

# 国际珊瑚礁领域研究现状及知识图谱分析

马丽丽<sup>1</sup>, 殷建平<sup>2</sup>, 吴跃伟<sup>1</sup>, 冯志纲<sup>3</sup>

(1. 中国科学院武汉文献情报中心, 湖北 武汉 430071; 2. 中国科学院南海海洋研究所, 广东 广州 510301; 3. 中国科学院海洋研究所, 山东 青岛 266071)

**摘要:** 采用文献计量和科学知识图谱的方法, 对 1902—2017 年期间国际珊瑚礁研究领域的科技论文进行了分析。结果表明, 与西方海洋研究领域先进国家相比, 我国在珊瑚礁研究领域起步较晚, 但近 5 年发展迅速, 并在论文影响力、国际合作和研究技术发展方面有待加强。针对研究结果提出了我国珊瑚礁研究的发展建议, 本研究将为了了解当前国际珊瑚礁领域的研究现状和发展态势以及我国今后珊瑚礁保护方面的政策制定、项目规划和科学研究提供情报参考。

**关键词:** 珊瑚礁; 文献计量; 知识图谱

**中图分类号:** G35      **文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-3096(2018)11-0118-08

**DOI:** 10.11759/hyxx20180424001

珊瑚礁是由热带、亚热带潮下浅海区造礁石珊瑚群落及其原地碳酸盐骨骼堆积和各种生物外壳和碎屑充填胶结而沉积形成的海底隆起。珊瑚礁既指具有极高生物多样性的珊瑚礁生态系统, 也指一种碳酸盐地质地貌结构的岩体, 后者是前者的直接产物<sup>[1]</sup>。珊瑚礁不仅为许多海洋动植物提供了生活环境, 而且具有巨大的生态功能和生态价值, 在维持海洋生态系统健康、海洋资源可持续性等方面发挥着不可或缺的作用。珊瑚礁生态系统是全球海洋生态系统中生物多样性最高的地方, 被誉为“海洋中的热带雨林”<sup>[2]</sup>。丰富的珊瑚礁生物资源蕴含各种各样的分子物质, 很多珊瑚衍生分子已证实具有重要的药用作用, 珊瑚礁生物已成为现代海洋药物研究的热点生物资源<sup>[3]</sup>。

然而, 近年来随着大气 CO<sub>2</sub> 浓度不断上升带来的全球变暖和海洋酸化已严重影响珊瑚礁生态系统的健康, 导致珊瑚礁白化现象日趋严重, 珊瑚礁全球性衰退损失近 40%~50%<sup>[4]</sup>。鉴于珊瑚礁巨大的价值和面临全球气候变化严峻的威胁, 珊瑚礁白化及其与人类活动和气候变化之间关系的研究成为近 30 年来该领域的焦点议题。2016 年 10 月, 美国国家海洋和大气管理局(NOAA)的“珊瑚礁保护计划”拨款超 930 万美元用于美国 7 个州和地区的珊瑚礁生态系统的保护项目, 侧重研究全球气候变化、陆地来源污染和不可持续捕捞行为对珊瑚礁的威胁。大堡礁在澳大利亚社会经济中具有重大意义, 2015 年 3 月 21 日,

澳大利亚联邦政府和昆士兰州政府联合公布“大堡礁 2050 长期可持续发展计划”<sup>[5]</sup>, 成为该国今后保护和管理大堡礁的指导方针。2017 年 2 月 23 日, 印度尼西亚巴厘岛“经济学家”世界海洋峰会发起的“50 礁倡议(50 Reefs Initiative)”<sup>[1]</sup>, 是继 1994 年之后美国等发起的“全球珊瑚礁倡议(International Coral Reef Initiative, ICRI)”之后的又一个新的保护珊瑚礁的全球性行动。

珊瑚礁及其生态系统的研究是当今健康海洋领域的重要部分, 近年来相关的科技文献产出也成爆炸性增长。从科技论文的角度分析珊瑚礁研究现状可作为一种客观的指标, 用来揭示并衡量珊瑚礁研究领域整体发展态势。另外, 科学知识图谱是近年兴起的、国际前沿的定量研究方法, 基于科技文献、专利等科学数据, 利用知识可视化和网络分析的方法, 客观、清晰地显示科技领域的前沿状况和发展趋势, 已成为分析科技前沿发展态势的有力工具<sup>[6-7]</sup>。本文即从文献计量和科学知识图谱的视角, 从研究国家和机构、研究水平以及主要学科分布和热点研究方向等方面揭示珊瑚礁领域的研究现状和发展态势,

