

研究论文

基于文献计量分析的南极海洋保护区研究动态

韦想云^{1,2} 朱国平^{1,2,3,4}

⁽¹⁾ 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306;

⁽²⁾ 上海海洋大学极地研究中心, 上海 201306;

⁽³⁾ 大洋渔业资源可持续开发教育部重点实验室极地海洋生态系统研究室, 上海 201306;

⁽⁴⁾ 国家远洋渔业工程技术研究中心, 上海 210306)

摘要 南大洋生物资源养护与区域治理一直为全球其他区域树立典范, 而南极海洋保护区(Antarctic Marine Protected Area, AMPA)自提出以来便受到了全球学者的广泛关注。为了更为全面地了解 AMPA 的研究状况和热点问题, 本研究以 Web of Science 核心数据库中有 AMPA 的文献为样本, 融合 CNKI 数据库相关信息, 运用文献计量分析对 1995 年后 AMPA 研究状况进行了分析。结果表明, 自 2015 年以来涉及 AMPA 的文献数量增速较快, 研究学科交叉明显, 发文主要集中于极地海洋及生物学领域。澳大利亚、美国等为开展 AMPA 研究较为突出的国家。基于文献共被引聚类分析可知, 关于 AMPA 的研究涵盖 8 个类群, 分别是生态系统管理、景观制图、长期管理、空间分布、潜在性影响、海洋生物多样性养护、预防性空间保护和无冰区等。主要研究方向为管理学、环境科学和生态学以及计算机信息技术等。基于突变检测结果显示, 涉及 AMPA 研究的前沿热点方向包括管理学与 AMPA 研究的结合、环境科学与生态研究的结合以及计算机信息技术与多年科考数据结合等。我国有关 AMPA 的研究主要集中在法律层面, 今后需进一步加强国际前沿热点方面的研究, 从而为 AMPA 的推进提供中国智慧, 甚至中国方案。

关键词 南极 海洋保护区 科学知识图谱 CiteSpace Web of Science

doi: 10.13679/j.jdyj.20200023

0 引言

南极地区自进入各国视野后, 以其辽阔的土地、丰富的资源以及独特的政治地位、法律制度、经济价值和军事意义成为国际社会关注的焦点^[1], 这也成为了早期探索国家企图宣布“南极领土主权”的诱因。1961 年 6 月 23 日《南极条约》正式生效后, 缓和了南极地区的国家冲突, 进一步促进了对南极的科学考察和国际合作^[2]。20 世纪末, 海洋环境的恶化证明了传统的海洋管理方式

已不足以适应新的环境保护要求, 日益加剧的海洋环境危机迫切需要采用新的管理措施和手段以突破这种不适应性和障碍^[3], 南极因其更为特殊的地理位置、生态气候条件而要求采取更具针对性的养护措施, 这也直接导致了 1980 年南极海洋生物资源养护委员会(Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources, CCAMLR)的成立。中国于 2007 年加入该委员会, 成为除荷兰外 26 个成员国中最近加入的国家。该委员会为根据《南极海洋生物资源养护公约》设立的南极海域管理生物资源的多边机构, 主要职

[收稿日期] 2020 年 3 月收到来稿, 2020 年 5 月收到修改稿

[基金项目] 国家自然科学基金(41776185)、国家重点研发计划项目(2018YFC1406801)和极地考察办公室协同创新平台建设项目(JDXT2019-07)资助

[作者简介] 韦想云, 女, 1996 年生。硕士研究生, 主要从事海洋空间规划与管理研究。E-mail: xiangyun_W01@163.com

[通信作者] 朱国平, E-mail: gpzhu@shou.edu.cn

责是制定养护措施以及渔业管理政策,推进对南极海洋生物资源的养护与合理利用。而目前备受关注的南极海洋保护区(Antarctic Marine Protected Area, AMPA)事宜也在该组织的框架下开展。

关于 AMPA,因研究背景不同,其定义也有所差异。本研究采用了 CCAMLR 关于 AMPA 的定义,即 AMPA 是为满足栖息地保护、生态系统监视或渔业管理等特定养护目标而限制或完全禁止人类某些活动,以便为所有或部分自然资源提供保护的南极海洋区域^[4]。由此,AMPA 在南极条约体系下为养护南极动、植物资源以及保护脆弱性生态系统做出了贡献,其也成为全球各国,尤其是现有涉及南极事务的国家较为关注的焦点。为此,AMPA 正逐渐成为南极生物资源养护与维护国家权益的重要研究内容。近几年,国内学者更多地从构建背景与发展等方面对 AMPA 进行了总结和论证^[5-8],也有一些学者^[9-14]基于法律角度论证建设 AMPA 应遵循的国际法基础。而国际上,相关学者^[15-22]以生物学数据、空间系统管理等为基础探究了建设 AMPA 的路径与方法。总的来看,关于 AMPA 的研究较为宽泛,涉及面较广,研究热点不易“捕获”。因此,有必要利用计量学手段对现有研究进行量化分析,归纳研究现状与前沿热点。相关工作可为今后开展相关研究提供思路,并为我国学者开展相关 AMPA 研究,乃至国家管辖区内海洋保护区规划与研究等提供背景信息。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本研究文献数据主要来源于 Web of Science 核心合集数据库。检索时段为 1995—2019 年,检索时间为 2019 年 8 月 15 日。其中在 Web of Science 核心合集数据库中,利用南极海洋保护区、罗斯海、南奥克尼群岛等南大洋海洋保护区为关键词进行目标文献检索,检索式为“TS = (“Antarctic*” or “South Orkney” or “Ross Sea” or “Southern Ocean”) AND TS= (“marine protected area*” or “marine conservation area*” or “marine conserve*”)”,检索文献为 94 篇,并标记结果列表。为确保样本来源的严谨性与全面性,又以

