

基于 CiteSpace 的景观与城市微气候研究特征分析

Scientometric Analysis of Landscape and Urban Microclimate Research Using CiteSpace

董靓 张米娜

DONG Liang, ZHANG Mina

中图分类号: TU986

文献标识码: A

文章编号: 1673-1530(2018)10-0032-06

DOI: 10.14085/j.fjyl.2018.10.0032.06

收稿日期: 2018-03-08

修回日期: 2018-09-04

董靓/1963年生/男/四川人/博士/华侨大学建筑学院风景园林系、华侨大学可持续景观设计研究中心教授、博士生导师/研究方向为可持续景观、健康景观、城市设计(厦门 361021)

DONG Liang, born in 1963 in Chengdu, Sichuan Province, Ph.D., is a professor and doctoral supervisor in the Sustainable Landscape Design Research Center, Department of Landscape Architecture, School of Architecture, Huaqiao University. His research focuses on sustainable landscape, healthy landscape, urban design (Xiamen 361021).

张米娜/1979年生/女/浙江人/博士/华侨大学图书馆学科馆员/研究方向为知识图谱、数据科学(厦门 361021)

ZHANG Mina, born in 1979 in Zhejiang Province, Ph.D., is a subject librarian of Huaqiao University. Her research focuses on knowledge mapping, data science (Xiamen 361021).

摘要: 微气候和风景园林关系密切,同时相关研究也在其他很多学科展开。本文以2000—2016年SCI收录的与微气候研究有关的5 502篇文献为研究对象,通过文献计量统计分析、文献共被引、TF*IDF和LLR算法以及聚类分析等方法,对国际上风景园林与城市微气候研究现状进行分析和处理,识别出微气候研究的外部特征。采用信息可视化分析软件CiteSpace III,以知识图谱的方式展示微气候领域的研究主题,并通过关键词的共现分析和词频变动趋势确定微气候研究热点发展趋势和前沿领域。

关键词: 微气候;知识图谱;信息可视化;文献计量;CiteSpace III

基金项目: 国家自然科学基金项目“湿热气候区旅游景区的微气候舒适度预测模型研究”(编号51678253);华侨大学科研基金项目“南方园林的气候适应性研究”(编号15BS302);华侨大学科研启动项目(编号16BS204)

Abstract: Microclimate is an important factor in landscape architecture, while the relevant research is also conducted in other disciplines. In this paper, 5,502 articles of microclimatic studies from 2000 to 2016, which were included in SCI, are cited as the research materials. Through the statistical analysis using bibliometrics, co-citation, TF*IDF and LLR algorithm and clustering analysis method, we have identified the external characteristics of microclimate research. We have also adopted the information visualization analysis software CiteSpace III to conduct knowledge mapping analysis of research subjects, hot spots and frontiers in microclimate research.

Keywords: microclimate; knowledge mapping; information visualization; bibliometrics; CiteSpace III

Fund Items: National Natural Science Foundation of China “A Study on the Microclimate Comfort Predictive Model for Tourist Sites in Hot and Humid Region” (No. 51678253); “Climate Adaptive Design of Southern Landscape and Gardens in China” (No.15BS302); Scientific Research Funds of Huaqiao University (No.16BS204)

微气候(Microclimate)指地面边界层内的小范围气候,其特征一致并受地面植被、土壤、地形、水体及人工构筑物影响。微气候和风景园林关系密切^[1-5]。风景秀丽、气候宜人,就是对风景园林环境的典型描述。但有关风景园林微气候的研究长期以来重视不够,好在近年逐渐引起学界重视^[6-9],已成为风景园林的研究热点之一,同时相关研究也在其他很多学科展开。本文采用文献计量学理论和信息可视化技术,

