



“地学文献信息更新与服务”项目成果

2020年

地质调查成果管理研究专题报告之一

非常规储层水力压裂技术专利分析



中国地质调查局地学文献中心·中国地质图书馆

非常规储层水力压裂技术是世界油气能源开采的重大技术创新,随着相关技术的大规模使用,极大提升了能源开采效率,增加了油气资源产率,甚至在一定程度上改变了世界能源格局,降低了能源消耗成本。

本研究从非常规储层水力压裂专利技术角度出发,通过 ORBIT 全球专利分析系统进行专利检索和分析,探讨国内外非常规储层水力压裂技术的发展特点、主要申请人概况和核心关键技术等。

专利检索时间 2019 年 10 月 31 日,合并去重后最终得到专利数量为 5238 项专利家族,共计 13340 件专利。

1 非常规储层水力压裂技术发展特点

1.1 非常规储层水力压裂技术专利申请数量不断增长

非常规储层水力压裂技术的专利申请最早出现于 1969 年,这之后的数年内,专利申请量都不大,说明该技术处于萌芽期,刚刚起步。在经历了一个漫长的储备后,该技术于 2001 年开始进入发展期,特别是 2010 年之后更是呈现高速发展态势,到 2015 年专利申请数量高达 658 件,之后申请数量相对稳定,处在较高水平,这一阶段为技术相对减弱期,技术突破难度加大,专利成果产出相对稳定(图 1)。

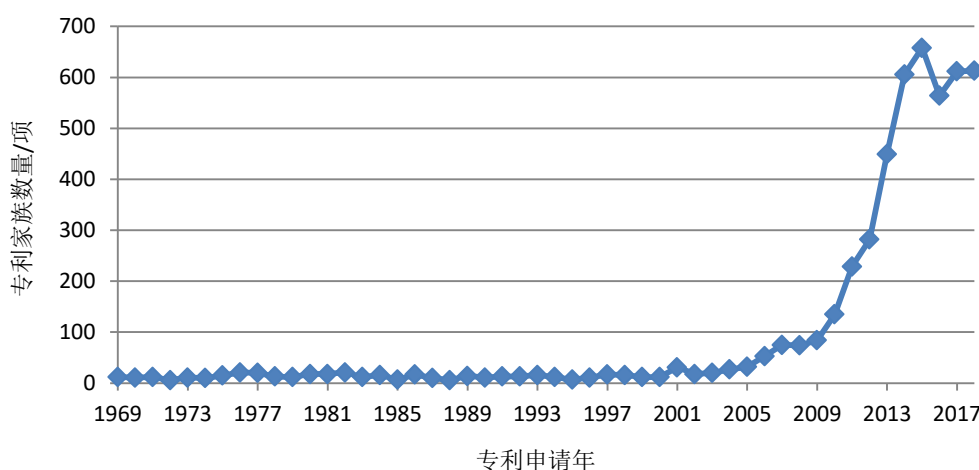


图 1 世界范围非常规储层水力压裂技术专利申请年度趋势

1.2 非常规储层水力压裂热点技术集中在油气开采、支撑裂缝设备和提高开采率等方向

基于专利 IPC 统计分析发现,相关专利 IPC 主要集中在 E21B43 大组,对应

的技术领域是“从井中开采油、气、水、可溶解或可熔化物质或矿物泥浆的方法或设备”，其中在“通过裂隙或裂缝开采岩层油气”技术方向的专利数量最多，达 1581 项，远远高于其他技术领域的专利申请数量，在该领域占主导地位。其次为“支撑裂缝设备”，达到 580 项。此外，提高地下井开采率和钻井用有机化合物等技术领域专利布局数量超过 500 项，地下井布局、加强破裂组合物/支撑剂、地下井开采油气的化学品、计算机辅助设计和提升油气开采率的设备等技术领域专利布局数量相对较少（图 2）。