收稿日期: 2018-04-24; 修回日期: 2018-05-30

基金项目: 中国科学院知识创新工程青年人才领域前沿项目(5120174404)  
[Foundation: Knowledge Innovation Program of the Chinese Academy of Sciences, No. 5120174404]

作者简介: 马丽丽(1989-), 女, 河北南宫人, 助理研究员, 博士, 主要从事学科情报研究与科学数据管理, 电话: 027-87197630, E-mail: mall@mail.whlib.ac.cn

为该领域的相关研究和决策提供情报参考。

## 1 数据来源和方法

本文使用 Web of Science(SCI-EXPANDED)数据库,利用 TS=(coral reef\*)对国际珊瑚礁研究领域论文进行主题检索,时间跨度为 1900—2017 年,数据采集时间为 2018 年 3 月 14 日。共检索到 25 302 条数据,通过限定文献类型为 Article、Proceedings Paper、Review,筛选获得珊瑚礁研究相关有效论文数据 24 175 条。

本文中数据清洗和文献计量采用的分析工具主要是美国汤森路透公司开发的文献计量分析软件 Thomson DataAnalyzer(TDA),其具有强大的科技论文或专利数据挖掘功能。国家间合作和研究热点分析分别利用的是科学知识图谱分析工具 Ucinet/NetDraw 和 VOSViewer,进行国家间社会网络分析和论文关键词的聚类分析及共词图谱可视化。

## 2 结果分析

### 2.1 年度分析

基于本文检索策略共获得 1902~2017 年国际珊瑚礁研究领域的 SCI 论文 24 175 篇,相关论文的年度分布情况如图 1 所示。国际珊瑚礁领域的发展可分为 3 个阶段:①1902—1970 年,国际珊瑚礁研究领域还处于起步阶段,期间的论文数量很少,平均为 1.77 篇/a。②1971—1990 年,该研究领域已开始升温但进展缓慢,期间相关论文平均增长率为 24.57%,数量维持在百篇以下。③1991 年及以后,国际珊瑚礁研究领域处于飞速增长阶段,相关论文数量呈指数性增长;1991 年论文数量为 255 篇,是 1990 年的 3 倍;2016 年达到峰值,相关论文有 1 775 篇;2017 年的论文数量与 2016 年相当,有 1 761 篇。通过对同期国际珊瑚礁重大事件调研发现,1971 年提出并于 1975 年正式生效的《拉姆萨尔湿地公约》首次把珊瑚礁列入近海与海岸湿地的一个类型。另外,自 20 世纪 70 年代以来,大气 CO<sub>2</sub> 浓度上升和全球变暖对珊瑚礁生态系统健康的危害日益严重,以及为实施《21 世纪议程》第 17 章的要求 1994 年美国等发起成立了“全球珊瑚礁倡议”等珊瑚礁领域的重大事件,可能是国际珊瑚礁研究论文量在 20 世纪 70 年代和 90 年代后出现两次快速增长的重要推动力。根据科技文献增长的逻辑曲线<sup>[8]</sup>,我们预测国际珊瑚礁

