



DOI: 10.5846/stxb202003300750

严陶韬, 薛建辉. 中国生物多样性研究文献计量分析. 生态学报, 2021, 41(19): 7879-7892.

中国生物多样性研究文献计量分析

严陶韬^{1,2}, 薛建辉^{1,2,3,*}

1 南京林业大学南方现代林业协同创新中心, 南京 210037

2 南京林业大学生物与环境学院, 南京 210037

3 江苏省中国科学院植物研究所, 南京 210014

摘要:生物多样性是人类赖以生存的重要物质基础, 中国在生物多样性研究领域做了大量的工作, 发表了众多有价值的学术论文。通过文献计量方法, 对 2009—2018 年中国生物多样性研究领域 WOS (Web of Science) 和 CNKI (中国知网) 数据库收录论文的数量及被引情况、载文期刊分布等进行统计; 并借助 CiteSpace 文献可视化软件, 分析论文的作者合作、合作机构、国家 (地区) 合作和研究热点等。结果表明: 2009—2018 年间, 中国生物多样性研究领域共发表论文 17035 篇, 其中 CNKI 收录文献 13365 篇, WOS 收录文献 3670 篇; 年度发文总量以及 WOS 年度发文量总体呈上升趋势; CNKI 文献被引频次最高的论文是于 2009 年发表在《生物多样性》上的“植物群落清查的主要内容、方法和技术规范”, WOS 文献被引频次最高的论文是于 2011 年发表在 *Global Change Biology* 上的“TRY—a global database of plant traits”; 朴世龙教授、骆亦其教授和唐志尧教授等是基于 WOS 文献的生物多样性研究领域核心作者, 王得祥教授、马克平研究员和张文辉教授等基于 CNKI 文献的生物多样性研究领域主要作者; WOS 文献与 CNKI 文献发文量最多的机构均为中国科学院所属相关科研院所; 与中国合作的国家或地区共有 106 个, 包括美国、英国、澳大利亚等; 《生态学报》和 *Global Change Biology* 分别是该领域中文和英文文献的重要期刊载体; 基于 WOS 文献的研究热点为气候、土壤等环境因子变化对物种多样性的影响研究以及基于微卫星分子标记技术的物种遗传多样性研究, 基于 CNKI 文献的研究热点为环境因子与群落结构的关系研究。上述研究结果从收录论文的角度, 定量、客观、科学地描述了 2009—2018 年中国生物多样性研究状况及研究热点, 以期促进中国生物多样性的深入研究, 并为相关领域学者凝练研究动向和科学问题等提供参考信息。

关键词:生物多样性; 文献计量分析; CiteSpace; 研究进展

生物多样性是人类社会可持续发展的生存支持系统^[1], 具有经济效益、生态效益和社会效益高度统一的表现形式^[2]。近年来, 不断加剧的人类活动, 对生物多样性造成了严重破坏。已有研究表明, 人类活动是引起生物多样性变化的首要驱动因子, 且造成地球上的物种以前所未有的速度丧失^[3]。中国是生物多样性大国, 是全球生物多样性最丰富的国家之一^[4]。同时, 作为世界上人口最多的农业大国和发展中国家, 中国对生物多样性具有很强的依赖性^[5]。中国还是近 30 年来经济发展速度最快的国家之一, 这在很大程度上加剧了人口对环境特别是生物多样性的压力^[6]。目前, 中国在生物多样性的保护和研究方面已做了大量的工作, 但面临的形势依然严峻^[7], 迫切需要加强生物多样性的保护和研究。

在过去的几十年间, 中国开展了就地保护和迁地保护等行动, 实施了林业生态工程、生态建设和环境保护示范工程和生物资源可持续利用工程等措施, 发布了《中国生物多样性保护行动计划》和《中国生物多样性保护战略与行动计划 (2011—2030)》等规划, 并颁布实施了多部涉及生物多样性保护的法律法规。此外, 作为

基金项目:国家重点研发计划重点专项 (2016YFC0502605); 江苏高校优势学科建设工程资助项目 (PAPD)

收稿日期:2020-03-30; **网络出版日期:**2021-06-30

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jhxue@njfu.edu.cn

最早加入《生物多样性公约》的国家之一,中国制定并实施了《联合国生物多样性十年中国行动方案》^[8]。意义重大的《生物多样性公约》第十五次缔约方大会将于 2021 年由中国承办^[9-10]。近十年间,中国生物多样性科研学术领域做了大量的工作^[11],发表了大量的论文论著。面对中国生物多样性研究领域的海量文献,采用系统和精确的文献计量方法,进行定量和定性相结合的可视化描述,可以对该领域进行更加精准和全面的分析。本文以 Web of Science (WOS) 核心合集中 Science Citation Index Expanded (SCI-E) 数据库和中国知网 CNKI 数据库为数据源,检索 2009—2018 年期间中国有关生物多样性论文文献,基于文献的各种数量特征,借助计量分析,揭示中国生物多样性研究现状,了解中国生物多样性研究的国内外影响力,为中国生物多样性未来的研究工作提供一定的借鉴与参考。以期促进生物多样性的深入研究并为相关领域学者凝练研究动向和科学问题等提供参考信息。

1 研究方法

1.1 数据来源

外文文献数据来源于科睿唯安 (Clarivate Analytics) WOS (Web of Science) 核心合集集中的 SCI-E (Science Citation Index Expanded) 数据库,中文文献数据来源于中国知网 CNKI 提供的中国学术期刊全文数据库,检索日期为 2019 年 12 月 12 日。SCI-E 数据库使用“高级检索”中的“研究方向”标识,检索 2009—2018 年中国生物多样性研究领域的相关文献,研究方向设置为“Biodiversity & Conservation”;CNKI 数据库使用期刊“专业检索”中的“主题”标识,检索 2009—2018 年该领域的相关文献,具体设置如下:“主题 SU=(‘生物多样性’+‘物种多样性’+‘物种丰富度’+‘遗传多样性’+‘遗传资源’+‘生态系统多样性’+‘景观多样性’+‘生物入侵’+‘入侵物种’+‘濒危物种’+‘新物种’+‘群落’+‘种群’+‘保护生物学’+‘生物地理学’+‘分类学’+‘系统发育学’)”。查阅检索到的 WOS 文献和 CNKI 文献的标题与摘要,判断文献研究内容是否与中国生物多样性研究领域相关,剔除不相关文献^[12]。

1.2 分析方法

对发表年份、期刊、作者、作者所属机构、国家(地区)和关键词等文献题录信息进行筛选与提取。利用 WOS 和 CNKI 数据库的文献计量功能分析中国生物多样性研究领域发文量、主要作者、主要研究机构和主要期刊等指标。运用 CiteSpace 文献计量可视化软件分别挖掘分析 WOS 和 CNKI 数据库检索的文献,统计文献题录信息中各个类别出现的频次,从而获得文献的分布结构、数量关系和变化规律等信息^[13]。通过 CiteSpace 可视化软件,分析文献的作者合作、机构合作和国家合作,可以识别出中国生物多样性研究领域的主要研究力量。同时,CiteSpace 软件可基于关联强度或相似度对文献关键词进行聚类分析,具有很强的图谱呈现能力^[14]。分析关键词聚类情况,可以反映出中国生物多样性领域的研究热点。

