

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2021.02.016

全球湖泊湿地研究的文献计量分析及可视化表达

谭永滨^{1,2}, 黄敏婷¹, 程朋根¹, 艾金泉^{1,2}, 周思延¹

1. 东华理工大学 测绘工程学院, 南昌 330013; 2. 江西省数字国土重点实验室, 南昌 330013

摘要: 检索了 1998—2018 年间 Web of Science 数据库中收录的 8 398 篇与湖泊湿地研究相关的论文, 并利用和弦图、知识共被引聚类等方法进行文献计量分析及可视化表达, 以期发现国际湖泊湿地研究的内容及热点。研究显示: 20 年来,《WETLANDS》《HYDROBIOLOGIA》《ECOLOGICAL ENGINEERING》是最为活跃的期刊; 美国凭借最多的独立及国际合作论文, 对湖泊湿地研究做出了最大的贡献; 大多数发文机构分布在美国和欧洲, 中国科学院、美国地质调查局和明尼苏达大学等是著名的湖泊湿地研究机构; “水质”“气候变化”“生态环境”等关键词引起了广泛关注, 湖泊湿地研究领域主要集中在“碳循环与全球气候变化”“湿地生态环境恢复”“湿地信息提取”等方面。从中国目前湖泊湿地现状及其发展趋势上来看, 中国亟须基于长远视角制定相应的湿地保护与修复政策, 以保护湿地生态系统功能及其生物多样性, 确保湿地资源的可持续发展。

关键词: 湖泊湿地; 文献计量; 共被引分析; 可视化

中图分类号: P951

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2021)02-0120-10

湿地是陆地与海洋生态系统相互作用而形成的一种特殊的自然综合体^[1], 是富有高生产力、高生物多样性的环境资源之一, 也被称为“天然物种的基因库”。20 世纪中后期, 大量湖泊湿地被改造成农田、养殖池塘等用地类型, 湖泊湿地正面临面积萎缩、结构破碎、功能退化等一系列生态问题^[2]。由于湿地具有极大的经济和生态效益, 如何解决上述问题及保护湿地的生态健康成为当代地理学、环境生态学、旅游学等学科关注的研究热点^[3]。在近二十年湖泊湿地的相关研究中, 国内外学者主要关注环境科学生态学、淡水生物学、地质学、地理学等方面, 包括湿地生态环境的监测与恢复、湿地的固碳功能^[5]、湿地水质的检测、湿地环境质量的检测与评价^[7]等。

文献计量法是一种利用数学和统计方法来定量分析科学文献传播的工具^[8], 可观察特定领域发展方向, 并确定新兴学科领域和知识结构的新方法^[9]。文献计量法不仅可以促进历史研究回顾, 而且可以帮助大家从宏观和微观角度客观地探索学科的研究热点和发展趋势^[10]。盛春蕾等^[11]将 1899—2010 年间的湿地研究划分为 5 个时间段, 利用 Thomson Data Analyzer 工具对 SCI 数据库中收录的国内外湿地研究论文进行关键词、共词关联度等分析, 研究近百年来国际湿地研究中关注的热点问题; 吴后建等^[12]采用文献计量法, 通过定量分析 2003—2014 年间中国学者在国内外期刊上发表论文的主题、研究热点区域等信息, 研究 2003 年以来中国湿地公园的研究发展状况; 李威威等^[13]从作者、研究机构等方面分析 1957—2015 年间我国沿海湿地的相关研究文献, 研究沿海湿地研究的相关学科、研究热点等, 为后续的研究提供重要参考; 张国飞等^[14]利用文献计量的研究方法, 从核心作者与科研机构分布、关键节点文献以及各国研究实力等方

收稿日期: 2019-09-12

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFB0503700); 国家自然科学基金项目(41861052); 江西省数字国土重点实验室开放基金项目(DLLJ201917); 江西省教育厅科技计划项目(GJJ180383)。

作者简介: 谭永滨, 博士, 主要从事 GIS 与遥感应用分析的研究。

通信作者: 程朋根, 博士, 教授。

面,分析1997—2017年间高原湿地的研究热点及发展。

分析发现,目前与湿地相关的文献计量研究主要针对论文的元信息进行分析,较少分析湿地对象的空间分布特征、各研究论文间的国际合作关系等。此外,初步分析 Web of Science (WOS)数据库的相关文献发现,自1998年以来越来越多的学者开始关注湖泊湿地的相关研究。因此,本文分析了1998—2018年间在 WOS数据库中收录的与湖泊湿地相关的8 398篇出版文献,并从科研文献产出的角度,揭示全球湖泊湿地研究的热点及热点主题的迁移,为今后的相关研究方向提供参考支持。首先分析湖泊湿地研究的主要文献类型、出版语言及期刊的分布特征;评估各个国家、研究机构及作者的发文量,绘制全球发文量前10个国家之间的国际合作和弦图,分析研究机构的空间分布;提取所有出版文献研究的湖泊湿地,分析出版文献大于20篇的湖泊湿地空间分布情况;通过出版文献的关键词、共被引次数等信息,讨论湖泊湿地各个时期的研究热点及主题,及其随着时期变化而发生转移的情况,拟为分析未来的研究重点和方向提供数据支撑。