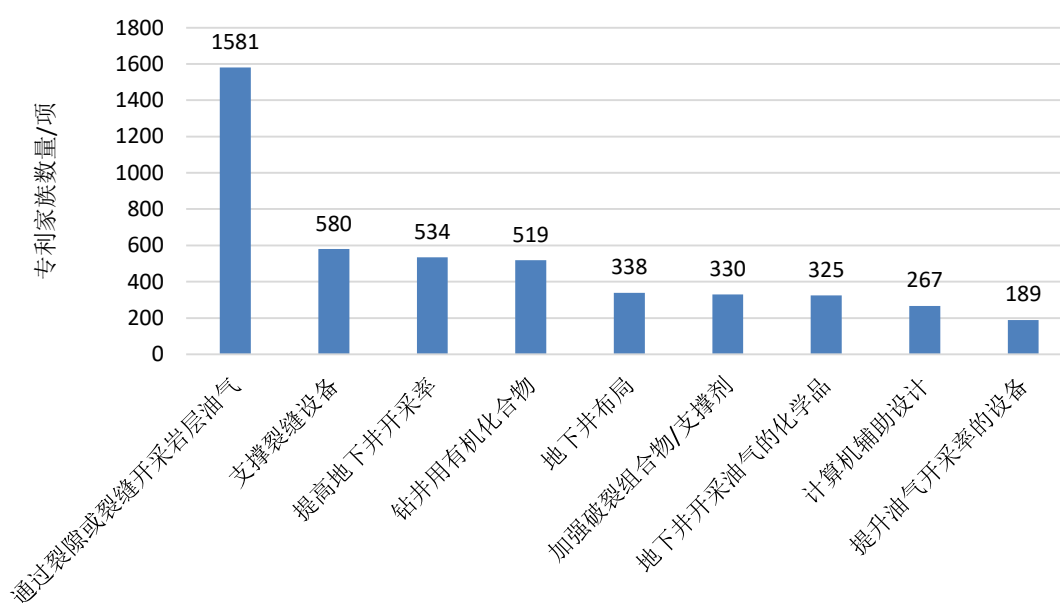


图 2 世界范围非常规储层水力压裂技术专利技术布局

2 非常规储层水力压裂技术专利主要分布在中国、美国、加拿大等国

非常规储层水力压裂技术领域的专利申请地域分布比较集中。其中，中国（不含港澳台，下同）的申请量独占鳌头，占到了总量的 35% 以上，技术研发活跃，取得了丰硕的成果。美国的申请量位居第二，其次是世界知识产权组织和加拿大，可见美国和加拿大在该技术领域有较高的投入和产出。从第五位起，申请量排名依次是：欧盟、澳大利亚、巴西、墨西哥、俄罗斯、阿根廷（表 1 和图 3）。

表 1 非常规储层水力压裂专利申请量在主要国家和地区的分布情况表

公开国	专利计数/件
中国/CN	3316
美国/US	1929
世界知识产权组织/WO	1289
加拿大/CA	1133
欧盟/EP	461
澳大利亚/AU	452
巴西/BR	264
墨西哥/MX	238
俄罗斯/RU	215
阿根廷/AR	150