将 WOS 检索的文献数据保存为文本格式,再导入 CiteSpace 中进行分析;CNKI 检索的文献数据保存为 Refworks 格式,通过 CiteSpace 将数据转换处理。在 CiteSpace 中绘制作者间、机构间、国家间的合作图谱,图谱中发文量由节点同心圆大小表示,并用节点同心圆之间的距离表示不同作者、机构、国家间合作关系的强弱;利用文献关键词的共现频率绘制关键词聚类知识图谱,图谱中一个节点代表一个关键词,节点同心圆的大小代表关键词的出现频次,越大说明该关键词出现的次数越多;同心圆颜色代表时间,粗细代表频率;节点之间距离代表关键词共现频率的高低,距离越近,共现频率越高^[15]。中介中心性是指经过网络中某一点并连接两个节点的最短路径占这两个节点之间的最短路径线总数之比。中介中心性大于 0.1,则该节点为网络中的关键节点^[13]。例如,作者合作共现网络中的节点中介中心性可以反映该作者在学科知识发展中的关键性和影响力,体现了该作者在网络结构中的重要地位。中介中心性大于 0.1 的作者即为网络结构中的核心作者。

2 结果与分析

2.1 年度发文量与被引频次分析

由图 1 可知,2009—2018 年 CNKI 数据库收录生物多样性与保护生物学研究文献 13365 篇,WOS 数据库

收录相关文献 3670 篇;CNKI 年度发文量在 1140—1493 篇之间,年度发文量维持在 1100 篇以上,且高于同期 WOS 年度发文量;WOS 年度发文量在 166—809 篇之间,且在 2011 年之后呈逐步上升趋势,2011 年度 WOS 发文量占文献总量的 10.01%,2018 年度 WOS 发文量增长为文献总量的 41.51%;2009—2018 年,年度发文总量在 1548—1949 篇之间,整体呈上升趋势。

被引频次最高的论文题为“TRY-a global database of plant traits”,该文在 2011 年发表于 *Global Change Biology*。该文发布了全球植物性状数据库(TRY)。物种的功能性状是生物多样性研究的数据基础,以 TRY 为代表的生物多样性信息学极大地促进了生物多样性研究与保护等领域的发展。TRY 于 2007 年创建,此文的正式发表标志着平台数据标准化的完成。TRY 目前共收集性状记录 690 余万个,个体记录内容 260 余万个。该数据库有 12000 余个测量点,测量范围遍及全球^[16]。北京大学生态研究中心教授方精云院士作为中国学者参与完成了该论文^[17]。

WOS 文献被引频次排第二、第三的论文第一作者均为中国学者,排名第二的论文由中国科学院昆明植物研究所许建初团队于 2009 年发表在 *Conservation Biology* 上,该文研究了喜马拉雅冰川融化对水体、生物多样性及生境的影响^[18]。排名第三的论文由中国科学院植物研究所白永飞团队于 2010 年发表在 *Global Change Biology* 上,该文研究了施氮对内蒙古草原生物多样性与生态系统功能的影响^[19]。被引排第四、第五的论文,研究内容分别为全球爬行动物的保护现状^[20]、气温变暖增强了蓝藻在浅水湖泊的优势地位^[21],被引频次均在 300 以上。

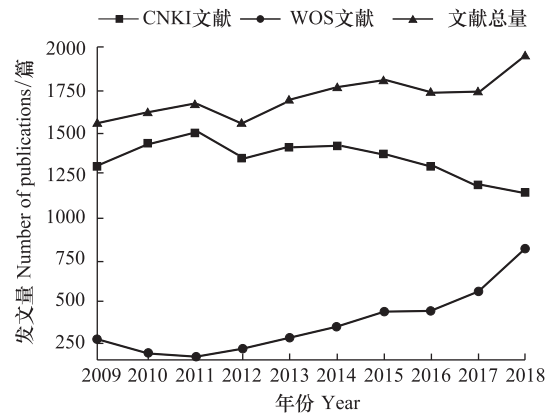


图1 2009—2018 年中国生物多样性研究文献的年度分布
Fig.1 The number of publications related to biodiversity in China from 2009 to 2018

表1 WOS 和 CNKI 数据库中被引频次前 5 的文献

Table 1 List of the top 5 cited publications in WOS and CNKI databases

	文献名 Title of literatures	第一作者 First author	来源出版物 Source	出版年 Year	被引频次 Cited frequency
WOS	TRY-a global database of plant traits	Jens Kattge	Global Change Biology	2011	1153
	The Melting Himalayas: Cascading Effects of Climate Change on Water, Biodiversity, and Livelihoods	Jianchu Xu(许建初)	Conservation Biology	2009	361
	Tradeoffs and thresholds in the effects of nitrogen addition on biodiversity and ecosystem functioning: evidence from inner Mongolia Grasslands	Yongfei Bai(白永飞)	Global Change Biology	2010	339
	The conservation status of the world's reptiles	Monika Böhm	Biological Conservation	2013	335
	Warmer climates boost cyanobacterial dominance in shallow lakes	Sarian Kosten 和 Vera L. M. Huszar	Global Change Biology	2012	323
CNKI	植物群落清查的主要内容、方法和技术规范	方精云	生物多样性	2009	502
	中国景观生态学发展历程与未来研究重点	陈利顶	生态学报	2014	272
	植物 DNA 条形码技术	任保青	植物学报	2010	245
	群落构建的中性理论和生态位理论	牛克昌	生物多样性	2009	241
	浙江天童常绿阔叶林、常绿针叶林与落叶阔叶林的 C:N:P 化学计量特征	阎恩荣	植物生态学报	2010	237

CNKI 文献被引频次最高的论文由北京大学生态研究中心方精云院士团队于 2009 年发表在“生物多样性”上,被引频次高达 502,该文在定义了植物群落清查有关概念的基础上,论述了样地设置原则与群落清查

技术指标,介绍了大样地调查主要步骤,发布了植物群落清查技术规范^[22]。被引排第二到第五的论文研究内容分别为景观生态学发展与生物多样性保护^[23]、基于 DNA 分子标记的植物分类与鉴定技术^[24]、群落构建理论与生物多样性维持^[25]、不同植被类型 C:N:P 化学计量特征^[26],被引频次均在 200 以上。

2.2 作者及其合作关系

2.2.1 WOS 文献作者及其合作关系

由表 2 可知,2009—2018 年 WOS 文献数量前十的作者有北京大学生态研究中心朴世龙教授(Piao SL)、美国北亚利桑那大学生态系统研究中心骆亦其教授(Luo YQ)、中国水产科学研究院黄海水产研究所陈松林研究员(Chen SL)和北京大学生态研究中心方精云教授(Fang JY)等,发文篇数范围在 17—36 之间,被引频次范围在 73—2293 之间,篇均被引频次范围在 3.73—63.69 之间,中介中心性范围在 0.01—0.46 之间。

中介中心性由 CiteSpace 计算生成,中介中心性可以识别网络中高度连接的节点,反映该作者的论文在学科领域知识发展过程中的关键性和影响力^[27],体现网络结构中论文的重要性^[14,28]。CiteSpace 生成的图 2 中,节点同心圆的大小反映文献数量的多少,节点同心圆大且中介中心性高的作者,是 2009—2018 年基于 WOS 文献的生物多样性研究领域核心作者,核心作者对促进学科发展、拓宽研究领域起到决定性作用^[29]。