对2000—2016年微气候相关研究的刊载论文进行多方位统计分析,从研究规模、影响力、学科和出版物分布、空间分布等方面进行客观评价和可视化分析研究,以期直观、清晰、多角度地展示微气候研究状况,同时辨识出国内外微气候研究的主要研究主题和核心前沿,从而为风景园林、城乡规划、建筑学、环境科学、大气科学、林学及农学等领域的科技工作者提供有启发意义的参考信息。

1 数据与方法

1.1 数据来源

本文以 Web of Science™ 核心合集为数据源, 采用检索词为: TS= (microclimate) OR TS= (micro NEAR/1 climate) OR TS= (microclimatology), 时间跨度为2000—2016年, 检索时间为2016年11月28日, 共检索到5 572篇相关文献。文献类型包括研究性论文、综述、会议文摘、社评材料、消息、书评和更正8种, 其中研究性论文和综述这2种类型的文献能够反映特定主题的研究特征和发展趋势。因此, 本文仅选择研究性论文和综述作为数据来源, 最终获取有效数据样本5 502篇。

1.2 研究方法

采用文献分析工具 HistCite™ 和信息可视化软件 CiteSpace III^[10] 进行数据分析研究。HistCite™ 是一种引文编年可视化系统, 本文用该软件统计载文时序和类型、国家和机构以及定位重要作者^[11]。CiteSpace III是一款基于分析和可视共现网络的 Java 应用程序, 它以 Web of Science 导出的纯文本数据为主要数据源, 可用于探讨科学文献可视化的模式和发展趋势^[12]。该软件适用于多元、分时、动态的复杂网络分析, 能够显示一个学科或一个领域在一定时期发展的趋势与动向, 是近年来在科学计量学中最具特色和影响力的可视化软件之一^[12-13]。

2 微气候研究的外部特征分析

2.1 研究规模和影响力分析

5 502篇微气候研究论文包含15 573位作者, 分布在1 276种期刊中, 共产生10 157个关键词和170 580条被引用的文献, 作者来自于4 019家机构和128个国家/地区。发文量通常作为衡量某一主题研究规模的指标之一, 被引频次可以从一定程度表征研究影响力。因此, 本文通过发文量和被引频次2个指标对论文进行统计分析, 结果见图1。

从总体上看, 2个指标随着时间推移呈现增长趋势。发文量由2000年的180篇递增至2016年的486篇, 体量增长了2.7倍; 被引频次相应从47次剧增到11 242次, 增长了249倍, 结果表明微气候研究热度正在不断升温,

引起了学者的广泛关注。

2.2 学科扩散性分析和出版物分布

微气候研究是一个多学科交叉的领域。根据 HistCite™ 统计结果发现, 5 502篇微气候论文涉及108个学科方向, 其中主要集中的10个方向是生态环境科学、农学、林学、植物学、大气科学、动物学、生物多样性保护、建筑与建设、地质学、能源。表现最突出的是生态环境科学(含风景园林与城市环境方向), 发文量占28.79%, 成为微气候研究领域的主要研究方向。农学占19.38%, 排在第2。第3名的是林学(含城市森林/绿化), 发文量比例为10.72%。

5 502篇论文分布在1 276种期刊上, 其中《Forest Ecology and Management》载文148篇, 位于所有期刊首位, 《Building and Environment》以112篇排名第二, 《Agricultural and Forest Meteorology》以96篇排名第三, 载文量Top10的期刊还包括《Energy and Buildings》(83篇)、《Plos One》(72篇)、《Oecologia》(60篇)、《International Journal of Biometeorology》(45篇)、《Journal of Arid Environments》(43篇)、《Biosystems Engineering》(43篇)、《Biological Conservation》(41篇)和《Global Change Biology》(41篇)。

