

基于文献计量学的国际海沟研究 发展态势分析*

张灿影 於维樱 王 琳 冯志纲^①

(中国科学院海洋研究所 文献信息中心, 青岛 266071)

摘要 本文以科学引文索引扩展版(science citation index expanded, SCIE)数据库和社会科学引文索引(social sciences citation index, SSCI)数据库中有关海沟研究的文献为数据源, 利用 Thomson Data Analyzer、Ucinet、VOSviewer 和 Excel 分析软件, 结合 PathFinder 算法, 对检索到的数据进行数据挖掘和定量分析, 通过揭示国际上关于海沟研究的主要国家或地区机构之间的合作及其发文情况, 总结国际上有关海沟研究领域的发展态势, 以期把握海沟研究的整体发展状况, 为科研人员进一步研究提供较详尽的参考资料。

关键词 海沟; 发展态势; 文献计量; SCIE

中图分类号 N99 **doi:** 10.12036/hyxxjk20160711001

海沟是海底最深的地方, 目前所知地球上最深的海沟为马里亚纳海沟(深度为 11034m), 世界大洋约有 30 条海沟(图 1) (Kearey et al., 2009)。从地貌特征来看, 海沟是海底中两壁较陡、狭长的深洼地, 具有壮观、独特的地貌特征, 分布在活动大陆边缘, 主要在环太平洋地区。在太平洋西部, 海沟与岛弧平行排列; 在太平洋东缘, 海沟与陆缘火山弧相伴随。海沟一般与聚合板块边界的俯冲带、火山弧、弧后盆地相伴而生, 共同构成统一的沟弧盆体系(赵明辉等, 2016)。许多大型研究计划, 如国际大陆边缘科学组织(InterMAGINS)、俯冲带

构造细节计划, 以及大洋钻探计划(ocean drilling program, ODP)等都将俯冲带、板块聚合边界、边缘海等方面的研究作为主要内容, 投入了大量的资金与人力、物力资源, 多国联合加大力度进行深入调查与研究(吴时国和刘文灿, 2004)。

地球上主要的海沟都分布在太平洋周围地区, 环太平洋的地震带也都位于海沟附近。在地质学上, 海沟被认为是海洋板块和大陆板块相互作用的结果, 与地震有关。地震和火山活动是地球物质能量循环的重要环节, 也是人类所需面对的主要自然灾害, 俯冲带是

* 资助项目: 中国科学院战略性先导科技专项(WPOS)子项目(XDA11020306)。张灿影, 女, 助理馆员, E-mail: zhangcanying@qdio.ac.cn

① 通讯作者: 冯志纲, 男, 研究馆员, 主要从事情报服务与信息检索。E-mail: zgfgeng@qdio.ac.cn

收稿日期: 2016-07-11, 收修改稿日期: 2016-07-29

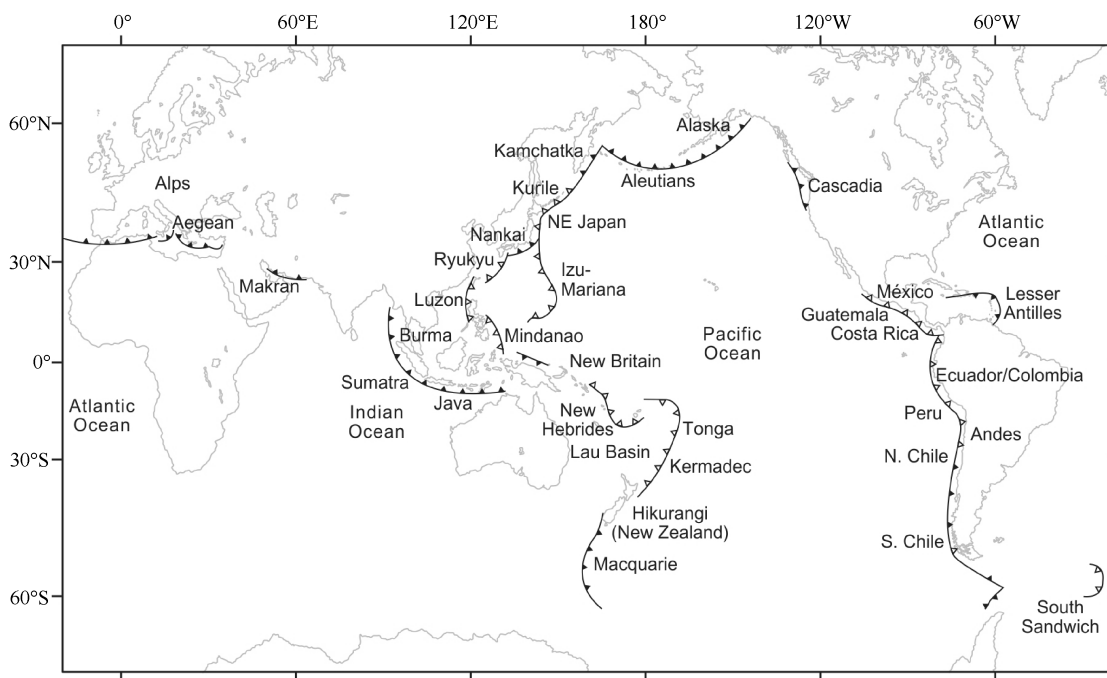


图1 全球海沟分布图(引自 Kearey et al., 2009, 略有修改)

Fig.1 Global distribution of trenches

注：锯齿状曲线代表海沟位置

地球表面物质与地幔物质进行交换的主要地点，是地震、火山常发地区，俯冲带产生的地震能释放出全球地震能量的 90%以上(陈传绪, 2015)。这些都促进了国内外科研人员对海沟研究热情的高涨，而国际海沟相关研究发展现状如何？国际海沟研究界的科研主体有哪些？目前全球海沟研究成果主要发表在哪些刊物上？等等，也成为学者们日益关注的问题。

从文献产出的角度分析海沟研究状况，可以作为一种客观的指标，用来揭示并衡量海沟研究领域整体发展情况。许多学者都曾尝试从文献计量学角度分析某个研究领域的进展情况，如早期阶段韩文雄(2002)根据对美国《生物学文摘》数据库(BIOSIS Previews)的检索结果，分析了生物学研究中的热点和冷点、部分热点文献的年度变化，以及文献的国家分布及作者人数情况。彭海青和刘秀娟(2011)利用文献计量法，通过分析水母研究领域的

