

国际深水油气资源研究竞争力态势的文献计量分析*

吴秀平 王金平** 刘燕飞

(中国科学院兰州文献情报中心,兰州 730000)

摘要:以 Web of Science 信息平台提供的 SCIE 数据库为数据源,利用 Thomson Data Analyzer 和 Ucinet、excel 等文献计量、可视化工具,分析深水油气资源研究的年度变化、期刊分布、主要研究国家、机构的竞争力及影响力情况。从文献计量角度研究发现:深水油气资源研究及勘探开发主要由美、英、德、法、加、中等国家的大学、科研机构 and 政府部门主导。美国在发文量、国家间合作强度及论文的总被引频次方面遥遥领先于其它国家;美国加利福尼亚大学在主要机构发文量上占据优势,其论文的被引用频次也在主要机构论文的篇均被引次数之上;中国在最近三年(文中指 2013~2015 年)的发文量上占据优势,其中发文最多的机构为中国科学院。对最近三年深水油气资源相关国际研究热点进行分析发现,国际深水油气资源研究主要集中在石油泄漏、墨西哥湾、冷泉生态系统、稳定同位素及深水环境污染研究方面。

关键词:深水油气资源;文献计量分析;SCIE 数据库;态势

中图分类号:TE51 **文献标识码:**A

Bibliometric Analysis of Competitive Situation of International Deep-water Oil and Gas Resources Research*

WU Xiuping WANG Jinping** LIU Yanfei

(Lanzhou Literature and Information Center of Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

Abstract: Based on the database of Web of Science information platform, the bibliometrics visualization tools are used to analyze deep-water oil and gas resources research, including Thomson Data Analyzer and the Ucinet and excel et al. Annual distribution, journal distribution, mainly countries, institutions and its influence are compared and analyzed. From the perspective of literature metrology, it's showed that the studies of deep-water oil and gas resources are mainly concentrated in universities, research institutions and government departments in the United States, Britain, Germany, France, Canada and China; The United States is well ahead of other countries in the total publication numbers, the strength of cooperation between countries and the papers' total citation rates. The university of California in the main institutions are identified advantage in the total publication numbers; the papers cited frequency of university of California are also above other institutions. In the last three years, the publications of China is better than other countries, the most numerous of publication institution is the Chinese academy of sciences. For the last three years (2013~2015), the deep-water oil and gas resources related international researches are focused on the oil spill, the gulf of Mexico, Cold-seep ecosystem, stable isotopes, deep-water environmental pollution research.

Key words: deep-water oil and gas resources; bibliometrics analysis; SCIE-database; status and trends

1 引言

海洋占地球面积的 70% 以上,其中蕴藏着丰富石油和天然气资源的深水领域(水深 300 米以上)又占全部海洋领域的 80% 以上。随着全球对油气资源需求的攀升,深水油气资源将是未来全球油气资源的重点接替区之一^[1-3]。国际上在深海或超深

海领域能源资源的竞争也日趋激烈,深水油气资源的勘探开发成为全球油气勘探的重要战略部署之一。全球对海上油气的勘探起步相对较早,始于上世纪 40 年代,但是由于受到勘探技术和资金的影响,深水油气的勘探、开发一直较少,相关研究论文始于 20 世纪 70 年代关于加利福尼亚州蒙特雷山区的石油资源一文^[4]。此后几十年,人类一直没有停止对深水油气资源的勘探与监测,此间的研究也曾有偶尔的高潮。但是直到 20 世纪 90 年代,深海勘探开发技术有所提高,勘探开发研究逐步向深水领域进军,才促使深水油气资源的勘探和开发成为全

2016-08-18 收稿,2016-10-08 接受,2016-11-23 网络发表

* 中国科学院战略性先导科技专项(A类)(XDA11000000),科技部重大专项项目(2016YFC0503701)资助

** 通讯作者, E-mail: wangjp@llas. ac. cn

球科技创新的前沿。

我国深海油气资源储量丰富,已经探明有70%的油气蕴藏于深水区域,其中南海的油气储量约占我国油气总储量的33%。由于受到深水钻井关键技术瓶颈的限制,我国深水油气资源的勘探开发一直落后于欧美等拥有深水油气作业核心技术的国家,但是经过十多年围绕深水技术的攻关,已经取得一定成果,为我国未来深水油气资源的开采打下基础。十八大提出建设海洋强国的战略目标,为深水油气工程带来发展机遇,走向深海资源勘探开发将会是实现“海洋强国”的重要一步。

