

熊萍, 刘平, 李桂菊, 等. 专利分析视角下国际深水油气关键技术发展态势[J]. 海洋地质前沿, 2022, 38(9): 1-12.

XIONG Ping, LIU Ping, LI Guiju, et al. Status quo of progress in key technology for international deepwater oil and gas production from the perspective of patent analysis[J]. Marine Geology Frontiers, 2022, 38(9): 1-12.

专利分析视角下国际深水油气关键技术发展态势

熊萍¹, 刘平², 李桂菊¹, 庄文娟³, 张朋⁴

(1 中国科学院武汉文献情报中心, 武汉 430071; 2 中海石油(中国)有限公司湛江分公司, 海口 570000;

3 华北油田勘探开发研究院, 沧州 061000; 4 中国地质大学(武汉)资源学院, 武汉 430074)

摘要:深水油气资源丰富,是近年全球油气勘探热点及增储上产的主力来源。通过专利分析,可视化呈现了国际深水油气关键技术发展态势。结果表明,全球深水油气相关的专利申请数量与深水油气勘探开发历程高度吻合,反映了技术进步是推动深水油气勘探和开发活动的重要内部动力,政府决策和全球油价是影响深水油气发展的外部动力;美国是全球深水油气勘探与开发的主要引领力量,中国深水油气勘探开发技术高速发展,与巴西等深水油气勘探开发活动成熟的国家构成了主要的技术应用国;斯伦贝谢、哈利伯顿以及通用电气等石油巨头专利技术在全球具有明显的优势,在技术领域均有布局且所占比重较大,中国中海油则侧重于钻井技术的研发和布局;未来,深水油气的革新仍将围绕钻探类核心技术展开,其快速形成的技术网络与一些边缘的技术和核心技术之间建立更加紧密的关联,或形成新的技术网络。

关键词:深水油气; 勘探开发; 关键技术; 专利分析

中图分类号:P744.4; N99

文献标识码:A

DOI:10.16028/j.1009-2722.2021.302

0 引言

地球海洋接近 90% 的面积是水深超过 1 000 m 的深海,这些地区的油气资源业已成为全球海洋油气勘探开发和油气增储上产的最重要领域。据统计,约 60% 全球海洋油气资源分布在大陆架浅水区(水深<500 m),其余 40% 分布在大陆坡的深水(水深>500 m)、超深水区(水深>1 500 m)^[1]。21 世纪以来,全球海上油气重大发现的一半均来自深水 and 超深水区,证实了这些地区巨大的油气资源勘探潜力。

深水油气勘探开发大致经历了 3 个阶段的发展历程(图 1):①初始发展阶段(1975—1996 年):

1975 年,美国密西西比峡谷水深约 313 m 处发现了世界上第 1 个深水油田——Cognac 油田,实现了全球深水油气勘探的突破;此后 20 年,人们相继在墨西哥湾、澳大利亚西北陆架、巴西大陆边缘以及北极巴伦支海等地区发现了新的深水大油气田,证实了深水油气资源能够赋存于多种构造背景之下,具有全球分布的特点^[2-6]。②快速发展阶段(1997—2005 年):从 1996 年开始,全球深水地区的勘探活动明显增加,商业钻井数量由第一阶段的约 60 口/年增长至 260 口/年,单井勘探成功率也有了大幅度的提高^[7];在这一阶段,巴西、墨西哥湾、西非安哥拉和尼日利亚深水油气勘探开发获得了重大突破^[8-15],进一步刺激了全球深水油气事业的向前发展。③超深水勘探开发阶段(2006—现今):进入 21 世纪,深水油气勘探开发开始瞄准水深>1 000 m 的超深水地区,并在澳大利亚西北地区、埃及和巴西深水区获得重大突破^[16-19];在这一时期,全球海域超过一半的重大油气发现位于超深水地区,位居全球油气大发现的榜首。目前,安哥拉、巴西、尼日利亚和美国的深水石油产量占全球深水石油产量的 90%^[7-8]。

收稿日期:2021-11-25

资助项目:国家自然科学基金(42002130);中国博士后科学基金(2019M662742)

作者简介:熊萍(1988—),女,博士,助理研究员,主要从事海岸带沉积过程、海洋油气资源勘探和海洋学科发展趋势方面的研究工作。E-mail: xiongpengcug@163.com

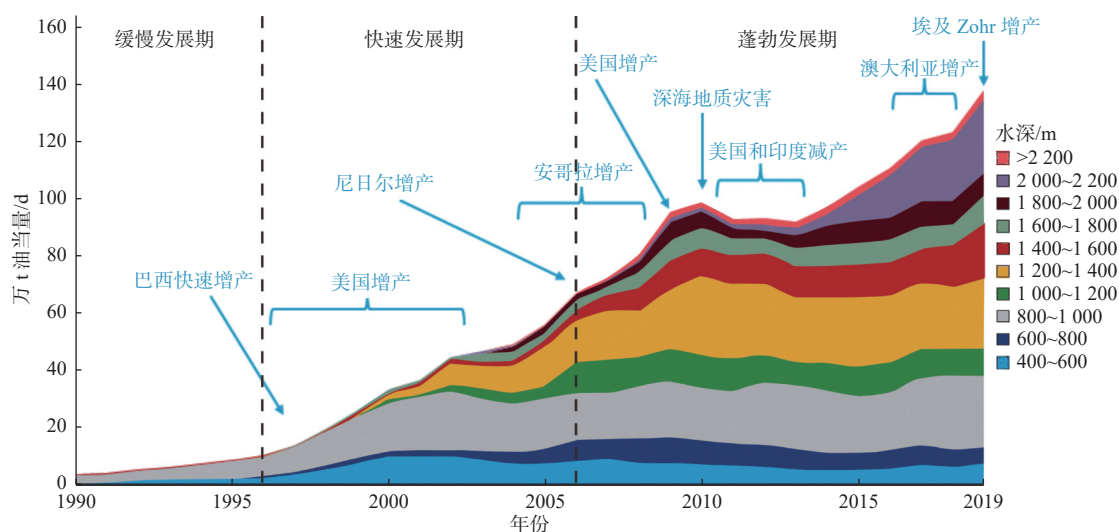


图 1 1990—2019 年世界深水油气产量图 (据伍德麦肯兹)

Fig.1 Deepwater oil and gas production of the world during 1900-2019(accoding to Wood Mackenzie)

中国深水盆地主要发育于南海北部珠江口、琼东南、台西南,南海中南部中建南、万安、曾母、北康、南薇西、礼乐和文莱-沙巴等 15 个盆地,其中南海北部是当前深水油气勘探开发的主要区域。中国深水油气勘探起步较晚但进展迅速,深水油气钻井作业的前期工作始于 2004 年,截至 2018 年底,中国在南海北部先后发现了 14 个大中型深水油气田,累计探明油气地质储量约为 3.9×10^8 t 油当量。其中,荔湾 3-1、陵水 17-2、陵水 25-1 等深水气田,累计天然气探明储量达 $3\,500 \times 10^8$ m³;流花 16-2、流花 20-2 和流花 21-2 等深水油田,累计石油探明储量达 $7\,500 \times 10^4$ t^[1]。为了提高中国深海油气勘探开发能力,启动了“南海深水油气资源勘探开发关键技术和装备”重大项目,在深水油气资源勘探、钻完井、海洋工程和安全保障 3 个方面开展关键技术研究。经过 20 余年技术攻关,中国相继攻克高温、高压、深水领域三大世界级油气勘探开发难题,使中国成为世界上少数系统掌握该领域全套勘探开发技术的国家之一。