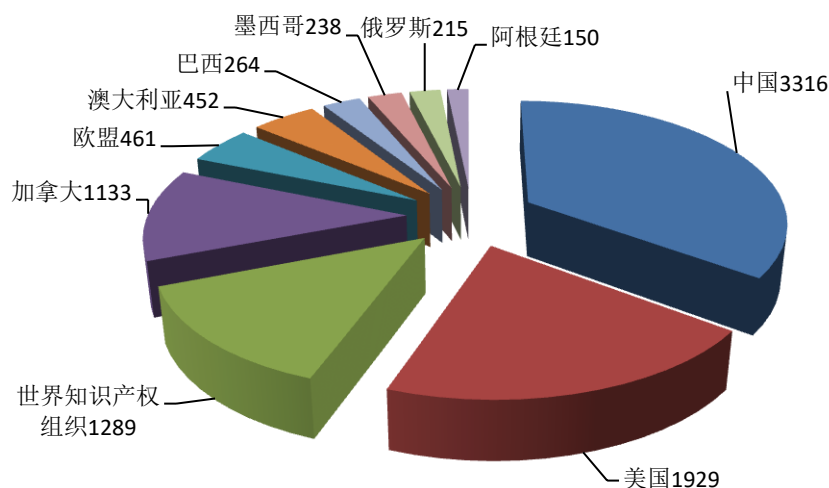


图 3 非常规储层水力压裂专利申请量在主要国家和地区的分布情况（件）

3 中石化、中石油是非常规储层水力压裂技术领域主要申请人

在排名前十的申请人中，中国申请人占了 4 个，申请量占该领域全部申请量的 27.34%，可见中国企业在该领域技术研发活跃，投入较多，技术成果产出比较可观。普拉德研究及开发公司、壳牌石油、埃克森美孚、哈利伯顿、贝克休斯和雪佛龙的申请量分别占总申请量的 3.40%、3.28%、2.92%、2.88%、1.37%、0.99%（图 4）。

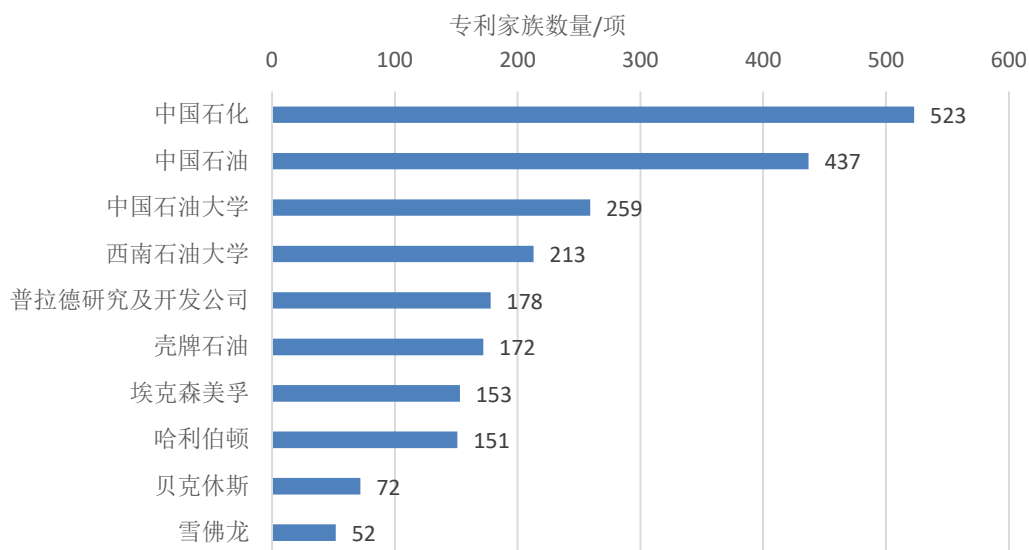


图4 非常规储层水力压裂技术主要申请人排名

国内申请人在通过裂隙或裂缝开采岩层油气、计算机辅助设计、裂缝加固、钻井用涂料染料等技术投入了大量的研发，取得了一定的成果。国外申请人专利重点布局在通过裂隙或裂缝开采岩层油气、裂缝加固、地下井布局、压裂支撑剂、提高地下井开采率等技术方向，产出成果相对较多，具有技术优势。

国内外申请人在通过裂隙或裂缝开采岩层油气、裂缝加固、地下井开采油气的化学品等技术领域均有一定数量的专利申请，专利布局相似。而在计算机辅助设计、井用涂料染料技术，国内申请人专利技术成果产出相对更多。国外申请人在地下井布局、提高地下井开采率等技术方向更具有研发优势（图5）。