随着计算机、网络 and 信息技术的高速发展,文献数据信息变得更加开放,文献计量学方法理论也越来越多地被用于描述、评价和预测某一领域科技研究的现状与发展趋势^[5,6],比如对微生物柴油研究领域、国际水资源领域、生态学领域、气候变化领域等研究发展现状的文献计量分析^[7-10],但是尚没有学者采用文献计量方法来分析全球深水油气资源领域研究现状及国际竞争力态势的文献。

因此,本文拟通过文献计量方法对全球深水油气资源研究的年度变化、主要力量布局、主要研究机构及其机构间的合作关系、研究的热点及未来发展态势等做简要分析,以期能为我国在深水油气资源领域的研究和规划提供有益借鉴和参考。

2 数据来源和分析工具

2.1 数据来源

分析数据来源于美国信息科学研究所 ISI Web of Science 核心集的 SCIE 数据库。以“deepwater or “deep water” or “deep-water” or “deep-sea” or “deepsea” or “deep sea” or benthic or benthic) and (gas or oil or “hydrogen gas” or petroleum or natgas or “natural gas” or “Flammable Ice” or “Gas hydrate” or “fule ice” or “Combustible Ice” or hydrocarbon) 为主题进行检索,检索日期为2016年4月17日。在得到初步检索结果后,将数据进行合并、去重和清洗处理,最终得到所有年份 SCIE 数据库中“深水油气资源”相关研究论文 5267 篇,选取的文献类型为 Article、Processings paper、Letter 和 Review,时间跨度为所有年份,以从文献计量角度分析全球深水油气资源研究的发展态势。

2.2 分析工具

数据分析主要采用汤森路透集团开发的文献、专利信息分析工具 Thomson Data Analyzer(TDA) 软件、网络关系分析工具 Ucinet 和办公软件 Excel。利用 TDA 软件对文本信息进行挖掘,并对学科领域的发展趋势进行可视化的展现^[11,12],发现领域的研究力量分布、学科的热点动向,并为下一步寻找合作伙伴、确定研究和发展方向提供有价值的依据。利用 Ucinet 工具对学术论文中的创新点基于关键词进行网络分析^[9,10,13]。利用 Excel 软件对该领域文献进行分析^[14],并对文字材料进行可视化分析。

3 结果与分析

3.1 研究论文的总体情况

3.1.1 研究论文年度变化趋势

油气资源研究起步却比较早,曾在1978年就有对深海石油资源的研究^[4]。但深水油气资源真正开始大规模研究却较晚(图1),从该领域整体论文年度变化来看,深水油气资源研究在1990年以前处于发展缓慢状态,少有研究;而后深水油气资源相关的研究开始迅速增多,并一直处于稳定上升状态;最近十年该领域相关研究呈现迅速增长,从2010年开始进入迅猛的发展时期,2014年该领域研究论文数量达到最高,有512篇相关研究论文被 SCIE 数据库收录。

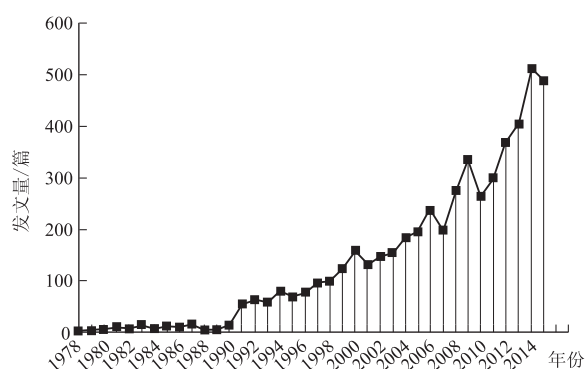


图1 深水油气资源相关研究论文数量年度变化趋势

3.1.2 研究论文 TOP10 期刊分布

通过对 SCIE 数据库中 SCI 论文的期刊分布情况进行分析,遴选出该深水油气资源研究领域载文量 TOP10 的期刊,如表 1 所示。其中影响因子最高的超过 5.0,期刊的出版国家主要集中在英国、美国、德国、荷兰。在排名前十的期刊中,载文数量超过 100 篇的期刊分别为: Marine pollutine bulletin、

Marine and petroleum geology、Enviromental science &technology、Environmental toxicology and chemistry, 该四种期刊载文量约占 TOP10 期刊载文量的 61%。

表 1 载文量排名前十位(TOP10)的期刊

序号	刊名	载文量	影响因子	出版国家
1	Marine pollutine bulletin	200	2.609	英国
2	Marine and petroleum geology	162	2.228	英国
3	Enviromental science &technology	158	5.322	美国
4	Environmental toxicology and chemistry	141	2.751	美国
5	Marine ecology progress series	91	2.632	德国
6	Marine geology	83	2.399	荷兰
7	Plos One	68	3.785	美国
8	AAPG Bulletin	64	1.81	美国
9	Deep-sea research part1-oceanographic research papers	61	2.687	美国
10	Earth and planetary science letters	59	4.418	荷兰

