

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2022.03.010

# 基于 Citespace 计量分析的水景观进展研究<sup>①</sup>

林斌<sup>1,2</sup>, 崔亚鸽<sup>1</sup>, 金博闻<sup>1</sup>, 柯山<sup>2</sup>, 李从治<sup>2</sup>, 潘辉<sup>2</sup>

1. 闽江学院 经济与管理学院, 福州 350108;

2. 福建农林大学 艺术学院园林学院(合署), 福州 350002

**摘要:** 以科技文献数据库(web of science, WOS)中的 1 958 篇水景观相关文献为研究对象, 采用 CiteSpace 软件绘制知识图谱, 通过文献计量分析和人工检阅相结合, 客观定量呈现该领域发展脉络和研究现状. 结果表明: ①该领域核心作者及研究机构群体较分散, 尚未形成足够成熟的合作网络; ②水景观研究涉及多学科领域交叉, 其中环境科学与生态学对水景观研究领域有重要影响; ③景观生态质量的改善和解决城市发展问题, 将是拓展水景观研究方向及把握前沿的主要内容; ④滨水区驳岸建设和城市生态保护是现阶段该领域的主要热点. 针对目前的研究现状, 在水景观规划中应注重多学科知识的交叉运用, 促进城市发展与生态环境的协调, 尝试新的量化工具和评估模型, 推动水景观研究在各领域的突破发展, 营造良好人居环境.

**关键词:** 水景观; CiteSpace; 知识图谱

**中图分类号:** TU986

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-5471(2022)03-0082-09

## On Progress of Water Landscape Based on Citespace Quantitative Analysis

LIN Bin<sup>1,2</sup>, CUI Yage<sup>1</sup>, JIN Bowen<sup>1</sup>,  
KE Shan<sup>2</sup>, LI Congzhi<sup>2</sup>, PAN Hui<sup>2</sup>

1. College of Economic and Management, Minjiang University, Fuzhou 350108, China;

2. College of Arts College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China

**Abstract:** 1958 water landscape-related literature in WOS has been taken in this paper as the research object, Citespace software been used to draw the knowledge map, the research status been analyzed through bibliometric analysis and manual review, and the development context and overview of this field been objectively and quantitatively presented. The study shows that, ①the core authors and research institutions in this field are scattered and have not formed a mature enough cooperation network; ②the field of water landscape research involves multidisciplinary exchanges, in which environmental science and ecological engineering have an important impact on the field of water landscape research; ③the improvement of landscape ecological quality and the solution of urban development problems will be the main direction to expand the research content of water landscape and grasp the research frontier; ④the waterfront revetment

① 收稿日期: 2021-03-01

基金项目: 福州市社科规划重大项目(2017FZA02); 福建省高校人文社科研究基地海洋旅游研究中心开放课题(201902).

作者简介: 林斌, 硕士研究生. 主要从事风景园林规划设计研究.

通信作者: 潘辉, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要从事环境资源管理、生态旅游等.

construction and urban ecological protection are the main research hotspots in the current field. In view of the research status at home and abroad, it is proposed that in the planning, attention should be paid to the cross-application of multi-disciplinary knowledge in subject research, promote the coordination of urban development and ecological environment, try new quantitative tools and evaluation models, promote the breakthrough and development of water landscape research in various fields, and create a good living environment.

**Key words:** waterscape; Citespace; knowledge map

水能满足人的生理机能需求,同时对生态环境和社会发展具有促进作用。水作为自然要素参与到生态网络的建设,承担着重要廊道的连接功能<sup>[1]</sup>。通过不少城市案例可以看出水景观建设可以带动城市发展并且改善城市环境<sup>[2]</sup>。因此,关注国内外水景观的研究现状与趋势对今后国内推进该领域发展具有重要意义。

在风景园林学领域,狭义上水景观可定义为原始的水域及周边自然或人工生成的景观<sup>[3]</sup>;广义上则涵盖宏观(包括水系结构、景观和生态安全格局)、中观(包括河流形态、滨水区)及微观(包括水体、河岸带植被等具体要素)的规划与设计<sup>[4]</sup>。