进展情况，探讨了水母研究的年代分布、学科分布及排名前 10 位的国家和机构。

本文从文献计量学角度对海沟领域进行分析，利用社会网络分析常用工具，从定性和可视化方面对定量分析进行补充(Kilduff 和蔡文彬, 2005)，对国内外海沟研究的主要国家和机构分布、研究水平，涉及的重点学科领域、合作情况及热点研究方向等进行了简要分析，以期帮助科研人员了解国内外海沟研究领域的发展态势，把握海沟研究的整体发展状况，为该领域的相关研究和决策提供参考。

1 数据来源和研究方法

1.1 数据来源

本文文献信息来自于美国信息科学研究所(Institute for Scientific Information, ISI)的科学引文索引扩展版(science citation index expanded, SCIE)数据库和社会科学引文索引(social

sciences citation index, SSCI)数据库。SCIE 数据库和 SSCI 数据库收录了世界各学科领域最优秀的学术期刊,其收录的文献能够反映科学前沿的发展动态。其主要主题词设置为[(sea* or marine* or ocean*) and trench*],文献类型选“ARTICLE” “PROCEEDINGS PAPER” 和“REVIEW”,数据库更新时间为2016年6月10日,共检索到1953~2015年4862篇文献。其他没有被收录数据库的文献不作为数据来源分析。

1.2 主要研究方法和工具

本文所采用的分析工具包括 TDA(Thomson Data Analyzer)、Ucinet(University of California at Irvine Network)、NetDraw、VOSviewer 和 Excel。TDA 是美国汤森路透公司开发的一款文献计量分析软件,它具有强大的数据挖掘功能,能够对数据进行可视化操作,包含了从数据清洗、比较矩阵、数据图谱到自动报告生成等一系列功能(冯浩然和方曙,2008)。由加州大学欧文分校(University of California, Irvine, UCI)编写的 Ucinet 是一款功能强大的社会网络分析软件(刘军,2009),集成了一维与二维数据分析的 NetDraw 软件,可以直观地将分析数据图形化显示(薛娟,2011),目前已被广泛应用于社会网络分析研究。在利用 NetDraw 软件处理数据的过程中,采用 PathFinder 算法对中间数据进行优化,消除了各国家(或地区)及机构之间的自引等相对次要的关系,从而使合作关系网络更加清楚明显。参考王金平等(2011)所用的方法,利用 TDA 导出主要国家(或地区)及机构之间的合作矩阵,并将该矩阵导入 Ucinet,利用 NetDraw 软件,同时通过 PathFinder 算法对矩阵进行优化处理,得到一个网络合作图,即海沟研究的主要国家(或地区)及机构间合作网络。其中,节点是发文量排名前 50 位的国家(或地区)及研究机构,连线是国家(或地区)及机构之间的合作行为,连线的粗细代表相关度的大小。VOSviewer 是一款用来构建和查看

文献计量图谱的免费文献计量分析软件,是基于文献的共引和共被引原理,可用于绘制各个知识领域的科学图谱,使用一个圆圈和标签来代表一个元素,圆圈大小代表重要性的高低,拥有相同颜色的圆圈属于同一个聚类(高凯,2015)。

2 结果

2.1 年度分析

在对近 20 年来海沟研究相关文献进行统计后发现,1996~2015 年期间,SCIE 和 SSCI 中发表的海沟研究文献数量除个别年份略有波动之外,整体呈稳步增长趋势。2000 年以来,总发文量以平均每年 6.49% 的速度增长(图 2)。

在 SCIE 数据库和 SSCI 数据库中收录海沟相关研究论文较多的期刊如下:《地球物理研究学报:固体地球》(*Journal of Geophysical Research: Solid Earth*)、《大地构造物理学》(*Tectonophysics*)、《地球与行星科学快报》(*Earth and Planetary Science Letters*)、《地球物理学报》(*Geophysical Journal International*)、《地球物理研究通讯》(*Geophysical Research Letters*)、《地球化学、地球物理与大地测量》(*Geochemistry, Geophysics, Geosystems*)、《地质学》(*Geology*)、《海洋地质》(*Marine Geology*)、《大地构造》(*Tectonics*)、《美国地质学会会刊》(*Geological Society of America Bulletin*)、《亚洲地球科学学报》(*Journal of Asian Earth Sciences*)、《地球、行星与空间》(*Earth, Planets and Space*)、《岛弧》(*Island Arc*)、《地球与行星内部物理学》(*Physics of the Earth and Planetary Interiors*)和《深海研究 II》(*Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*)(图 3)。

2.2 国家或地区发文和合作情况

1953~2015 年,海沟研究相关论文数量排在前 15 位的国家(或地区)是美国、日本、德国、英国、法国、中国、意大利、澳大利亚、加拿大、俄罗斯、中国台湾、新西兰、瑞士、