表 2 WOS 文献发文数量排名前 10 的作者情况

Table 2 List of the top 10 authors of publications in WOS

作者 Author	文献数量 Number of publication	被引频次 Total cited frequency	篇均被引频次 Average cited frequency per paper	中介中心性 Centrality
Piao SL(朴世龙)	36	2293	63.69	0.46
Luo YQ(骆亦其)	28	1156	41.29	0.2
Chen SL(陈松林)	24	116	4.83	0.03
Fang JY(方精云)	23	784	34.09	0.09
Li Q(李琪)	22	82	3.73	0.12
Liao XL(廖小林)	22	89	4.05	0.02
Ciais P	19	1210	63.68	0.01
Tang ZY(唐志尧)	18	394	21.89	0.38
Shao CW(邵长伟)	17	73	4.29	0.04
Xu HL(许恒龙)	17	203	11.94	0.03

朴世龙教授(Piao SL, 论文篇数 36, 被引频次 2293, 篇均被引频次 63.69, 中介中心性 0.46)、骆亦其教授(Luo YQ, 论文篇数 28, 被引频次 1156, 篇均被引频次 41.29, 中介中心性 0.2)和唐志尧教授(Tang ZY, 论文篇数 18, 被引频次 394, 篇均被引频次 21.89, 中介中心性 0.38)节点同心圆大(图 2)、中介中心高(表 2),是基于 WOS 文献的中国生物多样性研究领域核心作者。同时,由图 2 以及相关论文可知,北京大学生态研究中心朴世龙教授与法国环境与气候科学实验室 Philippe Ciais 教授(Ciais P)存在合作关系,北京大学生态研究中心唐志尧教授与方精云教授存在合作关系。

2.2.2 CNKI 文献作者及其合作关系

由表 3 可知,2009—2018 年 CNKI 收录论文数量前十的作者有西北农林科技大学林学院王得祥教授、山西师范大学生命科学学院毕润成教授、中国科学院植物研究所马克平研究员和北京林业大学林学院赵秀海教授等,发文篇数范围在 40—61 之间,被引频次范围在 489—1332 之间,篇均被引频次范围在 10.84—23.77 之间,中介中心性范围在 0—0.05 之间。

王得祥教授(论文篇数 61, 被引频次 1332, 篇均被引频次 21.84)、马克平研究员(论文篇数 55, 被引频次 1193, 篇均被引频次 21.69)和张文辉教授(论文篇数 53, 被引频次 1260, 篇均被引频次 23.77)节点同心圆大(图 3)、被引频次与篇均被引频次均较高(表 3),是基于 CNKI 收录论文的中国生物多样性研究领域主要作者。同时,由图 3 以及相关论文可知,中国科学院植物研究所马克平研究员与中国科学院动物研究所蒋志刚研究员存在合作关系。

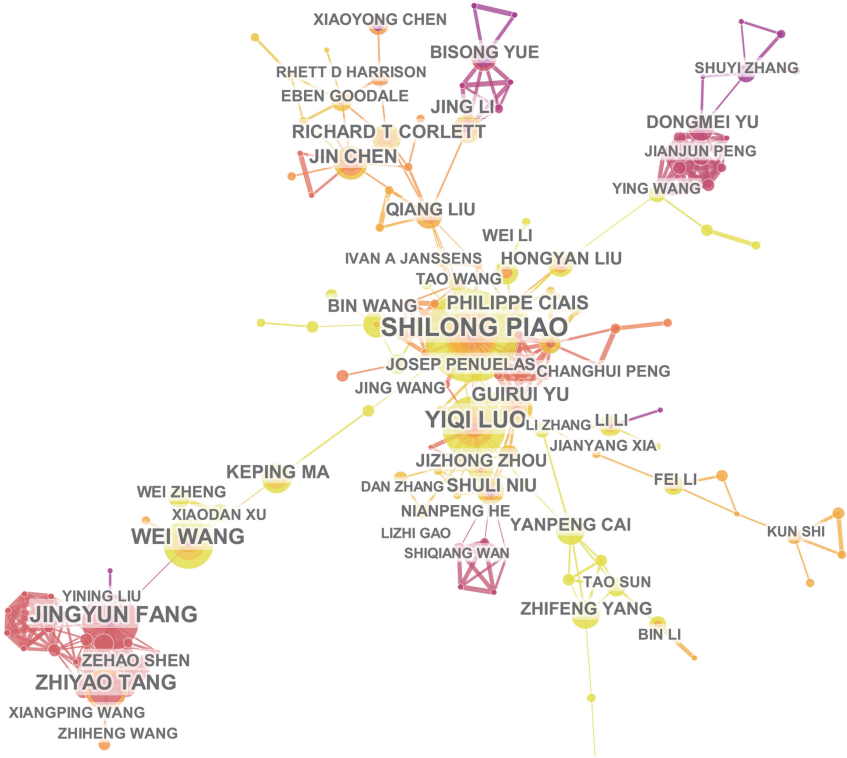


图 2 WOS 文献涉及的作者及其合作关系

Fig.2 The author cooperative relationships of publications in WOS

表 3 CNKI 文献排名前 10 的作者发文

Table 3 List of the top 10 most productive authors of publications in CNKI

作者 Author	文献数量 Number of publication	被引频次 Total cited frequency	篇均被引频次 Average cited frequency per paper	中介中心性 Centrality
王得祥	61	1332	21.84	0.05
毕润成	60	668	11.13	0
马克平	55	1193	21.69	0.04
赵秀海	54	924	17.11	0.03
赵成章	54	596	10.84	0.01
张文辉	53	1260	23.77	0
洪伟	43	531	12.35	0
王孝安	41	601	14.66	0.03
徐海根	40	583	14.58	0
张钦弟	40	489	12.22	0.02

2.3 研究机构、国家及其合作关系

2.3.1 主要研究机构及其合作关系

2009—2018 年中国生物多样性研究领域 WOS 文献数量排名前十的机构有中国科学院 (CHINESE ACADEMY OF SCIENCES)、中国科学院大学 (UNIVERSITY OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES)、北京师范大学 (BEIJING NORMAL UNIVERSITY) 和北京大学 (PEKING UNIVERSITY) 等 (表 4), 发文篇数范围在 80—1223 之间, 被引频次范围在 454—24174 之间, 篇均被引频次范围在 4.88—35.97 之间, 中介中心性范围在 0.01—0.26 之间。其中, 发文量最高的机构为中国科学院, 占文献总数的 33.32%。