工业革命之后,城市快速扩张导致世界各国都面临着河流水质恶化、河道干涸和生态系统恶化等严峻问题<sup>[5]</sup>。20世纪初期,人们开始反思工业文明对生态环境造成的破坏,开始采取措施进行恢复性的河流改造项目、生态湿地水环境治理等等行动<sup>[6]</sup>,比如,我国主张的“山水城市”建设理念,就是从可持续发展的角度,具备可持续发展的区域生态环境,维持并强化城市山水空间特征<sup>[7-8]</sup>。国外水景观领域的研究不仅局限于城市地区的滨水区,还包括湿地环境、人造水设施等,从不同角度探讨水景观发展问题,完善水景观规划设计的理论依据<sup>[9]</sup>。此外,国外学者多运用生态修复、景观生态学等作为理论基础,实现河流生态系统修复和保护,并基于此构建绿色廊道,探讨水景观对人类社会发展影响<sup>[10]</sup>。

由于滨水区的开发建设主要源于人类生活对水的依赖,且从不少城市案例可以看出,滨水区建设可以带动城市发展并且改善城市环境,故我国水景观研究更关注城市河流或者滨水区景观规划研究方向<sup>[11-15]</sup>。国内在水景观领域的研究对象单一,缺乏对该领域的回顾与展望,使得研究范围、内容和尺度都受到限制。同时,对于来源各异的文献数据,传统归纳梳理与定性分析具有局限性,无法对水景观研究领域发展进行宏观量化。因此,本研究基于宏观上的水景观定义,全面定量分析水景观研究概况,梳理该领域的研究热点及演进规律,把握水景观领域整体研究现状,为国内相关研究提供科学的、有价值的参考。

## 1 数据与方法

### 1.1 数据来源

根据科技文献数据库(web of science, WOS)核心合集为资料库,基于宏观定义,以“waterscape”“water landscape”“waterfront landscape”等相关水景观的关键词为参照,结合当前该领域关键文献的高频词,确定以 TS=(“waterscape”)or(water \* NEAR/2 landscape )and 文章类型=(article、review)and 语种=(English)进行检索,时间范围为 2000—2020 年,得到文献为 1 960 篇,为保证文献有效性,剔除重复文献以及与本研究领域无关的文献后得到 1 958 篇。

### 1.2 研究方法

CiteSpace 计量分析是基于统计学原理对文献知识进行可视化分析,构建知识关系,可以帮助探究和挖掘相关研究领域的发展方向与前沿<sup>[16]</sup>。将 2000—2020 年检索整理的文献数据导入 CiteSpace,通过调试参数设定得到作者、机构共现网络图谱、学科聚类图谱和关键词聚类时序图谱等。

## 2 结果与分析

### 2.1 水景观文献概况

#### 2.1.1 作者分析

基于普赖斯定律,核心作者的最低发文量  $M = 0.749 \sqrt{N_{p_{\max}}}$  ( $N_{p_{\max}}$  最多发文量)<sup>[17]</sup>,基于普赖斯定律本研究中  $M \approx 2.90$ 。因此发文量不少于 3 篇且被引次数较高可认为是核心作者,水景观研究领域共有 47 位

作者满足条件,共发表论文 398 篇,远低于普赖斯定律中核心作者发表 50%文献量的数值,说明国内外水景领域内研究学者相对多而分散,尚未形成一定规模的核心研究者群体.

将节点阈值(Threshold)设置为 4,得到作者发文量及合作网共现图谱(图 1).图 1 中,节点为 202 个,连线数量 204 条,合作网密度为 0.015,表明团体之间的研究合作较为少,团队之间分散性强.节点大小与发文量成正比,节点间连线密度与作者之间合作强度成正比.由图 1 可知,以乔杜里(Choudhury D)、艾哈迈德(Ahmad SM)为主的研究团体发文量较高,以雷洋(Yang L)为主的连线最多最为紧密,其团体合作关系强,发文量也较多.