研究领域正处于稳定增长阶段,相关论文数量也将在今后保持较高的水平。

相比之下,我国珊瑚礁研究领域 SCI 论文的变化曲线与国际趋势总体一致。基于本文数据和相关调研,我国珊瑚礁研究可分为两个阶段:①1990 年以前时期。可追溯到 20 世纪 30 年代,如我国较早的海洋学家马廷英早年从事的珊瑚生长节律方面的研究<sup>[9]</sup>,1935 年其曾主持领导东沙群岛造礁珊瑚和珊瑚礁的调查研究工作。20 世纪 80 年代以后,随着我国社会经济水平的发展,生态、环境问题也受到更多关注,更多珊瑚礁相关研究也逐步开展。1983 年和 1990 年我国先后发布实施《海洋环境保护法》和《防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》,规定禁止破坏珊瑚礁。②1990 年以后时期。尤其是 20 世纪 90 年代后期开始,我国在珊瑚礁研究领域论文量增长逐步加快,尤其是近 5 年间增长速度迅速。因为自 20 世纪 90 年代以来,在珊瑚礁破坏和海岸生态环境急剧恶化的严峻形势下,我国开展了珊瑚礁研究与保护管理有关的一些研究项目<sup>[10]</sup>,并相继建立多个珊瑚礁自然保护区,如 1990 年建立了海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区。目前,除了海南三亚珊瑚礁自然保护区外,还有两个国家级珊瑚礁保护区:广东省徐闻珊瑚礁自然保护区、海南文昌铜鼓岭自然保护区,以及五个地方级珊瑚礁自然保护区:广西涠洲岛珊瑚礁自然保护区、福建东山珊瑚礁海洋自然保护区、海南省文昌麒麟菜自然保护区、海南临高角珊瑚礁自然保护区、海南磷枪石岛珊瑚礁自然保护区。另外,2017 年国家海洋局相继印发了《全国海岛保护工作“十三五”规划》、《全国生态岛礁工程“十三五”规划》,提出实施珊瑚礁、红树林、海草(藻)床等典型海洋生态系统修复,促进全国海岛保护和生态岛礁建设工程。以上珊瑚礁相关国家政策和事件均对我国的珊瑚礁研究领域发挥了有利促进作用。

### 2.2 发文国家

珊瑚礁研究论文数量排名前 10 位的国家依次是美国、澳大利亚、英国、法国、日本、德国、加拿大、荷兰、墨西哥和比利时。与其他国家相比,美国和澳大利亚是珊瑚礁研究领域的两大研究强国,两国的论文共计有 13 234 篇,约占世界全部论文的 54.7%,在该研究领域占据主导地位。我国在珊瑚礁研究领域发表论文 617 篇,排名第 11 位。另外,从

2013—2017 年的近 5 年的发展情况来看, 美、澳、英、法、德、日等国家仍居于该领域世界前列。但

值得注意的是, 我国在珊瑚礁研究领域中近 5 年来发展显著, 已排名第 7 位。

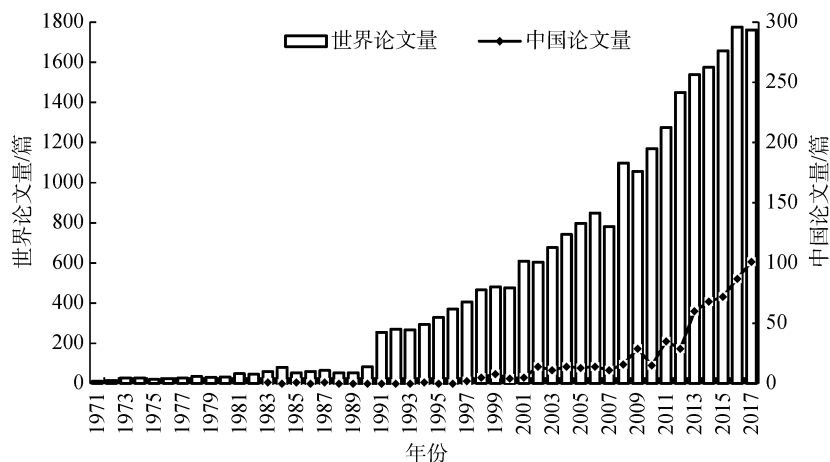


图 1 1971—2017 年国际珊瑚礁研究相关论文的年度分布情况

Fig. 1 The distribution of papers in the field of international coral reef research from 1971~2017

前 10 位国家及我国的珊瑚礁研究论文影响力情况如表 1 所示, 同论文数量排名一样, 美国、澳大利亚和英国的论文总被引频次和篇均被引频次及高被引论文量仍依次排名世界第 1、2、3 位, 表明这 3 个国家不仅在论文数量上占优势, 其论文在珊瑚礁研究领域的学术影响力也较高。而加拿大、荷兰和比利时则在总被引频次和篇均被引频次上超越了论文总量

高于这 3 个国家的法国、日本和德国, 依次排名第 4、5、6 位。我国在论文总量、总被引频次和篇均被引频次及高被引论文数量上均与前 10 位领域强国存在较大差距, 尤其是与论文总量相当的比利时相比, 我国的珊瑚礁研究论文的学术影响力仍不足。这与我国在该领域的起步较晚, 相关研究基础仍薄弱有很大关系, 在今后的研究和国家整体规划中应注意加强。

表 1 1902—2017 年珊瑚礁研究领域前 10 位国家及我国论文数量和被引情况

Tab. 1 Research paper numbers and statistical analysis of papers cited for the top 10 countries in international coral reef research from 1902—2017