“Antarctic marine protected area”为主题进行目标文献检索,检索式为基本检索,检索文献 125 篇,并标记结果列表。高级检索与基本检索累积检索文献共计 219 篇,对这些检索文献进行准确性检验,剔除重复数据,最终得到有效文献 128 篇,在数据库中以“创建引文报告”(create citation report)的形式提取了相关文献的标题、作者、关键字、参考文献、发表年份、引用量等信息作为分析样本。

为进一步了解我国学者关于 AMPA 的研究情况,本研究还在中国知网以“南极海洋保护区”为词条进行主题检索,共检索论文 24 篇,剔除不相关文献,最终获取有效文献 17 篇。

1.2 分析方法

利用文献计量分析方法,对样本数据进行了文献年度发表量分析、针对施引文献的国家及作者合作的网络分析、学科及关键词的聚类分析。以上分析利用文献计量软件 CiteSpace 5.3.R4 进行。因计量统计方法受限,中文文献仅根据文献内容进行了融合分析,并未纳入到计量分析中。

2 结果与分析

2.1 文献数量年度增长变化

文献发表数量及被引量是学科发展状况的直观体现,能够帮助人们从整体上把握该领域的发展趋势。对于学科文献数量的分析一定程度上能够反映学科发展的过程和规模的大小,而被引用量是衡量文献学术影响力的重要标准之一^[23]。

基于 Web of Science 数据库文献样本分析可知,1995—2019 年间,AMPA 研究论文数量总体呈上升趋势,其中 1995—1999 年,论文数量波动变化不明显,年平均发表数量为 1 篇;2001—2009 年间论文数量处于缓慢上升期,年平均数量为 2.5 篇;2010—2019 年文献数量大增,至 2018 年,文献数量总计已达 122 篇,而仅 2018 年就发表了 25 篇文献,为 3 阶段之最。2019 年,至 8 月已发表文献 6 篇(图 1)。基于此可知,近 10 年来,AMPA 研究已成为热点话题。国内方面,我国自 2012 年开始关注 AMPA,除 2016 年(5 篇)外,近几年的年发文量基本上维持在 1~2 篇。

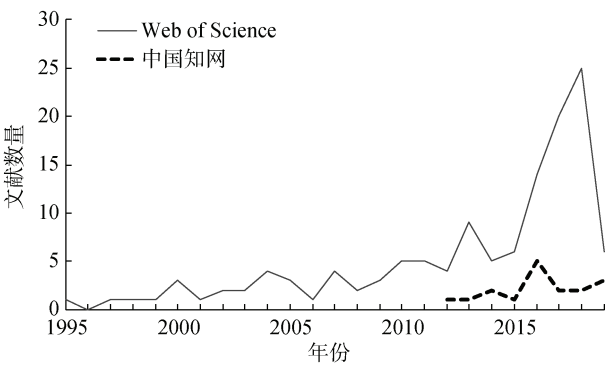


图 1 南极海洋保护区研究文献数量年度变化趋势
Fig.1. The distribution of the bibliographic record on Antarctic Marine Protected Area

2.2 文献来源期刊

根据检索结果可知，与 AMPA 相关的文献发表在 76 种期刊中，表 1 列出了文献发表量居前 10

的期刊。由表 1 可知，发表有关 AMPA 的研究文献数量前 3 的期刊为 MARINE POLICY、POLAR BIOLOGY、PLOS ONE 等，这些期刊的影响因子(2018 年数据)均在 2.0 以上，平均影响因子为 2.8226。其中，影响因子最高的期刊为 ENVIRONMENTAL SCIENCE & POLICY 高达 4.816。按文献发表数量来看，MARINE POLICY 最多。分析这些期刊可知，关于 AMPA 研究，近年来不仅被南极、海洋相关的高影响因子期刊所青睐，如 ANTARCTIC SCIENCE、MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES、POLAR BIOLOGY 等，还越来越多地受到了其他门类期刊的重视，如 PLOS ONE(开放获取期刊)、DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS 等。国内期刊方面，《极地研究》为刊发 AMPA 相关论文最多的期刊(3 篇)。

表 1 期刊发文数量及其影响因子
Table 1. The number of journals published and its impact factor

期刊名称	发表数量	被引次数	影响因子(2018)
MARINE POLICY	9	29	2.865
POLAR BIOLOGY	8	66	2.002
PLOS ONE	7	44	2.776
MARINEECOLOGY PROGRESS SERIES	6	67	2.359
ANTARCTIC SCIENCE	4	65	1.653
AQUATIC CONSERVATION MARINE AND FRESHWATER ECOSYSTEMS	4	16	2.953
FISHERIES RESEARCH	4	9	2.343
DEEP SEA RESEARCH PART II TOPICAL STUDIES IN OCEANOGRAPHY	3	39	2.43
DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS	3	5	4.029
ENVIRONMENTAL SCIENCE & POLICY	3	9	4.816
极地研究	3	36*	

*数据来源: CNKI 数据库。

2.3 国际合作情况及研究机构

根据 Web of Science 检索结果，文献发表数量居前 10 位的国家(表 2)中，文献发表数量(独立作者或者共同作者身份参与研究)最多的为澳大利亚，共发表文献 44 篇；其次为美国，以 41 篇文献位居第二；再次为英国，发文数量 31 篇，居于第三；其余的国家分别为法国、新西兰、德国、意大利、智利、南非和阿根廷等。前 10 位国家中，半数国家居于南半球，其余国家大多数占据早期探索南极的优势，因积累了大量的历史数据，对 AMPA 的研究较为先进。中国并未出现在前 10

