋涵的13篇，刘红年和何萍分别为12篇和10篇。而其他作者的发表数量大多在10篇以下，一般只有1~2篇。可以看出，城市热岛效应研究领域的核心作者群体尚未形成，未来在该领域的研究中仍需要加强作者间的合作。通过组织学术活动、设立跨领域的项目和奖励机制，以及建立开放的数据共享平台等措施，可以有效地促进城市热岛效应研究领域的合作与发展。

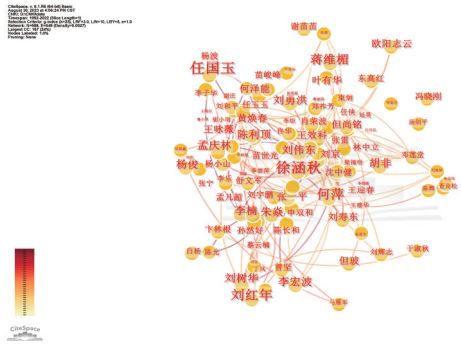


图2　城市热岛效应研究作者共现知识图谱

2.3　机构共现分析

通过使用CiteSpace软件，可以更好地了解城市热岛效应研究领域机构的分布情况。选择Institution选项，其他为系统默认设置，选择Visualize选项，并对生成的可视化图进行调整修饰，即可得到机构共现知识图谱（图3）。节点数量 $N=505$，连线数量 $E=431$，网络密度值Density=0.003 4。图中节点大小表示机构发表论文的数量，节点越大，该机构发表论文越多，节点之间的连线代表机构之间存在合作关系，连线的粗细表示机构间合作关系的强弱[13]。节点比较大的机构发文量最多，如图3所示，在CNKI数据库中，发文量最多的是中国科学院大学，发文29篇；中国气象局北京城市气象研究所发文27篇；南京大学大气科学系发文20篇。根据图谱大致可以把机构分成三类，第一类是中国科学院大学、中国气象局北京城市气象研究所和南京大学大气科学系，这一类发文量多和合作关系比较密切且能形成闭环。第二类是南京大学国际地球系统科学研究所和天津大学建筑学院等有单一的节点连线的机构。第三类是兰州大学大气科学系等在图中以孤立的节点存在的独立机构。虽然大多数机构的研究方向相似，但彼此之间没有建立合作关系。整体网络密度为0.003 4，表明机构间的联系不紧密，相关研究主要在固定队伍中开展，跨地域跨团队合作关系薄弱。从研究主体上来看，虽然各个领域的学者、科研单位、机构都有一定的代表性，但相对来说研究主体较为分散，且专业性科研组织或协会跨领域、跨专业的合作少，以及持续性的研究成果比较少，因此，难以形成科研成就突出的专家团队和组织。



图3　城市热岛效应研究机构共现知识图谱

2.4　文献被引分析

高被引是近些年提出的对学术论文进行评估的一个重要指标[14]，它为研究领域内的研究者提供了文献研究的依据和参考，并能反映该研究领域内学术研究的热点和趋势[15]。表1为排名前十篇的高被引文献。《城市景观格局演变的生态环境效应研究进展》被引442次，被引次数最高[16]。《城市热岛效应研究进展》被引441次[17]。排名前十篇高被引文献表明，主要涉及城市热岛的理论研究、城市化进程对城市热岛的影响、城市景观格局演变等，其中以北京和上海为研究区域最为充分。

3　研究的热点与趋势

3.1　研究热点

关键词聚类分析可以深化关键词共现关系，并通过聚类统计学的方法计算出数量相对较少关系更紧密的一组关键词[18]。在Node Types控制面板选择Keyword，保持C、CC、CCV阈值默认状态，Pruning面板选择“Pathfinder”和“Pruning the merged network”选项，在运行结束后选择Visualize得到关键词共现图谱。基于关键词共现和LLR（对数似然率）算法进行聚类分析，LLR越大代表e关键词越具有代表性。聚类得到城市热岛效应研究的关键词共现图谱（图4），通过关键词的分析（图5）发现，“城市热岛（0.28）”、“热岛效应(0.49)”和“遥感（0.11）”等关

表1 排名前十的高被引文献

排名	被引文献	作者	期刊	被引次数
1	城市景观格局演变的生态环境效应研究进展	陈利顶，孙然好，刘海莲	生态学报	442
2	城市热岛效应研究进展	彭少麟，周凯，叶有华，等	生态环境	441
3	北京城市化进程对城市热岛的影响研究	季崇萍，刘伟东，轩春怡	地球物理学报	385
4	城市热岛的生态环境效应	肖荣波，欧阳志云，等	生态学报	360
5	北京地区气温的年代际变化和热岛效应	林学椿，于淑秋	地球物理学报	327
6	城市热岛效应的研究进展与展望	寿亦萱，张大林	气象学报	272
7	城市热岛效应的影响机理及其作用规律：以上海市为例	彭保发，石忆邵，王贺封，等	地理学报	250
8	上海地区盛夏高温分布和热岛效应的初步研究	丁金才，张志凯，奚红，等	大气科学	242
9	等间距法和均值标准差法界定城市热岛的对比研究	陈松林，王天星	地球信息科学学报	226
10	北京及周边地区城市尺度热岛特征及其演变	张光智，徐祥德，王继志，等	应用气象学报	221

