

## 适用山地地区的水力提升动力机组的研制

袁浩天

大庆油田装备制造集团 黑龙江大庆

**【摘要】**现国内在川渝地区发现大量油气田，储藏量巨大。川渝地区压裂现场多数在大山深处，井场范围有限，蓄水池距水源井有一定的高度差，川渝地区地形和地质情况复杂，连续的长输水管道，复杂多变的沿势地形，对于水力输送有着巨大的挑战。研制的水力提升动力机组，满足了川渝页岩气项目大排量、高扬程泵水的要求，实现了机组远程自动控制和实时监控，实现机组本地无人值守，具备便于管理、运作高效、操作便捷、安全可靠等特性。该水力提升动力机组采用撬装结构，使用方便，便于运输和安装。通过对机组连接管汇进行优化设计，很好的解决了管汇和输水管道内剩水问题。样机进行了现场试验，试验过程中样机运行平稳，工作效果良好，各项性能指标完全达到设计要求。

**【关键词】**压裂；水力提升；远程自动控制；实时监控；无人值守；大排量、高扬程

**【收稿日期】**2024年2月10日

**【出刊日期】**2024年3月20日

**【DOI】**10.12208/j.ijme.20240003

### Development of hydraulic lifting power units suitable for mountainous areas

Haotian Yuan

Daqing Oilfield Equipment Manufacturing Group, Daqing, Heilongjiang

**【Abstract】**A large number of oil and gas fields have been discovered in the Sichuan Chongqing region in China, with huge reserves. Most of the fracturing sites in the Sichuan Chongqing region are located deep in the mountains, with limited well site coverage and a certain height difference between the reservoir and the water source well. The terrain and geological conditions in the Sichuan Chongqing region are complex, with continuous long water pipelines and complex and variable terrain along the terrain, posing great challenges to hydraulic transportation. The developed hydraulic lifting power unit meets the requirements of the Sichuan Chongqing shale gas project for large displacement and high head pumping, realizes remote automatic control and real-time monitoring of the unit, and realizes local unmanned operation of the unit. It has the characteristics of easy management, efficient operation, convenient operation, safety and reliability. The hydraulic lifting power unit adopts a pry mounted structure, which is convenient to use and easy to transport and install. By optimizing the design of the unit connection manifold, the problem of residual water in the manifold and water transmission pipeline has been effectively solved. The prototype underwent on-site testing, and during the testing process, it ran smoothly with good working results, and all performance indicators fully met the design requirements.

**【Keywords】**Fracturing; Hydraulic lift; Remote automatic control; Real time monitoring; unmanned; Large displacement, high head

#### 引言

现国内在川渝地区发现大量油气田，储藏量巨大。但是，国内大部分油田压裂现场都在平原地区，蓄水池与水源井距离近，取水便捷，剩水处理方便，需要的水力提升泵型扬程低，排量小，但是不适用于山地地区和页岩气井。川渝地区压裂现场多数在大

山深处，井场范围有限，蓄水池距水源井有一定的高度差，山路复杂多变，控制困难，需要人工值守，对于水力输送有着巨大的挑战。同时，针对压裂用水力提升动力机组的整体撬装优化、管线路径优化设计、管材选型设计和管道状态仿真运行的研究也渐渐兴起。用自动控制代替人工控制，现代化信息技术在输

水管道工程中逐渐得到了应用，包括自动化的观测系统、管线基础数据的采集、应急备用系统、辅助设计系统等。关于输水管道工程的相关设计和仿真运行也向着信息化、自动化、智能化和数据可视化的方向深入发展。

## 1 产品设计

### 1.1 结构

水力提升动力机组采用一备一用的撬装结构。如图 1 所示，由撬装底架、柴油发动机、高弹联轴器、单级双吸中开离心泵、燃油油箱、活动上装棚架、管汇系统、计量系统、电控系统、照明系统以及潜水泵补水系统等组成。图 2 水力提升动力机组单撬示意图

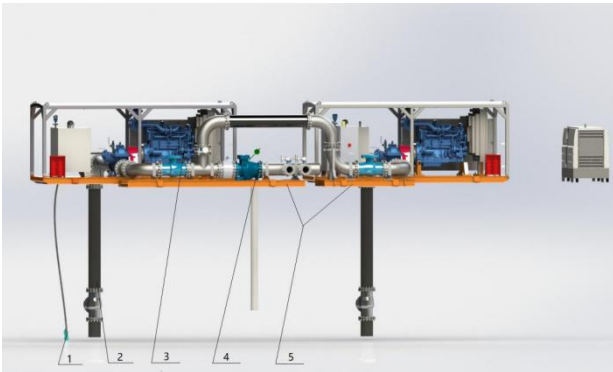


图 1 水力提升动力机组总图示意图



图 2 水力提升动力机组单撬示意图

1.潜水泵；2.进水管汇；3. 水力提升撬装总成；4.出水管汇 5.管汇撬架 6.本地开关柜；7.柴油油箱；8.本地控制柜；9.中吸双开离心泵；10.高弹联轴器；11.柴油发动机；12.消音板；13.灭火器；14.小型柴油发电机。

