李雷明,葛飞,王建萍,等.基于文献计量的盐湖研究进展及前沿态势分析[J].盐湖研究,2024,32(2):80-89.
Li L M, Ge F, Wang J P, et al. Development trends and Advances of Salt Lake Research on Bibliometric Analysis[J]. Journal of Salt Lake Research, 2024,32(2):80-89.
DOI:10.12119/j.yhyj.202402011

基于文献计量的盐湖研究进展及前沿态势分析

李雷明[1],葛 飞[1*],王建萍[1],陈文娟[2],王毓菁[3]

(1.中国科学院青海盐湖研究所,中国科学院盐湖资源综合高效利用重点实验室,青海 西宁 810008;
2.中国科学院西北生态环境资源研究院 甘肃兰州 730013;3.中国科学院南京地理与湖泊研究所,湖泊与环境国家重点实验室,江苏 南京 210008)

摘 要:基于web of science和知网数据源,利用Derwent Data Analyzer,VOSvievwer和Incites对1960—2022年盐湖相关文献进行计量分析,以深入了解国际和国内盐湖研究进展和发展趋势。分析得出近60多年盐湖研究发文量整体上呈先稳定后增加的趋势;盐湖相关研究国际发文数量最高的期刊是*International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*,国内发文量最高的期刊是《盐湖研究》。美国和中国是盐湖研究的核心力量,两者的总发文量、总引频次和高被引论文数均居前2位。盐湖研究领域发文量最高的机构是中国科学院,其隶属单位青海盐湖研究所发文量占比最高。国际文献作者前15位中8位来自中国。国际和国内研究热点演进分析得出今后盐湖资源的分离和提取将得到持续关注,高被引文章分析说明近年来盐湖研究关注最多的为盐湖资源的分离提取,尤其是锂资源。整体而言,有关盐湖研究还在不断拓展和延伸,未来我国应在文章质量、研究方向布局和影响力上继续提升,发挥国内盐湖研究的对外影响力。

关键词:盐湖;文献计量;Derwent Data Analyzer;VOSvievwer;Incites;研究趋势
中图分类号:G255.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-858X(2024)02-0080-10

盐湖通常是指湖水矿化度或者含盐量达到或超过50 g/L的湖泊,也包括由含盐沉积与晶间卤水组成、表面卤水干涸的干盐湖。盐湖自然资源丰富,根据盐湖资源赋存形态和资源种类划分为四大类,包括盐湖卤水资源、盐湖盐类沉积资源、盐湖旅游资源和盐湖生物资源[1]。目前从盐湖中大量开采的资源是农业、化工、冶金等领域重要的原料,盐湖中还赋存着具有工业意义的铷、铯、钨、锶、铀以及生物资源等,由于我国盐湖资源丰富,所以对盐湖资源的开发和利用是我国目前不断探索的重要内容之一[2-4]。

在过去的几十年间,盐湖相关基础理论和实践方面成绩显著,盐湖相关产业在盐湖资源丰富的国家得到了大力发展,例如中国和南美洲多个国家[3-5]。盐湖在实际开展的相关研究过程中,主要集中在盐湖古气候和古环境、盐湖沉积以及相应的矿产资源等领域,并且在相应资源开发与运用技术、盐湖生态环境以及相应生物资源等方面取得了一定的成果[6-9]。目前,研究人员对盐湖不同研究方向进行了大量有价值的研究和综述,研究内容主要围绕盐湖资源分布和提取技术等方面[10-13]。然而,目前还缺乏定量的研究来系统地分析盐湖研究的相关文献,很难从宏观角度把握盐湖相关研究热点及未来发展趋势。

对科学研究进行定量分析比较有效的方法之一是文献计量学[14,15]。统计指标可定量评价个人、某一领域、某一机构或某一国家的研究产出,提供关于研究现状的有效信息,从而帮助科研人员识别研究领域的研究现状以及开拓新的研究领域[16-19]。本研究将基于Web of Science核心数据库(SCIE)和知网数据库(CNKI),通过文献计量学方法对1960—2022年的盐湖研究主题的研究文献进行定量分析,以期为今后的盐湖研究提供一定的参考。

收稿日期:2022-08-15;**修回日期:**2022-09-02
基金项目:青海省自然科学基金项目(2022-ZJ-982Q);青海省"高端创新人才计划"培养拔尖人才项目(E140WX42)
作者简介:李雷明(1987-),女,博士,主要从事盐湖学科情报分析工作。Email:lileiming@isl.ac.cn。
通讯作者:葛 飞(1981-)男,硕士,主要从事知识产权工作。Email:gefei@isl.ac.cn。

1　数据来源与分析方法

1.1　数据来源

国际文献数据来自于 Web of Science 核心合集 SCIE 数据库,以盐湖相关的英文表述为主题,同时排除不相关文献(检索式太长不做表述),时间范围为 1960 年 1 月 1 日—2022 年 7 月 31 日,检索共得到 7 008 条记录。国内文献是在知网检索关于盐湖相关期刊论文,检索式主题为"盐湖+卤水湖+干盐湖+砂下湖",检索范围为 EI 来源期刊、北大中文核心和中国引文数据库(CSCD),限定范围后最早的文献发表于 1992 年,所以时间范围为 1992—2022 年,共得到 2 215 条记录。

1.2　分析方法

采用文献计量方法,从检索出的文献结果中提取出版年、国家/地区、作者、研究机构和领域中的高被引论文等字段,采用 Microsoft Excel 2016、Derwent Data Analyzer(DDA)和 Incite 对发文趋势、期刊分布情况、国际研究力量分布特征、主要发文机构和学者发文量及合作情况等进行统计分析[20,21]。