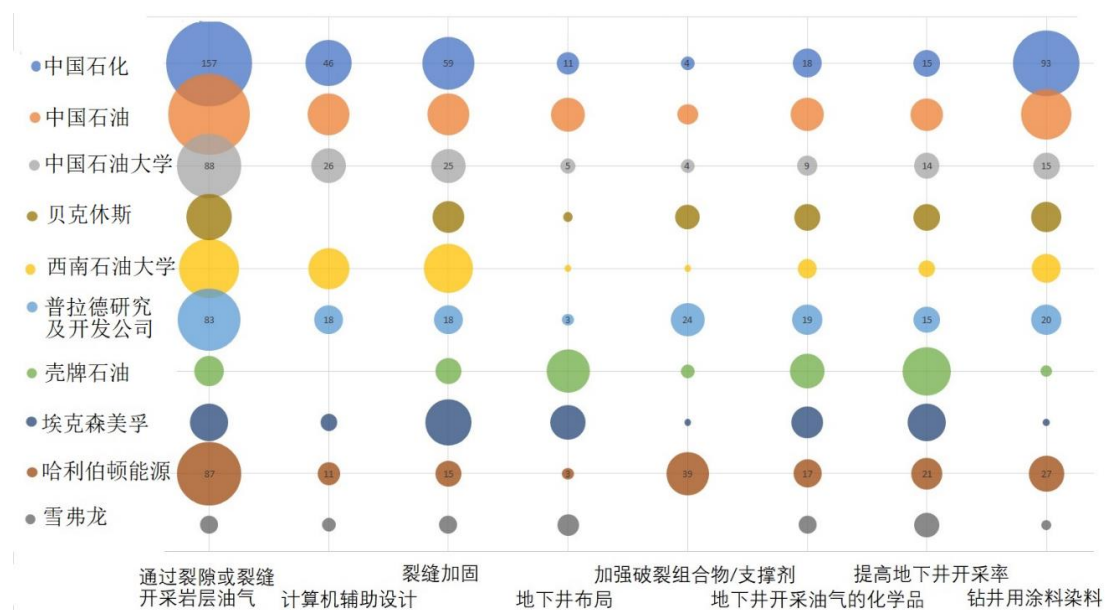


图5 非常规储层水力压裂技术主要申请人技术领域

4 非常规储层水力压裂技术细化分析

从 5238 项专利家族筛选出“具有较高技术价值”的水力压裂技术核心专利 381 项，分析其主要技术布局、优势技术及核心专利排名。

4.1 非常规储层水力压裂技术核心专利主要集中于压裂工艺

非常规储层水力压裂技术核心专利主要集中于压裂工艺，达到 203 项，占全部核心专利总量的 53%，说明水力压裂技术领域核心关键成果主要集中于工艺研发、开采方法优化方向，相对来说，压裂液、压裂工具、裂缝监测等相关技术核心成果产出不多，而返排技术仅有 5 项（图 6）。

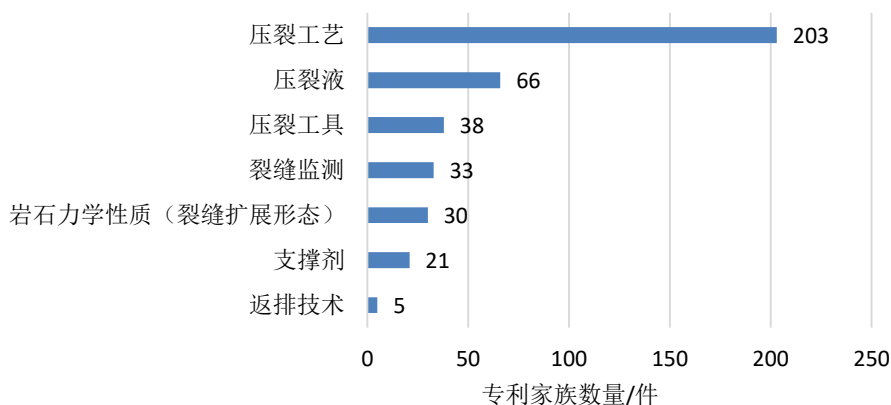


图 6 非常规储层水力压裂技术核心专利布局

4.2 优势技术分析

拥有核心专利最多的 10 家企业按照数量多少依次排名，分别为：普拉德研究及开发公司、贝克休斯、埃克森美孚、哈利伯顿、壳牌石油、沙特阿美、中国石油大学、吴羽株式会社、中国石油和雪佛龙（图 7）。