国家	论文总量/篇	首篇论文年份	近 5 年排名	总被引频次/次	篇均被引频次/次	高被引论文/篇
美国	8 725	1912	1	330 925	37.93	154
澳大利亚	5 784	1974	2	210 965	36.47	139
英国	1 916	1903	3	79 660	41.58	52
法国	1 680	1976	4	45 289	26.96	26
日本	1 301	1976	6	26 819	20.61	12
德国	1 274	1973	5	33 798	26.53	17
加拿大	1 030	1973	8	41 620	40.41	33
荷兰	751	1961	11	28 936	38.53	23
墨西哥	703	1992	10	13 417	19.09	6
比利时	650	1973	9	21 118	32.49	10
中国	617	1963	7	7 047	11.42	3

### 2.3 国家间合作情况

从图 2 中可以看出, 美国、澳大利亚、英国、法国、德国、荷兰、日本、加拿大等在珊瑚礁研究领域的国际间合作网络中具有一定的中心性, 这些国

家与其他国家的合作都较为突出, 同时相互之间合作较紧密, 是国际珊瑚礁研究领域合作网络的中心。中国在珊瑚礁研究方面的合作国家共涉及 53 个国家, 主要合作对象有美国、澳大利亚、中国台湾、德国、日本等国家和地区。

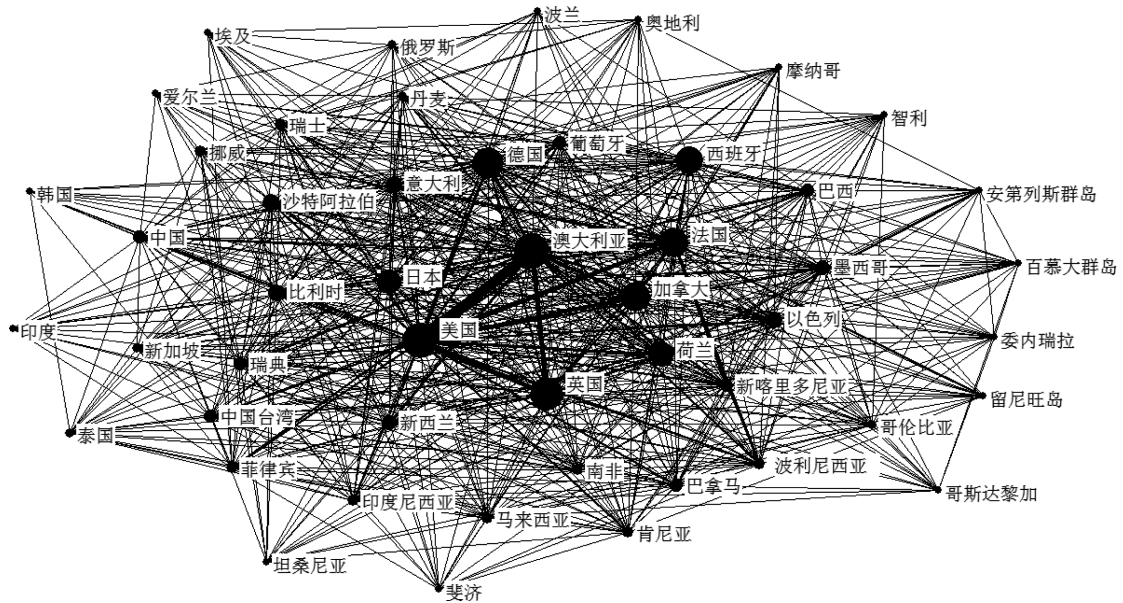


图 2 珊瑚礁研究相关论文数量前 50 位国家或地区之间的合作情况

Fig. 2 The cooperation network among the top 50 countries or regions in the field of coral reef research

## 2.4 研究机构发文情况

整体来看, 1902—2017 年期间发表珊瑚礁研究相关论文数量较多的前 10 位机构中包括澳大利亚机构 5 个、美国机构 4 个和日本机构 1 个, 依次是詹姆斯库克大学(James Cook University)、澳大利亚海洋科学研究所(Australian Institute of Marine Science)、昆士兰大学(University of Queensland)、詹姆斯库克大学(James Cook University, Queensland)、迈阿密大学(University of Miami)、夏威夷大学(University of Hawaii)、西澳大利亚大学(The University of Western Australia)、美国国家海洋和大气管理局(NOAA)、佛罗里达大学(University of Florida)和日本琉球大学(University of the Ryukyus)。2013—2017 年近 5 年, 前 10 名研究机构有所变化, 但变化不大。其中, 中国科学院(Chinese Academy of Sciences)近 5 年内其相关论文数量世界排名为第 8 位, 在我国珊瑚礁研究领域发挥了重要作用。