1 方法与数据

本文研究数据来源于 Web of Science(WOS)数据库,检索时间为1998—2018年,检索关键词为“wetland”和“lake”,检索范围包括标题、摘要和关键词,共检索出8 398篇与湖泊湿地相关的文献。本文涉及的所有期刊数据来源于2017年期刊引文报告(JCR);2017年全球国内生产总值(GDP)数据来自世界银行发布的统计数据^①;英格兰、苏格兰、北爱尔兰和威尔士的出版物均被视为来自英国的出版物。

本文主要利用 Excel 2013 对发文量前15名期刊的计量指标、国家的发文量和 GDP 进行统计分析和排序操作;使用 CiteSpace 绘制知识领域图,分析作者所属机构所在的空间分布,统计各个国家论文数量的专题图,利用 Echarts 绘制前10个发文量最多的国家共同合作发文和弦图。

2 结果统计与分析

2.1 文献基本特征分析

本文从发表文献的数量、文献类型、出版语言及发表期刊的学科、影响力等方面对20年来湖泊湿地文献的基本特征开展分析。

2.1.1 文献数量变化特征

文献数量的年度变化情况能够在一定程度上反映不同时期湖泊湿地相关研究的发展水平。图1为全球湖泊湿地研究20年来每年的发文量。从文献数量的趋势上看,20年来总体呈逐步上升的趋势,从2005年(共有299篇)开始湖泊湿地的相关出版文献明显增加,发展较快。2016年(共有771篇)前后迎来另一阶段的高发文量,出版文献总数较2015年(共计640篇)增加了131篇,随后2年都保持在高发文量的阶段。

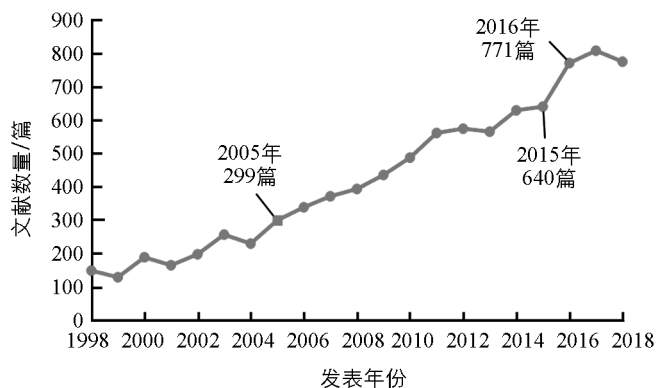


图1 全球湖泊湿地研究每年发表的文献数量

2.1.2 文献类型与出版语言统计

据统计发现,在1998—2018年发表的8 398篇文献中,主要包含5种文献类型。最常见的文献类型是论文,包括期刊论文与书籍的部分章节共有7 482篇(约占文献总数的89.09%),其次会议论文共计1 105篇(占文献总数的13.16%),论文的

^① World Bank GDP Data; <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>

评论共 216 篇(占文献总数的 2.57%), 编辑材料 40 篇(占文献总数的 0.48%). 由于存在同一篇出版文献同时属于不同文献类型的情况, 因此统计结果存在重复统计的情况.

另外, 文献的出版语言主要以英语为主(约占文献总数的 98.65%), 其次为西班牙语(占文献总数的 0.51%)、法语(占文献总数的 0.26%)和中文(占文献总数的 0.19%).

2.1.3 文献发表的期刊特征分析

在 1998—2018 年期间, 超过 100 个期刊都发表了与湖泊湿地研究相关的文献, 表 1 显示的是发表湖泊湿地相关文献数量排名前 15 位的期刊的基本信息, 包括学科类别、文献数量、占比、影响因子等信息. 统计发现, 排名前 15 位的期刊中, 大部分期刊主要来自美国与荷兰, 其中期刊所属学科类中, 来自环境科学的最多, 共发表文献 3 319 篇, 约占文献总数的 40%; 《WETLANDS》与《HYDROBIOLOGIA》是发表湖泊湿地的论文数量最多的期刊, 分别有 311 篇和 279 篇, 约占文献总数的 3.7%和 3.32%; 总被引频次最多的期刊是《HYDROBIOLOGIA》, 在该期刊上发表的论文总被引用达到了 3 074 次; 来自 Slovakia 的《JOURNAL OF HYDROLOGY》期刊是地理科学类别的期刊中发表文献最多, 共有 105 篇, 约占文献总数的 1.25%.

表 1 收录湖泊湿地相关文献数量前 15 位的期刊信息

期刊名称	学科类别	总的文章	占比/%	总的引用文章	影响因子	国家
WETLANDS	ES&E	311	3.70	2 430	1.811	美国
HYDROBIOLOGIA	MFB	279	3.32	3 074	2.169	荷兰
ECOLOGICAL ENGINEERING	ES&E; EE	226	2.69	1 396	3.023	荷兰
JOURNAL OF GREAT LAKES RESEARCH	ES	151	1.80	860	2.354	加拿大
SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT	ES	139	1.66	1 384	4.610	荷兰
JOURNAL OF HYDROLOGY	MG; WR	105	1.25	1 469	3.727	斯洛伐克
ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT	ES	103	1.23	798	1.804	荷兰
AQUATIC BOTANY	PS	87	1.04	1 330	1.787	荷兰
FRESHWATER BIOLOGY	MFB	80	0.95	2 002	3.769	英国
ENVIRONMENTAL SCIENCE TECHNOLOGY	ES; EE	75	0.89	1 401	6.653	美国
JOURNAL OF PALEOLIMNOLOGY	ES	69	0.82	372	2.168	荷兰
PLOS ONE	B	64	0.76	531	2.766	美国
WETLANDS ECOLOGY AND MANAGEMENT	ES; WR	61	0.73	143	1.581	荷兰
ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH	ES	60	0.71	829	2.80	德国
WATERBIRDS	Ornithology	60	0.71	786	0.669	美国