图 1 作者发文量及合作网共现图谱

### 2.1.2 机构分析

设置节点阈值(Threshold)为 10,以研究机构所在院系、部门为研究单位,了解国内外水景观研究的主要机构及合作情况(图 2).节点大小代表机构发文频次,2 个节点之间连线的粗细代表机构合作强度.发文量较多的机构主要为中国科学院(Chinese Acad Sci)、佛罗里达大学(Univ Florida)等.节点为 247 个,连线数量为 206 条,合作网密度为 0.006 8,从整体共现网络来看,目前水景观领域研究状态相对独立,尚未建立相对成熟的合作网络,大多数科研机构的研究处于相对独立状态,合作网络建立较好的科研单位,其发文频次较高,科研成果较强.



图 2 机构合作共现图谱

## 2.2 相关交叉学科属性研究

通过学科聚类图谱解读滨水景观研究领域的学科基础,及涉及的主要交叉学科领域<sup>[18]</sup>. CiteSpace 将中心性大于 0.1 的节点视为关键点<sup>[19]</sup>,在两个或多个团体中扮演不可或缺的桥梁作用.其中,模块值  $Q$  反映聚类边界清晰度,  $Q=0.773$ ,大于 0.3 的分界数值;平均轮廓值  $S$  反映聚类规模,  $S=0.6104$ ,大于 0.5 的分界值.这两个值表明本研究的学科聚类合理且领域分化显著.

本研究的 1 958 篇文献涵盖了 93 个不同学科,从图 3 可以看出,形成以环境科学与生态工程学为核心,延伸至工程学和群体生态学等领域的分布特征.以下对排名前 5 的学科群体进行分析.

1) 学科群体 1: 沼泽景观(marsh landscape). 沼泽景观主要是以自然地理学、地质学和城市研究学科为主的研究群体,3 个学科联系紧密,基本构成该学科群体的理论基础和框架.该群体多借助自然地理学类的研究方法,探究如何解决城市发展带来的问题.

2) 学科群体 2: 水电工程施工(hydroelectric project construction). 水电工程施工中材料科学的中介中心性达到 0.98,是连接学科群体 1 和其他学科群体之间的桥梁性学科.该群体主要探讨水景观与社会经济关系,目前我国对河道的整治多通过水利工程达到防洪排泄的目的,即考虑水景观的建设规划不仅需要关注美观性和生态性,同时也需关注经济绩效.

3) 学科群体 3: 非点源污染治理实践(nonpoint source pollution control practice). 非点源污染治理实践是以环境科学、海洋与淡水生物学、环境科学与生态学为主的研究群体.其中环境科学与生态学的发文量高达 920 篇,中介中心性为 0.23,为该领域核心基础学科.

4) 学科群体 4: 湿地公园(wetland park). 湿地公园包括管理、群体生态学、生物学等核心学科理论,学科群体主要研究以湿地公园的社会服务、生态服务能力为主,通过计算机技术量化研究场地实际环境效益和社会效益.

5) 学科群体 5: 可选择水资源(alternative water source). 以农艺学、森林为核心的群体,农业生产会污染水资源,森林则对于涵养水源、净化水质有重要作用,因此农业和森林是对水源影响最大的两个因素.此外,该学科聚类还涵盖园艺、旅游业等其他学科知识内容.