位，仅排在第 14 位(并列排名)，显示我国 AMPA 的研究还有待加强。

知识图谱是相关知识域可视化最终呈现的图形，意在揭示科学知识的结构关系与发展进程^[24]。知识图谱是以科学知识为研究对象，以一定的方法描述科学知识的发展进程与结构关系的一种图形，显示了知识与知识之间的关系^[25]。通过 CiteSpace 将国家间合作情况进行可视化处理，节点大小反映机构发文数量，连线的粗细及密度反映机构合作的紧密程度，紫色外圈代表高中心性(≥ 0.1)节点；由图 2 可知，图中节点最大的为澳

大利亚、其次为美国、英国。由节点连线的粗细程度及密度可知, 澳大利亚、美国以及英国是进行 AMPA 研究较为突出的国家, 法国也是值得关注的合作国, 其与英国的合作尤为突出。澳大利亚和英国与多个国家或地区存在合作关系, 且紧密程度高; 虽然法国和南非在 AMPA 方面研究不突出, 但其却同多个国家保持紧密的合作关系, 如澳大利亚、新西兰、德国等。需要注意的是, 发文排在前 10 的国家均以独立提交或联合提交的方式向 CCAMLR 递交了 AMPA 建设提案, 其中法国和意大利通过欧盟提交。综合表 2、图 2 信息可知, 澳大利亚和美国不仅在文献数量上较为突出, 在以国家为单位的国际合作中也可认为是 AMPA 研究的重要国家。

2.4 文献发表作者及其合作情况

由 Web of Science 数据库引文分析报告可知, 有关 AMPA 研究的学者及其合作参与者共 514 位, 其中发文数量最多的前 10 位学者如表 3 所示。这些学者主要来自欧洲以及大洋洲, 其中法国学者的贡献度最为显著, 其次是英联邦学者。

表 2 南极海洋保护区文献发表数量居前 10 位的国家
Table 2. Countries with the top 10 published documents on Antarctic MPA

排序	国家	发文数量/篇
1	澳大利亚	44
2	美国	41
3	英国	31
4	法国	16
5	新西兰	13
6	德国	10
7	意大利	9
8	智利	8
9	南非	7
10	阿根廷	6



图 2 国家间合作科学知识图谱
Fig. 2. Scientific knowledge map of international cooperation

表 3 发文数量居前 10 的学者
Table 3. The top 10 scholars in the number of published articles

排序	作者	国家	工作单位	论文数量
1	Henri Weimerskirch	法国	国家科学研究中心	6
2	Karine Delord	法国	国家科学研究中心	5
3	Aleks Terauds	澳大利亚	塔斯马尼亚大学	5
4	Charles-André Bost	法国	国家科学研究中心	4
5	Susie M. Grant	英国	英国南极局	4
6	Sophie Mormede	新西兰	国家水与大气研究所	4
7	Adrian R. Phillips	英国	全球保护区委员会	4
8	Christophe Barbraud	法国	国家科学研究中心	3
9	Mariachiara Chiantore	意大利	热那亚大学	3
10	Steven L. Chown	澳大利亚	莫纳什大学	3

2.5 研究学科及其联系情况

基于 Web of Science 学科分类, 涉及 AMPA 的有 28 个研究领域, 并将其进行可视化处理得出各研究学科联系情况的科学知识图谱。由此可知, 最主要的研究领域为环境科学与生态学、海洋与淡水生物学等。研究统计了发文数量前 10 的学科领域(表 4), 其中以环境科学与生态学、海洋与淡水生物学、生物多样性养护、海洋学的文献数量

较多, 而且还涉及国际关系、海洋科学技术、地质学、动物学以及政府法律等学科。各节点代表研究领域, 两节点之间的连线表明相连两节点所代表的研究学科存在交互关系, 且连线粗细以及密集程度均表明研究学科间合作的紧密程度, 连线颜色则表示连线两节点代表学科进行合作研究的年份; 其中被紫色圆环圈住的大圆节点表示有关 AMPA 的重点研究领域。由此可发现, 关于

AMPA 的主要研究学科集中在环境科学、生态学与生物多样性中生态系统养护这 3 个学科领域。聚类分析中利用 Modularity Q 值作为网络模块化的评价指标, Q 的取值范围在 0~1 之间, 聚类网络的 Q 值越大, 表示网络聚类效果越好, 当 Q 值大于 0.3 时则表明着聚类效果显著; Silhouette 值用于衡量网络同质性的指标, 越接近 1, 反映网络的同质性越高, 当该值大于 0.7 时聚类结果是具有高信度, 在 0.5 以上可以认为其聚类结果是合理的^[26-27]。因此, 由图 3 可知, 基于 AMPA 研究方向的 Q 值为 0.4078, S 值为 0.7162。聚类效果显著, 具有高可信度。

表 4 关于南极海洋保护区发文数量前 10 的学科方向
Table 4. Subject of the top 10 articles published in Antarctic MPA

排序	学科	发文数量	百分比/%
1	环境科学与生态学	65	50.78
2	海洋与淡水生物学	29	22.66
3	生物多样性养护	21	16.41
4	海洋学	19	14.84
5	国际关系	11	8.59
6	科学技术及其他专题	11	8.59
7	渔业	10	7.81
8	地质学	10	7.81
9	动物学	7	5.47
10	政策法	6	4.69

注: 同一篇文章可能涵盖多个学科领域, 因此表中百分比为该领域发文篇数占纳入分析的有效篇数(128)的比例。

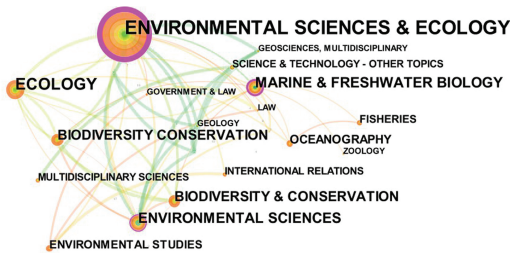


图 3 基于南极海洋保护区研究学科的科学知识图谱
Fig. 3. The scientific knowledge map based on Antarctic MPA

