

## 浅析压裂装备技术发展

靳皓阳

大庆油田装备制造集团吉林分公司 黑龙江大庆

**【摘要】**我国石油勘探行业的快速发展使低渗透储量油气藏占比也在逐步提升，低渗透油气层通常情况下孔隙率相对较低，因此在开采过程中面临的压力施工难度越来越大。针对这些问题我国在高压、大排量压裂装备开发方面投入了大量精力。压裂装备目前主要有电驱压裂、车载压力、全驱液压力等几种方式，不同压裂技术其自身特征不同，因此有必要针对各类压裂装备技术的发展方向进行探讨，希望能够为整个行业发展提供一定的借鉴作用。

**【关键词】**压裂装备技术；现状；发展

**【收稿日期】**2024年8月12日

**【出刊日期】**2024年9月27日

**【DOI】**10.12208/j.jer.20240026

### Analysis on the development of fracturing equipment technology

Haoyang Jin

Daqing Oilfield Equipment Manufacturing Group Jilin Branch, Daqing, Heilongjiang

**【Abstract】** With the rapid development of China's petroleum exploration industry, the proportion of low-permeability oil and gas reservoirs is gradually increasing, and the porosity of low-permeability oil and gas reservoirs is usually relatively low, so the pressure construction is becoming more and more difficult in the process of exploitation. In view of these problems, China has invested a lot of energy in the development of high-pressure and large-displacement fracturing equipment. At present, fracturing equipment mainly includes electric drive fracturing, vehicle-mounted pressure, full drive hydraulic pressure and other ways. Different fracturing technologies have different characteristics, so it is necessary to discuss the development direction of various fracturing equipment technologies, hoping to provide certain reference for the development of the entire industry.

**【Keywords】** Fracturing equipment technology; Current situation; Develop

#### 引言

我国各油气田在当前的生产开采过程中压裂技术应用已经成为一个重要组成部分，从目前的整体技术应用状况可以看出，我国油气田的压裂技术与传统技术相比较已经取得了巨大进步，在施工速度、施工设备占地面积、功效率等方面都有了极大提升。但是整体与西方国家发达压力技术相比较仍然存在一定差距，这也对我国油气田整体施工效率会产生一定影响，因此针对我国压裂技术发展进行探讨具有重要的实践意义。

#### 1 世界压裂技术装备发展状况

与国内压裂装备技术发展的比较，国外在压裂技术准备发展方面相对较早，整体技术也具备了较高水平<sup>[1]</sup>。目前西方国家哈利伯顿、斯伦贝谢、西方

等多个大型跨国油田装备技术公司在压裂生产设备方面贡献了巨大力量，其中世界顶尖水平主要集中在美国的哈利伯顿公司。由于北美地区整体道路平台、油田道路具有良好通过性，而且页岩油开发也具备了一定水平，油气藏压力相对较低，因此压力装备在应用过程中也多数是以2000型为主，采取的多轮拖车结构。

自1970年开始我国在油气田开发领域逐步引入国外先进的压力装备，在经过几十年的研发和实际应用之后我国涌现出了杰瑞、宝鸡石油、三一重工等众多优秀的压裂装备生产企业，自此开始2000型、2500型压裂装备在油气田勘探开发过程中得到广泛应用，目前3000型超大压力车组也已经研发成功，且山东烟台的杰瑞公司已经研发出来出水功率

3000 水马力以上的超大型压裂机组，这也代表着我国在压力技术装备方面已经逐步拉近了与世界经济水平的差距<sup>[2]</sup>。

## 2 常见压裂装备技术

### 2.1 车载型

基于传统车载结构演变出来的车载式压裂装备通常情况下是将压裂装备和重型底盘相结合形成。目前我国已经成功自主研发出 3000 型车载压裂装备，采用北奔底盘的该型车载压力装备总质量达到 45 吨，其工作压力最大能够达到 140Mpa。单型压裂机组使用的是三缸柱塞泵，具有排量波动大振幅大的一些特征。相较于传统的 2500 斤压列车其最高压力基本相同，但排量有了适当提升，与传统 2000 型压裂机组相比较，该型压裂机组并未明显提升车子排量和压力，因此在油田上 3000 型压裂装备并未得到广泛推广<sup>[3]</sup>。