普拉德研究及开发公司、贝克休斯、埃克森美孚、哈利伯顿能源四家公司在通过裂隙或裂缝开采岩层油气、支撑裂缝设备、地层井壁测量等技术方向拥有核心技术优势，贝克休斯、埃克森美孚、壳牌石油、日本吴羽株式会社在提高地下井开采率技术方向获得较多具有行业影响力的技术成果。普拉德研究及开发公司、贝克休斯、沙特阿美、哈利伯顿、中国石油等五家公司在钻井用有机化合物技术方向具有优势布局。中国石油大学作为唯一一所高等研究院校，在核心技术成果产出中与沙特阿美、雪佛龙等国际一流企业数量非常接近，可见其在水力压裂技术领域具有较高的技术研发实力。

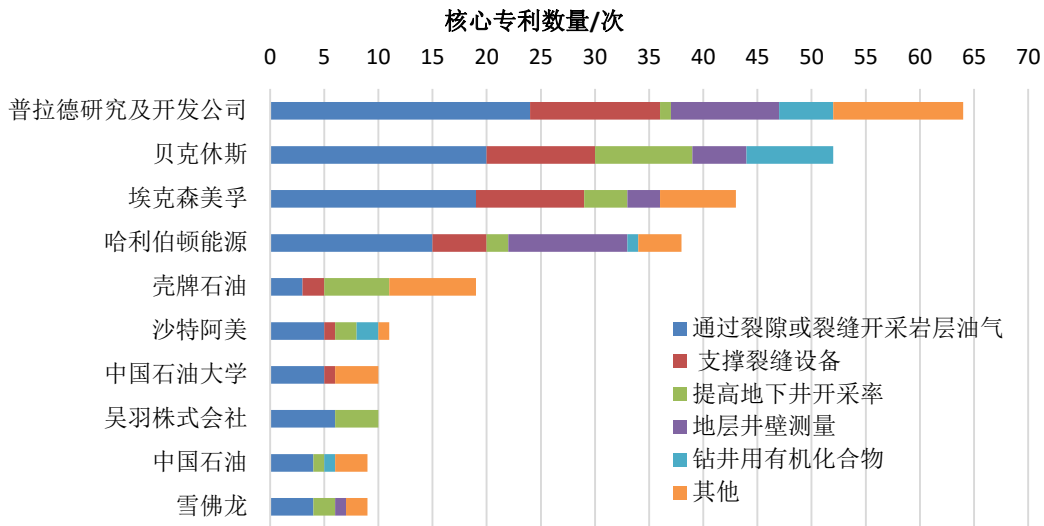


图7 非常规储层水力压裂技术核心专利优势布局

4.3 普拉德研究及开发公司和埃克森美孚核心专利优势显著

非常规储层水力压裂技术领域核心专利共计近四百余项，其中被评价为技术价值最高的10项专利中，主要分布在压裂工艺、技术评测以及压裂技术应用，其中60%由普拉德研究及开发公司和埃克森美孚持有，这些专利被引用频次在56次以上，专利强度超过5.73，其行业影响力可见一斑（表2）。

表2 被引证次数超过20次的专利

题目	专利权人	涉及技术内容	同族代表专利	最早申请日期	专利强度	所有引用	地域覆盖度	通用性	原创性
用于生产完井的流体和技术	普拉德研究及开发公司	可用于水力压裂工艺	NO339337 AT550403 EP1171543 CA2690140 BR9916631 IN227995 CN1238463	1998-12-31	6.67	228	1	0.76	0.84
用于地下地层的压裂系统和方法	哈利伯顿公司	压裂工艺	EA032858 EP2665892 MX348151 CN103429845	2011-10-03	6.45	86	4	0.89	0.64
处理地下地层的方法	普拉德研究及开发股份有限公司	压裂组合物	NO339074 BRPI0317296 DE60328309 AT435901 EP1573169	2002-12-19	6.3	136	1	0.87	0.78