注: ES&E: 环境科学与生态学; ES: 环境科学; E: 生态学; EE: 环境工程; MFB: 海洋与淡水生物学; MG: 多学科地球科学; WR: 水资源; PS: 植物科学; B: 生物学; Ornithology: 鸟类学.

2.2 文献作者特征分析

2.2.1 文献作者分析

对国家、机构、作者进行分析, 有助于了解相关作者、国家及研究机构对湖泊湿地领域的研究程度, 研究发现, 发表文献数量前 10 位的作者如表 2 所示. 从个人发文量情况来看, 20 年来, 全球发表湿地论文前列的作者分别是 P Chow-Fraser, F Li, KR Reddy, YH Xie 以及 Y Zhang.

表 2 发表文献数量前 10 位的作者

序号	作者	论文数量/篇	序号	作者	论文数量/篇
1	P Chow-Fraser	47	6	DG Uzarski	33
2	F Li	42	7	R Perissinotto	32
3	KR Reddy	39	8	L Zhang	31
	YH Xie	39	9	XS Chen	30
5	Y Zhang	35		CA Johnston	30

2.2.2 所属国家分析

本文按照发文研究机构所在的国家统计各个国家发表的论文问题, 调查了 2017 年各个国家的国内生产总值(GDP)在全球的占比, 分析湖泊湿地相关研究的分布及其与经济发展的关系. 发表文献数量前 10 位的国家及其 GDP 占比如表 3 所示. 结果表明, 已发表文献数量与国家的机构数量成正比, 其中发文数量排名在前三位的国家为美国、中国与加拿大, 共发表了文献 5 181 篇, 约占文献总数 62%, 是开展湖泊湿地相关研究的重要国家. 国家发表文献的数量也与其国家自身 GDP 大体上成正相关. 其中, GDP 最高的美国和中国是发文量最多的 2 个国家, 也是湖泊湿地研究机构最多的国家. 欧洲是湖泊湿地研究最密集的地区, 其国家机构和论文的数量覆盖了 GDP 超过一万亿元的国家.

表 3 发表文献数量前 10 位的国家

序号	国家名称	论文数量/篇	GDP 占比/%	序号	国家名称	论文数量/篇	GDP 占比/%
1	美国	2 830	23.99	6	西班牙	363	1.62
2	中国	1 453	15.16	7	德国	360	4.51
3	加拿大	898	2.03	8	法国	281	3.19
4	澳大利亚	477	1.64	9	巴西	230	2.54
5	英国	388	3.28	10	印度	221	3.26

2.2.3 研究机构分析

统计发现, 共有 513 家研究机构发表了与湖泊湿地相关研究的文献, 发表文献数量前 10 位的研究机构如表 4 所示. 在这些机构当中, 7 个来自美国, 3 个来自中国, 另外 1 个来自加拿大. 其中, 中国科学院发表论文 530 篇, 成为发表文章最多的研究机构, 其次是美国地质调查局和明尼苏达大学. 其他的研究机构中, 共有 286 所机构(占总数的 55.8%)只分别发表了不多于 5 篇的论文, 其中 170 所机构(占总数的 33%)分别只发表了 2 篇论文, 这说明这些机构在湖泊湿地的相关研究中缺乏一定的连续性.

此外, 大部分的机构院校主要分布在美国和西欧. 其中美国东海岸集中了大部分的研究机构; 西欧这些机构主要位于德国、荷兰、法国以及英国等国家; 东亚科研机构主要分布在中国; 澳大利亚的东南部与新西兰也有部分的湖泊湿地研究机构.

表 4 发表文献数量前 10 位的研究机构

序号	研究机构	论文数量/篇	序号	研究机构	论文数量/篇
1	中国科学院	530	6	美国环境保护局	125
2	美国地质调查局	339	7	北京师范大学	120
3	明尼苏达大学	167	8	加拿大环境部	103
4	佛罗里达大学	163	9	中国科学院大学	98
5	威斯康星大学麦迪逊分校	157	10	路易斯安那州立大学	94

2.3 国际合作强度分析

从国际合作情况来看, 国家之间合作出版的文献超过 2 500 篇(约占文献总数的 30%), 总体上, 湖泊湿地研究的国际合作程度一般. 发表文献数量前 10 位的国家间的国际合作和弦图如图 2 所示. 其中, 各个

扇区的颜色代表一个国家；扇区面积大小与该国总发文量成正比；每个扇区中心包括 2 部分：① 连接 2 个国家的条带表示二者间存在的作者合作研究关系，条带宽度代表二者间合作研究强度；② 未与其他国家连接的条带表示文献作者仅是本国的作者，条带宽度代表文献数量。