深水油气勘探开发的蓬勃发展离不开技术革新和新设备研发,及时回顾与展望它们的发展历程不仅有助于规避未来深水油气勘探开发面临的重大风险挑战,也有利于国内相关企业、高等院校和科研单位瞄准深水油气发展趋势,更好占据技术高地,具有重要的现实意义和科学价值。专利分析 (patent analysis) 是特定领域技术情报分析的重要形式之一,用于跟踪、研究、分析某一领域技术发展趋势、核心技术、技术空白点等,为国内企业和科研机构在该领域的专利布局提供科学依据^[20-21]。目前,

国内已有多位学者针对油气领域专利技术分析进行了报道,如司云波等^[22]对全球油气领域专利信息进行了统计分析,为石油企业技术创新战略的制定提供了参考;黄晨等^[23]在改进手工代码分类的基础上,利用 Derwent Innovation 数据库对中国油气产业进行了专利分布结构分析,对中国油气产业链的专利发展态势进行全面且科学的评估;王林等^[24]从专利视角详细探究了天然气水合物领域的技术发展路线与创新态势;史政等^[25]通过专利分析对全球页岩气勘探技术现状进行了分析。21 世纪以来,深水油气勘探开发及其关联的核心技术显现出蓬勃发展的趋势,但尚未见到基于专利分析进行的详细研究。本文通过专利信息的可视化呈现和综合利用,对国际深水油气勘探开发关键技术专利历年申请状况、具有影响力的专利发明国家、专利领域等进行详细分析,并运用文献信息进行佐证和研究,从而呈现深水油气相关联的专利发展态势,推动深水油气勘探开发相关领域科技布局,为中国深水油气勘探开发关键技术的未来发展提供科学参考。

1 数据来源与研究方法

分析数据来源来自于 Derwent Innovations Index (简称 DII),它是由 Derwent (全球最权威的专利文献信息出版机构)共同推出的基于 Web 的专利信息数据库,数据库涵盖了全球 40 多个专利机构,详细记载了超过 1 100 万项基本专利的信息,2 千多万条专利信息。以专业的专利情报加工技术,协助

研究人员快捷有效地检索和利用专利情报,鸟瞰全球市场,全面掌握工程技术领域创新科技的动向和发展。检索策略选择以手工代码(MAN)为研究字段,结合领域主题词(TS)。国际深水油气勘探开发关键技术包括勘探技术、钻完井技术、生产技术、储运技术、环保技术以及石油管道技术等方面。本次专利分析主要集中在国内外深水油气资源勘探、钻完井、海洋工程密切相关的重大关键技术。从MAN来看,这些重大关键技术主要归纳于H01-

B01、H01-D05、H01-B03B3、H01-B03D、Q49-A、Q49-H、H01-C06、Q49-V35、H01-C01、H01-B03C、A12-W10以及Q24-P08等(表1)。因此,本文的检索方法中使用MAN分类号,包括“H01*”、“Q49*”、“Q24*”、“A12*”。检索周期为1963—2020年(检索时间:2020年9月18日),共检索出13989项专利,并借助德温特数据分析软件(Derwent Data Analyzer, DDA)及其他统计分析工具对专利数据进行清洗及成图分析。

表 1 全球深水油气专利排名前 20 位手工代码
Table 1 Top 20 manual codes for global deepwater oil and gas patents

序号	手工代码	技术术语
1	H01-B01	MARINE DRILLING STRUCTURES AND EQUIPMENT 海上钻井结构和设备
2	H01-D05	MARINE PRODUCTION EQUIPMENT FOR CRUDE OIL AND GAS 海上石油与天然气生产设备
3	H01-B03D	TRANSMISSION/GENERATION OF POWER, DATA ETC. 发电量及数据传输
4	H01-B03B	ROTARY DRILLING - WELL CONTROL EQUIPMENT 旋转钻井-井控设备
5	Q24-P08	FLOATING BUILDINGS, DRILLING PLATFORMS, WORKSHOPS 浮动建筑、钻井平台、生产车间
6	Q49-A	MINING AND QUARRYING EQUIPMENT 采矿和采石设备
7	Q49-H	MAINTENANCE EQUIPMENT; EQUIPMENT AND METHODS FOR REMOVING TOOLS FROM MINES, BOREHOLES OR WELLS 维护设备; 矿井、钻孔或钻井中提取工具的装备和方法
8	Q49-V35	FLUIDS, SLURRY 钻井液、泥浆
9	H01-C01	WELL COMPLETION, STIMULATING, AND SERVICING - CASING AND TUBING [GENERAL] [EXC. WELL PACKERS] 完井, 增产和维护-套管和通用输油管、封井器
10	H01-C06	WELLHEAD EQUIPMENT [GENERAL] 通用井口设备
11	H01-B03C	ROTARY DRILLING - SUBSURFACE EQUIPMENT 旋转钻井-地下设备
12	Q49-A01	EXTRACTION EQUIPMENT 萃取设备
13	H01-B03A	ROTARY DRILLING - DERRICKS, RIG FLOOR EQUIPMENT 旋转钻井-井架, 钻台设备
14	H01-B03C3	ROTARY DRILLING - DRILL PIPE 旋转钻杆
15	A12-W10	MINING, OIL WELLS 矿井, 油井
16	H01-C11	TESTING, CONTROL OPERATIONS AND EQUIPMENT, GENERAL 通用测控流程和装备
17	H01-C06A	WELLHEAD EQUIPMENT - BLOWOUT PREVENTERS 井口设备-防喷器
18	H01-C10	WELL SERVICING 中文: 油井服务
17	H01-A	CRUDE OIL AND NATURAL GAS EXPLORATION [UNCLASSIFIED] 未分类的原油和天然气勘探
20	H01-D03	MARINE DRILLING STRUCTURES AND EQUIPMENT - SEMI-SUBMERSIBLE PLATFORMS 海洋钻井结构与设备-半潜式平台

2 全球深水油气专利分布态势分析

2.1 全球深水油气专利申请历程及特点

专利历年发布情况分析有助于厘清深水油气技术发展进程及趋势。截至2020年9月18日,全

球深水油气公开申请专利数共计13989项。根据深水油气专利技术年申请量(图2)并结合深水油气勘探开发发展历程分析,论文将其专利申请发展历史划分为以下3个阶段:

(1) 1974—1996年初始缓慢发展阶段 这一阶段全球深水油气专利年申请量较少,多数情况下年申请数量不足100项,25年内申请专利总数共计

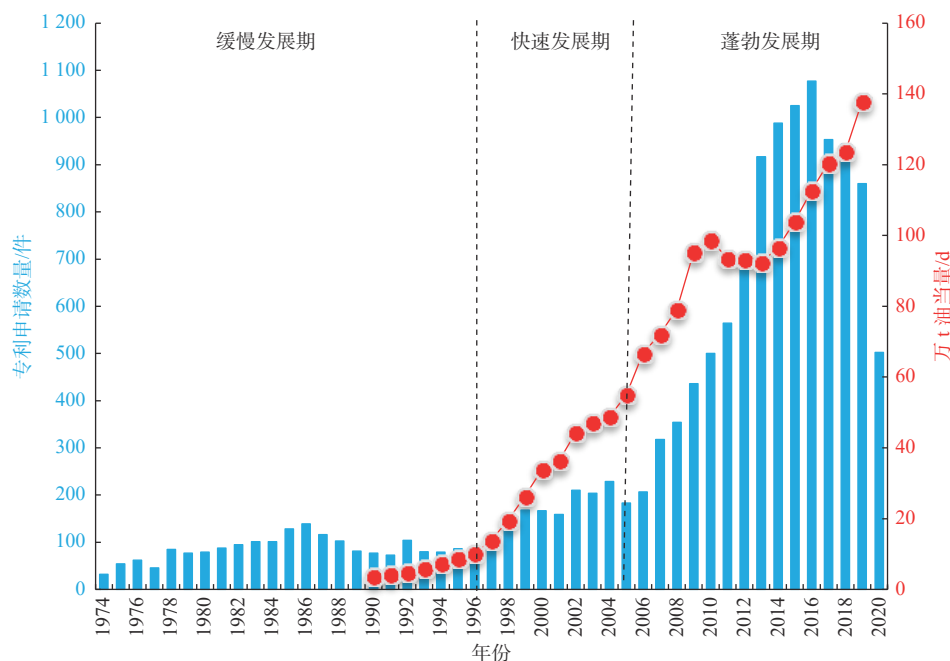


图2 深水油气全球专利历年申请量及发展历程

Fig.2 Global patent applications and development history of the deepwater oil and gas industry

2 050 项。此时,世界深水油气田的发现主要集中在墨西哥湾深水区、巴西坎波斯盆地以及北极巴伦支海深水区等少数地区^[7]。深水油气勘探开发处于探索初期,缺乏国家策、科技革新以及国际合作的支持,导致深水油气技术发展缓慢。反过来,专利技术发展的迟缓也限制了深水油气勘探开发的进一步发展。

(2) 1997—2005 年中期快速发展阶段 20 世纪 90 年代末以来,世界深水油气进入快速发展阶段,其年专利申请量突破 100 项,年申请量最低为 126 项,最高达 229 项,这一时期的总申请量达 1 446 项。国际油价持续高位运行以及各国政府的高度重视将深水油气勘探开发带入快速发展阶段。例如,美国联邦政府 1995 年实施的《深水矿费减免法》有效地促进了美国墨西哥湾深水油气资源的勘探和开发^[26]。巴西、挪威、欧盟等国家也相继出台优惠政策,通过减免矿区使用费用及降低勘探开发风险的方式,与实施和深水勘探开发科技相关的研发计划(巴西的 PROCAP 计划、欧盟的海神计划、美国的海王星计划等^[1])相结合,极大地推动了深水油气勘探开发进程。各国对深水油气资源赋存条件的不断认识、勘探和开发经验积累以及对新技术、新装备革新的旺盛需求,促进了相关技术专利申请数量的迅速增加。

(3) 2006—现今蓬勃发展阶段 从 2006 年开始,世界深水油气专利申请量快速增加,在 2015 年达

到顶峰,随后逐年缓慢减少,但总数仍高达 10 132 项,总体而言,这一阶段专利申请进入全面爆发期。一方面,随着深水油气勘探进程的推进,人们逐渐认识到深水油气资源在国家能源结构中的重要性,中国、韩国等国家也纷纷加入深水油气勘探领域,加快了深水油气技术的研发速度。另一方面,2006 年开始全球油气价格暴涨至历史高位,导致各国和各大石油公司增加了对深水油气资源勘探和开发的投入,与之相关的专利申请数量也呈现了蓬勃发展的态势。最后,这一时期专利申请数量激增也可能与深水油气技术外溢效应有关,深水油气的勘探与开发涉及信息技术、工程、材料和机械等多个行业,以深水油气技术为核心释放的经济效益促进了其它行业的发展,从而进一步推动了深水油气勘探开发技术(专利申请量)的进步。然而,受 2014 年美国页岩气革命影响,国际油价暴跌,石油公司纷纷压缩投资以应对挑战,海洋石油工程技术服务、海洋石油工程装备建造市场量价齐跌^[27]。深水油气由于投资风险较大,成本较高,世界多国对其资源的勘探和开发投入相对缩减。2018 年全球深水油气资本支出跌至 1 550 亿美元的谷底^[8],与深水油气勘探开发相关的专利申请数量也呈现高位走低的状态。

总体而言,全球深水油气相关的专利申请数量与深水油气勘探开发历程高度吻合,反映了技术进步是推动深水油气勘探和开发活动的重要内部动

力, 政府决策和全球油价是影响深水油气发展的外部动力。数据分析也表明, 国家政策、能源价格与深水油气专利数量之间存在比较明显的耦合关系。预测未来一段时间, 随着各国对专利拥有权的重视和深水油气资源地质条件的不断认识, 深水油气专利申请数量仍会呈增加趋势。

2.2 深水油气关键技术研究领域的重要国家

基于以上对世界深水油气专利历年发展态势及发展历程的分析和讨论, 论文对世界各国在深水油气领域的专利申请情况做进一步解析。如图 3 所示, 截至到 2020 年 9 月 18 日, 全球深水油气专利申请量排名前 5 的国家分别为中国(3 273 项)、美国(3 252 项)、英国(1 207 项)、韩国(1 017 项)及法国(332 项); 德国、日本、俄罗斯、巴西、挪威、荷兰和加拿大也是深水油气专利申请较多的国家(180~40 项)。

专利总量排名可以反映上述国家较好的深水油气资源禀赋条件或长期的深水油气勘探开发技术积累, 不足之处是难以说明各国深水油气技术发展现状, 因此, 本文对排名前 5 位的国家年专利申请量进行了进一步分析。图 4 显示在 2000 年以前, 全球深水油气专利申请国主要为美国和英国。但英国在 2001 年以后每年专利申请数量几乎维持在 35 项左右, 而美国则在 2001—2012 年专利申请量一直保持高速增长态势, 并在 2014 年实现了总量翻一番。韩国企业依靠长期的扎实投入, 走到了业界的前列, 具有代表性的三星重工、大宇造船海洋

和现代重工“三驾马车”通过自 2006 年以来的不断积累, 凭借高技术、高质量和高附加值的“三高”方针横扫世界海洋工程装备市场, 奠定了韩国世界第一海洋工程装备制造强国的地位。

中国深水油气专利申请时间较晚, 最早申请出现在 1986 年, 直到 2006 年申请总数仅为 23 项。2006 年中国启动了“南海深水油气资源勘探开发关键技术和装备”863 重大项目, 吸引了一大批优秀科研团队的加入, 重点在深水油气资源勘探、钻/完井、海洋工程和安全保障 3 个方面开展关键技术研究, 促使中国深水油气关键技术得到快速发展, 深水油气专利数量开始呈现井喷态势。2013 年, 中国深水油气关键技术专利申请量高达 288 项, 首次超过美国(231 项), 成为全球年申请专利数量最多的国家, 且两者申请量差距在 2015 年后呈扩大趋势。这从一个侧面反映了国家政策的扶持和持续的科研投入是推动深水油气勘探开发技术进步的重要动力源泉。值得注意的是, 2015 年美国页岩气的成功商业开采给深水油气开发带来巨大威胁, 专利申请数量呈下降的态势。中、英、法、韩等国在 2018 年前后也出现了专利申请数量下降的情况, 这可能与专利申请的延迟性以及各国石油公司对深水油气投资强度降低有关。