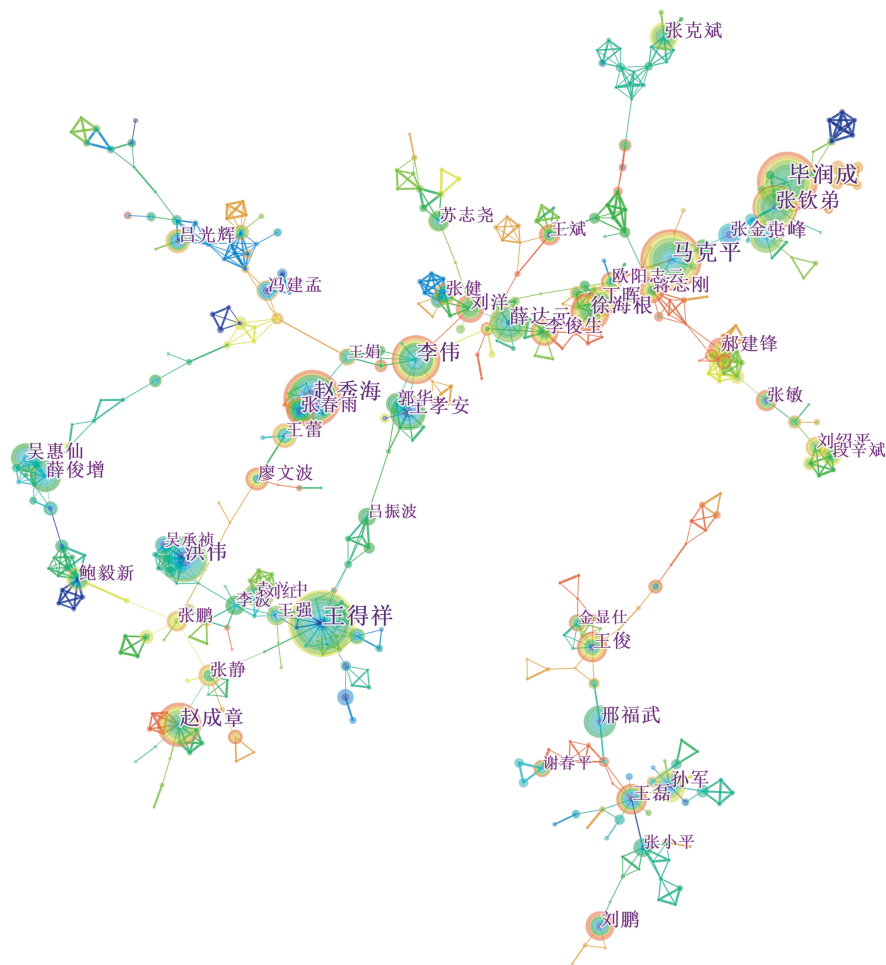


图 3 CNKI 文献涉及的作者及其合作关系

Fig.3 The author cooperative relationships of publications in CNKI

表 4 WOS 文献发文量前 10 位的研究机构

Table 4 List of the top 10 most active institutions of publications in WOS

机构 Institution	文献数量 Number of publication	被引频次 Total cited frequency	篇均被引频次 Average cited frequency per paper	中介中心性 Centrality
中国科学院 CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	1223	24174	19.77	0.05
中国科学院大学 UNIVERSITY OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES *	267	3618	13.55	0.07
北京师范大学 BEIJING NORMAL UNIVERSITY	211	3659	17.34	0.07
北京大学 PEKING UNIVERSITY	201	7230	35.97	0.17
中国海洋大学 OCEAN UNIVERSITY OF CHINA	138	952	6.9	0.26
北京林业大学 BEIJING FORESTRY UNIVERSITY	106	1293	12.2	0.04
中国水产科学研究院 CHINESE ACADEMY OF FISHERY SCIENCES	93	454	4.88	0.19
南京大学 NANJING UNIVERSITY	91	1408	15.47	0.01
中山大学 SUN YAT SEN UNIVERSITY	81	914	11.28	0.12
香港大学 UNIVERSITY OF HONG KONG	80	1455	18.19	0.02

* 含中国科学院各相关单位

中国科学院、中国科学院大学、北京师范大学和北京大学 WOS 文献数量均高于 200 篇、被引频次与篇均被引频次均较高,节点同心圆大(图 4),是 2009—2018 年基于 WOS 文献的中国生物多样性研究领域主要机构。此外,在该领域的主要研究机构中,北京大学中介中心性大于 0.1,是基于 WOS 文献的该领域的核心研究机构。由图 4 以及相关论文可知,中国科学院所属研究机构与其他机构合作交流频繁,合作机构包括南京农业大学、云南大学、兰州大学以及密西根州立大学等。此外,北京大学与北京师范大学存在密切合作关系。

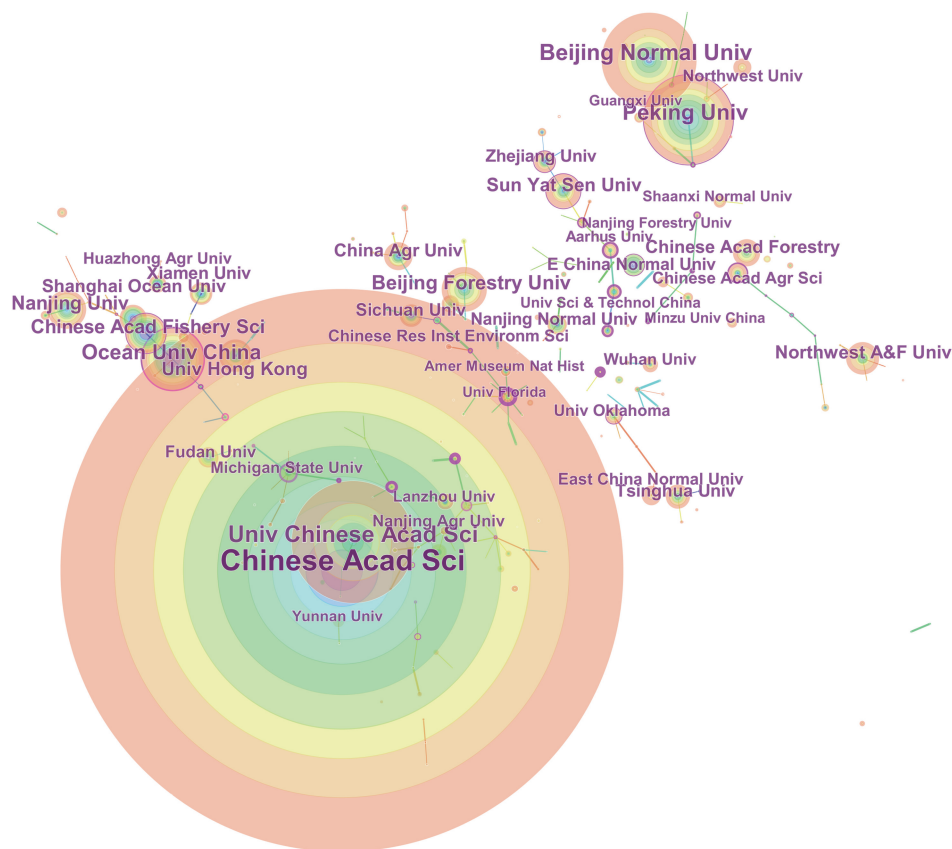


图 4 WOS 文献来源机构分布及其合作关系

Fig.4 Distribution of publications source institutions in WOS and their cooperative relationships

2009—2018 年中国生物多样性研究领域 CNKI 收录论文数量排名前十的机构有中国科学院大学(中国科学院研究生院)、北京林业大学、西北农林科技大学、上海海洋大学和中国科学院植物研究所等(表 5),发文篇数范围在 258—1070 之间,被引频次范围在 1406—13965 之间,篇均被引频次范围在 5.45—18.24 之间,中介中心性范围在 0.03—0.79 之间。其中,发文量最高的机构为中国科学院大学(中国科学院研究生院),达 1070 篇。

中国科学院大学(中国科学院研究生院)、北京林业大学、西北农林科技大学、上海海洋大学和中国科学院植物研究所 CNKI 收录论文数量均高于 280、被引频次总数均高于 3500、篇均被引频次均高于 10、中介中心性均不低于 0.1,节点同心圆大(图 5)、中介中心性高(表 5),是 2009—2018 年基于 CNKI 收录论文的生物多样性研究领域核心机构。此外,在该领域的主要研究机构中,中国科学院所属的中国科学院植物研究所篇均被引频次与中介中心性最高,是基于 CNKI 收录论文的中国生物多样性研究领域最具影响力的核心研究机构。由图 5 以及相关论文可知,中国科学院所属研究机构之间合作交流频繁。