从图 2 可知，国际合作最多的文献来自美国，与美国合作发表文献最多的国家是中国和加拿大；另外，美国也是其他几个国家的主要合作伙伴，其次是中国和加拿大。这表明美国、中国、加拿大属湖泊湿地研究中国际合作水平较高的国家，是湖泊湿地研究的核心国家。英国、德国、法国等国发表的文献数量虽然不多，但其国际合作水平相对较高，与多个不同的国家合作研究关系占比几乎超过了其总发文量一半。

3 研究热点分析与讨论

3.1 基于关键词的研究热点分析

关键词作为文献检索的重要指标，是文献研究内容的高度概括，它能够在很大程度上反映研究热点^[15]。本节基于高频和强中心度的关键词共现分析，研究湖泊湿地的研究热点。其中关键词的中心度强度表征其中介功能及影响程度，若关键词的中心度超过 0.1，表明该关键词具有较强的中介属性，与该关键词相关的研究文献较多，影响力较大^[16]。

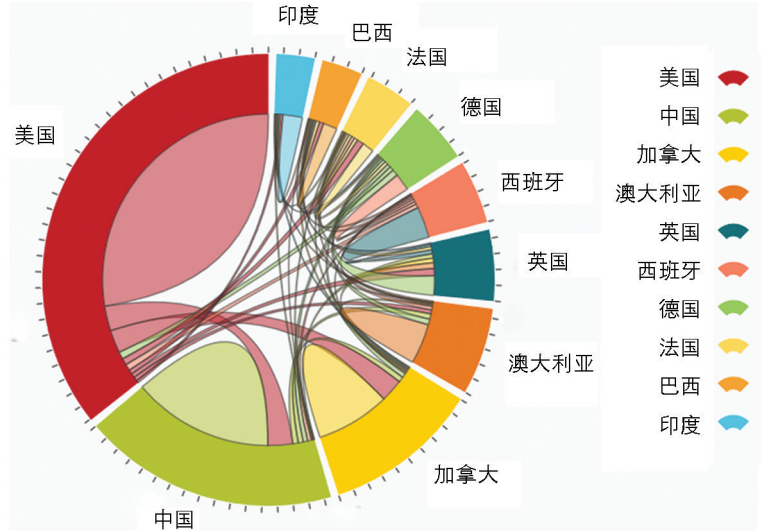


图 2 发文量前 10 个国家的国际合作和弦图

表 5 为筛选出的频次及中心度排名前 10 位的高频关键词及强中心度关键词。在高频关键词中，除了作为搜索词的“湿地”“湖泊”之外，还包括“沉积物”“植被”“磷”“气候变化”“水质”等关键词。这表明湿地的生态环境退化、保护与恢复重建、生物多样性等研究方向引起众多研究人员的关注，主要是由于近年来人类的活动频繁与工业的快速发展，大量生活污水与工业废水被排入湖泊和河流后，严重影响了湖泊湿地的水质及生态环境。另外，强中心度关键词中出现的如“湿地”“气候变化”“磷”“水质”等，也表明近年来湖泊湿地的研究热点集中在湖泊的“水质变化”“湿地生态环境变化”等方面。

表 5 出现频次及中心度排名前 10 位的关键词

序号*	关键词	出现频次/次	中心度	出现频次/次	中心度	关键词	序号#
1	wetland	2 327	0.12	2 327	0.12	wetland	1
2	lake	1 573	0.1	507	0.12	climate change	2
3	sediment	742	0.06	533	0.11	phosphorus	3
4	water	689	0.04	345	0.11	Macrophyte	4
5	vegetation	560	0.07	1 573	0.1	lake	5
6	phosphorus	533	0.11	372	0.09	community	6
7	climate change	507	0.12	258	0.09	basin	7
8	dynamics	434	0.04	430	0.08	water quality	8
9	river	433	0.03	560	0.07	vegetation	9
10	water quality	430	0.08	349	0.07	constructed wetland	10

注：*：按出现次数排序；#：按中心度排序。

3.2 基于共被引的研究热点分析

面向参考文献的共被引分析，可在海量被引参考文献中高效便捷地定位出湖泊湿地的知识结构、研究

前沿及其关键文献的变化. 为了探究湖泊湿地研究论文中被引用文献之间的关系, 本文将研究时段划分为 5 个时期, 对共同被引用的参考文献进行网络聚类分析, 并利用 CiteSpace 对其进行可视化表达制作文献共被引分析聚类图, 如图 3 所示. 聚类图由若干个节点(出版文献)和链条组成, 节点中心的颜色表示文献最早被引用的时间; 节点周围的环显示了文献被引用的历史, 其颜色与其时间分区的颜色相对应; 环的宽度与环颜色所对应这一时期该文的被引用量成正比; 红紫色晕圈的节点其中心度较高. 此外, 节点之间的链条表示 2 篇文献之间的共被引关系; 链条的宽度与 2 篇文献共被引次数成正比; 链条颜色与这 2 篇文献首次共被引时的时区颜色相对应.