键词的中心性>0.1，说明学者对这几个关键词的关注度比较高。从1992年开始，关键词“城市热岛”的相关研究较多。中心性和出现的频次都能够在一定程度上显示出该关键词的影响力情况，但两者并不一定呈正相关，例如对比中心性“遥感（0.11）”<“城市化（0.28）”，但是对比词频“遥感（77）”>“城市化（63）”，因此在研究中既要考虑频次也要考虑中心性。

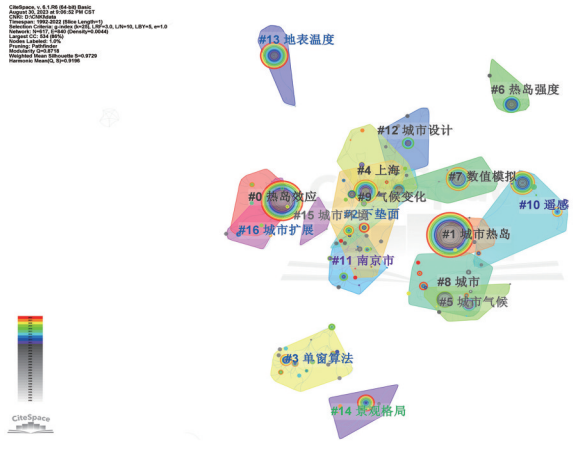


图4 城市热岛效应研究关键词聚类图谱

通过对关键词聚类分析，可以推测出某一时间段城市热岛问题的研究热点，这对未来城市热岛研究的发展具有重要的意义[19]。运用CiteSpace软件对有关“城市热岛”研究的文献进行聚类分析，其中具有明确标签的分别是#0：热岛效应，#1：城市热岛，#2：下垫面，#3：单窗算法，#4：上海，#5：城市气候等。对于1 090篇与城市热岛相关的文献，本文采用关键词聚类分析的方法进行研究，结果显示，Modularity “Q=0.871 8>0.3”，Weighted Mean Silhouette “S=0.972 9>0.7”，Harmonic Mean “（Q，S）=0.919 6”，说明聚类结构显著，且具有较高的可信度。

从对不同气候区和城市进行分析的聚类结果来看，可以发现“#5城市气候”、“#9气候变化”和“#16城市扩展”等聚类说明，重点研究了城市热岛效应与城市内部气候之间的联系。“#1城市热岛”、“#8单窗算法”、“#6热岛强度”、“#7数值模拟”等聚类结果表明，城市热岛效应研究主要是利用遥感技术提取关键参数（如气温、湿度、风速等），并针对不同区域和类型对热岛效应进行空间模拟与预测。研究方法由单一技术方法为主逐渐过渡到多种技术联合和模型模拟计算。通过计算热岛强度，可以揭示不同城市的城市热岛的时空特征和区域特征。从高频关键词“城市绿地”、“景观格局”、“地表温度”等来看，对于如何缓解城市热岛效应大量的研究中，主要是对城市景观格局与城市热岛效应关系的研究，提出缓解城市热岛效应的绿地规划措施和土地利用策略[20]。

3.2 发展趋势

Citespace软件可以对突现词进行探测与分析，根据关键词的突现强度和突现时间可以帮助识别某一段时间内的研究热点和研究前沿，该软件具有较大的研究潜力，可以为分析某一研究领域的发展趋势提供依据[11]。在控制面板上点击Burstness进行关键词的突现分析，将γ系数缩减为0.5，结果选择15个突显词。

如图5所示，从突现强度的角度来看，突现强度最大的关键词分别是“地表温度（7.78）”、“城市气候（7）”、“景观格局（6.16）”，这表明这些关键词的研究热度增长速度快，在城市气候研究中城市热岛对城市气候的影响已成为重要研究内容。利用地表温度作为主要指标，结合3S技术和气象观测数据，定量研究城市热岛效应与景观格局之间的关系是城市热岛效应的重要研究方向之一。不同突现词在不同时段的出现表明了不同时段的研究热点，可由此预测未来的研究趋势和方向。首先，从突现词的不同出现时间来看，突现词的出现时间长说明这些关键词在该时期引起了人们的极大关注、是研究中活跃的研究对象[21]。从突现词的不同持续时长来看，“城市气候（1993—2007年）”、“城市1998—2010年”和“城市形态（2014—2022年）”