3.2 重点研究力量分析

对数据库中收录的不同国家及机构深水油气资源研究相关论文进行统计分析,可以帮助从事相关领域研究的科研人员明确该领域的研究力量分布及研究现状,还可以为其寻找合作伙伴、了解该领域的研究新动向等提供参考。

3.2.1 主要国家及其影响力

按照全部作者统计,有关深水油气资源研究的全部发文中,发文章超过 100 篇的主要国家分布见表 2。从表中看出,美国的发文章遥遥领先于其它国家,居世界首位,总计有 2044 篇论文,约占该领域全部发文章量的 39%。中国的发文章排名第二位,其次为英国、德国、法国和加拿大,这些国家的发文章均在 300 篇以上。表 2 中标成灰色的数据为在其所在位置的统计指标中排名首位的国家分布情况。

为了更深入了解各国在深水油气资源研究方面的影响力,从主要国家(发文章 ≥ 100 篇)所发表的

深水油气资源研究论文的总被引频次、篇均被引频次、高被引论文比例等方面进行分析。分析发现:除中国、意大利和荷兰之外,文章的总被引频次基本与发文章成正比,如图 2 所示。美国、德国和英国的总被引频次最高,均超过 10000 次,美国的总被引频次为 54400,占绝对的优势,这与美国在深水油气资源研究乃至全部涉海研究方面的投入是相符的;法国、加拿大在总被引频次方面处于第二梯队,总被引频次均在 8000 次以上。篇均被引次数最多的是德国,为 31.17 次/篇。近三年(2013 ~ 2015)发文章比例最多的是中国,占比超过了 53.03%,表明我国的深水油气资源研究正处于一个上升期。在所有发表论文中已经被引用的论文占比最高的是加拿大,为 93.09%;其次为法国、德国、澳大利亚和西班牙,被引论文占所有发文章的比例为 90% 以上。

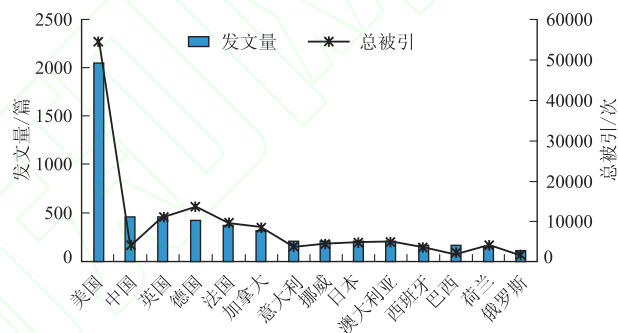


图 2 深水油气资源相关研究的主要国家发文章量与总被引频次情况

图 3 为主要国家的发文章影响力情况比较,黑色条柱为主要国家篇均被引情况,绿色水平虚线为发文章在 100 篇以上国家的论文篇均被引平均值,紫色水平实线为被引频次 ≥ 50 次论文的被引平均值,红色圆点为被引频次 ≥ 50 次的论文占比情况。中

表 2 主要国家深水油气资源发文章量及影响力统计

序号	国家	发文章量 (篇)	总被引 (次)	篇均被引 (次/篇)	近三年发文章占比 (%)	被引论文比例 (%)		
						被引频次 ≥ 1	被引频次 ≥ 50	被引频次 ≥ 100
1	美国	2044	54400	26.61	30	89	14	5
2	中国	466	3657	7.85	53.03	70.39	2.79	0.64
3	英国	464	11369	24.50	28.32	89.87	13.79	5.17
4	德国	437	13621	31.17	25.23	91.3	15.33	6.87
5	法国	380	9556	25.15	22.93	91.84	15	4.47
6	加拿大	333	8458	25.40	27.05	93.09	15.02	4.2
7	意大利	209	3724	17.82	30.1	87.08	9.57	1.91
8	挪威	209	4384	20.98	33.33	89.47	9.09	2.87
9	日本	207	4804	23.21	22.17	87.92	11.59	3.38
10	澳大利亚	195	4900	25.13	28.57	91.28	9.74	3.59
11	西班牙	180	3456	19.20	31.84	91.11	8.89	1.67
12	巴西	156	1936	12.41	30.77	82.05	3.85	0.64
13	荷兰	147	4240	28.84	23.81	78.23	13.61	4.08
14	俄罗斯	119	1562	13.13	15.97	83.19	5.04	2.52

国的发文及其被引次数明显低于其他国家,其可能原因是中国的发文一半以上为最近三年的发文。如图 3 所示在深水油气资源研究的主要国家中位居篇均被引频次之上且被引频次 ≥ 50 次的论文所占比例较多的国家为德国、法国、加拿大、美国、英国、荷兰和日本。在主要的发文国家中被引频次 ≥ 50 次的论文占比例较少的分别为中国、巴西和俄罗斯。