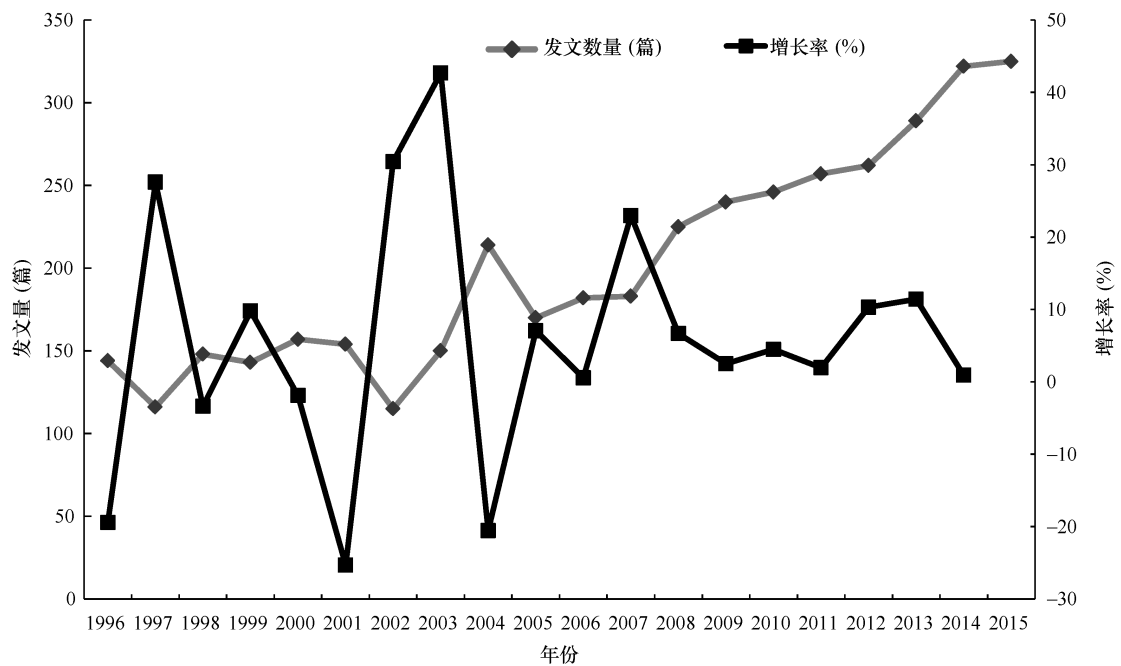


图 2 国际海沟研究论文数量年际变化

Fig.2 Interannual variation in annual trench publication output

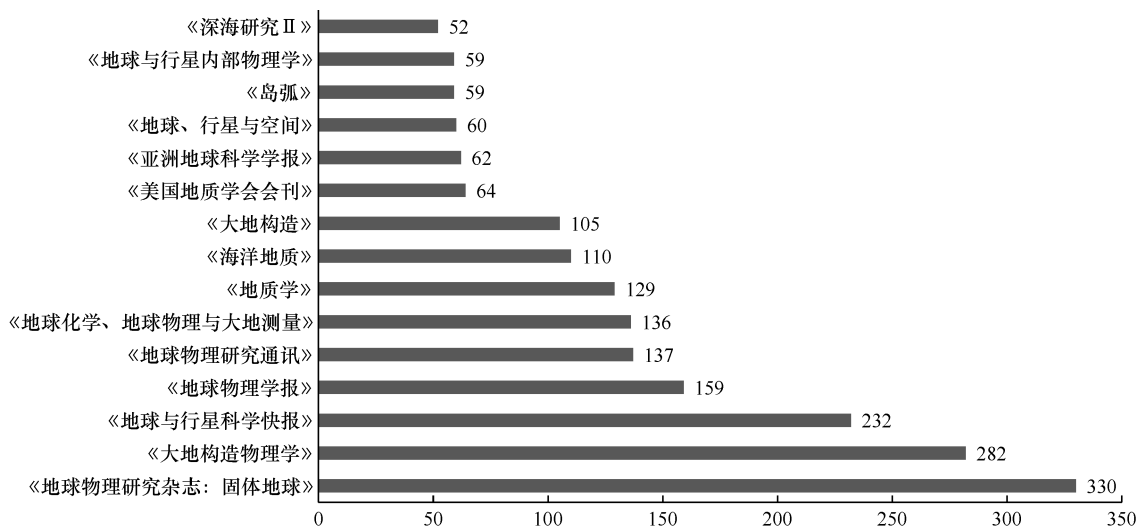


图 3 海沟研究相关论文数量前 15 位的期刊

Fig.3 Top 15 journals publishing research papers on trench

印度和西班牙, 其中美国以绝对优势居全球之首。美国作者参与的论文共有 1415 篇, 约占总发文量(4862 篇)的 29.1%, 在该研究领域占据主导地位。2011~2015 年的海沟研究相关

论文发文情况如图 4 所示。

为了深入了解各国在海沟研究方面的影响力, 对主要国家(或地区)所发表的海沟研究论文的总被引频次、篇均被引频次、高被

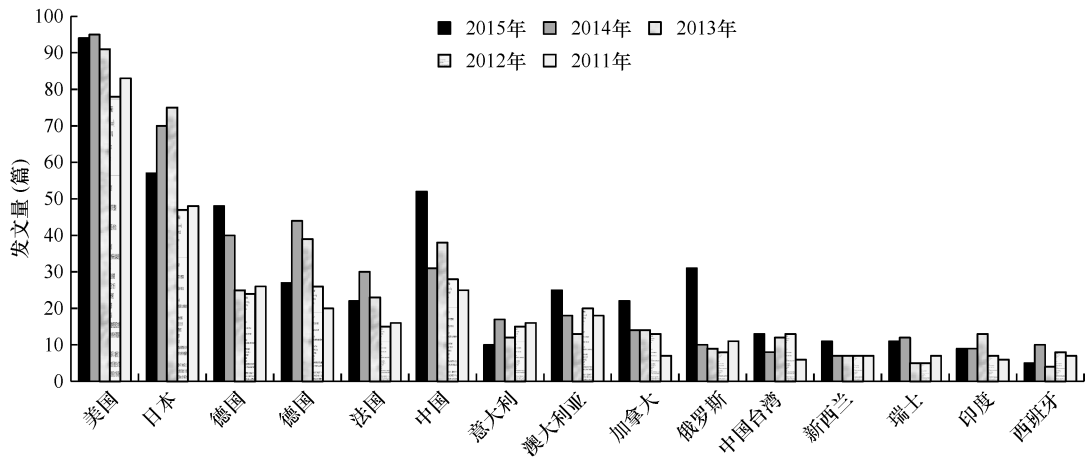


图4 近5年海沟研究发文章量前15位的国家(或地区)发文章量年际变化

Fig.4 Top 15 countries or regions in the number of publication output from trench research in 2011~2015

引论文比例(被引频次 ≥ 50 次)等进行了分析。分析发现,在总发文章量排名前15的国家(或地区)中,美国、日本、德国、英国和法国论文总被引频次较高,均超过1万次,其中美国的论文被引频次超过了5万次。虽然瑞士发文章量为111篇,排名第13位,但是篇均被引频次为44.28次/篇(排名第1位),高被引论文比例为

21.62%(排名第2位),被引论文所占比例为97.3%(排名第1位),可见其论文影响力非常高;此外,英国、意大利和法国的篇均被引频次和被引论文所占比例也相对较高。除中国、俄罗斯和印度外,其余国家(或地区)高被引论文占其发文章总量的比例都超过了10%(表1)。美国、德国、英国、法国、意大利、新西

表1 海沟研究前15位的国家(或地区)发文章量及影响力统计

Tab.1 Top15 countries or regions in the number of research paper published on trench

序号	国家 (或地区)	发文章量 (篇)	总被引 频次 (次)	篇均被引 频次 (次/篇)	近3年 发文章 占比(%)	被引频次 $\geq$ 50次的论文 (篇)	被引频次 $\geq$ 50次的论文 所占比例(%)	被引论文 所占比例 (%)
1	美国	1 415	53 837	38.05	19.79	294	20.78	94.70
2	日本	885	19 306	21.81	22.82	92	10.40	92.32
3	德国	459	15 059	32.81	24.62	85	18.52	93.25
4	英国	445	14 884	33.45	24.72	80	17.98	94.83
5	法国	430	15 230	35.42	17.44	103	23.95	95.12
6	中国	296	5 508	18.61	40.88	24	8.11	79.39
7	意大利	254	7 829	30.82	15.35	49	19.29	96.06
8	澳大利亚	232	6 170	26.59	24.14	37	15.95	90.95
9	加拿大	219	5 296	24.18	22.83	29	13.24	92.69
10	俄罗斯	203	4 543	22.38	24.63	17	8.37	78.33
11	中国台湾	128	2 952	23.06	25.78	19	14.84	89.06
12	新西兰	126	3 772	29.94	19.84	24	19.05	92.86
13	瑞士	111	4 915	44.28	25.23	24	21.62	97.30
14	印度	109	1 406	12.90	28.44	5	4.59	80.73
15	西班牙	104	2 874	27.63	18.27	20	19.23	94.23