2.3 空间分布分析

研究国家及机构的发文情况, 有助于了解微气候领域研究力量的分布, 以及各国之间的研究合作现状, 可以获得关于隐性知识“载体”的信息。

通过 CiteSpace III 对研究国家/地区和研究机构合作关系考察发现, 128个国家/地区中有90个产生了合作关系, 形成506条连接线合作网络。在合作网络中美国处于最核心位置, 其图谱中介中心性^①为0.36, 90个国家均与其建立了直接或间接合作关系。德国、英国和法国处于次核心位置, 图谱中介中心性大于0.1。美国作为论文产出大国, 其发文量1 506篇, 占总文献数量的27.4%, 这一数值远高于排名第2的德国(424篇)和排名第3的英国(402篇)。发文量排前10的机构还包括加拿大、中国、澳大

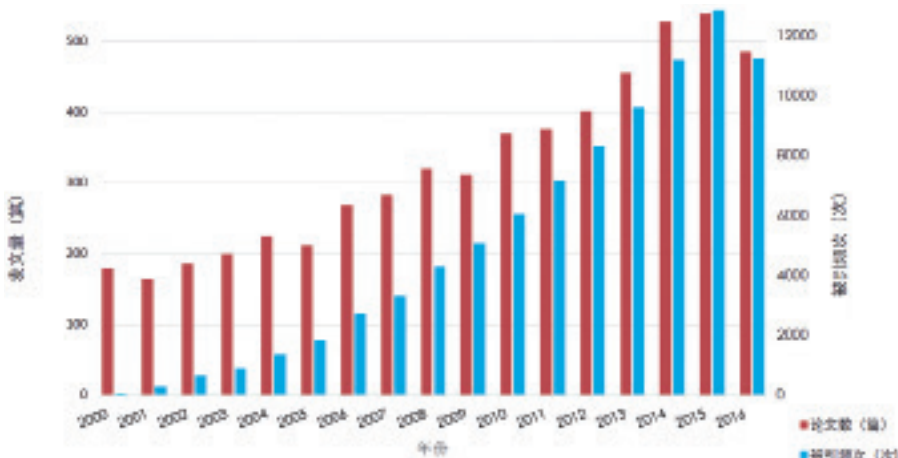
利亚、巴西、法国、意大利和西班牙, 这10家机构发文量占论文总量的82%。不难看出, 微气候研究成果在国家分布上极不均衡, 存在明显的马太效应, 即微气候研究主要集中在美国和欧盟少数几个国家和地区。从图1可知, 中国关于微气候的研究是从2000年左右开始, 直到2004年相关发文量超过10篇。之后逐年递增, 2011年发文量突破20篇, 正式进入跨越式发展, 于2016年达到64篇(需要说明的是这里的统计源是英文文献)。

与国家合作高度聚集的网络不同, 微气候研究在美国和欧盟国家中机构分布具有很强的扩散性。微气候研究机构合作图谱显示, 美国核心机构既有各个高校包括加州大学、威斯康辛大学和亚利桑那大学, 也有政府机构如农业部、林务局等, 这与美国独立的科研中心和强大的科研实力密切相关。中国科学院以124篇在机构发文中排名第一, 但在排名前100的发文机构中, 中国除了中科院之外没有其他科研机构入围。表明虽然中国的微气候研究论文体量处于国际领先水平, 但空间分布极度不平衡。

