

【简讯与热点】

国际天然气水合物研究态势文献计量分析与启示

卢小莉, 吕鹏, 向锂, 洪敬兰, 蔡秀华, 张孟伯, 柴新夏, 李璐

(中国地质图书馆, 中国地质调查局地质文献中心, 北京 100083)

Bibliometric analysis and inspiration of international research situation of natural gas hydrate

LU Xiaoli, LÜ Peng, XIANG Li, HONG Jinglan, CAI Xiuhua, ZHANG Mengbo, CHAI Xinxia, LI Lu

(National Geological library of China, Geoscience Documentation Centers, China Geological Survey, Beijing 100083, China)

天然气水合物是指天然气和水在高压低温条件下形成的类冰状结晶物质, 是一种新型潜在能源, 主要分布于深海沉积物或陆域的永久冻土中。相关研究表明全球约 90% 的海洋和 27% 的陆地中含有天然气水合物, 资源密度高, 全球分布广泛, 且其含有的甲烷是一种非常清洁的能源, 具有极高的资源价值。所以对天然气水合物的研究成为油气工业界长期研究热点, 其成果也呈现出快速增长的态势。

本文数据来源于科睿唯安的 Web of Science 数据库, 其由 2 万多种期刊构成。依托该数据库, 检索出 2014—2023 年国际天然气水合物研究论文 9490 篇。并运用文献计量学方法, 进一步量化分析国际天然气水合物研究态势, 包括论文增长趋势, 论文数量国际对比、论文领域和期刊分布、高产机构、论文被引情况和研究主题分布等。研究结果有助于系统地了解国际天然气水合物的整体研究态势, 为指引相关研究的开展提供支撑。

1 论文增长趋势与类型

2014—2023 年国际天然气水合物研究论文数量增长很快, 2014 年全球共有论文 677 篇, 2019 年突破 1000 篇达到 1018 篇, 而到 2023 年已经增长到 1208 篇。10 年间论文增长 1.78 倍, 平均每年增长 5.96%, 具体增长趋势如图 1 所示。文章类型主要是学术论文, 共 8202 篇, 占比 86.43%。

2 论文数量国际对比

从天然气水合物发表论文最多的前 20 名国家和地区统计分析, 发文数量最多的国家依次是中国

3969 篇, 美国 1486 篇, 日本 760 篇, 俄罗斯 722 篇(图 2)。进一步分析论文总数前 5 个国家, 发表论文增长最快的是中国(图 3)。这与中国近年来加大天然气水合物研究和调查方面的投入密切相关。

3 论文领域与期刊分布

天然气水合物的研究是一门交叉科学, 涉及到多个领域, 本文依据论文刊发期刊所属的学科领域, 对 9490 篇天然气水合物论文的学科领域分布进行分析。结果表明: 9490 篇分布在 121 个学科领域中, 其中论文数大于 10 篇的学科领域有 67 个, 论文数最多的前 20 个学科领域名称见表 1。不同国家的学科分布特色较为明显, 中国和俄罗斯的研究领域主要集中在能源与燃料领域, 美国、日本和印度的研究领域主要集中在工程与化学领域, 德国的研究论文主要集中在地球科学与交叉科学两个领域。