图 3 中, MITSCH WJ^[19] 是 #0, #2, #3 聚类组中被引次数较高的文章, 该文主要对比了中西方生态工程系统的设计原则、目标、操纵等方面的不同点, 但都通过不同的湿地生境恢复技术、湿地水质状况恢复以及湿地管理对退化的湿地进行修复与重建. #1, #4, #5 聚类组中的高被引率的 Tranvik 等^[20] 和 David 等^[21] 探讨了湖泊湿地在碳循环和全球气候中的作用, 研究了影响湖泊碳库及其转化的机制, 并讨论了湿地的碳代谢随着气候变化而变化的可能性. #6 组关于水质的研究中的 Wright 等^[6] 的被引率也较高, 该文通过微生物群落的分解代谢来检测湿地环境的变化与营养物负荷情况. 另外, 也有学者利用藻类、水栖鸟类以及鱼类作为评价指标对湿地的环境质量进行检测与评价^[22-23]. 近些年来, 随着技术与方法的创新, GIS 空间分析及遥感对地监测等技术越来越广泛地应用于湿地信息提取、湿地资源调查、湿地动态监测、湿地保护研究等研究中, 已逐步成为湿地研究空间化、定量化研究的重要手段^[24-25]. 利用决策树、随机森林、神经网络等方法, 利用遥感影像对湿地景观或土地信息进行提取; 还有利用高光谱、多光谱遥感技术和合成孔径雷达(SAR)技术实时地对湿地进行监测^[26-27].

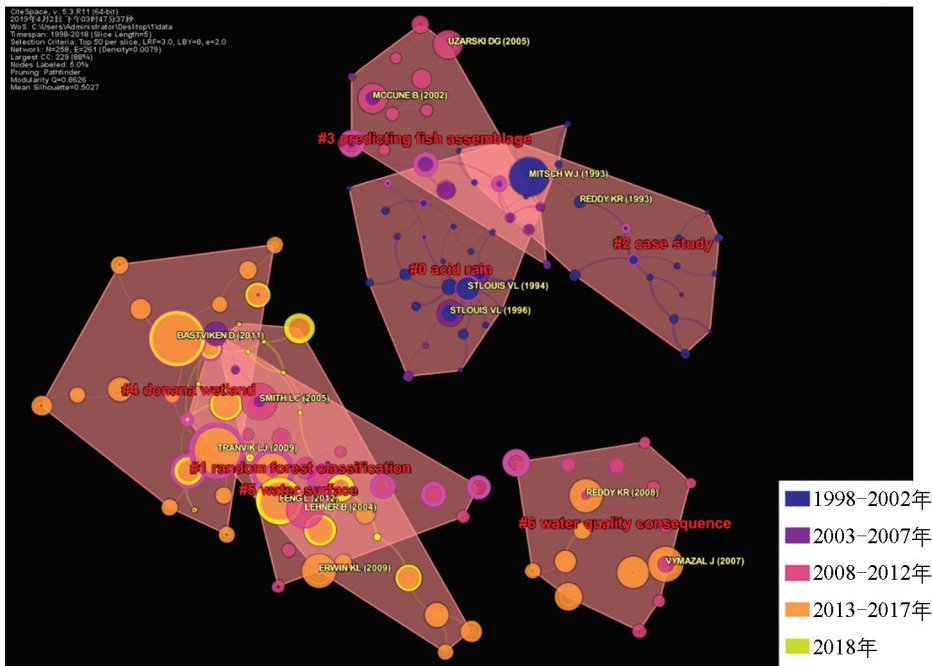


图 3 湿地研究的共被引分析聚类图

3.3 不同时期研究热点变化分析

为进一步从时间维度的角度定量分析湖泊湿地研究热点的变化转移, 本文将 1998—2018 年被引用的湖泊湿地论文分为 1998—2002 年、2003—2007 年、2008—2012 年、2013—2018 年 4 个时间段, 再分别针对每个时间段的强中心度及高频的被引文献进行分析. 分析发现, 1998—2002 年间研究热点主要集中在湖泊的磷含量确定、富营养化程度、湖泊水质监测等问题^[28-31], 这也与这几年间世界湿地日的主题相同. 与上一阶段相比, 以湿地对全球碳循环和气候变化的影响及其作用为研究的论文在 2003—2007 年间逐渐出现^[32-34]. 2008 年到 2012 年间, 随着全球变暖问题的加剧, 人们意识到湿地生态系统碳汇对大气 CO₂ 浓度

和人类生存的重要性,有关的研究论文显著增加^[35-37];另外,湿地环境的动态监测与湿地地表信息的分类和提取等的文献也逐渐增多^[38-39].在前一阶段的基础上,湿地的动态监测、湿地的恢复重建与管理以及湿地生态系统服务都成为了近几年(2013—2018年)的研究热点^[4,26,40-41].近些年来,尽管众多学者在湖泊湿地领域的研究取得了很大的进步,但涉及其生态环境的保护方面还需要更加具有针对性的探索.

3.4 主要研究湿地空间分布

为了探索湖泊湿地相关研究中各个湖泊湿地的研究热度,本文提取了 8 398 篇文献的研究湿地对象,并统计了发文量超过 20 篇的湖泊湿地.结果表明,北美五大湖(苏必利尔湖、休伦湖、伊利湖、密歇根湖和安大略湖)的研究文献最多,共有 419 篇文献(占文献总数 5%),鉴于五大湖作为世界上最大的地表淡水储藏库的独特地位,以及对这一宝贵资源构成威胁的众多压力因素,因而对其进行生态环境与资源方面的研究是有利的.有关五大湖研究的文献也主要包括以下几个方面:通过连接其他项目活动降低五大湖湿地磷和沉积物的负荷率以改善当地的水质和生态系统健康^[42];对五大湖沿岸湿地的植被群落进行分类并利用实测和计算的环境参数评价植被群落与环境的相关性^[43];研究五大湖沿岸浮游细菌群的群落组成和多样性^[44];五大湖生态系统的分类、保护与管理并对五大湖进行长期的动态监测以评估其生态系统的现状和相关生态系统组成部分的趋势^[45-46].