2.6 文献共被引聚类

文献共被引分析为基于文献的引用识别研究重点和未来方向的技术。在学术研究中, 文献引用反映了研究基础, 同一主题下的文章所引用的文献以及同一篇文献引用的不同文献之间, 必定存在共同的研究思路或相似的研究主题。因此,

在探究研究前沿之前先对该领域的研究知识基础进行分析十分必要^[28]。基于文献共被引的聚类分析结果可知, 其 Modularity Q 值为 0.7385, Mean Sihoutte 值为 0.5。由此, 可认为文献共被引的聚类效果明显, 聚类结果合理。对所有共被引文献进行基于关键词的聚类分析, 共产生了 8 个类群, 且类群间聚类效果良好, 不存在严重重叠的现象, 这表明各类群之间相似程度较低, 即各类群均有各自较为独立的研究方向。有关 AMPA 的 8 个主要方向分别为: Ecosystem management(生态系统管理)、Landscape mapping(景观制图)、Long-term management(长期管理)、Spatial distribution(空间分布)、Potential effect(潜在性影响)、Marine biodiversity conservation(海洋生物多样性养护)、Precautionary spatial protection(预防性空间保护)、Ice-free area(无冰区)。由此可知, 有关 AMPA 的研究领域相差不大, 大多为生物学、环境生态学及管理学等多个学科。

通过 CiteSpace 可得关键词时间线的科学知识图谱(图 4), 结合时间线对 8 个类群进行分析可知, 关于 AMPA 的最早研究为“预防性空间保护”类群, 主要是围绕影响南极空间保护进行分析, 该类群的核心研究对象围绕 AMPA 的空间性保护开展, 表明此时关于 AMPA 仅处于预防提案设想阶段。此后, AMPA 逐渐朝着“长期管理”和“海洋生物多样性保护”方向开展; 2012 年, 空间分布成为 AMPA 的热点, 至 2017 年, “生态系统管理”、“景观制图”成为研究热点。在此基础上, 有关学者从“预防性空间保护”着手, 研究 AMPA 的“空间分布”、“潜在性影响”、“长期管理”等。

在生物学特性方面, 主要集中在 Marine biodiversity conservation(海洋生物多样性养护)类群上^[29]。“海洋生物多样性养护”的分布范围在 2006—2013 年, 在 2008 年时为研究高峰; 此后, 相关学者继续针对“海洋生物多样性养护”研究 AMPA, 并与“景观制图”、“空间分布”等类群结合探讨 AMPA 的新方式。

关于环境生态学方面, AMPA 的研究类群主要为“生态系统管理”、“无冰区”、“海洋生物多样性养护”、“潜在性影响”等。针对 AMPA 的研究不仅限于初始阶段的“预防性空间管理”, 而且有针对性的提出相关南极生物的养护目标, 如

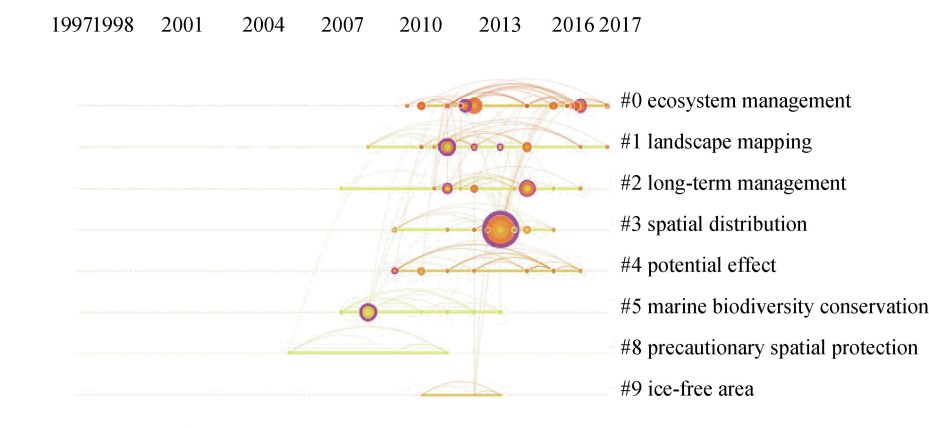


图 4 基于时间线的共被引文献科学知识图谱

Fig. 4. Scientific knowledge map of co-cited literature based on timeline

Camphuysen^[30]利用行为信息结合分布模式确定海鸟的生态重要海区。强调先进数据的收集和空间分析方法在揭示重要生态信息中发挥的作用,加强了对近海海鸟分布和活动的了解,从而指导海洋保护区的划定。

强调人类活动对于南极生态环境的影响,强调无冰区的扩张加剧了非本土物种对南极陆地生物多样性的威胁,而人类活动高度集中的南极半岛将面临特别风险。此外,强调要加强对影响南极洲的养护价值和减轻南极洲生态破坏所需管理努力的因素考虑。自 2008 年起,研究学者以海洋生物多样性养护入手,探索人类活动在 AMPA 建设中所发挥的作用,建立 AMPA 对南极生态系统的直接或间接影响。

AMPA 在空间管理层面上主要由“空间分布”、“预防性空间保护”这两个类群并结合“景观制图”类群开展。由图 3 可知,在时间轴线上,“预防性空间保护”类群是最早开展的有关 AMPA 的研究^[31],并与景观制图联系形成新的研究热点^[32],相关学者基于关键物种的区域空间利用以及空间规划、物种分布模型来确定南极海洋生态的优先保护次序^[19]。2013 年,“空间分布”^[33]结合“生态系统管理”、“长期管理”和“海洋生物多样性养护”成为 AMPA 的热点研究方向,并在此后继续发展。