2.3.2 WOS 文献涉及的国家及其合作关系

根据 WOS 检索结果,2009—2018 年在生物多样性研究领域,与中国合作的国家或地区共有 106 个,合作

表 6 WOS 文献排名前 10 位的合作国家或地区

Table 6 List of the top 10 cooperative countries or regions of publications in WOS

国家/地区 Country	文献数量 Number of publication	占文献总数比例/%/3670 Percentage of total literature/%/3670
USA	732	19.95
ENGLAND	208	5.67
AUSTRALIA	193	5.26
CANADA	187	5.10
GERMANY	153	4.17
JAPAN	122	3.32
FRANCE	104	2.83
NETHERLANDS	68	1.85
DENMARK	61	1.66
ITALY	54	1.47

2.4 期刊分布情况分析

2.4.1 WOS 文献的期刊分析

2009—2018 年生物多样性研究领域 WOS 文献来源于 64 种期刊。表 7 所示为载文量前十的期刊,其中 *Ecological Indicators*、*Conservation Genetics Resources* 和 *Global Change Biology* 文献数量共占文献总数的 50.85%,为该领域 WOS 文献的主要来源期刊;*Global Change Biology* 总被引频次 (18986)、篇均被引频次 (52.3) 和影响因子 (8.65) 均为最高,为该领域的顶级期刊。*Conservation Genetics Resources* 篇均被引频次与影响因子最低,分别为 2.07、0.55,但其载文量排第二,达 626 篇,占文献总数的 17.06%。

2.4.2 CNKI 文献的期刊分析

2009—2018 年 CNKI 收录论文载文量前十的期刊情况见表 8,排名前十的期刊共刊载文献 4369 篇,占文献总量的 32.69%;文献数量、总引用次数及影响因子最高的期刊为《生态学报》,此外,载文量较高的期刊还有《生态学杂志》和《生物多样性》,《生物多样性》与《生态学杂志》刊载文献的总被引频次分列第二与第三。综上所述,《生态学报》在生物多样性研究领域的综合影响力最高,是刊发生物多样性研究论文的核心期刊。此外,《植物生态学报》载文量不高,仅为 230 篇,但其篇均被引频次最高,达 25.61,且影响因子较高,排第三位,表明此期刊所载文献的被引价值平均较高,在该领域具有较大影响力。

2.5 关键词分析

2.5.1 WOS 文献的关键词分析

关键词是作者对论文主要内容的精炼概括。CiteSpace 绘制的论文关键词聚类知识图谱,展现了关键词间的相互关联,并从文献计量学角度确定了热点研究领域。

WOS 文献出现频次不低于 5 的关键词共有 158 个,除关键词 China(中国,562 次)外,出现频次前五的关键词依次为:climate change(气候变化,352 次)、conservation(保护,323 次)、biodiversity(生物多样性,286 次)、microsatellite(微卫星,278 次)和 diversity(多样性,227 次)。对 2009—2018 年 WOS 文献进行关键词聚类分析,生成的知识图谱中共有 14 个聚类(图 7),其中,聚类 4、聚类 6 和聚类 12 主要关注基于物种丰富度分析的生物多样性研究,聚类 2 与聚类 5 主要关注基于微卫星分子标记技术的物种遗传多样性研究,聚类 9 与聚类 13 主要关注生物多样性研究,聚类 0 与聚类 10 主要关注有机质、有机碳等土壤理化性质与物种多样性的关

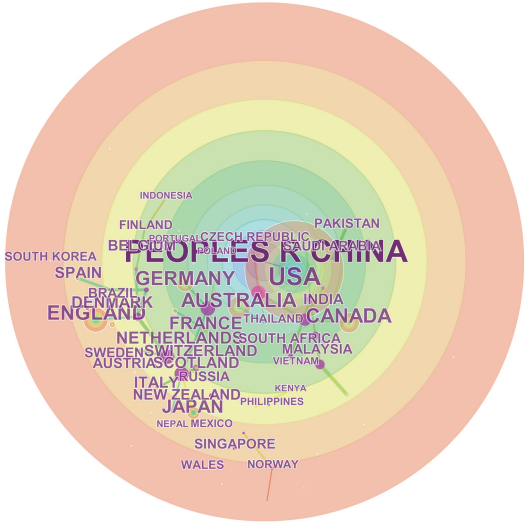


图 6 WOS 文献作者的国家分布及其合作关系

Fig.6 Distribution and cooperation of authors' countries based on WOS

系研究,聚类 1 主要关注种群空间分布格局研究,聚类 3 主要关注环境因子变化对植物群落气体交换参数等光合特性的影响研究,聚类 7 主要关注土壤盐碱化对物种多样性的影响研究,聚类 8 主要关注基于叶绿体基因组测序的植物物种系统发育学研究,聚类 11 主要关注珍稀濒危物种优先保护评价研究。以上聚类构成了基于 WOS 文献的生物多样性热点研究领域。

表 7 载文量前 10 的外文期刊及其影响因子

Table 7 List of the top 10 most active foreign journals and their influencing factors

期刊 Journal	文献数量 Number of publication	占文献总数比例/%/3670 Percentage of total literature/%/3670	被引频次 Total cited frequency	篇均被引频次 Average cited frequency per paper	影响因子 Impact factor
ECOLOGICAL INDICATORS	877	23.9	14205	16.2	3.69
CONSERVATION GENETICS RESOURCES	626	17.06	1297	2.07	0.55
GLOBAL CHANGE BIOLOGY	363	9.89	18986	52.3	8.65
HUMAN AND ECOLOGICAL RISK ASSESSMENT	277	7.55	1508	5.44	1.46
BIOLOGICAL CONSERVATION	162	4.41	3264	20.15	4.22
JOURNAL OF NATURAL HISTORY			615	3.8	0.91
CONSERVATION GENETICS	158	4.31	1044	6.61	1.86
BIOLOGICAL INVASIONS	119	3.24	1863	15.66	2.79
BIODIVERSITY AND CONSERVATION	97	2.64	1163	11.99	2.45
ECOGRAPHY	61	1.66	912	14.95	4.93

影响因子为 2018 年中科院 JCR 分区影响因子;检索日期:2019 年 12 月 12 日

表 8 载文量前 10 的中文期刊及其影响因子

Table 8 List of the top 10 most active Chinese journals and their influencing factors

期刊 Journal	文献数量 Number of publication	占文献总数比例/%/13365 Percentage of total literature/%/13365	被引频次 Total cited frequency	篇均被引频次 Average cited frequency per paper	影响因子 Impact factor
生态学报	1168	8.74	22055	18.88	2.56
生态学杂志	692	5.18	8406	12.15	1.44
生物多样性	629	4.71	9463	15.04	1.78
应用生态学报	384	2.87	7248	18.88	2.36
西北植物学报	308	2.30	3486	11.32	1.01
四川动物	294	2.20	2951	10.04	0.56
植物生态学报	230	1.72	5891	25.61	2.03
东北林业大学学报	225	1.68	2130	9.47	0.85
安徽农业科学	221	1.65	1396	6.32	0.26
生态环境学报	218	1.63	3211	14.73	1.72