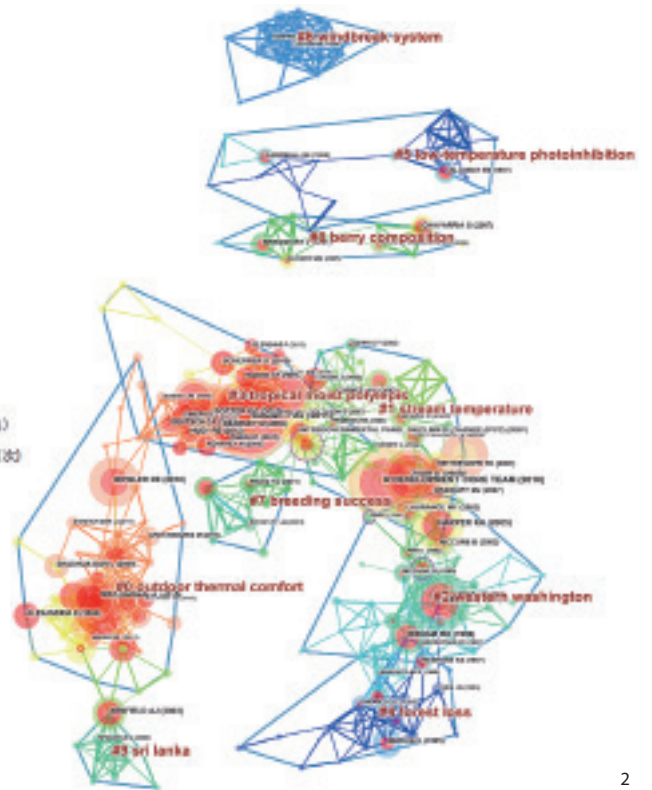
3 微气候研究共被引聚类分析

共被引分析(Co-Citation Analysis)是指2篇文献共同出现在了第3篇施引文献的参考文献中, 这2篇文献则形成了共被引关系。通过对一个文献空间数据集合进行文献高被引关系的挖掘的过程称为文献共被引分析^[14]。文献共被引分析不仅能反映研究论文的被引情况, 而且反映了具有相同或相似研究方向或研究兴趣的学术共同体。

运用 CiteSpace III 软件对5 502篇论文进行文献共被引分析, 其参数设置为: 时间范围为2000—2016年; 一个时间切片为2年; 连线阈值选择夹角余弦距离算法; 主题词来源选择题目、摘要、作者、关键词; 节点类型设为文献共被引; 设定时间片的阈值为50; 可视化模式选择为静态。运行后得到文献共被引网络, 在此基础上, 通过谱聚类算法对共被引网络进行聚类。最后得到节点数量为342, 连接线为870, 网络密度为0.014 9



1 微气候研究论文发文量和被引频次的时间分布图
Time diagram of microclimate research paper publication and citation frequency
2 微气候研究文献共被引网络图谱
Network map of microclimate research literature co-citation



的文献共被引网络，如图2所示。

网络聚类后得到10个共被引聚类，其模块化程度值为0.8296，整个网络的轮廓值为0.3186，表明整个文献共被引网络的聚类结果良好，能够清楚划分得到具体类别。表1显示了10个共被引聚类的自动标签、聚类规模和轮廓值。采用LLR对数似然率算法(Log-Likelihood Ratio)选取排名靠前的标题词作为聚类标签，按照聚类规模大小将聚类从#0到#9编号。

3.1 #0 聚类：户外热舒适度

#0 聚类是共被引文献图谱中最大的聚类，共包含48篇论文，轮廓值为0.947，该数值与同质性检验的最大值1非常接近，表明聚类的施引文献是有同质性文献构成的集合。如图2所示，整个共被引网络中，#0 聚类形成了知识链最为显著和密集红色聚类，表明聚类是最近几年形成。进一步对节点文献分析发现，该聚类文献时间跨度从2005—2016年，聚类形成的平均时间为2010年，是10个聚类中最年轻的聚类。

通过LLR算法从标题中提取的聚类命名

为“outdoor thermal comfort”，单纯从聚类命名来看，#0 聚类研究主题是关于户外热舒适度的研究。对文献的节点信息研究进一步发现，中心性大于0.01的节点文献为6篇，共被引频次大于20的高被引文献是9篇，可以认为这些文献在室外热舒适度研究中起到了重要作用，因此将其定义为核心文献。其中被引频次大于30次，同时中心性为0.01的核心文献有3篇。第1篇是英国威尔士班戈大学(Bangor University)的Bowler D E发表在期刊《Landscape and Urban Planning》上的论文《Urban Greening to Cool Towns and Cities: A Systematic Review of The Empirical Evidence》^[15]，其高被引频次是整个聚类中最高(33次)。该论文认为在试验条件下城市绿化对降低城市温度和提高人体热舒适性有一定的积极作用，但在实际城市大空间下，这种积极作用是否存在还有待进一步研究，因此，不建议将城市绿化盲目纳入城市规划中。第2篇是德国弗雷堡大学(Universität Freiburg)的Matzarakis A发表在期刊《International Journal Of Biometeorology》上的论文《Modelling Radiation