综上可知,关于 AMPA 的研究在早期多集中于空间管理保护层面,自 2007 年生物多样性养护以及关键物种的潜在性^[34]影响逐渐受到研究学

者的关注。研究方式从单一探讨 AMPA 的空间分布,关键物种的空间分布转向以多年科考数据为基础建立空间种群模型^[35]。近年来的研究重点为以生态系统管理为基础的 AMPA 区域构建(即“景观制图”)。

2.7 前沿热点分析

采用文献计量方法可以有效避免文献选择时的主观性,利用文献间的内在联系客观地描述问题^[36],并在此基础上凝练研究焦点与前沿信息。整合前述相关分析,尤其是研究学科知识图谱(图 3)、发文数量前 10 的学科方向(表 4)、基于时间线的共被引文献科学知识图谱分析(图 4)可知,当前针对 AMPA 研究主要涵盖管理学、生物学和环境生态学等 3 个层面,具体聚焦在 3 个前沿领域。

2.7.1 管理学与 AMPA 研究的结合

由图 4 基于时间线的共被引文献科学知识图谱可知,生态系统管理为近年来 AMPA 的研究热点。在研究 AMPA 的过程中,空间管理对于生态系统保护发挥着重要的作用。空间规划在学科分类上属于管理学范畴。近年来,许多学者均致力于提升空间规划的合理性与科学性,进而更好地制定出更为全面、合理、科学,且能被 CCAMLR^[37-38]成员国接受的 AMPA 提案。如 Ballard 等^[39]探讨在完整的极地海洋生态系统中的关键物种的生存情况,以明确罗斯海 MPA 海洋空间规划的可行性与合理性;Southwell 等^[40]以阿德利企鹅(*Pygoscelis adeliae*)为例研究大规模种群评估为南极和南大洋海鸟的保护管理提供

科学依据,以建立一个系统的 MPA 网络; Lynch 等^[21]提出了一套南极生物数据的数据管理和使用标准,以提高环境综合评价的透明度和质量,执行南极特别保护区(ASPAs)和南极特别管理区(ASMAs)的管理计划,提高 AMPA 环境管理效力。Hughes 等^[41]讨论人类活动对于南极脆弱生态系统的影响,以期建立一个综合完善的治理框架,加强科学与管理之间的联系,以加强国际政策的制定和南极环境的保护。综上表明,AMPA 的构建需要结合空间规划、生态系统管理等管理学学科知识,正确认识海洋管理,亦或是生境管理在 AMPA 中的重要地位,以达到最优效果。

2.7.2 环境科学与生态学

由表 4 可知,在 AMPA 发文数量前 10 的学科方向环境科学与生态学发文数量 65 篇,占比 50.78%,位居第一。基于 AMPA 研究学科科学知识图谱(图 3)可知,环境科学与生态学同其他学科均有紧密联系,节点连线颜色由深到浅表示时间由远及近,这表明环境科学与生态学是研究 AMPA 的重要因素。南极脆弱的生态系统、独特的气候条件以及近年来多个海洋保护区草案的提交,吸引了很多学者的关注,如 Thaxter 等^[19]以海鸟索饵范围可作为确认拟定 MPA 的初步工具,强调对于南极生物多样性有关的知识缺乏仍然存在^[42-43],迫切需要对南极的生物价值进行大规模评估,以在当前和预测的未来环境变化面前保护这一全球自然遗产^[22]。生物多样性包含生态系统养护,关注无冰区的扩张加剧了本土物种对南极陆地生物多样性的威胁^[44]。探讨南极关键物种生境分布^[45]与其时间、环境变量之间的关系^[46-47],更多地关注具有重要生态意义的物种^[48],以便重点管理和选择支持生态系统养护计划的 MPA。综上,近年来对于环境科学与生态学的研究,可以更加科学、合理、有针对性地根据南极各海域不同环境、生态情况制定 MPA,以实现科学建设 AMPA 的目的。

2.7.3 计算机信息技术与多年科考数据结合

在图 3 中,科学技术节点同其他节点连线相对较粗,颜色较浅,这表示科学技术近年来已逐渐成为 AMPA 的研究热点。由图 4 可知,“景观制图”、“空间分布”、“预防性空间保护”这 3 个类群均为 AMPA 的研究重点。而景观制图的发展

与科学技术有着密不可分的关系。信息技术的发展极大地便利了科学研究工作。计算机信息技术在 AMPA 相关研究中发挥了巨大的作用。以多年记录所得的南极关键物种数据库为基础,评估区域内代表性海洋生物多样性的潜在价值,以此确定保护区域的优先次序^[15];动态监测海鸟觅食生境,将物种在繁殖季节觅食信息数据与其他数据库联合使用,以建立候选海区的生境关联模型,促进关键物种保护^[19];利用先进数据收集和空间分析方法将揭示重要的生态信息,加强对海鸟^[30]、企鹅^[49]分布和主要活动的了解指导 MPA 的划定;数学模型结合卫星遥测数据^[47],并利用地理信息技术处理手段收集建立有效 MPA 的生境信息,以增强对 MPA 生物密集度的理解^[37];研究景观制图的生物相关性在 MPA 空间规划中的应用^[50-51]以及基于数据建模(空间种群模型^[35]、动态营养模型^[45]、海洋模型^[52]、环境模型^[53-54])设计规划潜在 MPA。例如, Bassoi 等^[55]以德雷克海峡与南极半岛北部环境参数关系分析鲸类分布; Mormede 等^[56]以罗斯海鳞头犬牙南极鱼(*Dissostichus mawsoni*)为例证,以渔业数据建立的空间分布模型与综合种群模型进行比较; Drouin 和 Lozier^[53]及 Frey 等^[57]根据大西洋洋底具有显著速度的测量数据结合三维数值模型模拟洋底环流,并对洋流模型进行调整。将该模型与关键物种结合能否确定 AMPA 中关键物种保护区域内的重点保护要素?利用大气环流模型模拟特定区域海表条件对于今后南极气候的影响^[58],是否可以预测在 AMPA 构建过程中气候因素所起的重要作用?综上,计算机信息技术、数字建模结合南极地区关键物种及其生境信息数据可以作为规划设计 AMPA 的重要工具,以便精确、科学、理性地开展 AMPA 的建设工作。