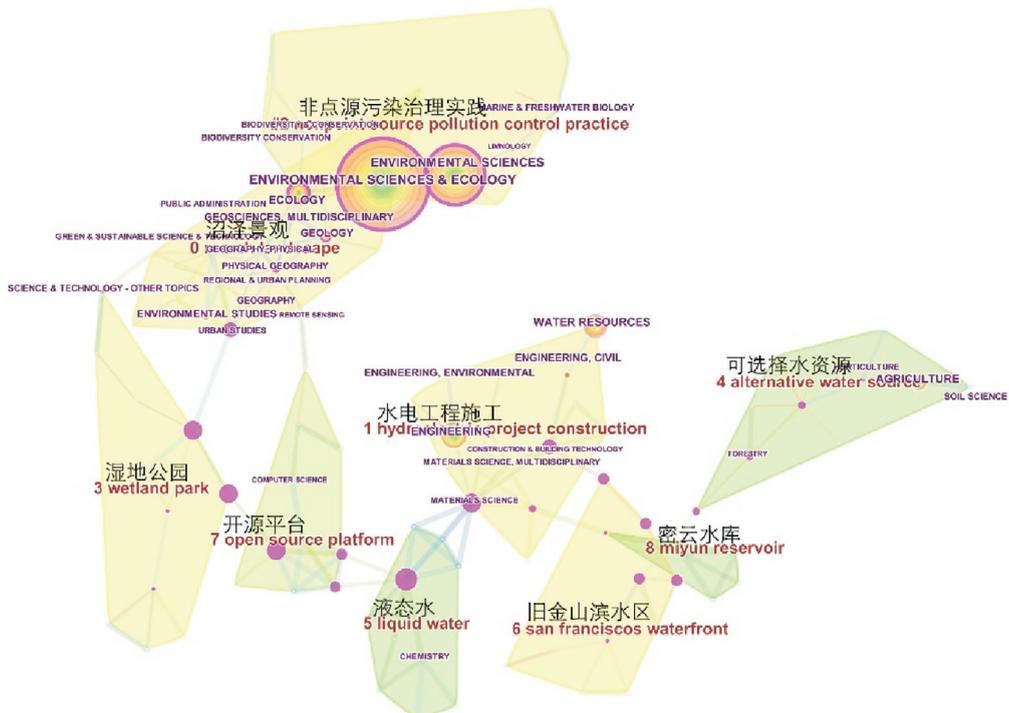


图3 学科聚类图谱

### 2.3 水景观研究的发展脉络及重点领域

对 WOS 数据库的 1 958 篇的关键词采用主题聚类方法, Q 值为 0.714 3, 大于 0.3, 聚类效果显著, 最终结果生成 11 个聚类, 聚类标签的次序与关键词规模大小及重要性成正比<sup>[19]</sup>. 在此基础上绘制由聚类编号为纵轴、施引文献发表时间为横轴的时序图谱(图 4), 时序图谱有助于分析该领域的主题演进与历史跨度<sup>[20]</sup>. 各聚类从深到浅的主题颜色表示知识流向, 线谱冷色到暖色表示时间差异<sup>[21]</sup>. 图 4 中节点大小代表频次, 横线上的关键词为该聚类的主要特征, 红色节点代表突发性高的关键词.

#### 2.3.1 发展脉络

根据时序图谱(图 4)将水景观研究发展分为 4 个阶段. ①2002—2006 年为初始阶段, 滨水景观研究领域的各聚类主题联系紧密, 研究主题多元化, 且被引频次与突发性较高, 表明前期进展成果为后续的研究奠定了基础. 早期水景观研究领域主要涉及滨海驳岸的弹性设计, 通过工程学中的雨水控制措施(storm water control measure)与景观设计联系来提高实用性. ②2007—2013 年为上升阶段, 各聚类内部关键词共线程度变得紧密, 表明该领域下各研究主题内容开始深入. 深化方向涵盖景观设计对生态恢复的促进作用以及水体质量的改善. ③2014—2016 年为平缓发展阶段, 该阶段关键词被引频次与突发性不高, 而探讨基于 GIS 有效性研究方法活跃度变高. 面源污染(nonpoint source pollution)与该主题下的其他关键词共现关系强, 表明该时期研究多运用数据分析方法探究全球气温变化、水体污染及修复问题, 如通过模型模拟洪水季节产生的地表径流<sup>[22]</sup>, 建立景观水域缓冲区等. ④2017—2020 年为革新阶段, 多数关键字与早期的关键字共现紧密, 即该时期的研究多建立在早期成果基础上, 探讨从新的角度研究水景观领域. 此阶段研究重心转向以城市空间背景研究水景观, 研究内容主要涉及城市土地利用变化、景观设计方案和城市低影响开发设计等问题.