文献计量分析中基于网络和图形化的理论对文献数据进行可视化和结构化处理,是对某一学科领域进行宏观分析的有效方法[18,22]。VOSviewer 文献计量软件可以有效展现研究领域的结构、合作、研究现状和热点,并且 VOSviewer 数据提取的准确率高于 Citespace[23],所以本文采用 VOSviewer 进行可视化分析(版本 1.6.18)。

2　结果与分析

2.1　发文趋势分析

图 1 为 1960—2022 年 SCIE 数据库和 1992—2022 年知网数据库中盐湖相关研究期刊论文年度分布图。从图 1(a)中可以看出,SCIE 数据库在 1960 年开始有盐湖相关研究的文章,说明国际上盐湖相关的研究起步较早,1960—1990 年 SCIE 数据库有关盐湖相关的研究论文发表数量相对较少,但是比较稳定,全球发文数量维持在平均 12 篇/年,1991 年至今相关研究的发文量迅速增加,全球的平均增长速度为 208 篇/年。盐湖相关的研究期刊论文目前还在持续稳定地增长。

知网数据库收录(包括 EI、北大中文核心和 CSCD 数据库)的盐湖研究相关论文年度分布情况见图 1(b)。由图可知,盐湖相关研究从 1992 年开始被 EI、北大中文核心和 CSCD 数据库收录。1992—2022 年,该领域国内发文数量逐步增加,平均增长率为 70 篇/年,从 2004 年开始呈现波浪式增长趋势。

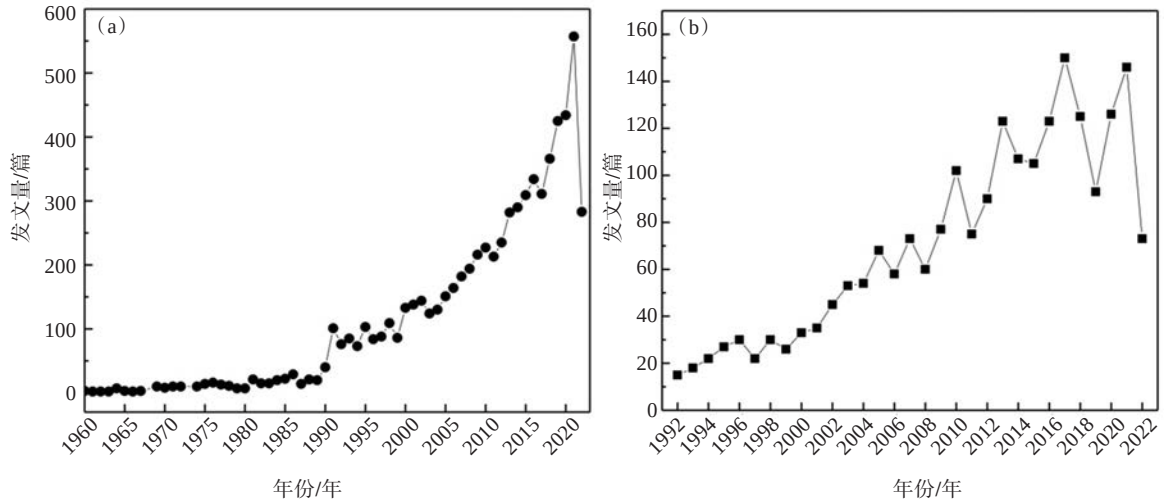

图 1　1960—2022 年 SCIE(a)和知网收录(b)盐湖研究相关论文的年度分布

Fig. 1　The annual trend of published salt lake research papers of SCIE and CNKI from 1960 to 2022

2.2　期刊分布情况

在 1960—2022 年间检索到盐湖相关研究的 7 008 篇文献中,全球盐湖相关研究发文量前 10 的期刊总发文共计 1 433 篇,占总文献量的 20.45%,10 种期刊的平均影响因子 4.577(表 1)。其中,荷兰期刊 *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 发文量最大,共计 223 篇,占总发文量

表1 国际和国内盐湖相关研究领域刊发论文排名前10的期刊

Table 1 Top 10 journals of world and Chinese published papers on salt lake research

国际期刊对比						国内期刊对比			
排名	期刊	发文量/篇	影响因子（2021）	期刊引用指标（2021）	所属国家	排名	期刊	发文量/篇	综合影响因子（2021）
1	International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology	223	2.689	0.55	英国	1	盐湖研究	303	0.566
2	Hydrobiologia	132	2.822	0.92	荷兰	2	化工矿物与加工	168	0.62
3	Sedimentary Geology	121	3.329	1.39	荷兰	3	无机盐工业	160	0.705
4	Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology	109	3.565	1.14	荷兰	4	地质学报	87	2.611
5	Sedimentology	101	3.810	1.74	英国	5	矿床地质	59	2.323
6	Carbonates and Evaporites	80	1.492	0.58	美国	6	地球学报	47	1.887
7	Geochimica et Cosmochimica acta	74	5.921	1.69	美国	7	海湖盐与化工	44	0.305
8	Chemical Geology	73	4.685	1.25	荷兰	8	科技导报	38	0.87
9	Journal of Hydrology	69	6.708	1.60	荷兰	9	沉积学报	38	1.652
10	Desalination	64	11.211	2.02	荷兰	10	微生物学报	27	1.07

表2 SCIE数据库盐湖研究发文量前15名国家（1960—2022年）

Table 2 Top 15 countries of published salt lake research papers in SCIE data resource from 1960 to 2022