车载式结构压裂装备其质量和尺寸受到限制，通常情况下需要利用重型底盘来设计出较大功率，这也使得压列车的稳定性可输出功率受到限制。

### 2.2 涡轮驱动

压裂装备中应用涡轮发动机驱动技术只有美国等少数国家可以做到，与传统发动机相比较涡轮发动机的装备单元质量更轻、面积更小、输出功率更大，因此具有明显优势，在运输组装方面非常便捷。但需要注意的是涡轮发动机也存在其缺点，例如涡轮发动机整体的采购成本较高，且运行成本高，热效率低，在早期投入使用后售后维修、零件更换、这边培训等各方面的投入成本更高。我国对于涡轮驱动压裂装备的应用仍然处在试验阶段，并未真正投入到油田的生产应用中<sup>[4]</sup>。

### 2.3 全液压驱动

传统压裂车主要是利用机械结构来驱动压裂泵并完成压裂液的吸入和排出。在机械传动式的基础上最终提出了一种全新的压裂设备设计模式。也就是利用油压系统来推动气缸进行缓慢，利用这种方式来实现压裂液的吸入和排出<sup>[5]</sup>。三一重工公司生产的 SYN5450TYL1860 全液压驱动压裂机组配备了 5 个小型发电机，同时与底盘发动机共同完成取力，等级功率能够达到 2514kW。小型发动机与液压油泵串联连接，通过阀组可以控制液压油泵进行往复运动。其最大工作压力能够达到 125Mpa，排量最大可

达 1900L/min，该公司所研发的全液压驱动压裂设备整体重量达到了 46 吨。由于全液压驱动压裂装备采取的是液压驱动方式因此其压力设备排量完全可以实现无级调节，液压缸真空的换向次数能够达到 59 次左右，相较于传统的机械传动式压裂设备，比换向次数明显减少，因此设备在运行过程中易损件磨损也会相应降低，这也间接的增加了装备的整体使用寿命。与此同时，由于该型设备配备了 5 台发动机，互相之间可以相互提供动力，因此压裂机组故障停机状况的出现概率也更小。另外，三一重工公司所开发的下列机组在发动机和变速箱国产化方面做到了最大化，在压力中对技术国产化方面作出了巨大贡献<sup>[6]</sup>。

全液压驱动压裂装备属于新型的压裂设备设计方向，因此仍然需要在实际应用过程中来验证企业设计合理性。

## 3 压力技术装备发展

### 3.1 电驱压裂设备

电力驱动可以真正做到零排放、低噪音等特征，维护成本相对较低，美国目前在压裂项目方面已经实现了电驱压裂设备的广泛应用。我国在电驱钻井设备方面也已经逐步成熟，而电驱钻井系统的电网设备不管是电容、电压还是功率等各个方面都可以满足电驱压裂施工的实际需求<sup>[7]</sup>。

电驱压裂设备不仅可以利用现有的电力系统容量，而且与现有的压裂机组可以实现混用，这也就表示电驱压力设备在实际应用过程中可以根据电网容量进行适当配置。电驱压裂设备进入现场后通过电缆将压裂设备与变电站电源进行连接，通过车主内的仪表可实现各动作的集中控制，电驱压裂设备目前主要由单机单泵和单机双泵等两种驱动方式，在实际应用过程中通过肠动频率变化可以实现电机无级调速，与此同时，电驱压裂设备完全可以实现长时间连续工作和电动机脱口输出，因此其整体工作效率得到极大改善，从而使得设备整体的投资维护成本更低。

我国目前的电力网络资源建设相对完善，国家也提出了绿色节能环保的发展战略，未来大型压裂设备必然会向着电驱转方向发展。

### 3.2 撬装设备

大型压裂设备在施工作业过程中需要各级组联

合作业,因此对各装备单元的要求更加严格,生产厂家需要结合油气田设备运动的具体特征不断提升自身设备的可靠性,这样才能有效降低用户的采购成本,也可以避免压裂设备在应用过程中出现各类事故<sup>[8-13]</sup>。