### 1.2 工作原理

水力提升动力机组工作时采用一备一用，柴油

发动机通过联轴器直驱双吸中开离心泵。两本地机旁柜分别控制两台柴油发动机，远程控制柜液位计检测上方蓄水池的液位高度信号，将液位通过远程控制柜发送信号，本地机旁柜接受液位信号控制柴油发动机转速升降来，控制吸中开离心泵的流量来实现压裂工作中蓄水池水位恒定的要求。

### 1.3 主要技术指标

(1) 扬程高度： $\geq 50\text{m}$ ；

(2) 最大排量： $18\text{ m}^3/\text{min}$ ；

(3) 水力提升动力机组所有运行参数、报警信息、调整设定等均可通过远程自动控制系统显示、记录、修改和控制，能够实现远程自动控制水力提升动力机组的停启机；通过专用手机 APP 软件实现对水力提升动力机组的远程停启机控制和实时监控。

## 2 关键技术及创新点

### (1) 出水管汇泄压泄水技术

通过优化出水管汇，设计管汇泄压泄水装置。在水力提升动力机组工作时，管汇内出现水压力过高时，可通过该装置安全方便的释放管汇内的压力；在压裂作业完成后，通过该装置可以排除输水管道和管汇中的剩水。

### (2) 远程自动控制技术

①研制开发水力提升动力机组远程自动控制系统

远程自动控制系统采用全中文、图形操作界面，具有操作简单、自动控制功能。系统控制软件可选择手动、自动、强行启动（关闭）、遥控等控制模式；具有对水力提升动力机组进行远程自动控制启停机和调速功能，能够根据反馈信号自动启停水力提升动力机组，能够远程调节柴油发动机转速和水泵流量，能够实时监控水力提升动力机组的运行参数，操作简单，运行可靠。

②研制开发水力提升动力机组专用手机 APP 软件

采用一个 4G(5G)全网通无线网络通信协议转换模块，可以实现水力提升动力机组（带有串行通信接口）连入因特网。用户可通过开发的专用手机 APP 软件（IOS 或安卓系统）等终端设备实时监控水力提升动力机组的运行状态，查询水力提升动力机组的运行记录和机组相关数据的设置，也可根据实际需要，对发出特定信号，远程控制水力提升动力机组的启停，从而实现水力提升动力机组全自动控制。

### ③创新点

(1) 川渝地区山地环境恶劣,页岩气井井下地质情况复杂,需要高扬程、大排量的水力提升动力机组,此次设计的大功率水力提升动力机组,采用撬装结构,便于设备拆装和运输,同时还能保证 50 米扬程高度,  $18\text{m}^3/\text{min}$  的供水量,能够满足当地压裂作业的要求。

(2) 川渝地区现场环境恶劣,机组距离压裂作业现场距离较远,因此需要机组本地无人值守。此次设计在压裂作业现场安装了一个远程控制柜,通过对机组电磁流量计和发动机参数的信号采集等方式,能够实现远程自动控制和实时监控,能准确控制和计量供水量,实现了机组本地无人值守。

(3) 川渝地区山地崎岖,机组提升泵水 50 米扬程高度,至少需要 800 米以上的输水管道,管道内剩水较多,此次设计通过优化机组管汇结构,能够有效解决管道内剩余水问题。

### 3 应用

现设计制造水力提升动力机组一套。在厂区进行了一次型式试验,试验成功。提高水力提升动力机组工作效率 10%,实现机组本地无人值守,减少现场作业人员 2 人。该水力提升动力机组的应用,提高了机组供水的工作效率,节省了大量的现场人工作业成本,同时能够通过远程控制柜和手机 APP 软件实时监控水力提升动力机组的运行状态,以及一级蓄水池和环保蓄水池的液位高低,省时省力,具有极大的社会推广价值。



### 4 结论

(1) 根据油田的市场需求,对水力提升动力机组进行了设计,消化吸收了油田先进的技术,进一步提高了产品的可靠性。

(2) 通过该机组的设计和生产研制,该装置的出水管汇泄压泄水技术和远程控制技术有效改善了传统柴油水泵机组的不足,而且各项性能指标都得到了有效的提升。

(3) 该装置操作简单、安全可靠,从而能够大幅提高压裂供水的作业效率、减少作业人员和降低压裂作业成本。

### 参考文献

- [1] 段桂芳.泵实验技术使用手册.北京:机械工业出版社,2017.1.
- [2] 姬忠礼.泵和压缩机(第二版).北京:石油工业出版社,2016.9.
- [3] 成大先.机械设计手册(第六版).北京:化学工业出版社,2018.6.
- [4] 闻邦椿.机械设计手册(第六版).北京:机械工业出版社,2017.12.
- [5] 刘胜新.新编钢铁材料手册(第二版).北京:机械工业出版社,2016.1.
- [6] 刘鸿文.材料力学(第三版).北京:高等教育出版社,1992.9.
- [7] 宋岢岢.压力管道设计及工程实例(第二版).北京:化学工业出版社,2017.6.
- [8] 胡宗武.非标准机械设备设计手册.北京:机械工业出版社,2018.6.

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/>



OPEN ACCESS