为了解国际天然气水合物研究论文主要发表在哪些期刊上, 表 2 列出了发表数量前 20 名的期

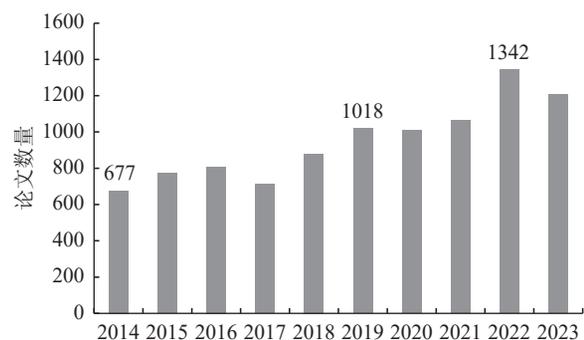


图 1 2014—2023 年国际天然气水合物论文增长情况

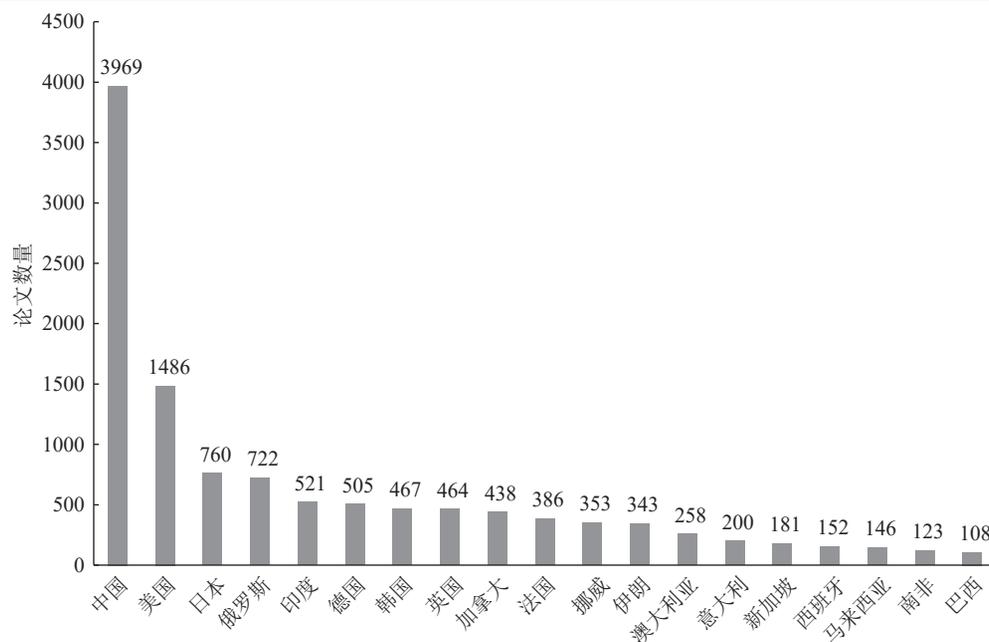


图2 2014—2023年国际天然气水合物发文前20个国家或地区

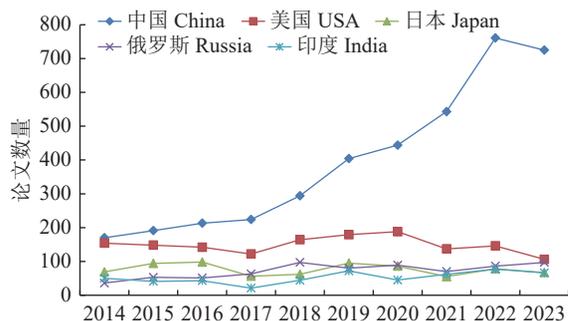


图3 国际天然气水合物发文前5个国家或地区论文增长对比

刊信息及载文数量。这20种期刊占到了全部期刊载文量的43.96%。其中载文量最多的是《Energy & Fuels》(544篇)和《Journal of Natural Gas Science and Engineering》(429篇)期刊。