排名	国家	发文量	被引频次	国际合作论文	国内合作论文	引文影响力	高被引论文	相对于全球平均水平的影响力	排名前1%	排名前10%
1	美国	2197	68554	776	634	31.20	7	1.385	27	263
2	中国	1451	23981	375	664	16.53	4	0.733	16	161
3	德国	566	16804	418	55	29.69	2	1.317	7	71
4	澳大利亚	522	15431	221	110	29.56	1	1.312	5	68
5	英国	465	16380	340	40	35.23	2	1.563	10	73
6	西班牙	431	10079	263	74	23.39	1	1.038	2	29
7	法国	352	11917	280	46	33.86	1	1.502	4	49
8	伊朗	298	4109	138	75	13.79	0	0.612	2	33
9	智利	288	5704	183	52	19.81	0	0.879	0	30
10	俄罗斯	274	3059	105	74	11.16	0	0.495	2	12
11	加拿大	257	7533	171	23	29.31	2	1.301	4	27
12	意大利	181	5673	133	21	31.34	2	1.391	4	21
13	荷兰	170	6359	138	16	37.41	2	1.660	4	33
14	日本	140	2934	85	20	20.96	0	0.930	1	11
15	瑞士	113	4458	93	2	39.45	0	1.750	2	24
16	以色列	107	5003	56	14	46.76	0	2.075	1	15

的3.18%，该期刊2021年影响因子为2.689。“期刊引用指数”（JCI）是科睿唯安在2021版期刊引用报告（JCR）中新增的一个指标，适用于Web of Science数据库中所有期刊。与影响因子相比，引用指数扩大了统计范围，提高不同学科领域的可比较性，当JCI大于1.0时，表明期刊已超过平均引用水平，小于1.0则表明未达到平均引用水平。该期刊2021年的期刊引用指标为0.55，说明该期刊未达到平均引用水平。影响因子及期刊引用指数最高的期刊是美国的*Desalination*，影响因子和期刊引用指数分别为11.211和2.02，但总发文量较少，仅有64篇。总体来看，收录盐湖相关研究论文排名前10的期刊均来自美国、荷兰和英国，国内未有期刊入榜。

在1992—2022年间检索国内盐湖研究相关文章共计2215篇，国内盐湖相关研究发文量前10的期刊总发文971篇，占全部文献的43.84%，平均影响因子

表3　1960—2022年SCIE和知网盐湖研究发文量前10的研究机构

Table 3　Top 10 institutions of published research papers on salt lake research in SCIE and CNKI data resource from 1960 to 2022

国际机构对比				国内机构对比			
排名	国际机构	文章数/篇	论文占比/%	排名	国内机构	文章数/篇	论文占比/%
1	中国科学院	560	7.99	1	中国科学院青海盐湖研究所	496	22.39
2	欧洲研究型大学联盟	378	5.39	2	中国地质科学院矿产资源研究所	248	11.20
3	犹他州高等教育系统	358	5.11	3	中国科学院大学	210	9.48
4	俄罗斯科学院	232	3.31	4	成都理工大学	76	3.43
5	美国内政部	231	3.30	5	青海大学	75	3.39
6	中国科学院青海盐湖研究所	230	3.28	6	中国地质大学	69	3.12
7	法国国家科学研究中心	226	3.22	7	中国地质大学(北京)	53	2.39
8	犹他大学	203	2.90	8	青海盐湖工业股份有限公司	44	1.99
9	美国地质调查局	202	2.88	9	中南大学	33	1.49
10	法国研究型大学联盟协会	202	2.88	10	天津科技大学	26	1.17

1.26(表1)。其中《盐湖研究》期刊发文量最大,该期刊2021年影响因子为0.566,发文量共计303篇,占总发文量的13.68%。国内影响因子最高的期刊是《地质学报》,影响因子为2.611,总发文量排第四名,为87篇。

2.3　国际研究力量分布特征

通过Incites分析了国家排名前15的发文量、被引频次和国际合作论文等信息(表2)。美国的累计发文数量达到总发文量的31.35%,总被引频次为68 554次,国际合作论文数为776,高被引论文达到7篇,排名前1%和15%的文章数量分别为27篇和263篇,这几项指标均排名第1;盐湖研究检索的所有相关文献影响力的平均值为22.54,美国的引文影响力超过平均值,达到31.20,排名第6。中国总发文数量和被引频次分别达到1 451和23 981,发文量和被引频次仅次于美国;国际合作的论文数量排名第3,为375篇,国内合作的论文为664,排名第1,从数据来看中国盐湖研究国内合作较国外合作更加频繁。但国内引文影响力和相对于全球平均水平的影响力均小于均值,说明国内文章被关注度还有待提高。高被引论文数量、排名前1%和10%的论文均排