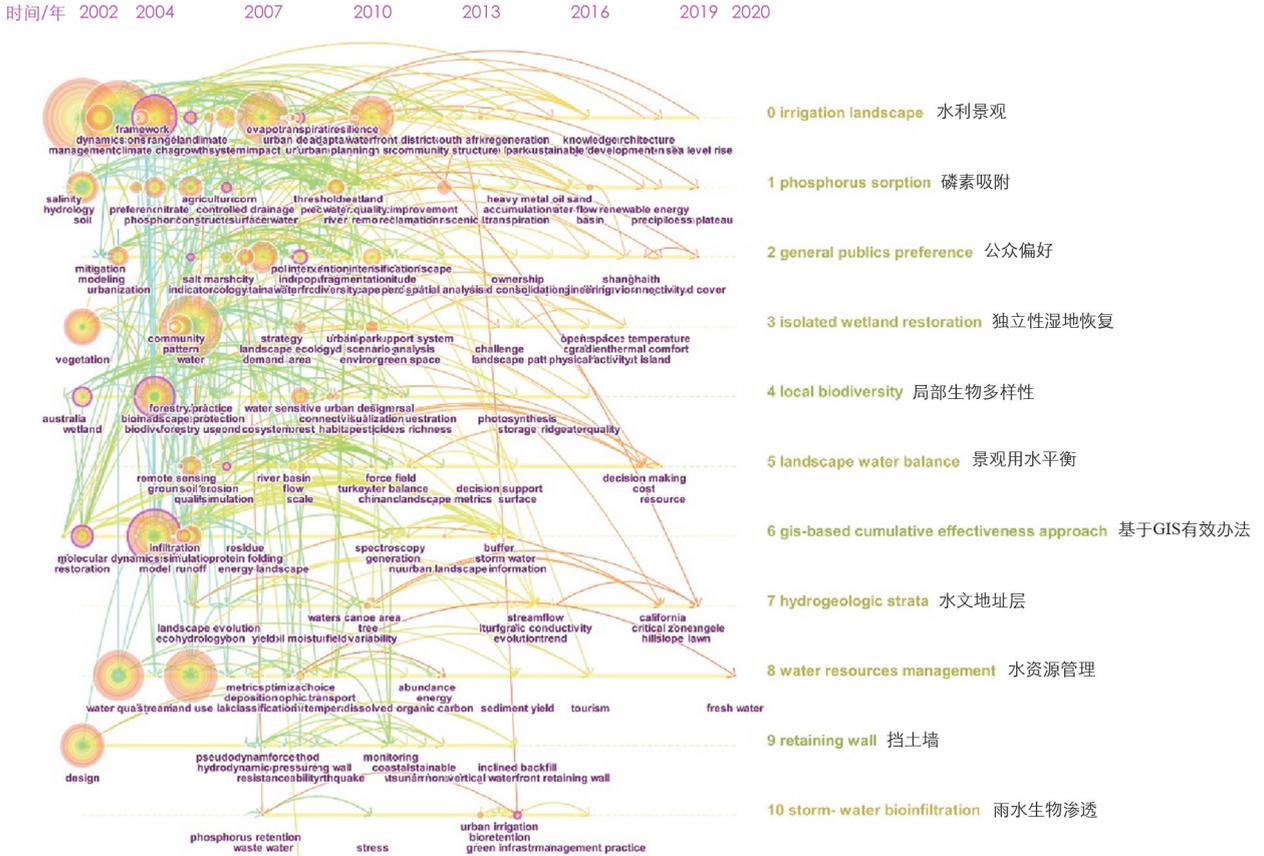


图 4 关键词共现聚类时序图谱



效性的目标. 另 2005 年后, 关键词与第 7 聚类: 基于 GIS 有效性方法(gis-based cumulative effective)联系紧密, 表明遥感技术和地理信息系统技术对此聚类主题采用的分析方法有很大影响. Gergel S E 等<sup>[28]</sup>通过总结水文、地理等评估方法量化流域周围的土地利用变化状况, 同时指出河岸缓冲带与河岸物种多样性有关. Amiri B J 等<sup>[29]</sup>使用地理信息模型 GIS 和多元分析工具开发多元线性回归(MLR)模型来预测水质变化.