Fluxes in Simple and Complex Environments: Basics of the RayMan Model》^[16]，该研究在简单和复杂的三维环境中，采用Rayman模型模拟短波和长波辐射通量密度，由此证明人体吸收的短波和长波辐射通量密度对其能量平衡有重要的影响。中国台湾地区虎尾科技大学(Formosa University)的Lin T P发表在期刊《Building and Environment》上的论文《Shading Effect on Long-term Outdoor Thermal Comfort》^[17]，研究基于12个不同场地，累计10年的气象数据，结果表明，天空开阔度(Sky View Factor)对室外热环境有显著影响，遮荫设计需考虑当地居民的热舒适要求和大气环境。

3.2 #1 聚类：溪流温度

#1 聚类共包含37个成员，是微气候共被引图谱中第2大聚类。该聚类轮廓值为0.757，通过LLR得到的聚类标签命名为：溪流温度(Stream Temperature)。文献主要集中在2001—2010年间。通过对#1 聚类进一步分析，发现聚类的节点文献大部分都是专著的形式，被引频次前3的专著中有2部来自开发核心团队(R Development Core Team)在2010

表 1 微气候研究共被引聚类信息
Tab. 1 Co-citation clusters of microclimate studies

聚类 编号	文献 规模	Silhouette 值	篇均 年份	标签 (LLR 算法)
#0	48	0.947	2010	outdoor thermal comfort (4644.9, 1.0E-4) human thermal comfort (4578.08, 1.0E-4) thermal comfort (4541.66, 1.0E-4)
#1	37	0.757	2006	stream temperature (3533.54, 1.0E-4) sierra nevada (2384.69, 1.0E-4) old-growth mixed-conifer forest (2075.51, 1.0E-4)
#2	35	0.796	2000	western washington (1415.09, 1.0E-4) dispersed-retention harvest (1415.09, 1.0E-4) coniferous forest (1415.09, 1.0E-4)
#3	34	0.968	2009	tropical moist polylepis (2151.9, 1.0E-4) below-ground structure (2151.9, 1.0E-4) east bolivia (2151.9, 1.0E-4)
#4	26	0.942	1995	forest loss (1506.35, 1.0E-4) wildlife conservation (1506.35, 1.0E-4) patch structure (1290.29, 1.0E-4)
#5	21	1	1996	low-temperature photoinhibition (1596.59, 1.0E-4) eucalyptus pauciflora (996.19, 1.0E-4) winter growth (996.19, 1.0E-4)
#6	20	1	2000	windbreak system (8523, 1.0E-4) western australia (8523, 1.0E-4) south coast (8523, 1.0E-4)
#7	12	0.981	2003	breeding success (827.13, 1.0E-4) western newfoundland (651.75, 1.0E-4) boreal songbird (651.75, 1.0E-4)
#8	12	1	2003	berry composition (939.62, 1.0E-4) wine composition (871.6, 1.0E-4) plastic overhead cover (684.74, 1.0E-4)
#9	10	0.991	2001	sri lanka (1077.99, 1.0E-4) urban design (789.32, 1.0E-4) humid city (789.32, 1.0E-4)

年和2014年出版的专著《R: A Language and Environment for Statistical Computing》，另外一部专著是Zuur A于2009年出版的《Mixed Effects Model and Extensions in Ecology with R》，这3部专著都采用了R软件统计方法在生态群落分析中的应用，说明R已成为生态系统研究的重要工具。

#1 聚类中中心性最高的是McCune B于2002年出版的专著《Analysis of Ecological Communities》。McCune B是美国俄勒冈州立大学植物病理学系教授，同时也是生态群落多元统计分析软件（PC-ORD）软件的合作开发者。该专著详细介绍了生态社区及其环境的多变量分析方法，同时也提供了大量来自文献的基本原理与模拟和真实数据案例。