2.8 中国研究现状

自中国于 2007 年加入 CCAMLR 后,我国学者逐渐认识到 AMPA 研究的重要性,也从不同角度分析了 AMPA 的相关进展,但首篇专注 AMPA 事宜的文献发表于 2014 年^[6]。相关研究中,桂静^[5]以 AMPA 为视角多维度论证了公海保护区现状及其趋势;郑雷和郑苗壮^[6]围绕罗斯海 MPA 提案,阐述了罗斯海 MPA 提案的设立背景,以及罗斯海 MPA 提案中对区域内不同海域的不同保护要求的划分,建议从国家利益出发维护我国的南极合

法权益; 其他学者^[9-14]则更多地基于法律角度论证了构建 AMPA 应遵循的国际法基础。

目前, 仅在 Web of Science 核心库中检索到 1 篇我国学者发表的 AMPA 相关论文^[59]。进一步分析中国知网的 17 篇文献可知, 我国对于 AMPA 的研究主要局限于国际法、国家权益等法律层面。仅有庞小平等^[7]运用层次分析法和加权叠加分析, 对 AMPA 设立的适宜性进行案例研究。鉴于此, 我国急需扩大研究的学科范围, 加强以科学数据为基础并融合多学科手段开展 AMPA 建设合理性的研究。Web of Science 核心库有限的发文量也体现出我国 AMPA 研究的国际影响力明显不足。

3 结语

为了清晰地认识 AMPA 的发展历程, 本研究借用文献计量分析方法对目前涉及 AMPA 的文献进行了概括。近 5 年, 国际上对 AMPA 的关注度明显增加, 主要研究国家多集中在欧、美国家以及在地缘上比较便利的南半球国家, 国家间合作较为紧密的为澳大利亚、法国、新西兰以及英国。由基于 AMPA 研究学科及基于时间线的共被引文献科学知识图谱可知, AMPA 研究涉及多个学科方向, 研究学科交叉明显, 不仅限于现今已知的生态学、生物学内容, 在景观制图、空间分布等

空间管理层面更需要结合现代信息技术。灵活运用计算机信息技术和分析手段, 如 MATLAB、R 语言、ArcGIS 等数据信息处理工具, 使研究可视化、合理化、透明化、可重复化。基于此, 建议今后 AMPA 的研究应加强对南极生物、生境信息以及环境科学数据的收集整理, 加强国际交流与合作, 促进国家间南极科考数据的互联互通, 以期在世界范围内探求 AMPA 规划、管理与建设的最佳有效途径, 在科学框架内促进南极海洋生物多样性养护, 保障南极海洋生物资源的养护与可持续利用。

中国在 AMPA 研究上起步稍晚, 在法理层面有一定进展。但在国际前沿研究方面, 我国仍处于较为滞后的状况, 大多数领域仍为空白。考虑到当前研究 AMPA 的热点学科为法学、政治学、管理学、环境生态学、生物学以及计算机信息技术等, 以科学数据为基础, 并融合多学科知识和技术手段论证 AMPA 建设的合理性将更具说服力, 相关工作也将极大助力 AMPA 的研究进程推进。此外, 当前 AMPA 前沿研究热点为: 管理学与 AMPA 研究相结合、环境科学与生态学以及计算机信息技术在 AMPA 中的应用。所以, 以热点学科为着眼点, 加强学科间交叉融合, 增强我国关于 AMPA 的研究能力, 将是我国今后一段时间内亟待开展的工作。

参考文献

- 1 张弛. 南极海洋保护区的建立——国际海洋法律实践的新前沿[D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
- 2 胡德坤, 唐静瑶. 南极领土争端与《南极条约》的缔结[J]. 武汉大学学报(人文科学版), 2010, 63(1): 64-69.
- 3 刘洪滨, 刘康. 海洋保护区: 概念与应用 [M]. 北京: 海洋出版社, 2007.
- 4 CCAMLR. Marine Protected Areas: overview[EB/OL]. [2019-08-15]. <https://www.ccamlr.org/en/science/marine-protected-areas-mpas>.
- 5 桂静. 不同维度下公海保护区现状及其趋势研究——以南极海洋保护区为视角[J]. 太平洋学报, 2015, 23(5): 1-8.
- 6 郑雷, 郑苗壮. 南极罗斯海海洋保护区的发展趋势研究[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2014(6): 20-24.
- 7 庞小平, 季青, 李沁戡, 等. 南极海洋保护区设立的适宜性评价研究[J]. 极地研究, 2018, 30(3): 338-348.
- 8 李洁. 南大洋海洋保护区建设的最新发展与思考[J]. 中国海商法研究, 2016, 27(4): 92-97.
- 9 段文. 国家管辖范围外海洋保护区的第三方效力——以南极海洋生物资源养护委员会建立的海洋保护区为例[C]. 中国海洋法学评论, 2018, 1: 75-104.
- 10 袁华帅. 国家管辖范围以外海洋保护区国际法律制度研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2017.
- 11 王威. 南极海洋保护区法律问题研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2018.
- 12 闫朱伟, 朱建庚. 南极海洋保护区建立的法律问题分析[J]. 浙江海洋学院学报(人文科学版), 2016, 33(4): 8-13, 23.
- 13 唐建业. 南极海洋保护区建设及法律政治争论[J]. 极地研究, 2016, 28(3): 370-380.
- 14 陈力. 南极海洋保护区的国际法依据辨析[J]. 复旦学报(社会科学版), 2016, 2(2): 152-164.