影响因子为 CNKI 综合影响因子;检索日期:2019 年 12 月 12 日

2.5.2 CNKI 文献的关键词分析

CNKI 文献出现频次不低于 5 的关键词共有 291 个,出现频次前五的关键词依次为:群落结构(1240 次)、物种多样性(1206 次)、生物多样性(859 次)、遗传多样性(853 次)、多样性(685 次)。对 2009—2018 年 CNKI 收录论文进行关键词聚类分析,生成的知识图谱中共有 18 个聚类(图 8),其中,聚类 0 主要关注基于 ISSR 技术的物种遗传多样性研究,聚类 1 主要关注群落物种多样性及种群空间分布格局研究,聚类 2 主要关注群落结构研究,聚类 3 主要关注物种丰富度研究,聚类 4 主要关注森林生态系统研究,聚类 5 主要关注环境因子与群落物种多样性的关系研究,聚类 6 主要关注基于生物量的群落结构特征与生长状况研究,聚类 7 主要关注广西地区生物多样性研究,聚类 8 主要关注保护生物学研究,聚类 9 主要关注植物群落物种多样性研究,聚类 10 主要关注种群遗传分化研究,聚类 11 主要关注种群的生态位宽度研究,聚类 12 主要关注种群年龄结构研

究,聚类 13 主要关注鱼类群落结构及多样性研究,聚类 14 主要关注分类学研究,聚类 15 主要关注喀斯特地区生物多样性研究,聚类 16 主要关注生物多样性研究,聚类 17 主要关注种间关系研究。以上聚类构成了基于 CNKI 收录论文的生物多样性热点研究领域。

3 结论与讨论

本文运用文献计量学方法,借助 CiteSpace 文献可视化软件,分别以 Web of Science 提供的 SCI-E 数据库与 CNKI 提供的中国学术期刊全文数据库中 2009—2018 年中国生物多样性研究领域文献数据为研究对象,从年度发文量与文献被引频次、文献作者及其合作关系、文献研究机构、文献涉及国家及其合作关系、文献来源期刊分布以及研究热点等方面对文献数据进行分析,得到以下结论:

(1)2009—2018 年中国生物多样性研究领域年度发文总量以及 WOS 年度发文量总体呈上升趋势,特别是 2011 年以后,WOS 年度发文量呈逐步上升趋势,而 CNKI 年度发文量呈下降趋势;此外,与中国有合作文献的国家(地区)共有 106 个,上述结果表明,近十年间中国生物多样性研究领域学者注重加强国际合作与交流,提升了该研究领域的国际影响力。

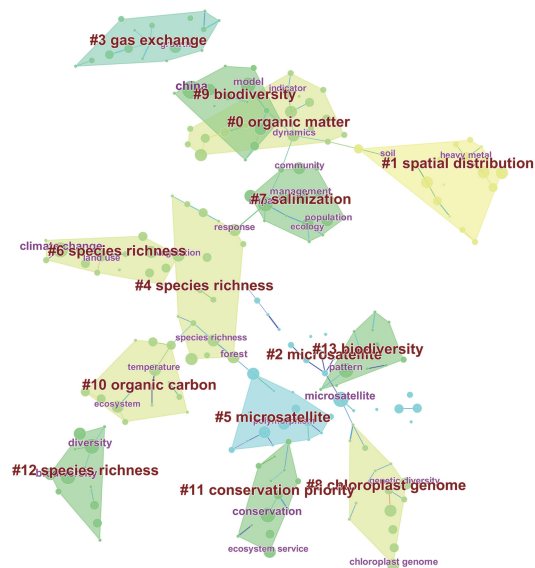


图 7 WOS 文献关键词聚类知识图谱

Fig.7 The keyword clustering knowledge map of literatures in WOS

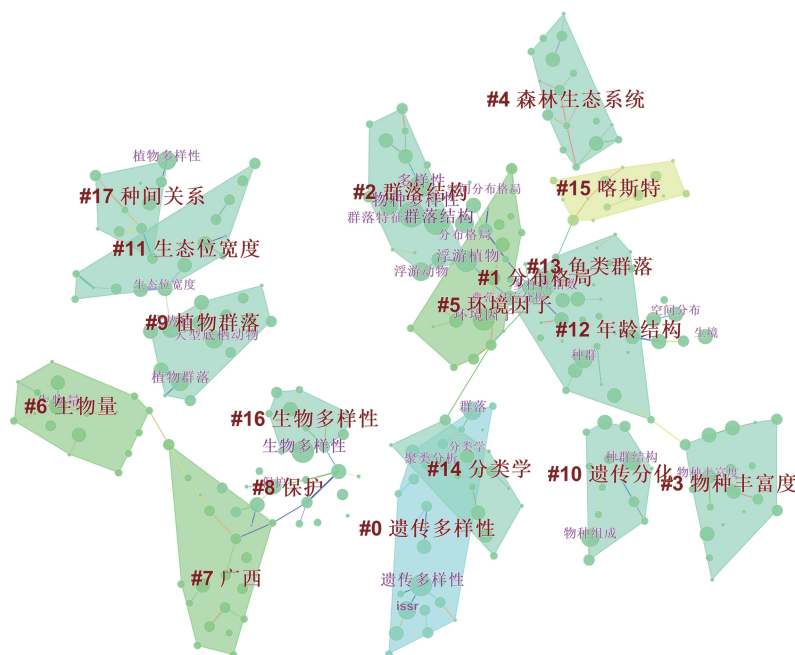


图 8 CNKI 文献关键词聚类知识图谱

Fig.8 The keyword clustering knowledge map of literatures in CNKI

(2)WOS 文献与 CNKI 文献被引频次最高的论文关注内容均为植物研究,“全球植物性状数据库”与“植物群落清查技术”奠定了近十年间中国植物多样性的研究基础。

(3)朴世龙教授、骆亦其教授和唐志尧教授等是基于 WOS 文献的生物多样性研究领域核心作者;王得祥

教授、马克平研究员和张文辉教授等基于 CNKI 文献的生物多样性研究领域主要作者。他们对促进生物多样性学科发展、拓宽生物多样性研究领域起到决定性作用。

(4) 中国科学院所属的相关科研机构是近十年间基于 WOS 文献与 CNKI 文献的中国生物多样性研究领域的核心机构,在该领域做出了较高的科研贡献。

(5) 分析载文期刊情况,相关领域的国内卓越期刊生态学报在该领域出版了最多的 CNKI 文献。同时,相关领域的国际顶级期刊 *Global Change Biology* 出版了较多的 WOS 文献,这在一定程度上反映了近十年间中国生物多样性研究领域出现了具有较高影响力的学术成果。

(6) 通过关键词共现和知识图谱绘制发现:基于 WOS 文献的研究热点为气候、土壤等环境因子变化对物种多样性的影响研究以及基于微卫星分子标记技术的物种遗传多样性研究;基于 CNKI 文献的研究热点为环境因子与群落结构的关系研究。