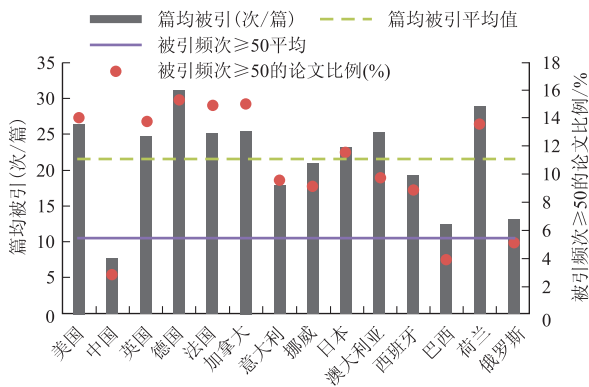


图3 深水油气资源研究的主要国家发文影响力情况

图 4 为主要国家的合作情况,不同颜色的圆点代表不同的国家,连线的粗细代表国家的合作强度,连线越粗合作的次数就越多。图中显示美国与其他国家的合作强度最为密切,其主要的合作国家为德国、中国、加拿大、澳大利亚和英国;其次,德国与主要国家的合作强度也是相对较强的,其主要的合作国家为英国、美国和法国。第三,澳大利亚、中国、加拿大主要是与美国的合作强度大;美国、德国、英国和法国在全球从事深水油气资源的研究中处于核心合作者地位。

3.2.2 主要机构及其影响力

按照主要机构的发文量统计,列出排名前10位机构(TOP10)的发文量、总被引次数、篇均被引次数、近三年发文占比、被引论文比例、被引频次 ≥ 50 论文比例、被引频次 ≥ 100 论文比例情况,见表 3 所示。从表中可以看到,加利福尼亚大学发文最多,为

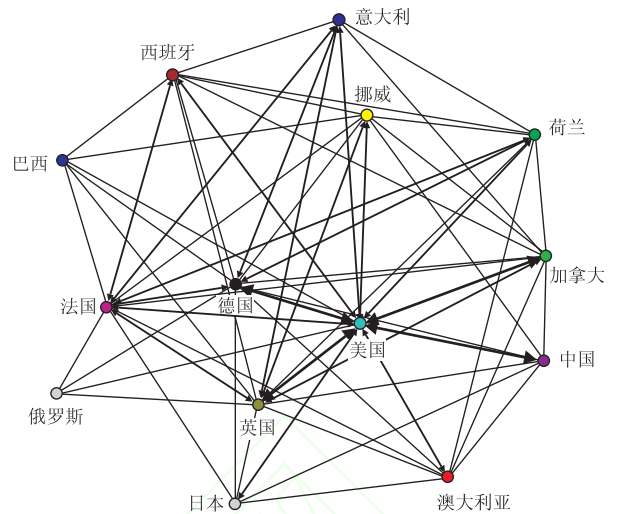


图4 深水油气资源研究主要国家间的合作情况

222篇。除去近三年发文量占比指标之外,加利福尼亚大学在其余各项指标均为排名第一,见表 3 中标成灰色部分。其次为路易斯安那州立大学、美国地质调查局、法国海洋开发研究院、美国国家海洋大气局等机构,发文量均超过 110 篇;中国科学院在主要机构的发文量排名中排在 7 位,但是中国科学院在近三年的发文量占比方面排名第一。如表 3 所示, TOP10 机构的发文量显示出明显的三个梯队的变化,加利福尼亚大学为第一梯队,发文量在 200 篇以上;路易斯安那州立大学至中国科学院为第二梯队,发文量在 100 篇以上;其余为第三梯队。

为了更深入了解各主要研究机构在深水油气资源研究方面的影响力,我们从主要机构所发表的深水油气资源研究论文的篇均被引频次(黑色条柱)、篇均被引均值(绿色水平虚线)、文章被引用次数 ≥ 50 被引均值(紫色水平实线)、文章被引频次 ≥ 50 论文所占比例(红色圆点)等方面进行了分析,见图 5。从图中可以看到篇均被引次数与被引频次 ≥ 50 次论文比例的基本情况,除法国海洋开发研究院之外,其他各机构在篇均被引与篇均被引频次 ≥ 50 论