- 15 HARRIS J, HAWARD M, JABOUR J, et al. A new approach to selecting Marine Protected Areas (MPAs) in the Southern Ocean[J]. *Antarctic Science*, 2007, 19(2): 189-194.
- 16 LIGGETT D, FRAME B, GILBERT N, et al. Is it all going south? Four future scenarios for Antarctica[J]. *Polar Record*, 2017, 53(5): 459-478.
- 17 LOMBARD A T, REYERS B, SCHONEGEVEL L Y, et al. Conserving pattern and process in the southern ocean: Designing a marine protected area for the Prince Edward Islands[J]. *Antarctic Science*, 2007, 19(1): 39-54.
- 18 PINKERTON M H, LYVER P O, STEVENS D W, et al. Increases in Adélie penguins in the Ross Sea: Could the fishery for Antarctic toothfish be responsible?[J]. *Ecological Modelling*, 2016(337): 262-271.
- 19 THAXTER C B, LASCELLES B, SUGAR K, et al. Seabird foraging ranges as a preliminary tool for identifying candidate Marine Protected Areas[J]. *Biological Conservation*, 2012(156): 53-61.
- 20 JACQUET J, BLOOD-PATTERSON E, BROOKS C, et al. 'Rational use' in Antarctic waters[J]. *Marine Policy*, 2016(63): 28-34.
- 21 LYNCH M A, FOLEY C M, THORNE L H, et al. Improving the use of biological data in Antarctic management[J]. *Antarctic Science*, 2016, 28(6): 425-431.
- 22 CANNONE N, CONVEY P, MALFASI F. Antarctic Specially Protected Areas (ASPAs): A case study at Rothera Point providing tools and perspectives for the implementation of the ASPA network[J]. *Biodiversity and Conservation*, 2018, 27(10): 2641-2660.
- 23 丁洁兰, 杨立英, 孙海荣, 等. 基于文献计量的“一带一路”区域及沿线国家科研合作态势研究[J]. *中国科学院院刊*, 2017, 32(6): 626-636.
- 24 CHEN C M, CHEN Y, HOROWITZ M, et al. Towards an explanatory and computational theory of scientific discovery[J]. *Journal of Informetrics*, 2009, 3(3): 191-209.
- 25 刘峤, 李杨, 段宏, 等. 知识图谱构建技术综述[J]. *计算机研究与发展*, 2016, 53(3): 582-600.
- 26 CHEN C M. Science mapping: A systematic review of the literature[J]. *Journal of Data and Information Science*, 2017, 2(2): 1-40.
- 27 CHEN C, HU Z, LIU S, et al. Emerging trends in regenerative medicine: A scientometric analysis in CiteSpace[J]. *Expert Opinion on Biological Therapy*, 2012, 12(5): 593-608.
- 28 李惠玲, 李军. 绿色施工评标体系研究——基于多层次灰色评价法[J]. *技术经济与管理研究*, 2013(1): 20-23.
- 29 HALPERN B S, WALBRIDGE S, SELKOE K A, et al. A global map of human impact on marine ecosystems[J]. *Science*, 2008, 319(5865): 948-952.
- 30 CAMPHUYSEN K C J, SHAMOUN-BARANES J, BOUTEN W, et al. Identifying ecologically important marine areas for seabirds using behavioural information in combination with distribution patterns[J]. *Biological Conservation*, 2012(156): 22-29.
- 31 ORR J C, FABRY V J, AUMONT O, et al. Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms[J]. *Nature*, 2005, 437(7059): 681-686.
- 32 HOGG O T, BARNES D K A, GRIFFITHS H J. Highly diverse, poorly studied and uniquely threatened by climate change: An assessment of marine biodiversity on South Georgia's continental shelf[J]. *PLoS One*, 2011, 6(5): e19795. doi:10.1371/journal.pone.0019795.
- 33 BROOKS C M. Competing values on the Antarctic high seas: CCAMLR and the challenge of marine-protected areas[J]. *The Polar Journal*, 2013, 3(2): 277-300.
- 34 SPALDING M D, FOX H E, ALLEN G R, et al. Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas[J]. *BioScience*, 2007, 57(7): 573-583.
- 35 MORMEDE S, DUNN A, PARKER S, et al. Using spatial population models to investigate the potential effects of the Ross Sea region Marine Protected Area on the Antarctic toothfish population[J]. *Fisheries Research*, 2017(190): 164-174.
- 36 邱均平, 王曰芬. 文献计量内容分析法[M]. 北京: 国家图书馆出版社, 2008.
- 37 NILSSON J A, FULTON E A, HAWARD M, et al. Consensus management in Antarctica's high seas – Past success and current challenges[J]. *Marine Policy*, 2016(73): 172-180.
- 38 EVERSON I. Designation and management of large-scale MPAs drawing on the experiences of CCAMLR[J]. *Fish and Fisheries*, 2017, 18(1): 145-159.
- 39 BALLARD G, JONGSOMJIT D, VELOZ S D, et al. Coexistence of mesopredators in an intact polar ocean ecosystem: The basis for defining a Ross Sea marine protected area[J]. *Biological Conservation*, 2012(156): 72-82.
- 40 SOUTHWELL C, EMMERSON L, TAKAHASHI A, et al. Large-scale population assessment informs conservation management for seabirds in Antarctica and the Southern Ocean: A case study of Adélie penguins[J]. *Global Ecology and Conservation*, 2017(9):