除五大湖之外,很多学者也发表了与鄱阳湖湿地相关的文献,共有 176 篇相关文献(占文献总数 2%),主要围绕评价鄱阳湖湿地健康状况^[47],对鄱阳湖湿地的土地利用变化、自然湿地面积变化以及水位状态进行动态监测^[48-49]等方面开展了深入的研究.另外,其他湖泊湿地也受到了广大学者的关注,如中国的洞庭湖(共有 91 篇)、地中海区域的泻湖(共有 84 篇)、北潘塔纳尔湿地(共有 67 篇)、中国太湖(共有 69 篇)、亚马逊洪泛区湖(共有 56 篇)、维多利亚湖上游的马拉河流域湿地(共有 54 篇)以及英国北部的密西西比河下游(共有 52 篇).这些数据表明这些湖泊湿地是近二十几年来的热门研究区域和对象,受到了众多学者们的关注与探讨.

4 结 论

本文的分析均基于 1998—2018 年 WOS(Web of Science)数据库收集的 8 398 篇与湖泊湿地相关的文献,主要以论文类型存在且出版语言以英语为主,这些文献大多数发表在《WETLANDS》《HYDROBIOLOGIA》《ECOLOGICAL ENGINEERING》上.本文对参与湖泊湿地研究的国家机构及其论文的数量进行了可视化表达.结果表明,已发表文献数量与国家的机构数量成正比,国家发表文献的数量也与其国家自身 GDP 大体上成正相关.美国发表论文数最多,不管是国家独立发表的,还是国际合作出版的;其次是中国和加拿大.在发文量前 10 个国家的国际合作和弦图中也可以看出美国和中国在全球湖泊湿地研究中处于核心地位,美国和西欧是湖泊湿地研究兴趣最高的地区.中国科学院的发文数量最多,其次是美国地质调查局和明尼苏达大学.本文还统计各文献的研究区,分析出热门的湖泊湿地,包括美国的五大湖区、中国的洞庭湖、地中海区域的泻湖等.

经过 CiteSpace 的分析显示,“磷”“气候变化”“富营养化”“生态环境”是 1998—2018 年最活跃的研究主题.此外,湿地的退化与恢复重建、湿地温室气体与全球环境变化、湿地评价与动态监测是湖泊湿地的几个主要研究方向.并进一步从时间维度的角度定量考察湖泊湿地研究领域热点主题是如何随时间发展变迁的.最后,就全球湖泊湿地的现状上来看,我们应进一步对湿地的恢复技术、湿地保护与修复策略、应对气候变化、湿地的长期动态监测与数学模拟等方面做出更大的贡献,为湿地资源的可持续发展提供可靠依据.

参考文献:

- [1] 高欣. 杭州湾湿地生物多样性及其保护 [J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 2006, 24(1): 92-95.
- [2] 刘红玉, 李玉凤, 曹晓, 等. 我国湿地景观研究现状、存在的问题与发展方向 [J]. 地理学报, 2009, 64(11): 1394-1401.