表3 TOP10 机构的发文量及论文影响力指标

序号	机构	发文量 (篇)	总被引 (次)	篇均被引 (次/篇)	近三年发文 占比(%)	被引论文比例(%)		
						被引频次 ≥ 1	被引频次 ≥ 50	被引频次 ≥ 100
1	加利福尼亚大学	222	9208	41.48	32.16	94.14	25.23	9.91
2	路易斯安那州立大学	117	2073	17.72	44.74	87.18	7.69	1.71
3	美国地质调查局	114	3125	27.41	26.55	93.86	16.67	4.39
4	法国海洋开发研究院	110	2637	23.97	24.07	90.9	22.72	5.45
5	美国国家海洋大气局	110	2786	25.33	33.33	90	11.82	4.54
6	伍兹霍尔海洋研究所	105	3188	30.36	36.19	90.48	16.19	6.67
7	中国科学院	104	920	8.85	45.1	79.81	0.96	0
8	德州 A&M 大学	97	2810	28.97	29.9	90.72	17.53	6.19
9	德克萨斯大学系统	94	2380	25.32	36.96	89.36	9.57	5.32
10	俄罗斯科学院	74	876	11.84	17.57	83.78	4.05	1.35

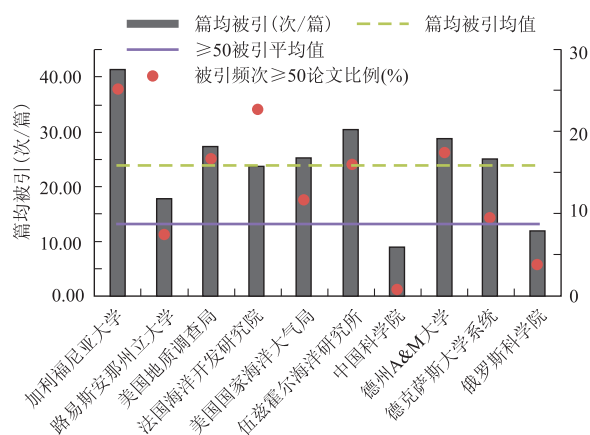


图5 深水油气资源研究 TOP10 机构发文影响力情况

文比例的变化趋势上基本一致,因为法国海洋开发研究院篇均被引值相对不高(黑色柱状图),但是其被引频次 ≥ 50 论文比例在机构中却排名第二,与其篇均被引情况变化不一致。加利福尼亚大学、美国地质调查局、美国国家海洋大气局、伍兹霍尔海洋研究所、德州 A&M 大学以及德克萨斯大学系统的篇均被引次数均在篇均均值之上。篇均被引频次在被引频次 ≥ 50 被引均值之下的机构为中国科学院和俄罗斯科学院;在被引频次 ≥ 50 论文比例中,中国

科学院、路易斯安那州立大学和俄罗斯科学院比例相对较低,表明这些机构的所发文中影响力较高的论文数量相对较少。

图6为采用TDA软件中的聚类图工具—Aduna成图工具直观显示主要机构的合作关系,每一个点代表一篇文献。图中展现的主要机构中加利福尼亚大学的发文数最多;从机构间的合作关系看,深水油气资源研究的主要机构的合作极为密切,尤其是加利福尼亚大学、美国国家海洋大气局。中国科学院主要的合作国家为美国地质调查局、路易斯安那州立大学、加利福尼亚大学及美国国家海洋大气局。

3.3 热点变化

关键词是反映论文主要研究内容的文献检索标识,能够简单、直接全面地概括论文的核心研究内容^[15],隐含着某一研究领域的研究现状、热点及其未来发展趋势。国内一些学者也曾尝试采用关键词的统计来反映某一学科的研究主题变化,并对研究趋势进行分析^[16-18]。表4为SCI论文中深水油气资源研究相关的关键词出现频次统计及表5为最近三年新出现的关键词情况。从有效关键词词频统计来看,碳氢化合物、沉积物、天然气水合物、石油泄漏、