## 2.5 珊瑚礁研究学科分布

表 4 是珊瑚礁研究相关论文主要涉及的前 10 个学科, 前 10 个学科包括论文共 19 056 篇, 占总论文量的 78%以上, 10 个学科依次是海洋与淡水生物学(marine & freshwater biology)、生态学(ecology)、海洋学(oceanography)、环境科学(environmental sciences)、地球科学相关学科(geosciences, multidisci-

plinary)、动物学(zoology)、渔业(fisheries)、生物学(biology)、进化生物学(evolutionary biology)和生物多样性保护(biodiversity conservation)。相比之下, 我国珊瑚礁研究相关论文更注重在地球科学(geosciences)、古生物学(paleontology)、地质学(geology)和微生物学(microbiology)等学科方面的研究(表 5)。

表 2 1902—2017 年珊瑚礁研究领域前 10 位机构论文情况  
Tab.2 Papers of the top 10 organizations in the field of coral reef research from 1902—2017

排名	机构	论文量/篇
1	詹姆斯库克大学	1 683
2	澳大利亚海洋科学研究所	1 143
3	昆士兰大学	1 110
4	詹姆斯库克大学	639
5	迈阿密大学	573
6	夏威夷大学	515
7	西澳大利亚大学	478
8	美国国家海洋和大气管理局	471
9	佛罗里达大学	419
10	日本琉球大学	419
22	中国科学院	272

## 2.6 研究主题分析

对国际珊瑚礁研究相关论文中出现频次 20 次以上的关键词进行共现分析并可视化结果, 如图 3 所示, 可见网络中得到 5 个聚类, 通过整理可分别反映

表3 2013—2017年珊瑚礁研究领域前10位机构论文情况  
Tab. 3 Papers of top 10 organizations in the field of coral reef research from 2013—2017

排名	机构	论文量/篇
1	詹姆斯库克大学	966
2	昆士兰大学	498
3	澳大利亚海洋科学研究所	448
4	西澳大利亚大学	304
5	美国国家海洋和大气管理局	239
6	迈阿密大学	213
7	夏威夷大学马诺阿分校	208
8	中国科学院	170
9	加州大学圣地亚哥分校	158
10	佛罗里达大学	158

表4 1902—2017年国际珊瑚礁研究论文主要涉及的学科领域

Tab. 4 Subject categories of international coral reef research papers from 1902—2017

排名	学科	论文量/篇
1	海洋与淡水生物学	9 518
2	生态学	5 777
3	海洋学	4 371
4	环境科学	2 623
5	地球科学相关学科	1 725
6	动物学	1 508
7	渔业	1 329
8	生物学	1 156
9	进化生物学	1 094
10	生物多样性保护	1 075

表5 1902—2017年中国珊瑚礁研究论文主要涉及的学科领域

Tab. 5 Subject categories of coral reef research papers from China during 1902—2017

排名	学科	论文量/篇
1	海洋与淡水生物学	150
2	海洋学	106
3	地球科学相关学科	99
4	环境科学	88
5	生态学	66
6	地理学, 物理	47
7	古生物学	47
8	渔业	25
9	地质学	24
10	微生物学	22

当前国际珊瑚礁研究领域的5个研究方向,具体如下:  
#1(绿色): 全球变暖气候变化及海洋酸化等对珊瑚礁及其生态系统的影响研究,主要关键词有 climate change、ocean acidification、coral bleaching、bleaching、coral disease、temperature、global warming、CO<sub>2</sub>等。  
#2(黄色): 大堡礁、南海、印度洋、太平洋等热点区域珊瑚礁及其生态系统研究,主要关键词有 Great Barrier Reef、taxonomy、new species、Indian ocean、Holocene、stable isotopes、South China Sea、ecology等。  
#3(红色): 海洋保护区设立与管理以促进珊瑚礁、红树林、海草床等生态系统恢复,以及生态人工岛礁建设和旅游、渔业发展,主要关键词有 marine protected area、biodiversity、resilience、seagrass、mangroves、community structure、management、artificial reefs、tourism、fisheries等。  
#4(蓝色): 珊瑚礁鱼类生态系统研究,主要关键词有 coral reef fish、recruitment、predation、reproduction、larvae、population dynamics、density dependence、behavior、life history、acoustic telemetry等。  
#5(紫色): 珊瑚群体遗传结构、系统发生关系和连通性等研究,主要关键词有 microsatellites、phylogenetics、population genetics、genetic structure、connectivity、16s rDNA、DNA barcoding等。另外,从国际珊瑚礁研究论文中的主要关键词年份分布来看(图4),气候变化、珊瑚礁漂白、海洋酸化、海洋保护区、生物多样性以及珊瑚礁鱼类、共生藻等生态系统等是20世纪90年代以来珊瑚礁领域的研究热点。