3.3 #2 聚类：华盛顿西部

#2 聚类共包含文献 35 篇，轮廓值为 0.796，文献的平均时间为 2000 年。用 LLR 算法提取的聚类命名：华盛顿西部（Western Washington）、分散保留采伐（Dispersed-retention Harvest）和针叶林（Coniferous Forest）权重一致，系统默认为 Western Washington。

该聚类核心文献有 4 篇，其中被引频次在 30 以上的分别是 1999 年 Chen J Q 等发表在期刊《Bioscience》上的论文《Microclimate in Forest Ecosystem and Landscape Ecology Variations in Local Climate Can be Used to Monitor and Compare the Effects of Different Management Regimes》^[18]（被引频次 40 次）和 Harper K A 于 2005 年发表在期刊《Conservation Biology》上的论文《Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes》^[19]。中心性大于 0.1 的有 2 篇，分别是 2000 年 Davies-colley R J 发表在期刊《New Zealand Journal of Ecology》上的论文《Microclimate Gradients Across a Forest Edge》^[20] 和 2003 年 Fahrig L 发表在期刊《Annual Review of Ecology Evolution & Systematics》上的论文《Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity》^[21]。这 4 篇核心论文都是围绕森林边缘生态效应和森林碎片化研究内容展开。森林边缘效应是生态学和生物多样性保护的重要概念之一，它在研究生态系统尺度和景观生态系统尺度的能量流和物质流等生态过程中具有重要作用。#2 聚类对边缘效应的内涵、特征、定量评价和应用研究等进行多方面研究分析，对森林经营和保护区管理等生产实践提供一定的指导意义。

3.4 #3 聚类：热带安第斯山脉的灌木树种

#3 聚类共包含文献 34 篇，轮廓值为 0.968，表明聚类 #3 文献同质性很高。文献篇均时间为 2009 年，是共被引图谱中第 2 年轻的聚类。用 LLR 算法提取的聚类命名：热带安第斯山脉的灌木树种（Tropical Moist Polylepis）、地下结构（Below-ground Structure）和东玻利维亚（East Bolivia）权重一致。用 TF*IDF 算法提取的命名为微气候模拟（microclimate simulations）和东玻利维亚（Swedish Lapland）。这些标签词反映了本部分研究主题与微气候和生物多样性保护相关。

2011 年，英国约克大学 Suggitt A J 发表在杂志《Oikos》上的论文《Habitat Microclimates Drive Fine-scale Variation in Extreme Temperatures》^[22] 是 #3 聚类被引频次最高的论文，该研究认为坡度坡向和植被的结构对微气候产生重要影响，因此，在研究气候变化对生态影响时必考虑生境和地形微气候，才能针对生物多样性保护制定更为科学和适宜的策略。坡度坡向的空间变化影响太阳辐射通量，进而影响小气候生态因子包括地表温度、蒸发量和土壤含水量以及植物的生态功能。因此，坡度坡向是植被格局、物种分布和生态系统的关键因素。2008 年，Bennie J 发表在杂志《Ecological Modelling》上的论文《Slope, Aspect and Climate: Spatially Explicit and Implicit Models of Topographic Microclimate in Chalk Grassland》^[23] 采用空间显性和隐性模型的方法量化太阳辐射、近地表温度和潜在蒸散量等生态变量，研究地形变化对场地微气候的重要性。Potter K A 发表在杂志《Global Change Biology》上的论文《Microclimatic Challenges in Global Change Biology》^[24] 强调小尺度空间下微气候对生态系统的重要性，建议跨学科合作。Hijmans R J 发表在杂志《International Journal of Climatology》上的论文《Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas》^[25] 在整个微气候图谱中中心性最高（0.18），它不仅是 #3 聚类的核心文献，同时也是连接着 #1、#2 和 #3 聚类的中