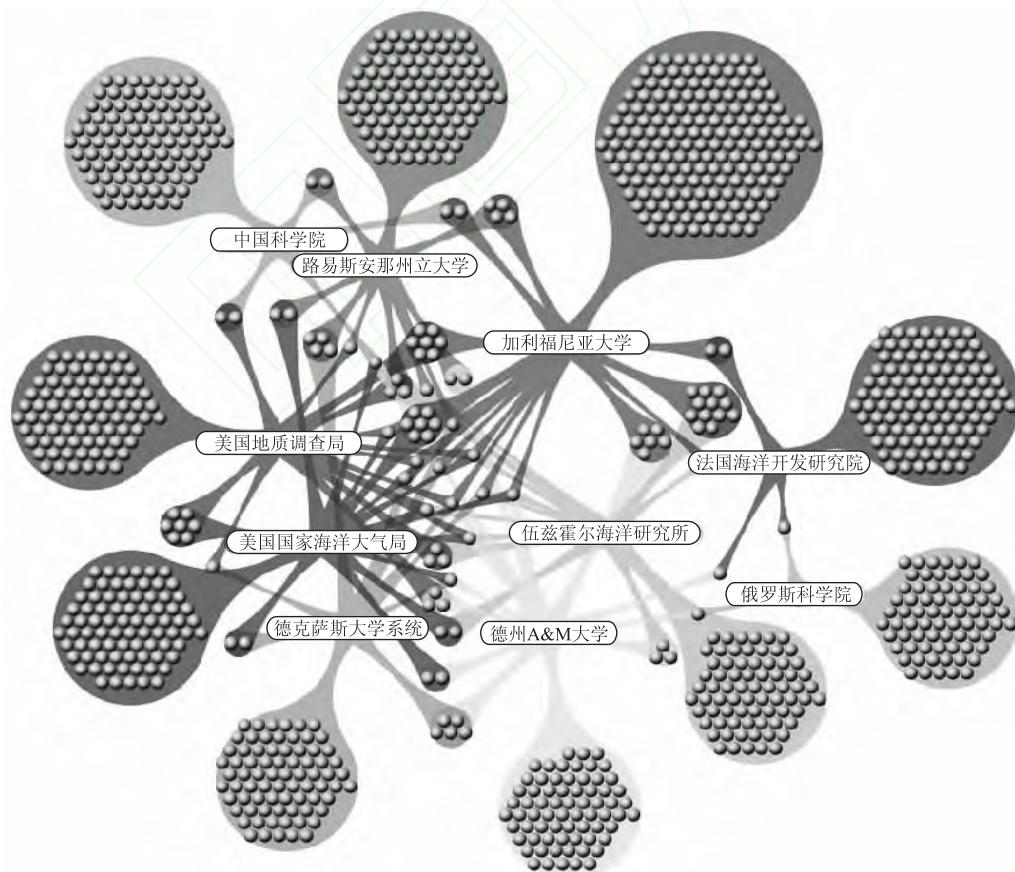


图6 深水油气资源研究 TOP10 机构间的合作关系

表 4 深水油气资源研究相关的 TOP20 关键词分布

序号	关键词		出现频次
	英文	中文	
1	Hydrocarbons	碳氢化合物	282
2	Sediment	沉积物	208
3	Gas hydrate	天然气水合物	186
4	Oil spill	石油泄漏	171
5	Gulf of Mexico	墨西哥湾	125
6	Methane	甲烷	92
7	Bioaccumulation	生物体内积累	83
9	Cold-seep ecosystem	冷泉系统	79
10	Toxicology	毒理学相关	74
11	Carbonate system dynamics model	碳酸盐岩系统	71
12	Polychlorinated biphenyls (PCBs)	多氯联苯	63
14	Biomarkers	生物指标	61
15	stable isotopes	稳定同位素	61
16	Hydrothermal vents	热液喷口	56
17	Pollution	污染	54
18	Benthos	海底生物	53
19	turbidites	软泥浊流层	52
20	Bioavailability	生物利用度	49

表 5 深水油气资源研究最近三年首次出现的词汇

序号	最近三年首次出现的词汇	
	英文	中文
1	central canyon	中央峡谷
2	CH4	甲烷
3	continental shelf	大陆架
4	deep-water basins	深水盆地
5	Deepwater Horizon spill	深水漏油事件
6	DWH oil spill	深水漏油事件
7	Gene expression	基因表达
9	isotopes	同位素
10	Lipids	液体
11	Mahanadi basin	盆地名称
12	Menhaden	鱼种
14	Octocoral	珊瑚
15	Photochemistry	光化学
16	photooxidation	感光氧化
17	Robotics	机器人
18	sedimentary model	沉积模型
19	Steel catenary riser	钢悬链线立管
20	Thermodynamics	热力学

墨西哥湾等是出现频次最高的关键词。其中,对碳氢化合物的研究出现频次最高,达 282 次。这也暗示了深水油气资源的研究热点和方向,即深水油气资源的研究主要还是集中在墨西哥湾沿岸;对环境的影响方面,主要包括环境污染和环境毒理学对生物系统的影响。

从表 5 最近三年文章中关键词的变化可以看出,研究更加注重环境保护。即在加强深水油气资源勘探开发的同时,研究也集中在深水盆地以及深水盆地地区的漏油事件造成的环境污染研究方面。

某一领域文献中出现的关键词数量变化趋势及其在某一领域中出现的累计频次也能够映射领域研究的动态。图 7 为深水油气资源研究文献中主要关键词的年度变化(柱状图),以及全球深水油气资源研究文献中关键词数量的年际变化图(折线图)。从图中可以看到,该领域研究文献中出现的关键词呈现明显的增长趋势。尤其是 2010 年之后深水油气相关的研究中关键词呈现明显的直线上升增长趋势,表明 2010 年之后,各国在深水油气资源研究方面有大的资金投入,能够支持科研人员开展深水油