2) 磷素吸附(phosphorus sorption)聚类时间跨度最大, 部分关键词如“salinity(盐量)”“hydrology(水文学)”“soil(土壤)”出现时间早于 2002 年, 且与其他关键词共线紧密, 为该领域奠定了学科基础. 其中“phosphorus(磷元素)”与近年研究领域的关键词共线强度最高, 研究内容主要包括对研究城市水质量与景观指标的联系、低能耗降低水污染的方法. Cadenasso M L 等<sup>[30]</sup>探讨从更大流域尺度下, 利用城市生态设计解决硝酸盐对城市滨海区及河流的污染. 梁家辉<sup>[31]</sup>通过评估指标构建城市面源污染控制和低影响开发工程绩效评估模型, 通过实际案例验证其可靠性. 早期关键词还包括“constructed wetland(人工湿地)”“nitrogen(氮含量)”, 其中“constructed wetland(人工湿地)”中心性为 0.13, 与“ecological restoration(生态恢复)”等关键词共线强度高, 该时期的研究内容主要通过运用自然生态系统处理污染水达到重复利用和景观美化的功能. Dyson K 等<sup>[32]</sup>通过改善浅水及岩石底栖生境, 将码头和海堤设计纳入生态研究, 减少城市发展对环境的影响.

3) 公众偏好(general publics preference)聚类节点出现时间较平均, 最早关键词出现在 2003 年, 早中期的关键词被引频次较大, “waterfront(滨水区)”中心性较高, 该关键词与主题内其他关键词共线强度最高, 说明其持续性强, 为主题核心关键词, 研究内容多以水质量的评估、滨水区建设恢复达到的绩效指数和滨水空间公众偏好度为主. Paulo P L 等<sup>[33]</sup>通过 TEvap 系统进行水质改善, 实现绿色区域灰水利用与小气候改善. 该主题下景观设计(landscape design)的突发性较强, 据文献查阅, 研究内容从生态学角度出发, 探讨城市滨水驳岸改造与生态基础建设, 旨在恢复人居环境和物种栖息地. Andrade R 等<sup>[34]</sup>得出干旱城市河岸中的水相(water physiognomy)是影响水鸟群落变化的最强因素, 为改善城市野生动物栖息地提供了规划思路.

4) 独立性湿地恢复(isolated wetland restoration)起始时间为 2002 年, 但其活跃周期停止于 2017 年. 该聚类主题下“water(水)”被引频次 137 次, “green space(绿色空间)”突发性为 4.819 8, 在该时期为主要研究热点, 同时与其他聚类主题连线较紧密, 经查阅, 研究内容多以通过增加绿色空间参与度, 对内部水生湿地或河流修复, 达到生态可持续性目的. Chen C D 等<sup>[35]</sup>运用 local ecological knowledge(LEK)知识框架对重庆湿地公园实施植被恢复工程. LEK 知识框架鼓励城市规划采取多学科综合的办法, 这种跨学科参与理念对城市环境提高自主适应性至关重要. Becerra-jurado G 等<sup>[36]</sup>提出增加农业区中池塘数量, 通过岸堤与植被构建生物栖息地, 将人工湿地净化农业用水的功能与碳固存、景观拟合、增强生物多样性等功能结合起来.

### 3 结论与讨论

基于 Citespace 软件对 WOS 上 2000—2020 年间相关文献分析, 通过对发文作者、机构和关键词等知识图谱的解读, 总结出水景观研究领域的研究进展与趋势. 目前水景观的研究已形成相对完整的网络体系, 既有研究重点领域的分布关系, 也存在研究发展过程中与其他领域知识的交叉融合.

1) 作者与机构的合作网络密度皆低于 0.1, 表明水景观研究领域下核心作者及研究机构群体分散, 尚未形成足够成熟的合作网络. 其中发文量较多的研究机构主要来自美国和中国.

2) 水景观研究视角呈现多元化发展, 涵盖环境科学与生态工程、工程学、城市研究和计算机发展等领域的学科知识. 其中与环境科学与生态学有关的文章高达 920 篇, 该学科中心性为 0.23, 为水景观研究领域核心学科.