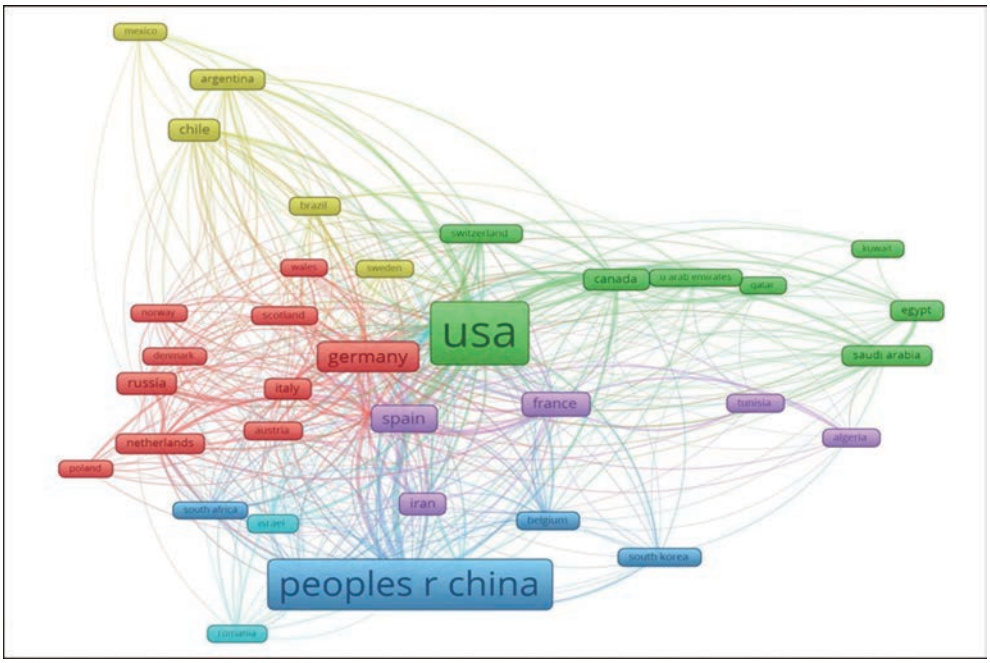

图2　盐湖研究领域发文国家聚类分析(1960—2022年)

Fig. 2　Country-cluster analysis of salt lake research from 1960 to 2022

名第 2,仅次于美国。除了美国和中国,其他国家文章数据均未超过 1 000 篇,但以色列、瑞士、荷兰、英国和法国在引文影响力上超过了美国和中国。

采用 VOSviewer 对发文国家进行聚类分析,结果如图 2 所示。从国家之间聚类分析可以看出,主要构成 6 个聚类簇。点的大小与该国的发文量有关,每个节点代表一个国家。这些簇通过发文国家的国际合作特性进行归类,显示出一定的国际合作模式。美国、加拿大、瑞士、阿联酋、卡塔尔、科威特、埃及和沙特阿拉伯构成聚类簇 1;中国、比利时、韩国和南非构成聚类簇 2;德国、威尔士、苏格兰、挪威、丹麦、俄罗斯、波兰、新西兰、澳大利亚和意大利构成聚类簇 3;西班牙、伊朗、法国、坦桑尼亚和阿尔及利亚构成聚类簇 4;瑞典、巴西、智利、阿根廷和墨西哥为聚类簇 5;以色列和罗马尼亚为聚类簇 6。中国、美国和德国的中心性表现突出、连接强度高,表明上述国家在盐湖研究领域的国际合作力度强、国际地位较高。

2.4 主要发文机构

本文使用 DDA 分析软件排列 web of science 核心合集国际和国内 1960—2022 年盐湖研究领域发文量前 10 名机构(表 3)。仅从发文量方面来看,以盐湖研究为主题词的文献发文量最多的机构是中国科学院,文章数为 560 篇,占此领域发文总量的 7.99%;发文量排名第 2 ~ 5 位分别是欧洲研究型大学联盟、尤他高等教育系统、俄罗斯科学院和美国内政部,发文频次范围为 231 ~ 378 次,前 5 名国际机构均为各个国家的大型研究机构。排名第 6 的为中国科学院下属研究机构青海盐湖研究所,排名第一的中国科学院发文中有 40% 以上的文章来自青海盐湖研究所。通过表 3 可以发现,前十名机构发文量中中国科学院遥遥领先,其他机构均相差较小,从地区分布来看,来自美国的机构最多,有 4 个,中国和法国机构各 2 个,欧洲 1 个,俄罗斯 1 个。同时,运用可视化图谱软件对发文量大于 20 篇的机构构造出盐湖研究领域高产机构的可视化图谱(图 3),此图中有 110 个机构达到发文量要求,从图中可以看出机构之间联系相对密切,节点最大的就是发文量最多的机构中国科学院。结果表明,在盐湖研究领域,中国研究机构显著领先,尤其是中国科学院,并且隶属于中国科学院的青海盐湖研究所的发文量贡献最大,同时其他机构之间不存在较大的差距,各个研究机构仍然需要加强合作,促进盐湖相关研究持续高效发展。

本文同时分析知网数据库在 1992—2022 年间盐湖研究领域发文量国内前 10 名机构(表 3)。从发文频次看,中国科学院青海盐湖研究所的发文量为 496 篇,为排名第二的中国地质科学院矿产资源研究所发文量的 2 倍。中国科学院大学发文量 210 篇,其