- [3] 陈宜瑜, 吕宪国. 湿地功能与湿地科学的研究方向 [J]. 湿地科学, 2003, 1(1): 7-11.
- [4] EVENSON G R, GOLDEN H E, LANE C R, et al. An Improved Representation of Geographically Isolated Wetlands in a Watershed-Scale Hydrologic Model: An Improved Representation of Geographically Isolated Wetlands [J]. Hydrological Processes, 2016, 30(22): 4168-4184.
- [5] MORRIS E P, FLECHA S, FIGUEROLA J, et al. Contribution of Doñana Wetlands to Carbon Sequestration [J]. PLoS One, 2013, 8(8): e71456.
- [6] WRIGHT A L, REDDY K R. Catabolic Diversity of Periphyton and Detritus Microbial Communities in a Subtropical Wetland [J]. Biogeochemistry, 2008, 89(2): 199-207.
- [7] VERAART J A, GROOT R, PERELLÓ G, et al. Selection of (bio) Indicators to Assess Effects of Freshwater Use in Wetlands: a Case Study of s' Albufera de Mallorca, Spain [J]. Regional Environmental Change, 2004, 4(2-3): 107-117.
- [8] 张新平, 张芳芳, 王得祥. 2010—2016年国内外景观研究文献计量与可视化分析 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2018, 43(7): 148-156.
- [9] LIU Z G, YIN Y M, LIU W D, et al. Visualizing the Intellectual Structure and Evolution of Innovation Systems Research: a Bibliometric Analysis [J]. Scientometrics, 2015, 103(1): 135-158.
- [10] ZHU Q, KONG X, SONG H, et al. Global ontology research progress: a bibliometric analysis [J]. Aslib Journal of Information Management, 2015, 67(1): 27-54.
- [11] 盛春蕾, 吕宪国, 尹晓敏, 等. 基于 web of science 的 1899—2010 年湿地研究文献计量分析 [J]. 湿地科学, 2012, 10(1): 92-101.
- [12] 吴后建, 但新球, 黄 琰, 等. 2003—2014 年中国湿地公园研究状况的文献计量学分析 [J]. 湿地科学, 2016, 14(3): 382-390.
- [13] 李威威, 何东进, 游魏斌, 等. 中国 1957—2015 年沿海湿地研究文献计量分析 [J]. 湿地科学与管理, 2016, 12(3): 50-55.
- [14] 张国飞, 杜 湘. 基于文献计量和知识图谱的高原湿地研究热点分析 [J]. 西南林业大学学报(社会科学), 2018, 2(1): 69-74.
- [15] ZHANG L, WANG M H, HU J, et al. A Review of Published Wetland Research, 1991-2008: Ecological Engineering and Ecosystem Restoration [J]. Ecological Engineering, 2010, 36(8): 973-980.
- [16] 陈 悦, 陈超美, 胡志刚. 引文空间分析原理与应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [17] 陈超美著, 陈悦译, 侯剑华译, 等. CiteSpace II: 科学文献中新趋势与新动态的识别与可视化 [J]. 情报学报, 2009 (3): 401-421.
- [18] 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, 2017.
- [19] MITSCH W J, YAN J S, CRONK J K. Ecological Engineering—Contrasting Experiences in China with the West [J]. Ecological Engineering, 1993, 2(3): 177-191.
- [20] TRANVIK L J, DOWNING J A, COTNER J B, et al. Lakes and Reservoirs as Regulators of Carbon Cycling and Climate [J]. Limnology & Oceanography, 2009, 54(6part 2): 2298-2314.
- [21] DAVID B, TRANVIK L J, DOWNING J A, et al. Freshwater Methane Emissions Offset the Continental Carbon Sink [J]. Science, 2011, 331(6013): 50.
- [22] CVETKOVIC M, WEI A H, CHOW-FRASER P. Relative Importance of Macrophyte Community Versus Water Quality Variables for Predicting Fish Assemblages in Coastal Wetlands of the Laurentian Great Lakes [J]. Journal of Great Lakes Research, 2010, 36(1): 64-73.
- [23] MCCORMICK P V, SCINTO L J. Influence of Phosphorus Loading on Wetlands Periphyton Assemblages: A Case Study from the Everglades [M] // REDDY K R, O'Connor G A, SCAELSKE C L. Phosphorus Biogeochemistry in Subtropical Ecosystems. Boca Raton, FL: Lewis Publishers, 1999: 301-319.
- [24] BERHANE T M, LANE C R, WU Q S, et al. Decision-Tree, Rule-Based, and Random Forest Classification of High-Resolution Multispectral Imagery for Wetland Mapping and Inventory [J]. Remote Sensing, 2018, 10(4): 580.
- [25] 龙 辉, 廖和平, 张茜茜, 等. 基于 GIS 的土地利用/覆被与景观格局变化研究——以重庆市两江新区为例 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2019, 41(6): 90-98.