兰和瑞士的篇均被引频次和高被引论文比例均高于总发文量排名前 15 位国家(或地区)的平均值; 而日本、中国、加拿大、中国台湾和印度均低于平均值(图 5)。近 3 年的发文量可以从一定程度上反映出海沟研究在各国(或地区)的相对优先程度。统计发现, 中国、印度、中国台湾和瑞士近 3 年的发文量占其总发文量的比例均超过 25%。从发文数量、总被引频次、篇均被引频次和高被引论文比例等指标综合来看, 美国、法国和德国的海沟研究论文

的综合影响力较高; 瑞士和意大利的海沟研究论文数量较少, 但影响力很高。

近 3 年, 中国在海沟研究方面的发文量占比排在第 1 位(40.88%), 发文量排第 6 位, 总被引频次处于第 8 位, 被引论文比例和高被引论文比例指标均排在第 14 位。综合看来, 我国海沟研究论文产出受到的关注度相比于其他国家(或地区)还不太高, 但考虑到中国近三年的发文比例排第 1 位, 可以预见海沟研究在未来会有良好的增长势头。

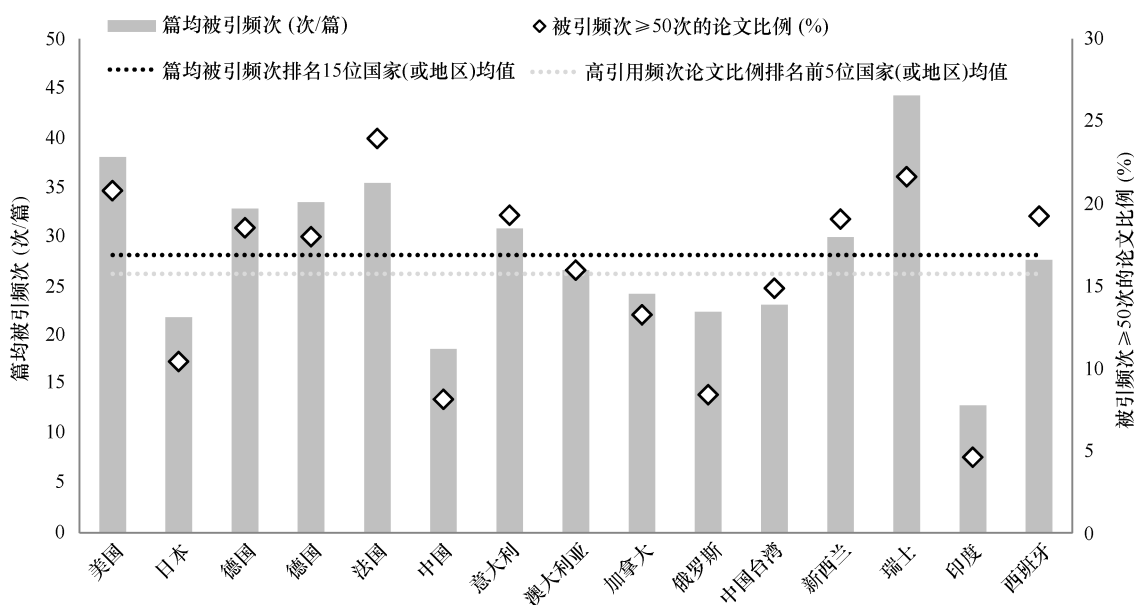


图 5 发文量前 15 位的海沟研究国家(或地区)相对影响力对比

Fig.5 Top 15 countries or regions in publication output on trench and the relative influence

随着大科学时代的到来, 各学科研究领域的国际间合作成为大势所趋, 海沟研究也不例外, 呈现出较强的国际合作态势。图 6 反映的是发表海沟研究相关论文数量排名前 50 位的国家(或地区)之间的合作情况。从图 6 可以看出, 美国在国际间合作中表现尤为突出, 是全球海沟研究合作网的中心, 也是国际海沟研究的首选合作国家; 美国所拥有的庞大船舶基础设施、深海探测技术优势、研究实力和经费支持是其成为全球合作中心的因素之

一。美国的主要合作对象是日本、法国、德国、英国和中国。为了更深入地了解国际间合作状况, 在原始数据中屏蔽美国文献数据后重新聚类可以发现, 德国、法国和英国在海沟研究国际间合作中处于次级中心和第二梯队的位置, 也具有较明显的国际合作中心性, 在国际海沟研究中具有重要地位(图 7)。

2.3 研究机构发文和合作情况

按照全部作者统计, 在 SCIE 数据库和 SSCI 数据库中, 发表海沟研究相关论文数量

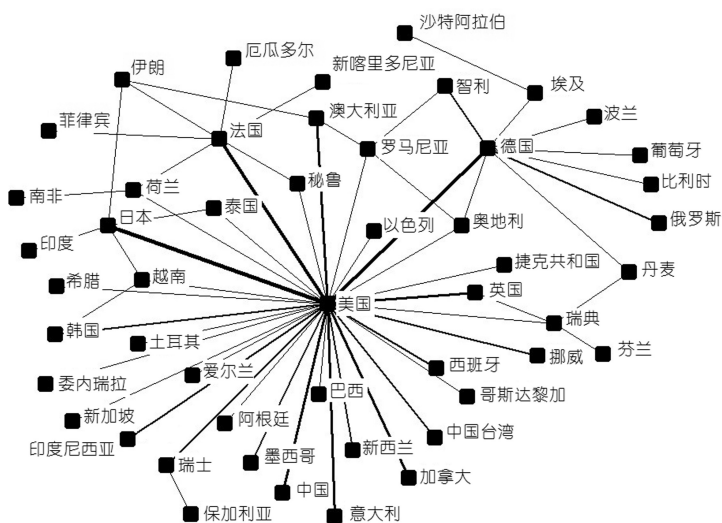


图 6 海沟研究发文章前 50 位的国家(或地区)之间的合作情况

Fig.6 International collaboration among Top 50 countries or regions in research output on trench