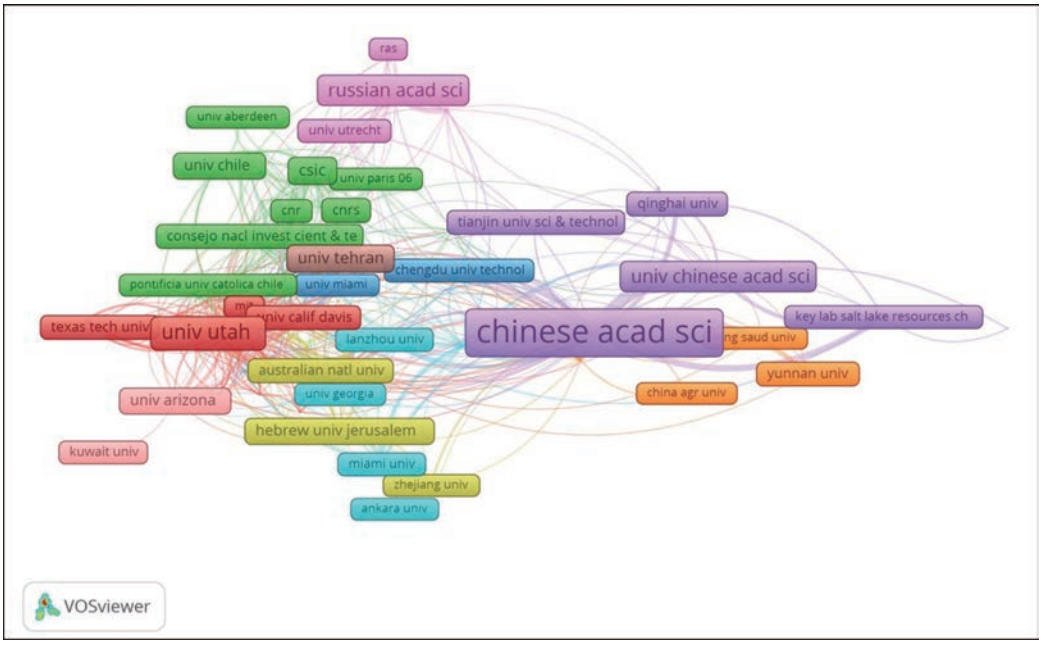

图 3 1960—2022 年盐湖研究领域国际机构聚类分析

Fig. 3 Institution-cluster analysis of salt lake research from 1960 to 2022

中大部分均来自中国科学院青海盐湖研究所，排名第四至第十的机构发文量均在100篇以下。从国内机构发文量来看，中国科学院青海盐湖研究所在盐湖领域的研究占绝对优势。

2.5　学者发文量及合作情况

通过对检索得到的国际和国内文献进行文献计量学分析，得出排名前15的作者主要来自伊朗、西班牙、中国、智利、德国、美国和俄罗斯，其中8位来自中国，并且有2名研究人员来自中国科学院青海盐湖研究所；2名来自伊朗，并且均属于德黑兰大学；来自西班牙、智利、德国、美国和俄罗斯的作者各1位。发文量最多的作者来自伊朗德黑兰大学的Amoozegar, Mohammad Ali，排名第二是西班牙塞利维亚大学的Ventosa, Antonio，主要研究内容为盐湖微生物，这两位学者联系合作较为密切，研究领域高度一致。来自西班牙、智利、德国、美国和俄罗斯的作者，以及来自中国云南大学的作者研究领域也是盐湖微生物。来自天津科技大学、中国科学院青海盐湖研究所和华东理工大学的作者研究领域涉及盐湖化学化工和盐湖地质。通过作者聚类分析可以看出，国际学者之间的合作相对较少，合作情况仍需改善。Amoozegar, Mohammad Ali 和 Li Wen-jun 与其他作者的连线较多，并且Amoozegar, Mohammad Ali等学者构成的作者合作网络规模最大的，此网络的文献产出之和最多。国内排名前15名作者主要来自中国地质科学院矿产资源研究院（8位）和中国科学院青海盐湖研究所（6位），来自南京航空航天大学一位。国内作者联系相对于国外的联系较强，说明国内的合作较为密切。

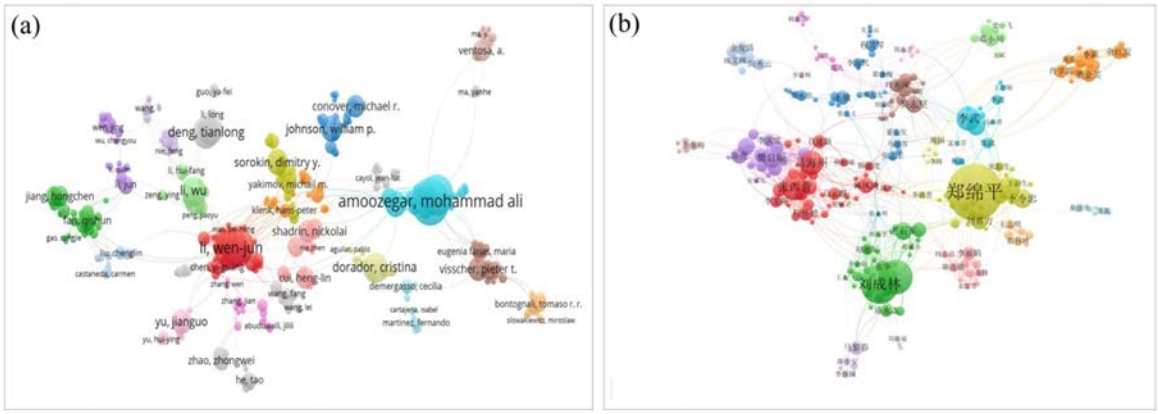

图4　国际(a)和国内(b)盐湖研究作者聚类分析

Fig. 4　Author-cluster analysis of salt lake research in the world (a) and China (b)

2.6　研究热点演进分析

统计1960—2022年间国际和国内盐湖研究论文中的关键词，表4列出出现次数前15位的关键词。可以看出，盐湖研究内容国际和国内有相似也有不同，国际盐湖研究偏重生态环境相关的研究，国内的盐湖研究则侧重盐湖资源利用。为了探索盐湖研究的研究重点，同时对web of science和知网检索结果进行关键词共现及时间叠加可视化分析，其中web of science中挑选关键词词频超过20次共计497个关键词进行分析，知网数据库选取关键词词频超过10次共计169个进行分析（图5）。不同颜色对应关键词平均出现的年份，节点大小代表关键词出现频次多少，颜色越黄表明研究热点出现的时间越晚。

关键词的出现时间可在一定程度上反映研究热点的演进路径。如图5(a)所示，国际文献中关键词超过20频次的文章从2010年开始才出现，国际文献中关于盐湖研究由“沉积物”、“蒸发”、“石膏”和“层序地层学”等逐渐转向“演化”、“水资源”、“盐度”、“盐湖”、“多样性”以及盐湖微生物分类等领域，最近研究热点集中在“盐湖卤水”和“提取”等盐湖资源开发利用等方面的研究。国内文献中关键词超过10频次的文章从2008年开始才出现图5(b)，国内关于盐湖研究相关的文献发展与国外的演进路径有所不同，国内文献主要的关注重点一直是“盐湖资源”，早期关键词还涉及“硫酸钾”和“氯化钾”等与钾资源相关的研究内容，主要的研究对象是盐湖资源比较丰富的柴达木盆地，到研究阶段的中期研究主题主要以“盐湖”、“盐湖卤水”和“卤水”等相对宽泛的关键词为主，同时盐湖与其他学科交叉进行研究的内容