### 3 结语

珊瑚礁不仅在海洋生态系统中具有重要的生态价值,并可为人类生产生活提供多种资源,具有很高的经济和社会价值。但是,如今珊瑚礁却面临着全球气候变化等带来的一系列严峻威胁。本文对国际珊瑚礁研究领域科技论文进行了文献计量和科学知识图谱分析,可知自20世纪90年代始,珊瑚礁研究领域论文数量出现快速增长,表明世界各国已对珊瑚礁相关研究高度关注。该研究领域重要的国家有美国、澳大利亚、英国、法国、日本、德国等西方发达国家,我国相关论文量排名第11位,但近5年相关论文量增长迅速。从论文总被引频次、篇均被引频次和高被引论文数量综合来看,美国、澳大利亚和英国的珊瑚礁研究论文质量和学术影响力均较高,我国在该方面表现不足。从国家合作网络看,美国、

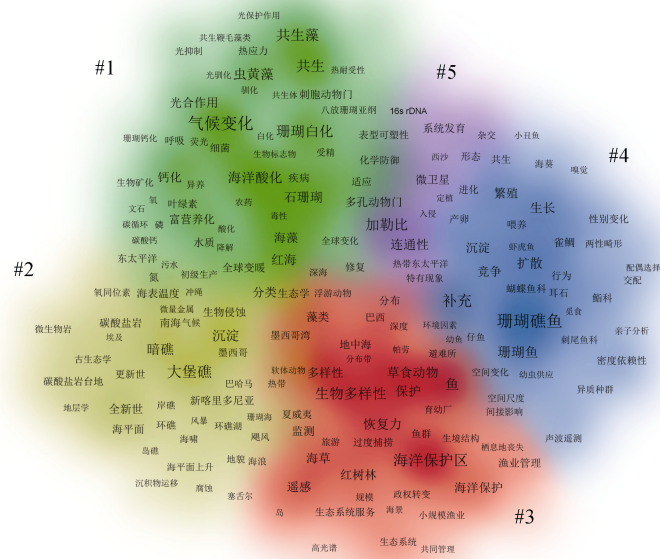


图 3 国际珊瑚礁研究论文的关键词共现图谱

Fig. 3 Keywords co-occurrence knowledge mapping of international coral reef research papers