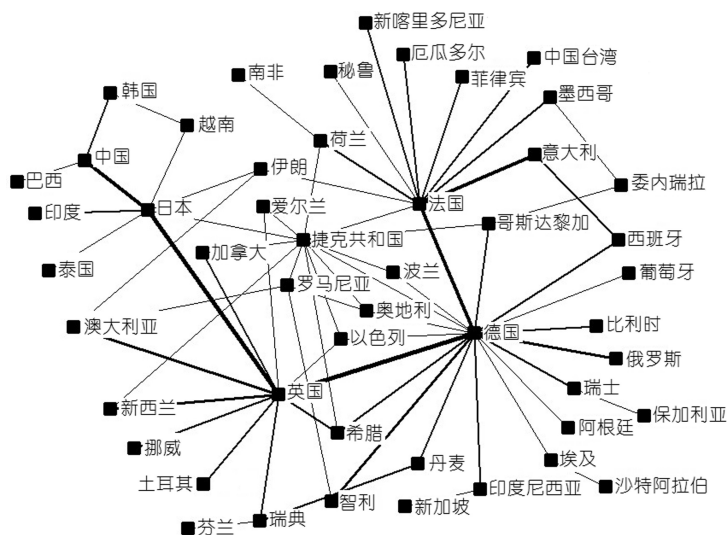


图 7 海沟研究发文章前 49 位的国家(或地区)之间的合作情况(去除美国)

Fig.7 International collaboration on trench research of among Top 49 trench research country countries or regions exclusive of USA in publication output

较多的前 15 个机构依次是日本海洋地球科技署 (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)、日本东京大学(The University of Tokyo)、美国加利福尼亚大学 (University of California)、中国科学院 (Chinese Academy of Sciences)、德国基尔大学 (University of Kiel)、美国地质调查局 (U.S. Geological Survey)、俄罗斯科

学院 (Russian Academy of Sciences)、美国得克萨斯大学 (The University of Texas)、日本东北大学 (Tohoku university)、法国巴黎大学 (University of Paris)、日本产业技术综合研究所 (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)、美国夏威夷大学 (University of Hawaii)、日本京都大学 (Kyoto University) 和日本北海道大学

(Hokkaido University)。图 8 是近五年发文排名前 15 位机构的发文量情况, 其中日本海洋地球

科技署和美国加利福尼亚大学规模很大, 旗下有众多分支机构, 所以其发文量占有一定优势。

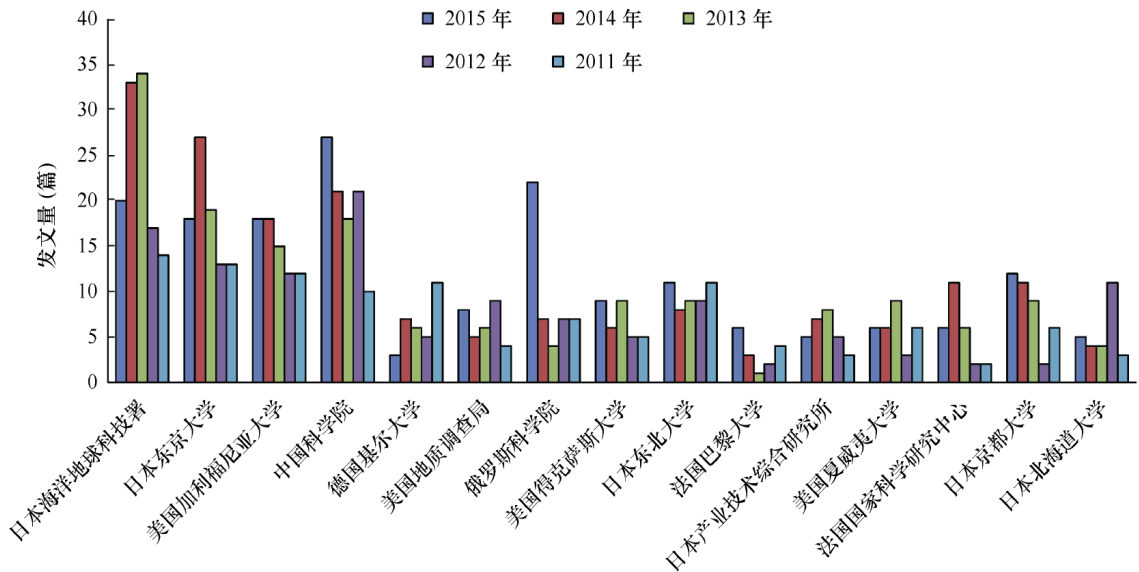


图 8 近 5 年海沟研究发文量前 15 位的机构发文量年际变化

Fig.8 Top 15 institutions in annual publication output on trench research from 2011~2015

为了更深入了解各主要研究机构在深海环流研究方面的影响力, 本文从主要机构所发表的海沟论文的总被引频次、篇均被引频次、高被引论文比例等方面进行分析(表 2)。分析发现, 在这些总发文量较多的机构中, 美国加利福尼亚大学、日本海洋地球科技署、日本东京大学、德国基尔大学和美国地质调查局总被引率均超过了 6000 次, 其中美国加利福尼亚大学超过了 10 000 次, 比发文量排在第一位的日本海洋地球科技署多了近一倍。德国基尔大学和美国地质调查局的篇均被引频次较高, 均超过 40 次/篇。俄罗斯科学院第一作者论文所占比例非常高, 达 63.89%。发表高被引论文(被引频次 ≥ 50 次)较多的机构有美国加利福尼亚大学、德国基尔大学和法国巴黎大学。值得注意的是, 德国基尔大学被引论文所占比例高达 99.33%, 全部发文 149 篇中只有 1 篇未被引用。美国加利福尼亚大学、德国基尔大学、美国地质调查局、法国巴黎大学和

美国夏威夷大学的篇均被引频次和高被引论文比例均高于发文前 15 位国家或地区的平均值(图 9)。从发文数量、总被引次数、篇均被引频次和高被引论文所占比例等指标综合来看, 美国加利福尼亚大学、德国基尔大学、美国地质调查局的海沟研究论文的综合影响力较高。中国科学院以总发文量 176 篇排名第 4 位, 第一作者论文比例相对较高, 排名第 2 位。从论文引用情况来看, 中国科学院的总被引次数、篇均被引频次和被引论文比例均低于平均水平, 在海沟研究领域的国际影响力还未得到凸显。

高水平科研机构和研究性大学是知识创新的主体, 为了解国际上与海沟研究相关的研究机构之间的合作情况, 采用 PathFinder 算法对数据进行优化, 并使用 NetDraw 软件对其进行了可视化。图 10 反映的是发表与海沟研究相关的论文数量在前 50 位的研究机构之间的合作情况, 国际海沟研究机构主要以美国和日本机构居