4 高产机构分析

通过对论文高产机构进行分析,国际上发表论文最多的前20位机构见表3,并将第一作者和通讯作者的论文数归为主要作者论文数一并进行统计。

表1 2014—2023年国际天然气水合物论文学科领域分布情况

序号	领域名称	中文学科名称	论文数	占比
1	Engineering, Chemical	化学工程	3061	17.45%
2	Energy & Fuels	能源与燃料	2987	17.03%
3	Chemistry, Physical	物理化学	1315	7.50%
4	Geosciences, Multidisciplinary	地球科学, 综合学科	1249	7.12%
5	Thermodynamics	热力学	1033	5.89%
6	Chemistry, Multidisciplinary	化学, 综合学科	853	4.86%
7	Geochemistry & Geophysics	地球化学与地球物理	642	3.66%
8	Physics, Atomic, Molecular & Chemical	原子、分子与化学物理	514	2.93%
9	Materials Science, Multidisciplinary	材料科学, 综合学科	506	2.88%
10	Oceanography	海洋学	464	2.64%
11	Engineering, Petroleum	石油工程	457	2.60%
12	Engineering, Environmental	环境工程	328	1.87%
13	Environmental Sciences	环境科学	280	1.60%
14	Mechanics	力学	250	1.42%
15	Nanoscience & Nanotechnology	纳米科学与纳米技术	235	1.34%
16	Engineering, Mechanical	机械工程	228	1.30%
17	Engineering, Geological	地质工程	208	1.19%
18	Physics, Applied	应用物理学	204	1.16%
19	Engineering, Ocean	海洋工程	203	1.16%
20	Multidisciplinary Sciences	综合学科科学	199	1.13%

表 2 2014—2023 年国际天然气水合物论定期刊分布情况

序号	期刊名称	论文数总数	占比
1	Energy & Fuels	544	5.73%
2	Journal of Natural Gas Science and Engineering	429	4.52%
3	Marine and Petroleum Geology	365	3.85%
4	Fuel	329	3.47%
5	Energy	290	3.06%
6	Energies	256	2.70%
7	Fluid Phase Equilibria	193	2.03%
8	Journal of Chemical and Engineering Data	188	1.98%
9	Chemical Engineering Journal	187	1.97%
10	Applied Energy	177	1.87%
11	Chemical Engineering Science	160	1.69%
12	Journal of Physical Chemistry c	155	1.63%
13	Journal of Molecular Liquids	144	1.52%
14	Journal of Petroleum Science and Engineering	143	1.51%
15	Journal of Chemical Thermodynamics	117	1.23%
16	Journal of Chemical Physics	116	1.22%
17	Industrial & Engineering Chemistry Research	101	1.06%
18	Journal of Geophysical Research-solid Earth	95	1.00%
19	Physical Chemistry Chemical Physics	94	0.99%
20	Energy Procedia	89	0.94%
总计		4172	43.96%

表 3 2014—2023 年国际天然气水合物论文机构分布情况

序号	机构	国家/地区	论文总数	主要作者论文数
1	中国科学院	中国	868	679
2	大连理工大学	中国	490	452
3	中国石油大学(北京)	中国	449	358
4	中国石油大学(华东)	中国	373	323
5	中国地质大学	中国	326	236
6	中国科学院大学	中国	317	63
7	俄罗斯科学院	俄罗斯	304	254
8	国家先进工业科学技术研究所	日本	255	146
9	广州海洋地质调查局	中国	222	87
10	科罗拉多矿业学院	美国	212	156
11	青岛海洋科学与技术国家实验室	中国	201	94
12	中国地质调查局	中国	174	86
13	新加坡国立大学	新加坡	173	143
14	广东省新能源与可再生能源研究重点实验室	中国	170	78
15	西南石油大学	中国	164	136
16	自然资源部	中国	150	89
17	青岛海洋地质研究所	中国	142	81
18	吉林大学	中国	139	127
19	新西伯利亚国立大学	俄罗斯	123	68
20	庆应义塾大学	日本	120	91

5 被引情况分析

在 9490 篇国际天然气水合物论文中, 被引次数为 0 的论文共有 994 篇(2024 年 5 月 1 日检索数据), 占论文总数的 10.47%; 被引次数小于等于 3 的论文共有 2737 篇, 占总数的 28.84%。被引总体情况表明国际天然气水合物论文的影响力有待于进

一步提高。9490 篇论文的具体被引用情况如表 4 所示。其中, 被引次数最多的是新加坡国立大学 Chong Z 于 2016 年发表在《Applied Energy》上的综述论文, 被引用 1270 次。

6 研究主题分析

通过对论文中列出的关键词进行分析, 可以有助于梳理国际天然气水合物的研究主题和热点。表 5 列出了国际天然气水合物论文中最频繁使用的前 10 个关键词, 最为广泛的主题是: 减压、动力学、南海、二氧化碳和数值模拟等; 增长速度最快的关键词是减压和数值模拟。