解该主题领域开展研究工作最为活跃的国家、机构和出版物，以及受关注度较高的研究方向，对相关研究工作者具有重要的参考价值。同时，通过知识图谱可视化方法，对微气候研究主题和其演进历程进行系统地分析，这对把握微气候领域的研究工作发展趋势具有重要的启发意义。

2000—2002年是微气候研究的繁荣时期，高频关键词与后时区关键词之间形成密集连线，表明这些关键词仍是当前微气候研究热点。城市空间下的微气候研究是当前微气候研究领域的前沿，围绕展开的研究热点包括城市住宅与街区微气候、公园与广场微气候以及微气候与户外空间使用行为研究等。

注释：

- ① 节点中介中心性是图论中的一种属性，用来衡量网络中不同位置节点的重要性。
② 文中图片、表格都由作者团队绘制。

参考文献 (References):

[1] 董靛. 街谷夏季热环境研究 [D]. 重庆: 重庆建筑工程学院, 1991: 5.
DONG Liang. Study on Summer Thermal Environment in Urban Canyon[D]. Chongqing: Chongqing Institute of Architecture and Engineering, 1991: 5.
[2] DONG Liang, CHANG Qigao. A Correlation of WBGT Thermal Index Used for Outdoor Thermal Environment[C]. Proceedings of International Conference on Human-environmental System, Tokyo, Japan. 1991: 91.
[3] 周志强, 董靛. 强台风后厦门园林乔木损失与恢复情况调查研究: 以华侨大学厦门校区为例 [J]. 风景园林, 2018, 25 (6): 41-46.
ZHOU Zhiqiang, DONG Liang. A Survey on the Loss and Recovery of Xiamen Garden Trees after Super Typhoon: A Case Study of Xiamen Campus of Huaqiao University[J]. Landscape Architecture, 2018, 25(6): 41-46.
[4] 董靛, 黄瑞. 基于气候适应性的城市屋顶绿化系统规划研究以成都为例 [J]. 风景园林, 2014 (5): 103-106.
DONG Liang, HUANG Rui. Climate Adaptive Planning for Urban Green Roof System: Chengdu Case Study[J]. Landscape Architecture, 2014(5): 103-106.
[5] BROWN R D, GILLESPIE T J. Microclimate Landscape Design[M]. New York: Wiley, 1995: 36.
[6] 陈睿智, 董靛. 国外微气候舒适度研究简述及启示 [J]. 中国园林, 2009 (11): 81.
CHEN Ruizhi, DONG Liang. Review of Foreign Studies on Microclimate Comfortableness and Its Enlightenment[J]. Chinese Landscape Architecture, 2009(11): 81.
[7] 刘滨谊, 梅歆, 匡伟. 上海城市居住区风景园林空间小气候要素与人群行为关系测析 [J]. 中国园林, 2016(1): 5.
LIU Binyi, MEI Yi, KUANG Wei. Experimental Research on