3) 由 CiteSpace 自动生成水利景观(0.683)、磷素吸附(0.693)、公众偏好(0.760)、独立湿地恢复

(0.795)四大主题聚类,对该研究领域的影响较深且研究周期活力多持续至今.因气候、土地利用变化等因素,研究重心偏向城市背景下水景观规划设计和水资源保护与管理,即景观生态质量的改善和解决城市发展问题,将是拓展水景观研究内容及把握研究前沿的主要方向.

4) 水景观研究中心性较强关键词包括“model(模型)”“restoration(恢复)”“biodiversity(生物多样性)”“waterfront(滨水区)”等,中心性分别为 0.19,0.15,0.13,0.13.近 5 年突发性较高的关键词包括“framework(框架)”“green space(绿色空间)”“community(社区)”,现实强度分别为 5.306 2,4.819 8,4.391 8.结合文献查阅,表明水景观研究范围更具针对性,借助量化工具使研究结果精确,以生态多样性为目的,滨水区驳岸建设和城市生态保护是未来研究领域所关注的热点问题.

除此之外,本研究是对 2000—2020 年国内外水景观进展研究的一个展现,通过数据分析及文献阅读,对该领域有了更加深入与了解,但由于本研究只对 WOS 数据库收录的该领域文献进行研究,因此具有一定局限性.此外,在分析过程中发现,水景观领域与城市发展密切相关,在未来研究中,应着重探讨水景观对城市发展带来的景观绩效评定,将会给水景观研究带来更多建设性建议.

### 参考文献:

- [1] 刘滨谊,王鹏.绿地生态网络规划的发展历程与中国研究前沿[J].中国园林,2010,26(3):1-5.
- [2] 李敏,李建伟.近年来国内城市滨水空间研究进展[J].云南地理环境研究,2006,18(2):86-90.
- [3] 刘树坤.水利建设中的景观和水文化[J].水利水电技术,2003,34(1):30-32.
- [4] 殷丽,张保祥,徐征和,等.水文化与水景观及其在现代水利中的作用——以肥城市为例[J].南水北调与水利科技,2012,10(6):137-141.
- [5] GRIMM N B, FAETH S H, GOLUBIEWSKI N E, et al. Global Change and the Ecology of Cities[J]. Science, 2008, 319(5864): 756-760.
- [6] 刘玉杰.现代景观规划设计诠释——由西蒙兹的《景观设计学》谈起[J].中国园林,2002,18(1):19-22.
- [7] 黄光宇.中国生态城市规划与建设进展[C]//中国科协 2001 年学术年会分会场特邀报告汇编.长春,2001:367-371.
- [8] 李奕成,朱南燕,李子杰,等.中国传统画水论与造园理水实践比照研究[J].西南大学学报(自然科学版),2019,41(1):130-136.
- [9] 张庭伟.滨水地区的规划和开发[J].城市规划,1999,23(2):50-55,33.
- [10] 王建国,吕志鹏.世界城市滨水区开发建设的历史进程及其经验[J].城市规划,2001,25(7):41-46.
- [11] DING Y F, TANG D S, WEI Y H, et al. Naturalization Design of Urban Water Landscape[J]. Advanced Materials Research, 2014, 919/920/921: 1559-1562.
- [12] 兰简琪,谢世友.基于生态足迹理论的青岛市水资源可持续分析[J].西南师范大学学报(自然科学版),2020,45(10):55-62.
- [13] 侯焮晨,谢世友.中小城市水资源生态足迹与生态承载力时空分析——以宿迁市为例[J].西南大学学报(自然科学版),2020,42(12):134-141.
- [14] 孙鹏,王志芳.遵从自然过程的城市河流和滨水区景观设计[J].城市规划,2000,24(9):19-22.
- [15] 孙明.可拓城市生态规划理论与方法研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2010.
- [16] 陈悦,陈超美,刘则渊,等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J].科学学研究,2015,33(2):242-253.
- [17] 胡利勇.基于普赖斯定律的图书情报领域高被引论文核心要素测评[J].图书馆研究,2016,46(4):113-117.
- [18] 侯海燕,陈超美,刘则渊,等.知识计量学的交叉学科属性研究[J].科学学研究,2010,28(3):328-332,350.
- [19] 刘则渊.科学知识图谱:方法与应用[C]//辽宁省哲学社会科学获奖成果汇编[2007—2008年度].2010:493-496.
- [20] 李雅男,朱玉鑫,侯孟阳,等.中国退耕还林研究的知识基础及其演进——基于 CiteSpace V 的知识图谱分析[J].林业经济,2020,42(9):15-26.
- [21] 曹文杰,赵瑞莹.国际农业面源污染研究演进与前沿——基于 CiteSpace 的量化分析[J].干旱区资源与环境,2019,33(7):1-9.