2.3 全球主要专利申请人(实体)分布情况

专利申请人是研究领域的创新主体, 对各申请人的专利申请趋势进行统计对比分析, 将有助于识别创新主体的发展历程及时间节点, 同时还有助于

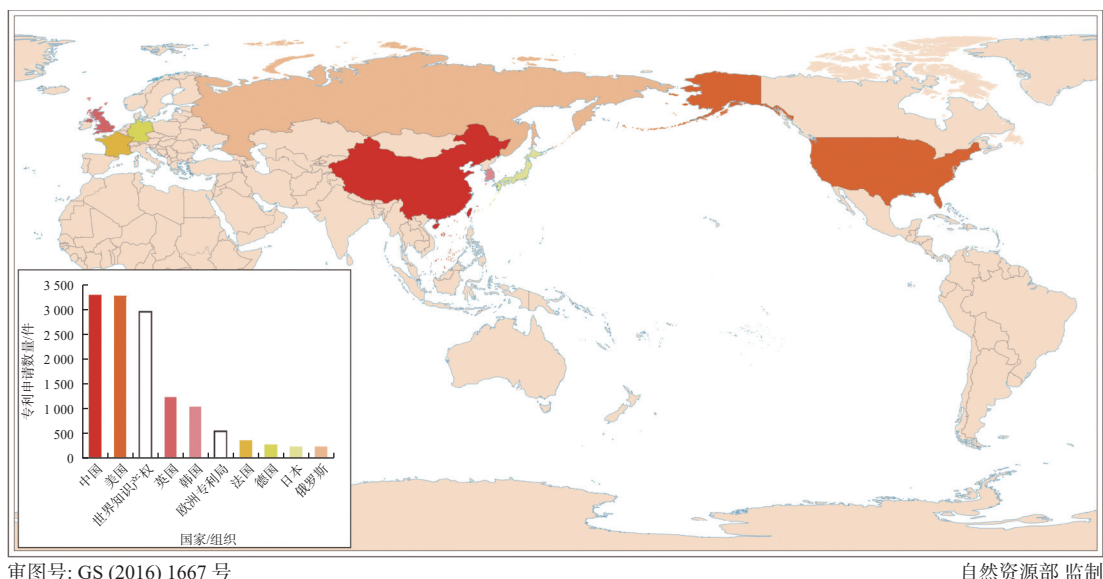


图 3 全球深水油气专利申请地域分布图

Fig.3 Global distribution of deepwater oil and gas patent applications

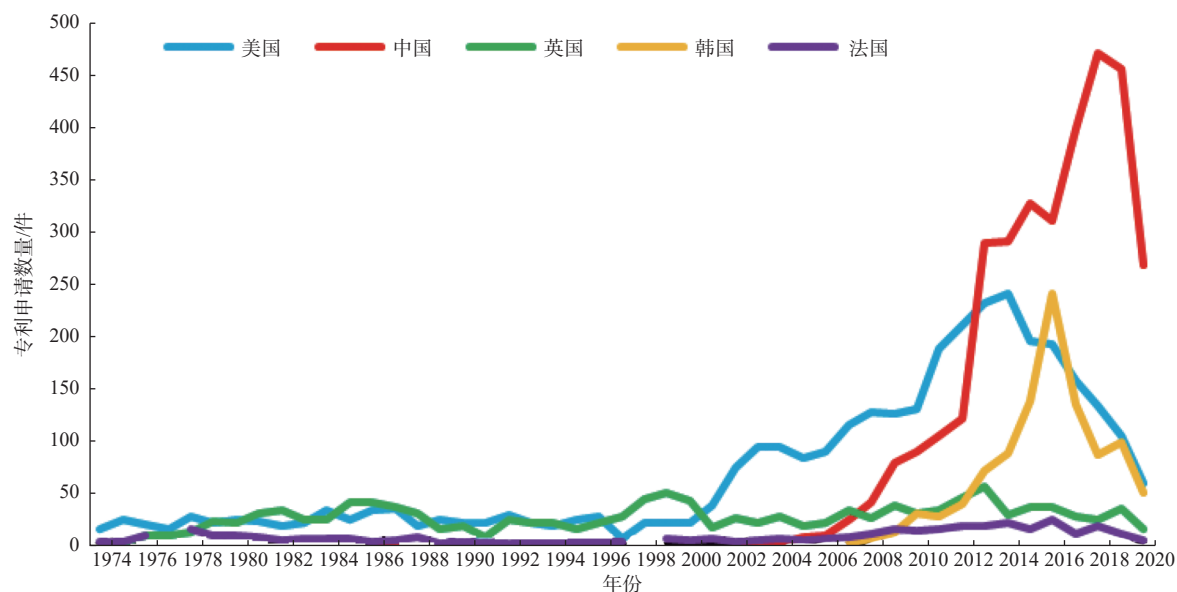


图 4 排名前 5 位国家历年深水油气专利申请情况

Fig.4 Deep-water oil and gas patent applications of the top 5 countries over the years

掌握专利申请策略及创新实力,帮助各创新主体寻找技术领域的翘楚,识别竞争对手和合作伙伴。图 5 显示的是深水油气专利申请人世界排名情况,其中排名前 5 位包括中海油(1 234 项)、斯伦贝谢(1 101 项)、哈利伯顿(850 项)、大宇(796 项)、三星(700 项),这 5 家机构申请专利数量大约占全球同期总量的 50%(图 6)。通用电气、维高格雷、福默诗、埃克森美孚、皇家壳牌、雪佛龙、英国石油公司等西方石油巨头也是深水油气专利的主要贡献主体,拥有的专利均>300 项,反映了其强大的综合技术实力;中石化和中国石油大学等机构也拥有较多数量的专利(>200 项)。

中国深水油气虽起步晚,但排名前 3 位机构(中海油、中国石油大学及中石化)的专利申请总量与欧美等国石油巨头公司旗鼓相当,说明中国整体已迈入深水油气技术研发的先进行列。排名前 10 位的专利申请人气泡图能相对直观地反映专利权人之间技术差距和发展历程。其中,纵坐标代表各机构年专利申请数量,横坐标代表年份,气泡大小则代表各申请人年专利申请量与当年全球深水油气技术专利总申请量的比值,气泡越大说明专利权人发明专利所占全球份额越大,专利权人的技术实力越强。如图 7 所示,斯伦贝谢、埃克森美孚和哈利伯顿涉足深水油气专利申请时间最早,所拥有的