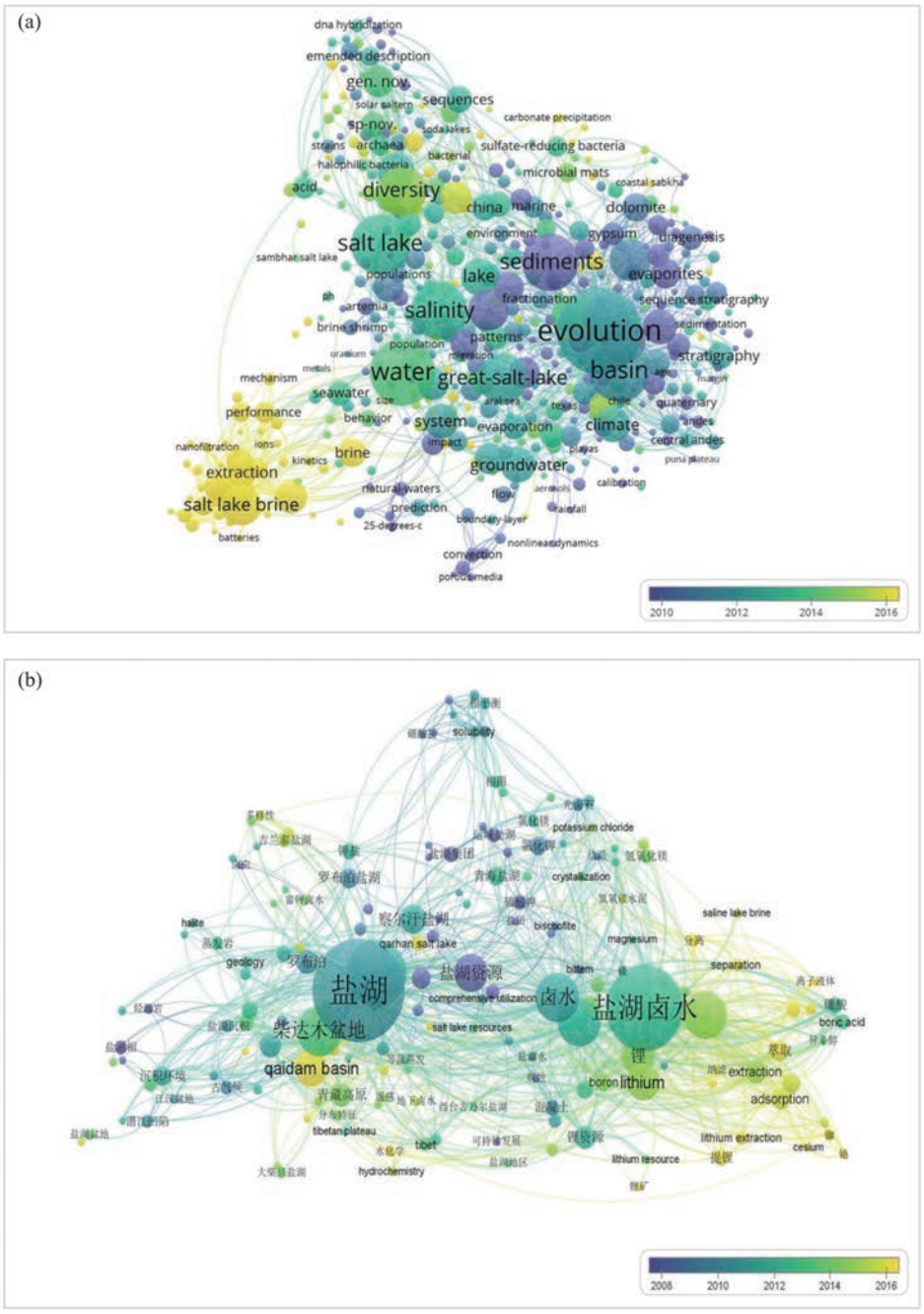

图 5 国际(a)和国内(b)盐湖研究关键词共现网络及热点演进分析(1960—2022 年)

Fig. 5 The keywords co-occurrence network and hotpots evolution for salt lake research in the world (a) and China (b) from 1960 to 2022

也逐渐兴起,数量较多但体量较小。最近盐湖的研究热点为“锂”、“提取”、“提锂”、“硼”等与资源分离提取相关的内容,并且“铷”和“铯”等稀散元素也逐渐成为盐湖资源提取的热点。从国内和国际的演进方向可以看出,盐湖资源的提取将得到持续关注。

2.7 高被引论文分析

高被引论文能够客观反映某学术领域的研究动态和关注热点,表 5 所列为 web of science 中以盐湖主题在 2010—2022 年间排名前 10 的高被引论文。被引频次最高的“Recovery and recycling of lithium:

表4　国际和国内盐湖研究出现频次前15位热点关键词（1960—2022年）

Table 4　Top 15 key words of frequency on salt lake research from 1960 to 2022

排序	国际关键词	出现频次/次	排序	国内关键词	出现频次/次
1	Evolution	487	1	盐湖	275
2	Water	349	2	盐湖卤水	218
3	Basin	323	3	Salt lake	159
4	Salt lake	309	4	柴达木盆地	109
5	Sediments	292	5	卤水	107
6	Salinity	292	6	Brine	103
7	Great-salt-lake	245	7	Salt lake brine	103
8	Diversity	240	8	Qaidam basin	75
9	Geochemistry	229	9	Lithium	73
10	Origin	222	10	锂	73
11	Sabkha	199	11	Saline lake	43
12	Salt lake brine	192	12	extraction	41
13	Bacteria	172	13	萃取	36
14	Lake	170	14	Adsorption	36
15	Precipitation	162	15	硼	29