			MY137687 CA2510241							
复杂压裂网络中水力压裂相互作用建模	普拉德研究及开发公司	复杂压裂网络中水力压裂相互作用建模	US10422208 EP2774066 AU2019200654 CN104040110	2012-11-02	6.25	58	5	0.79	0.83	
使用自主管状单元多区域压裂增产储集层的组件与方法	埃克森美孚	多区域压裂增产技术	EP2576979 US9963955 EP2576979 CA2799618 CN103097653 AU2011258158	2011-04-11	6.19	56	5	0.57	0.59	
用于地层处理的组合物和方法	普拉德研究及开发公司	化学成分可用于水力压裂技术	NO336379 AT527434 EP1268976 CA2649056 CN1288327 AU2001260178 US6881709	2001-04-03	6.14	149	2	0.84	0.84	
利用二氧化碳开采地层沉积物的方法	8 RIVER CAPT TAL (美国)	二氧化碳含水用于压裂	CA2811937 BR112013008113 VN0016926 EA026570 AU2011305697 CN103221632 TWI554676 MX339411 US20150013977	2011-09-19	6.11	52	6	0.93	0.96	
用于模拟地质力学储层系统的计算机实现的系统和方法	雪佛龙公司	压裂预测系统和方法	EP2342668 AU2009293209 CN102203638 US8204727	2009-09-17	6.02	78	5	0.8	0.0	
裂隙水处理方法和系统	EMBEDZ HEJ VOTER (美国)	压裂裂缝水的处理	CN104508237 EP2877686 US8424784 RU2601632	2012-08-24	5.84	39	6	0.91	0.92	
使用水力压裂生产井、通过原位加热增强页岩油生产	埃克森美孚	水力压裂方法应用	CA2663823	2007-10-10	5.73	80	1	0.79	0.82	

5 结论

5.1 非常规储层水力压裂技术在我国将持续活跃

通过全球非常规储层水力压裂技术专利申请现状能够发现,相关领域研发时间长达数十年、规模化生产持续开展,专利申请数量由上个世纪的技术萌芽期逐渐过渡到技术发展期,目前仍然处于快速发展期,在非常规储层水力压裂技术领域,研发热情依然高涨、技术成果产出数量快速增加,市场发展更加活跃。

5.2 国际竞争对手研发布局存在差异

在非常规储层水力压裂技术领域,核心技术关键研发方向集中在通过裂隙或裂缝开采岩层油气、支撑裂缝设备、提高地下井开采率和地层井壁测量方法设备等,其中裂缝处理、裂缝支撑和提高地下井开采率技术是近年来研发热点。例如普拉德研究及开发公司重点在通过裂隙或裂缝开采岩层油气和支撑裂缝设备布局专利保护,哈利伯顿在通过裂隙或裂缝开采岩层油气和地层井壁测量技术方向重点布局,日本吴羽株式会社核心技术产出主要集中在通过裂隙或裂缝开采岩层油气领域。中国石油通过水平井布局和优化油气开采方式,通过改进地下井构造、改变开采吞吐方式,提升油气开采效率。

5.3 我国企业面临核心专利不足的挑战

近年来,我国相关专利申请数量快速增加,遥遥领先其他各国。但是也应该看到,目前非常规储层水力压裂核心技术基本被国外能源企业掌握,我国能源企业科技研发创新基础薄弱,基础性、原创性科技创新非常少,被评价为“核心专利”的数量相对不足,在全球市场竞争中处于劣势,是我国能源企业发展非常规储层水力压裂技术规模应用面临的挑战。

撰稿:王晓丽 陈杨 武春亮 审稿:王学评

二〇二〇年五月·北京