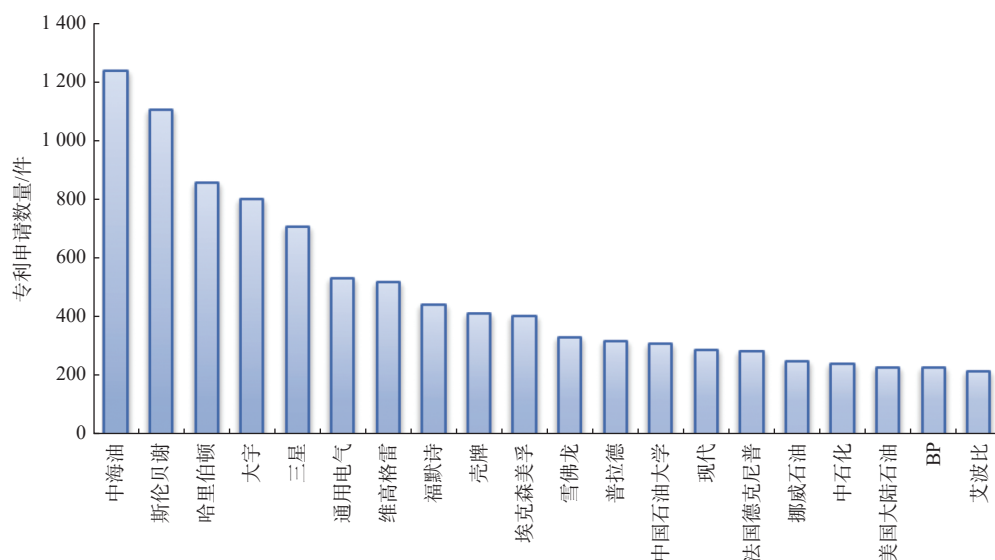


图 5 全球深水油气领域前 20 位专利申请人

Fig.5 Top 20 global patent applicants for deepwater oil and gas

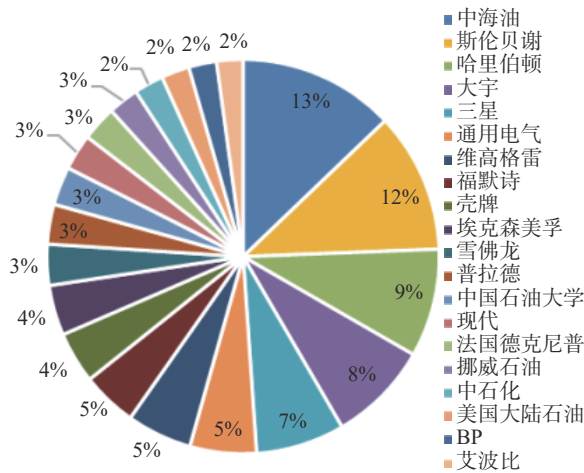


图 6 全球深水油气前 20 位专利申请人所占比例

Fig.6 The percentage of the top 20 global patent applicants for deepwater oil and gas

专利最多, 技术实力最强; 中国专利申请从 2006 年快速发展, 2015 年进入高峰期, 占世界专利申请量的份额逐渐增大。从专利申请优先国布局来看(表 2), 中国主要机构中海油深水油气技术专利布局中仅拥有 3 项优先国在美国, 1 项优先国在加拿大, 其它专利申请优先国所在地都为中国; 韩国两大主要海洋油气装备公司(大字和三星)主要专利优先国布局也在本国; 而美国企业(斯伦贝谢和哈里伯顿)专利申请优先国布局则包括美国、英国、巴西、欧盟及中日韩等国家和地区。斯伦贝谢、哈里伯顿以及通用电气等国际石油巨头, 长期在巴西近海、美国墨西哥湾、加拿大近海、安哥拉、尼日利亚近海、北海沿岸的英国和挪威等世界重要的海上油气勘探开发国, 均有深水作业, 这说明美国企业机构专利技术性在全球具有明显的优势、国际化程度最高。

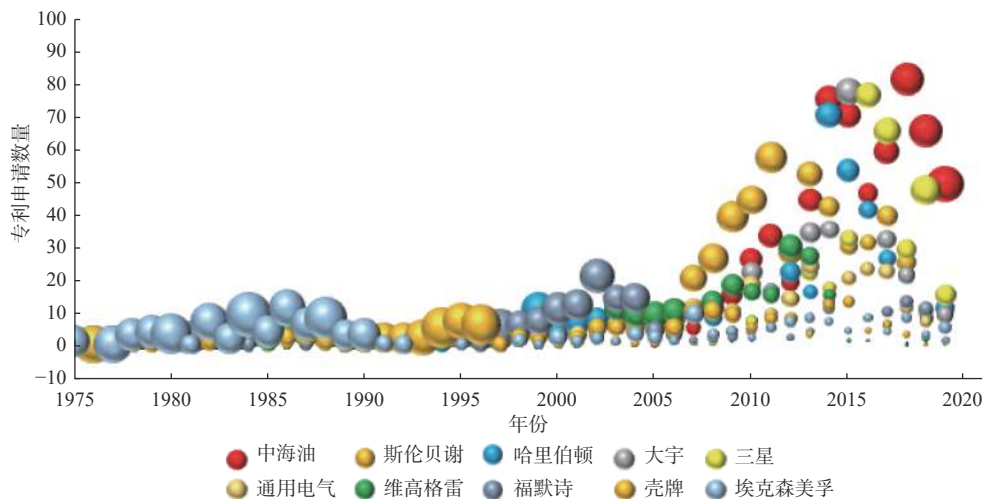


图 7 全球排名前 10 位的申请人申请量及占比气泡图

Fig.7 Bubble chart of the number and proportion of applications of the top 10 applicants in the world

表 2 排名全球前 10 位石油公司专利区域布局概况

Table 2 Overview of the patent area layout of the top 10 oil companies in the world

国家	中海油	斯伦贝谢	哈里伯顿	大字	三星
美国	3	478	418	2	-
中国	614	7	27	2	3
英国	-	47	72	-	-
韩国	-	2	-	396	348
加拿大	1	53	102	-	-
挪威	-	5	62	-	1
欧洲专利组织	-	45	58	-	-
巴西	-	26	91	-	-
法国	-	6	2	-	-

3 全球深水油气专利技术布局特点

3.1 专利手工代码布局特点

深水油气勘探开发技术主要包括勘探技术、钻完井技术以及生产技术。其德温特手工代码主要分布在 H01(石油与天然气生产)、Q49(采矿)、Q24(船舶; 水运; 装备)以及 A12(矿井; 油井)(表 1)。其中 H01 最多, 主要包括海上钻井、海上油气生产、井控、钻井液、完井、钻井平台等重要技术领域, 其中涉及钻井技术(H01-B)超过 40%(图 8)。

从专业布局来看, 全球排名前 5 的专利拥有机构在海上平台、钻井、固井、修井、测井和采油、生

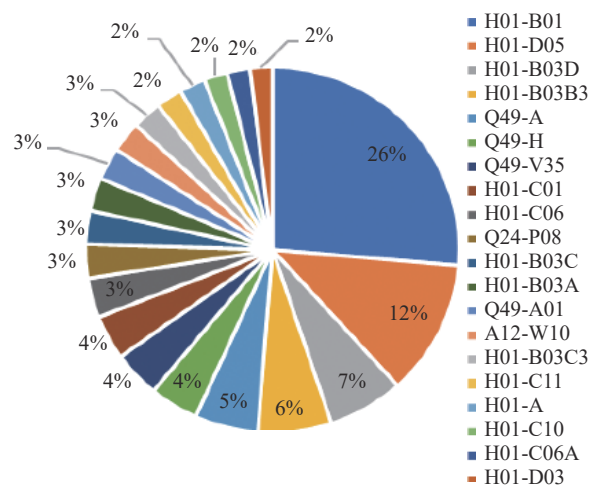


图8 深水油气技术德温特手工代码构成

Fig.8 Derwent manual code compositions for global deepwater oil and gas technology