7 启示

中国是天然气水合物研究的主要国家之一, 中国地质调查局是全球唯一在对海底天然气水合物进行试采的机构。中国地质调查局大量的天然气水合物文章发表在中文科技期刊上, 这些文章并没有被 SCI(Wos)数据库收录。为了进一步梳理中国地质调查局在天然气水合物方面的研究进展, 用中国知网(CNKI)数据库以中国地质调查局+水合物/可燃冰查询是 419 篇, 加上在 Web of Science 数据

表 4 2014—2023 年国际天然气水合物论文被引情况

被引频次	论文数	占比	累积论文数	累积占比
0	994	10.47%	994	10.47%
1	687	7.24%	1681	17.71%
2	591	6.23%	2272	23.94%
3	465	4.90%	2737	28.84%
4	438	4.62%	3175	33.46%
5	398	4.19%	3573	37.65%
6	375	3.95%	3948	41.60%
7	325	3.42%	4273	45.03%
8	293	3.09%	4566	48.11%
9	297	3.13%	4863	51.24%
10	258	2.72%	5121	53.96%
>10	4369	46.04%	9490	100.00%

表 5 2014—2023 年国际天然气水合物论文研究主题分布情况

序号	关键词名称	中文名称	总计
1	Depressurization	减压	269
2	Kinetic	动力学	198
3	South China Sea	南海	177
4	Carbon Dioxide	二氧化碳	172
5	Numerical Simulation	数值模拟	161
6	Induction Time	诱导时间	130
7	Flow Assurance	流动保证	125
8	Dissociation	解离	123
9	Hydrate Formation	水合物形成	121
10	Hydrate Dissociation	水合物解离	116

库的 174 篇,共 593 篇。中国地质调查局在《China Geology》上发表的南海水合物首次试采论文被引用 803 次(Google 学术被引次数 873 次),全球排第二。从论文数量和引用角度来分析,中国地质调查局发表论文最多的前 10 名见表 6,引用最高的前

10 名见表 7。

从以上分析来看,中国地调局的专家应加大力度在 Web of Science 数据库收录期刊上多发表文章,全面提升中国地质调查局科技成果的学术影响力和知名度,助力世界一流地调局的建设。

表 6 中国地质调查局发表文章最多的前 10 名专家

序号	姓名	机构	论文数量(仅算第一作者)		
			CNKI数据库	Wos数据库	合计
1	李彦龙	中国地质调查局青岛海洋地质研究所	13	16	29
2	吴能友	中国地质调查局青岛海洋地质研究所	14	3	17
3	张伟	中国地质调查局广州海洋地质调查局	9	5	14
4	卜庆涛	中国地质调查局青岛海洋地质研究所	3	4	7
5	尉建功	中国地质调查局广州海洋地质调查局	3	4	7
6	赖洪飞	中国地质调查局广州海洋地质调查局	1	5	6
7	陆程	中国地质调查局广州海洋地质调查局	1	5	6
8	邓炜	中国地质调查局广州海洋地质调查局	3	3	6
9	秦绪文	中国地质调查局基础调查部	1	4	5
10	张永超	中国地质调查局青岛海洋地质研究所	2	2	4

表 7 中国地质调查局发表文章引用最多的前 10 名专家

序号	姓名	机构	引用次数(仅算第一作者)		
			CNKI数据库	Wos数据库	合计
1	李金发	中国地质调查局	7	803	810
2	李彦龙	中国地质调查局青岛海洋地质研究所	151	577	728
3	吴能友	中国地质调查局青岛海洋地质研究所	475	234	709
4	张伟	中国地质调查局广州海洋地质调查局	82	280	362
5	张光学	中国地质调查局青岛海洋地质研究所	131	189	320
6	梁金强	中国地质调查局天然气水合物工程技术中心	196	110	306
7	秦绪文	中国地质调查局基础调查部	9	268	277
8	尉建功	中国地质调查局广州海洋地质调查局	14	201	215
9	赖洪飞	中国地质调查局广州海洋地质调查局	100	75	175
10	沙志彬	中国地质调查局广州海洋地质调查局	24	136	160