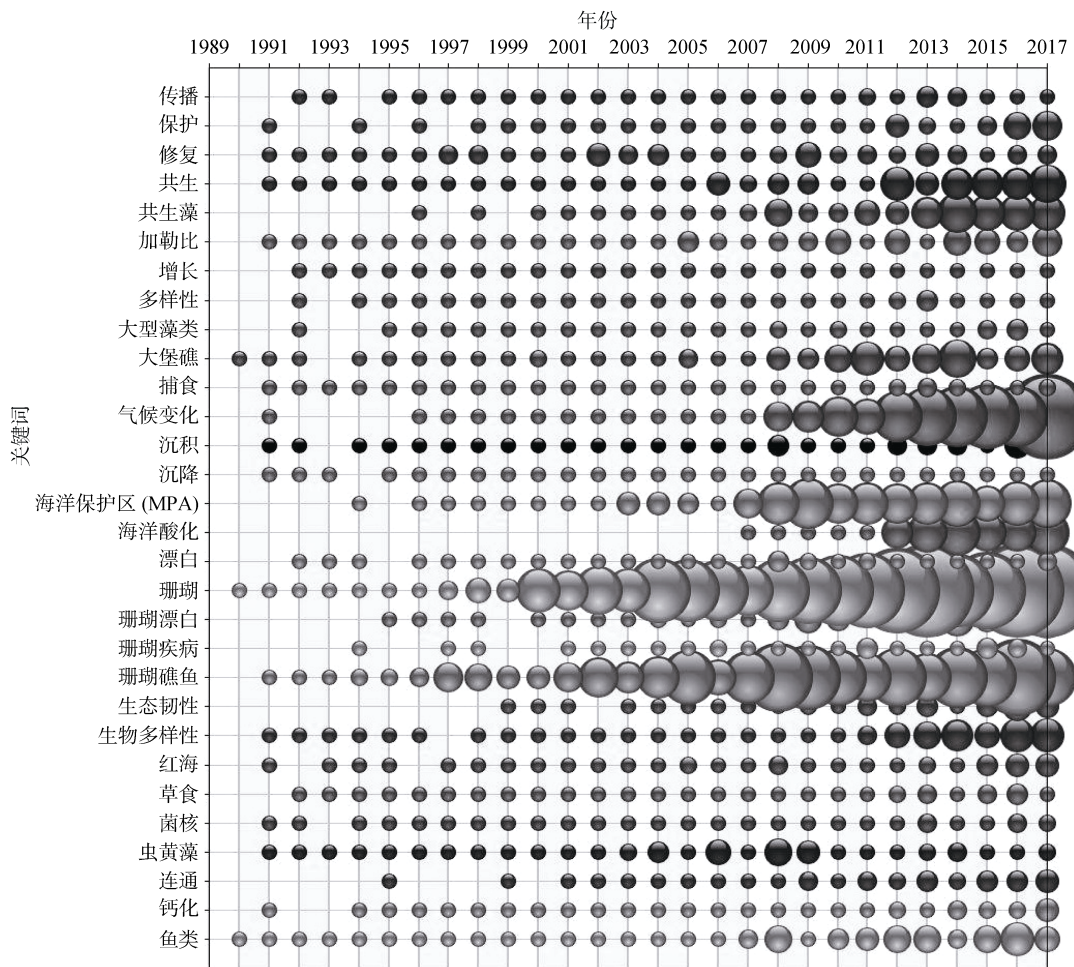


图 4 国际珊瑚礁论文中前 30 个关键词的变化趋势

Fig. 4 The changing trend of the top 30 keywords in international coral reef research papers

澳大利亚、英国、法国、德国、荷兰、日本、加拿大等在国际珊瑚礁合作网络中发挥着重要作用,中国主要合作国家有美国、澳大利亚、中国台湾、德国、日本、韩国等。珊瑚礁领域重要研究机构多来自澳大利亚和美国,但从近5年发文情况来看,我国中国科学院在该领域表现突出,尤其在南海珊瑚礁领域成果丰硕,2018年3月中国科学院批准筹建南海生态环境工程创新研究院,将更加推动我国南海珊瑚礁的研究发展。通过关键词共现图谱可知,当前国际珊瑚礁领域主要有5个研究方向:气候变化和海洋酸化对珊瑚礁生态系统的影响;大堡礁、南海、印度洋、太平洋等区域珊瑚礁研究;海洋保护区的设立与管理及生态人工岛礁建设;珊瑚礁鱼类生态系统研究;珊瑚群体遗传结构、系统发生和连通性研究。

经过多年建设,近年来我国已在珊瑚礁调查、退化研究和修复保护等相关方面取得较好进展。但仍需认识到我国在珊瑚礁研究领域与发达国家存在较大差距,针对分析结果提出我国珊瑚礁研究的几点建议:①从国家战略需求出发,在国家层面上顶层设计,制订珊瑚礁保护政策和战略行动计划,完善现有管理制度、法律法规;②加强珊瑚礁基础研究和科技发展,继续加强我国在南海珊瑚礁及生态环境保护领域的研究,增加科研经费投入,注重领域人才引进,注重先进研究方法技术在珊瑚礁生态系统研究和修复中的运用;③加强珊瑚礁自然保护区建设和管理,制定保护区具体管理办法和规章制度,管理保护区内的过度捕捞、珊瑚礁开采和旅游活动等;④进一步加强珊瑚礁研究领域的国际合作,通过互派研究生、访问学者等途径积极促进与美国、澳大利亚等国珊瑚礁研究知名机构的合作及先进技术的交流学习,积极参与国际珊瑚礁科技合作计划等,提高我国珊瑚礁研究成果的学术影响力;⑤加强珊瑚礁知识宣传和教育工作,提高公众环保意识,让人们了解珊瑚礁破坏的危害和珊瑚礁可持续发展的重要性,调动当地社区和居民共同参与、共同保护。