产等方面都有涉及。斯伦贝谢、哈里伯顿和通用电气的综合实力强劲,在以上技术均有布局且所占比例较大。中国中海油则侧重于钻井技术的研发和布局(图9)。

通过对排名前5位的机构手工代码分类雷达图(图10)分析,可以看出中国的中海油在H01-B01专利申请方面具有明显优势,但在Q24-P08至H01-A等专利方面仍存在明显短板。相对而言,西方国家申请结构除了在海上钻采设备申请具有优势外,在井控设备、数据传输和钻井维修专利申请方面也具有优势。具体而言,斯伦贝谢公司则在H01-B01、

H01-D05、H01-B03D、H01-B03B3、Q49-H、H01-B03C、H01-C11以及H01-C06A的专利申请较多,说明该公司钻采技术和钻井维护方面优势突出。哈利伯顿公司综合实力不如斯伦贝谢,专利申请量最多的为H01-B01。通用电气公司在H01-B01、H01-D05、H01-B03D、H01-B03B3以及Q49-H、Q49-A以及H01-C06的专利申请较多,该公司在深水油气钻采以及生产技术方面专利突出。韩国大宇和三星两家海洋装备巨头公司仅在Q24-P08的专利申请具有明显优势,可见其在浮式钻井平台技术领域实力雄厚。

3.2 核心专利技术布局特点

核心专利是指具有原创性,因原理设计、实施过程科学优化及技术领域涉及广而绕不开,并且蕴含巨大经济效益和战略意义的专利或专利组合。往往具有以下特点:①必须是原创性技术,是某一领域首创,具有引领新技术发展能力和作用;②具有不可替代性,或因替代成本巨大不具有可行性,具备原理设计科学优化、实施过程巧妙新颖、技术范围涵盖广泛等优点;③具有较多的要求项;④申请更受重视,比如政府会提供专项支持,申请人和发明人数量较多等;⑤更容易引起专利纠纷或出现交叉许可现象;⑥被引入技术标准的可能性高^[28]。本次核心专利分析主要基于被引频次识别,属于单一指标法,表3显示了世界深水油气技术被引最多

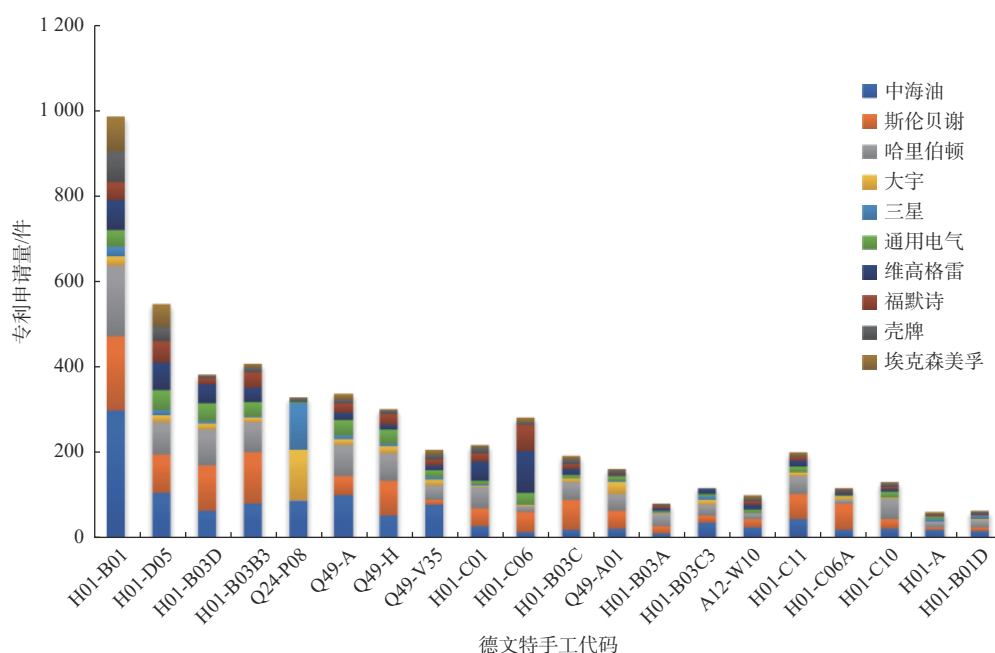


图9 全球排名前10位专利机构德温特手工代码布局

Fig.9 Derwent manual code layout of the top 10 patent agencies in the world

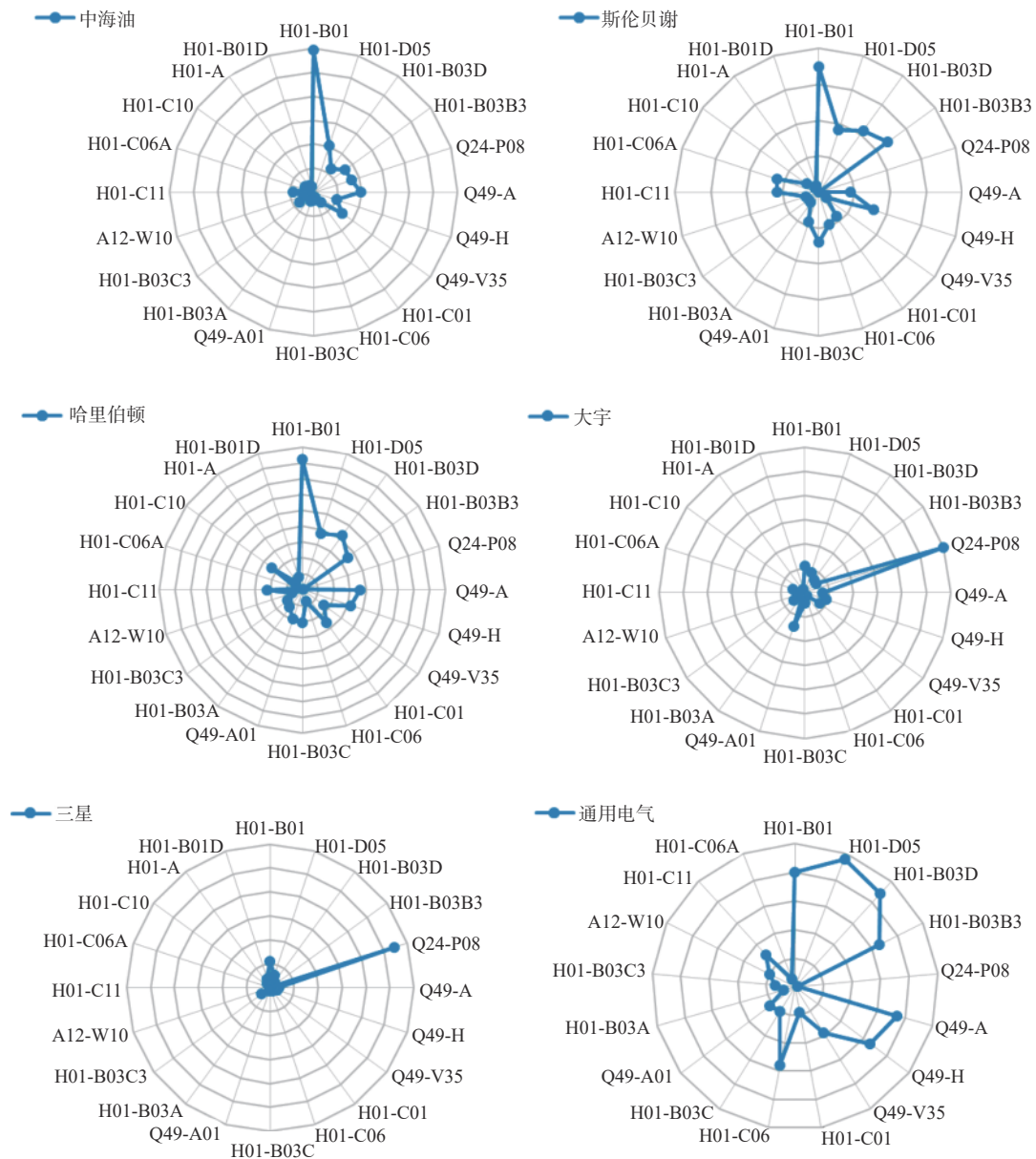


图 10 全球排名前 6 位专利机构德温特手工代码分类对比

Fig.10 Derwent manual code classification comparisons of the top 6 patent agencies in the world