根据文献计量分析的结果也发现,中国生物多样性研究对象主要集中在植物,对动物、大型真菌等物种多样性研究相对较少。中国陆生高等植物记录共有 34383 种^[30],占世界总数的 10% 左右,高等植物种数世界排名位列第三,排名第一的巴西与排名第二的哥伦比亚均为南半球国家,因此,中国是北半球植物种类最丰富的国家。此外,根据中国科学院和生态环境部(原环境保护部)于 2015 年联合发布的《中国生物物种名录 2015 版》和《中国生物多样性红色名录》,中国共记录陆生脊椎动物 2914 种,两栖类 408 种,爬行类 461 种,鸟类 1372 种,哺乳类 673 种,中国是世界鸟类种数最为丰富的国家之一,并且哺乳动物种数世界第一^[31]。中国是菌物资源大国,菌物多样性也十分丰富,已知大型真菌有 9302 种^[32]。建议相关学者以及研究机构加强对陆生脊椎动物多样性和大型真菌多样性的研究。此外,我国海域面积约有 300 万 km²,海洋生物多样性丰富,且物种数量位居世界前列^[33]。近十年来,我国对深海生物进行了一系列的调查采样,海洋生物多样性研究已拓展至深海。然而,仍有大量未知的生物物种有待探测^[34]。海洋生物多样性研究与科学前沿和国家重大需求密切相关,该领域研究亟需加强。

本研究运用 CiteSpace 对大量文献数据进行可视化分析处理,实现穿透性文献信息潜在知识脉络分析,探索数据之间的隐藏规律^[35],但受限于提取信息及分析算法,一定程度上会影响 CiteSpace 运算结果的精确性。此外,限于篇幅,本文缺乏国际生物多样性研究工作的相关分析,未来可以对基于国际生物多样性研究领域的文献进行分析,探讨上述领域的研究现状与热点,并与中国生物多样性研究工作相比较,以便明确中国在生物多样性研究方面的优势及存在问题。

生物丰富而多样是美丽中国的应有之义,是实现绿水青山的重要前提^[31]。中国正处在生态文明建设的关键时期,生物多样性研究与生态文明建设紧密相关,没有绿水青山、缺乏生物多样性的文明不是真正意义上的生态文明^[11]。

参考文献 (References):

- [1] 李奇,朱建华,肖文发. 生物多样性与生态系统服务——关系、权衡与管理. 生态学报, 2019, 39(8): 2655-2666.
- [2] 胡斌,段昌群,王震洪,张世彪,起联春. 植被恢复措施对退化生态系统土壤酶活性及肥力的影响. 土壤学报, 2002, 39(4): 604-608.
- [3] 魏辅文,聂永刚,苗海霞,路浩,胡义波. 生物多样性丧失机制研究进展. 科学通报, 2014, 59(6): 430-437.
- [4] 武建勇,薛达元,赵富伟,王艳杰. 中国生物多样性调查与保护研究进展. 生态与农村环境学报, 2013, 29(2): 146-151.
- [5] 刘爱原,郭玉清,李世颖,林茂,王春光. 从文献计量角度分析中国生物多样性研究现状. 生态学报, 2012, 32(24): 7635-7643.
- [6] 高危言. 保护地绿色名录对中国风景名胜区管理的意义. 生物多样性, 2015, 23(4): 442-443.
- [7] 冯晓娟,米湘成,肖治术,曹垒,吴慧,马克平. 中国生物多样性监测与研究网络建设及进展. 中国科学院院刊, 2019, 34(12): 1389-1398.
- [8] 薛达元,武建勇,赵富伟. 中国履行《生物多样性公约》二十年: 行动、进展与展望. 生物多样性, 2012, 20(5): 623-632.
- [9] 刘文静,徐靖,耿宜佳,田瑜,银森录. “2020 年后全球生物多样性框架”的谈判进展以及对我国的建议. 生物多样性, 2018, 26(12): 1358-1364.
- [10] 万夏林,邹玥屿,王茜璐,杨礼荣. 《生物多样性公约》第十五次缔约方大会与生态文明理念的国际传播. 环境保护, 2020, 48(22):

55-58.