- [26] ADAM E, MUTANGA O, RUGEGE D. Multispectral and Hyperspectral Remote Sensing for Identification and Mapping of Wetland Vegetation: a Review [J]. *Wetlands Ecology and Management*, 2010, 18(3): 281-296.
- [27] ZOMER R J, TRABUCCO A, USTIN S L. Building Spectral Libraries for Wetlands Land Cover Classification and Hyperspectral Remote Sensing [J]. *Journal of Environmental Management*, 2009, 90(7): 2170-2177.
- [28] LOUGHEED V L, CHOWFRASER P. Factors That Regulate the Zooplankton Community Structure of a Turbid, Hypereutrophic Great-Lakes Wetland [J]. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 1998, 55(55): 150-161.
- [29] SPIELES D J, MITSCH W J. Macroinvertebrate Community Structure in High-and Low-Nutrient Constructed Wetlands [J]. *Wetlands*, 2000, 20(4): 716-729.
- [30] REDDY K R, KADLEC R H, FLAIG E, et al. Phosphorus Retention in Streams and Wetlands: a Review [J]. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 1999, 29(1): 83-146.
- [31] LOUGHEED V L, CROSBIE B, CHOW-FRASER P. Primary Determinants of Macrophyte Community Structure in 62 Marshes Across the Great Lakes Basin: latitude, land use, and Water Quality Effects [J]. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 2001, 58(8): 1603-1612.
- [32] BOUSQUET P, CIAIS P, MILLER J B, et al. Contribution of Anthropogenic and Natural Sources to Atmospheric Methane Variability [J]. *Nature*, 2006, 443(7110): 439-443.
- [33] WALTER K M, ZIMOV S A, CHANTON J P, et al. Methane Bubbling from Siberian Thaw Lakes as a Positive Feedback to Climate Warming [J]. *Nature*, 2006, 443(7107): 71-75.
- [34] COLE J J, PRAIRIE Y T, CARACO N F, et al. Plumbing the Global Carbon Cycle: Integrating Inland Waters into the Terrestrial Carbon Budget [J]. *Ecosystems*, 2007, 10(1): 171-184.
- [35] ERWIN K. Wetlands and Global Climate Change: The Role of Wetland Restoration in a Changing World [J]. *Wetlands Ecology and Management*, 2008, 17(1): 71-84.
- [36] PAPA F, PRIGENT C, AIRES F, et al. Interannual Variability of Surface Water Extent at Global Scale, 1993—2004 [J]. *Journal of Geophysical Research*, 2010, 115(D12111): 1-17.
- [37] LISHAWA S C, ALBERT D A, TUCHMAN N C. Water Level Decline Promotes Typha X Glauca Establishment and Vegetation Change in Great Lakes Coastal Wetlands [J]. *Wetlands*, 2010, 30(6): 1085-1096.
- [38] PRIGENT C, PAPA F, AIRES F, et al. Changes in Land Surface Water Dynamics Since the 1990s and Relation to Population Pressure [J]. *Geophysical Research Letters*, 2012, 39(8): 85-93.
- [39] DRONOVA I, GONG P, WANG L. Object-based Analysis and Change Detection of Major Wetland Cover Types and Their Classification Uncertainty during the Low Water Period at Poyang Lake, China [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2011, 115(12): 3220-3236.
- [40] GREEN A J, ELMBERG J. Ecosystem Services Provided by Waterbirds [J]. *Biological Reviews*, 2014, 89(1): 105-122.
- [41] MARTON J M, CREED I F, LEWIS D B, et al. Geographically Isolated Wetlands are Important Biogeochemical Reactors on the Landscape [J]. *Bioscience*, 2015, 1(4): 408-418.
- [42] BAUSTIAN J J, KOWALSKI K P, CZAYKA A. Using Turbidity Measurements to Estimate Total Phosphorus and Sediment Flux in a Great Lakes Coastal Wetland [J]. *Wetlands*, 2018, 38(5): 1059-1065.
- [43] LEMEIN T, ALBERT D A, DEL GIUDICE TUTTLE E. Coastal Wetland Vegetation Community Classification and Distribution across Environmental Gradients Throughout the Laurentian Great Lakes [J]. *Journal of Great Lakes Research*, 2017, 43(4): 658-669.
- [44] OLAPADE O A. Community Composition and Diversity of Coastal Bacterioplankton Assemblages in Lakes Michigan, Erie, and Huron [J]. *Microbial Ecology*, 2018, 75(3): 598-608.
- [45] RISENG C M, WEHRLY K E, LI W, et al. Ecosystem Classification and Mapping of the Laurentian Great Lakes [J]. *Journal Canadien Des Sciences Halieutiques Et Aquatiques*, 2018, 75(10): 1693-1712.
- [46] BURLAKOVA L E, HINCHEY E K, KARATAYEV A Y, et al. U. S. EPA Great Lakes National Program Office Monitoring of the Laurentian Great Lakes: Insights from 40 years of Data Collection [J]. *Journal of Great Lakes Research*, 2018, 44(4): 535-538.

- [47] YANG W J, YOU Q H, FANG N, et al. Assessment of Wetland Health Status of Poyang Lake Using Vegetation-Based Indices of Biotic Integrity [J]. *Ecological Indicators*, 2018, 90: 79-89.
- [48] YANG Y X, YAN Z G. Monitoring and Analyzing of Poyang Lake Wetland Land Use Change Based on RS and GIS [C] //BIAN F, XIE Y. *Geo-Informatics in Resource Managemnet and Sustainable Ecosystem: GRMSE 2015*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2016, 569: 213-221.
- [49] CHEN B, CHEN L, BO H, et al. Dynamic Monitoring of the Poyang Lake Wetland by Integrating Landsat and MODIS Observations [J]. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 2018, 139: 75-87.

A Bibliometrical Analysis of Researches of Global Lake Wetland and Its Visualized Expression

TAN Yong-bin^{1,2}, HUANG Min-ting¹, CHENG Peng-gen¹,
AI Jin-quan^{1,2}, ZHOU Si-yan¹

1. School of Surveying and Mapping Engineering, East China University of Technology, Nanchang 330013, China;

2. Key Laboratory for Digital Land and Resources of Jiangxi Province, East China University of Technology, Nanchang 330013, China

Abstract: In this research, 8 398 papers related to lake wetland study collected from the Web of Science database between 1998 and 2018 are retrieved, and a chord diagram and a knowledge co-citation network are used for bibliometric and visualized analysis so as to disclose potential academic communities and identify key points, main research fields, and research trends in future. In the past two decades, *WETLANDS*, *HYDROBIOLOGIA* and *ECOLOGICAL ENGINEERING* are three most active journals. USA is the country with the greatest contributions to lake wetland researches according to its maximum independent and collaborative papers. The majority of publishing institutions are located in USA and Western Europe. Chinese Academy of Sciences, United States Geological Survey and University of Minnesota are three most notable institutions. Keywords, such as “water quality”, “climate change” and “ecosystems”, have attracted many researchers’ attention. Research fields of lake wetland mainly focus on “carbon cycle and global climate change”, “recovery of wetland ecological environment” and “wetland information extraction”. Currently, China has an urgent need to adopt corresponding wetland protection and restoration policies from a long-term perspective to protect the functions and biodiversity of the wetland ecosystem and ensure the sustainable development of lake wetland resources.

Key words: lake wetland; bibliometrics; Co-Citation Network; visualization

责任编辑 胡 杨