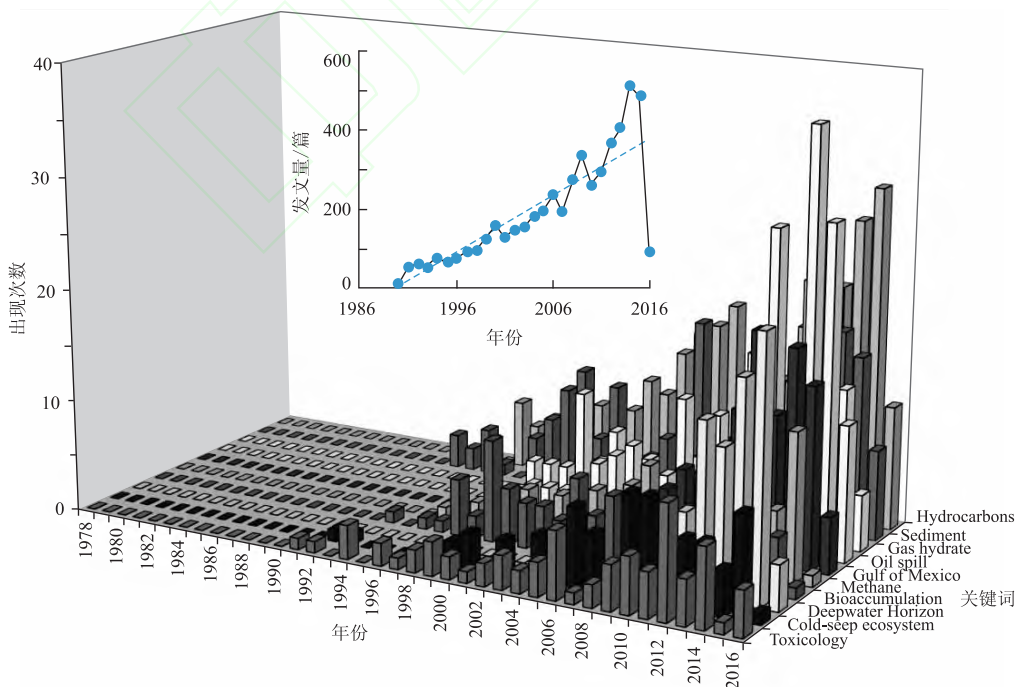


图 7 深水油气资源研究的关键词年度变化情况

气资源研究。从主要关键词的柱状图来看,在20世纪90年代之前,该领域的研究几乎尚未开展,直到进入21世纪全球在深水油气资源的研究方才如雨后春笋般崛起。起步较早的研究是对深水中沉积物、生物累计度及独立性的研究;进入2010年之后研究较多的为深水碳水化合物、海面溢油及深水漏油事件等相关的环境研究。

4 结束语

本文从文献计量的角度,采用文献信息挖掘方法,以全球知名权威数据库web of science中的SCIE数据库为数据源,利用Thomson Data Analyze及Ucinet、excel软件为分析工具,对全球深水油气资源领域的研究进行分析。研究结果揭示出深水油气资源的研究呈现以下态势:

1)从深水油气资源研究的整体来看,油气资源领域的研究起步比较早,但是直到20世纪90年代开始,深水油气资源方面的研究在全球范围内迅速崛起,并急剧活跃起来。这表明该领域的研究活动在最近20多年已引起国内外学者的高度重视。

2)从主要国家来看,从事该领域研究的国家主要集中在美国、中国、英国、德国、法国和加拿大。其中美国的发文量最多,遥遥领先于其它国家。采用共现矩阵,从国家之间的合作强度来看,美国与其他国家的合作强度最为密切,其主要的合作国家为德国、中国、加拿大、澳大利亚和英国;德国在主要国家中的合作强度也相对较高,其主要的合作国家为英国、美国和法国;中国主要和7个国家有合作关系,分别为美国、英国、加拿大、澳大利亚、日本、挪威和荷兰,其中和美国之间的合作强度最大。从发文的影响力来看,美国、德国和英国的总被引频次相对较高。美国总被引频次最高,遥遥领先于其它国家;中国是最近三年发文量占全部发文量的比例最高,表明中国在最近三年对深海油气资源的研究极为重视;德国在篇均被引频次、高被引频次的论文占比方面均处于绝对优势,领先于其他国家,表明其发表的文章在世界范围内处于标杆地位;从被引用论文占所有论文的比例来看,加拿大的被引用论文占所有发文的比例最高,表明其所发表的文章均具有一定的影响力。