的前 20 项专利。

通过对历年核心专利分析显示,深水油气技术核心专利申请数总量呈增长态势,钻探类专利增长异军突起,行业专利量远高于深水油气总体专利中其他类型专利,同时材料、挖掘以及燃气涡轮也增长明显。从 2006 年到 2020 年,钻探技术是深水油气行业的技术核心,其他技术类别都或多或少与之直接相关。到 2012 年,钻井技术的核心地位虽未发生变化,但是其他知识专利族开始逐渐显现,使整个深水油气关键技术得到发展。同时,值得注意的是美国企业目前掌握了大多数核心专利,综合实力远远高于其他国家。

4 总结

通过深水油气专利分布态势及技术分布可以看出,全球深水油气相关的专利申请数量与深水油气勘探开发历程高度吻合,反映了技术进步是推动深水油气勘探和开发活动的重要内部动力,政府决策和全球油价是影响深水油气发展的外部动力。从国家分布来看,中国虽然与美国、英国、韩国同为深水油气勘探开发技术的主要研发国家且专利总量排名全球第一,但与美国相比,中国专利多而不强,核心竞争力明显不足。从技术分布来看,全球

表 3 排名前 10 高被引专利分布
Table 3 Distribution of the top 10 highly cited patents

序号	标题	专利号	申请人	被引证频次
1	Cementing in subterranean zone, e.g., conductor pipe in offshore wells, involves reducing transition time of pumpable cement slurry using iron compound, placing slurry in subterranean zone, and setting for hardening 地下区域固井, 例如海上油井中的导管, 包括使用铁化合物减少可泵送水泥浆的过渡时间, 将泥浆液硬化固定在地下区域	US6457524-B1	美国哈里伯顿公司	243
2	Physical parameter monitoring system for wellbores used for hydrocarbon production, has data processor which calculates physical parameter such as stress, strain based on light receiving from distributed optical sensor 用于油气生产的井眼物理参数监测系统, 具有数据处理器, 可根据分布式光学传感器接收的光计算应力、应变等物理参数	WO200257805-A2	TUBEL P S	228
3	Wellbore constructing assembly for drilling of oil or gas wells or well completion, includes chemical casing for casing borehole and expandable casing disposed in wellbore 用于钻探石油或天然气井或完井的井筒构造组件, 包括用于套管钻孔的化学套管和设置在井筒中的可膨胀套管	WO2003042489-A2	美国哈里伯顿公司	189
4	Gathering natural gas using dumped carbon dioxide-as heat generating source by injecting (liquefied) carbon dioxide into hydrate layers of natural gas 通过向天然气水合物层注入(液化)二氧化碳, 利用倾倒的二氧化碳作为发热源收集天然气	CA2062258-A	日本兴康公司	187
5	Conducting exploration drilling offshore using a single derrick - with primary and auxiliary exploration drilling operations performed simultaneously to shorten the critical path of primary drilling activity 使用单个井架进行海上勘探钻井—同时进行主要和辅助勘探钻井作业, 以缩短主要钻井活动的关键路径	WO9742393-A1	瑞士越洋近海公司	186
6	Magnetization of well casing to create magnetic anomaly - which can be detected in nearby well-bore or relief well being drilled 对井套进行磁化, 以产生磁性异常, 在附近的井筒或正在钻的救济井中检测到	EP104854-A	埃克森美孚公司	179
7	Universal self-propelled system for clean-up, inspection, and reconstructive repairs of surface of vessel hulls, has remotely operated vehicle equipped with spaced-apart hold-down propelling thrusters and autonomous device 用于清理、检查和重建修复船体表面的通用自推进系统, 该系统有遥控车、间隔排列的推进器和自主装置	WO2013157978-A1	ESAULOV E I	171
8	Black box recorder system for use in well, has receiver located on retrieval unit, where retrieval unit is brought into range of transmitter when data needs to be recovered from black box recorder 用于油井的黑匣子记录器系统, 接收器位于回收装置上, 当需要从黑匣子记录器中恢复数据时, 将回收装置带入发射器范围	WO2013076499-A2	海底网络公司	166
9	Offshore well drilling appts. - including blowout preventer bypass conduits with chokes connected to bottom of riser 海上油井钻探应用—包括防喷器旁路导管与立管底部连接的扼流圈	US4046191-A	埃克森美孚公司	163
10	Drilling and completing wells - using stationary string connected to completion device and appts. for detaching the completion device 钻井和完井--使用与完井装置相连的固定绳索和脱离完井装置的应用	EP713953-A2	贝克休斯公司	153

拥有专利排名前 5 的机构在海上平台、钻井、固井、修井、测井和采油、生产等方面都有涉及, 技术积累和研发投入全面、均衡, 中国中海油则侧重于钻井技术的研发和布局。从核心专利布局来看, 深水油气技术核心专利申请数总量呈增长态势, 钻探类专利增长异军突起, 行业专利量远高于深水油气总体专利中其他类型专利, 美国企业目前掌握了大多数核心专利, 综合实力远远高于其他国家。

总体而言, 中国深水油气勘探起步晚, 虽然专利总量排名全球第一, 但面临核心专利较少及创新性不足等问题。未来在国家政策支持下, 科研/生产机构加大科研研发投入以及加强与国际油田服务公司合作等方式提升自身水平, 将是中国深水油气关键技术发展的主要方向和策略。深水油气行业

的革新将围绕钻探这类传统核心技术展开, 其快速形成的技术网络和在研项目, 已经使一些边缘的技术和核心技术之间建立了越来越频繁的关联, 且并不局限于深水油气行业之内, 或形成新的知识网络。有能力向这些知识网络提供信息或汲取灵感的油气公司, 将有更多机会在新的能源世界中脱颖而出。

参考文献:

[1] 王陆新, 潘继平, 杨丽丽. 全球深水油气勘探发现状与前景展望[J]. 石油科技论坛, 2020, 39(2): 31-37.

[2] DORÉ A G. Barents Sea geology, petroleum resources, and commercial potential[J]. Barents Sea Geology and Petroleum Resources, 1995, 48(3): 207-221.