- 104-115.
- 41 HUGHES K A, CONSTABLE A, FRENOT Y, et al. Antarctic environmental protection: Strengthening the links between science and governance[J]. *Environmental Science & Policy*, 2018(83): 86-95.
- 42 GRIFFITHS H J. Antarctic marine biodiversity—what do we know about the distribution of life in the Southern Ocean?[J]. *PLoS One*, 2010, 5(8): e11683.
- 43 NEAL L, LINSE K, BRASIER M J, et al. Comparative marine biodiversity and depth zonation in the Southern Ocean: Evidence from a new large polychaete dataset from Scotia and Amundsen seas[J]. *Marine Biodiversity*, 2018, 48(1): 581-601.
- 44 DUFFY G A, LEE J R. Ice-free area expansion compounds the non-native species threat to Antarctic terrestrial biodiversity[J]. *Biological Conservation*, 2019(232): 253-257.
- 45 DI SCIARA G N, HOYT E, REEVES R, et al. Place-based approaches to marine mammal conservation[J]. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2016, 26(2): 85-100.
- 46 DAHOOD A, WATTERS G M, DE MUTSERT K. Using sea-ice to calibrate a dynamic trophic model for the Western Antarctic Peninsula[J]. *PLoS One*, 2019, 14(4): e0214814.
- 47 DAVIS L B, HOFMANN E E, KLINCK J M, et al. Distributions of krill and Antarctic silverfish and correlations with environmental variables in the western Ross Sea, Antarctica[J]. *Marine Ecology Progress Series*, 2017(584): 45-65.
- 48 GARCÍA ALONSO V A, BROWN D, MARTÍN J, et al. Seasonal patterns of Patagonian sprat *Sprattus fuegensis* early life stages in an open sea Sub-Antarctic Marine Protected Area[J]. *Polar Biology*, 2018, 41(11): 2167-2179.
- 49 ORGERET F, PÉRON C, ENSTIPP M R, et al. Exploration during early life: Distribution, habitat and orientation preferences in juvenile king penguins[J]. *Movement Ecology*, 2019, 7(1): 1-17.
- 50 HOGG O T, HUVENNE V A I, GRIFFITHS H J, et al. On the ecological relevance of landscape mapping and its application in the spatial planning of very large marine protected areas[J]. *The Science of the Total Environment*, 2018(626): 384-398.
- 51 HOGG O T, HUVENNE V A, GRIFFITHS H J, et al. Landscape mapping at sub-Antarctic South Georgia provides a protocol for underpinning large-scale marine protected areas[J]. *Scientific Reports*, 2016(6): 33163.
- 52 JANSEN J, HILL N A, DUNSTAN P K, et al. Mapping Antarctic suspension feeder abundances and seafloor food-availability, and modeling their change after a major glacier calving[J]. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2018(6): 94.
- 53 DROUIN K L, LOZIER M S. The surface pathways of the South Atlantic: Revisiting the cold and warm water routes using observational data[J]. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 2019, 124(10): 7082-7103.
- 54 NEUMANN B, MIKOLEIT A, BOWMAN J S, et al. Ecosystem service supply in the Antarctic peninsula region: Evaluating an expert-based assessment approach and a novel seascape data model[J]. *Frontiers in Environmental Science*, 2019, 7: 157. doi:10.3389/fenvs.2019.00157.
- 55 BASSOI M, ACEVEDO J, SECCHI E R, et al. Cetacean distribution in relation to environmental parameters between Drake Passage and northern Antarctic Peninsula[J]. *Polar Biology*, 2020, 43(1): 1-15.
- 56 MORMEDE S, PARKER S J, PINKERTON M H. Comparing spatial distribution modelling of fisheries data with single-area or spatially-explicit integrated population models, a case study of toothfish in the Ross Sea region[J]. *Fisheries Research*, 2020, 221: 105381.
- 57 FREY D I, MOROZOV E G, FOMIN V V, et al. Regional modeling of Antarctic bottom water flows in the key passages of the Atlantic[J]. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 2019, 124(11): 8414-8428.
- 58 BEAUMET J, DÉQUÉ M, KRINNER G, et al. Effect of prescribed sea surface conditions on the modern and future Antarctic surface climate simulated by the ARPEGE atmosphere general circulation model[J]. *The Cryosphere*, 2019, 13(11): 3023-3043.
- 59 TANG J Y. China's engagement in the establishment of marine protected areas in the Southern Ocean: From reactive to active[J]. *Marine Policy*, 2017(75): 68-74.

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF ANTARCTIC MARINE PROTECTED AREA RESEARCH

Wei Xiangyun^{1, 2}, Zhu Guoping^{1, 2, 3, 4}

¹ College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

² Center for Polar Research, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

³ Polar Marine Ecosystem Lab, The Key Laboratory of Sustainable Exploitation of Oceanic Fisheries
Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

⁴ National Engineering Research Center for Oceanic Fisheries, Shanghai 201306, China)

Abstract

Regional organizations around the world always cite regional governance and living resources conservation in the Southern Ocean as exemplars. Therefore, researchers worldwide have been interested in Antarctic Marine Protected Areas (AMPAs) since AMPAs were first proposed. Using the Web of Science Core Collection, and combining the relevant data from the China National Knowledge Infrastructure (CNKI), this study identified publications related to AMPAs to gain a comprehensive understanding of the status and priorities of AMPA research. We conducted bibliometric analysis of research published after 1995. Our results show rapid increase in number of publications related to AMPAs and dominance of interdisciplinary studies since 2015. Antarctic Marine Protected Area research has been mainly published in marine or biological journals. Countries active in AMPA research include Australia, the United States and others. Cluster analysis indicates eight main research topics: ecosystem management, landscape mapping, long-term management, spatial distribution, potential effects, marine biodiversity conservation, precautionary spatial protection, and ice-free area. The main research themes are management, environmental science and ecology, and computer information technology. Mutation analysis shows that the frontiers of AMPA research lie in the integration of management and AMPA issues, environmental science and ecology research, and computer information technology and multi-year scientific research data. China's AMPA research has been mainly focused on legal aspects. To contribute Chinese wisdom and support to the promotion of AMPAs, China's future research needs to further align with international research priorities.

Keywords Antarctic, Marine Protected Area, scientific knowledge, CiteSpace, Web of Science