A review”为韩国学者于2017年所发表[24]。该文章综述了从不同的矿石、粘土、盐水、海水等资源中回收锂,以及通过不同的技术回收电池,讨论了从各种原始资源中回收锂及其通过湿法冶金、火法冶金、化学冶金和生物浸出等不同途径的分离纯化,对不同矿石的化学浸出、生物浸出和浮选回收锂也进行了全面评述。引用说明,近几年关于锂电池回收相关的研究已成为热点。排名第七和第九的文章也来自韩国,研究内容是从乌尤尼盐湖中提取锂资源和锂电池相关内容的综述[25,26],说明韩国研究内容的重点是盐湖资源分离提取。排名第2的高被引论文来自美国,文章详细讨论了锂离子电池经济性方面的进展和挑战,从材料设计到电池和电池组,以适应快速发展的汽车市场,文章提出尽管锂离子电池在汽车市场上被广泛采用,但仍需进一步发展以维持其在竞争对手中的主导地位[27]。排名第3的论文是对锂资源分布的综述(美国),从前3篇高被引论文不难看出,近年来盐湖研究的关注热点主要为盐湖资源的分离提取,尤其是锂资源。来自中国的两篇高被引论文(第4和第5)涉及的内容主要关于青藏高原盐湖生态环境[28,29],国内近十年盐湖资源利用方向未出现高被引论文,其他高被引文章研究内容均为盐湖微生物。结合我国的总发文量,我国的盐湖相关的高被引论文数量、研究方向和影响力还有很大的提升空间,在保证发文数量的同时,仍需要提高发文的质量。

表5　2010—2022年排名前10的国际盐湖相关研究主题高被引论文

Table 5　Top ten highly cited papers in citation frequency on salt lake research from 2010 to 2022

排名	文章题目	第一作者国别	年份	发表期刊	被引次数
1	Recovery and recycling of lithium: A review	韩国	2017	Separation and Purification Technology	591
2	Commercialization of Lithium Battery Technologies for Electric Vehicles	美国	2019	Advanced Energy Materials	440
3	Global lithium resources: Relative importance of pegmatite, brine and other deposits	美国	2012	Ore Geology Reviews	423
4	Geographic distance and pH drive bacterial distribution in alkaline lake sediments across Tibetan Plateau	中国	2012	Environmental Microbiology	367
5	Monitoring lake level changes on the Tibetan Plateau using ICESat altimetry data (2003-2009)	中国	2011	Remote Sensing of Environment	357
6	Carbonate Precipitation through Microbial Activities in Natural environment, and Their Potential in Biotechnology: A Review	加拿大	2016	Frontiers in Bioengineering and Biotechnology	243
7	Recovery of lithium from Uyuni salar brine	韩国	2012	Hydrometallurgy	231
8	Shifts in microbial community structure along an ecological gradient of hypersaline soils and sediments	美国	2010	ISME Journal	221
9	Advance review on the exploitation of the prominent energy-storage element: Lithium. Part I: From mineral and brine resources	韩国	2016	Minerals Engineering	221
10	De novo metagenomic assembly reveals abundant novel major lineage of Archaea in hypersaline microbial communities	美国	2012	ISME Journal	216

注:–代表无法确定国别

3 结 论

本文通过对知网数据库和Web of Science核心合集数据库进行基本检索,以盐湖及相关主题词的相关文献进行文献计量学分析和数据可视化图谱分析,结果表明近六十多年国际盐湖研究领域发文量呈先稳定后快速增加的趋势,国内该领域近30年研究年发文量一直稳定增长,并后期呈现波动式增长的趋势。国际期刊中*International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*和*Hydrobiologia*是盐湖相关研究文章数据量较高的期刊,影响因子及期刊引用指数最高的期刊是美国的*Desalination*,国内期刊中《盐湖研究》和《化工矿物与加工》发文量最高;美国和中国在总发文量、总引频次和高被引论文数等指标上位居前列,综合影响较高。该领域发文量较多的研究机构和大学主要在美国和中国,中国科学院发文量最高,并且中国科学院青海盐湖研究所对中国科学院文章数量的贡献最大。国际文献数量排名前15的作者分别来自伊朗、西班牙、中国、智利、德国、美国和俄罗斯,其中8位来自中国,国内论文数量排名前15的作者主要来自中国地质科学院矿产资源研究院和中国科学院青海盐湖研究所,国内作者合作较国外作者更为紧密。从国际和国内研究热点演进分析得出今后盐湖资源的提取将得到持续关注。对最近12年高被引论文进行分析,结果表明近年来盐湖研究关注热点最高的为盐湖资源的分离提取,尤其是锂资源。从本文的分析来看,我国盐湖研究相关的总发文量占据相对优势,但我国高被引论文数量、研究方向布局和影响力还有待提升,从而提高国内盐湖相关研究的国际影响力。

参考文献

[1] 郑喜玉,张明刚,徐昶,等. 中国盐湖志[M]. 北京:科学出版社,2002.

[2] 张彭熹,张保珍,唐渊,等. 中国盐湖自然资源及其开发利用[M]. 北京:科学出版社,1999.

[3] 马培华. 中国盐湖资源的开发利用与科技问题[J]. 地球科学进展,2000(4):365-375.

[4] 宋彭生,李武,孙柏,等. 盐湖资源开发利用进展[J]. 无机化学学报,2011,27(5):801-815.

[5] 刘佳,葛飞,钟永恒,等. 建设世界级盐湖产业基地的战略思考[J]. 无机盐工业,2022,54(10):30-36.