表 2 海沟研究前 15 位的机构发文量及影响力统计
Tab.2 Statistics on Top15 institutions in trench research out put

序号	机构	发文量 (篇)	第一作者 论文比例 (%)	总被引 频次 (次)	篇均被引 频次 (次/篇)	被引频次≥ 50 次的论文 (篇)	被引频次≥ 50 次的论文 所占比例(%)	被引论文 所占比例 (%)
1	日本海洋地球科技署	325	42.46	6 905	21.25	34	10.46	93.23
2	日本东京大学	294	41.16	6 871	23.37	28	9.52	93.54
3	美国加利福尼亚大学	282	49.65	10 723	38.02	68	24.11	94.68
4	中国科学院	176	58.52	3 909	22.21	20	11.36	84.66
5	德国基尔大学	149	57.05	6 148	41.26	35	23.49	99.33
6	美国地质调查局	145	40.69	6 858	47.30	33	22.76	93.10
7	俄罗斯科学院	144	63.89	2 039	14.16	8	5.56	72.92
8	美国得克萨斯大学	117	49.57	2 776	23.73	17	14.53	92.31
9	日本东北大学	112	43.75	2 426	21.66	11	9.82	93.75
10	法国巴黎大学	111	30.63	3 925	35.36	25	22.52	91.89
11	日本产业技术综合研究所	102	39.22	2 246	22.02	13	12.75	92.16
12	美国夏威夷大学	100	40.00	3 062	30.62	22	22.00	94.00
13	法国国家科学研究中心	94	34.04	2 611	27.78	14	14.89	94.68
14	日本京都大学	90	48.89	1 568	17.42	7	7.78	85.56
15	日本北海道大学	80	37.50	1 101	13.76	1	1.25	90.00

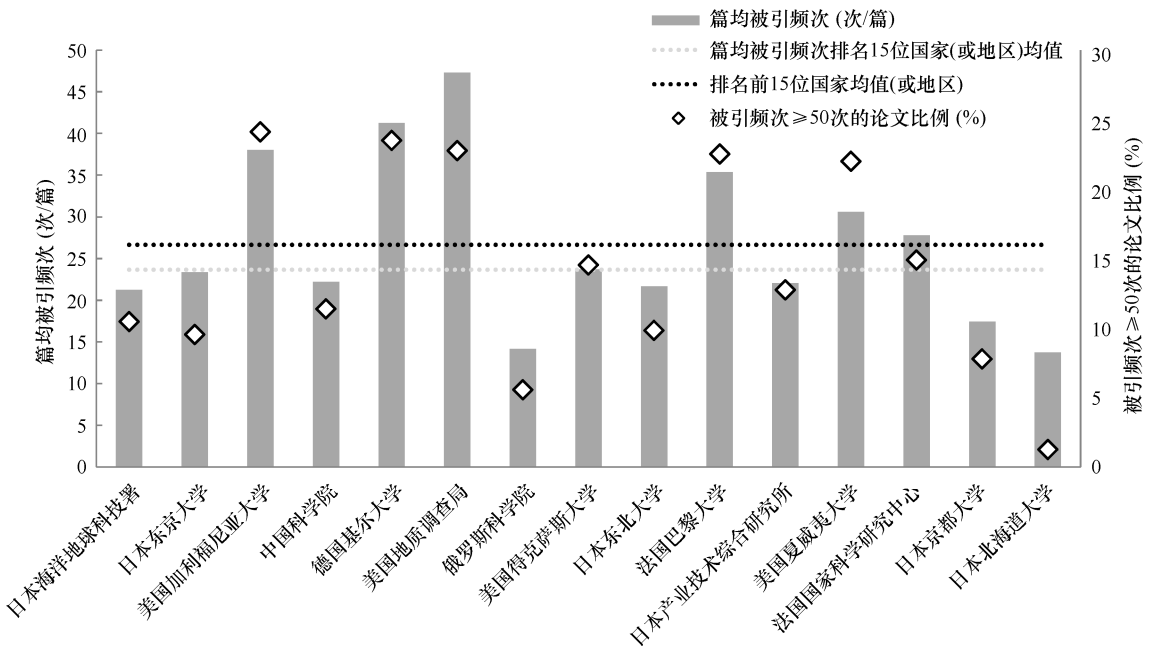


图 9 发文量前 15 位的海沟研究机构相对影响力对比
Fig.9 Relative influence of Top 15 institutions in trench research out put

多,主要表现为以美国加利福尼亚大学、日本海洋地球科技署,以及法国巴黎大学为中心

展开的国际合作。其中,美国加利福尼亚大学的中心性最强,拥有最多的合作伙伴,但是其

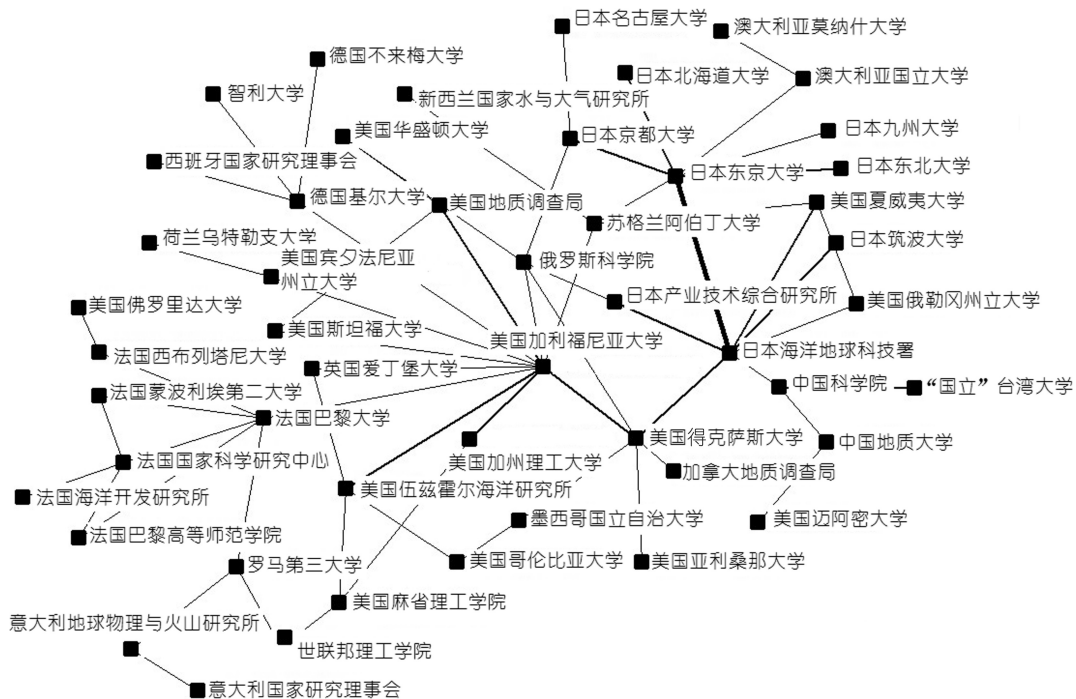


图 10 海沟研究发文量前 50 位的研究机构之间的合作情况

Fig.10 International collaboration on trench research among Top 50 institutions in publication output