- [22] 都金康, 谢顺平, 许有鹏, 等. 分布式降雨径流物理模型的建立和应用 [J]. 水科学进展, 2006, 17(5): 637-644.
- [23] 吕鹏辉, 张凌. 学科知识网络研究(II)共被引网络的结构、特征与演化 [J]. 情报学报, 2014, 33(4): 349-357.
- [24] YU D Y, LI X Y, CAO Q, et al. Impacts of Climate Variability and Landscape Pattern Change on Evapotranspiration in a Grassland Landscape Mosaic [J]. Hydrological Processes, 2020, 34(4): 1035-1051.
- [25] SPINTI J E, ST HILAIRE R, VANLEEUEWEN D. Balancing Landscape Preferences and Water Conservation in a Desert Community [J]. HortTechnology, 2004, 14(1): 72-77.
- [26] ALBERTI M, BOOTH D, HILL K, et al. The Impact of Urban Patterns on Aquatic Ecosystems: an Empirical Analysis in Puget Lowland Sub-Basins [J]. Landscape and Urban Planning, 2007, 80(4): 345-361.
- [27] 王云中, 杨成建. 生态喷泉运用于景观水体水质稳定的可行性分析 [J]. 生态经济, 2009, 25(11): 180-182.
- [28] GERGEL S E, TURNER M G, MILLER J R, et al. Landscape Indicators of Human Impacts to Riverine Systems [J]. Aquatic Sciences, 2002, 64(2): 118-128.
- [29] AMIRI B J, NAKANE K. Modeling the Linkage between River Water Quality and Landscape Metrics in the Chugoku District of Japan [J]. Water Resources Management, 2009, 23(5): 931-956.
- [30] CADENASSO M L, PICKETT S T A, GROFFMAN P M, et al. Exchanges across Land-Water-Scape Boundaries in Urban Systems [J]. Annals of the New York Academy of Sciences, 2008, 1134(1): 213-232.
- [31] 梁家辉. 城市降雨径流面源污染控制技术解析与工程应用绩效评估 [D]. 北京: 北京林业大学, 2018.
- [32] DYSON K, YOCOM K. Ecological Design for Urban Waterfronts [J]. Urban Ecosystems, 2015, 18(1): 189-208.
- [33] PAULO P L, AZEVEDO C, BEGOSSO L, et al. Natural Systems Treating Greywater and Blackwater On-Site: Integrating Treatment, Reuse and Landscaping [J]. Ecological Engineering, 2013, 50: 95-100.
- [34] ANDRADE R, BATEMAN H L, FRANKLIN J, et al. Waterbird Community Composition, Abundance, and Diversity along an Urban Gradient [J]. Landscape and Urban Planning, 2018, 170: 103-111.
- [35] CHEN C D, MEURK C D, CHENG H, et al. Incorporating Local Ecological Knowledge into Urban Riparian Restoration in a Mountainous Region of Southwest China [J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2016, 20: 140-151.
- [36] BECERRA-JURADO G, HARRINGTON R, KELLY-QUINN M. A Review of the Potential of Surface Flow Constructed Wetlands to Enhance Macroinvertebrate Diversity in Agricultural Landscapes with Particular Reference to Integrated Constructed Wetlands (ICWs) [J]. Hydrobiologia, 2012, 692(1): 121-130.

责任编辑 潘春燕