综上所述,本文以发表的国际珊瑚礁相关研究论文作为研究对象,从文献计量和科学知识图谱的视角对该领域的研究现状和发展趋势进行了分析。但仍有很多问题值得进一步研究,今后将逐步结合多方面科学数据和信息系统分析该领域的研究热点、空白和趋势,为国家珊瑚礁保护与修复、岛礁建设工程以及我国健康海洋事业提供政策支撑和理论参考。

#### 参考文献:

- [1] 张乔民, 赵美霞, 王丽荣, 等. 世界珊瑚礁现状和威胁研究进展[J]. 广西科学, 2017, 24(5): 435-440.  
Zhang Qiaomin, Zhao Meixia, Wang Lirong, et al. A review of current status of coral reefs and their threats in the world[J]. Guangxi Sciences, 2017, 24(5): 435-440.
- [2] 傅秀梅, 王长云, 邵长伦, 等. 中国珊瑚礁资源状况及其药用研究调查 I. 珊瑚礁资源与生态功能[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2009, 39(4): 676-684.  
Fu Xiumei, Wang Changyun, Shao Changlun, et al. Investigation on the status of coral reef resources and medicinal research in China I. coral reef resources and ecological functions[J]. Periodical of Ocean University of China, 2009, 39(4): 676-684.
- [3] Hartmann A C, Petras D, Quinn R A, et al. Meta-mass shift chemical profiling of metabolomes from coral reefs[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2017, 114(44): 11685-11690.
- [4] 贺仕昌, 张远辉, 陈立奇, 等. 海洋酸化研究进展[J]. 海洋科学, 2014, 38(6): 85-93.  
He Shichang, Zhang Yuanhui, Chen Liqi, et al. Advances in the studies of ocean acidification[J]. Marine Sciences, 2014, 38(6): 85-93.
- [5] Australian Government and Queensland Government. Reef 2050 Long-Term Sustainability Plan[EB/OL]. [2018-01-07]. <https://www.environment.gov.au/marine/gbr/publications/reef-2050-long-term-sustainability-plan>.
- [6] Chen C M. Searching for intellectual turning points: progressive knowledge domain visualization[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2004, 101: 5303-5310.
- [7] Van Eck N J, Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping[J]. Scientometrics, 2010, 84(2): 523-538.
- [8] 孙瑞英, 王旭. 基于文献计量的国内物联网研究现状分析[J]. 现代情报, 2016, 36(1): 153-159.  
Sun Ruiying, Wang Xu. Analysis on the status of the internet of things in China based on the bibliometrics statistical methods[J]. Journal of Modern Information, 2016, 36(1): 153-159.
- [9] Ma T Y. On the descent of some Silurian Rugose corals[J]. Proceedings of the Imperial Academy Tokyo, 1933, 9(4): 178-180.
- [10] 吴瑞, 王道儒. 海南珊瑚礁生物多样性的保护现状与研究展望[J]. 海洋开发与管理, 2014(1): 84-87.  
Wu Rui, Wang Daoru. Conservation status and research prospect of coral reef biodiversity in Hainan [J]. Ocean Development and Management, 2014(1): 84-87.

# Research status and knowledge mapping analysis of international coral reefs

MA Li-li<sup>1</sup>, YIN Jian-ping<sup>2</sup>, WU Yue-wei<sup>1</sup>, FENG Zhi-gang<sup>3</sup>

(1. Wuhan Library of the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071, China; 2. South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China; 3. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

**Received:** Apr. 24, 2018

**Key words:** coral reef; bibliometrics; mapping knowledge domain

**Abstract:** Bibliometrics and knowledge mapping were used in this article to analyze the scientific literature on international coral reef research from 1902 to 2017. The results showed that, compared with advanced Western countries in the field of ocean research, China started relatively late in the research of coral reefs, but its research has developed rapidly in the last five years, and needs to be strengthened in terms of influence, international cooperation, and research technology development. Based on the results, some suggestions for the development of coral reef research in China are put forward. This study will provide information and reference for understanding the current status and development trend in international coral reef research, as well as for China's policy formulation, project planning, and scientific research on coral reef protection in the future.

(本文编辑: 刘珊珊)