大部分合作对象都是美国本土学校或研究机构。除上述中心合作机构外，法国巴黎大学是法国海沟研究的主要合作对象，日本东京大学是日本海沟研究机构的主要合作对象。

2.4 海沟国际研究热点分析

2.4.1 学科分布

从 SCIE 数据库和 SSCI 数据库收录的发表海沟研究相关论文的期刊所属学科看，此研究领域所涉及的相关学科排在前 10 位的是地质学地球化学与地球物理(geochemistry & geophysics)、地质学(geology)、海洋学(oceanography)、工程学

(engineering)、环境科学与生态(environmental sciences & ecology)、自然科技及其他学科(science & technology- other topics)、海洋与淡水生物学(marine & freshwater biology)、物理海洋(physical geography)、微生物学(microbiology)和水资源(water resources)，其中地球化学与地球物理和地质学共占总学科比例的 71.58%(表 3)。

2.4.2 研究主题分析

对海沟研究关键词出现频次进行分析，得到聚类趋势变化图(图 11，图 12 见文后彩图)。其中，出现频次最高的前 15 个有效

表 3 海沟研究主要涉及的研究领域

Tab.3 Top 10 research areas involved in trench study

序号	学科领域	文章篇数	序号	学科领域	文章篇数
1	地球化学和地球物理学	1815	6	自然科技-其他学科	189
2	地质学	1665	7	海洋淡水生物学	168
3	海洋学	635	8	物理海洋	158
4	工程学	234	9	微生物学	98
5	环境科学与生态学	195	10	水资源	97