- [11] 杨锐, 彭钦一, 曹越, 钟乐, 侯姝彧, 赵智聪, 黄澄. 中国生物多样性保护的变革性转变及路径. 生物多样性, 2019, 27(9): 1032-1040.
- [12] 王俊丽, 张忠华, 胡刚, 付瑞玉, 周元慧, 陶旺兰. 基于文献计量分析的喀斯特植被生态学研究态势. 生态学报, 2020, 40(3): 1113-1124.
- [13] Chen C M, Ibekwe-Sanjuan F, Hou J H. The structure and dynamics of cocitation clusters: A multiple-perspective cocitation analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2010, 61(7): 1386-1409.
- [14] 张增可, 王齐, 吴雅华, 刘兴诏, 黄柳菁. 基于 CiteSpace 植物功能性状的研究进展. 生态学报, 2020, 40(3): 1101-1112.
- [15] 宋长青, 谭文峰. 基于文献计量分析的近 30 年国内外土壤科学发展过程解析. 土壤学报, 2015, 52(5): 957-969.
- [16] 王昕, 张凤麟, 张健. 生物多样性信息资源. I. 物种分布、编目、系统发育与生活史性状. 生物多样性, 2017, 25(11): 1223-1238.
- [17] Kattge J, Díaz S, Lavorel S, Prentice I C, Leadley P, Bönsch G, Garnier E, Westoby M, Reich P B, Wright I J, Cornelissen J H C, Violle C, Harrison S P, Van Bodegom P M, Reichstein M, Enquist B J, Soudzilovskaia N A, Ackerly D D, Anand M, Atkin O, Bahn M, Baker T R, Baldocchi D, Bekker R, Blanco C C, Blonder B, Bond W J, Bradstock R, Bunker D E, Casanoves F, Cavender-Bares J, Chambers J Q, Chapin III F S, Chave J, Coomes D, Cornwell W K, Craine J M, Dobrin B H, Duarte L, Durka W, Elser J, Esser G, Estiarte M, Fagan W F, Fang J, Fernández-Méndez F, Fidelis A, Finegan B, Flores O, Ford H, Frank D, Freschet G T, Fyllas N M, Gallagher R V, Green W A, Gutierrez A G, Hickler T, Higgins S I, Hodgson J G, Jalili A, Jansen S, Joly C A, Kerkhoff A J, Kirkup D, Kitajima K, Kleyer M, Klotz S, Knops J M H, Kramer K, Kühn I, Kurokawa H, Laughlin D, Lee T D, Leishman M, Lens F, Lenz T, Lewis S L, Lloyd J, Llusià J, Louault F, Ma S, Mahecha M D, Manning P, Massad T, Medlyn B E, Messier J, Moles A T, Müller S C, Nadrowski K, Naeem S, Niinemets Ü, Nöllert S, Nüske A, Ogaya R, Oleksyn J, Onipchenko V G, Onoda Y, Ordoñez J, Overbeck G, Ozinga W A, Patiño S, Paula S, Pausas J. G, Peñuelas J, Phillips O L, Pillar V, Poorter H, Poorter L, Poschlod P, Prinzing A, Proulx R, Rammig A, Reinsch S, Reu B, Sack L, Salgado-Negret B, Sardans J, Shiodera S, Shipley B, Siefert A, Sosinski E, Soussana J F, Swaine E, Swenson N, Thompson K, Thornton P, Waldram M, Weiher E, White M, White S, Wright S J, Yguel B, Zaehle S, Zanne A E, Wirth C. TRY-a global database of plant traits. *Global Change Biology*, 2011, 17(9): 2905-2935.
- [18] Xu J C, Grumbine R E, Shrestha A, Eriksson M, Yang X F, Wang Y, Wilkes A. The Melting Himalayas: cascading effects of climate change on water, biodiversity, and livelihoods. *Conservation Biology*, 2009, 23(3): 520-530.
- [19] Bai Y F, Wu J G, Clark C M, Naeem S, Pan Q M, Huang J H, Zhang L X, Han X G. Tradeoffs and thresholds in the effects of nitrogen addition on biodiversity and ecosystem functioning: evidence from inner Mongolia Grasslands. *Global Change Biology*, 2010, 16(1): 358-372.
- [20] Böhm M, Collen B, Baillie J E M, Bowles P, Chanson J, Cox N, Hammerson G, Hoffmann M, Livingstone S R, Ram M, Rhodin A G J, Stuart S N, Van Dijk P P, Young B E, Afuang L E, Aghasyan A, García A, Aguilar C, Ajtic R, Akarsu F, Alencar L R V, Allison A, Ananjeva N, Anderson S, Andrén C, Ariano-Sánchez D, Arredondo J C, Auliya M, Austin C C, Avci A, Baker P J, Barreto-Lima A F, Barrio-Amorós C L, Basu D, Bates M F, Batistella A, Bauer A, Bennett D, Böhme W, Broadley D, Brown R, Burgess J, Captain A, Carreira S, Del Rosario Castañeda M, Castro F, Catenazzi A, Cedeño-Vázquez J R, Chapple D G, Cheylan M, Cisneros-Heredia D F, Cogalniceanu D, Cogger H, Corti C, Costa G C, Couper P J, Courtney T, Crnobrnja-Isailovic J, Crochet P A, Crother B, Cruz F, Daltry J C, Daniels R J R, Das I, De Silva A, Diesmos A C, Dirksen L, Doan T M, Dodd Jr C K, Doady J S, Dorcas M E, De Barros Filho J D, Egan V T, El Mouden E H, Embert D, Espinoza R E, Fallabrino A, Feng X, Feng Z J, Fitzgerald L, Flores-Villela O, França F G R, Frost D, Gadsden H, Gamble T, Ganesh S R, Garcia M A, García-Pérez J E, Gatus J, Gaulke M, Geniez P, Georges A, Gerlach J, Goldberg S, Gonzalez J C T, Gower D J, Grant T, Greenbaum E, Grieco C, Guo P, Hamilton A M, Hare K, Hedges S B, Heideman N, Hilton-Taylor C, Hitchmough R, Hollingsworth B, Hutchinson M, Ineich I, Iverson J, Jaksic F M, Jenkins R, Joger U, Jose R, Kaska Y, Kaya U, Keogh J S, Köhler G, Kuchling G, Kumlutaş Y, Kwet A, La Marca E, Lamar W, Lane A, Lardner B, Latta C, Latta G, Lau M, Lavin P, Lawson D, LeBreton M, Lehr E, Limpus D, Lipczynski N, Lobo A S, López-Luna M A, Luiselli L, Lukoschek V, Lundberg M, Lymberakis P, Macey R, Magnusson W E, Mahler D L, Malhotra A, Mariaux J, Maritz B, Marques O A V, Márquez R, Martins M, Masterson G, Mateo J A, Mathew R, Mathews N, Mayer G, McCranie J R, Measey G J, Mendoza-Quijano F, Menegon M, Métrailler S, Milton D A, Montgomery C, Morato S A A, Mott T, Muñoz-Alonso A, Murphy J, Nguyen T Q, Nilson G, Nogueira C, Núñez H, Orlov N, Ota H, Ottenwalder J, Papenfuss T, Pasachnik S, Passos P, Pauwels O S G, Pérez-Buitrago N, Pérez-Mellado V, Pianka E R, Pleguezuelos J, Pollock C, Ponce-Campos P, Powell R, Pupin F, Díaz G E Q, Radder R, Ramer J, Rasmussen A R, Raxworthy C, Reynolds R, Richman N, Rico E L, Riservato E, Rivas G, Da Rocha P L B, Rödel M O, Schettino L R, Roosenburg W M, Ross J P, Sadek R, Sanders K, Santos-Barrera G, Schleich H H, Schmidt B R, Schmitz A, Sharifi M, Shea G, Shi H T, Shine R, Sindaco R, Slimani T, Somaweera R, Spawls S, Stafford P, Stuebing R, Sweet S, Sy E, Temple H J, Tognelli M F, Tolley K, Tolson P J, Tuniyev B, Tuniyev S, Üzümlü N, Van Buurt G, Van Sluys M, Velasco A, Vences M, Veselý M, Vinke S, Vinke T, Vogel G, Vogrin M, Vogt R C, Wearn O R, Werner Y L, Whiting M J, Wiewandt T, Wilkinson J, Wilson B, Wren S, Zamin T, Zhou K Y, Zug G. The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation*, 2013, 157: 372-385.

- [21] Kosten S, Husza V L M, Bécares E, Costa L S, Van Donk E, Hansson L A, Jeppesen E, Kruk C, Lacerot G, Mazzeo N, De Meester L, Moss B, Lürling M, Nöges T, Romo S, Scheffer M. Warmer climates boost cyanobacterial dominance in shallow lakes. *Global Change Biology*, 2012, 18(1): 118-126.
- [22] 方精云, 王襄平, 沈泽昊, 唐志尧, 贺金生, 于丹, 江源, 王志恒, 郑成洋, 朱江玲, 郭兆迪. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范. 生物多样性, 2009, 17(6): 533-548.
- [23] 陈利顶, 李秀珍, 傅伯杰, 肖笃宁, 赵文武. 中国景观生态学发展历程与未来研究重点. 生态学报, 2014, 34(12): 3129-3141.
- [24] 任保青, 陈之端. 植物 DNA 条形码技术. 植物学报, 2010, 45(01): 1-12.
- [25] 牛克昌, 刘怿宁, 沈泽昊, 何芳良, 方精云. 群落构建的中性理论和生态位理论. 生物多样性, 2009, 17(6): 579-593.
- [26] 阎恩荣, 王希华, 郭明, 仲强, 周武. 浙江天童常绿阔叶林、常绿针叶林与落叶阔叶林的 C:N:P 化学计量特征. 植物生态学报, 2010, 34(1): 48-57.
- [27] 陈超美, 陈悦, 侯剑华, 梁永霞. CiteSpace II: 科学文献中新趋势与新动态的识别与可视化. 情报学报, 2009, 28(3): 401-421.
- [28] 项国鹏, 宁鹏, 黄玮, 石磊. 工业生态学研究足迹迁移——基于 CiteSpace II 的分析. 生态学报, 2016, 36(22): 7168-7178.
- [29] 雷梅, 王云涛, 顾闰尧, 董子平, 王燕文, 陈同斌. 基于知识图谱的土壤重金属快速监测技术进展. 中国环境科学, 2018, 38(1): 244-253.
- [30] 高吉喜, 薛达元, 马克平. 中国生物多样性国情研究报告. 北京: 中国环境出版集团, 2018.
- [31] 薛达元, 张渊媛. 中国生物多样性保护成效与展望. 环境保护, 2019, 47(17): 38-42.
- [32] 姚一建. 中国大型真菌红色名录评估. 生物多样性, 2020, 28(1): 1-3.
- [33] 刘瑞玉. 中国海物种多样性研究进展. 生物多样性, 2011, 19(6): 614-626.
- [34] 徐奎栋, 林茂, 王少青, 李阳, 吴旭文, 王春光. 中国海及西太平洋生物分类研究进展及展望. 海洋与湖沼, 2020, 51(4): 728-739.
- [35] 宋洁, 刘学录. 基于 Web of Science 的国际应用生态学研究进展. 应用生态学报, 2019, 30(3): 1067-1078.