[6] 郑绵平. 论中国盐湖[J]. 矿床地质,2001(2):181-189,128.

[7] 印象初,印红,周可新,等. 高原盐湖盐藻和卤虫资源的开发和利用[J]. 盐湖研究,2001(1):4-8.

[8] 郑绵平. 中国盐湖资源与生态环境[J]. 地质学报,2010,84(11):1613-1622.

[9] 郑绵平,赵元艺,刘俊英. 第四纪盐湖沉积与古气候[J]. 第四纪研究,1998(4):297-307.

[10] 高春亮,余俊清,闵秀云,等. 全球盐湖卤水锂矿床的分布特征及其控制因素[J]. 盐湖研究,2020,28(4):48-55.

[11] 李庆宽,山发寿,王建萍,等. 青藏高原盐湖战略性钾资源元素含量变化特征及影响因素[J]. 盐湖研究,2022,30(2):79-85.

[12] 马超群,黄海港,何利华. 盐湖提锂知识图谱分析——Citespace可视化分析[J]. 化学工业与工程,2021,38(6):53-64.

[13] ZhangL, LiJ, LiuR, *et al.* Recovery of lithium from salt lake brine with high Na/Li ratio using solvent extraction[J]. Journal of Molecular Liquids,2022,362:119667.

[14] 赵蓉英,许丽敏. 文献计量学发展演进与研究前沿的知识图谱探析[J]. 中国图书馆学报,2010,36(5):60-68.

[15] 安源,张玲. 文献计量学在我国图书情报领域的应用研究进展综述[J]. 图书馆,2014(5):63-68.

[16] 李雷明,苏一帆,李玉婷,等. 伊朗盐湖分布和研究现状[J]. 盐湖研究,2021,29(4):100-110.

[17] 刘明,张莉,王军邦,等. 草地退化及恢复治理的文献计量学分析[J]. 中国草地学报,2020,42(6):91-100.

[18] 郭祥,李瑞祎,张蕊,等. 基于文献计量的生物质气化研究发展态势分析[J]. 环境工程,2022,40(7):232-239,131.

[19] 胡远妹,周俊,刘海龙,等. 基于Web of Science对土壤重金属污染修复研究的计量分析[J]. 土壤学报,2018,55(3):707-720.

[20] 刘雪立. 一个新的引文分析工具——InCites数据库及其文献计量学指标的应用[J]. 中国科技期刊研究,2013,24(2):277-281.

[21] 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):1833-1836,1843.

[22] 侯丽,李亚子. 情报分析方法与情报分析软件的适用性探讨[J]. 情报科学,2014,32(4):114-121.

[23] 宋秀芳,迟培娟. Vosviewer与Citespace应用比较研究[J]. 情报科学,2016,34(7):108-112+146

[24] BasudevSwain. Recovery and recycling of lithium: A review[J]. Separation and Purification Technology, 2017, 172: 388-403.

[25] AnJW, KangD J, TranK T, *et al.* Recovery of lithium from Uyuni salar brine[J]. Hydrometallurgy,2012,117-118:64-70.

[26] ChoubeyPK, KimM, SrivastavaRR, *et al.*Advance review on the exploitation of the prominent energy-storage element: Lithium. Part I: From mineral and brine resources[J]. Minerals Engineering,2016,89:119-137.

[27] Zeng X, Li M, Abd El-Hady, D, *et al.* Commercialization of Lithium Battery Technologies for Electric Vehicles [J]. Advanced Energy Materials,2019,9:1900161.

[28] XiongJB, LiuYQ, LinXG, *et al.* Geographic distance and pH drive bacterial distribution in alkaline lake sediments across Tibetan Plateau[J]. 2012. Environmental Microbiology, 14(9), 2457-2466.

[29] ZhangG, XieH, KangS, *et al.* Monitoring lake level changes on the Tibetan Plateau using ICESat altimetry data (2003-2009)[J]. Remote Sensing of Environment,2011,115(7):1733-1742.

Development trends and Advances of Salt Lake Research on Bibliometric Analysis

LI Leiming[1], GE Fei[1*], WANG Jianping[1], CHEN Wenjuan[2], WANG Yujing[3]

(1. *Key Laboratory of Comprehensive and Highly Efficient Utilization of Salt Lake Resources, Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining*, 810008, *China*; 2. *Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou*, 730000, *China*; 3. *State Key Laboratory of Lake Science and Environment, Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing*, 210008 *China*)

Abstract: Derwen Data Analyzer, Vosviewer, and Incites were used to conduct quantitative analysis on the pertinent salt lake articles from 1960 to 2022 based on data from Web of Science and CNKI, in order to fully comprehend the advancement and development trend of both domestic and international salt lake research. The analysis' findings indicates that during the past more than 60 years, the number of salt lake research publications first remained steady before rising; The periodicals with the most international and local salt lake research are International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology of the the United Kingdom and Journal of Salt Lake Research of China; According to the overall number of articles published, the total frequency of citations, and the number of highly referenced articles, the United States and China are the two main players in salt lake research; The largest number of papers in the field of salt lake research are published by the the Chinese Academy of Sciences and the highest proportion of papers are published by the Qinghai Institute of Salt Lake of Chinese Academy of Sciences; 8 of the top 15 international literary writers are from China; The utilization and separation of salt lake resources will continue to draw attention in the future, according to an evolutionary analysis of research hotspots domestic and outside; In recent years, the separation and extraction of salt lake resources, particularly lithium resources, has received the most attention in research on salt lakes, according to an analysis of highly referenced papers; Overall, research on salt lakes is growing and progressing. The quality, focus, and impact of China's salt lake research should all continue to increase in the coming years, as should the research's ability to influence other countries.

Key words: Salt lake; Bibliometric; Derwent Data Analyzer; VOSvievwer; Incites; Research trends