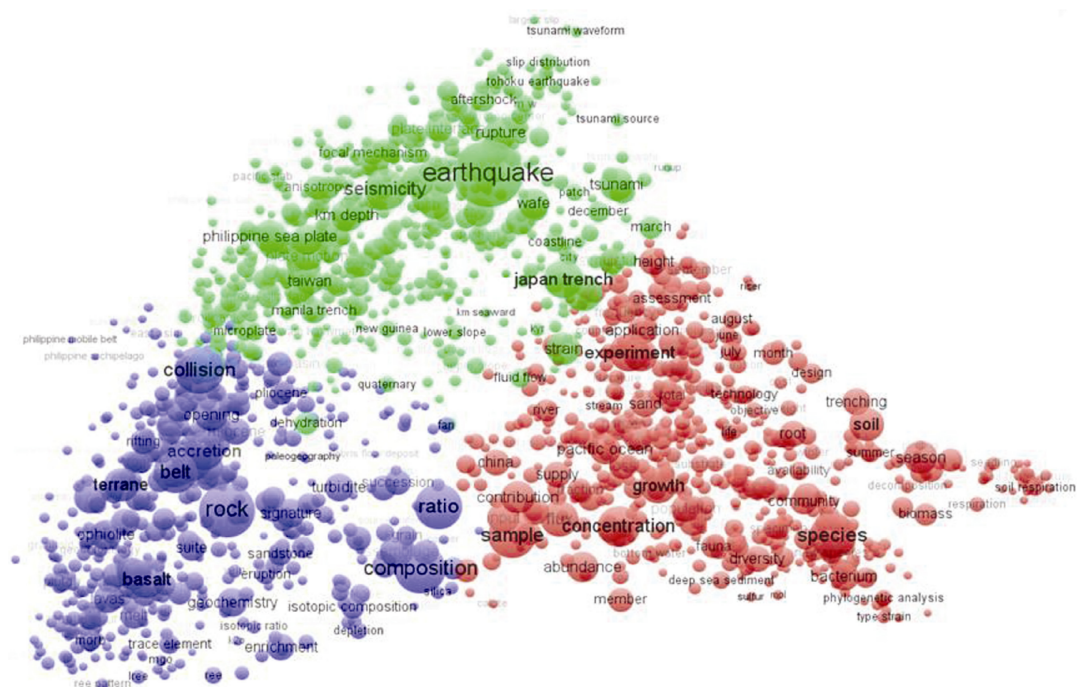


图 11 海沟研究主题热点分析

Fig.11 Keyword grouping of research papers on trench

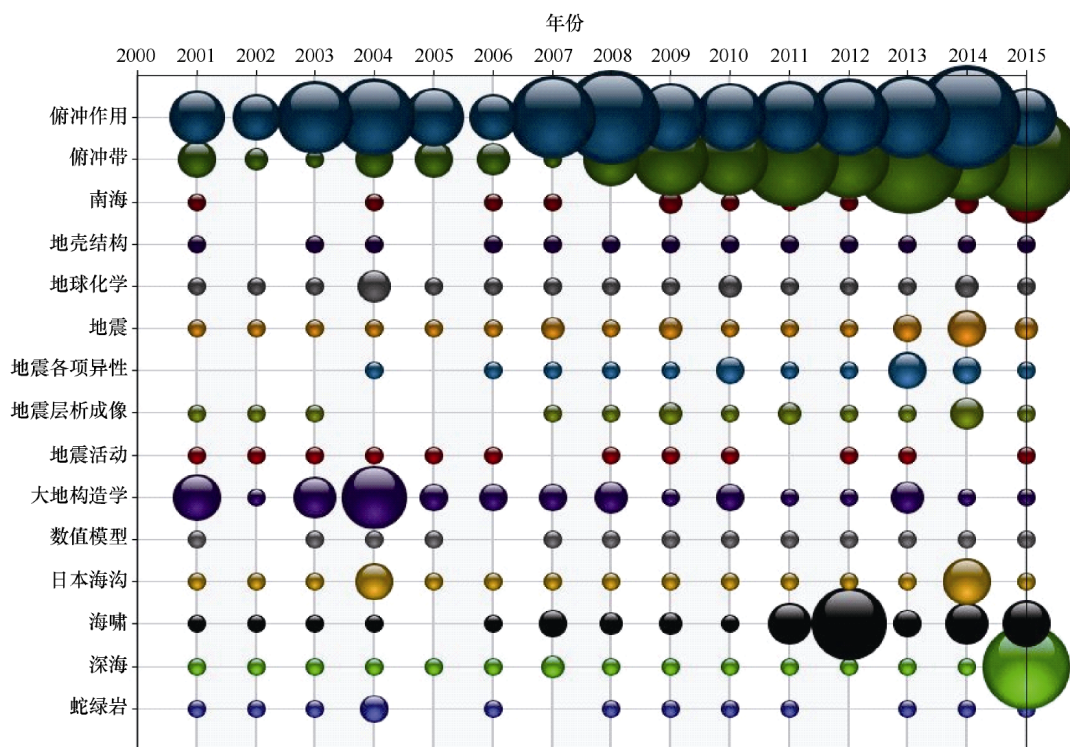


图 12 海沟研究关键词变化趋势

Fig.12 Variation in keyword usage in trench research

关键词依次是俯冲作用(subduction)、俯冲带(subduction zone)、大地构造学(tectonics)、海啸(tsunami)、深海(deep-sea)、地震(earthquakes)、地球化学(geochemistry)、日本海沟(Japan trench)、蛇绿岩(ophiolite)、地震层析成像(seismic tomography)、地震各向异性(seismic anisotropy)、地震活动(seismicity)、数值模拟(numerical modelling)、南海(South China Sea)和地壳结构(crustal structure),可以看出,俯冲作用和俯冲带研究占据了极其重要的地位。

利用 VOSviewer 软件对海沟研究文献进行分析,主要根据共现及相互联系的紧密性对关键词进行聚类,将联系紧密的关键词以相同颜色划归同一区块。由图 11 可以明显看出,海沟研究主要分为 3 个研究版块,分别如下:①海沟生态系统与生物群落研究,关键词包括物种(species)、多样性(diversity)、细菌(bacterium)、种群(population)、增长率(growth)、生物量(biomass)和丰度(abundance)等;②海沟俯冲带板块运动和地震活动,关键词包括地震(earthquake、seismicity)、菲律宾海板块(philippine sea plate)、板块运动(plate motion)、海啸(tsunami)和日本海沟(Japan trench)等;③地质构造演化研究,关键词包括岩石(rock)、玄武岩(basalt)、碰撞(collision)、地幔(mantle)、岩浆(lavas)、弧前盆地(forearc basin)、地体(terrane)和蛇纹岩(ophiolite)等。

图 12 显示了海沟研究领域发表论文的前 15 个关键词近 15 年来的变化趋势。其中,在研究区域方面,地震、俯冲带、地壳构造、生物群落等一直都是研究的重点,俯冲、俯冲带、地震、地震层析成像和地震各向异性在关键词中出现的频率越来越高。

3 结论与建议

通过对海沟研究相关论文的文献计量分析,可以发现全球海沟研究力量的分布情况,了解各国(或地区)之间、各研究机构之间的合

作情况,以及相关研究热点分布。本文运用 Thomson Data Analyzer、NetDraw、VOSviewer 和 Excel 等分析软件对 SCIE 数据库和 SSCI 数据库收录的海沟研究文献进行了整体分析,发现从总发文量、近 5 年发文量、总被引次数、篇均被引频次、高被引论文所占比例,以及国家合作情况等多项指标综合来看,美国始终占据了国际海沟研究的领导地位,美国、法国、瑞士和德国的海沟研究论文的综合影响力较高;美国是全球海沟研究合作网的中心,其次是法国、德国和日本等国家。

虽然我国在海沟研究的发文量上有较强的优势(排名第 5 位),近三年的发文比例也相对较高,但因起步较晚和研究成果发表渠道较为局限等原因,论文篇均被引频次偏低,缺乏高质量、高影响力的论文,导致研究影响力十分有限。通过单独对中国发文关键词进行分析,也发现国内研究热点与国际一致,较为关注地质构造和地震灾害等方面的研究。为了更深入地开展调查研究,提高我国海沟研究的水平和实力,在经费投入上,建议增加大洋钻探、极端环境采样装备、地震成像技术和深潜器技术的研发投入;在研究手段上,建议加强与国际上先进研究机构的合作,积极参与大型研究计划,整合科研资金配置,优化合作机制,提升国家海洋研究实力。

参 考 文 献

- 陈传绪. 2015. 板块边界及板块内部地震火山活动区的地震层析成像研究. 北京: 中国科学院博士学位论文
- 冯浩然, 方曙. 2008. Thomson Data Analyzer 在机构专利情报分析中的应用研究. 情报科学, 26(12): 1833-1836, 1843
- 高凯. 2015. 文献计量分析软件 VOSviewer 的应用研究. 科技情报开发与经济, 25(12): 95-98
- 韩文雄. 2002. 用文献计量法分析生物学科发展态势的探讨. 农业图书情报学刊, (5): 83-84
- 刘军. 2009. 整体网分析讲义: UCINET 软件实用指南. 上海: 格致出版社, 上海人民出版社
- 彭海青, 刘秀娟. 2011. 基于 SCI-E、CPCI-S 的水母研

- 究文献分析. 海洋科学, 35(12): 101-105
- 王金平, 高峰, 唐钦能, 等. 2011. 国际海洋生态系统研究态势及对我国的启示. 科学观察, 6(6): 19-31
- 吴时国, 刘文灿. 2004. 东亚大陆边缘的俯冲带构造. 地学前缘, 11(3): 15-22
- 薛娟. 2011. 基于社会化工具 Ucinet 的理学交叉学科的计量研究. 科技信息, (35): 33-34
- 赵明辉, 贺恩远, 孙龙涛, 等. 2016. 马里亚纳海沟俯冲带深地震现状对马尼拉海沟俯冲带的研究启示. 热带海洋学报, 35(1): 48-60
- Kearey P, Klepeis K A, Vine F J. 2009. Global Tectonics. 3rd ed. Oxford: Wiley-Blackwell
- Kilduff M, 蔡文彬. 2008. 社会网络与组织. 王凤彬, 朱超威译. 北京: 中国人民大学出版社

Bibliometric Analysis on Trench Research Output

ZHANG Can-Ying, Yu Wei-Ying Wang Lin Feng Zhi-Gang^{*}
(Institute of oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)
^{*}Corresponding author, E-mail: zgffeng@qdio.ac.cn

Abstract Using the Thomson Data Analyzer, Ucinet, VOSviewer, and Excel, we analyzed the publication output of trench research in bibliometrics based on the SCIE and SSCI databases. The trend of study, major producing countries and institutions and their cooperation were presented. This paper may provide useful information for research strategies in the future.

Key words trench study; research trend; bibliometrics; SCI-E