3)从事深水油气资源研究的主要机构中加利福尼亚大学发文最多,其次为路易斯安那州立大学、美国地质调查局、法国海洋开发研究院、美国国家海

洋大气局等机构。其中加利福尼亚大学在影响力方面也是远强于其他机构。中国科学院的发文量排名在全球第7位,在近三年发文所占的比例中占据优势,表明中科院响应国家号召也已加强深水油气资源的研究。加利福尼亚大学、美国地质调查局、美国国家海洋大气局、伍兹霍尔海洋研究所、德州A&M大学及德克萨斯大学系统的篇均被引次数均在篇均被引频次的均值之上,表明这些机构在深水油气资源研究领域发文的影响力较其他各机构要大。而且这些从事深水油气资源研究的主要机构间合作极为密切,尤其是加利福尼亚大学、美国国家海洋大气局。

4)基于深水油气资源研究的关键词词频统计及表5为近三年出现的关键词情况显示:碳氢化合物、沉积物、天然气水合物、石油泄漏、墨西哥湾等是出现频次最高的关键词;而最近三年文章中关键词的变化则显示深水油气资源的勘探开发更加注重环境保护,即在深水盆地以及深水地区的漏油事件造成的环境污染研究。在研究文献中出现的关键词总量呈现明显的增长趋势变化。尤其是2010年之后深水油气相关的研究中关键词呈现明显的直线上升趋势,表明2010年之后,各国在深水油气资源研究方面有大的资金投入,支持科研人员开展深水油气资源研究。关键词的分析也表明在深水油气资源领域,起步较早的研究是对深水中沉积物、生物累计度及毒理性的研究;进入2010年之后研究较多的为深水中碳水化合物、海面溢油及深水漏油事件等相关的环境研究。

参考文献

- [1]何家雄,夏斌,施小斌,等.世界深水油气勘探进展与南海深水油气勘探前景[J].天然地球科学,2006,17(6):747-806.
- [2]吕建中,郭晓霞,杨金华.深水油气勘探开发技术发展现状与趋势[J].石油钻采工艺,2015,37(1):14-18.
- [3]RICHARD R V. Offshore a advances & innovations[J]. World Oil, 2013(7):36-50.
- [4]WIDE P, NORMARK W R, CHASE T E. Channel sands and petroleum potential of Monterey deep-sea fan, California[J]. American Association of Petroleum Geologists (AAPG), 1978, 100(7):967-983.
- [5]LAMWANI S M. Bibliometrics: Its theoretical foundations, methods and applications[J]. Libri-International Journal of Libraries and Information Services, 1981, 31(4):294-315.
- [6]邱均平,段宇锋,陈敬全,等.我国文献计量学发展的回顾与展望[J].科学学研究,2003,21(2):143-148.
- [7]张波,王金平.微藻生物柴油研究文献计量分析[J].世界科技研究与发展,2015,37(3):264-270.

- [8]王金平,高峰,张志强,等.国际水资源研究发展状况文献计量分析[J].世界科技研究与发展,2011,33(2):354-360.
- [9]陈宝明,彭少麟,吴秀平,等.近20年来外来生物入侵危害与风险评估研究的文献计量分析[J].生态学报,2016,36(20):1-8.
- [10]董吉宝,李红兵,陈怡平,等.季风研究文献计量分析报告[J].地球环境学报,2014,5(3):227-234.
- [11]冯浩然,方曙.Thomson Data Analyzer在机构专利情报分析中的应用研究[J].情报科学,2008,26(12):1833-1843.
- [12]史静,肖仙桃,王鑫.2000~2014年国外部分地质调查机构科研态势分析——基于文献计量学方法研究[J].地质学报,2015,89(12):2433-2442.
- [13]徐媛媛,朱庆华.社会网络分析法在引文分析中的实证研究[J].图书馆工作与研究,2008,31(2):185-188.
- [14]邓君,马晓君,毕强.社会网络分析工具 Ucinet 和 Gephi 的比较研究[J].情报理论与实践,2014,37(8):133-138.
- [15]尹相旭,张更平,李晓菲.基于关键词统计的情报学研究现状分析[J].情报杂志,2009,28(11):1-4.
- [16]曾钰.由引文和关键词看我国近5年遥感研究进展[J].测绘科学,2016,41(4):177-183.
- [17]蒋永新,詹华清.基于共现关键词统计的图书馆学情报学学科研究趋势分析[J].图书情报工作,2008,52(9):28-31.
- [18]赵宴强,李印洁,吴跃伟,等.基于文献计量和关键词的锂离子电池正极材料研究进展[J].材料导报,2014,28(2):140-145.