[3] BLEVIN J E, STEPHENSON A E, WEST B G. Mesozoic struc-

- tural development of the Beagle Sub-basin—implications for the petroleum potential of the Northern Carnarvon Basin[C]//The Sedimentary Basins of Western Australia 1: Proceedings of the Petroleum Exploration Society of Australia Symposium. Perth: Petroleum Exploration Society of Australia Western Australian Branch, 1994: 369-396.
- [4] I'ANSON A, ELDERS C, MCHARG S. Marginal fault systems of the Northern Carnarvon Basin: Evidence for multiple Palaeozoic extension events, North-West Shelf, Australia[J]. Marine and Petroleum Geology, 2019, 101: 211-229.
- [5] JORHAM C, ZÜHLKE R, BOWMAN S, et al. Seismic stratigraphy and subsidence analysis of the southern Brazilian margin (Campos, Santos and Pelotas basins) [J]. Marine and Petroleum Geology, 2010, 27(9): 1952-1980.
- [6] DEMERCIAN S, SZATMARI P, COBBOLD P R. Style and pattern of salt diapirs due to thin-skinned gravitational gliding, Campos and Santos basins, offshore Brazil[J]. Tectonophysics, 1993, 228(3/4): 393-433.
- [7] 张功成, 屈红军, 赵冲, 等. 全球深水油气勘探40年大发现及未来勘探前景[J]. 天然气地球科学, 2017, 28(10): 1447-1477.
- [8] 吴林强, 张涛, 徐晶晶, 等. 全球海洋油气勘探开发特征及趋势分析[J]. 国际石油经济, 2019, 27(3): 29-36.
- [9] 梁杰, 杨艳秋, 龚建明, 等. 墨西哥湾深水油气勘探对我国的启示[J]. 海洋地质动态, 2009, 25(1): 17-19.
- [10] 徐志诚, 吕福亮, 范国璋, 等. 西非海岸盆地深水油气地质特征和勘探前景[J]. 油气地质与采收率, 2012, 19(5): 1-5.
- [11] PAUL W, MARK G R, BARRY C M, et al. Evaluating the petroleum systems of the Northern Deep Gulf of Mexico through integrated basin analysis: An overview[J]. AAPG Bulletin, 1998, 82(5B): 965-877.
- [12] Marshall D. Deepwater discoveries keep west Africa at global forefront[J]. Offshore, 1999, 59(2): 32-33.
- [13] MORITIS G. Girassol, first Angola block 17 deepwater field to produce[J]. Oil & Gas Journal, 2002, 100(11): 53-58.
- [14] GUARDADO L R. Petroleum geology of the Campos Basin, Brazil, a model for a producing Atlantic type basin[C]. Edwards J D and Santogrossi P A, Divergent/Passive Margin Basin[A]. AAPG Memoir, 1990, 48, 3-80.
- [15] ANDERSON J E. Control on turbidite sand deposition during gravity-driven extension of a passive margin: Examples from Miocene sediments in Block4, Angola[J]. Marine and Petroleum Geology, 2000, 17(10): 1165-1203.
- [16] BAILEY W R, UNDERSCHULTZ J, DEWHURST D N, et al. Multi-disciplinary approach to fault and top seal appraisal; Pyrenees-Macedon oil and gas fields, Exmouth Sub-basin, Australian Northwest Shelf[J]. Marine and Petroleum Geology, 2006, 23: 241-259.
- [17] LISK M, O'BRIEN G W, EADINGTON P J. Quantitative evaluation of the oil-leg potential in the Oliver gas field, Timor Sea, Australia[J]. AAPG Bulletin, 2002, 86(9): 1531-1542.
- [18] TASSONE D R, HOLFORD S P, DUDDY I R, et al. Quantifying Cretaceous-Cenozoic exhumation in the Otway Basin, southeastern Australia, using sonic transit time data: implications for conventional and unconventional hydrocarbon prospectivity[J]. AAPG Bulletin, 2012, 98(1): 67-117.
- [19] BRINCAT M, GARTRELL A, LISK M, et al. An integrated evaluation of hydrocarbon charge and retention at the Griffin, Chinook, and Scindian oil and gas fields, Barrow Subbasin, North West Shelf, Australia[J]. AAPG Bulletin, 2006, 90(9): 1359-1380.
- [20] 赵亚娟, 董瑜, 朱相丽. 专利分析及其在情报研究中的应用[J]. 图书情报工作, 2006, 50(5): 19-22.
- [21] KRESTEL R, CHIKKAMATH R, HEWEL C, et al. A survey on deep learning for patent analysis[J]. World Patent Information, 2021, 65: 102135.
- [22] 司云波, 李春新, 徐金红, 等. 全球油气领域专利态势分析[J]. 石油科技论坛, 2014, 33(6): 66-71.
- [23] 黄晨, 徐英华, 冯连勇, 等. 中国油气产业专利发展态势分析[J]. 科技管理研究, 2018, 38(20): 164-169.
- [24] 王林. 天然气水合物领域关键专利技术剖析[J]. 当代石油石化, 2020, 28(6): 27-34.
- [25] 史政, 钱门辉, 陶成. 基于专利分析页岩气勘探技术的发展态势[J]. 科技创新与应用, 2021, 4: 8-13, 17.
- [26] 郝洪, 王珮. 美国联邦深水矿费减免政策分析[J]. 中国国土资源经济, 2009, 22(12): 20-22, 42.
- [27] 马昌峰, 王宝毅, 张光华. 中国石油海洋油气业务发展的机遇与挑战[J]. 国际石油经济, 2016, 24(3): 17-24.
- [28] 马永涛, 张旭, 傅俊英, 等. 核心专利及其识别方法综述[J]. 情报杂志, 2014, 33(5): 38-43, 70.

Status quo of progress in key technology for international deepwater oil and gas production from the perspective of patent analysis

XIONG Ping¹, LIU Ping², LI Guiju¹, ZHUANG Wenjuan³, ZHANG Peng⁴

(1 Wuhan Library, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071, China; 2 Zhanjiang Branch of CNOOC (China) Ltd., Haikou 570000, China;

3 Exploration and Development Research Institute of Huabei Oilfield Company, PetroChina, Cangzhou 061000, China;

4 School of Earth Resources, China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan 430074, China)

Abstract: The deep-water oil and gas resources are plentiful, making it a hotspot for global oil-gas exploration and the primary driver of rising reserves and production. The development trend of international deep-water oil-gas key technologies was studied based on patent analysis and visualized in diagrams. Results show that the United States is the world leader in global deep-water oil and gas discovery and exploitation. Due to the rapid development of technology, China and the western developed countries, as well as countries with mature exploration activities, such as Brazil, are the main technology application country. The international oil giants (such as Schlumberger, Halliburton, and General Electric) and other American enterprises and institutions have clear advantages in patent technologies internationalization. Patents in deep-water oil and gas exploration and development technologies are held by mainly the Schlumberger, Halliburton, and General Electric, while CNOOC of China focused on deep-water oil and gas drilling technologies. The number of global deep-water oil and gas patent applications is highly consistent with the development history of deep-water oil and gas industry, indicating that technical innovation is an important internal driving force for the deep-water oil and gas industry, while political policies and global oil prices are external driving forces. The deep-water oil and gas industry's development will continue to rely on conventional core technologies (e.g. fracking) in the future, while increasingly-evolving technological networks and ventures will be more closely connected to marginal and core technologies, pushing new technology networks forward.

Key words: deep-water oil and gas; exploration and exploitation; key technologies; patent analysis