大型压裂装备技术发展未来必然会向着撬装的方向发展。因此在针对撬装结构压裂设备进行研究的过程中需要重点针对其震动、组装等进行研究。大型压裂设备在应用过程中本身的劳动强度相对较高,因此可通过网络通讯技术完全实现自动控制,将大型吊装设备进行集成化,推动压裂撬装设备的智能化和人性化发展。

通过撬装单元的方式可以有效解决我国在压裂设备研究过程中面临的发动机和压裂泵质量等问题,也可以全面推动压力装备技术的国产化进程。

#### 4 结束语

总而言之,压裂装备技术是一个国家石油工业发展水平的整体体现,同时也能够展现出国家的整体经济实力和综合国力水平,是国家重要的战略技术<sup>[14-19]</sup>。

在我国压裂工程施工过程中压裂装备技术取得了巨大进步,国产压裂设备在国际市场中的占有率也越来越高,未来我们应该加大对标准化、自动化、智能化和人性化压裂设备的研发。

#### 参考文献

- [1] 于大伟,谭立军,石喜军.大功率压裂泵液力端发展趋势及关键技术研究[J].石油机械,2024,52(08):118-123.
- [2] 刘清友,朱海燕,唐焯赫,等.四川盆地页岩气地质工程一体化高效开发关键技术与装备[J].大庆石油地质与开发,2024,43(04):191-203.
- [3] 贺会群,张行,巴莎,等.我国油气工程技术装备智能化和智能制造的探索与实践[J].石油机械,2024,52(06):1-11
- [4] 关晓辉.工厂化压裂关键地面装备技术现状及应用研究[J].中国设备工程,2024,(07):238-240.
- [5] 任仲久.导向槽定向水力压裂煤层增透强化瓦斯抽采技术及应用[J].煤炭工程,2024,56(02):131-137.
- [6] 李江涛,马文伟.煤体多孔联动控制同步水力压裂技术及工程应用[J].华北科技学院学报,2023,20(05):100-107.
- [7] 苗俊田,李卓军,刘冬冬,等.基于 CEEMDAN 的压裂装备潜在性故障诊断模型[J].现代电子技术,2023,46(20):17-20.
- [8] 赵继展.煤矿井下协混水力加砂压裂成套装备研发及应用[J].煤矿机械,2023,44(10):140-143.
- [9] 闫育东,杜焰,孙建平.长庆区域电驱压裂装备配套技术研究及应用[J].钻采工艺, 2023, 46(1):7.
- [10] 张俭,刘乐,赵继展,等.煤层顶板定向长钻孔水力加砂分段压裂技术与装备[J].煤田地质与勘探, 2022, 50(8):8.
- [11] 李娜.水平井分段多簇压裂技术影响因素[J].化学工程与装备, 2023(7):97-98.
- [12] 庞立宁,胡全宏,景巨栋,等.深埋厚硬顶板工作面长水平孔定向水力压裂区域卸压技术[J].煤炭工程, 2023, 55(10): 67-73.
- [13] 王云海,彭平生,汤星啼,等.一种基于 web 的压裂装备数据孪生运维系统.CN202211258911.5[2024-10-21].
- [14] 康红普,冯彦军,赵凯凯.煤矿岩层压裂技术与装备的发展方向[J].采矿与岩层控制工程学报, 2024, 6(1):1-4.
- [15] 张国友.页岩油全电动压裂装备配置与作业技术研究[J].石油机械, 2024, 52(3):102-107.
- [16] 雷群,胥云,才博,等.页岩油气水平井压裂技术进展与展望[J].石油勘探与开发, 2022, 49(1):8.
- [17] 关晓辉.工厂化压裂关键地面装备技术现状及应用研究[J].中国设备工程, 2024(007):000.
- [18] 贺会群,张行,巴莎,等.我国油气工程技术装备智能化和智能制造的探索与实践[J].石油机械, 2024, 52(6):1-11.
- [19] 张世昆,陈作.人工智能在压裂技术中的应用现状及前景展望[J].石油钻探技术, 2023, 51(1):69-77.

**版权声明:** ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