的突显时间持续最长。表明在全球气候变化背景下，城市热环境问题受到了长期的关注，该类相关研究也为后续对城市热岛效应的研究奠定了基础。

从近几年的突现词来看，研究的热点关键词包括“城市形态”、“地表温度”、“景观格局”、“时空变化”、“海绵城市”、“北京市和热环境”，这些关键词可以反映近些年该领域作者关注度较高的研究前沿。由图5可以看出，对城市热岛效应的相关研究由更为关注“城市气候”、“城市环境”、“地面气温”和“热岛强度”等关键词，转向更为关注“城市形态”、“地表温度”、“景观格局”和“时空变化”、“海绵城市”等关键词，逐渐向研究城市热岛的形成原因、发展机制、时空变化，地表温度和景观格局的耦合关系，模型的量化和模拟，以及提出如何缓解城市热岛等方面开展。根据对关键词的突现强度和时间的分析，城市热岛效应的成因，城市热岛效应的时空分布特征，城市热岛与周围环境的相互作用，揭示城市热岛效应的形成机理等，是当前和未来城市热岛效应的研究方向与发展趋势。

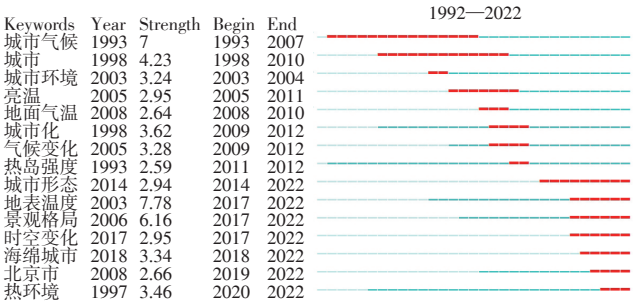


图5　城市热岛效应研究关键词突现图谱

4　结　语

本文通过CiteSpace软件，对从CNKI数据库获取的1992—2022年期间有关城市热岛的文献信息进行了计量统计，得出：①城市热岛效应研究领域的发文量与作者机构合作网络变化相关，呈现出明显的阶段性特征。②研究热点显示，城市气候变化是一个重点研究领域。③从研究前沿方面分析，对城市热岛效应预测与评估是今后城市热岛效应研究的一个重点方向。

参考文献

[1] 周淑贞，张超. 上海城市热岛效应[J]. 地理学报，1982(4):372-382

[2] 黄群芳. 北京夏季高温变化特征及对城市热岛强度的影响[J]. 气象科技，2023，51(1):66-74

[3] 敖翔宇，谈建国，支星，等. 上海城市热岛与热浪协同作用及其影响因子[J]. 地理学报，2019，74(9):1 789-1 802

[4] 梁珂，任秀波，张洋，等. 珠三角城市群城市热岛与地表覆盖时空变化分析[J]. 地理空间信息，2022，20(9):36-40

[5] Chen C M. Searching for Intellectual Turning Points：Progressive Knowledge Domain Visualization [J]. PNAS，2004，101(1):5 303-5 310

[6] 侯剑华，陈悦. 战略管理学前沿演进可视化研究[J]. 科学学研究，2007，25(增刊):15-21

[7] 李杰，陈超美. CiteSpace:科技文本挖掘及可视化[M]. 北京:首都经济贸易大学出版社，2016

[8] 李丽霞，何彪，童昀. 中国旅游高质量发展研究热点及趋势分析:基于CiteSpace的知识图谱分析[J]. 华中师范大学学报(自然科学版)，2022，56(1):51-61

[9] 邱均平，沈超谌，宋艳辉. 近十年国内外计量经济学研究进展与趋势:基于Citepace的可视化对比研究[J]. 现代情报，2019，39(2):26-37

[10] 韦洪发，宋美. 儒家文化的研究现状、热点前沿和演变态势：基于CiteSpace的文献计量可视化分析[J]. 长春大学学报，2023，33(1):42-53

[11] 高玉娟，石娇. 基于CNKI数据库的国内草原生态补偿研究的知识图谱分析[J]. 中国农业资源与区划，2022，43(8):210-217

[12] Chen C M. CiteSpace II:Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology，2005，57(3):63-69

[13] 蔡文伯，马瑜. 21世纪以来我国教育经济学研究现状的计量分析[J]. 教育与经济，2014(2):15-20

[14] 李亚君. 我国通报类科技期刊论文的高被引分析[J]. 科技文献信息管理，2021，35(1):20-23

[15] 翁景德，郑迪文. 基于知识图谱(Citespace)的品牌管理研究综述[J]. 中国集体经济，2021(12):82-84

[16] 陈利顶，孙然好，刘海莲. 城市景观格局演变的生态环境效应研究进展[J]. 生态学报，2013，33(4):1 042-1 050

[17] 彭少麟，周凯，叶有华，等. 城市热岛效应研究进展[J]. 生态环境，2005(4):574-579

[18] 钟伟金，李佳，杨兴菊. 共词分析法研究(三)：共词聚类分析法的原理与特点[J]. 情报杂志，2008(7):118-120

[19] 沈又红，黎钰林. 基于CiteSpace的统一战线学相关理论研究可视化分析[J]. 湖南师范大学社会科学学报，2021，50(5):59-69

[20] 黄焕春，严思平. 城市热岛效应研究热点与前沿的可视化分析：基于CiteSpace聚类分析[J]. 南京工业大学学报(社会科学版)，2021，20(6):94-110

[21] 张玲，白军红，梁金凤，等. 基于CiteSpace文献计量的湖泊抗生素抗性基因研究进展与热点分析[J]. 环境科学学报，2022，42(1):308-320