Correlation between Microclimate Element and Human Behavior and Perception of Residential Landscape Space in Shanghai[J]. Chinese Landscape Architecture, 2016(1): 5.
[8] ZENG Yulang, DONG Liang. Thermal Human Biometeorological Conditions and Subjective Thermal Sensation in Pedestrian Streets in Chengdu, China[J]. International Journal of Biometeorology, 2015(59): 99-108.
[9] 陈睿智, 董靛. 湿热气候区风景园林微气候舒适度评价研究 [J]. 建筑科学, 2013 (29): 8.
CHEN Ruizhi, DONG Liang. Study on Comfort Level Evaluation of Microclimate of Landscape Architecture in Humid-hot Climate Area[J]. Building Science, 2013(29): 8.
[10] CiteSpace. [EB/OL]. [2016-08-17]. <http://cluster.cis.drexel.edu/cchen/CiteSpace/>.
[11] 张丽华, 张志强. 科学前沿迁移的研究进展 [J]. 图书情报工作, 2014 (58): 5.
ZHANG Lihua, ZHANG Zhiqiang. Research Progress in Research Fronts Migration[J]. Library and Information Service, 2014(58): 5.
[12] CHEN Chaomei. CiteSpace III: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006(57): 359.
[13] 陈悦, 陈超美, 刘则渊. CiteSpace 知识图谱的方法论功能 [J]. 科学研究, 2015 (33): 242.
CHEN Yue, CHEN Chaomei, LIU Zeyuan. The Methodology Function of CiteSpace Mapping Knowledge Domains[J]. Studies in Science of Science, 2015(33): 242.
[14] 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, 2015: 142.
LI Jie, CHEN Chaomei. CiteSpace: Text Mining and Visualization in Scientific Literature[M]. Beijing Capital University of Economics and Business Press, 2015: 142.
[15] BOWLER D E, BUYUNGALI L, TERI M, et al. Urban Greening to Cool Towns and Cities: A Systematic Review of the Empirical Evidence[J]. Landscape and Urban Planning, 2010, (97): 147.
[16] MATZARAKIS A, RUTZ F, MAYER H. Modelling Radiation Fluxes in Simple and Complex Environment: Application of the RayMan model[J]. International Journal of Biometeorology, 2007(51): 323.
[17] LIN T, MATZARAKIS A, HWANG R. Shading Effect on Long-term Outdoor Thermal Comfort[J]. Building and Environment, 2010, (45): 213.
[18] CHEN Jiquan, SAUNDERS S C, CROW T R, et al. Microclimate in Forest Ecosystem and Landscape Ecology: Variations in Local Climate Can be Used to Monitor and Compare the Effects of Different Management Regimes[J]. Bioscience, 1999(49): 288.
[19] HARPER K A, MACDONALD S E, BURTON P J, et al. Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes[J]. Conservation Biology, 2010(19): 768.
[20] DAVIES COLLEY R J, PAYNE G W, ELSWIJK M V. Microclimate Gradients Across a Forest Edge[J]. New Zealand Journal of Ecology, 2000(24): 111.
[21] FAHRIG L. Effects of Habit at Fragmentation on Biodiversity[J]. Annual Review of Ecology Evolution & Systematics, 2003(34): 487.
[22] SUGGITT A J, GILLINGHAM P K, HILL J K, et al. Habitat Microclimates Drive Fine-scale Variation in Extreme Temperatures[J]. Oikos, 2011(120): 1.

[23] BENNIE J, HUNTLEY B, WILTSHIRE A, et al. Slope, Aspect and Climate: Spatially Explicit and Implicit Models of Topographic Microclimate in Chalk Grassland[J]. Ecological Modelling, 2008(216): 47.
[24] POTTER K A, ARTHUR W, PINCEBOURDE S. Microclimatic Challenges in Global Change Biology[J]. Global Change Biology, 2013, 19(10): 2932.
[25] HIJMANS R J, CAMERON S E, PARRA J L, et al. Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas[J]. International Journal of Climatology, 2005(25): 1965.
[26] 赵蓉英, 许丽敏. 文献计量学发展演进与研究前沿的知识图谱探析 [J]. 中国图书馆学报, 2010 (36): 60.
ZHAO Rongying, XU Limin. The Knowledge Map of the Evolution and Research Frontiers of the Bibliometrics[J]. Journal of Library Science in China, 2010(36): 60.
[27] DEREK J, PRICE D S. Networks of Scientific Papers[J]. Science, 1965(149): 510.
[28] 李春娟, 侯海燕, 王贤文. 国际科技政策研究热点与前沿的可视化分析 [J]. 科学学研究, 2009 (27): 240.
LUAN Chunjuan, HOU Haiyan, WANG Xianwen. Visualization Analysis of the Hot domains and the Research Edge In the Field of S&T policy[J]. Studies in Science of Science, 2009(27): 240.

(编辑 / 宋恬恬)